نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۳(۴۷)، پاییز ۱۳۹۷، صفحه ۴۶۰-۴۴۵

اثر کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک با کاهش کود نیتروژن بر عملکرد کیفی و کمّی برنج

نوراله خیری [۱*]، یوسف نیک‌نژاد [۲]، و مریم عباسعلی‌پور [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۵/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۴

چکیده

به منظور بررسی امکان افزایش عملکرد کمّی و کیفی برنج رقم طارم هاشمی با کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک همراه با کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژنی، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان آمل اجرا گردید. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: T1: شاهد یا عدم مصرف کود، T2: مصرف کود نیتروژن به میزان ۴۶ کیلوگرم در هکتار، T3: مصرف کمپوست آزولا به میزان ۱۰ تن در هکتار، T4: مصرف ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار، T5: مصرف کود نیتروژن به میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار + کمپوست آزولا به میزان ۵ تن در هکتار، T6: مصرف کود نیتروژن به میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار + ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار، T7: مصرف کمپوست آزولا به میزان ۵ تن در هکتار + ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار و T8: مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۲ کیلوگرم در هکتار + کمپوست آزولا به میزان ۵ تن در هکتار + ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار. نتایج نشان داد که با عدم مصرف کود، درصد گلچه عقیم در خوشه (۱۳/۹۵ درصد) افزایش یافت. بیشترین طول خوشه (۲۵/۴۷ سانتی‌متر)، تعداد پنجه بارور در کپه (۱۸/۳۰ عدد) و تعداد دانه پر در خوشه (۱۳۶/۱ عدد) به تیمار T8 تعلق داشتند. حداکثر میزان وزن هزار دانه متعلق به تیمارهای T3 و T4 بود. بیشترین میزان عملکرد دانه (۵۲۹۵ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد توأم کود نیتروژن، کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست حاصل گردید که به‌دلیل افزایش طول خوشه و اجزای عملکردی نظیر تعداد پنجه بارور در کپه و تعداد دانه پر در خوشه بوده است. میزان آمیلوز تحت تیمارهای ترکیبی کاهش یافت. دامنه مطلوب درجه حرارت ژلاتینه‌شدن (محدوده بین ۳ تا ۵) فقط در تیمارهای حاوی کود شیمیایی نیتروژن مشاهده گردید. با توجه به نتایج این تحقیق، تیمار T8 به دلیل کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن و اثرات کمتر زیست محیطی آن، تیمار مناسب‌تری برای افزایش عملکرد دانه برنج بود، اگرچه کاربرد ترکیبی نیتروژن با هر یک از کودهای بیولوژیک یا آلی به خصوص آزولا اثر معنی‌داری در بهبود عملکرد دانه داشت.

واژگان کلیدی: آزولا، آمیلوز، برنج، عملکرد دانه، نیتروژن، ورمی‌کمپوست.

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
۲- استادیار گروه زراعت، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران
۳- کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
* نگارنده‌ی مسئول norollah.kheyri@yahoo.com

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین غلات دنیا، غذای اصلی بیش از دو میلیارد نفر را در آسیا و ده‌ها میلیون نفر را در آفریقا و آمریکای لاتین تشکیل می‌دهد، به‌طوری که این محصول، پروتئین و کالری حدود ۴۰ درصد از مردم جهان را تأمین می‌کند (Sleper and Poehlman, 2006). در بین عناصر غذایی مختلفی که در بافت‌های گیاهی یافت می‌شود، نیتروژن بیشترین غلظت را داشته و بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طوری‌که برخی از محققین نیتروژن را عامل افزایش ۲۶ تا ۴۱ درصدی عملکرد می‌دانند (Akamine *et al.*, 2007). اگرچه مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به خصوص اوره مشکلاتی از جمله آلودگی آب‌های زیرزمینی، تجمع مواد آلاینده نظیر نیترات در اندام‌های مصرفی گیاه و کاهش باروری خاک با از بین رفتن هوموس می‌گردد ولی استفاده از این کودها در کشت برنج نقش مهمی در افزایش عملکرد و در نهایت تولید برنج دارد (Mohammadian, 2005). امروزه استفاده از کمپوست همراه با کودهای شیمیایی به دلیل تأمین بسیاری از عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه مثل روی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌عنوان یک ضرورت در ایجاد کشاورزی پایدار شناخته شده است (Alam, 2004). آزولا (*Azolla sp.*) یک سرخس آبزی آزاد بوده که معمولاً در آب شالیزارها، نهرهای آب و استخرها یافت می‌شود (Rehana *et al.*, 2003) و یکی از مهم‌ترین موجودات زنده تأمین کننده نیتروژن مورد نیاز برنج می‌باشد که به‌واسطه همزیستی با جلبک سبز- آبی آنابنا آزولا (*Anabaena azollae*)، نیتروژن هوا را تثبیت می‌نماید (Bocchi and Malgioglio, 2010). کمپوست مخلوطی از مواد آلی پوسیده شده در یک محیط گرم، مرطوب و تحت شرایط هوازی به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها است که مواد و عناصر غذایی موجود در خود را به صورت قابل استفاده در اختیار گیاه قرار می‌دهد. آزولا را می‌توان همراه با کودهای شیمیایی نیتروژنه مانند اوره مصرف نمود (Razavipour and Ali, 2006). استفاده از کمپوست آزولا که مخلوطی از بقایای کاه برنج و جلبک آزولا می‌باشد به‌عنوان یک کود بیولوژیک موجب بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد (Awodun, 2008). گزارش‌ها حاکی از آن است که کاربرد ۸ تن در هکتار کمپوست آزولا همراه با کودهای شیمیایی به‌دلیل تثبیت بیشتر نیتروژن، افزایش ماده آلی خاک و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد، سبب افزایش میزان عملکرد دانه برنج می‌گردد (Valadabadi *et al.*, 2011). محققان دریافتند که کمپوست آزولا بهترین مکمل برای کودهای شیمیایی در جهت رشد بهتر و عملکرد بیشتر در برنج می‌باشند (Changiz-Dalivand *et al.*, 2012). ورمی کمپوست یک ماده آلی پیت مانند است که باعث نرمی بافت خاک، افزایش تهویه، جذب رطوبت و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود. کربن آلی موجود در ورمی‌کمپوست، عناصر غذایی را به آرامی و به‌طور یکنواخت در سیستم رشد گیاهی آزاد کرده و گیاه را قادر به جذب آنها می‌نماید (Alikhani and Savabeghi, 2006). استفاده از ورمی‌کمپوست علاوه بر افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (Arancon *et*

al., 2004). در مطالعه‌ای روی گیاه جو، مشخص گردید که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش در عملکرد زیستی گیاه شد (Kumawat *et al.*, 2006). مصرف تلفیقی نیتروژن با کود آلی سبب می‌شود تا عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن به‌طور تدریجی در اختیار گیاه قرار گیرد و از تلفات و آبشویی عناصر غذایی در مزرعه کاسته شود (Divsalar *et al.*, 2011). گزارش شده است که کاربرد مقادیر بالاتر از ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد و پروتئین دانه و کاهش محتوای آمیلوز دانه گردید ولی بر صفات درجه حرارت ژلاتینه شدن و غلظت ژل اثری نداشت (Thao *et al.*, 2015).

