



دانشگاه گیلان

دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره هفتم / شماره سوم / پاییز ۱۳۹۶ (۳۲۹-۳۱۵)

ارزیابی اثر پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.) در روش کشت مستقیم

حسن اخگری^۱، مسعود اصفهانی^{۲*}، غلامرضا محسن آبادی^۳ و علی اعلمی^۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۳

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین نقش پرایمینگ بذر بر ارقام برنج در روش کشت مستقیم انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به مدت دو سال (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. عامل اول شامل دو رقم برنج (خزر و هاشمی) و عامل دوم شامل ده سطح (هشت تیمار پرایمینگ (t₁ تا t₈) که بذرهای پس از پرایمینگ در نوار کاغذی قرار داده شدند، t₉- کاشت مستقیم (خطی) بذر جوانه‌دار شده و t₁₀- نشاکاری گیاهچه‌های ۲۵ روزه) بودند. صفات مورد ارزیابی شامل ویژگی‌های بذر و گیاهچه و ویژگی‌های فنولوژیک و مورفولوژیک گیاه کامل بود. همچنین، مقایسه توصیفی سه روش کاشت (کشت مستقیم با نوار بذر، کشت مستقیم خطی و کشت نشایی) پرداخته شد. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ و بیشترین میزان استقرار گیاهچه در مزرعه مربوط به تیمار بذر خشک بود. پرایمینگ بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری نداشت و برهم‌کنش رقم در پرایمینگ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم خزر در تیمار کشت نشایی و رقم هاشمی در تیمار پرایمینگ بذر با کلرید کلسیم بود. نتایج نشان داد که شیوه کاشت مستقیم با استفاده از نواربذر با کاهش ۱۱ درصد در طول دوره رشد و ۳۲ درصد در تعداد کارگر، نسبت به کشت نشایی در شرایط آزمایش حاضر برتری داشت. نتیجه کلی این آزمایش نشان داد که کشت مستقیم با نواربذر نسبت به نشاکاری هزینه تولید برنج را به مقدار ۱۲ درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: استقرار گیاهچه، پرایمینگ، فناوری نواربذر

۱- دانشجوی دکتری، 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- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۴- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: esfahani@guilan.ac.ir

مقدمه

برد (Farooq *et al.*, 2009). گیاهان حاصل از بذرهاى پرايم شده، به طور معنی‌داری دارای تعداد پنجه، خوشه و تعداد دانه در خوشه بیشتری نسبت به گیاهان بدون پرايمینگ بودند (WARDA, 2002). اسموهاردنینگ با کلريد پتاسيم يا کلريد کلسيم باعث بهبود جوانه‌زنی و خروج گیاهچه، میزان رشد، عملکرد دانه و کیفیت دانه در کشت مستقیم ارقام مختلف برنج در مقایسه با شرایط بدون پرايم شد که این موضوع ناشی از جوانه‌زنی منظم و افزایش قدرت گیاهچه بود. سرعت بالا و یکنواختی ظهور گیاهچه در بذرهاى پرايم شده ناشی از بهبود فعالیت آلفا‌آمیلاز و افزایش میزان قندهای محلول در این بذرها است. به نظر می‌رسد که تغییرات فیزیولوژیک ایجاد شده به‌وسیله اسموهاردنینگ ناشی از افزایش هیدرولیز نشاسته و تامین قندهای قابل دسترس بیشتر برای جنین بوده و باعث افزایش قدرت جوانه زنی و بهبود رشد، عملکرد دانه و خواص کیفی و رسیدگی محصول می‌شود. در کشت مستقیم، بذرهاى ارقام برنج که با کلريد کلسيم اسموپرايمینگ شده بودند، دارای عملکرد دانه بهتری (۲/۹۶ تن در هکتار) نسبت به شرایط بدون پرايم (۲/۱۱ تن در هکتار) بودند. بعلاوه عملکرد کاه و کلش (۱۳/۱ تن در هکتار نسبت به شاهد؛ ۹/۳۵ تن در هکتار) و شاخص برداشت (۲۲/۶۱ درصد نسبت به ۱۸/۹۱ درصد در شاهد) بود که دلیل آن تعداد پنجه و وزن هزار دانه بالاتر در بذور پرايم شده گزارش شد (Farooq *et al.*, 2006). با توجه به هزینه بالای تولید برنج در ایران و بحران رو به گسترش کمبود آب در کشور، تحقیق حاضر برای ارزیابی امکان تغییر در سیستم کاشت برنج از روش نشایی به کشت مستقیم طراحی گردیده است. در این رابطه بر اساس تجربه و مشکلات موجود بر سر راه توسعه کشت مستقیم، از روش پرايمینگ بذر و تولید نواربذر برنج جهت سهولت در کاشت مستقیم بذر و تسريع در استقرار گیاهچه در این آزمایش استفاده شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع، در مزرعه آزمایشی بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه شرقی و ارتفاع ۶۱ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک و سایر خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش در جدول یک ارائه شده است.

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از غلات عمده جهان است (Ashraf *et al.*, 2006) که بیش از نصف مردم جهان از آن به‌عنوان غذا استفاده می‌کنند (Chauhan *et al.*, 2011). تحقیق در خصوص شناسایی روش‌های مدیریت جایگزین برای کاهش آب مورد نیاز برای تولید برنج و افزایش بهره‌وری آب، برای پایداری سیستم‌های تولید ضروری است. امروزه کشت مستقیم برنج یک راهکار برای دستیابی به این هدف محسوب می‌شود (Ekta Joshi *et al.*, 2013). بذر پاشی بذر خشک از دهه ۱۹۷۰ جایگزین کشت نشایی برنج در قسمت‌های عمده‌ای از جهان گردید (Pandey *et al.*, 2005). نیاز آبی بالا، بالا بودن هزینه کارگری و نیاز زیاد به نیروی کارگری در سیستم کشت نشایی، باعث کاهش تمایل برای این سیستم شده است. به یقین کشت مستقیم برنج در مزارع پست باعث کاهش معنی‌دار هزینه تولید برنج می‌شود (Pandey *et al.*, 2005). کشت مستقیم دارای مزایایی چون حذف عملیات در خزانه گیری و نگهداری خزانه، نشاکاری و سایر مسایل مربوط به آب و خاک است. موفقیت در کشت مستقیم منوط به موفقیت در مدیریت علف‌های هرز و غلبه بر غیریکنواختی سبز شدن گیاهچه‌ها و کاهش صعوبت بذرکاری است (Farooq *et al.*, 2009). یکی از روش‌های جدید بکار گرفته شده در کشت مستقیم برنج، استفاده از نواربذر برنج است که در عملکرد دانه، مصرف آب و کارگر و هزینه آن در مقایسه با روش‌های سنتی کاشت مستقیم و کاشت نشایی در آزمایش‌های مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است (Cui *et al.*, 2012). رکورد بالای عملکرد دانه در کشت مستقیم سه تن در هکتار و عملکرد دانه در کشت نشایی دو تن در هکتار بود که این موضوع به افزایش تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و کاهش درصد پوکی نسبت داده شد (Sarkar *et al.*, 2003).

