

## اثر پرایمینگ بر بنیه بذر و گیاهچه دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.)

حسن اخگری<sup>۱\*</sup>، بهزاد کاویانی<sup>۲</sup>

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 به صورت 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- پوشش‌دار کردن بذر، T8- بذر خشک بدون پرایم، T9- پیش‌خیساندن بذر به مدت ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمایش و T10- پیش‌خیساندن بذر به مدت 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 برخوردار بود. مقایسه میانگین شاخص هدایت الکتریکی در تیمارهای مختلف نشان داد که تیمار پرایمینگ با  $\text{CaCl}_2$  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<sup>1\*</sup>, B. Kaviani<sup>2</sup>

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 vigourity 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- $\text{CaCl}_2$ , 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 vigourity 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 20<sup>th</sup> 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

گیاچه در شرایط تنش، بذور گیاهی قبل از کاشت، به روش‌های مختلف تیمار می‌شوند که عمده‌ترین آن‌ها تلقیح با موجودات زنده، پوشش‌دار کردن و پرایمینگ است. به طور کلی، 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 خشک کردن 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). سخت کردن بذر روشی است که در آن بذر در آب قرار داده می‌شود تا آب جذب کرده و سپس 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

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 سبز شدن گیاهچه‌ها است (Farooq *et al.*, 2006). پایین بودن 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 ساقچه 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

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 (کازم‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۳)، تغییر سیستم کاشت برنج از روش نشایی به کشت مستقیم ضروری می‌باشد (Pandey and Velasco, 2005). به منظور 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 ۱۳۹۳ در 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

مورد استفاده قرار می‌گیرد (Basra et al., 2005). هریس نشان داد که پرایمینگ در سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی سبز شدن گیاهچه‌ها، افزایش درصد جوانه‌زنی بذر، کوتاه کردن زمان کاشت تا سبز شدن، 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 درصد جوانه‌زنی 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، نترات 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 تر کردن و قراردادن بذر در محیط با پتانسیل اسمزی پایین به‌طور هم‌زمان انجام می‌شود (Farooq et al., 2006). قدرت گیاهچه برنج وقتی که بذر به‌وسیله یک عنصر مانند سوپرفسفات، منوآمونوم فسفات یا پتاسیم فسفات پوشش داده شد، ۶۰-۴۰ درصد افزایش یافت (Ross et al., 2000). پوشش دار کردن بذر با سنگ فسفات، روی جوانه‌زنی اثر نداشت و باعث ایجاد تاخیر ۲-۳ روزه در جوانه‌زنی بذر برنج شد. پوشش دار کردن بذر موجب افزایش وزن خشک ساقه‌چه شد. اثر تیمار پوشش دار کردن 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

روی + نانو کلات آهن + قارچ کش 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- پیش خیساندن بذر به مدت ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمایش و T10- پیش خیساندن بذر به مدت ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمایش (Farooq et al., 2006).

از بذره‌های تیمار شده، برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی بذور با استفاده از آزمون جوانه‌زنی استاندارد در ظروف پتری با قطر ۹ سانتی‌متر استفاده شد. آزمون جوانه‌زنی بذره‌های پرایم شده و شاهد (بدون پرایم) جمعاً 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 به مدت ۹ روز، بازدید از بذور هر ۲۴ ساعت یک‌بار صورت گرفت. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده، 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) به صورت عکس زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی و ضریب یکنواختی جوانه‌زنی (GU) به صورت تکامل زمان برای رسیدن از ۵ درصد حداکثر جوانه‌زنی تا ۹۵ درصد حداکثر جوانه‌زنی براساس روابط زیر محاسبه گردید. هر چه عدد به‌دست آمده کمتر باشد، نشان‌دهنده یکنواختی بیشتر در جوانه‌زنی بذور می‌باشد (Soltani et al., 2001).

