دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره هفتم/ شماره چهارم/ زمستان ۱۳۹۶ (۴۸۳-۴۷۱)

اثر زمان نشاکاری بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و انتقال مجدد در سه رقم برنج (*Oryza sativa* L.) در شرایط اقلیمی رودبار

محمدحسین ندیمی دفرازی[۱]، مسعود اصفهانی[۲*] و علی اعلمی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۳

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر زمان نشاکاری بر عملکرد دانه و انتقال مجدد ماده خشک ارقام برنج، آزمایشی به صورت‌کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۲ در شهرستان رودبار استان گیلان اجرا شد. سه زمان نشاکاری (۲۰ اردیبهشت، ۸ و ۲۷ خرداد) در کرت‌های اصلی و سه رقم برنج (خزر، گوهر و هاشمی) در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که زمان نشاکاری و رقم اثر معنی‌داری بر صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد پنجه، تعداد دانه پر، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر و عملکرد دانه ارقام برنج داشتند. برهمکنش زمان نشاکاری و رقم بر صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد پنجه و عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک مربوط به زمان نشاکاری دوم و رقم گوهر (به‌ترتیب ۲۷۷ و ۲۳۵ گرم در مترمربع) بود. با تاخیر در نشاکاری، میزان، کارآیی و سهم انتقال مجدد کاهش یافتند و کمترین میزان این صفات در زمان نشاکاری سوم (به‌ترتیب ۵۱، ۳۱ و ۲۶ درصد) مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم گوهر در زمان نشاکاری اول و دوم (به‌ترتیب ۷۶۵۳ و ۷۳۴۰ کیلوگرم در هکتار) بود که دلیل آن افزایش وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر و تعداد دانه پر در خوشه بود. بر اساس نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که زمان نشاکاری دوم مناسب‌ترین زمان در شرایط اقلیمی منطقه اجرای آزمایش باشد و در این زمان، بیشترین عملکرد دانه را رقم گوهر تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه در خوشه، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: esfahani@guilan.ac.ir

مقدمه

گیاه برنج در زمان‌های مختلف نشاکاری، با شرایط متفاوتی از لحاظ درجه حرارت‌های تجمعی، دوره‌های نوری و بارندگی مواجه می‌شود و در نتیجه مقدار محصول آن دستخوش تغییر می‌شود (Regher, 1998). تغییر در زمان‌های نشاکاری در برنج، گیاه را با شرایط محیطی متفاوت ازجمله دما مواجه می کند که باعث بروز تغییرات در دوره رشد رویشی و سرعت استقرار گیاه می‌شود (Khanal *et al.*, 2005). در آزمایشی روی اثر شش زمان نشاکاری را بر روی چهار ژنوتیپ برنج گزارش شد که زمان نشاکاری زود هنگام (۲۰ فروردین ماه) بهترین زمان نشاکاری برای صفات مهم برنج مانند حداکثر پنجه زنی، زمان خوشه دهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه و عملکرد دانه می‌باشد (Abou khalifa, 2009). نوربخشیان (Noorbakhshian, 2003) گزارش کرد که نشاکاری زود هنگام موجب مواجه شدن دوران گل‌دهی گیاه با درجه حرارت‌های بالاتر از حد مطلوب برای گل‌دهی در تیرماه و تاخیر در نشاکاری موجب مصادف شدن دوران گل‌دهی با درجه حرارت‌های مطلوب برای گل‌دهی در منطقه لرستان می‌شود. زمان نشاکاری نامناسب منجر به مصادف شدن دوره رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط نامناسبی از تابش یا دما می‌شود. کاهش طول دوره رشد با مصادف شدن مراحل حساس رشد گیاه با دمای بالا می‌تواند سبب کاهش رشد رویشی و اجزای عملکرد یا حتی مرگ گیاه برنج شود (Bali *et al.*, 1996).

در یک آزمایش سه ساله در ژاپن مشاهده شد که با افزایش دمای هوا در طی دوره پر شدن دانه، علاوه بر کاهش ۲۳ درصد در تعداد دانه‌های رسیده و متعاقب آن عملکرد دانه، وزن هزار دانه نیز ۳ تا ۶ درصد کاهش یافت (Jagadish *et al.*, 2007). درجه‌حرارت بالا باعث افزایش نامطلوب دمای آب کرت‌ها و به تبع آن کاهش عملکرد دانه، کاهش تعداد پنجه در بوته و افزایش تعداد دانه‌های پوک در برنج می‌گردد (Zakria *et al.*, 2002). بالی و همکاران (Bali *et al.*, 1996) گزارش دادند که با تاخیر در نشاکاری عملکرد دانه برنج ۳۲/۵ درصد کاهش یافت و همه اجزای عملکرد با تاخیر در نشاکاری کاهش یافتند. دیزون و همکاران (Dizon *et al.*, 1994) در آزمایش روی اثر زمان نشاکاری بر اجزای عملکرد چهارده ژنوتیپ برنج گزارش کردند که نشاکاری دیر هنگام موجب کاهش تعداد خوشه‌چه در هر خوشه، کاهش وزن هزار دانه، افزایش خوشه‌چه‌های پوک و کاهش عملکرد دانه می‌شود. لیموچی و همکاران (Limouchi *et al.*, 2013) با بررسی زمان‌های نشاکاری بر ده رقم برنج، کاهش طول دوره رشد به جهت کاهش انتقال کربوهیدرات‌های محلول به دانه را از عوامل موثر در کاهش عملکرد دانه عنوان نمودند. تاخیر در نشاکاری برنج مرحله رشد رویشی را کوتاه خواهد کرد. کوتاه‌تر شدن دوره رشد رویشی باعث کاهش تجمع کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی در اندام‌های مختلف شده و لذا عملکرد دانه کمتر خواهد شد (Alizadeh and Isvand, 2006). عرفانی و همکاران (Erfani *et al.*, 1998) گزارش کردند که تاخیر در نشاکاری برنج باعث کاهش تعداد پنجه‌های بارور شده و در نتیجه عملکرد دانه کاهش یافت. نوربخشیان (Noorbakhshian, 2003) اظهار داشت که وزن هزار دانه و تعداد دانه پر در خوشه با تاخیر در نشاکاری کاهش نشان دادند و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه شد که دلیل آن عدم باروری و عدم پرشدن دانه‌ها در اثر کاهش دمای هوا دانست.

