

## اثر مقدار و زمان مصرف ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.) رقم طارم هاشمی

### Effect of the rate and application time of vermicompost on the yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L. 'cv. Tarom Hashemi')

نوراله خیری<sup>۱</sup>

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

#### چکیده

خیری، ن. اثر مقدار و زمان مصرف ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج (*Oryza sativa* L.)  
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۰ - شماره ۲ - پایبند ۱۱۵ تابستان ۹۶: ۹۶-۱۰۹

به منظور بررسی اثر مقدار و تقسیط ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم طارم هاشمی، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه ای واقع در شهرستان آمل اجرا گردید. مقدار ورمی کمپوست در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) به عنوان عامل اصلی و زمان تقسیط ورمی کمپوست در پنج سطح (T1: ۱۰۰ درصد کود پایه، T2: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد پنجه زنی، T3: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد پنجه زنی، T4: ۳۳/۳۳ درصد خوشه دهی، T5: ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد پنجه زنی + ۳۳/۳۳ درصد خوشه دهی) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که کاربرد مقادیر بیشتر ورمی کمپوست سبب بهبود صفات زراعی و عملکرد دانه گردید، به گونه ای که با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، عملکرد دانه به ترتیب حدود ۲۲/۴ و ۲۴ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت. حداکثر عملکرد دانه با میانگین ۳۸۶۳ کیلوگرم در هکتار با اعمال تقسیط T5 به دست آمد و با کاربرد تیمار T1، عملکرد دانه به میزان ۱۶/۴ درصد کاهش یافت. با توجه به نتایج این تحقیق می توان تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست را به جهت کاهش هزینه کود مصرفی نسبت به مصرف ۱۵ تن در هکتار، به عنوان بهترین میزان کود ورمی کمپوست و همچنین تیمار تقسیط در سه مرحله پایه، پنجه زنی و خوشه دهی را به عنوان بهترین تیمار جهت بهبود عملکرد دانه برنج در نظر گرفت.

واژه های کلیدی: برنج، تقسیط، عملکرد دانه، مقدار مصرف، ورمی کمپوست

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: norollah.kheyri@yahoo.com

## مقدمه

با داشتن موادی پیت مانند، با ظرفیت هوادهی بالا و همچنین جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش رشد گیاه (Momeni Fili *et al.*, 2014;) و عملکرد محصول (Sultana *et al.*, 2015) و عملکرد محصول (Banik and Sharma, 2009; Bejbaruha *et al.*, 2009) می‌گردد. استفاده از ورمی کمپوست به عنوان کود مکمل همراه با کودهای غیرآلی سبب افزایش رشد و عملکرد تولیدی برنج شد (Pontillas *et al.*, 2009). مدیریت تغذیه‌ای برنج همراه با کودهای ارگانیک (Malviya *et al.*, 2012) و بیولوژیک (Naher *et al.*, 2016) سبب تولید بیشتر عملکرد دانه گردید. بررسی‌های به عمل آمده توسط (Islam *et al.*, 2014) نشان داد با تأمین نیتروژن مورد نیاز برنج از طریق ورمی کمپوست، طول خوشه، تعداد پنجه بارور در کپه، تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه به طور معنی‌داری در مقایسه با عدم مصرف ورمی کمپوست افزایش یافت. در بررسی (Thirunavukkarasu and Vinoth, 2013) مشاهده شد که بیشترین میزان رشد، اجزای عملکرد، جذب عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و عملکرد دانه با کاربرد مقدار ۲/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست همراه با اضافه نمودن بخشی از کود نیتروژن به صورت پایه به‌دست آمد. (Dekhane *et al.*, 2014) با بررسی اثر کودهای آلی و غیرآلی بر رشد و عملکرد شلتوک برنج اظهار داشتند که بیشترین عملکرد کاه (۵/۷۷ تن در هکتار) و دانه (۴/۹۷ تن در هکتار) با کاربرد تلفیقی ۵۰ درصد ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده حاصل گردید که این مقادیر به طور

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان بوده و با افزایش جمعیت، تقاضا برای آن نیز افزایش یافته است (Bezbaruha *et al.*, 2011). استفاده از کودهای زیستی به عنوان یکی از ارکان اصلی و مهم کشاورزی پایدار در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش چشمگیر مصرف نهاده‌های شیمیایی محسوب می‌شود (Sharma, 2002). کمپوست و ورمی کمپوست‌ها یک تکنولوژی کم هزینه نویدبخش جهت تبدیل ضایعات کشاورزی صنعتی به کودهای بیولوژیک با ارزش به شمار می‌آیند (Misra *et al.*, 2003). ورمی کمپوست‌ها علاوه بر افزایش عملکرد برنج، می‌توانند تا حدودی جایگزین کودهای شیمیایی گردند (Sharma, 2010; Guera, 2008; *et al.*). ورمی کمپوست به دلیل فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک به عنوان یک ماده افزودنی در خاک جهت کاهش استفاده از کودهای معدنی استفاده می‌شود (Tejada and Gonzaler, 2009). ورمی کمپوست از طریق افزایش فعالیت ریزجانداران مفید خاک، فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول (Arancon *et al.*, 2004) و همچنین تأمین مواد تنظیم کننده رشد گیاه (Lazcano and Dominguez, 2011) منجر به افزایش عملکرد گیاهان زراعی و افزایش پایداری سیستم کشت برنج می‌شود (Bejbaruha *et al.*, 2013). ورمی کمپوست

## مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه ای واقع در حومه شهرستان آمل، شهر امامزاده عبدالله (ع) و روستای اسکومحله 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. قبل از انجام آزمایش جهت تعیین نیاز کودی خاک، نمونه برداری از نقاط مختلف خاک محل اجرای طرح تا عمق ۳۰ سانتی متری انجام شد (جدول ۱). نتایج آنالیز کود ورمی کمپوست مورد استفاده نیز در جدول ۲ ارائه گردیده است. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار روی رقم طارم هاشمی انجام گرفت. عامل اصلی شامل مقدار مصرف ورمی کمپوست در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و عامل فرعی شامل زمان تقسیط ورمی کمپوست در پنج سطح (T1: ۱۰۰ درصد کود پایه، T2: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله پنجه زنی، T3: ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله خوشه دهی، T4: ۵۰ درصد مرحله پنجه زنی + ۵۰ درصد خوشه دهی و T5: ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه دهی) در نظر گرفته شدند. مزرعه محل انجام آزمایش در سالهای زراعی قبل زیر کشت برنج بود و در اواخر بهمن ماه، زمین توسط گاو آهن برگردان دار شخم و در نیمه دوم اردیبهشت عملیات کامل شامل شخم بهاره، ماله کشی و تسطیح انجام گردید. برای جلوگیری از تبادل کودی بین تیمارهای مختلف، کلیه

