"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸
(ص ۱۷-۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 8, No.: 1, Spring and Summer 2019
(pp: 1-17)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.109014.1043
Research Article

اثر پرایمینگ بر بنیه بذر وگیاهچه دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.)

حسن اخگری[1*] و بهزاد کاویانی[2]

۱. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۲. دانشیار، گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
(تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۱۰/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۷)

چکیده

پرایمینگ نقش مهمی بر بنیه بذر و گیاهچه دارد. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، در آزمایشگاه بذر و مزرعه آزمایشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت به مدت دو سال (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳) اجرا شد. عامل اول این پژوهش؛ دو رقم برنج (خزر و هاشمی) و عامل دوم؛ ده تیمار پرایمینگ (T1-T10) شامل:T1- هایدروپرایمینگ، T2-پرایمینگ با اسید آسکوربیک، T3- پرایمینگ با اسید سالیسیلیک، T4- پرایمینگ با کلرید کلسیم، T5- پرایمینگ با سرما، T6- پرایمینگ با گرما + سرما، T7- پوشش‌دارکردن بذر، T8- بذرخشک بدون پرایم، T9- پیش‌خیساندن بذر به‌مدت ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمایش و T10- پیش‌خیساندن بذر به‌مدت ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمایش بود. آزمون‌های بنیه بذر و ارزیابی گیاهچه بر اساس شیوه‌نامه ISTA انجام شد. نتایج نشان داد که، رقم خزر از نظر وزن تر ریشه‌چه (۱۴/۷ میلی‌گرم) و تعداد ریشه‌چه (۵)، نسبت به رقم هاشمی برتر بود. مدت زمان لازم (ساعت) برای رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی (R50) در رقم خزر، ۵۰ ساعت و در رقم هاشمی، ۴۱ ساعت بود که بر این اساس رقم هاشمی از یکنواختی بالاتری در جوانه‌زنی برخودار بود. مقایسه مبانگین شاخص هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار پرایمینگ با $CaCl_2$ بالاترین مقدار هدایت الکتریکی را ایجاد کرد. کمترین زمان لازم برای رسیدن به ۵، ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی به ترتیب با ۱۳، ۱۶ و ۳۲ ساعت، مربوط به تیمار هایدروپرایمینگ بود. همچنین بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار هایدروپرایمینگ بود. کمترین زمان تا رسیدن به ۹۵ درصد جوانه‌زنی با ۶۶ ساعت، در تیمار هایدروپرایمینگ رقم هاشمی محاسبه شد. بیشترین استقرار گیاهچه در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه مربوط به بذر بدون تیمار پرایمینگ بود. تیمار هایدروپرایمینگ به دلیل هزینه پایین و اثرگذاری مثبت در سرعت و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در رقم هاشمی به کاربران توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: ارزیابی گیاهچه، اسید آسکوربیک، اسید سالیسیلیک، برنج، هایدروپرایمینگ.

Effect of priming on seed and plantlet vigor of two cultivars of rice (*Oryza sativa* L.)

H. Akhgari[1*] and B. Kaviani[2]

1. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plants Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Associate Professor, Department of Horticulture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
(Received: Jan. 02, 2017 – Accepted: Feb. 06, 2018)

Abstract

Priming has an important role on vigority of seed and plantlet. This research was conducted according to randomized completely block design with four replications in seed laboratory and experimental field of Islamic Azad University, Rasht Branch on 2013 and 2014. The first factor was two rice cultivars (Khazar and Hashemi) and the second one was ten priming treatment levels (T1-T10)including T1-Hydropriming, T2-Ascorbic acid, T3-Salicylic acid, T4-$CaCl_2$, T5-Pro-mature by cold, T6-Pro-mature by warm + cold, T7-Encapsulation of seed, T8-Dry seed and without priming, T9-Seed with 24 h soaking and T10-Seed with 48 h soaking.Examination of seed vigority and seedling assessment was carried out according to the ISTA protocol. Results showed that the root fresh weight (14.7 mg) and root number (5) was higher in Khazar than those of Hashemi. The required time (hour) for reach to 50% germination (R50) was 50 hours for Khazar and 41 hours for Hashemi, accordingly Hashemi was more uniformity in germination than Khazar.Mean comparison of electrical conductivity index in difrerent treatmnets showed that the priming treatment with KCl created the highest electrical conductivity. The minimum time duration to reach to 5, 10 and 50% of germination with 13, 16 and 32 hours, respectively was related to hydro-priming treatment. Also, the highest germination rate was related to hydro-priming. Minimum required time duration until reach to 95% germination with 66 hours was calculated in hydro-priming of Hashemi. Most plantlet establishment on 20th day after cultivation in field was related to without priming-treated seed. Hydro-priming treatment is recommended to user due to low cost and positive effectiveness on acceleration and uniformity of germination in Hashemi.

Keywords: Investigation of plantlet, ascorbic acid, salicylic acid, rice, hydro-primin

[*] Email: akhgar_h@yahoo.com

مقدمه

کشت مستقیم برنج نسبت به انتقال نشاء از خزانه به مزرعه از سرعت کار بیشتری برخوردار است. پخش بذر خشک از دهه ۱۹۷۰ جایگزین کشت نشایی برنج در قسمت‌های عمده‌ای از جهان گردید (Pandey and Velasco, 2002). کشت مستقیم دارای مزایایی چون حذف عملیات و زحمت کارگری در خزانه‌گیری و نگهداری خزانه، نشاکاری و سایر مسایل مربوط به آب و خاک است (Farooq *et al.*, 2010). موفقیت در کشت مستقیم منوط به موفقیت در مدیریت علف‌های هرز و ایجاد یکنواختی در سبزشدن گیاهچه‌ها است (Farooq *et al.*, 2006). پایین‌بودن میزان جوانه‌زنی بذر، عدم یکنواختی در استقرار گیاهچه و هجوم علف‌های هرز، مهم‌ترین موانع گسترش کشت مستقیم برنج محسوب می‌شوند (Du and Tuang, 2002).

ارقام مختلف برنج واکنش‌های متفاوتی به دماهای پایین در مرحله جوانه‌زنی دارند و تنوع ژنتیکی بنیه بذر عامل اصلی این تفاوت‌ها می‌باشد (Akira *et al.*, 2012). بنیه بذر نشان‌دهنده پتانسیل بذر برای جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و تحمل شرایط نامطلوب محیطی از جمله سرمای اول فصل می‌باشد (Cruz *et al.*,2006). استفاده از بذرهای با بنیه قوی‌تر که سرعت، یکنواختی و درصد جوانه‌زنی بیشتری داشته باشند، می‌تواند به تولید نشاهای قوی‌تر برای دستیابی به پتانسیل عملکرد در شرایط مختلف محیطی منتهی شود (Sikder *et al.*, 2009). گزارش‌های مختلف حاکی از تنوع ژنتیکی در ارقام مختلف برنج از نظر بنیه بذر است(Di Girolamo *et al.*, 2012). نتایج برخی مطالعات نشان داد که وزن گیاهچه، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه در شرایط محیطی مختلف به‌عنوان بهترین شاخص‌های بنیه بذر برنج در نظر گرفته می‌شود (Redona and Mackill,1996).

به منظور افزایش درصد جوانه‌زنی و تسریع استقرار گیاهچه در شرایط تنش، بذور گیاهی قبل از کاشت، به روش‌های مختلف تیمار می‌شوند که عمده‌ترین آن‌ها تلقیح با موجودات زنده، پوشش‌دارکردن و پرایمینگ است. به طورکلی، انجام هر نوع عملیاتی روی بذر در فاصله زمانی برداشت تا کاشت مجدد را می‌توان به‌عنوان تیمارهای پیش از کاشت بذر تلقی نمود (Maroufi *et al.*, 2011). بنابراین در دوره پرایمینگ از روش‌هایی استفاده می‌گردد که بتوان سرعت و ضریب یکنواختی در جوانه‌زنی ایجاد نماید. نوآوری‌هایی در زمینه استقرار هر چه بهتر گیاهچه توسط محققان مختلف صورت گرفته است که می‌توان رطوبت‌دهی و خشک‌کردن بذر (Farooq *et al.*, 2009)، سرمادهی (Abdul Shukor *et al.*, 2012)، شوک دمایی، هوادهی، تیمار هورمونی و استفاده از مواد ایجادکننده پتانسیل اسمزی را نام برد (Farooq *et al.*, 2010b). این روش‌ها باعث کارآمدی کشت مستقیم در تولید برنج گردیده و ضریب یکنواختی در جوانه‌زنی و عملکرد و کیفیت بهتر را به دنبال داشته‌اند (Rehman *et al.*, 2011). اسموهاردنینگ با KCl یا $CaCl_2$ باعث بهبود جوانه‌زنی و خروج گیاهچه، میزان رشد، عملکرد دانه و کیفیت دانه در کشت مستقیم ارقام مختلف برنج در مقایسه با شرایط بدون پرایم گردید که این موضوع ناشی از جوانه‌زنی منظم و افزایش قدرت گیاهچه بود(Basra *et al.*, 2004). سرعت بالا و یکنواختی ظهور گیاهچه در بذرهای پرایم‌شده، ناشی از بهبود فعالیت آلفا-آمیلاز و افزایش میزان قندهای محلول در این بذرها است. به نظر می‌رسد که تغییرات فیزیولوژیک ایجادشده به‌وسیله اسموهاردنینگ، ناشی از افزایش هیدرولیز نشاسته و تامین قندهای قابل‌دسترس بیشتر برای جنین بوده و باعث افزایش قدرت جوانه‌زنی و بهبود رشد، عملکرد دانه و خواص کیفی و رسیدگی محصول می‌شود (Basra *et al.*, 2004). سخت‌کردن بذر روشی است که در آن بذر در آب قرار داده می‌شود تا آب جذب کرده وسپس آن را خشک می‌کنند و این کار را تکرار می‌نمایند (Basra *et al.*, 2005). این روش برای افزایش قدرت بذرهای برنج تیپ ایندیکا و برنج‌های جاپونیکا