روش‌های مختلف پرايمینگ بذر باعث کارآمدی در تولید برنج شده و یکنواختی در جوانه‌زنی و عملکرد و کیفیت بهتر را به‌دنبال داشته است (Basrah *et al.*, 2011). نوآوری‌هایی در زمینه استقرار هر چه بهتر گیاهچه در کشت مستقیم بذر برنج توسط محققان مختلف صورت گرفته است که از جمله رطوبت‌دهی و خشکاندن بذر (Farooq *et al.*, 2009)، سرمادهی (Abdul Shukor *et al.*, 2012)، شوک دمایی، هوادهی، تیمار هورمونی و استفاده از مواد ایجاد کننده پتانسیل اسمزی را می‌توان نام

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil properties of the experimental field

عمق نمونه Soil depth (cm)	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	کربن آلی OC	نیترژن کل Total N	فسفر قابل جذب P	پتاس قابل جذب K	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC×10 ³
0-15	46	49	5	1.7	0.17	8.1	135	6.16	0.67

بیستم اردیبهشت هر دو سال آزمایش که دمای خاک در سه روز متوالی بالاتر از ۱۳ درجه سلسیوس بود. در زمین اصلی آماده‌سازی شده در کرت‌هایی به مساحت ۱۵ مترمربع (۵×۳ متر) در ۱۶ خط ۳ متری با فاصله ۳۰ سانتیمتر با تراکم ۳۳۰ بذر در مترمربع، کشت شدند. برای تیمار نشاکاری، در دهه سوم فروردین بذریابی خزانه انجام و گیاهچه‌های ۲۵ روزه با تراکم ۲۲ کپه در مترمربع (هم‌زمان با کشت مستقیم) با فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتیمتر نشاکاری شدند. در طول دوره رشد، مزرعه عاری از هر گونه آفت، بیماری، علف‌های هرز و کمبود عناصر غذایی نگهداری شد. مقادیر کود مصرفی بر اساس توصیه‌های فنی موسسه تحقیقات برنج کشور به صورت پایه و سرک مصرف شدند. در هر دو سال آزمایش تاریخ‌های بذریابی، نشاکاری، آغازش خوشه اولیه، گلدهی، رسیدگی فیزیولوژیک و زمان برداشت ثبت گردید. کنترل علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش ماچتی (چهار روز قبل از کاشت) انجام شد. مدیریت آب مزرعه در سه هفته اول به صورت غرقاب- خشک شدن متناوب انجام شد. پس از آن با افزایش ارتفاع گیاهچه‌ها، سطح آب مزرعه نیز افزایش داده شد و در ادامه برابر با مدیریت معمول آبیاری ادامه یافت. وجین دستی علف‌های هرز و واکاری کپه‌های از دست رفته در روز سیام پس از کاشت انجام گرفت.

همچنین برای ارزیابی جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه از بذرهای تیمار شده استفاده شد. آزمون جوانه‌زنی بذرهای پرایم‌شده و شاهد که هر یک در چهار تکرار ۲۵ عدد در ظروف پتری در بستر دو لایه کاغذ واتمن ۴۰ بر اساس دستورالعمل ISTA انجام و معیار جوانه‌زنی در این بخش خروج ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر بود. از اعداد به‌دست آمده برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی (روابط ۱ و ۲) استفاده شد (ISTA, 2009). از روز چهارم پس از کاشت هر روز تعداد بذرهای جوانه‌دار شده در متر مربع شمارش شد و معیار استقرار گیاهچه در مزرعه، تعداد

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در بهار دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ اجرا شد. فاکتور اول شامل دو رقم برنج خزر (اصلاح شده) و هاشمی (بومی) و فاکتور دوم ده تیمار (t₁ - t₁₀) شامل: هشت روش پرایمینگ بذر که در کلیه آن‌ها بذرهای در نوار کاغذی قرار داده شده و به‌صورت نواربذر کشت شدند و دو تیمار دیگر شامل کشت مستقیم خطی بذر جوانه‌دار بدون نوار کاغذی و تیمار نشاکاری در نظر گرفته شدند. شیوه اعمال تیمارهای پرایمینگ به‌صورت زیر بود: t₁- هیدروپرایمینگ: به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر توام با هوادهی خیسانده شده و پس از آن رطوبت بذر به حد اولیه کاهش داده شد، t₂- اسکوریبک اسید: هزار گرم بذر در پنج لیتر از محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسکوریبک اسید توام با هوادهی به مدت ۴۸ ساعت تیمار شد، t₃- سالیسیلیک اسید: هزار گرم بذر در پنج لیتر محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید همانند روش فوق تیمار گردید، t₄- کلرید کلسیم: هزار گرم بذر در پنج لیتر محلول ۲۲/۲ گرم در لیتر کلرید کلسیم (CaCl₂) همانند روش فوق تیمار گردید، t₅- پرایمینگ با سرما: ۱۰۰۰ گرم بذر در کیسه‌هایی از جنس پلی‌اتیلن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در فریزر تیمار شد، t₆- پرایمینگ با گرما + سرما: ۱۰۰۰ گرم بذر خشک در ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۴۰ درجه سلسیوس و سپس در محیط سرد (۲۰- درجه سلسیوس) تیمار شد، t₇- پوشش‌دار کردن بذر: هزار گرم از بذرهای هیدروپرایم شده با ترکیبی از مواد مغذی و محافظت‌کننده پوشش داده شد، t₈- بذر خشک بدون پرایم، t₉- خیساندن و جوانه‌دار کردن بذر مشابه شرایط جوانه‌دار کردن بذر توسط زارع قبل از کاشت (بدون پیش تیمار و بدون نوار بذر)، t₁₀- نشاکاری گیاهچه‌های ۲۵ روزه). بذرهای پرایمینگ شده به تعداد ۱۱۰ بذر در هر متر طول نوار به‌صورت دستی در نوار کاغذی به‌صورت ساندویچ قرار داده شد و سپس تا زمان کاشت در یخچال در دمای هفت درجه سلسیوس نگهداری شدند. در

رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌های شش متر مربع از مرکز هر کرت برداشت شده و پس از خرمکوبی با خرمکوب دستی موتوری مدل اشتاد ایران، عملکرد بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌های یک متر مربع از کف برداشت و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانده شده و برای محاسبه شاخص برداشت وزن دانه به وزن عملکرد بیولوژیک تقسیم گردید (Fageria et al., 2011). وزن هزار دانه با توزین ۱۰۰۰ دانه تصادفی از شلتوک‌های ناحیه برداشت نهایی هر کرت بدست آمد. تعداد پنج عدد خوشه از هر کرت انتخاب و با مشخص کردن تعداد دانه‌های پر و پوک در خوشه، درصد باروری خوشه، شاخص برداشت خوشه، فراوانی تعداد دانه در واحد طول خوشه (تعداد دانه در سانتیمتر طول خوشه)، تعداد کل دانه در هر خوشه، تعداد دانه پر در هر خوشه، تعداد دانه پوک در هر خوشه اندازه‌گیری و یا محاسبه شد (Fageria et al., 2011). برای اندازه‌گیری صفات تبدیل در آزمایشگاه بخش فنی تکنولوژی موسسه تحقیقات برنج کشور پس از تثبیت رطوبت دانه در حدود ده درصد، نمونه‌های صد گرمی از شلتوک هر تیمار تبدیل و راندمان تبدیل اندازه‌گیری شدند.

داده‌های به‌دست آمده پس از ارزیابی آزمون همگنی واریانس اشتباهات آزمایشی (F Maximum) به صورت مرکب تجزیه واریانس شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) در صفات مربوط به ارزیابی بذر و گیاهچه در آزمایشگاه نشان داد که تاثیر تیمار پرایمینگ بر صفات تعداد ریشه‌چه، سطح برگ گیاهچه، طول ریشه‌چه در دو رقم خزر و هاشمی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود و صفات تعداد ریشه‌چه، سطح برگ گیاهچه، طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. همچنین برهمکنش رقم و تیمارهای پرایمینگ بر صفات تعداد ریشه‌چه، طول ریشه‌چه و سطح برگ گیاهچه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دو رقم هاشمی و خزر در صفات تعداد دانه پر در خوشه، درصد پوکی، وزن

بذرهای جوانه‌زده در متر مربع تا روز بیستم پس از کاشت بود (Farooq et al., 2010).

(۱)

$$= 100 * (\text{تعداد کل بذور} / \text{تعداد بذور جوانه زده تا روز 10م}) =$$

درصد جوانه‌زنی

(۲)

(تعداد روز تا آخرین شمارش / تعداد بذور جوانه زده) + + (تعداد روز تا اولین شمارش / تعداد بذور جوانه زده) = سرعت جوانه زنی

آزمون‌های قدرت جوانه‌زنی بذر در تیمارهای مختلف پرایمینگ بر اساس دستورالعمل ISTA در آزمایشگاه زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. در این آزمایش برای هر رقم تعداد ۲۰۰ بذر از هر تیمار در چهار تکرار ۵۰ تایی به روش بستر حوله کاغذی اجرا شد (ISTA, 2009) در طول اجرای آزمایش ضمن بررسی و تنظیم رطوبت و ارزیابی بذر و گیاهچه، در پایان روز چهاردهم نسبت به ارزیابی ۱۰ گیاهچه طبیعی از هر تکرار و تیمار در خصوص صفات زیر اقدام شد (Basra, 2004).

ثبت مراحل فنولوژیک بر اساس مقیاس (Standard Evaluation System, IRR) و اندازه‌گیری انجام شد. برای ثبت دمای تجمعی در مراحل فنولوژیک، دمای حداقل و حداکثر از مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی استان گیلان واقع در نزدیکی محل آزمایش اخذ و بر اساس رابطه ۳ دمای تجمعی هر مرحله محاسبه گردید. دمای پایه در این رابطه ده درجه سلسیوس می‌باشد و درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه و پایین‌تر از ۱۰ درجه به ترتیب ۳۰ و ۱۰ منظور شدند (Das et al., 1977).

$$GDD = \sum n [(T_{min} + T_{max}) / 2] - T_b \quad (3)$$

T min حداقل و Tmax حداکثر دمای روزانه

که در آن Tb دمای پایه ۱۰ درجه سانتیگراد و n تعداد روزها هر مرحله رشدی ثبت شده می‌باشند.

برای تعیین طول خوشه در ساقه اصلی و تعداد انشعاب در خوشه، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در ده خوشه شمارش گردید. برای تعیین تعداد پنجه‌ها (کل و بارور) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، یک ناحیه یک مترمربعی در هر کرت بطور تصادفی انتخاب و تعداد پنجه‌ها (کل و بارور) شمارش شده و درصد باروری پنجه‌ها با استفاده از رابطه (۱۰۰ × نسبت پنجه‌های بارور به کل پنجه‌ها = درصد باروری پنجه‌ها)، محاسبه شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نیز در مرحله

حرارت هوا از زمان رشد گیاهچه در خزانه (نیمه فروردین) از درجه حرارت بالاتری برخوردار بود. در کشت مستقیم نیز کمترین درجه حرارت تجمعی از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی مربوط به تیمار بذر با ۲۴ ساعت خیساندن در آب بود.

اثر مثبت هورمون پرایمینگ با ابسیسیک اسید (ABA) و سالیسیلیک اسید (SA) و اسکوربیک اسید روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذر گندم در محیط شور (۵ دسی‌زیمنس بر متر) و بدون شور (۴ دسی‌زیمنس بر متر) توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Farooq *et al.*, 2005). فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2006) در بررسی اثر پرایمینگ (هیدروپرایمینگ به مدت ۴۸ ساعت، اسمو پرایمینگ با KCl یا CaCl₂ به مدت ۲۴ ساعت، اسکوربیت پرایمینگ برای ۴۸ ساعت، سخت شدن دانه (hardening) برای ۲۴ ساعت، جوانه‌دار کردن اولیه (روش سنتی جذب آب جهت آمادگی برای پخش در خزانه) و شاهد، بیان کردند که پرایمینگ بذر باعث بهبود جوانه‌زنی و خروج گیاهچه، رشد و نمو، عملکرد دانه و کیفیت آن شد. همچنین جوانه‌دار کردن قبل از کاشت، موجب ضعیف و نامنظم شدن رشد گیاهچه شده و به دنبال آن گیاهان ضعیف به‌وجود آورد. قیاسی و همکاران (Ghiyasi *et al.*, 2011) نشان دادند که بالاترین سرعت جوانه‌زنی و کمترین زمان برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر ذرت مربوط به تیمار گرما + سرما + گرما بود. بررسی آزمایشگاهی دیگری روی بذر ارقام برنج شیرودی و فجر نشان داده است که تیمار هاردنینگ (گرما + سرما) باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر شد (Yari *et al.*, 2012). در مرحله ۵۰ درصد گلدهی تیمار سالیسیلیک اسید با جذب ۱۲۶۱ درجه روز - رشد بیشترین دمای تجمعی را به خود اختصاص داد (جدول ۳) که نشان دهنده طولانی‌تر بودن مرحله پنجه‌زنی تا ظهور گل‌آذین در این تیمار بود. این موضوع با مشاهدات فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2006) مبنی بر اینکه اثر پرایمینگ در کشت مستقیم بذر برنج موجب افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه شده و می‌تواند در مراحل رشد و عملکرد نیز اثرگذار باشد، مطابقت داشت.