در غلات در طی دوره رویشی، تجمع ماده خشک در گیاه بیشتر از میزان مصرف آن جهت رشد است. در این حالت مواد فتوسنتزی مازاد اغلب در ساقه انباشته شده و در مراحل بعدی رشد که معمولا از دو تا سه هفته پس از گل‌دهی شروعمی شود، به دانه انتقال می‌یابد (Ahmadi *et al.*, 2004). تولید کربوهیدرات‌ها و ذخیره آن در اندام‌های رویشی در دوره پیش از گل‌دهی و انتقال مجدد آن به دانه‌های درحال نمو، در تشکیل عملکرد نهایی نقش مهمی برعهده دارد و میزان انتقال مجدد ماده خشک به ماهیت ژنوتیپ، شرایط محیطی و عناصر غذایی خاک بستگی دارد (Fageria and Baligar, 2005). با توجه به این‌که رشد و عملکرد دانه به انتقال مواد فتوسنتز جاری در دوره پرشدن دانه و اندوخته‌های قبل از آن بستگی دارد، در صورت ایجاد محدودیت توسط عواملی مانند تنش‌های محیطی میزان انتقال ماده خشک افزایش یافته و گیاه این مواد را از راه انتقال مجدد به دانه انتقال‌خواهد داد (Singh, 1996). افزایش عملکرد دانه برنج در ساقه اصلی از افزایش ماده خشک آن بعد از مرحله گرده‌افشانی بیشتر است و این موضوع نشان دهنده انتقال و جذب ماده خشک از ساقه‌های دیگر به ساقه اصلی است و چون کاهش ماده خشک برگ و ساقه با افزایش سریع آن در خوشه همراه است، این موضوع نشان می‌دهد که مواد از

برگ و ساقه به سنبله منتقل می‌شوند (Kobata *et al.*, 2000). به طور کلی ۱۰ تا ۳۰ درصد از کربوهیدرات‌های ساقه که قبل و در طول دوره بعد از گرده‌افشانی انباشته می‌شوند، به دانه انتقال یافته و در بعضی از غلات وقتی در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند ممکن است این انتقال به بیش از ۷۰ درصد برسد (Ahmadi *et al.*, 2004). پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al.*, 2003) در آزمایشی با سه زمان نشاکاری (۲۳ اردیبهشت ماه، ۲ و ۱۱ خردادماه) گزارش کردند که زمان نشاکاری دوم از نظر میزان انتقال مجدد ماده خشک برتر از سایر زمان‌های نشاکاری بوده است. همچنین رقم فجر بیشترین و رقم طارم کمترین مقدار انتقال مجدد ماده خشک را دارا بودند و وجود اختلاف معنی‌دار در انتقال مجدد ماده خشک به سرعت پیر شدن برگ‌ها در زمان پرشدن دانه‌ها بستگی داشته و باعث اختلاف در میزان انتقال مجدد ارقام مختلف برنج شد.

با توجه به شرایط آب و هوایی هر منطقه، جهت جلوگیری از مصادف شدن زمان برداشت برنج با شرایط نامساعد اقلیمی و همچنین تسهیل در برداشت محصول، تعیین زمان نشاکاری مناسب جهت حصول عملکرد بالا ضروری است (Gogol *et al.*, 1991). هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثر زمان نشاکاری برنج بر صفات گیاهی و عملکرد دانه سه رقم برنج هاشمی، خزر و گوهر در منطقه رستم‌آباد رودبار بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۲ در مزرعه شخصی در حومه شهر رستم آباد رودبار گیلان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی با ۲۷۴ متر از سطح دریا انجام شد. خاک محل آزمایش لومی- رسی با اسیدیته ۷/۷ بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و با سه زمان نشاکاری (۲۰ اردیبهشت، ۸ و ۲۷ خرداد ماه) (به‌ترتیب با میانگین دمای هوای ۱۹/۴، ۲۱/۶ و ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد) به عنوان عامل اصلی در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۵ متر پیاده شد و در آن سه رقم برنج، شامل رقم هاشمی (بومی) و دو رقم خزر و گوهر (اصلاح شده) به عنوان عامل فرعی نشاکاری شدند. زمین محل اجرای آزمایش در اواخر اسفند ماه سال ۹۱ شخم و در اوایل اردیبهشت ماه سال ۹۲ شخم بهاره و تسطیح و پس از جوانه دار کردن بذر ارقام برنج مورد آزمایش، بذرپاشی در خزانه در تاریخ ۳۰ فروردین ماه انجام شد. خزانه‌گیری‌های بعدی به فواصل ۲۰- ۱۵روز آماده و بذرپاشی شد. در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه، گیاهچه‌های سالم و یکنواخت در مرحله سه برگی از خزانه انتخاب و به زمین اصلی منتقل و با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی متر به صورت تک گیاهچه نشاکاری شدند. گیاهچه‌های مربوط به زمان‌های نشاکاری دوم و سوم در مرحله سه برگی در تاریخ‌های ۹۲/۰۳/۰۸ و ۹۲/۰۳/۲۷ در زمین اصلی نشاکاری شدند. برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) و۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل)، قبل از نشاکاری و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (ازمنبع اوره) (یک سوم قبل از نشاکاری و باقیمانده به‌صورت سرک؛ یک دوم آن قبل از مرحله حداکثر پنجه‌زنی و یک دوم در مرحله گل‌دهی، ۴۵ روز بعد از هر زمان نشاکاری) به خاک افزوده شدند. به منظور مبارزه با آفات کرم ساقه خوار و کرم سبز برگ‌خوار برنج از آفت‌کش دیازینون ۱۰ درصد به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار در زمان‌های وجین و گل دهی استفاده شد. حدود یک هفته بعد از هر زمان نشاکاری و استقرار گیاهچه‌ها، از علف کش بوتاکلر به میزان چهارلیتر در هکتار برای مبارزه با علف‌های هرز استفاده شد، بعلاوه وجین دستی علف‌های هرز به صورت دستی در دو مرحله (به‌ترتیب ۱۴ و ۲۸ روز پس از هر زمان نشاکاری) انجام شد. اندازه گیری و محاسبه صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد پنجه‌ها، درصد باروری پنجه‌ها در هر بوته، تعداد دانه پر در خوشه، وزن دانه‌ها، درصد باروری خوشه و وزن هزار دانه بر اساس سیستم ارزیابی استاندارد برنج (Standard evaluation system) اندازه‌گیری و یا محاسبه شدند. وزن هکتولیتر (وزن سه نمونه شلتوک در حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر) و عملکرد دانه محاسبه شدند. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت خوشه از نسبت وزن دانه به وزن کل خوشه به‌دست آمد. به‌منظور محاسبه مجموع درجه حرارت تجمعی (Growing degree days) یا GDD از حداقل و حداکثر دمای منطقه در طول زمان نشاکاری تا رسیدگی استفاده و T_b (درجه حرارت پایه) نیز ده درجه سلسیوس منظور شد (Das and Jat, 1977):