مورد استفاده قرار می‌گیرد (Basra *et al*., 2005). هریس نشان داد که پرایمینگ در سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی سبزشدن گیاهچه‌ها، افزایش درصد جوانه‌زنی بذر، کوتاه‌کردن زمان کاشت تا سبزشدن، رفع خواب بذر و حفاظت بذرها از عوامل زنده و غیرزنده مثل تنش‌های خشکی، شوری و سرما در مرحله بحرانی استقرار گیاهچه سورگوم می‌شود (Harris, 1996). همچنین در یک گزارش نشان داده شد که بالاترین سرعت جوانه‌زنی و کمترین زمان برای رسیدن به ۵۰ درصدجوانه‌زنی بذر ذرت مربوط به تیمار ترکیبی گرما + سرما + گرما بود (Ghiyasi *et al*., 2011).

پرایمینگ مجدد بذر در بهبود جوانه‌زنی و یکنواختی آن در بذر برنج بسیار مؤثر بوده است (Basra *et al*., 2005). پرایمینگ با کلرید کلسیم، نیترات پتاسیم، کلرید سدیم و پلی اتیلن گلیکول-۸۰۰۰ باعث بهبود جوانه‌زنی و کاهش مدت زمان جوانه‌زنی در بذر برنج گردید (Ruan *et al*., 2003). پرایمینگ با محلول‌های نمکی، یک روش جدید برای تقویت بنیه بذر برنج معرفی گردیده است که هر دو عملیات خشک و ترکردن و قراردادن بذر در محیط با پتانسیل اسمزی پایین به‌طور هم زمان انجام می‌شود (Farooq *et al*., 2006). قدرت گیاهچه برنج وقتی که بذر به‌وسیله یک عنصر مانند سوپرفسفات، منوآمونیوم فسفات یا پتاسیم فسفات پوشش داده شد، ۶۰-۴۰ درصدافزایش یافت (Ross *et al*., 2000). پوشش‌دارکردن بذر با سنگ فسفات، روی جوانه‌زنی اثر نداشت و باعث ایجاد تاخیر ۳-۲ روزه در جوانه‌زنی بذر برنج شد. پوشش‌دارکردن بذر موجب افزایش وزن خشک ساقه‌چه شد. اثر تیمار پوشش‌دارکردن بذر تا ۴۰ روز بعد از بذرپاشی باقی ماند (Ross *et al*., 2000). در یک بررسی آزمایشگاهی روی بذر ارقام برنج شیرودی و فجر نشان داده شد که تیمار حرارتی (گرما + سرما) باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر گردید (Yari *et al*., 2012). همچنین جذب آب در بذر سه رقم از ارقام آپلند برنج در مدت ۲۴ ساعت و به دنبال آن خشکاندن بذرها با جریان هوا، باعث بهبود استقرار گیاهچه به مقدار ۴۳-۲۳ درصد در مقایسه با شرایط بدون پرایمینگ بذر گردید و باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۲۴-۱۱ درصد در ۳ سال متوالی گردید (Singh *et al*., 2002). در طول مدت ارزیابی روش‌های مختلف پرایمینگ در مزرعه در کشت مستقیم در خاک اشباع‌شده، پرایمینگ اسمزی مجدد با کلرید پتاسیم یا کلرید کلسیم، باعث بهبود استقرار گیاهچه، رشد گیاه و کیفیت دانه در کشت مستقیم در مزرعه گردید (Rehman *et al*.,2011). افزایش اسید جیبرلیک، افزایش فعالیت آلفا-آمیلاز و درصد جوانه‌زنی با هم مرتبط هستند (Vieira *et al*., 2002). تیمار بذر برنج با اسید جیبرلیک نشان داد که این تیمار باعث افزایش فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز گردید (Deshpande *et al*., 2003).

با توجه به هزینه بالای تولید برنج در ایران و بحران رو به گسترش کمبود آب در کشور (کاظم‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۳)، تغییر سیستم کاشت برنج از روش نشایی به کشت مستقیم ضروری می‌باشد (Pandey and Velasco, 2005). به‌منظور دستیابی به این هدف، یافتن شیوه‌های جدید جهت حذف محدودیت‌های گسترش سیستم کشت مستقیم مانند افزایش قدرت جوانه‌زنی بذر و یکنواختی در جوانه‌زنی بذر مد نظر می‌باشد. بنابراین، مطالعه حاضر به اثر روش‌های پرایمینگ بذر روی بنیه بذر و گیاهچه برنج در آزمایشگاه و مزرعه به‌منظور دستیابی به شیوه‌های جدید برای حذف محدودیت‌های مذکور طرح‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در بهار دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳در آزمایشگاه زراعت و مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، اجرا شد. فاکتور اول شامل دو رقم برنج خزر (اصلاح‌شده) و هاشمی (بومی) بود. بذر این ارقام از

موسسه تحقیقات برنج کشور در دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ تهیه شد. این ارقام به‌طور عمده نماینده دو تیپ اصلاح‌شده و بومی بوده و بر اساس عملکرد دانه، خصوصیات مورفولوژیک، کیفیت پخت، مقاومت به ورس و عکس‌العمل به آفات و بیماری‌ها، متفاوت ارزیابی می‌شوند و از گروه‌های رسیدگی متوسط‌رس و دیررس می‌باشند و وزن هزاردانه در رقم خزر، ۲۳ گرم و در رقم هاشمی، ۲۱ گرم می‌باشد (الله‌قلی‌پور مهرزاد و محمدصالحی، ۱۳۸۰). فاکتور دوم ده تیمار (T1-T10)، شامل ۱۰۰۰ گرم بذر از هر رقم تحت تیمارهای (T1- هایدروپرایمینگ: به‌مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر توام با هوادهی (عمل خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر با نسبت بذر به محلول پنج به یک، در محیط آزمایشگاه و دمای ۲۴ درجه سلسیوس با پمپ هواده آکواریوم انجام شد و پس از آن بذر از محلول خارج گردید و رطوبت آن در سایه با استفاده از جریان هوا (پنکه‌ی هواده) به حد رطوبت اولیه بذر (۱۳ تا ۱۴ درصد) کاهش داده شد. اندازه‌گیری رطوبت بذر با دستگاه رطوبت‌سنج الکتریکی غلات مدل G-WON GMK-503S، ساخت کره جنوبی انجام شد. همچنین این عملیات برای تیمارهای T4,T3,T2 نیز انجام شد، T2- پرایمینگ با اسید آسکوربیک: محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک، T3- اسید سالیسیلیک: محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، T4- پرایمینگ با کلرید کلسیم: محلول ۲۲/۲ گرم در لیتر کلرید کلسیم ($CaCl_2$)، T5- پرایمینگ با سرما: بذر به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰- درجه سلسیوس در فریزر تیمار شد، T6- پرایمینگ با گرما + سرما: بذر 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- پوشش‌دارکردن بذر: بذرهای هایدروپرایم‌شده با ترکیبی از مواد مغذی و محافظت‌کننده (۳۰ درصد سولفات کلسیم + ۳۰ درصد کربنات کلسیم + ۳۰ درصد صمغ عربی و چسب چوب + عناصر غذایی شامل سولفات روی + نانو کلات آهن + قارچ‌کش متالاکسیل-ام (Metalaxyl-M)، پوشش داده شد. سپس کلیه بذر تیمارهای ذکر شده در دمای ۵ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شدند. T8- بذرخشک بدون پرایم، T9- پیش‌خیساندن بذر به‌مدت ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمایش و T10- پیش‌خیساندن بذر به‌مدت ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمایش) قرار گرفت (Farooq *et al*., 2006).