هزار دانه، عملکرد دانه و تعداد پنجه کل در سطح احتمال یک درصد و تعداد گیاهچه در واحد سطح در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات تعداد دانه پر در خوشه، تعداد گیاهچه در واحد سطح در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه و تعداد پنجه کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر همکنش رقم و پرایمینگ در صفت تعداد دانه پر در خوشه در سطح یک درصد و صفت درصد پوکی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. صفات مربوط به دمای تجمعی و ضرایب تبدیل شلتوک نشان داد که صفات دمای تجمعی از کاشت تا رسیدگی، دمای تجمعی از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی، درصد برنج سالم و راندمان تبدیل در دو رقم خزر و هاشمی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. پرایمینگ بر صفات دمای تجمعی از کاشت تا رسیدگی، از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی، از کاشت تا ۵۰ درصد ظهور گیاهچه و درصد برنج سالم در سطح احتمال یک درصد و راندمان تبدیل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش رقم و پرایمینگ بر صفات دمای تجمعی از کاشت تا ۵۰ درصد ظهور گیاهچه و راندمان تبدیل در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری داشت.

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (جدول ۳) که بالاترین سرعت جوانه‌زنی بذر (۳۲/۷ بذر در روز) و کمترین تعداد ساعت لازم تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (۳۴/۱ ساعت) مربوط به تیمار هیدرو پرایمینگ بود. کمترین تعداد گیاهچه در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه مربوط به تیمار پرایمینگ کلرید کلسیم (۱۲۶ گیاهچه در متر مربع) بود. در بین تمام تیمارها، تیمار نشاکاری کمترین درجه حرارت تجمعی از کاشت تا رسیدگی و از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی را داشت (جدول ۳) که این اختلاف مربوط به عدم احتساب دمای تجمعی دریافتی در ۲۵ روز خزانه نشا بود. تیمار نشاکاری علی‌رغم داشتن طول دوره رویش بیشتر (با احتساب طول دوره خزانه) دارای دمای تجمعی پایین‌تر و در گروه دوم قرار داشت که این تفاوت ناشی از زمان شروع کاشت بود. در کاشت مستقیم (نیمه اردیبهشت) درجه

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مطالعه شده در دو رقم برنج خزر و هاشمی تحت تیمارهای پیش‌اندازی (پرایمینگ) بذر
Table 2. Analysis of variance traits of two rice (Khazar and Hashemi) cultivars in seed priming treatments

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	طول ریشه‌چه Root length	تعداد ریشه‌چه No. of roots	سطح برگ گیاه‌چه Seedling leaf area	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	۵۰ درصد جوانه‌زنی 50 % germination (D ₅₀)	درصد پوکی دانه Unfilled grain (%)	تعداد دانه پر در خوشه No. of filled grains per panicle	تعداد گیاه‌چه در مترمربع در روز بیستم کاشت Seedling per m ² (20 days after sowing)
Year (Y) سال	1	0.0001 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}	70.1 ^{**}	47.78 ^{ns}	2873 ^{**}	3940 ^{**}	1295640 ^{**}
Block (Y) تکرار (سال)	6	1.4	0.5	27.5	14.6	32.37	18	143	21347
Cultivar (C) رقم	1	150.5 ^{**}	30.6 ^{**}	234.7 ^{**}	305.5 ^{ns}	6699.2 ^{ns}	12318 ^{**}	3441 ^{**}	46648 [*]
Treatment (T) تیمار	9	2.6 ^{**}	2.5 ^{**}	208.7 ^{**}	104.6 ^{**}	905.6 ^{**}	65 ^{ns}	3749 ^{**}	21114 ^{**}
(C×T) رقم × تیمار	9	3.9 ^{**}	2.9 ^{**}	47 ^{**}	1.7 ^{ns}	60.8 ^{ns}	132 [*]	2984 ^{**}	5162 ^{ns}
(Y×C) سال × رقم	1	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.001 ^{ns}	4.5 ^{ns}	438.4 ^{ns}	0.41 ^{ns}	390 ^{ns}	600 ^{ns}
(Y×T) سال × تیمار	9	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}	19.9 ^{ns}	166.7 ^{ns}	120 ^{ns}	595 ^{ns}	18038 ^{ns}
(C×T×Y) سال × رقم × تیمار	9	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.001 ^{ns}	15.9 ^{ns}	124.7 ^{**}	40 ^{ns}	347 [*]	7757 ^{ns}
Error خطای آزمایش	114	1.1	0.67	33.9	8.6	16.02	40	174	6864
CV (%) ضریب تغییرات	-	13.2	17.2	39.4	10.3	8.7	29.82	14.04	49

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

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

Table 2. Continued

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	تعداد پنجه کل Total tiller per m ²	راندمان تبدیل Milling rate	برنج سالم Head rice	دمای تجمعی (زمان رسیدگی) GDD (maturity time)	دمای تجمعی (۵۰٪ گلدهی) GDD (50% flowering)	دمای تجمعی (۵۰٪ ظهور گیاهچه) GDD (50% seedling emergence)
Year (Y) سال	1	455 **	50675637**	454968**	82 **	120 **	727038 **	447534 **	226487 **
Block (Y) تکرار (سال)	6	8.2	1203757	8387	9	41	0.001	0.001	26995
Cultivar (C) رقم	1	286 **	26065229**	1466890 **	752 **	3676 **	1484433 **	3410209 **	7683 ns
Treatment (T) تیمار	9	4.9 ns	553900 ns	6693 ns	13 *	71 **	776 **	15837 **	65909 **
(C×T) رقم × تیمار	9	7.9 ns	1009236 ns	4433 ns	7 ns	140 **	3.9 ns	1949 ns	21753 **
(Y×C) سال × رقم	1	48*	26226306 ns	75690**	154 **	888 **	21843 **	83887 **	234 ns
(Y×T) سال × تیمار	9	6.9 ns	207352 ns	8512 ns	2 ns	73 ns	41.9 ns	1869 ns	1081 ns
(C×T×Y) سال × رقم × تیمار	9	6.8 ns	691529 *	6799 ns	8 *	24 ns	15.6 **	4372 **	718 ns
Error خطای آزمایش	114	4.7	312110	6730	5.9	17	727038	447534	2264
CV (%) ضریب تغییرات	-	9.61	11.78	23.7	3.6	5.5	1	1	36