$$GDD = \sum \left[\frac{T_{Max} + T_{Min}}{2} \right] - T_b \quad (۱)$$

جهت محاسبه انتقال مجدد ماده خشک، چهار بوته از هر کرت به‌صورت کف‌بر طی دو مرحله (۵۰ درصد گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک) برداشت و بخش‌های مختلف (ساقه، برگ وخوشه) آن‌ها تفکیک شد و سپس در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس تا ثابت ماندن وزن نهایی خشک کردن شدند. آنگاه میزان، کارایی و سهم انتقال مجدد به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۲ تا ۴ محاسبه شد (Lack *et al*., 2008):

$$RR = DM_{PT} - DM_{MT} \quad (۲)$$

$$RE = \frac{RR}{DW_{FT}} \times 100 \quad (۳)$$

$$RC = \frac{RR}{GW} \times 100 \quad (۴)$$

در این روابط، RR، RE و RC به‌ترتیب میزان (گرم در متر مربع)، کارایی (درصد) و سهم (درصد) انتقال مجدد، DM_{PT} ماده خشک در زمان گرده‌افشانی، DM_{MT} ماده خشک در زمان رسیدگی کامل (به‌جز دانه)، DW_{FT} وزن خشک در مرحله گل‌دهی و GW وزن دانه (گرم) می‌باشد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا آزمون نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی بررسی و سپس تجزیه واریانس داده‌ها انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱ استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Soil properties of the experimental site

بافت خاک Soil texture	pH	پتاسیم قابل جذب Available K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	رس Clay (%)
لوم رسی Clay loam	7.77	332.3	43.06	0.86	1.87	0.508	38	31	31

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح زمان نشاکاری و رقم برای صفت درجه-روز-رشد از زمان نشاکاری تا رسیدگی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که زمان نشاکاری دوم (۸ خرداد) با ۱۲۹۴ درجه- روز رشد بیشترین و زمان نشاکاری سوم (۲۷ خرداد ماه) با ۱۱۵۳ درجه- روز رشد کمترین نیاز حرارتی را داشتند. رقم گوهر نیز با ۱۲۸۹ درجه – روز رشد بیشترین و رقم هاشمی ۱۱۵۰ درجه- روز رشد کمترین درجه- روز رشد را دریافت کردند. نورمن و همکاران (Norman *et al*., 2001) گزارش کردند که زمان‌های مختلف نشاکاری با درجه- روز رشدهای مختلف تاثیر متفاوتی بر زمان ظهور خوشه برنج دارد و با تاخیر در نشاکاری و گرم شدن هوا و خاک، خوشه‌دهی و استقرار گیاهچه‌ها کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که گرما و تنش در اواخر فصل رشد و طی شدن سریعتر چرخه زندگی گیاه، دلیل اصلی این موضوع باشد. در واقع یک سازوکار فیزیولوژیکی در گیاهان سبب می‌شود که گیاهان حفظ بقا و ادامه نسل خود را بر ادامه رشد و تولید بیشتر ترجیح دهند (Zakria *et al*., 2002). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر زمان نشاکاری و رقم بر میزان انتقال مجدد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲).

در بین زمان‌های نشاکاری، بیشترین میزان انتقال مجدد در زمان نشاکاری هشتم خرداد ماه (۲۷۷ گرم بر متر مربع) به‌دست آمد که با دو زمان نشاکاری دیگر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول۴). مقایسه بین رقم‌ها نشان داد که رقم گوهر (۲۳۵ گرم در مترمربع) بیشترین میزان انتقال مجدد را داشت (جدول ۴). پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al*., 2003) گزارش کردندکه احتمالا دلیل کاهش انتقال در رقم هاشمی نسبت به رقم هیبرید این بوده که معمولا ارقام دارای محدودیت مخزن، به‌خصوص ارقام محلی (هاشمی) که دارای ارتفاع بوته بلندتری هستند، انتقال مجدد کمتری دارند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر زمان نشاکاری و رقم بر میزان کارآیی انتقال مجدد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج در تیمارهای زمان نشاکاری

Table 2. Analysis of variance for yield and yield components of three rice varieties in transplanting time treatments

منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	Mean squares میانگین مربعات							
		درجه- روز رشد از نشاکاری تا رسیدگی GDD from transplanting to maturity	میزان انتقال مجدد Remobilization rate	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency	سهم انتقال مجدد Contribution of remobilization	ارتفاع بوته Plant height	طول خوشه Panicle length	تعداد پنجه در بوته No. of tiller per plant	درصد باروری پنجه Tiller productivity
بلوک Block	2	2301.120	16.21713	0.652892	2.20311	0.499	0.023	0.150	0.431
زمان نشاکاری Transplanting time (T)	2	45045.009**	46796.7213**	473.7549**	326.25605**	288.321**	38.491**	10.835**	226.468**
خطای اصلی Main error	4	1482.009	11.97606	0.34670	0.5715	2.045	0.274	0.575	1.033
رقم Variety (V)	2	44609.453**	7007.59135**	112.124**	34.4570**	1297.462**	30.472**	8.669**	174.234**
زمان نشاکاری×رقم T×V	4	51.925^{ns}	48.0052^{ns}	1.1992^{ns}	0.0346^{ns}	17.175**	1.230*	1.109*	29.373**
خطای فرعی Sub-error	12	329.088	23.3609	0.5329	0.1651	0.395	0.238	0.204	1.347
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.47	2.34	1.84	0.98	0.49	1.75	4.02	1.41

^{ns} و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪. ^{ns} and **: Not-significant and significant at 1% probability level, respectively.

Table 2. Continued

جدول ۲- ادامه

منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	Mean squares میانگین مربعات							
		تعداد دانه پر در خوشه No. of filled grains per panicle	درصد باروری خوشه Panicle fertility	تراکم دانه پر در خوشه (تعداد بر سانتی‌متر) Density of filled grains per panicle (No/cm)	شاخص برداشت خوشه Panicle harvest index	وزن هزار دانه 1000-grain weight	وزن هکتولیتر Test weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	7.67	2.08	0.01	0.01	0.65	0.27	6144.44	0.34
زمان نشاکاری Transplanting time (T)	2	3320.48**	1095.30**	1.26**	479.02**	18.07**	105.03**	2332344.44**	634.27**
خطای اصلی Main error	4	13.48	0.80	0.03	0.71	0.44	0.27	39088.89	0.42
رقم Variety (V)	2	397.99**	571.03**	2.32**	106.24**	15.83**	126.92**	17921011.11**	209.58**
زمان نشاکاری×رقم T×V	4	53.17^{ns}	10.77^{ns}	0.05^{ns}	0.86^{ns}	1.10^{ns}	1.82^{ns}	562355.56**	0.50^{ns}
خطای فرعی Sub-error	12	26.55	4.83	0.02	0.47	0.67	0.89	36007.41	1.92
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		4.41	2.73	3.93	0.80	3.35	2.14	3.21	2.69

^{ns} و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪.