$$GU = D95 - D5$$

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

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 (اله‌قلی‌پور مهرزاد و محمدصالحی، ۱۳۸۰). فاکتور دوم ده تیمار (T1-T10)، شامل ۱۰۰۰ گرم بذر از هر رقم تحت تیمارهای (T1-T10) هایدروپرایمینگ: به مدت 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 T2, T3, T4 نیز انجام شد، پرایمینگ با اسید آسکوریک: محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوریک، T3- اسید سالیسیلیک: محلول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، T4- پرایمینگ با کلرید کلسیم: محلول ۲۲/۲ گرم در لیتر کلرید کلسیم (CaCl<sub>2</sub>)، T5- پرایمینگ با سرما: بذر به مدت 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- پوشش‌دار کردن بذر: بذره‌های هایدروپرایم شده 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

وزن نمونه بذر (گرم) / میزان هدایت الکتریکی برای هر ظرف (میکروزیمنس بر سانتی متر) = هدایت الکتریکی بذر (میکروزیمنس بر سانتی متر بر گرم  $(\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1})$ ) (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 جوانه‌دار شده در ۴۵ سانتی متر مربع، در سه خط کاشت (گیاهچه خارج شده از خاک) اقدام شد. آخرین شمارش در روز بیستم انجام شد. از اعداد به‌دست آمده میزان استقرار، درصد و سرعت سبز شدن بذر در واحد سطح بر اساس تراکم ۳۳۰ بذر در مترمربع محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری سرعت سبز شدن، پس از شروع سبز شدن، 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 سبز شدن اندازه‌گیری شد.

$$\text{سرعت سبز شدن} = \frac{di \cdot ni \cdot \Sigma}{ni \cdot \Sigma \cdot 2}$$

$di$  = روز سبز شدن از زمان کاشت

$ni$  = تعداد گیاهچه سبز شده و در شمارش  $i$  ام می‌باشد.

داده‌های به‌دست آمده 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 بینه 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

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 (سانتی متر)، وزن تر و خشک ساقه‌چه (میلی گرم)، طول ریشه‌چه (سانتی متر)، وزن تر و خشک ریشه‌چه (میلی گرم)، طول گیاهچه (سانتی متر)، وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) و سطح برگ گیاهچه با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ رومیزی دیجیتالی 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 یون‌برداری شده که قبلاً (طی ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) هم‌دم‌گردیده بود، قرار داده شد. لازم به ذکر است که رطوبت دانه باید ۱۴-۱۰ درصد باشد. یک ظرف آب یون‌برداری شده نیز به عنوان شاهد قرار داده شد. وزن بذرها قبل از وارد کردن به ارلن با دقت صدم گرم تعیین گردید. کلیه ظروف با فویل پوشانده شده و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و سپس با هدایت‌سنج الکتریکی کالیبره شده، 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  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  گزارش شد و با استفاده از رابطه زیر به‌دست آمد:

دار بود. اثر متقابل پرایمینگ در رقم نیز در صفت تعداد ساعت تا ۹۵ درصد جوانه زنی در سطح یک درصد معنی- دار بود. همچنین اثر تیمارهای پرایمینگ بر تعداد گیاهچه سبز شده در واحد سطح در مزرعه در روز بیستم بعد از کاشت در سطح یک درصد معنی دار بود.

پرایمینگ روی صفات هدایت الکتریکی، سرعت رسیدن بذر به ۵۰ درصد جوانه زنی، تعداد گیاهچه در واحد سطح در روز بیستم بعد از کاشت و مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵، ۱۰ و ۵۰ درصد جوانه زنی بذر، در سطح یک درصد و صفت سرعت جوانه زنی در سطح ۵ درصد معنی-

جدول ۱- میانگین مربعات ارزیابی صفات بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه در دو رقم 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