از بذرهای تیمارشده، برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی بذور با استفاده از آزمون جوانه‌زنی استاندارد در ظروف پتری با قطر ۹ سانتی‌متر استفاده شد. آزمون جوانه‌زنی بذرهای پرایم‌شده و شاهد (بدون پرایم) جمعا ۱۰ تیمار که هر یک در چهار تکرار ۲۵ عددی در بستر دو لایه کاغذ واتمن ۴۰ براساس شیوه‌نامه ISTA مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که معیار جوانه‌زنی در این بخش خروج ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر بود (ISTA, 2009). در طول دوره آزمایش به‌مدت ۹ روز، بازدید از بذور هر ۲۴ ساعت یک‌بار صورت گرفت. با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده، مؤلفه‌های سرعت (R50)، ضریب یکنواختی جوانه‌زنی(GU)، مدت زمانی (ساعت) که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵، ۱۰، ۵۰، ۹۰ و ۹۵ درصد حداکثر جوانه‌زنی برسد (D5, D10, D50, D90, D95) با استفاده از برنامه نرم‌افزار Germin محاسبه شدند (Soltani *et al*.,2001). سرعت جوانه‌زنی (R50) به‌صورت عکس زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (GU) به‌صورت تکامل زمان برای رسیدن از ۵ درصد حداکثر جوانه‌زنی تا ۹۵ درصد حداکثر جوانه‌زنی براساس روابط زیر محاسبه گردید. هر چه عدد به‌دست‌آمده کمتر باشد، نشان‌دهنده یکنواختی بیشتر در جوانه‌زنی بذور می‌باشد (Soltani *et al*., 2001).

$$GU = D95 - D5$$

$$R50 = \frac{1}{D50}$$

ارزیابی قدرت رویش گیاهچه (در بستر کاغذ حوله‌ای) در تیمارهای مختلف پرایمینگ بر اساس شیوه‌نامه ISTA (ISTA, 2009) در آزمایشگاه انجام شد. در پایان آزمایش (روز چهاردهم) تعداد گیاهچه‌های نرمال و اجزای گیاهچه‌ها برآورد شدند که شامل طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)، وزن تر و خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم)، طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)، وزن تر و خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم)، طول گیاهچه (سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) و سطح برگ گیاهچه با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ رومیزی دیجیتال سری DA600 شرکت KEM ژاپن اندازه‌گیری شد. برای این منظور، اجزای ده گیاهچه در روز چهاردهم جدا گردید و نسبت به اندازه‌گیری هر یک از صفات اقدام شد و بر اساس متوسط یک بوته محاسبه گردید (Basra, 2005).

برای آزمون هدایت الکتریکی (پایداری غشاهای سلولی)، چهار نمونه ۵۰ بذری از هر تیمار و هر رقم تهیه و در ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب یون‌برداری‌شده که قبلاً (طی ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) هم‌دما گردیده بود، قرار داده شد. لازم به ذکر است که رطوبت دانه باید ۱۴-۱۰ درصد باشد. یک ظرف آب یون‌برداری‌شده نیز به عنوان شاهد قرار داده شد. وزن بذرها قبل از واردکردن به ارلن با دقت صدم گرم تعیین گردید. کلیه ظروف با فویل پوشانده شده و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و سپس با هدایت‌سنج الکتریکی کالیبره‌شده، هر نمونه به‌طور مجزا اندازه‌گیری شد. طول مدت اندازه‌گیری نباید بیش از ۱۵ دقیقه باشد. ظروف حاوی بذر و آب را ۱۵-۱۰ ثانیه تکان داده و پس از آن برای قرائت هدایت الکتریکی اقدام گردید (ISTA, 2009). میزان هدایت الکتریکی به ازای هر گرم وزن بذر مربوط به هر تیمار با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج مدل LF90 SER-NA31245385 اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ گزارش شد و با استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد:

وزن نمونه بذر (گرم) / میزان هدایت الکتریکی برای هر ظرف (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) = هدایت الکتریکی بذر (میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم ($\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$) (Farooq *et al*., 2006).

به منظور ارزیابی گیاهچه‌ها در مزرعه، از روز چهارم پس از کاشت بذر تیمار شده در زمین، به‌طور روزانه نسبت به شمارش تعداد بذر جوانه‌دارشده در ۴۵ سانتی‌متر مربع، در سه خط کاشت (گیاهچه خارج‌شده از خاک) اقدام شد. آخرین شمارش در روز بیستم انجام شد. از اعداد به‌دست‌آمده میزان استقرار، درصد و سرعت سبزشدن بذر در واحد سطح بر اساس تراکم ۳۳۰ بذر در مترمربع محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری سرعت سبزشدن، پس از شروع سبزشدن، هر روز به مدت ۱۰ روز در دو خط مشخص از هر واحد آزمایشی، گیاهچه‌ها شمارش گردید و با استفاده از: رابطه زیر (Bodsworth *et al*.,1981) سرعت سبزشدن اندازه‌گیری شد.

$$\text{سرعت سبزشدن} = \frac{di\ ni\ \Sigma}{ni\ \Sigma\ 2}$$

di = روزسبزشدن از زمان کاشت

ni = تعداد گیاهچه سبزشده و در شمارش i ام می‌باشد.

داده‌های به‌دست‌آمده پس از ارزیابی آزمون همگنی واریانس اشتباه آزمایشی (F Max) به‌صورت مرکب تجزیه واریانس شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی بنیه بذر تحت تاثیر روش‌های مختلف پرایمینگ در دو رقم خزر و هاشمی (جدول ۱) نشان داد که بین دو رقم خزر و هاشمی درصفت ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای

پرایمینگ روی صفات هدایت الکتریکی، سرعت رسیدن بذر به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، تعداد گیاهچه در واحد سطح در روز بیستم بعد از کاشت و مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵، ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذر، در سطح یک درصد و صفت سرعت‌جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل پرایمینگ در رقم نیز در صفت تعداد ساعت تا ۹۵ درصد جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر تیمارهای پرایمینگ بر تعداد گیاهچه سبزشده در واحد سطح در مزرعه در روز بیستم بعد از کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول ۱- میانگین مربعات ارزیابی صفات بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه در دو رقم برنج خزر و هاشمی در تیمارهای پرایمینگ

Table 1- Mean squares of seed and plantlet measured traits in laboratory and field on two rice cultivars of Khazar and Hashemi in priming treatments

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	تعداد گیاهچه در واحد سطح، روز بیستم Plantlet number/surfaces unit at 20th day	تعداد گیاهچه در مزرعه روز دهم Plantlet number in field at 10th day	سرعت جوانه‌زنی Acceleration of germination	سرعت رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی Acceleration rate to 50% of germination	ضریب یکنواختی در جوانه‌زنی Uniformity in germination	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	ساعت تا ۹۵ درصد جوانه‌زنی Hours until 95% of germination	ساعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی Hours until 50% of germination	ساعت تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی Hours until 10% of germination	ساعت تا ۵ درصد جوانه‌زنی Hours until 5% of germination
سال Year	1	1295640.02**	10352*	70.19**	47.78^{ns}	70.2^{ns}	6.2^{ns}	0.53^{ns}	47.78^{ns}	14.41^{ns}	19.6^{ns}
اشتباه ۱ Error 1	6	21347.91	6428	14.69	32.37	407	41.67	112	32.37	38.30	64.2
رقم Cultivar	1	46648.9*	36391^{ns}	305.58^{ns}	6699.29^{ns}	3891**	12276^{ns}	692^{ns}	6699.29^{ns}	8387.39^{ns}	8464^{ns}
پرایمینگ Priming	9	21114.73	7697^{ns}	104.62*	905.68**	362^{ns}	3112.72**	1103^{ns}	905.68**	1047.9**	966**
رقم × پرایمینگ Cultivar × Priming	9	5162.78^{ns}	5352^{ns}	1.7^{ns}	60.87^{ns}	228^{ns}	524.44^{ns}	1227**	60.87^{ns}	164.59^{ns}	151^{ns}
سال × رقم Year × Cultivar	1	600.61^{ns}	316^{ns}	4.54^{ns}	438.44^{ns}	37.1^{ns}	3019.34*	169^{ns}	438.44^{ns}	445.95^{ns}	1130**
سال × پرایمینگ Year × Priming	9	18038.99^{ns}	4136^{ns}	19.97^{ns}	166.7^{ns}	527^{ns}	349.13^{ns}	1005*	166.7^{ns}	148.51^{ns}	129^{ns}
سال × رقم × پرایمینگ Year × Cultivar × Priming	9	7757.18^{ns}	3865^{ns}	15.93^{ns}	124.73**	277^{ns}	303.11**	316^{ns}	124.73**	114.13**	85**
اشتباه ۲ Error 2	114	6864	1977	8.66	16.02	153.5	76.5	250	16.02	18.7	27.6
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	-	49	48	10.37	8.77	26.91	26.57	18.1	8.77	15.46	22.5

ns = غیرمعنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns,* and **, non-significant, significant at 5% and 1% of probability, respectively