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

مقایسه میانگین داده‌های زمان نشاکاری نشان داد که بیشترین و کمترین میزان کارآیی انتقال مجدد به‌ترتیب در زمان نشاکاری هشتم خرداد ماه (۴۵/۸ درصد) و بیست و هفتم خرداد ماه (۳۱/۶ درصد) بوده است (جدول ۴). راوسون و ایوانز (Rawson and Evans, 1971) بیان داشتند که کارآیی بخش‌های رویشی در انتقال مجدد ماده خشک به وزن خشک این اندام‌ها در مرحله گرده‌افشانی بستگی دارد، وزن خشک بیشتر بخش‌های رویشی در این مرحله به مشارکت بیشتر ماده خشک ذخیره شده در انتقال مجدد به دانه و بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی منتهی می‌شود.

تجزیه واریانس داده‌های سهم انتقال مجدد نشان داد که این ویژگی تحت تاثیر معنی‌دار زمان نشاکاری و رقم در سطح احتمال یک درصد قرارگرفت (جدول ۲). بیشترین مقدار سهم انتقال مجدد در زمان نشاکاری هشتم خرداد (۴۷/۱ درصد) مشاهده شد. همچنین رقم گوهر با بیشترین سهم انتقال مجدد (۴۳/۱درصد) اختلاف معنی‌داری با بقیه ارقام داشت (جدول ۴). در این آزمایش، بیشترین میزان، کارآیی و سهم انتقال مجدد در زمان نشاکاری دوم در رقم گوهر به‌دست آمد و با تاخیر در نشاکاری، صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک کاهش یافتند. به نظر می‌رسد با افزایش سطح برگ و افزایش میزان فتوسنتز، ذخیره مواد فتوسنتزی در اندام‌های هوایی گیاه افزایش یافته و با انتقال مجدد به دانه‌های در حال پر شدن، باعث افزایش عملکرد در رقم گوهر گردید. به هر حال این اصل کلی مورد پذیرش قرار گرفته است که سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه غلات دانه ریز، بسته به شرایط محیطی در مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی دانه و نوع رقم از ۶ تا ۷۳ درصد متغیر است (Plata *et al*., 1994). بر اساس گزارش‌های موجود، سهم مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی در طی دوره قبل از گل‌دهی در پرکردن دانه برنج در دامنه صفر تا ۹۰ درصد و اغلب بین ۲۰ تا ۴۰ درصد می‌باشد (Pirdashti *et al*., 2003). نتانوس و کوتروباس (Ntanos and Koutrobas, 2002) سهم مواد فتوسنتزی ذخیره شده در اندام‌های هوایی را قبل از مرحله گرده‌افشانی در وزن دانه برنج حدود۹/۱ تا ۴۲/۲ درصد گزارش کردند، که این موضوع نشان دهنده اهمیت ذخایر غذایی پیش از گرده‌افشانی در حصول عملکرد بالای دانه برنج می‌باشد. در گزارش‌های مختلف مقادیر انتقال مجدد و سهم نسبی ذخایر کربوهیدرات محلول ساقه در عملکرد دانه بسته به ژنوتیپ و شدت تنش متفاوت است. طهماسبی و پیردشتی (Tahmasbi and pirdashti, 1998) گزارش کردند که در زمان بروز تنش‌های محیطی مثل تنش خشکی، انتقال مجدد ماده خشک در پر شدن دانه نقش موثری دارند و ساقه‌ها و برگ‌ها نقش بیشتری در انتقال مجدد ماده خشک ایفا می‌کنند. ریچارد (Richard, 1982) در آزمایشی گزارش داد که دمای پایین هوا باعث کاهش انتقال مجدد ماده خشک شده و در نتیجه عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام برنج از نظر صفات ارتفاع بوته و طول خوشه اختلاف معنی‌داری در عامل زمان نشاکاری و رقم در سطح احتمال یک درصد وجود داشت و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر صفات ارتفاع بوته و طول خوشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که رقم هاشمی در زمان نشاکاری دوم بیشترین ارتفاع بوته را داشته و رقم گوهر در زمان نشاکاری سوم‌کمترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۳). یاداوا و ساین (Yadava and Singh, 1988) اظهار داشتند که ارتفاع بوته نیز از صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه محسوب می شود به طوری که با افزایش ارتفاع بوته از میزان عملکرد کاسته می‌شود. لی (Lee, 2001) اعلام کرد که دما، تابش خورشیدی و آب سه نیاز بحرانی برای رشد برنج می‌باشند و رشد برنج تحت رژیم‌های مختلف دمایی بسیار متفاوت است. در مرحله رویشی برنج، دمای کمتر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد ارتفاع بوته، پنجه زنی، رشد ریشه و وزن خشک گیاه برنج را کاهش می‌دهد. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارها نشان داد که رقم هاشمی در زمان نشاکاری دوم با طول خوشه ۳۲ سانتی‌متر دارای بیشترین مقدار بود و رقم گوهر در زمان نشاکاری سوم با طول خوشه معادل ۲۴ سانتی‌متر کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در آزمایش دستان و همکاران (Dastan *et al*., 2013) مشاهده شد که ارقام با ارتفاع بوته بیشتر حداکثر طول خوشه را داشتند و کمترین طول خوشه در ارقام با ارتفاع کوتاه‌تر مشاهده شد. در آزمایش حاضر نیز رقم هاشمی در زمان نشاکاری دوم با ارتفاع بوته بیشتر، بیشترین طول خوشه را داشت و کمترین طول خوشه در رقم گوهر در زمان نشاکاری سوم به‌دست آمد. در این آزمایش، رقم هاشمی علیرغم ارتفاع بوته بیشتر و طول

خوشه بیشتر نسبت به ارقام اصلاح شده، عملکرد دانه پایینی داشت و با تاخیر در نشاکاری از ارتفاع بوته و طول خوشه آن کاسته شد. ارتفاع بوته یکی از صفاتی است که تحت تاثیر ژنوتیپ بوده و در ارقام بومی بیشتر از ارقام اصلاح شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین ارقام برنج مورد مطالعه از نظر صفات تعداد پنجه در بوته و درصد باروری پنجه‌ها اختلاف معنی‌داری در عامل زمان نشاکاری، رقم و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های سطوح اثر متقابل نشان داد که رقم هاشمی در زمان نشاکاری دوم با ۱۳/۶عدد پنجه بیشترین و رقم خزر در زمان نشاکاری سوم با ۹ عدد پنجه کمترین تعداد پنجه در بوته را دارا بود (جدول ۳).