منبع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	تعداد گیاهچه در واحد سطح، روز بیستم Plantlet number/surfaces unit at 20 <sup>th</sup> day	تعداد گیاهچه در مزرعه روز دهم Plantlet number in field at 10 <sup>th</sup> day	سرعت جوانه زنی Acceleration of germination	سرعت رسیدن به ۵۰٪ جوانه زنی Acceleration rate to 50% of germination	ضریب یکنواختی در جوانه زنی Uniformity in germination	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	ساعت تا ۹۵ درصد جوانه زنی Hours until 95% of germination	ساعت تا ۵۰ درصد جوانه زنی Hours until 50% of germination	ساعت تا ۱۰ درصد جوانه زنی Hours until 10% of germination	ساعت تا ۵ درصد جوانه زنی Hours until 5% of germination
سال Year	1	1295640.02**	10352*	70.19**	47.78 <sup>ns</sup>	70.2 <sup>ns</sup>	6.2 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	47.78 <sup>ns</sup>	14.41 <sup>ns</sup>	19.6 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup>	305.58 <sup>ns</sup>	6699.29 <sup>ns</sup>	3891**	12276 <sup>ns</sup>	692 <sup>ns</sup>	6699.29 <sup>ns</sup>	8387.39 <sup>ns</sup>	8464 <sup>ns</sup>
پرایمینگ Priming	9	21114.73	7697 <sup>ns</sup>	104.62*	905.68**	362 <sup>ns</sup>	3112.72**	1103 <sup>ns</sup>	905.68**	1047.9**	966**
رقم × پرایمینگ Cultivar × Priming	9	5162.78 <sup>ns</sup>	5352 <sup>ns</sup>	1.7 <sup>ns</sup>	60.87 <sup>ns</sup>	228 <sup>ns</sup>	524.44 <sup>ns</sup>	1227**	60.87 <sup>ns</sup>	164.59 <sup>ns</sup>	151 <sup>ns</sup>
سال × رقم Year × Cultivar	1	600.61 <sup>ns</sup>	316 <sup>ns</sup>	4.54 <sup>ns</sup>	438.44 <sup>ns</sup>	37.1 <sup>ns</sup>	3019.34*	169 <sup>ns</sup>	438.44 <sup>ns</sup>	445.95 <sup>ns</sup>	1130**
سال × پرایمینگ Year × Priming	9	18038.99 <sup>ns</sup>	4136 <sup>ns</sup>	19.97 <sup>ns</sup>	166.7 <sup>ns</sup>	527 <sup>ns</sup>	349.13 <sup>ns</sup>	1005*	166.7 <sup>ns</sup>	148.51 <sup>ns</sup>	129 <sup>ns</sup>
سال × رقم × پرایمینگ Year × Cultivar × Priming	9	7757.18 <sup>ns</sup>	3865 <sup>ns</sup>	15.93 <sup>ns</sup>	124.73**	277 <sup>ns</sup>	303.11**	316 <sup>ns</sup>	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 = غیر معنی دار، \* و \*\* به ترتیب معنی دار 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 ساقه چه Shoot dry weight	وزن خشک ریشه چه Root dry weight	وزن خشک گیاهچه Plantlet dry weight	طول ریشه چه Root length	طول ساقه چه Shoot length	سطح برگ گیاهچه Leaf surface of plantlet	چه تعداد ریشه Root No.	درصد گیاهچه طبیعی Percentage of normal plantlet	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 <sup>ns</sup>	142.31 <sup>**</sup>	332.92 <sup>**</sup>	5660 <sup>**</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	7.35 <sup>*</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	78854 <sup>**</sup>	19.91 <sup>**</sup>	0.0 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup>	8.78 <sup>**</sup>	3.87 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>	150.5 <sup>**</sup>	291.7 <sup>ns</sup>	234.74 <sup>**</sup>	30.62 <sup>**</sup>	422.22 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	378 <sup>**</sup>	366 <sup>**</sup>
پرایمینگ Priming	9	26916.56 <sup>*</sup>	0.36 <sup>ns</sup>	0.8 <sup>ns</sup>	3.52 <sup>ns</sup>	2.69 <sup>**</sup>	2.8 <sup>ns</sup>	208.75 <sup>**</sup>	2.5 <sup>**</sup>	76.69 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	35 <sup>**</sup>	65 <sup>**</sup>
رقم × پرایمینگ Cultivar × Priming	9	27920.58 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.41 <sup>ns</sup>	3.23 <sup>ns</sup>	3.95 <sup>**</sup>	6.46 <sup>ns</sup>	47.06 <sup>**</sup>	2.95 <sup>**</sup>	223.15 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	65 <sup>**</sup>	100 <sup>**</sup>
سال × رقم Year × Cultivar	1	21183 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	1.89 <sup>*</sup>	17.62 <sup>**</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	4.45 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	2480 <sup>**</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
سال × پرایمینگ Year × Priming	9	6658.51 <sup>ns</sup>	0.77 <sup>ns</sup>	0.97 <sup>*</sup>	1.82 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	7.12 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	339.35 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
سال × رقم × پرایمینگ Year × Cultivar × Priming	9	16880.95 <sup>**</sup>	0.98 <sup>**</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	1.5 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	4.3 <sup>**</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	93.22 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>
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 = غیر معنی دار، \* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