جدول ۱–ادامه

Table 1- Continued

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	چگالی ریشه Root density	وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight	وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight	وزن خشک گیاهچه Plantlet dry weight	طول ریشه‌چه Root length	طول ساقه‌چه Shoot length	سطح برگ گیاهچه Leaf surface of plantlet	چه تعداد ریشه Root No.	درصد گیاهچه طبیعی Percentage of normalplantlet	نسبت وزن خشک ریشه به ساقه Ratio of root:shoot dry weight	وزن تر ریشه چه Root fresh weight	وزن تر ساقه چه Shoot fresh weight
سال Year	1	5941.4^{ns}	142.31^{**}	332.92^{**}	5660^{**}	0.0^{ns}	7.35^{*}	0.0^{ns}	0.0^{ns}	78854^{**}	19.91^{**}	0.0^{ns}	0.0^{ns}
اشتباه ۱ Error 1	6	3601.91	0.41	0.68	7.05	1.41	0.519	27.53	0.57	85.28	0.08	11	17
رقم Cultivar	1	67117.05^{ns}	8.78^{**}	3.87^{ns}	0.74^{ns}	150.5^{**}	291.7^{ns}	234.74^{**}	30.62^{**}	422.22^{ns}	0.07^{ns}	378^{**}	366^{**}
پرایمینگ Priming	9	26916.56^{*}	0.36^{ns}	0.8^{ns}	3.52^{ns}	2.69^{**}	2.8^{ns}	208.75^{**}	2.5^{**}	76.69^{ns}	0.08^{ns}	35^{**}	65^{**}
رقم × پرایمینگ Cultivar × Priming	9	27920.58^{ns}	0.65^{ns}	0.41^{ns}	3.23^{ns}	3.95^{**}	6.46^{ns}	47.06^{**}	2.95^{**}	223.15^{ns}	0.05^{ns}	65^{**}	100^{**}
سال × رقم Year × Cultivar	1	21183^{ns}	0.03^{ns}	1.89^{*}	17.62^{**}	0.01^{ns}	4.45^{ns}	0.01^{ns}	0.01^{ns}	2480^{**}	0.07^{ns}	0.01^{ns}	0.01^{ns}
سال × پرایمینگ Year × Priming	9	6658.51^{ns}	0.77^{ns}	0.97^{*}	1.82^{ns}	0.001^{ns}	7.12^{ns}	0.01^{ns}	0.01^{ns}	339.35^{ns}	0.08^{ns}	0.01^{ns}	0.001^{ns}
سال × رقم × پرایمینگ Year × Cultivar × Priming	9	16880.95^{**}	0.98^{**}	0.21^{ns}	1.5^{ns}	0.01^{ns}	4.3^{**}	0.01^{ns}	0.01^{ns}	93.22^{ns}	0.06^{ns}	0.01^{ns}	0.001^{ns}
اشتباه ۲ Error 2	114	6046	0.3	0.2	2.3	1.1	1.4	33.9	0.67	53.9	0.032	15	29
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	-	60.33	18.6	18.93	13.61	13.27	14.74	39.42	17.72	13.6	26.84	30	15

ns = غیرمعنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

ns,* and **, non-significant, significant at 5% and 1% of probability, respectively

بر اساس نتایج ارزیابی خصوصیات گیاهچه در دو رقم خزر و هاشمی در آزمایشگاه (جدول ۱) نشان داد که صفات وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه، تعداد ریشه‌چه، سطح برگ گیاهچه، طول ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه، در دو رقم در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند. در تیمارهای پرایمینگ اختلاف معنی‌دار در صفات وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، سطح برگ گیاهچه، تعداد ریشه‌چه، طول ریشه‌چه، در سطح یک درصد و چگالی ریشه در سطح ۵ درصد وجود داشت. اثر متقابل پرایمینگ در رقم در صفات وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، سطح برگ، تعداد ریشه‌چه و طول ریشه‌چه در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد.

مقایسه میانگین داده‌ها در ارقام خزر و هاشمی (جدول ۲) نشان داد که صفت ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در رقم

خزر با ۵۰/۹ درصد نسبت به رقم هاشمی با ۴۱/۱ درصد از مطلوبیت کمتری برخوردار بود. در یکنواختی جوانه‌زنی هر چقدر مطلق عدد به‌دست‌آمده کمتر باشد، نشان‌دهنده این است که یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است و مقایسه میانگین داده‌های صفات گیاهچه در آزمایشگاه که معنی‌دار شده‌اند در دو رقم خزر و هاشمی (جدول ۲) نشان داد که رقم خزر با داشتن تعداد ۵ ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه بالاتر (۱۴/۷۵ میلی‌گرم) و چگالی ریشه ۱/۶۸ میلی‌گرم بر سانتی‌متر نسبت به رقم هاشمی از مطلوبیت بالاتری برخوردار بود. از طرف دیگر، رقم هاشمی در صفت وزن خشک ساقه‌چه (۹/۱ میلی‌گرم)، وزن تر ساقه‌چه (۳۴/۰۷ میلی‌گرم) و سطح برگ گیاهچه (۱۵/۸ سانتی‌متر مربع) مطلوبیت بالاتری نسبت به رقم خزر داشت. همچنین رقم هاشمی با تعداد ۱۸۵ گیاهچه در متر مربع نسبت به رقم خزر با ۱۵۱ گیاهچه در متر مربع در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه از مطلوبیت بالاتری برخوردار بود.تفاوت موجود بین رقم خزر و هاشمی در صفات مذکور نشان‌دهنده اثر تنوع ژنتیکی در ارقام بر بنیه بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش می‌توان بیان داشت که، قدرت متابولیسم بذر رقم هاشمی بیشتر بوده و تا مراحل اولیه گیاهچه‌ای و قدرت استقرار در مزرعه، که هنوز گیاهچه از نظر تغذیه متکی به بذر می‌باشد، از توان تولید گیاهچه با بنیه بالاتر برخوردار است. دلیل این امر می‌تواند به قدرت بالاتر بذر رقم هاشمی در فعالیت متابولیکی بیشتر و پویایی این مواد در انتقال به گیاهچه باشد.

جدول۲- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه

Table 2- Mean comparison of the effect of cultivar on seed and plantlet traits in laboratory and field.

رقم Cultivar	ضریب یکنواختی در جوانه‌زنی (درصد) Uniformity in germination (%)	تعداد ریشه چه Root No.	سطح برگ گیاهچه (سانتی متر مربع) Plantlet leaf surface (cm^2)	وزن تر ریشه چه (میلی گرم) Root fresh weight (mg)	وزن تر ساقه چه (میلی گرم) Shoot fresh weight (mg)	وزن خشک ساقه چه (میلی گرم) Shoot dry weight (mg)	چگالی ریشه (میلی گرم در سانتی متر) Root density (mg/cm)	تعداد گیاهچه در واحد سطح، روز بیستم بعد از کاشت Plantlet number/surfaces unit at 20th day after planting
خزر Khazar	50.9[a]	5.07[a]	13.3[b]	14.75[a]	34.05[b]	7.2[b]	168[a]	151[b]
هاشمی Hashemi	41.1[b]	4.2[b]	15.8[a]	11.67[b]	37.07[a]	9.1[a]	147[a]	185[a]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

In each column, means with the same letters have no significant difference at probably level of 5% based on LSD test

مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بر خصوصیات بنیه بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه (جدول ۳) نشان داد که کمترین زمان لازم برای حداکثر ۵، ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه‌زنی، در تیمار پرایمینگ با سرما + گرما به‌ترتیب با ۳۵، ۳۹/۷ و ۵۶/۲۶ ساعت، باعث طولانی‌تر شدن مدت زمان جوانه‌زنی گردید و تیمار هایدروپرایمینگ به‌ترتیب با ۱۳/۳، ۱۶/۲ و ۳۴/۱۳ ساعت باعث بهبود سرعت جوانه‌زنی شد. همچنین سرعت رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی در تیمار هایدروپرایمینگ با ۰/۰۳ بالاترین سرعت مشاهده شد. همچنین در این آزمایش معلوم گردید که تیمار هایدروپرایمینگ، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و کاهش مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی گردید. در صفت هدایت الکتریکی کمترین هدایت الکتریکی ثبت‌شده مربوط به تیمار اسید سالسیلیک به مقدار ۲۲/۸ میکرو-

زیمنس بر سانتی‌متر بر گرم و بالاترین هدایت الکتریکی به مقدار ۷۲/۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم در تیمار کلرید کلسیم مشاهده شد. در مقایسه با سایر تیمارهای پرایمینگ مورد استفاده در این آزمایش، تیمار کلرید کلسیم قوی‌ترین نمک مورد استفاده بوده است و به همین دلیل نیز محیط این تیمار از بالاترین هدایت الکتریکی برخوردار بود. بیشترین ناپایداری غشای بذر (آزمون هدایت الکتریکی) مربوط به تیمار پرایمینگ با کلرید کلسیم و کمترین مقدار مربوط به تیمار پرایمینگ با اسید سالسیلیک بود. همچنین مشاهده شد که تیمارهای پرایمینگ در استقرار گیاهچه در روز بیستم بعد از کاشت بذر در مزرعه نقش موثری نداشته است و بیشترین تعداد گیاهچه استقراریافته در مزرعه در بذر خشک بدون پرایم در تیمارهای کشت مستقیم بذر مشاهده گردید.

جدول۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه

Table 3- Mean comparison of the effect of priming treatments on seed and plantlet traits in laboratory and field.