جدول ۳- برهمکنش زمان نشاکاری × رقم در سه رقم برنج مورد مطالعه

Table 3. Interaction effect of transplanting time × variety in three studied rice varieties

تیمار Treatments	رقم Varieties	ارتفاع بوته Plant height (cm)	طول خوشه Panicle length (cm)	تعداد پنجه در بوته No. of tiller per plant	درصد باروری خوشه Panicle fertility (%)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)
زمان نشاکاری اول First transplanting time (May 10, 2013)	هاشمی Hashemi	141.5 b	29.1 b	12.2 ab	75.8 d	4136 d
	خزر Khazar	123.3 d	27.1 cd	10.9 bc	82.9 c	5793 c
	گوهر Gohar	116.7 fg	26.4 cd	10.5 bc	86.1 bc	7653 a
زمان نشاکاری دوم Second transplanting time (May 29, 2013)	هاشمی Hashemi	147.4 a	32.9 a	13.6 a	87.2 b	5430 c
	خزر Khazar	129.7 c	29.1 b	10.9 bc	82.9 c	6560 b
	گوهر Gohar	120.2 de	28.1 bc	12.3 ab	91.7 a	7340 a
زمان نشاکاری سوم Third transplanting time (June 17, 2013)	هاشمی Hashemi	131.7 c	27.6 bc	10.8 bc	71.7 e	4003 d
	خزر Khazar	118.1 fe	25.7 de	9.0 c	77.2 d	5243 c
	گوهر Gohar	113.6 g	24.5 e	10.4 bc	82.8 c	7040 ab

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by similar letters in each column haven't significantly differents by Tukey's test.

دمای نسبتا پایین و دمای تجمعی کمتر، می‌تواند از عوامل ظهور دیرتر پنجه‌ها در زمان نشاکاری سوم نسبت به سطوح دیگر زمان نشاکاری باشد. گزارش شده است که دمای پایین هوا و کاهش تابش بعد از گرده‌افشانی روی تعداد پنجه‌ها تاثیر منفی داشته و در نتیجه تعداد پنجه‌ها کاهش و در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه در نشاکاری با تاخیر می‌شود (Andrade, 1995).قایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که رقم گوهر در زمان نشاکاری دوم با ۹۱ درصد بیشترین درصد باروری پنجه‌ها و کمترین مقدار آن نیز برای رقم هاشمی در زمان نشاکاری سوم به میزان ۷۱ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). شرایط نامساعد آب و هوایی در هنگام تقسیم میوز، گل‌دهی و در طی دوره رسیدن، می‌تواند باعث کاهش درصد باروری خوشه‌چه‌ها شود. نمایان شدن و رشد پنجه‌ها در برنج به شدت تحت تاثیر عواملی همچون میزان نیتروژن موجود در گیاه، تابش نور خورشید، دما، شرایط نشاکاری و دیگر عوامل محیطی قراردارد (Yoshida, 1983). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که زمان نشاکاری و رقم بر صفات تعداد دانه پر در طول خوشه، درصد باروری خوشه، شاخص‌برداشت‌خوشه، وزن هزار دانه و وزن هکتولیتر در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که زمان نشاکاری دوم با

میانگین ۱۳۷/۳بیشترین تعداد دانه پر در خوشه و زمان نشاکاری سوم با میانگین ۹۹/۳ کمترین تعداد دانه پر را داشت. بیشترین تعداد دانه پر در خوشه برای رقم گوهر با میانگین ۱۲۳/۶ دانه پر ثبت شد. کمترین تعداد دانه پر در خوشه در رقم هاشمی با میانگین ۱۱۰/۳ دانه پر مشاهده شد. مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که زمان نشاکاری دوم بیشترین درصد باروری خوشه (۹۰ درصد) که با زمان نشاکاری سوم (۶۷ درصد) اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین درصد باروری برای رقم گوهر (۸۷ درصد) ثبت شد که با رقم هاشمی (۷۲ درصد) تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). یوشیدا (Yoshida, 1983) درصد باروری خوشه را در ارقام مختلف برنج تحت تاثیر عوامل محیطی، متفاوت و بین ۶۰ تا ۹۷ درصد بیان کرد. مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که زمان نشاکاری دوم با بیشترین تعداد دانه پر در طول خوشه (با میانگین ۴/۵ دانه پر بر سانتی‌متر) ثبت شد که با زمان نشاکاری سوم (با میانگین ۳/۸ دانه پر بر سانتی متر) اختلاف معنی‌داری داشت. رقم گوهر با میانگین ۴/۶ دانه پر بر سانتی‌متر بیشترین تعداد دانه پر در طول خوشه که با ارقام خزر و هاشمی (به‌ترتیب با میانگین‌های ۴/۲۲ و ۳/۶ دانه) تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴). ذکیرا و همکاران (Zakira *et al*., 2002) طی آزمایشی، گزارش کردند که دمای بالا در محدوده ۴۰-۳۲ درجه سانتی‌گراد در زمان پر شدن دانه برنج، باعث کاهش وزن خوشه و افزایش تعداد دانه‌های پر نشده در ده رقم شد. باگات و همکاران (Bhagat *et al*., 1991) در آزمایشی اظهار داشتند که تاخیر در نشاکاری سبب کاهش عملکرد و افزایش دانه پوک در بعضی از ارقام شده است، مصادف شدن با درجات حرارت نامناسب آب و هوا و اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی از دلایل بروز این تغییرات گزارش شده است. مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که بیشترین مقدار شاخص برداشت خوشه در زمان نشاکاری دوم با ۹۲/۹ درصد و کمترین مقدار در زمان نشاکاری سوم با ۷۸/۳ درصد مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص برداشت خوشه برای رقم گوهر با ۸۹/۱ درصد و کمترین مقدار برای رقم هاشمی با ۸۲/۳ درصد ثبت شد (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که بیشترین مقدار وزن هزار دانه در زمان نشاکاری دوم با میانگین ۲۵/۷ گرم به‌دست آمد که با زمان نشاکاری اول با میانگین ۲۴/۸ گرم تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی با زمان نشاکاری سوم اختلاف معنی‌داری داشت. بیشترین میانگین وزن هزاردانه برای رقم گوهر با میانگین ۲۵/۶ گرم به‌دست آمد که با رقم خزر با میانگین ۲۴/۸ گرم در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین وزن هزار دانه در رقم هاشمی با میانگین ۲۳/۱ گرم ثبت شد که با رقم گوهر و خزر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). در آزمایش حاضر، بیشترین مقدار وزن هزار دانه در زمان نشاکاری دوم در رقم گوهر به‌دست آمد که علت آن می‌تواند انطباق دمای مناسب هوا در زمان رشد رویشی، طول دوره رشد مناسب، افزایش سطح برگ و افزایش میزان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه‌ها باشد. به‌طور کلی وزن هزاردانه در برنج به میزان انجام فتوسنتز توسط منبع، ظرفیت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه، طول دوره رشد و نمو دانه، شرایط آب و هوایی موجود و مواد غذایی کافی در طول دوره پرشدن دانه (رطوبت، مواد معدنی قابل دسترس، تابش خورشید، درجه حرارت) شیوع بیماری‌ها و آفات به‌ویژه در برگ و خوشه بستگی دارد (Pirdashti *et al*., 2003). باگات و همکاران (Bhagat *et al*., 1991) اظهار داشتند تاخیر در نشاکاری، درصد پر شدن دانه و وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد، آن‌ها علت این تغییرات را دمای پایین در طی دوره رشد دانستند. مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری بر صفت وزن هکتولیتر نشان داد که زمان نشاکاری دوم بیشترین مقدار وزن هکتولیتر با میانگین حدود ۴۷ کیلوگرم و کمترین مقدار را زمان نشاکاری سوم با میانگین۴۰ کیلوگرم تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار هکتولیتر برای رقم گوهر با میانگین ۴۸ کیلوگرم و کمترین آن برای رقم هاشمی با میانگین ۴۰ کیلوگرم مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان‌های مختلف نشاکاری، ژنوتیپ و اثرات متقابل آن‌ها بر روی صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