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

در رقم در صفات وزن تر ساقه چه، وزن تر ریشه چه، سطح برگ، تعداد ریشه چه و طول ریشه چه در سطح یک درصد تفاوت معنی دار 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 به دست آمده کمتر باشد، نشان‌دهنده این است که یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است و مقایسه

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

بیستم بعد از کاشت در مزرعه از مطلوبیت بالاتری برخوردار بود. تفاوت موجود بین رقم خزر و هاشمی در صفات مذکور نشان دهنده اثر تنوع ژنتیکی در ارقام بر بنیه بذر و گیاهچه در آزمایشگاه و مزرعه می باشد. با توجه به نتایج حاصل از آزمایش می توان بیان داشت که، قدرت متابولیسم بذر رقم هاشمی بیشتر بوده و تا مراحل اولیه گیاهچه ای و قدرت استقرار در مزرعه، که هنوز گیاهچه از نظر تغذیه متکی به بذر می باشد، از توان تولید گیاهچه با بنیه بالاتر برخوردار است. دلیل این امر می تواند به قدرت بالاتر بذر رقم هاشمی در فعالیت متابولیکی بیشتر و پویایی این مواد در انتقال به گیاهچه باشد.

میانگین داده های صفات گیاهچه در آزمایشگاه که معنی دار شده اند در دو رقم خزر و هاشمی (جدول ۲) نشان داد که رقم خزر با داشتن تعداد ۵ ریشه چه، وزن تر ریشه چه بالاتر (۱۴/۷۵ میلی گرم) و چگالی ریشه ۱/۶۸ میلی گرم بر سانتی متر نسبت به رقم هاشمی از مطلوبیت بالاتری برخوردار بود. از طرف دیگر، رقم هاشمی در صفت وزن خشک ساقه چه (۹/۱ میلی گرم)، وزن تر ساقه چه (۳۴/۰۷ میلی گرم) و سطح برگ گیاهچه (۱۵/۸ سانتی متر 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

جدول ۲- 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	توزیع یکنواختی در جوانه زنی (درصد) Uniformity in germination (%)	تعداد ریشه چه Root No.	سطح برگ گیاهچه (سانتی متر مربع) Plantlet leaf surface (cm <sup>2</sup> )	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 20 <sup>th</sup> day after planting
خزر Khazar	50.9 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	13.3 <sup>b</sup>	14.75 <sup>a</sup>	34.05 <sup>b</sup>	7.2 <sup>b</sup>	168 <sup>a</sup>	151 <sup>b</sup>
هاشمی Hashemi	41.1 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	15.8 <sup>a</sup>	11.67 <sup>b</sup>	37.07 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	147 <sup>a</sup>	185 <sup>a</sup>

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف همسان هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه ای LSD تفاوت معنی داری ندارند

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

معلوم گردید که تیمار هایدروپرایمینگ، باعث افزایش سرعت جوانه زنی و کاهش مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی گردید. در صفت هدایت الکتریکی کمترین هدایت الکتریکی ثبت شده مربوط به تیمار اسید سالیسیک به مقدار ۲۲/۸ میکروزیمنس بر سانتی متر بر گرم و بالاترین هدایت الکتریکی به مقدار ۷۲/۲ میکروزیمنس بر سانتی متر بر گرم در تیمار کلرید کلسیم مشاهده شد. در مقایسه با سایر تیمارهای پرایمینگ مورد استفاده در این آزمایش، تیمار کلرید کلسیم قوی ترین نمک مورد استفاده بوده است و به همین دلیل نیز محیط