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

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

مقایسه توصیفی صفات زراعی و مورفولوژیک در سه روش کاشت (جدول ۵) نشان داد که از نظر طول فصل رشد، بین روش‌های کشت مستقیم با کشت نشایی تفاوت وجود داشت که این تفاوت ناشی از حذف دوره استقرار گیاهچه پس از انتقال به زمین اصلی بود. در کشت مستقیم حذف این مرحله باعث کوتاه تر شدن طول دوره رویش گیاه در هر دو رقم شد. این موضوع با نتایج کوی‌هانگ‌گوانگ و همکاران (Cui Hongguang *et al.*, 2012) مبنی بر اینکه استفاده از کشت مستقیم با استفاده از نواربذر دارای مزیت‌هایی از جمله کاهش طول دوره رویش گیاه از مزیت‌های اصلی روش کشت مستقیم محسوب می‌شوند، همخوانی داشت. به همین نسبت سایر مراحل فنولوژیک گیاه در دو رقم خزر و هاشمی در روش‌های کشت مستقیم به ترتیب ۱۰ و ۱۱ درصد نسبت به روش کاشت نشایی کوتاه‌تر بودند. به‌طور کلی مزیت کاهش ده درصدی در طول دوره رویش گیاه برنج در دو رقم مورد ارزیابی طی دو سال آزمایش مشاهده شد (جدول ۵). ارزیابی توصیفی نیز نشان داد که قیمت تمام شده هر کیلوگرم شلتوک و برنج سفید، هزینه کاشت و تعداد کارگر مورد نیاز در روش کاشت با نوار بذر در هر دو رقم خزر و هاشمی نسبت به روش کاشت نشایی کمتر بود (جدول ۵). هزینه کل دوره با احتساب اجاره زمین در روش کاشت با نوار بذر در رقم خزر نسبت به روش کشت نشایی ۱۳ درصد و در رقم هاشمی ۱۲ درصد کاهش را نشان داد و این موضوع باعث شد تا قیمت تمام شده شلتوک در هر دو رقم کاهش ۱۷ تا ۲۵ درصدی نشان دهد. این موضوع با نتایج انتانوس (Ntanos, 2001) مبنی بر اینکه کشت مستقیم برنج غرقابی باعث کاهش معنی‌دار هزینه تولید می‌شود، همخوانی داشت. در مقایسه توصیفی صفات مورفولوژیک در سه روش کاشت نشان داد که صفات تعداد پنجه موثر در رقم خزر در روش کاشت مستقیم نسبت به کاشت نشایی کاهش داشت، در حالی که این صفت در رقم هاشمی از میزان بالاتری برخوردار بود. وزن ماده خشک تولیدی در هر دو رقم در روش کاشت مستقیم کمتر بود، اما عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری نداشت و در نتیجه میزان شاخص برداشت در روش کاشت مستقیم افزایش چشمگیری داشت (جدول ۵).

واکنش متفاوت ارقام در صفات مختلف توسط سایر محققین (Won *et al.*, 1998; Rao *et al.*, 2007) نیز گزارش شده است.

نتایج (جدول ۲) نشان دهنده عدم وجود اثر معنی‌دار در عملکرد دانه، وزن هزار دانه و درصد پوکی در تیمارهای آزمایشی بود. اما صفات تعداد دانه پر در خوشه و راندمان تبدیل و درصد برنج سالم در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری داشت. این موضوع یعنی ارتباط بین درصد پوکی بالا و ضریب تبدیل پایین در کشت نشایی ارقام نشان می‌دهد که بین تیمارهای کشت مستقیم و کشت نشایی از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد تفاوت وجود نداشت. این نتایج با یافته‌های کوی‌هانگ‌گوانگ و همکاران (Cui Hongguang *et al.*, 2012) که تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه در چهار روش کشت (کشت مستقیم با استفاده از نوار بذر در زمین خشک، کشت مستقیم با استفاده از نوار بذر در مزرعه گلخراب شده، کشت مستقیم سنتی بذر در زمین خشک، کشت سنتی نشایی در زمین گلخراب شده) نیافتند، مطابقت داشت. این موضوع همچنین با نتایج یک آزمایش دو ساله که در آن میزان عملکرد دانه ارقام بومی در کشت نشایی سنتی در بستر گلخراب در مقایسه با کشت مستقیم در شرایط بدون شخم (بدون گلخرابی) یکسان بوده است، مطابقت داشت (Basrah, 2011). بالاترین عملکرد دانه در رقم خزر با مقدار ۵۹۰۹ کیلوگرم در هکتار و در رقم هاشمی با مقدار ۴۶۲۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). واکنش متفاوت ارقام برنج در تیمارهای مختلف با نتایج وون و همکاران (Won *et al.*, 1998) مطابقت داشت. آنان بیان داشتند که انتخاب ارقام تیپ مطلوب در افزایش عملکرد برنج نقش دارد و ارقام با تعداد پنجه محدود و وزن خوشه کم با ریشه‌ها و ساقه ضخیم، برای کشت مستقیم مناسب‌تر بودند. البته سایر مزایای کشت مستقیم (از جمله سهولت کاشت) باعث برتری آن نسبت به کشت نشایی شد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که فقط صفت تعداد دانه پر در خوشه در تیمار نشایی از کشت مستقیم بیشتر بود. نتایج تجزیه واریانس تبدیل شلتوک به برنج سفید نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین ارقام برنج و تیمارهای پیش‌اندازی و برهم‌کنش بین آنها بود. مقایسه میانگین‌ها برهم‌کنش رقم و پرایمینگ نشان داد (جدول ۴) که رقم هاشمی نسبت به رقم خزر از راندمان تبدیل بالاتری برخوردار بود و بهترین تیمار در رقم خزر تیمار نشاکاری، و در رقم هاشمی تیمار بدون پرایمینگ بودند. این تفاوت در واکنش ارقام به تیمارهای مختلف پیش‌اندازی با نتایج فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2006) و رحمان و همکاران (Rehman *et al.*, 2010) همخوانی داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارهای پیش‌اندازی (پرایمینگ) بذر برنج
Table 3. Mean comparisons of the studied traits in rice seed priming treatments