جدول ۴- مقایسه میانگین زمان نشاکاری و رقم برای عملکرد دانه، اجزای عملکرد و انتقال مجدد

Table 4. Mean comparison of effect interaction transplanting time and Genotype on treatments transplanting times in three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars

زمان‌های نشاکاری و ارقام برنج Transplanting time and rice cultivars	درجه- روز رشد از نشاکاری تا رسیدگی GDD from transplanting to maturity	میزان انتقال مجدد Remobilization rate ($g.m^{-2}$)	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency (%)	سهم انتقال مجدد Contribution of remobilization (%)	تعداد دانه پر در خوشه No. of filled grains	درصد باروری خوشه Panicle fertility (%)	تراکم دانه پر در خوشه (تعداد بر سانتی‌متر) Density of filled grains per panicle (No/cm)	شاخص برداشت خوشه panicle Harvest index (%)	وزن هزار دانه 1000 weight grain (g)	وزن هکتولیتر Test weight (kg)	شاخص برداشت Harvest index (%)
زمان نشاکاری اول First transplanting time	1232.0 ab	208 b	41.3 b	41.3 b	113.2 b	82.3 b	4.1 ab	85.6 b	24.86 a	43.8 b	53.2 b
زمان نشاکاری دوم Second transplanting time	1294.2 a	277 a	45.8 a	47.1 a	137.3 a	90.4 a	4.5 a	92.9 a	25.79 a	47.7 a	58.8 a
زمان نشاکاری سوم Third transplanting time	1153.1 b	133 c	31.6 c	35.1 c	99.3 c	67.5 c	3.8 c	78.3 c	23.01 b	40.9 c	42.3 c
هاشمی Hashemi	1150.3 c	180 c	36.2 c	39.2 c	110.3 b	72.0 c	3.6 c	82.3 c	23.10 b	40.5 c	46.4 c
خزر Khazar	1239.8 b	202 b	39.3 b	41.1 b	116.0 ab	81.3 b	4.2 b	85.5 b	24.87 a	43.9 b	51.7 b
گوهر Gohar	1289.2 a	235 a	43.2 a	43.1 a	123.6 a	87.9 a	4.6 a	89.1 a	25.69 a	48.0 a	56.1 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌داری با آزمون توکی ندارند.

Means followed by similar letters in each column haven't significantly differents by Tukey's test.

مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که در زمان‌های نشاکاری اول و دوم بالاترین عملکرد دانه (به‌ترتیب ۷۶۵۳ و ۷۳۴۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم گوهر بود و در زمان‌های نشاکاری اول و سوم کمترین عملکرد دانه (به‌ترتیب ۴۳۳۶ و ۴۰۰۳کیلو گرم در هکتار) مربوط به رقم هاشمی بود (جدول ۳). با توجه به دیررس بودن رقم گوهر و نیاز به طول دوره رشد بیشتر، احتمالا نشاکاری این رقم در زمان‌های نشاکاری زود، امکان رشد مناسب، افزایش انتقال مجدد و رسیدن به حداکثر عملکرد دانه فراهم شده است. بیشترین میزان انتقال مجدد (۲۷۷ گرم در متر مربع) و کارآیی انتقال مجدد (۴۳/۲ درصد) مربوط به زمان نشاکاری دوم و رقم گوهر بود. پیردشتی و همکاران (Pirdashti *et al*., 2003) نیز گزارش کردند که ارقام پر محصول و با عملکرد بالاتر مقادیر بیشتری از ماده خشک را از اندام‌های هوایی انتقال دوباره می‌دهند. لی (Lee, 2001) بیان کرد که محدودیت در تولید ماده خشک بعد از گل‌دهی به دلیل پیری زودرس برگ‌ها در زمان پر شدن دانه، عدم وجود مقدار کافی ماده ذخیره شده به منظور انتقال مجدد به دانه، کاهش سطح فتوسنتز کننده و کمبود منبع از دلایل عمده کاهش عملکرد دانه می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد دانه از زمان نشاکاری‌دوم به زمان نشاکاری سوم ۱۶ درصد کاهش یافت، علت کاهش عملکرد با تاخیر در نشاکاری را می‌توان مربوط به کوتاه شدن دوره رشد رویشی و کافی نبودن درجه‌حرارت مورد نیاز گیاه و کاهش دمای تجمعی در زمان نشاکاری سوم (۱۱۵۳ درجه- روز رشد) که منجر به کاهش میزان کربوهیدرات‌های انتقال یافته به دانه شد. رقم‌های مختلف برنج واکنش‌های متفاوتی نسبت به عوامل زراعی از خود نشان می‌دهند، پایین بودن ماده خشک گیاهی در زمان گل‌دهی می‌تواند باعث کاهش اختصاص مواد پرورده به خصوص مواد دوباره انتقال یافته از سایر اجزا به دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود (Erfani *et al*., 1998). استیون و لینسکوب (Steven and Linscombe, 2004) اعلام کردند که زمان نشاکاری و درجه حرارت تاثیر به‌سزایی بر رشد محصول و عملکرد برنج دارند و هرچه نشاکاری به تاخیر افتد، عملکرد دانه نیز کاهش پیدا می‌کند. بوآرد و همکاران (Board *et al* ., 2001) در بررسی تاثیر درجه حرارت‌های مختلف در زمان تلقیح بر میزان عقیمی برنج به این نتیجه رسیدند که درجه حرارت‌های ۱۵ درجه سلسیوس و یا کمتر از آن در زمان ۱۰ تا ۱۵ روز قبل از خوشه رفتن، باعث افزایش عقیمی و کاهش عملکرد دانه می‌شود. تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر زمان نشاکاری و رقم بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های سطوح زمان نشاکاری نشان داد که بیشترین شاخص برداشت برای زمان نشاکاری دوم (۵۸/۸ درصد) به‌دست آمد که با زمان نشاکاری سوم (۴۲/۳ درصد) تفاوت معنی‌داری را نشان داد. همچنین بیشترین شاخص برداشت برای رقم گوهر (با میزان ۵۶/۱ درصد) ثبت شد که با رقم هاشمی (۴۶/۴ درصد) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). در آزمایش حاضر، رقم گوهر در زمان نشاکاری دوم با شاخص برداشت بالا، میزان بیشتری از ماده خشک را به دانه‌ها اختصاص داد. به عبارت دیگر با توزیع بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن، قسمت زیادی از ماده خشک به عملکرد اقتصادی دانه تخصیص یافت. با تاخیر در نشاکاری، توزیع مواد فتوسنتزی دچار اختلال شد و شاخص برداشت کاهش یافت.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج آزمایش حاضر به نظر می‌رسد که علت افزایش عملکرد دانه ارقام اصلاح شده را می‌توان ظرفیت بالای آن‌ها در توزیع کارآمدتر مواد فتوسنتزی و نیز مخازن فعال به‌ویژه تعداد پنجه‌های بارور در زمان‌های نشاکاری اول و دوم (۲۰ اردیبهشت ماه و ۸ خرداد ماه) دانست. بر همین اساس رقم گوهر از نظر اجزای عملکرد برتر از ارقام هاشمی و خزر بود.

نتایج این تحقیق نشان داد که در زمان‌های نشاکاری اول و دوم به‌دلیل وجود طول فصل رشد مناسب و انطباق مراحل فنولوژیک به‌ویژه مرحله پنجه‌زنی با طول روز و دمای مطلوب‌تر هوا، بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح حاصل شد. زمان‌های نشاکاری اول و دوم باعث اجتناب از خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز شده و به‌دلیل استفاده از عوامل اقلیمی در تولید، نظیر تطابق زمان گل‌دهی با دمای مناسب منجر به افزایش عملکرد دانه شد. با تاخیر در زمان نشاکاری، طول دوره رشد، درجه حرارت‌های تجمعی لازم برای تجمع مواد در بافت‌ها و انتقال آن‌ها به دانه‌ها کاهش و در نتیجه عملکرد دانه نیز کاهش یافت. بالا بودن میزان انتقال مجدد ماده خشک در رقم گوهر در زمان نشاکاری دوم به‌دلیل دمای مناسب‌تر

هوا در طول دوره رشد و افزایش سطح برگ در مرحله گل‌دهی بود و باعث افزایش عملکرد دانه شد. با تاخیر در زمان نشاکاری از زمان اول به زمان سوم، میزان دمای تجمعی گیاه کاهش یافت و باعث کاهش میزان انتقال مجدد ماده خشک به دانه‌ها شد. با توجه به اینکه بیشترین عملکرد دانه ارقام برنج مورد ارزیابی در زمان‌های نشاکاری اول و دوم (۲۰ اردیبهشت و ۸ خرداد ماه) به‌دست آمد، به نظر می‌رسد که یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه ارقام برنج در این دو تیمار افزایش میزان، کارآیی و سهم انتقال مجدد ماده خشک بوده است.

References

Abou Khalifa, A. A. B. 2009. Physiological evaluation of some hybrid rice varieties under different sowing dates. **Australian Journal of Crop Science** 3 (3): 178-183.

Ahmadi, A., Siosemardeh, A. and Zali, H. 2004. Comparison of storage capacity and photosynthesis carbohydrate concentration on maintenance of high yields in cereals exposed to environmental stress genotypes under different planting date. **Iranian Journal of Agriculture Science** 35 (4): 921-931. (In Persian with English Abstract).

Alizadeh, M. A. and Isvand, H. R. 2006. Rice in Egypt. Rice and Pulse Office. Agronomy Deputy. Ministry of Jihad-e-Agriculture Publications. 541 p. (In Persian).

Andrade, F. H. 1995. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcorce, Argentina. **Field Crops Research** 41: 1-12.

Bali, A. S., Singh, K. N. and Khan, G. M. 1996. Effect of transplanting dates on promising genotypes (*Oryza sativa* L.) under Kashmir valley conditions. **Indian Journal of Agronomy** 37 (4): 85-86.

Bhagat, K. L., Dahama, A. K., Singh, H., Azad, B. S. and Singh, H. 1991. Influence of seedling age at transplanting on growth and yield of Basmati rice. **Annals of Agricultural Research** 12: 249-254.

Board, J. E., Peterson, M. L. and Ngon, E. 2001. Floret sterility in rice in a cool environment. **Agronomy Journal** 72: 483-487.

Das, D. K. and Jat, R. L. 1977. Influence of three soil-water regimes on root porosity and growth of four rice varieties. **Agronomy Journal** 69: 197-200.

Dastan, S., Noor-Mohamadi, Gh., Madani, H., Mobasser, H. R. and Sam-Daliri, M. 2013. Evaluation of related to lodging characteristics and grain yield in Iranian rice genotypes under modified agronomical systems. **Annals of Biological Research** 4 (2): 267-275.

Dizon, M. A., Gines, H. C., Redulia, C. A. and Cassman, K. G. 1994. Effects of transplanting practices on rice yield components**. Philippinean Journal of Crop Science** 1: 76-82.