نصرالله‌زاده (Nasrollah Zadeh, 2014) با بررسی اثرات کودهای شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد برنج بیان نمود که از نظر افزایش عملکرد محصول، مصرف ۵ تن در هکتار کمپوست آزولا بر مصرف ۲۰ تن در هکتار کود دامی برتری داشت. نتایج به‌دست آمده توسط فرح‌دهر و همکاران (Farahdahr *et al.*, 2015) نیز حاکی از اثرات مثبت کمپوست آزولا در افزایش عملکرد دانه برنج می‌باشد.

این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست در ترکیب با کود شیمیایی نیتروژن کاهش‌یافته بر عملکرد کمّی و کیفی برنج رقم طارم هاشمی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان آمل با مختصات جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاع ۱۷۰ متری از سطح دریا، اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و سه تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۵ متر مربع انجام گرفت. رقم مورد استفاده در طرح، طارم هاشمی بود. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: T1: شاهد (عدم مصرف کود نیتروژن، کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست)، T2: مصرف کود نیتروژن به میزان ۴۶ کیلوگرم در هکتار، T3: مصرف کمپوست آزولا به میزان ۱۰ تن در هکتار، T4: مصرف ورمی‌کمپوست به میزان۱۰ تن در هکتار، T5: مصرف کود نیتروژن به میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار + کمپوست آزولا به میزان ۵ تن در هکتار، T6: مصرف کود نیتروژن به میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار + ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار، T7: مصرف کمپوست آزولا به میزان ۵ تن در هکتار + ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار و T8: مصرف کود نیتروژن به میزان ۱۲ کیلوگرم در هکتار + کمپوست آزولا به میزان ۵ تن در هکتار + ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار.

کمپوست آزولا (آزولا از زمین‌های شالیزار منطقه در سال قبل از اجرای طرح جمع‌آوری و سپس تبدیل به کمپوست گردید) و ورمی‌کمپوست (تولید شده توسط شرکت نگین کود طبرستان) به‌صورت پایه (قبل از نشاکاری) و کود شیمیایی نیتروژن (از منبع اوره) بر حسب کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در سه مرحله؛ قبل از نشاکاری (۵۰ درصد کود مصرفی)، پنجه‌زنی (۲۵ درصد) و ظهور خوشه (۲۵ درصد) با توجه به تیمارهای تعریف شده به کرت‌های مورد نظر اضافه شدند. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت در جدول ۱، کمپوست آزولا در جدول ۲ و ورمی‌کمپوست در جدول ۳ ارایه گردیده است. مزرعه محل آزمایش در سال‌های زراعی قبل زیر کشت برنج بود و در اواخر بهمن ماه، زمین توسط

گاو آهن برگردان‌دار شخم زده شد و در نیمه دوم اردیبهشت، عملیات کامل شامل شخم بهاره، ماله‌کشی و تسطیح انجام گردید. برای جلوگیری از تبادل کودی بین تیمارهای مختلف، کلیه مرزهای طولی و عرضی مربوط به هر کرت با پلاستیک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک و به عرض ۴۰ سانتی‌متر پوشانده شدند. عملیات تهیه خزانه در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد و نشاهای سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهار برگی به زمین اصلی منتقل گردیدند. مصرف کودهای فسفاته و پتاسیمی به‌ترتیب از منابع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از نشاکاری در کرت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نشاکاری به تعداد سه نشا در هر کپه با فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر و در تاریخ ۳۰ اردیبهشت انجام گردید. جهت کنترل علف‌های هرز، مبارزه شیمیایی با سم بوتاکلر (ماچتی) به غلظت ۳ لیتر در هکتار، ۵ روز پس از نشاکاری و عملیات وجین دستی طی دو نوبت (نوبت اول ۲۰ و نوبت دوم ۳۸ روز بعد از نشاکاری) صورت گرفت. کنترل کرم ساقه‌خوار برنج با استفاده از حشره‌کش دیازینون (گرانول ۱۰ درصد) به مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار با مشاهده لارو سن اول ساقه‌خوار برنج و بر اساس اطلاع‌رسانی همگانی جهاد کشاورزی انجام شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، ۱۲ بوته از هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد پنجه بارور در کپه اندازه‌گیری و شمارش گردید. جهت تعیین تعداد دانه پر در خوشه، ۱۵ عدد خوشه از هر تیمار انتخاب و دانه‌های آنها شمارش و میانگین آن محاسبه شد. درصد گلچه عقیم در خوشه از حاصل‌ضرب نسبت تعداد گلچه عقیم به تعداد کل دانه در ۱۰۰ تعیین گردید. برای تعیین وزن هزار دانه، با استفاده از دستگاه شمارش‌گر بذر، تعداد ۱۰۰۰ تا از دانه‌های (شلتوک) سالم و پر شمارش و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد توزین گردید. عملکرد دانه (شلتوک)، در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی از دو متر مربع هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه برداشت و با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. اندازه‌گیری صفات تعیین کننده کیفیت پخت دانه مانند میزان آمیلوز با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر به روش جولیانو (Juliano, 1971)، درجه حرارت ژلاتینه شدن به روش لیتل و همکاران (Little *et al.*, 1958) و قوام ژل به روش کاگامپنگ و همکاران (Cagampang *et al.*, 1973) انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال یک و پنج درصد استفاده شد. رسم شکل‌ها توسط نرم‌افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر ارتفاع بوته، تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) بودند (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که استفاده از کود شیمیایی نیتروژن همراه با ورمی‌کمپوست یا آزولا سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گردید، به‌طوری‌که حداکثر ارتفاع بوته (۱۳۵/۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار T8 بود، هر چند که با تیمارهای مصرف نیتروژن + کمپوست آزولا (۱۳۳/۶ سانتی‌متر) و کاربرد نیتروژن + ورمی‌کمپوست (۱۳۱ سانتی‌متر) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. حداقل ارتفاع نیز با میانگین ۹۶/۲ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) بود (جدول ۵). احتمالاً