تیمار* Treatment*	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) Germination rate (No. per day)	۵۰ درصد جوانه‌زنی 50 % germination (D ₅₀)	تعداد گیاهچه در مترمربع (در روز بیستم کاشت) Seedling per m ² (20 days after sowing)	دمای تجمعی (زمان رسیدگی) GDD (maturity time)	دمای تجمعی (۵۰٪ گلدهی) GDD (50 % flowering)
T ₁ تیمار یک	32.7 a	34.1 e	126 d	1682 a	1248 ab
T ₂ تیمار دو	31.9 ab	35.6 de	163 bcd	1682 a	1235 ab
T ₃ تیمار سه	29.5 abc	38.2 cde	179 abcd	1682 a	1261 a
T ₄ تیمار چهار	27.8 cde	44.8 bcd	129 d	1682 a	1335 ab
T ₅ تیمار پنج	28.5 bcd	51.1 ab	134 d	1682 a	1236 ab
T ₆ تیمار شش	25.5 de	56.2 a	163 bcd	1682 a	1231 ab
T ₇ تیمار هفت	28.6 bcd	46.3 abc	148 cd	1682 a	1231 ab
T ₈ تیمار هشت	24.8 e	52.5 ab	207 ab	1682 a	1234 ab
T ₉ تیمار نه	26.1 cde	51.0 ab	205 abc	1682 a	1223 b
T ₁₀ تیمار ده	27.9 cde	45.9 bcd	231 a	1660 b	1142 c

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

* تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از: t₁ هیدروپرایمینگ، t₂ اسکوربیک اسید، t₃ سالیسیلیک اسید، t₄ کلرید کلسیم، t₅ پیش‌اندازی با سرما، t₆ پیش‌اندازی با گرما + سرما، t₇ پوشش‌دار کردن بذر، t₈ بذر خشک و بدون پرایمینگ، t₉ بذر با ۲۴ ساعت خیساندن، t₁₀ بذر با ۴۸ ساعت خیساندن.

Mean comparisons is performed using LSD test at 5% probability level.

* The experimental treatments are: t₁, hydroperiming; t₂, ascorbic acid; t₃, salicylic acid; t₄, calcium chloride; t₅, cold priming; t₆, heat-cold priming; t₇, seed coating; t₈, dry seed without priming; t₉, seeds with 24 hours soaking; t₁₀, seeds with 48 hours soaking.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش بین پیش‌اندازی (پرایمینگ) بذر و رقم برنج برای صفات مورد مطالعه در این تحقیق

Table 4. Mean comparisons of the interactions between seed priming and rice cultivars for the studied traits in this research

تیمار* Treatment*	تعداد ریشه‌چه No. of root	سطح برگ گیاهچه seedling leaf area (cm ²)	طول ریشه‌چه Root length (cm)	دمای تجمعی (۵۰٪ ظهور گیاهچه) GDD (50% seedling emergence)	تیمار* Treatment*	تعداد ریشه‌چه No. of root	سطح برگ گیاهچه Seedling leaf area (cm ²)	طول ریشه Root length (cm)	دمای تجمعی (۵۰٪ ظهور گیاهچه) GDD (50% seedling emergence)
خزر × تیمار ۱ T ₁ × Khazar	4 h	11.7 n	9.3 d	219 i	هاشمی × تیمار ۱ T ₁ × Hashemi	5.5 b	7 t	6.4 s	343 bc
خزر × تیمار ۲ T ₂ × Khazar	3.5 j	16 d	8.3 h	313 cd	هاشمی × تیمار ۲ T ₂ × Hashemi	5 d	13.4 l	7.2 p	263 efg
خزر × تیمار ۳ T ₃ × Khazar	4.7 e	9.7 s	9 f	228 hi	هاشمی × تیمار ۳ T ₃ × Hashemi	5.7 a	11.2 o	7.7 l	157 j
خزر × تیمار ۴ T ₄ × Khazar	3.5 j	20.3 c	9.1 e	256 fgh	هاشمی × تیمار ۴ T ₄ × Hashemi	5.2 c	18.1 e	7.5 m	233 hi
خزر × تیمار ۵ T ₅ × Khazar	4.7 e	21.8 a	8.2 i	290 de	هاشمی × تیمار ۵ T ₅ × Hashemi	4 h	17.3 f	7.3 o	246 ghi
خزر × تیمار ۶ T ₆ × Khazar	3.5 j	18.7 d	8.1 j	278 ef	هاشمی × تیمار ۶ T ₆ × Hashemi	5 d	15.4 i	7.7 k	240 ghi
خزر × تیمار ۷ T ₇ × Khazar	3.7 i	13.2 m	10.3 a	238 ghi	هاشمی × تیمار ۷ T ₇ × Hashemi	5 d	10.1 r	7.4 n	231 hi
خزر × تیمار ۸ T ₈ × Khazar	5 d	10.7 q	10.1 b	359 b	هاشمی × تیمار ۸ T ₈ × Hashemi	5 d	16 h	7.2 p	238 ghi
خزر × تیمار ۹ T ₉ × Khazar	4.2 g	14.9 j	10.1 b	149 j	هاشمی × تیمار ۹ T ₉ × Hashemi	5 d	10.9 p	6.8 o	245 ghi
خزر × تیمار ۱۰ T ₁₀ × Khazar	5 d	20.7 b	10.1 b	404 a	هاشمی × تیمار ۱۰ T ₁₀ × Hashemi	4.5 f	14.1 k	6.7 r	400 a

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

* تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از: t₁ هیدروپرایمینگ، t₂ اسکوربیک اسید، t₃ سالیسیلیک اسید، t₄ کلرید کلسیم، t₅ پیش‌اندازی با سرما، t₆ پیش‌اندازی با گرما + سرما، t₇ پوشش‌دار کردن بذر، t₈ بذر خشک و بدون پرایمینگ، t₉ بذر با ۲۴ ساعت خیساندن، t₁₀ بذر با ۴۸ ساعت خیساندن.

Mean comparisons is performed using LSD test at 5% probability level.

* The experimental treatments are: t₁, hydroperiming; t₂, ascorbic acid; t₃, salicylic acid; t₄, calcium chloride; t₅, cold priming; t₆, heat-cold priming; t₇, seed coating; t₈, dry seed without priming; t₉, seeds with 24 hours soaking; t₁₀, seeds with 48 hours soaking.