تیمارها Treatments	هدایت الکتریکی Electrical conduction	سرعت جوانه‌زنی Acceleration of germination	ساعت تا ۵ درصد جوانه‌زنی Hours until 50% of germination (D50)	ساعت تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی Hours until 10% of germination (D10)	ساعت تا ۵ درصد جوانه‌زنی Hours until 5% of germination (D05)	سرعت رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی Acceleration to 50% of germination (R50)	وزن خشک ساقه چه (میلی گرم) Shoot dry weight (mg)	چگالی ریشه (میلی گرم در سانتی متر) Root density (mg/cm)	تعداد گیاهچه در واحد سطح، روز بیستم بعد از کاشت Plantlet number/surfaces unit at 20th day after planting
پرایمینگ ۱ T1	29.2^{b}	32.7^{a}	34.13^{e}	16.2^{d}	13.3^{d}	0.03^{a}	2.9^{b}	234^{a}	126^{d}
پرایمینگ ۲ T2	24.5^{b}	31.9^{ab}	35.62^{de}	17.6^{cd}	13.5^{d}	0.02^{b}	2.9^{b}	116^{b}	163^{bcd}
پرایمینگ ۳ T3	22.8^{b}	29.5^{abc}	38.24^{cde}	18.9^{cd}	14.1^{d}	0.02^{b}	3.2^{a}	132^{b}	179^{abcd}
پرایمینگ ۴ T4	72.2^{a}	27.8^{cde}	44.8^{bcd}	27.9^{bc}	25.2^{bc}	0.02^{b}	3^{a}	150^{b}	129^{d}
پرایمینگ ۵ T5	33.8^{b}	28.5^{bcd}	51.18^{ab}	29.5^{b}	24.3^{bc}	0.02^{b}	3.8^{a}	102^{b}	134^{d}
پرایمینگ ۶ T6	28.5^{b}	25.5^{de}	56.26^{a}	39.7^{a}	35^{a}	0.01^{c}	3.1^{a}	120^{b}	163^{bcd}
پرایمینگ ۷ T7	23.6^{b}	28.6^{bcd}	46.3^{abc}	28^{bc}	21.2^{cd}	0.02^{b}	3^{a}	130^{b}	148^{cd}
پرایمینگ ۸ T8	27.8^{b}	24.8^{e}	52.54^{ab}	35.2^{ab}	30.1^{abc}	0.01^{c}	3.2^{a}	85^{b}	207^{ab}
پرایمینگ ۹ T9	32.8^{b}	26.1^{cde}	51.09^{ab}	36^{ab}	31.4^{ab}	0.02^{b}	3.2^{a}	103^{b}	205^{abc}
پرایمینگ ۱۰ T10	33.6^{b}	27.9^{cde}	45.9^{bcd}	30.1^{ab}	25.1^{bc}	0.02^{b}	3.3^{a}	110^{b}	231^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

پرایمینگ‌ها: T1- هایدروپرایمینگ، T2- آسکوربیک اسید، T3- سالیسیلیک اسید، T4- کلرید کلسیم، T5- پیش‌اندازی با سرما، T6- پیش‌اندازی با گرما + سرما،T7– پوشش‌دارکردن بذر، T8- بذر خشک و بدون پرایم،T9- بذر با ۲۴ ساعت خیساندن و T10- بذر با ۴۸ ساعت خیساندن)

In each column, means with the same letters have no significant difference at probably level of 5% based on LSD test
Treatments: T1-Hydropriming, T2-Ascorbic acid, T3-Salicylic acid, T4-$CaCl_2$, T5-Pro-mature by cold, T6-Pro-mature by warm + cold, T7-Encapsulation of seed, T8-Dry seed and without priming, T9-Seed with 24 h soaking and T10-Seed with 48 h soaking

اعمال تیمار پرایمینگ باعث شد تا مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد برسد کاهش یابد و بذرهای پرایمینگ‌شده جوانه‌زنی خود را نسبت به بذرهای شاهد سریعتر شروع کنند وگیاهچه قوی‌تر ایجاد نمایند. از بین تیمارهای موثر در ایجاد گیاهچه قوی‌تر می‌توان به تیمار هایدروپرایمینگ اشاره نمود که این امر می‌تواند به دلیل تاثیر هایدروپرایمینگ در جذب آب اولیه و تولید بیشتر آلفا-آمیلاز در بذر و آمادگی بیشتر بذر در تولید سریعتر ریشه‌چه و ساقه‌چه باشد که در پی آن نسبت انتقال مواد از بذر به گیاهچه افزایش می یابد. این امر نشان می‌دهد که تیمار هایدروپرایمینگ، در طول دوره رشد گیاهچه با انتقال بیشتر مواد ذخیره‌ای بذر به اندام‌های هوایی باعث ایجاد گیاهچه قوی‌تر گردید. سرعت جوانه‌زنی که نشان‌دهنده قدرت متابولیسم بالاتر است نیز نشان‌دهنده مناسب‌بودن شرایط محیطی برای افزایش متابولیسم است. از آنجایی که هایدروپرایمینگ باعث تسریع در آب‌نوشی بذر می‌گردد و خشک و ترکردن بذر، امکان تنفس و تجزیه بهتری برای بذر ایجاد می‌نماید، در مجموع باعث ایجاد این مطلوبیت شده است (Basra et al., 2005).

مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ در رقم (جدول ۴) در ارزیابی بنیه بذر در صفت حداقل زمان (ساعت) برای رسیدن به حداکثر ۹۵ درصد جوانه‌زنی نشان داد که رقم هاشمی در تیمار هایدروپرایمینگ با زمان ۶۶/۶ ساعت توانست به حداکثر ۹۵ درصد جوانه‌زنی دست یابد. این امر بر این نکته که رقم هاشمی در آب‌نوشی در شرایط هایدروپرایمینگ از نفوذپذیری پوسته بذر و غشای بالاتری برخوردار است تاکید دارد. بنابراین، پتانسیل اسمزی درون بذر یا نفوذپذیری پوسته بذر در رقم هاشمی بالاتر از رقم خزر است، که توانست سرعت و ضریب یکنواختی را برای رقم هاشمی در تیمار هایدروپرایمینگ ایجاد نماید. لذا با توجه به یکنواختی در جوانه‌زنی بذر رقم هاشمی در این آزمایش می‌توان اظهار داشت که رقم هاشمی از بنیه بذر قوی‌تری نسبت به رقم خزر برخوردار است (قدرت بالای گیاهچه در رقابت با علف هرز در ابتدای دوره در کشت مستقیم بذر برنج). این موضوع نشان‌دهنده عکس‌العمل متفاوت ارقام به تیمارهای مختلف پرایمینگ می‌باشد که می‌تواند ناشی از پتانسیل ژنتیکی ارقام در ایجاد تفاوت معنی‌دار در تیمارهای پرایمینگ باشد. در رقم هاشمی افزایش سرعت جوانه‌زنی در اثر هایدروپرایمینگ مشاهده شد.اثر متقابل پرایمینگ در رقم (خزر و هاشمی) (جدول ۴) در صفات معنی‌دارشده ارزیابی گیاهچه نشان داد که بالاترین وزن تر ساقه‌چه با مقدار ۴۱ میلی‌گرم در هر گیاهچه مربوط به تیمار بذر خشک بدون پرایمینگ رقم هاشمی بود و در صفت وزن تر ریشه‌چه رقم خزر در تیمار بذر خشک بدون پرایمینگ دارای بالاترین مقدار (۱۹ میلی‌گرم در هر گیاهچه) بود. بیشترین تعداد ریشه‌چه (۵/۷) در رقم خزر در تیمار اسید سالسیلیک به‌دست آمد و بالاترین طول ریشه‌چه (۱۰/۳ سانتی‌متر) مربوط به رقم هاشمی در تیمار پوشش‌دارکردن بذر مشاهده گردید و بالاترین سطح برگ گیاهچه به مقدار ۲۱/۸ سانتی‌متر مربع در رقم هاشمی در تیمار پرایمینگ با سرما به‌دست آمد.

در یک بررسی آزمایشگاهی روی بذر ارقام برنج شیرودی و فجر نشان داده شد که تیمار حرارتی (گرما + سرما) باعث افزایش درصدجوانه‌زنی بذر گردید (Yari *et al.*, 2012). پرایمینگ بذر ذرت اثر متفاوتی در ارقام، کیفیت بذر، روش اجراو وضعیت جوانه‌زنی داشت (Ghiyasi *et al.*, 2011). علت افزایش طول کلئوپتیل در بذور هایدروپرایمینگ‌شده را افزایش کربوهیدرات‌های غیرساختاری بذور می‌دانند که موجب افزایش فعالیت متابولیکی و استفاده از ذخایر بذر می‌گردد (Sung *et al.*,1993). در آزمایشی تحت عنوان کاهش تنش شوری در برنج معطر ریزدانه با پرایمینگ دو رقم شاهین باسماتی (متحمل به تنش) و باسماتی ۲۰۰۰ (حساس به تنش)، پرایمینگ منجر به افزایش ظرفیت جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک در شرایط شوری شد. افزایش شوری، درصد کلروفیل کل را در هر دو رقم کاهش داد.