دلیل افزایش ارتفاع در تیمارهای تلفیقی این بوده است که با وجود کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست همراه با نیتروژن، عناصر غذایی کافی در تمام مراحل رشد در اختیار گیاه قرار داشته و گیاه دچار کمبود عناصر غذایی نشده است. در نتایجی مشابه، عاشوری و همکاران (Ashoori *et al.*, 2013) گزارش نمودند که با مصرف سه مکمل کود آلی همراه با کود شیمیایی کامل، ارتفاع بوته برنج به میزان ۱۹ سانتی‌متر در مقایسه با شرایط عدم مصرف کود (شاهد) افزایش یافت. گزارش‌ها حاکی از آن است که مصرف ۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار آزولا همراه با ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته برنج نسبت به شاهد گردید (Changiz-Dalivand *et al.*, 2012). نتایج به‌دست آمده توسط پنتیلاس و همکاران (Pontillas *et al.*, 2009) نیز نشان داد که ارتفاع بوته برنج زمانی که از کود شیمیایی کامل (NPK= 60-14-14 $kg.ha^{-1}$) استفاده گردید به طور معنی‌داری بیشتر از مصرف دو تن در هکتار ورمی‌کمپوست به تنهایی بود ولی با تیمار ترکیبی مصرف یک‌دوم کود شیمیایی کامل (NPK= 30-7-7 $kg.ha^{-1}$) + دو تن در هکتار ورمی‌کمپوست، اختلاف آماری معنی‌داری نداشت.

طول خوشه

صفت طول خوشه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی ($P<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۴). نتایج نشان داد که حداکثر طول خوشه با میانگین ۲۵/۴۷ سانتی‌متر متعلق به تیمار تلفیقی کاربرد نیتروژن، کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست بود، اگرچه با تیمارهای T2، T3، T5، T6 و T7 اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. حداقل طول خوشه نیز با میانگین ۱۹/۹۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵). نیتروژن عنصری است که بر صفتی مثل طول خوشه تأثیرگذار بوده و سبب افزایش طول آن می‌گردد (Farahdahr *et al.*, 2015). محققان با بررسی اثرات ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی بر رشد و عملکرد برنج طی دو سال زراعی دریافتند که طول خوشه فقط در تیمارهایی که کود نیتروژن نیز در آنها استفاده گردید افزایش معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که با مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی (N.P.K.) و ورمی‌کمپوست، بیشترین طول خوشه و در شرایط عدم مصرف کود یا شاهد و همچنین مصرف ورمی‌کمپوست به تنهایی، کمترین طول خوشه حاصل شد (Malviya *et al.*, 2012). افزایش طول خوشه با کاربرد کمپوست آزولا نیز توسط بسیاری از پژوهشگران تأیید شده است (Ibrahim *et al.*, 2008; Manivannan *et al.*, 2009).

تعداد پنجه بارور در کپه

نتایج نشان داد که از نظر تعداد پنجه بارور در کپه، تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) بودند (جدول ۴). بیشترین تعداد پنجه بارور در کپه (۱۸/۳۰ عدد پنجه)، متعلق به تیمار T8 (مصرف نیتروژن + کمپوست آزولا + ورمی‌کمپوست) بود که با تیمارهای T2، T5 و T6 تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. کمترین تعداد پنجه بارور نیز با ۴۴ درصد کاهش (۱۰/۲۳ عدد پنجه)، متعلق به تیمار شاهد یا عدم مصرف کود بود (جدول ۵). نتایج نشان داد که تعداد پنجه بارور در تیمارهایی که کود شیمیایی نیتروژن در آنها استفاده گردید به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود و در شرایط تلفیقی بهترین نتیجه از نظر صفت یاد شده به‌دست آمد. نیتروژن از طریق افزایش دوام، شاخص سطح برگ، شاخص‌های کلروفیل از جمله کلروفیل a و b و همچنین افزایش میزان فتوسنتز سبب تحریک

پنجه‌زنی گیاه می‌گردد به‌طوری‌که با کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، بیولوژیکی و آلی، این عنصر به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گرفته و منجر به افزایش تعداد پنجه بارور در کپه گردیده است و افزایش پنجه‌های بارور نیز در عملکرد نهایی محصول تأثیر به‌سزایی دارد. نیتروژن، تشکیل دهنده پروتئین پروتوپلاسمی لازم برای افزایش ساقه، پنجه و سطح برگ می‌باشد (Soleimani and Amiri Larijani, 2004). چنگیز دلیوند و همکاران (Changiz-Dalivand *et al.*, 2012) اظهار داشتند که با کاربرد تلفیقی ۷/۵ تن در هکتار آزولا + ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تعداد پنجه بارور به میزان ۱۹/۸ درصد نسبت به شرایط عدم مصرف کود یا شاهد افزایش یافت. سایر محققان (Islam *et al.*, 2014) گزارش نمودند که با کاربرد کود شیمیایی همراه با کودهای آلی، افزایش معنی‌داری در تعداد پنجه بارور در کپه مشاهده گردید. همچنین، نتایج مشابهی توسط فرح‌دهر و همکاران (Farahdahr *et al.*, 2015)، و غروی بایگی و همکاران (Gharavi Baygi *et al.*, 2014) گزارش شده است.