معنی داری بالاتر از مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بوده است. گزارش شده که با افزایش مقدار مصرف ورمی کمپوست از ۴ به ۱۲ تن در هکتار، عملکرد دانه ذرت حدود ۳۰ درصد افزایش یافت (Veisinasab *et al.*, 2015). در بررسی Yousefi and Sadeghi, (۲۰۱۴) روی گندم مشخص گردید که با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، عملکردی برابر با مصرف ۷۵ درصد مقدار توصیه شده نیتروژن به دست آمد. افزایش عملکرد بیولوژیکی در گیاه جو نیز با کاربرد ورمی کمپوست گزارش شده است (Kumawat *et al.*, 2006). افزایش تقسیط ورمی کمپوست و متعاقب آن بهره گیری گیاه در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی از عناصر غذایی سبب افزایش تعداد خوشه در متر مربع، تعداد خوشه چه در خوشه، تعداد دانه پر در خوشه، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه برنج گردید (Bejbaruha *et al.*, 2013). کاربرد تقسیطی کمپوست در ارقام برنج آپلند به دلیل آزادسازی عناصر غذایی در طول دوره رشد گیاه، دسترسی به موقع و همچنین راندمان بالای مصرف عناصر غذایی سبب رشد بهتر و بهبود عملکرد دانه برنج گردید (Dada *et al.*, 2012). با توجه به این که مطالعات گذشته در مورد نیاز برنج به عناصر غذایی بر اساس مصرف کودهای شیمیایی بوده و اطلاعات کمی در زمینه تأثیر ورمی کمپوست بر عملکرد برنج وجود دارد، لذا این مطالعه با هدف بررسی اثرات مقادیر و زمان تقسیط ورمی کمپوست بر عملکرد و برخی صفات زراعی برنج رقم طارم هاشمی صورت گرفت.

درصد) به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار طی دو مرحله (مراحل پنجه‌زنی و خوشه‌دهی) صورت گرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، ۱۲ بوته از هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول خوشه و تعداد پنجه بارور در کپه اندازه‌گیری و شمارش گردید. جهت تعیین تعداد دانه بر تعداد گلچه عقیم در خوشه، ۲۰ عدد خوشه از هر تیمار انتخاب و دانه‌های آنها شمارش و میانگین آن محاسبه شد. میزان کلروفیل برگ پرچم با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (مدل SPAD-502, Minolta, Japan) در مرحله گلدهی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد ۱۰۰۰ عدد از دانه‌های سالم و پر شمارش و سپس توزین گردید. عملکرد دانه برداشت دو متر مربع از وسط هر کرت آزمایشی و بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی، مساحت دو متر مربع از وسط هر کرت آزمایشی کف بر و پس از جدا کردن دانه از کاه و کلش، برای مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده و سپس عملکرد بیولوژیکی توزین گردید. شاخص برداشت نیز با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

مرزهای طولی و عرضی مربوط به هر کرت با پلاستیک تا عمق و عرض ۳۰ سانتی‌متری خاک پوشانده شدند. عملیات تهیه خزانه در اوایل اردیبهشت ماه انجام و نشاهای سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهار برگی به زمین اصلی منتقل گردیدند. نشاکاری به تعداد سه نشا در هر کپه با فواصل ۲۰×۲۰ سانتی‌متر در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۵ متر مربع انجام گردید. نشاکاری در تاریخ ۳۰ اردیبهشت انجام شد. منبع تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری مزرعه آزمایشی، آب رودخانه بوده که آبیاری کرت‌های آزمایش به صورت متناوب در طول دوره رشد گیاه صورت گرفت. مصرف کودهای فسفاته و پتاسیمی به ترتیب از منابع سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از نشاکاری بر اساس نتایج تجزیه خاک در کرت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نیتروژن خالص به میزان ۳۶ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به صورت تقسیط؛ قبل از نشاکاری (۵۰ درصد کود مصرفی)، پنجه‌زنی (۲۵ درصد) و ظهور خوشه (۲۵ درصد) با توجه به نتایج آزمون خاک، در تمام کرت‌های آزمایش به صورت یکنواخت مصرف شد. کود ورمی کمپوست نیز با توجه به تیمارهای تعریف شده در کرت‌های مورد نظر مصرف گردید. جهت مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز، سمپاشی با علف‌کش بوتاکلر به غلظت ۴ لیتر در هکتار یک هفته پس از نشاکاری و همچنین عملیات وجین دستی طی ۲۰ و ۴۰ روز بعد از نشاکاری انجام شد. برای جلوگیری از خسارت کرم ساقه‌خوار برنج، سمپاشی با حشره‌کش دیازینون (گرانول ۱۰

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی- شیمیایی نمونه خاک اولیه قبل از اجرای آزمایش

Table 1- Results of soil physicochemical analysis before the initiation of the experiment

هدایت الکتریکی	سیلت	رس	شن	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	کربن آلی	نیتروژن	بافت خاک
Electrical conductivity	Silt	Clay	Sand	Phosphorus	Potassium	Acidity	Organic carbon	Nitrogen	Soil texture
(dS/m)	(%)	(%)	(%)	(mg.kg <sup>-1</sup> )	(mg.kg <sup>-1</sup> )	(pH)	(%)	(%)	
1.65	36	43	21	10.6	166	7.25	1.75	0.15	رسی Clay

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2- Some chemical properties of vermicompost

مشخصات نمونه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی
Sample characteristics	Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	Acidity (pH)	Electrical conductivity (dS/m)
ورمی کمپوست Vermicompost	1.6	0.61	1.1	8.1	8.9

نگرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۳۷ سانتی متر) با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد، اگرچه با مقدار مصرف ۱۰ تن در هکتار اختلاف آماری معنی داری نداشت. کمترین میزان صفت مذکور نیز با عدم مصرف ورمی کمپوست (۱۳۲/۸ سانتی متر) به دست آمد (جدول ۵). به نظر می رسد مصرف مقادیر بالای ورمی کمپوست از طریق فراهمی بیشتر عناصر غذایی در منطقه ریزوسفر ریشه و در نتیجه جذب بهتر عناصر غذایی توسط ریشه (Eskandari and Astarayi, 2007) و همچنین افزایش فعالیت های آنزیمی خاک و متعاقب آن بهبود فعالیت میکروبی خاک (Marinari et al., 2000) سبب بهبود ارتفاع بوته برنج گردید. Malviya et al., 2012 با بررسی عملکرد و اجزای عملکرد برنج طی سال های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸، گزارش

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

با توجه به اینکه در آزمایش حاضر عامل صفر (شاهد یا عدم مصرف ورمی کمپوست) وجود داشت و عامل دیگر یعنی زمان مصرف در این سطح متغیر نبود (کرت های موهومی)، بنابراین دو جدول تجزیه واریانس ارائه گردید. در یک جدول محاسبه اثرات اصلی تیمارها طبق روال معمول انجام (جدول ۳) و در جدولی دیگر برای اثر متقابل تیمارها که در آن ها کرت های موهومی (سطح صفر) وجود داشت سطح صفر یا شاهد حذف و محاسبه اثرات متقابل صورت گرفت (جدول ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته، تحت تأثیر مقدار و زمان تقسیط ورمی کمپوست ( $P > 0/01$ ) معنی دار شد (جدول ۳) ولی تحت تأثیر اثر متقابل دو عامل قرار

تأثیر زمان تقسیط ورمی کمپوست (جدول ۳) و همچنین اثر متقابل مقدار و تقسیط ورمی کمپوست معنی‌دار نشد (جدول ۴). حداکثر طول خوشه به ترتیب با میانگین‌های ۲۵/۵۶ و ۲۵/۸۷ سانتی متر با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و حداقل آن در شرایط شاهد یا عدم مصرف کود ورمی کمپوست (۲۳/۵۹ سانتی متر) حاصل شد (جدول ۵). نتایج مشابهی توسط *Islam et al.*, (۲۰۱۴) مبنی بر افزایش طول خوشه با مصرف مقدار بیشتر ورمی کمپوست گزارش شده است. محققان دریافتند که با مصرف تلفیقی ۵۰ درصد ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده، طول خوشه به طور معنی‌داری بیشتر از کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به تنهایی بوده است در حالی که نسبت به عدم مصرف کود، حدود ۲۷/۸ درصد از نظر طول خوشه برتری داشته است (*Dekhane et al.*, 2014). با عدم مصرف کود ارگانیک، طول خوشه برنج به طور معنی‌داری کاهش یافت ولی با افزایش مصرف کود ارگانیک به میزان ۲ تن در هکتار، صفت مذکور به ترتیب حدود ۲/۹ و ۳/۵ درصد طی سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ افزایش یافت (*Siavoshi et al.*, 2011).