جدول۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ در رقم (خزر و هاشمی) بر صفات بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه

Table 4- Mean comparison of the interaction effect of priming and cultivar (Khazar and Hashemi) onseed and plantlet traits in laboratory and field

تیمارها Treatments	ساعت تا ۹۵ درصد جوانه‌زنی Hours until 95% of germination (D95)	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	سطح برگ گیاهچه (سانتی متر مربع) Plantlet leaf surface (cm^2)	تعداد ریشه‌چه‌ی اصلی (Original root No.)	وزن تر ریشه چه (میلی گرم) Root fresh weight (mg)	وزن تر ساقه چه (میلی گرم) Shoot fresh weight (mg)
خزر × پرایمینگ ۱ Khazar × T1	67.9^{d}	6.4^{s}	7^{t}	5.5^{b}	16^{d}	36^{e}
خزر × پرایمینگ ۲ Khazar × T2	88.7^{abcd}	7.2^{p}	13.4^{l}	5^{d}	13^{h}	33^{l}
خزر × پرایمینگ ۳ Khazar × T3	114.1^{a}	7.7^{l}	11.2^{o}	5.7^{a}	9^{l}	36^{g}
خزر × پرایمینگ ۴ Khazar × T4	102.7^{ab}	7.5^{m}	18.1^{e}	5.2^{c}	14^{f}	31^{m}
خزر × پرایمینگ ۵ Khazar × T5	91.9^{abcd}	7.3^{o}	17.3^{f}	4^{h}	12^{i}	30^{o}
خزر × پرایمینگ ۶ Khazar × T6	90.1^{abcd}	7.7^{k}	15.4^{i}	5^{d}	16^{c}	34^{j}
خزر × پرایمینگ ۷ Khazar × T7	78.1^{bcd}	7.4^{n}	10.1^{r}	5^{d}	17^{b}	36^{g}
خزر × پرایمینگ ۸ Khazar × T8	96.5^{abc}	7.2^{p}	16^{h}	5^{d}	19^{a}	35^{i}
خزر × پرایمینگ ۹ Khazar × T9	77.6^{cd}	6.8^{o}	10.9^{p}	5^{d}	13^{g}	31^{n}
خزر × پرایمینگ ۱۰ Khazar × T10	84.3^{bcd}	6.7^{r}	14.1^{k}	4.5^{f}	15^{e}	35^{h}
هاشمی × پرایمینگ ۱ Hashemi × T1	66.6^{d}	9.3^{d}	11.7^{n}	4^{h}	8^{m}	28^{p}
هاشمی × پرایمینگ ۲ Hashemi × T2	80.3^{bcd}	8.3^{h}	16^{d}	3.5^{j}	13^{g}	35^{h}
هاشمی × پرایمینگ ۳ Hashemi × T3	72.9^{cd}	9^{f}	9.7^{s}	4.7^{e}	13^{g}	36^{e}
هاشمی × پرایمینگ ۴ Hashemi × T4	81.2^{bcd}	9.1^{e}	20.3^{c}	3.5^{j}	8^{m}	34^{k}
هاشمی × پرایمینگ ۵ Hashemi × T5	88.9^{abcd}	8.2^{i}	21.8^{a}	4.7^{e}	12^{h}	39^{c}
هاشمی × پرایمینگ ۶ Hashemi × T6	96.8^{abc}	8.1^{j}	18.7^{d}	3.5^{j}	12^{h}	39^{c}
هاشمی × پرایمینگ ۷ Hashemi × T7	80.3^{bcd}	10.3^{a}	13.2^{m}	3.7^{i}	12^{h}	40^{b}
هاشمی × پرایمینگ ۸ Hashemi × T8	89.1^{abcd}	10.1^{c}	10.7^{q}	5^{d}	12^{h}	41^{a}
هاشمی × پرایمینگ ۹ Hashemi × T9	99.7^{ab}	10.1^{c}	14.9^{j}	4.2^{g}	13^{h}	39^{d}
هاشمی × پرایمینگ ۱۰ Hashemi × T10	94.5^{abc}	8.8^{g}	20.7^{b}	5^{d}	10^{k}	36^{f}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

پرایمینگ‌ها: T1- هایدروپرایمینگ، T2- آسکوربیک اسید، T3- سالیسیلیک اسید، T4- کلرید کلسیم، T5- پیش‌اندازی با سرما، T6- پیش‌اندازی با گرما + سرما، T7– پوشش‌دارکردن بذر، T8- بذر خشک و بدون پرایم، T9- بذر با ۲۴ ساعت خیساندن و T10- بذر با ۴۸ ساعت خیساندن)

In each column, means with the same letters have no significant difference at probably level of 5% based on LSD test

Treatments: T1-Hydropriming, T2-Ascorbic acid, T3-Salicylic acid, T4-$CaCl_2$, T5-Pro-mature by cold, T6-Pro-mature by warm + cold, T7-Encapsulation of seed, T8-Dry seed and without priming, T9-Seed with 24 h soaking and T10-Seed with 48 h soaking

بالاترین مقدار کلروفیل کل در سطوح کاملا شور در رقم متحمل به نمک از بذرهای پرایم‌شده با $CaCl_2$ مشخص شد (Afzall *et al*., 2012). بررسی فعالیت آلفا-آمیلاز در بذرهای گندم و برنج نشان داد که در زمان کاشت، پتانسیل آبی و اسمزی در بذرهای خیس‌شده گندم به ترتیب ۷/۲- و ۱۲/۳- مگاپاسکال و در بذرهای شاهد و تیمارنشده به‌ترتیب برابر ۴/۸- و ۹/۹- مگاپاسکال بود، اما در بذرهای برنج، خیساندن در آب تغییری در پتانسیل آب و پتانسیل اسمزی ایجاد نکرد. همچنین در بذرهای خیس‌شده گندم و جو، فعالیت آلفا-آمیلاز، ۱۲ ساعت پس از کاشت به‌ترتیب ۲/۷ و ۲/۸ برابر بیشتر از بذرهای تیمارنشده افزایش یافت و جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه‌ها سریع‌تر به‌وقوع پیوست. محققین نتیجه گرفتند که بهبود جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه ناشی از افزایش کربوهیدرات‌های محلول برای جنین در حال رشد بود که در اثر افزایش فعالیت آلفا-آمیلاز به‌وجود آمده است (Kobata *et al*., 2002).

افزایش وزن خشک گیاهچه در بذرهای هایدروپرایمینگ‌شده می‌تواند به علت افزایش سنتز آنزیم‌های هایدرولیتیک و به دنبال آن افزایش میزان پویایی ذخایر بذر و افزایش کارایی تبدیل ذخایر پویاشده باشد (Sivritepe *et al*., 2003). افزایش در طول ریشه بذری، طول کلئوپتیل و وزن خشک گیاهچه در تیمارهای هایدروپرایمینگ احتمالا به‌علت تحریک فعالیت متابولیکی در داخل جنین است. برای مثال در هنگام جذب آب، همانندسازی DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین‌سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش غلظت هورمون‌های محرک جوانه‌زنی از جمله اتیلن صورت گرفته که مجموع این عوامل مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می‌آورند. زمانی که این بذور تیمارشده تحت شرایط جوانه‌زنی قرار می‌گیرند در مقایسه با شاهد پیشی می‌گیرند. در آزمایش روی جو نشان داده شد که هایدروپرایمینگ باعث افزایش شاخص بنیه شد. افزایش طول کلئوپتیل، طول ریشه بذری و افزایش وزن خشک را علت این نتایج بیان نمودند (Judi *et al*., 2004).

ضریب همبستگی (جدول ۵)، در صفات درصد جوانه‌زنی با میانگین مدت جوانه‌زنی، همبستگی منفی نشان داد ($r = -۰/۷۷^{**}$). همچنین نشان داده شد که وزن خشک ریشه‌چه با درصد سبز گیاهچه در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه که نشان‌دهنده استقرار گیاهچه در مزرعه می‌باشد، همبستگی مثبت ($r = ۰/۵۸^{**}$) نشان داد. صفت چگالی طولی ریشه‌چه با وزن خشک ریشه‌چه همبستگی مثبت داشت ($r = ۰/۷۶^{**}$). وزن خشک ساقه‌چه با درصد سبز گیاهچه در روز بیستم پس از کاشت در مزرعه همبستگی داشت که ضرایب همبستگی آن $r = -۰/۵۵^{**}$ می‌باشد. وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه با صفات درصد گیاهچه طبیعی ($r = ۰/۸۷^{**}$ و $r = -۰/۷۰^{**}$)، درصد سبز در روز بیستم بعد کاشت در مزرعه ($r = ۰/۵۹^{**}$ و $r = -۰/۵۵^{**}$) و با چگالی طولی ریشه‌چه ($r = -۰/۷۶^{**}$ و $r = -۰/۳۶^{**}$) همبستگی داشت.