تعداد دانه پر در خوشه

صفت تعداد دانه پر در خوشه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تیمارهایی که در آن کود نیتروژن همراه با کودهای آلی و بیولوژیک استفاده گردید تعداد دانه پر در خوشه افزایش یافت، به گونه‌ای که بیشترین تعداد دانه پر در خوشه با میانگین ۱۳۶/۱ عدد متعلق به تیمار T8 بود که با تیمارهای T2، T5 و T6 تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. کمترین مقدار صفت یاد شده نیز با ۳۱ درصد کاهش در تعداد دانه (۹۳/۵۷ عدد دانه پر)، متعلق به تیمار T1 (شاهد) بود (جدول ۵). دلیل افزایش تعداد دانه پر در خوشه در تیمارهای تلفیقی احتمالاً به خاطر فراهم بودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طی دوره رشد بوده که سبب بهبود انتقال مواد پرورده به سمت دانه و پر شدن تعداد بیشتری از دانه‌ها گردیده است. کاربرد ورمی‌کمپوست به‌صورت تقسیط شده از طریق تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه سبب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به مخزن (دانه‌ها) می‌گردد که نهایتاً منجر به بیشتر شدن تعداد دانه‌های پر می‌گردد (Bejbaruah *et al.*, 2013).

درصد گلچه عقیم در خوشه

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کودی بر صفت درصد گلچه عقیم در خوشه ($P<۰/۰۱$) معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین درصد گلچه عقیم در خوشه (۱۳/۹۵ درصد) مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن (۵/۷۶ درصد) متعلق به تیمار ترکیبی نیتروژن، کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست بود که با تیمارهای T2، T5، T6 و T7 در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). در واقع، در شرایطی که هیچ گونه کودی مصرف نشد یا این که آزولا و ورمی‌کمپوست به تنهایی مورد استفاده قرار گرفتند درصد گلچه عقیم در خوشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. محققان گزارش نمودند در شرایطی که کمپوست آزولا به تنهایی مصرف شد و گیاه هیچ گونه کود شیمیایی نیتروژنه‌ای دریافت نکرده بود تعداد گلچه عقیم در خوشه به طور معنی‌داری افزایش یافت (Divsalar *et al.*, 2011).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی ($P<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۴). حداکثر

وزن هزار دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۷/۶۷ و ۲۷/۸۷ گرم متعلق به تیمارهای مصرف کمپوست آزولا و کاربرد ورمی‌کمپوست هر کدام به تنهایی بود که با تیمار مصرف کود شیمیایی نیتروژن تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد. کمترین مقدار صفت فوق نیز با میانگین ۲۴ گرم مربوط به تیمار عدم مصرف کود یا شاهد بود (جدول ۵). افزایش وزن هزار دانه در تیمارهای فوق به‌دلیل تأثیرپذیری اجزای عملکرد از یکدیگر می‌باشد، به گونه‌ای که با توجه به کاهش تعداد دانه پر در خوشه در تیمارهای مصرف کمپوست آزولا (۱۱۹/۶ دانه پر) و ورمی‌کمپوست (۱۲۰/۴ دانه پر)، سهم مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌های باقی‌مانده بیشتر شده و سبب افزایش وزن هزار دانه در این تیمارها گردیده است. در اکثر غلات، تعداد دانه پر در خوشه با وزن هزار دانه همبستگی منفی نشان می‌دهد که دلیل آن کاهش اختصاص مواد فتوسنتزی به هر یک از دانه‌ها به‌دلیل رقابت بین دانه‌های موجود در یک خوشه برای جذب این مواد است (Yang *et al.*, 2002). بسیاری از محققان در نتایج خود اثر معنی‌دار مصرف کودهای نیتروژنه بر صفت وزن هزار دانه را گزارش نمودند (Faraji *et al.*, 2011; Mohaddesi *et al.*, 2010;)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین، بررسی‌ها نشان داده که کاربرد ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (Mahmud *et al.*, 2016) و ۷/۵ تن در هکتار کمپوست آزولا (Changiz-Dalivand *et al.*, 2012) به‌ترتیب سبب افزایش ۴/۳ و ۳/۹ درصدی وزن هزار دانه در مقایسه با عدم مصرف آنها گردید.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی ($P<۰/۰۱$) قرار گرفت (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۲۹۵ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار T8 (کاربرد تلفیقی نیتروژن، کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست) بود که با تیمارهای T5 (مصرف نیتروژن + کمپوست آزولا) و T6 (مصرف نیتروژن + ورمی‌کمپوست) در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین میزان صفت یاد شده نیز با حدود ۴۷ درصد کاهش نسبت به تیمار T8، مربوط به تیمار T1 (شاهد یا عدم مصرف کود) بود که با تیمار مصرف ورمی‌کمپوست به تنهایی اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۱). افزایش عملکرد دانه در تیمار ترکیبی نیتروژن + کمپوست آزولا + ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش صفاتی نظیر طول خوشه، تعداد پنجه بارور در کپه، تعداد دانه پر در خوشه و کاهش درصد گلچه عقیم در خوشه بوده است. بهبود قابل توجه عملکرد در تیمارهای مصرف نیتروژن همراه با کودهای آلی یا بیولوژیک علاوه بر تأمین نیتروژن بیشتر، به احتمال زیاد به دلیل تأثیر کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست در فراهمی سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه نیز می‌تواند باشد. گزارش‌ها نیز حاکی از آن است که کاربرد ورمی‌کمپوست به تنهایی نمی‌تواند سبب تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه گردد و در شرایط مصرف تلفیقی کود شیمیایی اوره و ورمی‌کمپوست بهترین نتیجه از نظر افزایش عملکرد دانه حاصل می‌گردد (Yousefi and Sadeghi, 2014). ورمی‌کمپوست اثر مثبتی بر رشد و عملکرد گیاه دارد، به گونه‌ای که با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک موجب فراهمی بیشتر عناصر غذایی قابل دسترس گیاه شده و نهایتاً عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Lazcano and Dominguez, 2011). کمپوست

آزولا یک مکمل مناسب برای کود شیمیایی نیتروژن جهت بهبود رشد و عملکرد دانه برنج می‌باشد (Changiz-Dalivand *et al.*, 2012). محققان دریافتند که ترکیب کمپوست آزولا با کود شیمیایی سبب افزایش حاصلخیزی خاک و عملکرد دانه برنج می‌گردد (Valadabadi *et al.*, 2011). نصرالله‌زاده (Nasrollah Zadeh, 2014) نیز با بررسی اثرات کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد برنج گزارش نمود که مصرف ۵ تن در هکتار کمپوست آزولا به‌ترتیب سبب افزایش ۱۲ و ۱۲/۹ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و شاهد گردید.