Table 4. Continued

جدول ۴ - ادامه

تیمار* Treatment*	راندمان تبدیل Milling rate (%)	درصد پوکی Unfilled grains (%)	دانه پر در خوشه Filled grains (%)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	تیمار* Treatment*	راندمان تبدیل Milling rate (%)	درصد پوکی Unfilled grains (%)	دانه پر در خوشه Filled grains (%)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)
خزر × تیمار ۱ T ₁ × Khazar	55 defg	32 ab	96 bc	5268 abc	هاشمی × تیمار ۱ T ₁ × Hashemi	63 abc	13 de	95 bc	4381 de
خزر × تیمار ۲ T ₂ × Khazar	56 bcdef	28 abc	91 bc	5189 abc	هاشمی × تیمار ۲ T ₂ × Hashemi	63 abcd	10 e	91 bc	4506 cde
خزر × تیمار ۳ T ₃ × Khazar	54 efg	30 ab	102 b	4916 bc	هاشمی × تیمار ۳ T ₃ × Hashemi	61 abcd	11 de	89 bc	4522 cde
خزر × تیمار ۴ T ₄ × Khazar	54 efg	31 ab	97 bc	4612 cde	هاشمی × تیمار ۴ T ₄ × Hashemi	61 abcd	11 de	88 bc	4628 cde
خزر × تیمار ۵ T ₅ × Khazar	55 fg	36 a	85 bc	4752 bcde	هاشمی × تیمار ۵ T ₅ × Hashemi	61 abcd	13 de	86 bc	4149 de
خزر × تیمار ۶ T ₆ × Khazar	54 g	25 bc	85 bc	4716 bcde	هاشمی × تیمار ۶ T ₆ × Hashemi	62 abc	15 de	87 bc	4370 de
خزر × تیمار ۷ T ₇ × Khazar	57 cdefg	31 ab	84 bc	5414 ab	هاشمی × تیمار ۷ T ₇ × Hashemi	62 abc	12 de	83 bc	4113 e
خزر × تیمار ۸ T ₈ × Khazar	56 bcdefg	31 ab	85 bc	5463 ab	هاشمی × تیمار ۸ T ₈ × Hashemi	63 a	9 e	82 bc	4339 de
خزر × تیمار ۹ T ₉ × Khazar	56 defg	33 ab	78 c	5175 abc	هاشمی × تیمار ۹ T ₉ × Hashemi	62 abc	13 de	93 bc	4087 e
خزر × تیمار ۱۰ T ₁₀ × Khazar	59 abcdef	20 cd	177 a	5909 a	هاشمی × تیمار ۱۰ T ₁₀ × Hashemi	59 ab	15 de	93 bc	4252 de

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شده است.

* تیمارهای آزمایشی عبارت‌اند از: t₁ هیدروپرایمینگ، t₂ اسکوربیک اسید، t₃ سالیسیلیک اسید، t₄ کلرید کلسیم، t₅ پیش‌اندازی با سرما، t₆ پیش‌اندازی با گرما + سرما، t₇ پوشش‌دار کردن بذر، t₈ بذر خشک و بدون پرایمینگ، t₉ بذر با ۲۴ ساعت خیساندن، t₁₀ بذر با ۴۸ ساعت خیساندن.

Mean comparisons is performed using LSD test at 5% probability level.

* The experimental treatments are: t₁, hydroperiming; t₂, ascorbic acid; t₃, salicylic acid; t₄, calcium chloride; t₅, cold priming; t₆, heat-cold priming; t₇, seed coating; t₈, dry seed without priming; t₉, seeds with 24 hours soaking; t₁₀, seeds with 48 hours soaking.

جدول ۵- مقایسه توصیفی صفات فنولوژیک و مورفولوژیک، هزینه و نیروی کارگری در دو رقم برنج خزر و هاشمی در روش‌های مختلف کاشت (هزینه‌ها به ریال بر اساس قیمت سال ۱۳۹۲ محاسبه شده‌اند)

Table 5. Descriptive comparisons of phenological and morphological characteristics, cost and labor of two rice (Khazar and Hashemi) cultivars in different planting methods (costs were calculated to Rials based on prices of 2013)

روش کاشت Planting method	رقم برنج Rice cultivar	طول دوره رویش Growth duration		شاخص برداشت Harvest index (%)		عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)		ماده خشک Dry matter (kg.ha ⁻¹)		پنجه موثر Effective tiller (No.m ⁻²)		قیمت تمام شده برنج سفید Head rice cost.kg ₁		قیمت تمام شده شلتوک Paddy rice cost.kg ₁		هزینه کل با احتساب اجاره زمین Farm land cost		تعداد کارگر تا پایان دوره کاشت Total labor	
		% *	روز Day	% *	مقدار (%) Value (%)	% *	kg.ha ⁻¹	% *	kg.ha ⁻¹	% *	تعداد No.	% *	ریال Rials	% *	هزار ریال 1000 R	% *	هزار ریال 1000 R	% *	نفر روز Person-day
کشت مستقیم با خزر Khazar		-90	120	-97	42	-92	5463	-94	12981	-98	235	+106	25360	-83	10900	-87	81990	-70	85
روش نوار بذر Seed tapes	هاشمی Hashemi	-89	108	+128	32	-108	4628	-85	14053	-97	430	-74	23500	-75	12690	-88	80030	-68	75
کشت مستقیم سنتی Direct seeded	خزر Khazar	-90	120	+109	47	-87	5175	-79	10890	-97	232	+113	27040	-92	12160	-90	84690	-73	88
	هاشمی Hashemi	-89	108	+128	32	-96	4087	-76	12492	-97	431	-84	26940	-86	14540	-87	79260	-71	78
کشت نشایی Transplanting	خزر Khazar	100	133	100	43	100	5909	100	13708	100	238	100	23880	100	13130	100	93290	100	120
	هاشمی Hashemi	100	121	100	25	100	4252	100	16398	100	442	100	31740	100	16820	100	90520	100	109

*The changes percentage compared to the transplanting method is calculated.

* درصد تغییرات نسبت به روش کشت نشایی ارزیابی شده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده اثربخشی متفاوت تیمارهای پرایمینگ بر صفات زراعی و مورفولوژیک در دو رقم برنج مورد آزمایش بود. تیمار هیدرو پرایمینگ بر بیشتر صفات تاثیر مطلوبی داشت. واکنش ارقام برنج در تیمارهای پرایمینگ متفاوت بود، به طوری که رقم هاشمی در واکنش به هیدرو پرایمینگ در صفاتی از جمله عملکرد دانه از مطلوبیت بالاتری (۸ درصد عملکرد بالاتر با تیمار هیدرو پرایمینگ) برخوردار بود. از مهم‌ترین دستاوردهای تحقیق حاضر این بود که تفاوت معنی‌داری در صفات عملکرد و اجزای عملکرد بین کشت مستقیم و کشت نشایی ملاحظه نشد، در حالی که در بررسی‌های مقایسه دو روش کاشت مستقیم با نوار بذر و کشت نشایی و بررسی توصیفی نشان داد که کشت مستقیم با استفاده از نوار بذر می‌تواند هزینه تولید و تعداد نیروی کار مورد نیاز در زراعت برنج را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد و تا حدودی باعث افزایش

عملکرد در رقم هاشمی (به مقدار ۸ درصد) شد. به این ترتیب قیمت تمام شده تولید هر کیلوگرم شلتوک به مقدار زیادی کاهش یافت. آزمایش‌های تکمیلی در خصوص ارقام مختلف برنج و تیمارهای مختلف پرایمینگ، به‌ویژه در رابطه با شیوه‌های تهیه نوار بذر برای شناسایی اثر پرایمینگ بذر روی ارقام برنج در روش‌های مختلف کاشت سودمند خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نگارندگان مراتب سپاسگزاری خود را از حوزه ریاست، معاونت پژوهش و فناوری و دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، موسسه تحقیقات برنج کشور و کارشناسان محترم آزمایشگاه‌های زراعت این دو دانشگاه و دانشجو شیما فلاحتی که در اجرای این تحقیق در مزرعه و آزمایشگاه کمک شایانی کردند، اعلام می‌دارند.