#### تعداد پنجه بارور در کپه

تعداد پنجه بارور در کپه تحت تأثیر تیمارهای مقدار و تقسیط ورمی کمپوست ( $P > 0/01$ ) معنی‌دار (جدول ۳) ولی تحت تأثیر اثر متقابل دو عامل قرار نگرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد پنجه بارور در کپه به ترتیب با میانگین‌های

نمودند زمانی که ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز برنج از طریق ورمی کمپوست تأمین شد، ارتفاع بوته برنج طی دو سال زراعی به ترتیب به میزان ۱۶/۴ و ۴/۴ درصد در مقایسه با عدم مصرف ورمی کمپوست افزایش یافت. تحت اثرات زمان تقسیط ورمی کمپوست، حداکثر ارتفاع بوته (۱۳۶/۹ سانتی متر) با مصرف تقسیطی ورمی کمپوست به صورت ۳۳/۳۳ درصد پایه + ۳۳/۳۳ درصد پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد خوشه‌دهی به دست آمد، اگرچه با تیمارهای تقسیط T1، T2 و T3 در یک گروه آماری قرار گرفت. حداقل میزان صفت مذکور نیز با میانگین ۱۳۳/۷ سانتی متر در تیمار تقسیط ۵۰ درصد پنجه‌زنی + ۵۰ درصد خوشه‌دهی مشاهده شد (جدول ۶). این نتیجه نشان داد که احتمالاً به دلیل عدم مصرف ورمی کمپوست به صورت کود پایه در تیمار T4، رشد رویشی گیاه و نهایتاً ارتفاع بوته به طوری معنی‌داری کاهش یافت که نشان از تأثیر مصرف کود ورمی کمپوست به صورت پایه (قبل از نشاکاری) در افزایش رشد رویشی و ارتفاع بوته برنج دارد. مشابه نتایج این آزمایش، *Bejbaruha et al.*, (۲۰۱۳) گزارش نمودند که با کاربرد تقسیطی ورمی کمپوست بر ارتفاع بوته افزوده گردید، به طوری که بیشترین ارتفاع (۱۰۹ سانتی متر) در تیمار تقسیطی مصرف ورمی کمپوست به صورت ۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد مرحله حداکثر پنجه‌زنی به دست آمد.

#### طول خوشه

طول خوشه تحت تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳) ولی صفت فوق تحت

### تعداد دانه پر در خوشه

تعداد دانه پر در خوشه تحت تأثیر مقدار و تقسیط ورمی کمپوست ( $P > 0.01$ ) معنی دار شد (جدول ۳) ولی تحت اثر متقابل دو عامل قرار نگرفت (جدول ۴). با افزایش مقدار مصرف ورمی کمپوست، تعداد دانه پر در خوشه نیز به طور معنی داری افزایش یافت، به طوری که بیشترین تعداد دانه پر در خوشه به ترتیب با میانگین های ۹۶/۸۷ و ۹۸/۷۳ دانه پر با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد در حالی که کمترین میزان صفت فوق (۸۲/۳۳ دانه پر) در شرایط شاهد یا عدم مصرف ورمی کمپوست به دست آمد (جدول ۵). مصرف مقدار بیشتر ورمی کمپوست و تقسیط آن در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی از طریق تأمین عناصر غذایی مورد نیاز برنج به خصوص نیتروژن منجر به افزایش باروری دانه ها شده است. فراهمی نیتروژن در مراحل حداکثر پنجه زنی و آبستنی، موجب افزایش میزان کلروفیل برگ پرچم، تأخیر در پیری برگ ها، افزایش میزان مواد فتوسنتزی و سرعت بیشتر فتوسنتز در اندام های فتوسنتز کننده شده که نهایتاً سبب افزایش تعداد دانه پر در خوشه گشته است (Islam et al., 2012). (Babazadeh et al., 2012). گزارش نمودند که کمترین تعداد دانه پر در خوشه با عدم مصرف کود ورمی کمپوست حاصل شد ولی با تأمین نیتروژن کامل گیاه از طریق ورمی کمپوست، تعداد دانه پر در خوشه به میزان ۲۸/۶ درصد افزایش یافت. Saha et al., (2013) دریافتند که با افزایش مقدار مصرف کود مرغی از ۳ به ۶ تن در هکتار، تعداد دانه پر

۱۳/۱۷ و ۱۳/۱۳ عدد پنجه با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد و با عدم مصرف کود، صفت مذکور به ترتیب حدود ۳۰/۹ و ۳۱/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارهای زمان مصرف ورمی کمپوست نشان داد که با افزایش تقسیط از تیمار T1 به T5، تعداد پنجه بارور در کپه به میزان ۱۶/۶ درصد افزایش یافت (جدول ۶). احتمالاً به دلیل افزایش مقدار مصرف و تقسیط ورمی کمپوست در طول دوره رشد رویشی و متعاقب آن فراهمی بیشتر نیتروژن، فسفر و سایر عناصر غذایی مورد نیاز برنج، رشد رویشی گیاه افزایش و نهایتاً تعداد پنجه بارور در کپه بیشتری تولید شده است. Dada et al., (2014) بیان نمودند که با افزایش مصرف کمپوست از ۴ به ۸ تن در هکتار، تعداد پنجه به میزان ۳۷/۸ درصد افزایش یافت. همچنین گزارش شده که تعداد پنجه بارور در متر مربع با تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز برنج از طریق ورمی کمپوست در مقایسه با عدم مصرف آن به ترتیب حدود ۵ و ۷ درصد طی سال های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ افزایش یافت (Malviya et al., 2012). گزارش مشابهی نیز توسط Islam et al., (2014) ارائه گردید. بررسی ها نشان داده که کاربرد تقسیطی کمپوست اثر معنی داری روی اجزای عملکرد ارقام برنج آپلند داشته و بر این اساس با مصرف تقسیطی کمپوست از مرحله پنجه زنی تا آبستنی (دوره رشد رویشی فعال)، تعداد پنجه ها به طور معنی داری افزایش یافتند (Dada et al., 2012).