درصد آمیلوز

نتایج نشان داد که تیمارهای کودی دارای اثر معنی‌داری بر صفت درصد آمیلوز در سطح احتمال پنج درصد بودند (جدول ۶). بیشترین میزان آمیلوز (۲۲/۸۰ درصد) در تیمار شاهد یا عدم مصرف کود مشاهده شد که با تیمار مصرف ورمی‌کمپوست (۲۱ درصد) در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین میزان صفت ذکر شده (۱۹/۴۳ درصد) نیز در تیمار ترکیبی نیتروژن + کمپوست آزولا + ورمی‌کمپوست حاصل شد (جدول ۷). با اعمال تیمار T8، احتمالاً به دلیل تأمین نیتروژن بیشتر حاصل از مصرف تقسیطی کود شیمیایی نیتروژن و در دسترس بودن عناصر غذایی آزاد شده از کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست در مراحل مختلف رشد گیاه، پروتئین دانه افزایش و در نتیجه درصد آمیلوز کاهش یافته است. یک رابطه همبستگی منفی معنی‌داری بین میزان کود نیتروژن و محتوای آمیلوز برنج وجود دارد (Tayefe *et al.*, 2014). اسماعیل‌زاده مریدانی و همکاران (Esmaeilzadeh Moridani *et al.*, 2011) با بررسی اثرات تقسیط کود نیتروژن بر کیفیت دانه برنج رقم طارم هاشمی بیان نمودند که بیشترین میزان آمیلوز دانه (۲۲/۲۱ درصد) با اعمال کمترین تقسیط نیتروژن حاصل گردید. گزارش‌ها نیز حاکی از آن است که با افزایش مقدار کود نیتروژن، محتوای آمیلوز به‌دلیل افزایش میزان پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Gu *et al.*, 2015; Thao *et al.*, 2015)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین، نتایج به‌دست آمده توسط مشایخی و همکاران (Mashayekhi *et al.*, 2008) نشان داد که بیشترین درصد آمیلوز زمانی حاصل شد که کمترین میزان نیتروژن در مزرعه مصرف گردید.

درجه حرارت ژلاتینه شدن

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای مختلف کودی از نظر دمای ژلاتینه شدن اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) وجود داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین دمای ژلاتینه شدن (۵/۵۶ درجه سلسیوس) مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) بود، اگرچه با تیمارهای مصرف ورمی‌کمپوست و کمپوست آزولا هر کدام به تنهایی تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین دمای ژلاتینه شدن نیز در تیمار تلفیقی نیتروژن، کمپوست آزولا و ورمی‌کمپوست (۴/۶۶ درجه سلسیوس) مشاهده شد (جدول ۷). به نظر می‌رسد با افزایش مصرف کودهای نیتروژنه، درجه حرارت ژلاتینه شدن نیز کاهش می‌یابد که با نتایج نصرالله‌زاده و همکاران (Nasrollah Zadeh *et al.*, 2013) نیز مطابقت داشت. در ارزیابی‌های کیفی برنج، نمره‌های ۳ تا ۵ محدوده مطلوب برای درجه حرارت ژلاتینی شدن می‌باشد. دمای ژلاتینه شدن بالا سبب می‌شود که برنج پخته

شده سفت و خشک شود و دمای ژلاتینه شدن کم موجب نرمی و چسبنده شدن برنج پس از پخت می‌شود. برنج‌های با دمای ژلاتینه شدن پایین و متوسط نسبت به برنج‌های با دمای ژلاتینه شدن بالا، به آب و زمان کمتری برای پخت نیاز دارند که این یک ویژگی مطلوب است (Kasai *et al.*, 2001). با توجه به این طبقه‌بندی، تیمارهای مصرف نیتروژن به تنهایی، تلفیق نیتروژن + کمپوست آزولا، تلفیق نیتروژن + ورمی‌کمپوست و تیمار ترکیبی نیتروژن + کمپوست آزولا + ورمی‌کمپوست دارای دمای ژلاتینه شدن مطلوبی بودند.

قوام ژل

نتایج نشان داد که صفت قوام ژل تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار نگرفت (جدول ۶). در نتایجی مشابه، تائو و همکاران (Thao *et al.*, 2015) با بررسی اثرات کود نیتروژن بر کیفیت دانه برنج بیان نمودند که استفاده از مقادیر بالای کود نیتروژن بر صفت غلظت ژل تأثیری نداشت. نتایج به‌دست آمده توسط اسدی و همکاران (Asadi *et al.*, 2011) نیز نشان داد که قوام ژل تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن معنی‌دار نشد. در مقابل، نتایج لیفن و همکاران (Lifen *et al.*, 2016) نشان داد که قوام ژل تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و تیمارهایی که در آنها از کود ارگانیک استفاده گردید به‌طور معنی‌داری دارای قوام ژل بالاتری نسبت به شاهد (عدم مصرف کود) و تیمارهای حاوی کود شیمیایی نیتروژن بودند. گروه دیگری از محققین (Gu *et al.*, 2015) نیز اثرات معنی‌دار نیتروژن بر صفت غلظت ژل را گزارش نمودند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که تیمارهای کودی بر تمام صفات مورد بررسی به جز صفت کیفی غلظت ژل تأثیر معنی‌داری داشتند. با کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی نیتروژن، کمپوست آزولا و کود ارگانیک ورمی‌کمپوست، صفات مورفولوژیکی نظیر ارتفاع بوته و طول خوشه و همچنین اجزای عملکرد از قبیل تعداد پنجه بارور در کپه و تعداد دانه پر در خوشه افزایش و درصد گلچه عقیم در خوشه کاهش یافتند. با افزایش میزان نیتروژن دریافتی گیاه که از تیمارهای ترکیبی حاصل شد، از میزان آمیلوز کاسته شد. مطلوب‌ترین دمای ژلاتینه شدن نیز برای تمام تیمارهایی که در آنها کود شیمیایی نیتروژن استفاده گردید به‌دست آمد. اگرچه مصرف ترکیبی کمپوست آزولا یا ورمی‌کمپوست با نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید ولی مصرف هر یک از کودهای بیولوژیک یا آلی به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر و بدون حضور نیتروزن نتوانسته سبب بهبود عملکرد دانه گردد. بنابراین، به نظر می‌رسد مصرف کودهای آلی و بیولوژیک به‌خصوص کمپوست آزولا به عنوان کودهای مکمل نیتروژن جهت کاهش مقدار مصرف کود شیمیایی نیتروژنه و به تبع آن کاهش اثرات زیست محیطی و همچنین حصول حداکثر عملکرد دانه برنج مناسب باشند.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی- شیمیایی نمونه خاک اولیه قبل از اجرای آزمایش
Table 1- Results of soil analysis before beginning the experiment