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 جوانه زنی، در تیمار پرایمینگ با سرما + گرما به ترتیب با ۳۵، ۳۹/۷ و ۵۶/۲۶ ساعت، باعث طولانی تر شدن مدت زمان جوانه زنی گردید و تیمار هایدروپرایمینگ به ترتیب با ۱۳/۳، ۱۶/۲ و ۳۴/۱۳ ساعت باعث بهبود سرعت جوانه زنی شد. همچنین سرعت رسیدن به ۵۰ درصد جوانه زنی در تیمار هایدروپرایمینگ با ۰/۳ بالاترین سرعت مشاهده شد. همچنین در این آزمایش



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 سالیسیلیک 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 استقرار یافته در مزرعه در بذر خشک بدون پرایم در تیمارهای کشت مستقیم بذر مشاهده گردید.

جدول ۳- 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 20 <sup>th</sup> day after planting
پرایمینگ ۱ T1	29.2 <sup>b</sup>	32.7 <sup>a</sup>	34.13 <sup>e</sup>	16.2 <sup>d</sup>	13.3 <sup>d</sup>	0.03 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	234 <sup>a</sup>	126 <sup>d</sup>
پرایمینگ ۲ T2	24.5 <sup>b</sup>	31.9 <sup>ab</sup>	35.62 <sup>de</sup>	17.6 <sup>cd</sup>	13.5 <sup>d</sup>	0.02 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>	116 <sup>b</sup>	163 <sup>bcd</sup>
پرایمینگ ۳ T3	22.8 <sup>b</sup>	29.5 <sup>abc</sup>	38.24 <sup>cde</sup>	18.9 <sup>cd</sup>	14.1 <sup>d</sup>	0.02 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	132 <sup>b</sup>	179 <sup>abcd</sup>
پرایمینگ ۴ T4	72.2 <sup>a</sup>	27.8 <sup>cde</sup>	44.8 <sup>bcd</sup>	27.9 <sup>bc</sup>	25.2 <sup>bc</sup>	0.02 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	150 <sup>b</sup>	129 <sup>d</sup>
پرایمینگ ۵ T5	33.8 <sup>b</sup>	28.5 <sup>bcd</sup>	51.18 <sup>ab</sup>	29.5 <sup>b</sup>	24.3 <sup>bc</sup>	0.02 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	102 <sup>b</sup>	134 <sup>d</sup>
پرایمینگ ۶ T6	28.5 <sup>b</sup>	25.5 <sup>de</sup>	56.26 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	0.01 <sup>c</sup>	3.1 <sup>a</sup>	120 <sup>b</sup>	163 <sup>bcd</sup>
پرایمینگ ۷ T7	23.6 <sup>b</sup>	28.6 <sup>bcd</sup>	46.3 <sup>abc</sup>	28 <sup>bc</sup>	21.2 <sup>cd</sup>	0.02 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	130 <sup>b</sup>	148 <sup>cd</sup>
پرایمینگ ۸ T8	27.8 <sup>b</sup>	24.8 <sup>e</sup>	52.54 <sup>ab</sup>	35.2 <sup>ab</sup>	30.1 <sup>abc</sup>	0.01 <sup>c</sup>	3.2 <sup>a</sup>	85 <sup>b</sup>	207 <sup>ab</sup>
پرایمینگ ۹ T9	32.8 <sup>b</sup>	26.1 <sup>cde</sup>	51.09 <sup>ab</sup>	36 <sup>ab</sup>	31.4 <sup>ab</sup>	0.02 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	103 <sup>b</sup>	205 <sup>abc</sup>
پرایمینگ ۱۰ T10	33.6 <sup>b</sup>	27.9 <sup>cde</sup>	45.9 <sup>bcd</sup>	30.1 <sup>ab</sup>	25.1 <sup>bc</sup>	0.02 <sup>b</sup>	3.3 <sup>a</sup>	110 <sup>b</sup>	231 <sup>a</sup>

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- پوشش دار کردن 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<sub>2</sub>, 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

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 معنی‌دار شده 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 پوشش‌دار کردن 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 درصد جوانه‌زنی بذر گردید (Yari et al., 2012). پرایمینگ بذر ذرت اثر متفاوتی در ارقام، کیفیت بذر، روش اجرا و وضعیت جوانه‌زنی داشت (Ghiyasi et al., 2011). علت افزایش طول کلئوپتیل در بذور هایدروپرایمینگ شده 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.