( $P > 0/01$ ) قرار گرفت (جدول ۳) ولی تحت اثر متقابل دو فاکتور آزمایش معنی دار نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات مقدار مصرف ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین تعداد گلچه عقیم در خوشه (۱۴/۹۳ عدد) در شرایط عدم مصرف ورمی کمپوست حاصل شد و با افزایش مقدار مصرف ورمی کمپوست به ۱۵ تن در هکتار، تعداد گلچه عقیم در خوشه حدود ۴۰ درصد کاهش یافت (جدول ۵). تحت تأثیر اثرات ساده تقسیط ورمی کمپوست، بیشترین تعداد گلچه عقیم در خوشه (۱۵ دانه پوک) در تیمار T1 حاصل شد اگرچه با تیمارهای T2 و T3 اختلاف آماری معنی داری نداشت. کمترین میزان صفت ذکر شده نیز با ۴۰ درصد کاهش در تیمار T5 به دست آمد (جدول ۶). بررسی‌های به عمل آمده تحت شرایط عدم مصرف کود، تعداد گلچه عقیم در بوته برنج با میانگین ۱۳/۴۰ دارای بالاترین مقدار بود ولی با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست + ۷۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده، تعداد گلچه عقیم حدود ۵۰ درصد کاهش یافت (Hossaen et al., 2011). در نتایج مشابه، با بررسی دو ساله عملکرد و اجزای عملکرد برنج گزارش نمودند که با افزایش مصرف کود ارگانیک از نیم به ۲ تن در هکتار، تعداد خوشه‌چه عقیم حدود ۵ درصد در هر دو سال زراعی کاهش یافت (Siavoshi et al., 2011).

#### کلروفیل برگ پرچم

کلروفیل برگ پرچم تحت اثرات اصلی مقدار ( $p > 0/01$ ) و زمان تقسیط ورمی کمپوست ( $p > 0/05$ ) قرار گرفت (جدول ۳) ولی اثر

در خوشه برنج حدود ۲۵ درصد افزایش یافت که دلیل آن رادسترسی بیشتر گیاه به مواد غذایی در طول دوره رشد زایشی عنوان نمودند. نتایج مشابه دیگری توسط مبنی بر افزایش تعداد دانه پر در خوشه با افزایش مقدار مصرف کمپوست گزارش شده است (Hossen et al., 2015). تحت تأثیر اثرات اصلی تقسیط ورمی کمپوست، حداکثر تعداد دانه پر در خوشه (۹۸/۷۵ دانه پر) با تقسیط سه مرحله‌ای (۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه‌دهی) ورمی کمپوست به دست آمد، اگرچه با مصرف ورمی کمپوست در مراحل T3 (۵۰ درصد کود پایه + ۵۰ درصد خوشه‌دهی) و T4 (۵۰ درصد پنجه‌زنی + ۵۰ درصد خوشه‌دهی) در یک گروه آماری قرار گرفت. حداقل تعداد دانه پر در خوشه نیز با کاهش حدود ۱۳ درصدی نسبت به تقسیط T5، زمانی مشاهده گردید که ورمی کمپوست فقط به صورت پایه مصرف گردید (جدول ۶). گزارشات حاکی از آن است که با تقسیط مصرف ورمی کمپوست به صورت یک‌سوم کود پایه + یک‌سوم در مرحله حداکثر پنجه‌زنی + یک‌سوم شروع خوشه‌دهی + یک‌سوم مرحله گلدهی، تعداد دانه پر در خوشه به میزان ۱۸/۸ درصد در مقایسه با مصرف کامل ورمی کمپوست به صورت کود پایه افزایش یافت (Bejbaruha et al., 2013)، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

#### تعداد گلچه عقیم در خوشه

صفت تعداد گلچه عقیم در خوشه تحت تأثیر تیمارهای مقدار و تقسیط ورمی کمپوست



متقابل دو عامل بر میزان کلروفیل معنی دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات ساده مقدار ورمی کمپوست نشان داد که میزان کلروفیل برگ پرچم با افزایش سطوح ورمی کمپوست افزایش یافت، به گونه ای که با مصرف مقادیر ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، بیشترین میزان کلروفیل برگ پرچم (به ترتیب با میانگین های ۳۷/۰۹ و ۳۷/۱۷) حاصل شد. با عدم مصرف ورمی کمپوست نیز میزان کلروفیل برگ پرچم حدود ۱۳/۶ درصد کاهش یافت (جدول ۵). تحت تأثیر اثرات اصلی تقسیط ورمی کمپوست، با تیمار تقسیط T5، حداکثر میزان کلروفیل برگ پرچم (۳۶/۳۲) و با تیمار T1 یا عدم تقسیط ورمی کمپوست، حداقل میزان کلروفیل (۳۴/۴۲) مشاهده گردید (جدول ۶). به نظر می رسد با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و تقسیط آن در مراحل مختلف رشد گیاه، به دلیل فراهمی عناصر غذایی به خصوص نیتروژن (Mohanty et al., 2006)، میزان کلروفیل برگ پرچم در بالاترین مقدار بوده است. با مصرف ۶۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت تقسیط سه مرحله ای (۳۳/۳۳) درصد در مرحله ابتدای کاشت یا پایه + ۳۳/۳۳ درصد در مرحله ظهور خوشه آغازین + ۳۳/۳۳ درصد در مرحله خوشه دهی کامل)، بیشترین میزان کلروفیل برگ پرچم در مرحله گلدهی (۴۵/۱) حاصل شد و با کاهش میزان کود نیتروژن و مراحل تقسیط، از میزان کلروفیل برگ پرچم کاسته شد (Sam Daliri et al., 2011).

#### وزن هزار دانه

اثر مقادیر مختلف مصرف ورمی کمپوست بر وزن هزار دانه ( $P > 0.01$ ) معنی دار بود (جدول ۳) ولی این صفت تحت تأثیر تقسیط ورمی کمپوست (جدول ۳) و اثر متقابل مقدار و تقسیط ورمی کمپوست قرار نگرفت (جدول ۴). تیمار شاهد یا عدم مصرف ورمی کمپوست، کمترین میزان وزن هزار دانه (۲۴/۶۶ گرم) را به خود اختصاص داد، در حالی که با مصرف ورمی کمپوست، وزن هزار دانه به طور معنی داری افزایش یافت و بین تیمارهای مصرف مقادیر ورمی کمپوست اختلاف آماری وجود نداشت (جدول ۵). به نظر می رسد ورمی کمپوست از طریق افزایش تخلخل خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد شده که نهایتاً منجر به افزایش وزن هزار دانه گردیده است. ورمی کمپوست با داشتن موادی پیت مانند، با ظرفیت هوا دهی و نگهداری بالای آب و همچنین جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش رشد گیاه و وزن هزار دانه می گردد (Momeni Fili et al., 2014).

#### عملکرد دانه (شلتوک)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای مقدار و تقسیط ورمی کمپوست ( $P > 0.01$ ) معنی دار شد (جدول ۳) ولی تحت تأثیر اثر متقابل مقدار و تقسیط ورمی کمپوست قرار نگرفت (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه به ترتیب با میانگین های ۳۷۹۰ و ۳۸۶۸ کیلوگرم در هکتار با مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد و با عدم مصرف کود، عملکرد دانه به ترتیب حدود ۲۲/۴ و ۲۴ درصد کاهش یافت (جدول ۵).