برآیند نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده آن است که ارقام در صفات جوانه‌زنی بذر با هم دارای تفاوت هستند و رقم هاشمی نسبت به رقم خزر از مطلوبیت بالاتری در جوانه‌زنی برخوردار است و تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر اثرگذار بوده و بهترین تیمار جهت تقویت قدرت جوانه‌زنی بذر رقم هاشمی در این آزمایش تیمار هایدروپرایمینگ است. همچنین برای تقویت غشای بذر جهت کاهش تراوش غشای بذر و کاهش زوال بذر، تیمار اسید سالسیلیک موثر بود. همبستگی صفات نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار بین سرعت جوانه‌زنی بذر در آزمایشگاه و استقرار بیشتر بذر در روز بیستم پس از کاشت در مزرعه با وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه است و از آنجایی که در تیمارهای پرایمینگ مورد آزمایش، تیمار هایدروپرایمینگ در ایجاد قدرت بذر و گیاهچه نسبت به سایر تیمارها از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. وجود همبستگی بین این صفات تاکیدی بر اهمیت این تیمار در رقم هاشمی می‌باشد.

جدول ۵- ضریب همبستگی بین صفات بنیه بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه

Table 5- Ccorrelation coefficient between seed vigority and plantlet traits in laboratory and field

		y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17
سرعت رسیدن به ۵۰٪ جوانه‌زنی R50	y1	1																
ساعت تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی D10	y2	–0.87**	1															
ساعت تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی D50	y3	–0.94**	0.89*	1														
ساعت تا ۹۵ درصد جوانه‌زنی D95	y4	–0.10	0.03	0.19	1													
هدایت الکتریکی Electerical conduction	y5	0.31**	-0.33**	-0.27*	0.26*	1												
مدت جوانه‌زنی Germination time	y6	0.23*	-0.25*	-0.22*	0.31*	0.36**	1											
سرعت جوانه‌زنی Acceleration of germination	y7	0.64**	-0.67**	-0.62**	-0.36**	0.11	-0.21	1										
وزن خشک ریشه Root dry weight	y8	-0.01	-0.008	0.02	-0.15	-0.90	-0.05	0.12	1									
وزن خشک ساقه Shoot dry weight	y9	-0.18*	-0.23**	-0.17*	-0.02	-0.08	-0.5	-0.28**	-0.65**	1								
سطح برگ گیاهچه Plantlet leaf surface	y10	-0.25**	0.26**	0.25**	0.15*	-0.11	0.03	-0.20**	0.02	0.04	1							
نسبت وزن ریشه به ساقه Ratio of root:shoot weight	y11	-0.03	0.02	0.05	-0.02	0.002	-0.10	0.07	0.77**	-0.71**	0.009	1						
درصدگیاهچه طبیعی Natural plantlet percentage	y12	-0.08	0.05	0.09	-0.03	-0.01	-0.08	0.06	0.84**	-0.70**	0.01	0.72**	1					
تعداد گیاهچه روز دهم Plantlet No. in 10th day	y13	-0.21**	0.21**	0.25**	-0.04	-0.15	-0.17*	-0.11	0.10	-0.05	-0.19*	0.12	0.06	1				
تعداد گیاهچه روز بیستم Plantlet No. in 20th day	y14	-0.16*	0.13	0.20**	0.05	-0.12	-0.22**	0.04	0.53**	-0.55**	-0.03	0.61**	0.59**	0.50**	1			
وزن تر ریشه‌چه Root fresh weight	y15	-0.001	-0.007	-0.02	-0.01	0.08	0.05	-0.05	0.03	-0.03	-0.12	-0.007	0.006	0.02	0.001	1		
چگالی طولی ریشه Root length density	y16	-0.1	0.006	-0.03	0.03	-0.04	0.02	0.02	0.76**	-0.36**	-0.02	-0.64**	-0.61**	-0.08	-0.46**	-0.18**	1	
ظرافت ریشه Root delicacy	y17	-0.03	0.09	0.07	-0.08	-0.10	-0.04	-0.06	0.002	0.06	0.08	0.05	0.003	-0.02	-0.03	-0.83**	0.14	1

مطالعه روی اثر روش‌های مختلف پرایمینگ بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو نوع برنج نشان داد که اسموپرایمینگ بذور سخت با KCl و بذور ریز برنج با $CaCl_2$، کمترین زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی و بالاترین میزان سبزشدن را داشت (Farooq *et al.*, 2006). سایر نتایج نشان دادند که در کشت پائیزه، روش‌های مختلف هایدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ موجب افزایش غلظت عناصر فسفر، روی، آهن، منگنز و مس در گیاه و کلش و دانه‌های جو گردید. نتایج به‌دست‌آمده مبنی بر مطلوبیت تیمار هایدروپرایمینگ در تقویت بنیه بذر رقم هاشمی با نتایج آزمایش سایر محققان مطابقت دارد. این نتایج نشان داد که هایدروپرایمینگ به‌مدت ۴۸ ساعت موجب افزایش جوانه‌زنی بذر، استقرار بهتر گیاهچه و رشد و عملکرد بالاتر گیاه برنج در کشت مستقیم گردید (Farooq *et al.*, 2006) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. این موضوع نشان‌دهنده اثر تیمار هایدروپرایمینگ در ساعت‌های اولیه جوانه‌زنی است که می‌توان بیان داشت هایدروپرایمینگ، سرعت جوانه‌زنی در بذر را افزایش می‌دهد. این پدیده ناشی از اثر عمومی هایدروپرایمینگ در جلو انداختن یک مرحله از مراحل جذب آب (مراحل اول و دوم آب‌نوشی) می‌باشد. در ارزن مرواریدی مشاهده شد که آب‌نوشی بذر با ویتامین‌های گروه B سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و بالارفتن بنیه بذر گردید. در تحقیق دیگر مشخص شد که هورمون اسید آبسیسیک سبب ترمیم‌پذیری بذرهای زوال‌یافته کلزا شد که این امر منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به بذور بدون پرایمینگ گردید. بازاحیایی خسارت ناشی از رادیکال‌های آزاد روی غشاها، به حداقل‌رساندن پراکسیداسیون لیپید در بذرهای زوال‌یافته و ترکیبات دیگری که در طول فاز آب‌نوشی تولید می‌شوند را می‌توان علت این مشاهدات بیان نمود (Tavakol Afshari *et al.*, 2007). در روش هایدروپرایمینگ به اندازه کافی آب برای شروع فعالیت‌های متابولیکی قبل از جوانه‌زنی تامین می‌گردد، اما مجال کافی برای بیرون‌آمدن ریشه‌چه وجود ندارد (Bradford, 1986). بنابراین در روش هایدروپرایمینگ سرعت و ضریب یکنواختی در جوانه‌زنی ایجاد می‌گردد. در.این آزمایش نیز نشان داده شد که هایدروپرایمینگ می‌تواند در سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی بالاتر در مدت زمان کوتاه‌تر بسیار موثر باشد که این نتایج می‌تواند به‌دلیل تسریع جذب آب در فاز اول و دوم از الگوی سه مرحله‌ای جذب آب باشد. مرحله اول و دوم، پیش‌مرحله بوده و مراحل خیلی حساس برای مراحل جوانه‌زنی و بسیار مهم برای موفقیت پرایمینگ بذر می‌باشند (Bewley, 1997). در آزمایش حاضر نیز نشان داده شد که هایدروپرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر گردید و در مدت زمان کوتاه‌تری به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی دست یافتند، که این می‌تواند ناشی از فعالیت‌های بیوشیمیایی بذر نظیر آزادسازی آلفا-آمیلاز در اثر پرایمینگ باشد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمارهای هایدروپرایمینگ می‌باشد. مشاهدات سایر محققان نشان داد که بررسی اثر هورمون پرایمینگ با اسید آبسیسیک، اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذر برنج در محیط شور (۱۵دسی زیمنس بر متر) و بدون شوری (۴ دسی زیمنس بر متر) حاکی از تاثیر مثبت این تیمارها بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بود (Farooq *et al.*, 2005). با توجه به عدم مطلوبیت صفات در تیمارهای پرایمینگ مورد استفاده در رقم خزر، پیشنهاد می‌گردد تا با تغییر در سطوح تیمارها در رقم خزر نسبت به پیدا نمودن روش پرایمینگ و سطح مطلوب برای آن اقدام گردد.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌دار در دو رقم مورد آزمایش (خزر و هاشمی) در صفات مورد ارزیابی وجود دارد که نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام با پتانسیل ژنتیکی متفاوت در ایجاد بنیه بذر و تولید

گیاهچه بود ومشخص شد که رقم هاشمی از بنیه بذر قوی‌تری نسبت به رقم خزر برخوردار است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد که تیمار هایدروپرایمینگ در ایجاد سرعت و ضریب یکنواختی در جوانه‌زنی بذرها و تیمار کلرید کلسیم در ایجاد مقاومت به شرایط فشار اسمزی بالا از مطلوبیت بالاتری برخوردار می‌باشد.اثر متقابل پرایمینگ در رقم نشان داد که کمترین زمان لازم برای رسیدن به ۹۵ درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار هایدروپرایمینگ در رقم هاشمی بود. این مطلب نشان‌دهنده واکنش متفاوت ارقام به تیمارهای مختلف پرایمینگ است که در ایجاد بنیه بذر و گیاهچه نقش متفاوت دارند. به‌طور کلی می‌توان تیمار هایدروپرایمینگ را به‌دلیل هزینه پایین انجام آن و اثرگذاری مثبت در سرعت و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی در رقم هاشمی به کاربران توصیه نمود. اما قبل از این کار نیاز به آزمایش‌های تکمیلی در مزرعه به منظور تایید مفیدبودن این روش در مزرعه نیزمی‌باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان تشکر خالصانه خود را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت که در انجام مطالعه حاضر نقش برجسته‌ای داشته‌اند تقدیم می‌دارند. کلیه اعتبار مالی طرح پژوهشی، توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت تامین شده است.