عمق Depth (cm)	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (dS/m)	اسیدیته Acidity (pH)	ماده آلی Organic matter (%)	کربن آلی Organic Carbon (%)	فسفر Phosphorus ppm	پتاسیم Potassium ppm	رس Clay (٪)	سیلت Silt (٪)	شن Sand (٪)	بافت خاک Soil Texture
0-30	1.65	7.25	2.90	1.75	10.6	166	43	36	21	رسی Clay

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی کود بیولوژیک (کمپوست آزولا) مورد استفاده
Table 2- Some chemical properties of biologic fertilizer (Azolla compost)

مشخصات نمونه Sample characteristics	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (dS/m)	اسیدیته Acidity (pH)	نیتروژن Nitrogen (٪)	فسفر Phosphorus (٪)	پتاسیم Potassium (٪)
کمپوست آزولا Azolla compost	10.3	6.2	3.35	0.45	1.53

جدول ۳- برخی از خصوصیات شیمیایی کود آلی (ورمی‌کمپوست) مورد استفاده
Table 3- Some chemical properties of organic fertilizer (Vermicompost)

مشخصات نمونه Sample characteristics	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (dS/m)	اسیدیته Acidity (pH)	نیتروژن Nitrogen (٪)	فسفر Phosphorus (٪)	پتاسیم Potassium (٪)
ورمی‌کمپوست Vermicompost	8.9	8.1	1.6	0.61	1.1

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات زراعی و عملکرد دانه برنج رقم طارم هاشمی تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن، آزولا و ورمی‌کمپوست
Table 4- Analysis of variance for agronomic traits and grain yield of rice (var. Tarom Hashemi) under influence the treatments of nitrogen, Azolla and vermicompost

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						
		ارتفاع بوته Plant height	طول خوشه Panicle length	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	تعداد دانه پر Filled grain number	درصد گلچه عقیم Sterile floret percent	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	5.400	4.066	5.375	12.924	0.300	0.455	243397.042
تیمار Treatment	7	471.705**	8.849**	18.487**	515.677**	20.094**	4.171**	2181791.238**
خطا (Error)	14	9.772	1.396	2.142	37.345	0.845	0.376	164175.613
ضریب تغییرات C.V. (%)		2.53	4.95	9.56	4.97	11.60	2.32	9.83

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

**: significant at 1% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات زراعی برنج رقم طارم هاشمی تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن، آزولا و ورمی‌کمپوست

Table 5- Mean comparison for agronomic traits of rice (var. Tarom Hashemi) under influence the treatments of nitrogen, Azolla and vermicompost

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Panicle length (cm)	تعداد پنجه Fertile tiller number per hill	تعداد دانه پر در خوشه Filled grain number per panicle	درصد گلچه عقیم در خوشه Sterile floret percent per panicle	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)
T1	96.2	19.93	10.23	93.57	13.95	24.00
T2	128.0	24.37	16.50	128.6	6.99	26.90
T3	120.8	23.77	15.00	119.6	7.78	27.67
T4	118.9	23.40	13.70	120.4	8.53	27.87
T5	133.6	25.00	16.93	132.1	6.12	26.30
T6	131.0	24.70	16.60	128.3	6.92	26.33
T7	126.5	24.27	15.17	125.3	7.34	26.47
T8	135.3	25.47	18.30	136.1	5.76	26.33
LSD (0.01)	7.598	2.872	3.557	14.85	2.234	1.490

میانگین‌ها در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد مقایسه گردیدند.

Means in each column were compared at 1% level of probability according to LSD test.

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات کیفی برنج رقم طارم هاشمی تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن، آزولا و ورمی‌کمپوست

Table 6- Analysis of variance for qualitative traits of rice (var. Tarom Hashemi) under influence the treatments of nitrogen, Azolla and vermicompost

منبع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)		
			میزان آمیلوز Amylose content	درجه حرارت ژلاتینه شدن Gelatinization temperature	قوام ژل Gel consistency
Replication	تکرار	2	0.542	0.015	2.858
Treatment	تیمار	7	3.485*	0.270*	2.113 ns
(Error)	خطا	14	1.133	0.084	1.014
ضریب تغییرات (%) C.V.			5.21	5.78	2.01

ns و *: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد.

ns and *: non significant and significant at 5% probability level, respectively.

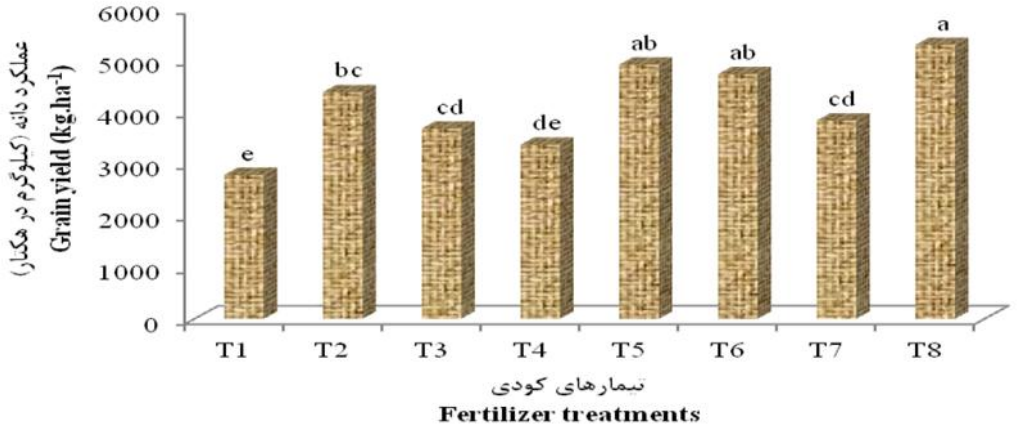
جدول ۷- مقایسه میانگین درصد آمیلوز و دمای ژلاتینه شدن دانه برنج رقم طارم هاشمی تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن، آزولا و ورمی‌کمپوست

Table 7- Mean comparison for amylose percentage and gelatinization temperature of rice grain (var. Tarom Hashemi) under influence the treatments of nitrogen, Azolla and vermicompost

تیمار Treatment	میزان آمیلوز Amylose content (%)	درجه حرارت ژلاتینه شدن Gelatinization temperature (◦c)
T1	22.80	5.56
T2	20.03	4.83
T3	20.60	5.13
T4	21.00	5.20
T5	19.60	4.73
T6	19.97	4.80
T7	20.10	5.03
T8	19.43	4.66
LSD (0.05%)	1.864	0.5075

میانگین‌ها در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه گردیدند.