با حدود ۱۶/۴ درصد کاهش در شرایط عدم تقسیط ورمی کمپوست (T1) به دست آمد (جدول ۶). با کاربرد ورمی کمپوست به صورت تقسیط سه مرحله‌ای به نظر می‌رسد به دلیل بهبود ساختمان خاک و همچنین اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیک خاک، منجر به فراهمی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی گیاه شده که در نهایت سبب بهبود رشد گیاه و متعاقب آن افزایش عملکرد دانه گردیده است (Afsharmanesh *et al.*, 2016). Momeni Fili *et al.*, (۲۰۱۴)، مقادیر بالای عناصر غذایی و همچنین افزایش فراهمی عناصر ماکرو و میکرو را دلایل افزایش عملکرد دانه سویا با کاربرد مقادیر ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست عنوان نمودند. کاربرد تقسیطی ورمی کمپوست به دلیل تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد منجر به افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه برنج گردید. بررسی‌های به دست آمده توسط Bejbaruha *et al.*, (۲۰۱۳) نشان داد که حداکثر عملکرد دانه (۳/۹۱ تن در هکتار) با بیشترین تقسیط ورمی کمپوست (یک سوم کود پایه + یک سوم مرحله حداکثر پنجه‌زنی + یک ششم شروع خوشه‌دهی + یک ششم مرحله گلدهی) حاصل شد، اگرچه با تقسیط مصرف ورمی کمپوست به صورت یک دوم پایه + یک دوم مرحله حداکثر پنجه‌زنی و یک سوم پایه + یک سوم حداکثر پنجه‌زنی + یک سوم شروع خوشه‌دهی اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ولی با کاهش تقسیط ورمی کمپوست به یک مرحله (مصرف کامل به صورت کود پایه)، حدود ۲۴ درصد از عملکرد

مصرف مقادیر بالای ورمی کمپوست از طریق افزایش تخلخل خاک موجب رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد شده (Mohammad Khani and Roozbahani, 2015) که نهایتاً منجر به افزایش عملکرد دانه گردیده است. کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش ماده آلی و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک شده که این امر سبب فراهمی عناصر غذایی و نیتروژن از شکل آلی به معدنی و در دسترس بودن این عناصر در طول دوره رشد و افزایش عملکرد می‌شود (Habibi and Majidian, 2014). گزارش شده که با افزایش مقدار مصرف کمپوست از ۱۰ به ۲۰ تن در هکتار، عملکرد دانه برنج حدود ۱۰/۳ درصد افزایش یافت (Hossen *et al.*, 2015). بررسی‌های به عمل آمده نشان داده که تأمین ۱۰۰ درصد نیتروژن مورد نیاز برنج از طریق مصرف ورمی کمپوست سبب افزایش ۳۶/۴ و ۲۵/۷ درصدی عملکرد دانه برنج طی دو سال زراعی در مقایسه با عدم مصرف ورمی کمپوست گردیده است (Malviya *et al.*, 2012). در بررسی Joshi *et al.*, (۲۰۱۳) روی برنج مشخص شد که با کاربرد ورمی کمپوست، عملکرد دانه به طور معنی‌داری در مقایسه با عدم مصرف ورمی کمپوست افزایش یافت ولی بین مقادیر مختلف ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. تحت تأثیر اثرات زمان مصرف ورمی کمپوست، حداکثر عملکرد دانه (۳۸۶۳ کیلوگرم در هکتار) با تقسیط ۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه‌دهی و حداقل آن

دانه کاسته گردید.

مرحله حداکثر پنجه زنی + یک ششم مرحله شروع خوشه دهی + یک ششم مرحله گلدهی)، عملکرد کاه حدود ۲۰/۴ درصد نسبت به مصرف کامل ورمی کمپوست در یک مرحله به صورت پایه افزایش یافت، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد (Bejbaruha et al., 2013).

### شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر مقادیر مختلف کود ورمی کمپوست ( $P > 0/01$ ) معنی دار شد (جدول ۳) ولی تحت اثرات ساده تقسیط (جدول ۳) و همچنین اثر متقابل مقدار و تقسیط ورمی کمپوست قرار نگرفت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان شاخص برداشت به ترتیب با میانگین های ۵۱/۲۰ و ۵۱/۲۱ درصد با عدم مصرف و مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین آن با میانگین ۴۸/۷۴ درصد با مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد که با مقدار مصرف ۱۰ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). به نظر می‌رسد با عدم مصرف و همچنین کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، به دلیل کاهش عملکرد کاه و به تبع آن کاهش تولید عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه، تا حدودی شاخص برداشت افزایش یافته باشد. افزایش مقادیر ورمی کمپوست از طریق جذب آب و عناصر غذایی می‌تواند سبب بهبود بیشتر میزان فتوسنتز و افزایش عملکرد بیولوژیکی گردیده اما موجب افزایش شاخص برداشت نگردد (Pezeshkpour et al., 2014). گزارشات حاکی از آن است که با افزایش مقدار مصرف ورمی کمپوست از ۵ به ۱۵

### عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمارهای مقدار و زمان تقسیط کود ورمی کمپوست ( $P > 0/01$ ) معنی دار شد (جدول ۳) ولی تحت تأثیر اثر متقابل دو فاکتور قرار نگرفت (جدول ۴). کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (۵۷۴۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط عدم مصرف ورمی کمپوست به دست آمد و به تدریج با افزایش کاربرد ورمی کمپوست به ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیک نیز به ترتیب حدود ۲۶ و ۲۷ درصد افزایش یافت (جدول ۵). گزارشات حاکی از آن است که مصرف ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست مورد نیاز برنج سبب افزایش ۳۰ درصدی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با عدم مصرف ورمی کمپوست شده است. با بررسی اثرات ورمی کمپوست بر عملکرد گندم طی سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ گزارش شد که با مصرف ۱ تن در هکتار ورمی کمپوست، عملکرد بیولوژیک طی دو سال زراعی به ترتیب حدود ۴۸/۳ و ۴۲/۳ درصد نسبت به عدم مصرف ورمی کمپوست افزایش یافت (Islam et al., 2014) و (Devi et al., 2011). تحت اثرات تقسیط ورمی کمپوست، تیمار T5 بیشترین عملکرد بیولوژیک (۷۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد اگرچه با تیمار T4 اختلاف آماری معنی داری نداشت. حداقل عملکرد بیولوژیک نیز با حدود ۱۴/۳ درصد کاهش نسبت به تیمار T5، در تیمار T1 مشاهده گردید (جدول ۶). با افزایش مراحل تقسیط به چهار مرحله (یک سوم پایه + یک سوم

به نظر می‌رسد کاربرد ورمی کمپوست به عنوان کود مکمل همراه با مصرف کودهای شیمیایی اگرچه هزینه‌هایی را برای کشاورز به دنبال دارد ولی تا حدودی از مصرف کود شیمیایی نیتروژنه کاسته گردیده و گامی مؤثر در راستای کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست برداشته خواهد شد. نتیجه پژوهش حاضر نیز نشان داد که کاربرد مقدار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و مصرف آن به صورت تقسیطی (۳۳/۳۳ درصد کود پایه + ۳۳/۳۳ درصد مرحله پنجه‌زنی + ۳۳/۳۳ درصد مرحله خوشه‌دهی) سبب بهبود عملکرد دانه برنج در منطقه مورد مطالعه گردید.