Erfani, A., Mazaheri, D. and Hashemi Dezfouli, A. 1998. Study of effect of nitrogen and transplanting date on yield and physiological growth indices in rice. The 5th Iranian Crop Sciences and Plant Breeding Congress. Seed and Plant Improvement Institute, August 31- September 3, 1998, Karaj, Iran. (In Persian).

Fageria, N. K. and Baligar, V. C. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advanced Argonomy** 88: 79-185.

Gogol, K. and Kalita, H. 1991. Response of transplanting rice (*Oryza sativa* L.) to fertilizer dosage plant protection and butachlor. **Indian Journal of Agronomy** 37 (3): 567-569.

Jagadish, S. V. K., Craufurd, P. Q. and Wheeter, T. R. 2007. High temperature stress and spikelet fertility in ricen (*Oryza sativa* L.). **Journal of Experimental Botany** 58 (7): 1627-1635.

Khanal, R., Shresta, S., Asch, F. and Becker, M. 2005. Phyllochron of lowland rice does not depend on temperature alone. Deutsche Tropentag, 2005, October 11-13, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.

Kobata, T., Sugware, M. and Takata, S. 2000. Shading during the early grain filling period not affect potential grain dry matter increase in rice. **Agronomy Journal** 92 (3): 411-417.

Lak, S., Naderi, A., Siadat, S. A., Ayenehband, A., Noor-Mohammadi, Gh. and Mousavi, S. 2008. The Effects of different levels of irrigation, nitrogen and plant population on yield, yield components and dry matter remobilization of corn at climatical conditions of Khuzestan. **JWSS - Isfahan University of Technology** 11 (42): 1-14. (In Persian with English Abstract).

Lee, M. H. 2001. Low temperature tolerance in rice: The Korean experience. Increased lowland rice in the Mekong region. Edited by Fukai and Jaya Basnayake. **ACIAR Proceeding** 101: 109-117.

Limouchi, K., Siadat, S. A. and Gilani, A. A. 2013. The effect of different planting dates on growth indexes and yield of rice cultivars in north regions of Khuzestan. **Electronic Journal of Crop Production** 6 (2): 167-184. (In Persian with English Abstract).

Noorbakhshian, S. G. 2003. Effect of seed rate, planting date in nursery and transplanting date on yield and yield components of rice (Koohrang cultivar). **Iranian Journal of Crop Sciences** 5 (4): 261-272. (In Persian with English Abstract).

Norman, R. J., Slaton, N. A., Moldenhauer, K. A. K. and Boothe, D. L. 2001. Influence of seeding date on the degree-day 50 thermal-heat unit accumulations and grain yields of new rice cultivars. **University of Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series** 468: 250-256.

Ntanos, D. A. and Koutrobas, S. D. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. **Field Crops Research** 74: 93-101.

Pirdashti, H., Tahmasebi Sarvestani, Z. and Nasiri, M. 2003. Study on dry matter and nitrogen remobilization in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under different transplanting dates. **Iranian Journal of Crop Sciences** 5: 46-55. (In Persian with English Abstract).

Plata, J. A., Kobata, T., Turner, N. C. and Fillery, I. R. M. 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by post-anthesis water deficits. **Crop Science** 34: 118-124.

Rawson, H. M. and Evans, L. T. 1971. The contribution of stem reserves to grain development in a range of cultivars of different height. **Australian Journal of Agricultural Research.** 22: 851-863.

Regher, D. 1998. Grain Sorghum Production Handbook. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Manhattan, Kansas, USA. 32 p.

Richard, C. D. 1982. Physiological aspect of crop yield. (2nd ed.). Wisconsin, U. S. A. pp: 85-92.

Singh, V. P., Singh, R. K., Singh, B. B. and Zeigler, R. S. 1996. Physiology of stress tolerance in rice: Proceedings of the International Conference on Stress Physiology of Rice. Feb. 28- March 5, 1994, Lucknow, U.P., India. 239 p.

Steven, D. and Linscombe, M. 2004. Plant management network. Rice response to planting date differs at two locations in Louisiana. **Journal of Crop Management** 95: 218-223.

Tahmasbi Sarvestani, Z. and Pirdashti, H. 1998. Dry matter and nitrogen remobilization of rice genotypes under different planting date. **Iranian Journal of Crop Sciences** 5: 46-55 (In Persian with English Abstract).

Yadava, M. S. and Singh, O. P. 1988. Effect of plant growth characters on yield of Indian rice cultivars. **Indian Journal of Botany** 11: 74-83.

Yoshida, S. 1983. Rice symposium on potential productivity of field crops under different environment. International Rice Research Institute, LosBanos, Philipinies. pp: 103-129.

Zakria, S., Matsuda, T., Tajma, S. and Nitta, Y. 2002. Effect of high temperature at ripening stage on the reserve accumulation in seed in some rice cultivars. **Plant Production Science** 5 (2): 160-168.

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 4, Winter 2018 (471-483)

Effect of transplanting time on grain yield, yield components and remobilization of three rice (*Oryza sativa* L.) varieties in Roudbar region

Mohammad Hosein Nadimi Dafrazi[1], Masoud Esfahani[2*] and Ali Aalami[3]

Received: September 1, 2015 Accepted: January 13, 2016

Abstract

To evaluate the effect of transplanting time on grain yield and remobilization of dry matter of rice varieties, a field experiment carried out as split plot based on complete block design with three replications in Roudbar region, Guilan, Iran, in 2013. Three transplanting times (May 10 and 29 and June 17) were arranged in main plots and three rice varieties (Khazar, Gohar and Hashemi) in sub plots. The results showed that transplanting times and varieties had significant effects on plant height, panicle length, stem length, panicle weight, number of tillers, number of filled grains, 1000 grain weight, test weight and grain yield. The interaction effect of transplanting time and variety were also significant on plant height, panicle length, stem length, number of tillers and grain yield. The results of mean comparisons showed that the highest remobilization rates of dry matter was related to the second transplanting time and Gohar variety (277 and 235 $g.m^{-2}$, respectively). The results indicated that the delay in transplanting time decreased remobilization rate, contribution and efficiency, so that the lowest values of these traits were observed at the third transplanting time (51%, 31% and 26%, respectively). The highest grain yield was belonged to Gohar variety during the first and second transplanting times (7653 and 7340 $kg.ha^{-1}$, respectively) that may be due to the increasing 1000-grain weight, test weight and number of filled grains per panicle. According to results of the experiment, the second transplanting time was the best appropriate time for the climatic conditions of the experimental region and the highest grain yield in this time was belonged to the Gohar variety.

Keywords: 1000-grain weight, Harvest index, Number of grain per panicle, Test weight

1. Graduated M. Sc., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
[*] Corresponding author: esfahani@guilan.ac.ir