References

- Abdul Shukor, J., Anwar, M. P., Selamat, A., Puteh, A. and Azmi, K. 2012. The influence of seed priming on weed suppression in aerobic rice. *Pakistan Journal of Weed Science Research* 18: 257-264.
- Ashraf, M., Awan, T., Manzoor, M., Ahmad, M. and Safdar, M. 2006. Screening of herbicides for weed management in transplanted rice. *Journal of Animal and Plant Science* 16: 92-101.
- Basrah, S. M. A., Farooq, M., Ahmed, N. and Afzal, I. 2011. Seed priming with $CaCl_2$ improves the stand establishment, yield and quality attributes in direct seeded rice (*Oryza sativa*) *International Journal of Agricultural Biology*: 1814-9596. 11-186/HUT/2011/13-5-786-790.
- Basra, S. M. A., Farooq, M., Hafeez, K. and Ahmed, N. 2004. Osmohardening: A new technique for rice seed invigoration. *International Rice Research Notes* 27: 74-75.
- Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2011. Growth response of direct seeded rice to oxadiazon and bispyribac-sodium in aerobic and saturated soils. *Weed Science* 59: 119-122.
- Cui Hongguang, R. W. 2012. Performance test of rice seed tape wisting mechanism. *International Agricultural Engineering Journal* 22 (03-04): 59-64.
- 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.
- Ekta Joshi, E., Kumar, D., La, B., Nepalia, V., Gautam, P. and Vyas, A. K. 2013. Management of direct seeded rice for enhanced resource - use efficiency. *Plant Knowledge Journal* 2 (3): 119-134.
- Farooq, M., Kobayashi, A., Wahid, O., Ito, O., Shahzad, M. and Basra, A. 2009. Strategies for producing more rice with less water. *Advances in Agronomy* 101: 351-388.
- Farooq, M., Basra, A., Tabassum, R. and Afzal, I. 2006. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant Production Science* 9: 446-456.
- Farooq, M., Basra, A., Hafeez, K. and Ahmad, N. 2005. Thermal hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology* 47 (2): 187-193.
- Ghiyasi, M., Tajbakhsh, R. and Amini, A. 2011. Effect of osmopriming on harvested seed vigor of maize (*Zea mays* L.). *Advances in Environmental Biology* 5 (11): 3540-3542.
- ISTA, 2009. International rules for seed testing. Edition 2009.
- Ntanos, D. 2001. Strategies for rice production and research in Greece. In: Cha-taigner, J. (Ed.), Research strategies for rice development in transition economies. Montpellier, France. pp: 115-122.

- Pandey, S. and Velasco, L. E. 2005.** Trends in crop establishment methods in Asia and research issues. In: Rice is life: Scientific perspectives for the 21st century. Proceedings of the World Rice Research Conference, November 4-7, 2004, Tsukuba, Japan. pp: 178-181.
- Rao, A. N., Johnson, D. E., Sivaprasad, B., Ladha, J. K. and Mortimer, A. M. 2007.** Weed management in direct-seeded rice. **Advances in Agronomy** 93: 153-255.
- Rehman, H., Basra, S. M. A. and Farooq, M. 2010.** Field appraisal of seed priming to improve the growth, yield and quality of direct seeded rice. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry** 35: 357-365.
- Sarkar, R. K., Sanjukta, D. and Das, S. 2003.** Yield of rainfed lowland rice with medium water depth under anaerobic direct seeding and transplanting. **Tropical Science Banner** 43 (4): 192-198.
- WARDA, 2002.** In: Jones, M. P. and Wopereis Pura, M. (Eds.), Participatory Varietal Selection: Beyond the Flame. West Africa Rice Development Association (WARDA).
- Won, J. G., Hirahara, Y., Yoshida, T. and Imabayashi, S. 1998.** Selection of rice lines using SPGP seedling method for direct seeding. **Plant Production Science** 1: 280-285.
- Yari, L., Zareyan, A., Sheidaie, S. and Khazaei, F. 2012.** Influence of high and low temperature treatments on seed germination and seedling vigor of rice (*Oryza sativa* L.). **World Applied Science Journal** 16 (7): 1015-1018.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 3, Autumn 2017 (315-329)

Evaluating the effect of seed priming on growth and yield of two rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in direct seeding method

Hassan Akhgary¹, Masoud Esfahani^{2*}, Gholamreza Mohsenabadi³ and Ali Alami⁴

Received: April 6, 2016

Accepted: August 24, 2016

Abstract

This study aimed to determine the role of seed priming on different methods of rice cultivation was performed. A factorial experiment in randomized complete block design with four replications was conducted at the experimental field of Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran, during two years (2013 and 2014). The experimental factors were included two rice varieties (Khazar and Hashemi) and ten cultivation methods (eight priming, combined with seed tape technology plus two treatments, linear direct seeding and transplanting). The measured characteristics were including characteristics of seeds and seedlings in the lab and other phenological and morphological characteristics. Also, the descriptions of the three planting methods were discussed (direct seeding with seed tap technology, linear direct seeding and transplanting). The combined analysis of variance showed that seed priming had significant effects on seed and seedling traits. Most of seedling establishment in the field was related to dry seed treatment. There was no significant seed priming effect on yield, while there was significant impacts of cultivar, the interaction between cultivar and priming on yield. Most grain yield was, Khazar cultivar of transplantation treat, and in Hashem cultivar was in seed priming treat with calcium chloride. results showed that the direct seeding using seed tap technology, declined by 11 percent during the growing season, 32% of the number of workers, the experiment was better than transplanting method. The overall result of this experiment showed that direct seeding with seed tap technology can be 12 percent reduced in rice production cost.

Keywords: Priming, Seedling establishment, Seed tap technology

1. Ph. D. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

3. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

4. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran

* Corresponding author: esfahani@guilan.ac.ir