تن در هکتار، شاخص برداشت گندم حدود ۳/۵ درصد افزایش یافت (Yousefi and Sadeghi, 2014). از طرفی (Malviya et al., 2012) بیان نمودند که اثر مقادیر مختلف ورمی کمپوست بر شاخص برداشت برنج معنی‌دار نبود.

### نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در بین مقادیر مختلف مصرف ورمی کمپوست، مصرف ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و همچنین در بین تیمارهای زمان مصرف کود، کاربرد تقسیطی ورمی کمپوست در سه مرحله از رشد گیاه (T5)، منجر به افزایش اجزای عملکرد و متعاقب آن عملکرد دانه برنج گردید.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم طارم هاشمی تحت تاثیر تیمارهای مقدار و زمان تقسیمت ورمی کمپوست (تعیین اثرات اصلی تیمارها با وجود شاهد)  
 Table 3- Analysis of variance for yield and yield components of rice (var. Tarom Hashemi) as influenced by rate and split application time of vermicompost (The main effects of treatments were calculated with taking into account of the control treatment)

منابع تغییرات	درجه	ارتفاع	طول خوشه	تعداد پنجه بارور	تعداد دانه پر	تعداد گلچه عقیم در	تعداد برگ	کارول برک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد	بهره زیستی	Harvest index
SOV	آزادی	بوته	Panicle length	در کبه	در خوشه	خوشه	برنج	1000-grain weight	Grain yield	Biological yield			
df	Plant height	Fertile tiller number per hill	filled grain number per panicle	Unfilled grain number per panicle	Spad value	1000-grain weight	Grain yield	Biological yield					
تکرار	2	3.87	0.05	0.11	31.85	31.25	3.982	0.42	5213.75	83171.25			1.946
Replication													
مقدار ورمی کمپوست	3	61.15**	15.31**	56.21**	813.222**	126.42**	85.36**	22.71**	**	**	2685413.15379936.		28.99**
Vermicompost rate													
a	6	2.90	0.06	0.06	21.00	8.67	5.85	0.11	17000.9	73417.3			0.752
E (a)													
تقسیمت ورمی کمپوست	4	19.17**	0.68 ns	12.97**	280.94**	69.44**	6.01*	0.28 ns	**	**	733029.52243245.4		1.737 ns
Vermicompost split application													
مقدار × تقسیمت	12	2.39 ns	0.25 ns	2.70**	32.09 ns	3.46 ns	0.88 ns	0.08 ns	27400.6*	70147.9 ns			5.09*
Rate × Split application													
خطای b	32	3.36	0.29	0.47	21.50	5.67	2.09	0.16	11655.7	56461.04			1.99
E (b)													
CV (%)		1.36	2.17	5.81	5.02	20.35	4.10	1.51	3.08	3.38			2.83

ns, \*, \*\* and \*\*\*: non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.  
 ns, \* and \*\*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم طلم هاشمی تحت تأثیر تیمارهای مقدار و زمان تقسیط ورمی کمپوست (تعیین اثرات متقابل تیمارها بدون شاهد)  
 Table 4- Analysis of variance for yield and yield components of rice (Var. Tarom Hashemi) as influenced by rate and split application time of vermicompost (The interaction effects of treatments were calculated without taking into account of the control treatment)

منابع تغییرات	df	ارتفاع	درجه آزادی	تعداد پنجه	طول خورشه	تعداد دانه پر	تعداد دانه پر	تعداد گلیچه عقیم	تعداد برگ	کلروفیل برگ	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص
SOV	Plant height	Panicle length	Fertile tiller number per hill	Filled grain number per panicle	Number of sterile floret per panicle	برچشم	دانه 1000-grain weight	Grain yield	Biological yield	Harvest index				
تکرار	2	1.77	0.035	0.061	32.42	13.08	0.483	0.569	7103.8	17500.55	0.402			
Replication	2	48.12*	2.850**	4.517**	226.4*	85.08*	26.71**	0.405 <sup>ns</sup>	777220.5**	6295337.2**	27.12**			
مقدار ورمی کمپوست	4	4.056	0.091	0.090	27.98	9.956	0.690	0.069	14393.05	66138.05	0.720			
Vermicompost rate	4	4.056	0.091	0.090	27.98	9.956	0.690	0.069	14393.05	66138.05	0.720			
خطای a	4	4.056	0.091	0.090	27.98	9.956	0.690	0.069	14393.05	66138.05	0.720			
E (a)	4	20.59**	0.877**	19.38**	322.1**	56.81**	7.075*	0.277 <sup>ns</sup>	725093.6**	2057657.7**	3.031 <sup>ns</sup>			
تقسیم ورمی کمپوست	8	2.181 <sup>ns</sup>	0.153 <sup>ns</sup>	0.491 <sup>ns</sup>	14.21 <sup>ns</sup>	4.728 <sup>ns</sup>	0.223 <sup>ns</sup>	0.072 <sup>ns</sup>	13255.27 <sup>ns</sup>	57265.69 <sup>ns</sup>	4.377 <sup>ns</sup>			
Vermicompost split application	8	2.181 <sup>ns</sup>	0.153 <sup>ns</sup>	0.491 <sup>ns</sup>	14.21 <sup>ns</sup>	4.728 <sup>ns</sup>	0.223 <sup>ns</sup>	0.072 <sup>ns</sup>	13255.27 <sup>ns</sup>	57265.69 <sup>ns</sup>	4.377 <sup>ns</sup>			
مقدار × تقسیط	24	2.422	0.162	0.338	18.35	4.972	2.069	0.163	9870.97	62704.72	2.452			
Rate × Split application	24	2.422	0.162	0.338	18.35	4.972	2.069	0.163	9870.97	62704.72	2.452			
خطای b	24	2.422	0.162	0.338	18.35	4.972	2.069	0.163	9870.97	62704.72	2.452			
E (b)	24	2.422	0.162	0.338	18.35	4.972	2.069	0.163	9870.97	62704.72	2.452			
CV (%)		1.15	1.58	4.53	4.48	20.99	3.96	1.49	2.69	3.35	3.15			

<sup>ns</sup> و \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد  
<sup>ns</sup>, \* and \*\*: non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم طارم هاشمی تحت تاثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست

Table 4- Mean comparison for yield and yield components of rice (var. Tarom Hashemi) as influenced by vermicompost application rates

مقدار ورمی کمپوست (تن در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول خوشه (سانتی متر)	تعداد پنجه بارور در گپه (سانتی متر)	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد گلبه صقیم در خوشه	کلروفیل برگ	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
Vermicompost rate (ton.ha <sup>-1</sup> )	Plant height (cm)	Panicle length (cm)	Fertile tiller number per hill	Filled grain number per panicle	Unfilled grain number per panicle	Spad value	1000-grain weight (gr)	Grain yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Biological yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	Harvest index (%)
0	132.8b	23.59c	9.067c	82.33b	14.93a	32.12b	24.66b	2939c	5743c	51.20a
5	133.6b	25.01b	12.20b	91.27ab	13.33ab	34.77ab	27.26a	3441b	6730b	51.21a
10	136.2ab	25.56a	13.13a	96.87a	9.66ab	37.09a	26.93a	3790a	7749a	48.85b
15	137.0a	25.87a	13.17a	98.73a	8.86b	37.17a	27.13a	3868a	7932a	48.74b
LSD <sub>5%</sub>	3.40	0.489	0.4894	9.15	5.88	4.83	0.662	260.5	541.3	1.733

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ فاقد اختلاف معنی دار می باشند.