منابع Reference

Abdul Shukor, J., Md. P. Anwar, A. Selamat, A. Puteh, and K. Azmi. 2012. The influence of seed priming on weed suppression in aerobic rice. Pak. J. Weed Sci. Res. 18: 257-264.

Afzal,S., A. Butt, A. Afzal, S. M. A. Basra, and U. H. Rehman. 2012. Alleviation of salt stress in fine aromatic rice by seed priming. Aust. J. Crop Sci. 6: 1401–1407.

Akira, A., T. Hiroki, F. Takahiro, A. Koichiro, K. Mikiko, S. Hitoshi, U. Aiko, M. Makoto, and T. Ryohei. 2012. OsGA20ox1, a candidate gene for a major QTL controlling seedling vigor in rice (*Oryza sativa* L.). Theor.Appl. Gen. 125: 647–657.

Allahgholipour Mehrzad, M, and S. Mohammadsalehi. 2004. Characterization of Some Local Rice Cultivars under Guilan Conditions. Rice Research Institute Publications, Iran (In Persian).

Basra, S.M.A., M. Farooq, K. Hafeez, and N. Ahmed. 2004. Osmohardening: A new technique for rice seedinvigoration. Intl. Rice Res. Notes.27: 74–75.

Basra, S. M. A., M. Farooq, R. Tabassum, and N. Ahmed. 2005. Physiological and biochemical aspects of seedvigour enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol.33: 623–628.

Bewley, J.D. 1997. Seedgermination and dormancy.Plant Cell. 9:1055-1066.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hort. Sci. 21: 1105-1112.

Chiu, K.V., C. S. Wang, and J. M. Sung. 1995. Lipid proxidation and peroxide scavenging enzymes associated with accelerate aging and hydration of water melon seed hidiffering in ploidy. Phsiolgia Plantrum. 94: 441-446.

Cruz, R.P., S. C. K. Milach, and L. C. Federizzi. 2006. Inheritance of rice coldtolerance at the ermination stage. Gen. Mol. Biol. 29: 314-320.

Deshpande V. N., B. D. Waghmode, V. V. V. Dalvi, and P. B. Vanave. 2003. Naphthaleneacetic acid holds promise in hybrid rice seed production. Ind. J. Gen. Plant Breeding. 63(2): 157–158.

Di Girolamo, G. and L. Barbanti. 2012. Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. Intl. J. Agron. 7: 178-188.

Du, L. V., and T. P. Tuong. 2002. Enhancing the performance of dry-seeded rice: effects of seed priming, seedling rate and time of seedling. In: Pandey, S., M. Mortimer, L. Wade, T. P. Tuong, K. Lopes and B. Hardy (eds.), Direct Seeding: Research Strategies and Opportunities. Intl. Rice Res. Ins., Los Baños, Philippines, pp. 241–256.

Farooq, M., S. M. A. Basra, K. Hafez, and S. A. Asad. 2005. Use of commercial fertilizers as osmotica for rice priming. J. Agric. Soc. Sci.1 (2): 172-175.

Farooq, M., A. Basra, and A. Wahid. 2006. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. Plant Growth Reg. 49: 285–294.

Farooq, M., S. M. A. Basra, A. Wahid, A. Khaliq, and N. Kobayashi. 2009. Rice seed invigoration. pp 137–175 In: E. Lichtfouse (ed.), Sustainable Agriculture Reviews– Book Series. Springer.

Farooq, M., A. Wahid, N. Ahmad, and S.A. Asad. 2010. Comparative efficacy of surface rying and re-drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy Water Environ. 8: 15–22.

Ghiyasi, M., R. Tajbakhsh, and A. Amini. 2011. Effect of osmopriming on harvested seed vigor of maize (*Zea mays* L.). Adv. Environ. Bio. 5(11): 3540-3542.

Gonzales, A., A. J. Gordan, C. L. James, and C. Arrese-Igor. 1995. The role of sucrose synthase in response of soybean nodules to drought. J. Expt. Bot. 46: 1515-1523.

Harris, D. 1996. The effect of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* L. Moench in semi arid Bostswana. Soil Tilage Res. 40: 73-88.

ISTA, 2009. International Rules for Seed Testing.Edition (2009).

Judi, S., and F.Sharizadeh. 2004. Investigation of hydro-priming effects on barley cultivars. J. Des. 11: 99-109.

Kaur, S., A. K. Gupta, and N. Kaur. 2002. Effect of osmo and hydro priming of chickpea seeds onseedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth Reg. 37: 17-22.

Kazemnejad, M, and A. Mahmoudi. 2007. Production Costs and Trends in Rice Prices (Challenges, Outlook and Solutions). Ministry of Agriculture, Deputy of Planning and Economics, Institute of Planning and Agricultural Economics Research (In Persian).

Maroufi, K., H. Farahani Aliabadi, and O. Moradi. 2011. Thrmo priming influence on seedling production in wheat (*Triticum aestivum* L.). Adv. Envion. Biol. 5(11): 3664-3667.

Pandey, S., and L.E. Velasco. 2002. Economics of direct seeding in Asia: patterns of adoption and research priorities. In: Pandey, S., M. Mortimer, L. Wade, T.P. Tuong, K. Lopes and B. Hardy(eds.), Direct Seeding: Research Strategies and Opportunities. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Rashid, A., P. A. Hollington, D. Harris, and P. Khan. 2006. On farm seed priming for barely on normal, saline and sodic soils in North West Frontier province, Pakistan. 24: 276-281.

Redona, E.D., and D. J. Mackill. 1996. Genetic variation for seedling vigor traits in rice. Am. Soc. Agro. 36: 285-290.

Rehman, H., S. M. A. Basra, M. Farooq, N. Ahmed, and I. Afzal. 2011. Seed priming with $CaCl_2$ improves the stand establishment, yield and quality attributes in direct seeded rice (*Oryza sativa*). Intl. J. Agric. Biol. 13 (5): 786–790.

Ross C., R. W. Bell, and P. F. White. 2000. Phosphorus seed coating and soaking for improving seedling growth of (*Oryza sativa* L.) (rice) cv. IR66. Seed Sci. Technol. 28: 391–401.

Ruan S. L., X. Q. Zhong, W. Q. Hua, S. L. Ruan, Q. Z. Xue, and Q. H. Wang. 2003. Physiological effects of seed priming on salt-tolerance of seedlings in hybrid rice (Oryza sativa L.). Sci. Agric. Sinica. 36: 463–468.

Samiullah, A.F., and D. Khan. 1997. Improving performance of *Brassica junacoa* by seed treatment with pyridoxine. Newzland J.Crop Hortic. Sci. 25: 43-47.

Sikder, S., M. A. Hasan, and M. S. Hossain. 2009. Germination characteristics and mobilization of seed reserves in maize varieties as influenced by temperature regimes. J. Agric. Rural Develop. 2: 51- 56.

Singh, A. K., B. U. Choudhury, and B. A. M. Bouman. 2002. Effects of rice establishment methods on crop performance water use and mineral nitrogen. Proceedings of the International Workshop on Water-wise Rice Pro-duction. Intl. Rice Res. Inst., Los Bano˜s, Philippines, pp.237–246.

Sivritepe, N., H. O. Sivritepe, and A. Eris. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Sci. Hortic.97: 229- 237.

Soltani, A., E. Zeinali, S. Galeshi, and N. Latifi. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Sci. Technol. 29: 653-662.

Sung, F.J., and Y. H. Chang. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Sci. Technol. 21: 97-105.

Tavakol Afshari, R., S. Afshari, and N. Majnon Hoseini. 2007. Effect of Abscisic acid and Cytokinins on seed germination and vigor of deterioration rape seed under high drought stress. J. Agron. Sci. 39: 194-179.

Vieira A. R., M. G., Vieira, A. C. Fraga, J. A. Oliveira, C. D. Santos, G. G. Vieira, and C. D. Santos. 2002. Action of gibberellic acid (GA_3) on dormancy and activity of alpha-amylase in rice seeds. Revista Brasileira de Sementes. 24: 43–48.

Yari, L., A. Zareyan, S. Sheidaie, and F. Khazaei.2012. Influence of high and low temperature treatments on germination and seedling vigor of rice (*Oryza sativa* L.).World Appl. Sci. J. 16 (7): 1015-1018.