Means in each column were compared at 5% level of probability according to LSD test.



شکل ۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه برنج رقم طارم هاشمی تحت تأثیر تیمارهای نیتروژن، آزولا و ورمی‌کمپوست

Figure 1- Mean comparison for grain yield of rice (var. Tarom Hashemi) under influence the treatments of nitrogen, Azolla and vermicompost

References منابع مورد استفاده

- Akamine, H., M.A. Hossain, Y. Jshimine, K. Yogi, K. Hokama, Y. Iraha, and Y. Aniya. 2007. Effects of application of N, P and K alone or in combination on growth, yield and curcumin content of Turmeric. *Plant Science*. 10(1): 151-154.
- Alam, S.M. 2004. Azolla a green compost for rice. The DAWN Group of New spapers.
- Alikhani, H., and G.R. Savabeghi. 2006. Vermicomposting for sustainable agriculture. Publications of Tehran University. (In Persian).
- Arancon, N., C.A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J.D. Metzger. 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries. I: Effects on growth and yields. *Bioresearch Technology*. 93: 145-153.
- Asadi, S., M. Zavareh, H. Shokri Vahed, and P. Shahin Rokhsar. 2011. Effect of supplement foliar application of nitrogen and potassium on yield, grain quality and nitrogen utilization efficiency of hybrid rice c.v. Bahar-1. *Electronic Journal of Crop Production*. 4(3): 175-190. (In Persian).
- Ashoori, M., M. Esfahani, S. Abdollahi, and B. Rabiei. 2013. Effect of foliar application of organic fertilizer complements on grain yield, yield components and quality in two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Cereal Research.* 3(4): 291-305. (In Persian).
- Awodun, M.A. 2008. Effect of azolla (azolla species) on physiochemical properties of the soil. *World Journal of Agricultural Sciences*. 4(2): 157-160.
- Bejbaruah, R., R.C. Sharma, and P. Banik. 2013. Split application of vermicompost to rice (*Oryza sativa* L.): its effect on productivity, yield components, and N dynamics. *Organic Agriculture*. 3: 123-128.

- Bocchi, S., and A. Malgioglio. 2010. Azolla-anabaena as a biofertilizer for rice paddy fields in the po valley, a temperate rice area in northern Italy. *International Journal of Agronomy*. 1-5.
- Cagampang, G.B., C.M. Perez, and B.O. Juliano. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 24: 1589-1594.
- Changiz-Dalivand, Z., M. Ashouri, and T. Razavipur. 2012. Effect of azolla compost and nitrogen on yield and components yield rice (*Oryza sativa* L.) in north of Iran. *Research Journal of Biological Sciences*. 7(6): 255-259.
- Divsalar, R., M. Sam Daliri, M. Nasiri, B. Amiri Larijani, A.A. Mousavi and N. Sadeghi. 2011. Effect of integrated of organic and nitrogen fertilizer on yield and yield component of grain in modern management system of rice cultivation. *Journal of Crop Management Research*. 3(2): 217-229. (In Persian).
- Esmaeilzadeh Moridani, M., M. Eshraghi-Nejad, S. Galeshi and M. Ashouri. 2011. The investigation of nitrogen fertilizer split application effect on quantity yield and grain quality of rice varieties (Hashemi and Bahar 1) in Guilan. *Electronic Journal of Crop Production*. 4(2): 121-137. (In Persian).
- Farahdahr, F., E. Amiri, J. Daneshian, and M. Javadi Kaloorazi. 2015. Effect of irrigation and azolla compost on rice (*Oryza sativa*). *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 5(8S): 129-135.
- Faraji, F., M. Esfahani, M. Kavoosi, M. Nahvi, and B. Rabiei. 2011. 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 Persian).
- Gharavi Baygi, M., H. Pirdashti, A. Abbasian, and Gh. Aghajaniye Mazandarani. 2014. Response the yield and yield component of rice (*Oryza sativa* L.) var. Tarom Hashemi in intercropping of rice, duck and azolla. *Journal of Agroecology*. 6(3): 477-487. (In Persian).
- Gu, J., J. Chen, L. Chen, Zh. Wang, H. Zhang, and J. Yang. 2015. Grain quality changes and responses to nitrogen fertilizer of japonica rice cultivars released in the Yangtze River Basin from the 1950s to 2000s. *The Crop Journal*. 3: 285-297.
- Ibrahim, M., A.UL-Hassan, M. Iqbal, and E. Elahi Valeem. 2008. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. *Pakistan Journal of Botany*. 40(5): 2135-2141.
- Islam, M.S., A.K. Paul, A.S.M. Fazle Bari, S. Shahriar, M. Sharmin Sultana, and M.T. Hosain. 2014. Integrated effect of organic manures and nitrogen on yield contributing characters and yield of rice (BRRI dhan29). *International Journal of Scientific and Research Publications*. 4(11): 1-6.
- Juliano, B.O. 1971. Rice: Chemistry and technology. The American Association of Cereal Chemists. Incorporated Saint Paul, Minnesota, USA. 774pp.
- Kasai, M., K. Ohishi, A. Shimada, and K. Hatae. 2001. Taste property of cooked rice based on an analysis of the cooke rice extracts. *Journal of Cookery Science of Japan*. 34(4): 373-379.
- Kumawat, P.D., N.L. Jat, and S.S. Yadavi. 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal Agriculture Science*. 76: 226-229.