Means followed by similar letter(s) in each column are not significantly different at the probability level of 5% according to LSD test.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم طارم هاشمی تحت تاثیر زمان تقسیم ورمی کمپوست  
 Table 5- Mean comparison for yield and yield components of rice (var. Tarom Hashemi) as influenced by split application time of vermicompost

تقسیم ورمی کمپوست	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد پنجه بارور در کپه	تعداد دانه بر در خوشه	تعداد گیجه عقیم در خوشه	کلروفیل برگ	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
Vermicompost split application	Plant height (cm)	Fertile tiller number per hill	Filled grain number per panicle	Unfilled grain number per panicle	Spad value	Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )	Biological yield (kg ha <sup>-1</sup> )
100% basal fertilizer (T1)	134.0ab	11.36b	86.17c	15.00a	34.42c	3227d	6536d
50% basal + 50% tillering stage (T2)	135.0ab	12.08b	89.25bc	13.17ab	35.34b	3340cd	6723cd
50% basal + 50% heading stage (T3)	135.0ab	11.07b	92.83abc	11.25abc	34.89c	3503bc	7053bc
50% tillering stage + 50% heading stage (T4)	133.7b	11.32b	94.50ab	10.08bc	35.46b	3615b	7250ab
33.33% basal + 33.33% tillering + 33.33% heading (T5)	136.9a	13.63a	98.75a	9.00c	36.32a	3863a	7630a
LSD <sub>5%</sub>	3.04	1.140	7.71	3.96	2.40	179.6	395.2

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

Means followed by similar letter(s) in each column are not significantly different at the probability level of 5% according to LSD test.



## References

- Afsharmanesh, R., Rahimi, A., Torabi, B. and Akhgar, A. 2016. Effects of vermi compost and compost tea application on the growth criteria of corn (*Zea mays*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14(1): 185-199. (In Persian).
- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D. 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries. I: Effects on growth and yields. *Bioresearch Technology*. 93: 145-153.
- Babazadeh, S.H., Kavooosi, M., Esfandiari, M., Nahvi, M. and Allahgholipour, M. 2012. Effects of nitrogen rates and application method on yield and yield components of hybrid rice. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 9(4): 728-734. (In Persian).
- Banik, p., and Sharma, R.C. 2009. Effect of organic and inorganic sources of nutrients on the winter crops-rice based cropping systems in sub-humid tropics of India. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 55: 285-294.
- Bejbaruha, R., Sharma, R.C. and Banik, P. 2009. Direct and residual effect of organic and inorganic source of nutrients on rice based cropping systems in sub-humid tropics of India. *Journal of Sustainable Agriculture*. 33: 674-689.
- Bezbaruha, R., Sharma, R.C. and Banik, P. 2011. Effect of nutrient management and planting geometry on productivity of hybrid rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *American Journal of Plant Sciences*. 2: 297-302.
- Bejbaruha, R., Sharma, R.C. and Banik, P. 2013. Split application of vermicompost to rice (*Oryza sativa* L.): its effect on productivity, yield components and N dynamics. *Organic Agriculture*. 3: 123-128.
- Dada, O.A., Thomas, A.S. and Oworu, O.O. 2012. Response of upland rice (*Oryza sativa* L.) cultivars to split application of compost on highly weathered soil of derived savannah agro-ecology. *Annals of West University of Timisoara, Series of Biology*. 15(2): 167-176.
- Dada, O.A., Togun, A.O., Adediran, J.A. and Nwilene, F.E. 2014. Effect of compost on agro-botanical components responsible for rice (*Oryza sativa*) grain yield in southwestern Nigeria. *Journal of Agriculture and Sustainability*. 6(1): 88-109.
- Dekhane, S.S., Patel, D.J., Jadhav, P.B., Kireeti, A., Patil, N.B., Harad, N.B. and Jadhav, K.P. 2014. Effect of organic and inorganic fertilizer on growth and yield of paddy cv. GR11. *International Journal of Information Research and*

- Review. 1(2): 026-028.
- Devi, K.N., Singh, N.G. and Athokpam, H.S. 2011. Effect of integrated nutrient management on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Crop and Weed*. 7(2): 23-27.
- Eskandari, M., and Astarayi, A. 2007. Effect of different organic materials on plant growth characteristics and total biomass and grain weight of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 5(1): 19-28. (In Persian).
- Guera, R.D. 2010. Vermicompost production and its use for crop production in the Philippines. *International Journal of Global Environmental*. 10(3-4): 378-383.
- Habibi, S. and Majidian, M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* Hybrid Chase). *Journal of Crop Production and Processing*. 4 (11): 15-25. (In Persian).
- Hossaen, M.A., Shamsuddoha, A.T.M., Paul, A.K., Bhuiyan, M.S.I. and Zobaer, A.S.M. 2011. Efficacy of different organic manures and inorganic fertilizer on the yield and yield attributes of Boro rice. *The Agriculturists. A Scientific Journal of Krishi Foundation*. 9(1&2): 117-125.
- Hossen, Sh., Islam, N., Alam, R. and Baten, A. 2015. Effects of different rates of compost application on methane emission and crop yield in Aman rice. *The Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences*. 2(3): 530-536.
- Islam, M.S., Paul, A.K., Fazle Bari, A.S.M., Shahriar, S., Sharmin Sultana, M. and Hosain, M.T. 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.
- Joshi, R., Vig, A.P. and Singh, J. 2013. Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: a field study. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 2(16): 1-7.
- Kumawat, P.D., Jat, N.L. and Yadavi, S.S. 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 Dominguez, J. 2011. The use of vermicompost in sustainable agriculture: impact on plant growth and soil fertility. *Soil Nutrients*. Nova

- Science Publishers, Inc. 1-23.
- Malviya, P., Jha, A.K. and Upadhyay, V.B. 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.
- Marinara, S., Masciandaro, G., Cessanti, B. and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*. 72: 9-17.
- Misra, R.V., Roy, R.N. and Hiraoka, H. 2003. *On-farm composting methods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, PP. 1-35.
- Mohammad Khani, E., Roozbahani, A. 2015. Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*. 7(23): 123-131. (In Persian).
- Mohanty, S., Paikaray, N.K. and Rajan, A.R. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) - corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*. 133(3-4): 225-230.
- Momeni Fili, P., Khoorgami, A. and Sayyah Far, M. 2014. Effect of vermicompost biofertilizer and plant density on the yield and yield components soybean in Khorramabad. *Crop Physiology Journal*. 6(23): 113-127. (In Persian).
- Naher, U.A., Panhwar, Q.A, Othman, R, Ismail, M.R. and Berahim, Z. 2016. Biofertilizer as a supplement of chemical fertilizer for yield maximization of rice. *Journal of Agriculture Food and Development*. 2: 16-22.
- Pezeshkpour, P., Ardakani, M., Paknejad, F. and Vazaan, S. 2014. Application effect of vermicompost, mycorrhizal symbiosis and biophosphate solubilizing on physiological traits and yield of chickpea. *Crop Physiology Journal*. 6(23): 53-65. (In Persian).
- Pontillas, L., Lugo, E., Malate, R. and Lanioso, A. 2009. Efficacy evaluation of vermicompost and inorganic fertilizer applied in lowland rice. *The Threshold*. Vol. IV. 66-75.
- Saha, A., Sarkar, R.K. and Yamagishi, Y. 1998. Effect of time of nitrogen application on spikelet differentiation and degeneration of rice. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 39: 119-123.
- Saha, R., Saieed, M.A.U. and Chowdhury, M.A.K. 2013. Growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by humic acid and poultry manure. *Universal*

- Journal of Plant Science*. 1(3): 78-84.
- Sam Daliri, M., Mobasser, H.R. and Daştan, S. 2011. Effects of rate and split of nitrogen on physiological and agronomic indexes of rice var. Tarom mahalli. *Crop Ecophysiology*. 3(1): 101-109. (In Persian).
- Sharma, A.k. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios (India). 407p.
- Sharma, D.K., Prasad, K. and Yadav, S.S. 2008. Effect of integrated nutrient management on the performance of dwarf scented rice (*Oryza sativa* L.) growth in rice wheat sequence. *International Journal of Agricultural Sciences*. 4(2): 660-662.
- Siavoshi, M., Nasiri, A. and Laware, S.L. 2011. Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*. 3(3): 217-224.
- Sultana, M.S., Rahman, M.H, Rahman, M.S, Sultana, S. and Paul, A.K. 2015. Effect of integrated use of vermicompost, pressmud and urea on the nutrient content of grain and straw of rice (Hybrid Dhan Hira 2). *International Journal of Scientific and Research Publications*. 5(11); 765-770.
- Tejada, M., and Gonzaler, J.L. 2009. Application of two vermicompost on a rice crop: effects on soil biological properties and rice quality and yield. *Agronomy Journal*. 101(2): 336-344.
- Thirunavukkarasu, M., and Vinoth, R. 2013. Influence of vermicompost application along with nitrogen on growth, nutrients uptake, yield attributes and economic of rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 6(4): 599-604.
- VeisiNasab, M., Mobasser, H.R. and Ganjali, H.R. 2015. Effect of different levels of vermicompost on yield and quality of maize varieties. *Biological Forum– An International Journal*. 7(1): 856-860.
- Yousefi, A.A. and Sadeghi, M. 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.

## Effect of the rate and application time of vermicompost on the yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L. 'cv. Tarom Hashemi')

N. Kheyri<sup>1</sup>

1. Young Researchers and Elite Club, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran (Corresponding author)

Received: July 2017    Accepted: March 2016

### Extended Abstract

**Kheyri, N.** Effect of rate and time of application of vermicompost on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.)

**Applied Research in Field Crops Vol 30, No. 2, 2017 16-18:** 90-109 (in Persian)

**Introduction:** Biofertilizers, which are considered to be one of the principal components of sustainable agriculture in farming ecosystems, can significantly aid in the elimination or reduction of chemical inputs from farmlands (Sharma, 2002). Compost and vermicomposts with low-cost production technology are promising sources for converting the wastes of industrial agriculture into valuable biological fertilizers. Vermicompost can be used as a soil additive on farmland to decrease chemical fertilizers consumption due to being able to provide plants with nutrients, increase soil cation exchange capacity, and improve soil water holding capacity (Tejada and Gonzaler, 2009). Vermicompost increases the availability of soil nutrients elements such as nitrogen, phosphorous and potassium for plants through enhancing activity of beneficial micro-organisms in soil. This consequently results in increased crop yield and enhanced sustainability of rice cultural system. Since there is limited information available on the effect of vermicomposts on rice yield, this research was performed to investigate the effects of rate and split application time of vermicompost on yield and some agronomic traits of Tarom Hashemi rice cultivar.

**Materials and Methods:** The experiment was carried out as split plot in a randomized complete block design with three replications in Amol in 2014-2015. The treatments included rates of vermicompost application in four levels (0, 5, 10 and 15 ton.ha<sup>-1</sup>) as main plot and vermicompost split application time in five levels (T1: 100% basal fertilizer, T2: 50% basal + 50% tillering stage, T3: 50% basal + 50% heading stage, T4: 50% tillering stage + 50% heading stage and T5: 33.33% basal + 33.33% tillering stage + 33.33% heading stage) as sub plot. Pure nitrogen from urea source at the rate of 36 kg.ha<sup>-1</sup> was uniformly split-applied throughout the experimental plots: 50% before prior to transplanting, 25% at the tillering and 25% at the heading. At the end of the season, some agronomic traits and grain yield were determined. Data analysis was done by using MSTAT-C software and means were compared using the LSD test at the probability level of 5%.

**Results and Discussion:** The results showed that the effect of different rates of vermicompost was significant on all the agronomic traits and grain yield. The effect of split application of vermicompost was significant on the measured traits except for the panicle length, 1000-grain weight and harvest index. Also, the interaction effect of the treatments was not found to be significant on the agronomic traits and grain yield. The greatest average grain yields (3790 and 3868 kg.ha<sup>-1</sup>) were obtained from vermicompost application rates of 10 and 15 ton.ha<sup>-1</sup>, respectively. Under the influence of vermicompost split application, the highest rice grain yield (3863 kg. ha<sup>-1</sup>) was achieved when vermicompost was split as 33.33% basal + 33.33% tillering + 33.33% heading and the lowest grain yield, decrease of 16% relative to T5 treatment, was associated with no split application of vermicompost (T1). It seems that if vermicomposting is applied in three splits, it can boost plant growth and consequently increase grain yield. This has been attributed to the role of vermicompost in improving soil structure and enhancing soil physical and biological properties, which, in turn, result in increased nutrient availability in the soil during different vegetative and reproductive stages of plant growth (Afsharmanesh et al., 2016). No application of vermicompost resulted in the lowest biological yield (5743 kg. ha<sup>-1</sup>). Increasing vermicompost rate to 10 and 15 ton.ha<sup>-1</sup> raised rice biological yield by 26 and 27%, respectively. When vermicompost was split-applied, T5 treatment produced the highest biological yield (7630 kg. ha<sup>-1</sup>), which did not show any statistical difference with T4 treatment. T1 treatment gave the least biological yield, which was almost 14.3% lower than that of T5 treatment.

**Conclusion:** According to the results of our study, the application of 15 and 10 ton.ha<sup>-1</sup> of vermicompost and application of vermicompost in three splits over the plant growth stages led to the increase of yield and yield components in rice. This indicates that using vermicompost as a complementary fertilizer along with

chemical fertilizers, although might increase production cost for growers, it can to some extent reduce nitrogen fertilizers consumption, which will be an effective step in attaining sustainability in agriculture and preserving environment.

**Keywords:** Application rate, Grain yield, Rice, Split, Vermicompost

**References**

- Afsharmanesh, R., Rahimi, A., Torabi, B. and Akhgar, A. 2016. Effects of vermicompost and compost tea application on the growth criteria of corn (*Zea mays*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14(1): 185-199. (In Persian).
- Sharma, A.k. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios (India). 407p.
- Tejada, M., and Gonzaler, J.L. 2009. Application of two vermicompost on a rice crop: effects on soil biological properties and rice quality and yield. *Agronomy Journal*. 101(2): 336-344.