- Lazcano, C., and J. Dominguez. 2011. The use of vermicompost in sustainable agriculture: impact on plant growth and soil fertility. Soil Nutrients. Nova Science Publishers, Inc. 1-23.
- Lifen, H., YU. Jun, Y. Jie, Z. Rong, B. Yanchao, S. Chengming, and Z. Hengyang. 2016. Relationships between yield, quality and nitrogen uptake and utilization of organically grown rice varieties. *Soil Science Society of China*. 26(1): 85-97.
- Little, R.R., G.B. Hilder, and E.H. Dawson. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chemistry Journal*. 35: 111-126.
- Mahmud, A.J., A.T.M. Shamsuddoha, and M. Nazmul Haque. 2016. Effect of organic and inorganic fertilizer on the growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Nature and Science*. 14(2): 45-54.
- Malviya, P., A.K. Jha, and V.B. Upadhyay. 2012. Effect of different proportions of vermicompost and fertilizers on growth and yield of scented rice and soil properties. *Annals of Agricultural Research*. 33(4): 228-234.
- Manivannan, S., M. Balamurugan, K. Parthasarathi, G. Gunasekaran, and L.S. Ranganathan. 2009. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity-beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Environmental Biology*. 30(2): 275-281.
- Mashayekhi, S., A. Fallah, H. Madani, and N.A. Sajedi. 2008. Evaluation of rate and split of nitrogen fertilizer on protein percent and amylose content of rice grain. *Journal of New Finding in Agriculture*. 3(2): 180-188. (In Persian).
- Mohaddesi, A., A. Abbasian, S. Bakhshipour, and M. Mohammad Salehi. 2010. Effects of nitrogenous fertilizer and planting space on yield and yield components of 843 rice line. *Journal of Crop Ecophysiology*. 2(3): 198-208. (In Persian).
- Mohammadian, M. 2005. Study the efficiency of nitrogen fertilizer and its improvement in rice. Final Reports of Research Projects. Rice Research Institute of Iran-Deputy of Mazandaran. 65 pp. (In Persian).
- Nasrollah Zadeh, A. 2014. Effects of chemical and biological fertilizer on yield and nitrogen uptake of rice. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 4(2): 37-46.
- Nasrollah Zadeh, A., E. Amiri, A. Shariffar, M. Tayefe, and S.A. Hashemi. 2013. Effect of chemical and biological fertilizer on rice yield, growth and quality in paddy soil of Guilan province (Iran). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 3(1): 61-68.
- Pontillas, L., E. Lugo, R. Malate, and A. Lanioso. 2009. Efficacy evaluation of vermicompost and inorganic fertilizer applied in lowland rice. *The Threshold*. IV: 66-75.
- Razavipour, T., and A.J. Ali. 2006. Effect of fresh and composted azolla on rice grain yield and quality. 2nd International Rice Congress. New Delhi, India. 9-13 October.
- Rehana, B., M.H. Mian, M. Tahirruddin, and M.A. Hasan. 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.
- Sleper, D.A., and J.M. Poehlman. 2006. Breeding field crops. 6th edition. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 724p.
- Soleimani, A., and B. Amiri Larijani. 2004. Rice production principles. Arvij Press. 303p. (In Persian).

- Tayefe, M., A. Gerayzade, E. Amiri, and A. Nasrollahzadeh. 2014. Effect of nitrogen on rice yield, yield components and quality parameters. *African Journal of Biotechnology*. 13(1): 91-105.
- Thao, H.M., N.H. Hong, N.T. Tuyen, N.V. Toan, and L.N. Quyen. 2015. Study on the effect of some of N, P, K fertilizer compounds on the yield and quality of Bp53 rice variety. *Journal of Agricultural Technology*. 11(8): 2149-2156.
- Valadabadi, S.A., F. Farahdahr, E. Amiri, and T. Razavipour. 2011. Effect of azolla compost on yield and nitrogen, phosphorus and potassium uptake in rice. *Crop Ecophysiology*. 3(4): 378-387. (In Persian).
- Yang, J., S. Peng, Z. Zhang, Z. Wang, R.M. Visperas, and Q. Zhu. 2002. Grain and dry matter yields and partitioning of assimilates in Japonica/Indica hybrids. *Crop Science*. 42: 766-772.
- Yousefi, A.A., and M. Sadeghi. 2014. Effect of vermicompost and urea chemical fertilizer on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*) in the field condition. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 7(12): 1227-1230.

The Effects of Using Organic and Biological Fertilizer Along with Lower Rate of Chemical Nitrogen Fertilizer on Quality and Quantity of Rice Yield

Norollah Kheyri[1]*, Yousof Niknejad[2], and Maryam Abbasalipour[3]

Received: May 2016 , Revised: 4 August 2018, Accepted: 26 September 2018

Abstract

To investigate the possibility of increasing the quantity and quality rice yield (var. Tarom Hashemi) by application of organic and biologic fertilizers with lower rate of chemical nitrogen fertilizer, a field experiment was carried out in a randomized complete block design with eight treatments and three replications in Amol in 2014-2015. Experimental treatments were: T_1: control or no fertilizer application, T_2: nitrogen fertilizer application of 46 kg.ha^{-1}, T_3: azolla compost application of 10 ton.ha^{-1}, T_4: vermicompost application of 10 ton.ha^{-1}, T_5: nitrogen fertilizer of 23 kg.ha^{-1} + azolla compost of 5 ton.ha^{-1}, T_6: nitrogen fertilizer of 23 kg.ha^{-1} + vermicompost of 5 ton.ha^{-1}, T_7: azolla compost of 5 ton.ha^{-1} + vermicompost of 5 ton.ha^{-1} and T_8: nitrogen fertilizer of 12 kg.ha^{-1} + azolla compost of 5 ton.ha^{-1} + vermicompost of 5 ton.ha^{-1}. Results showed that the percent of sterile floret per panicle increased (13.95%) by not using fertilizer. The highest panicle length (25.47 cm), number of fertile tiller per hill (18.30) and filled grain number per panicle (136.1) belonged to treatment no. T_8. Treatments of T_3 and T_4 resulted in highest 1000-grain weight. The highest grain yield (5295 kg.ha^{-1}) was produced by combined application of nitrogen fertilizer, azolla compost and vermicompost. This was due to the increased panicle length and yield components such as number of fertile tiller per hill and filled grain number per panicle. Amylose content decreased under the combined treatments. The optimum range of gelatinization temperature (ranging between 3 to 5) were observed only in treatments containing chemical nitrogen fertilizer. According to the results of this research, the treatment no. T_8, due to reduced nitrogen chemical fertilizer application and its lower environmental impacts was considered to be the best treatment for increasing the grain yield of rice. Although, the combined application of nitrogen with any of the biologic or organic fertilizers, especially azolla, had a significant effect on improvement of seed yield.

Key words: Amylose, Azolla, Grain yield, Nitrogen, Rice, Vermicompost.

1- Young Researchers and Elite Club, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3- M.Sc. Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
* *Corresponding Author: norollah.kheyri@yahoo.com*