اعمال تیمار پرایمینگ باعث شد تا مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد برسد کاهش یابد و بذورهای پرایمینگ شده جوانه‌زنی خود را نسبت به بذورهای شاهد سریعتر شروع کنند و گیاهچه 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 می‌یابد. 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 مناسب بودن شرایط محیطی برای افزایش متابولیسم است. از آنجایی که هایدروپرایمینگ باعث تسریع در آب‌نوشی بذر می‌گردد و خشک و تر کردن 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

جدول ۴- 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) on seed and plantlet traits in laboratory and field

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

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای LSD تفاوت معنی‌داری ندارند  
 پرایمینگ‌ها: T1- هاییدروپرایمینگ، T2- آسکوربیک اسید، T3- سالیسیلیک اسید، T4- کلرید کلسیم، T5- پیش‌اندازی با سرما، T6- پیش‌اندازی با گرما + سرما،  
 T7- پوشش دار کردن 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<sub>2</sub>, 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

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 ( $r = -0.77^{**}$ ). 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 ( $r = 0.58^{**}$ ) نشان داد. صفت چگالی طولی ریشه‌چه با وزن خشک ریشه‌چه همبستگی مثبت داشت ( $r = 0.76^{**}$ ). وزن خشک ساقه‌چه با درصد سبز گیاهچه در روز بیستم پس از کاشت در مزرعه همبستگی داشت که ضرایب همبستگی آن  $r = -0.55^{**}$  می‌باشد. وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه با صفات درصد گیاهچه طبیعی ( $r = 0.87^{**}$  و  $r = -0.70^{**}$ )، درصد سبز در روز بیستم بعد از کاشت در مزرعه ( $r = 0.59^{**}$ ) و  $r = -0.55^{**}$  و با چگالی طولی ریشه‌چه ( $r = -0.76^{**}$ ) و  $r = -0.36^{**}$  همبستگی داشت.

برآیند نتایج به‌دست آمده 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 سالیسیلیک 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 تأکیدی بر اهمیت این تیمار در رقم هاشمی می‌باشد.

بالاترین مقدار کلروفیل کل در سطوح کاملاً شور در رقم متحمل به نمک از بذرهای پرایم شده با  $\text{CaCl}_2$  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 خیس شده گندم به ترتیب  $7/2-$  و  $12/3-$  مگاپاسکال و در بذرهای شاهد و تیمارنشده به ترتیب برابر  $4/8-$  و  $9/9-$  مگاپاسکال بود، اما در بذرهای برنج، خیس‌اندن در آب تغییری در پتانسیل آب و پتانسیل اسمزی ایجاد نکرد. همچنین در بذرهای خیس شده گندم و جو، فعالیت آلفا-آمیلاز، ۱۲ ساعت پس از کاشت به ترتیب  $2/7$  و  $2/8$  برابر بیشتر از بذرهای تیمارنشده افزایش یافت و جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها سریع‌تر به وقوع پیوست. محققین نتیجه گرفتند که بهبود جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه ناشی از افزایش کربوهیدرات‌های محلول برای جنین در حال رشد بود که در اثر افزایش فعالیت آلفا-آمیلاز به وجود آمده است (Kobata et al., 2002).

افزایش وزن خشک گیاهچه در بذرهای هایدروپرایمینگ شده می‌تواند به علت افزایش سنتز آنزیم‌های هایدرولیتیک و به دنبال آن افزایش میزان پویایی ذخایر بذر و افزایش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد (Sivritepe et al., 2003). افزایش در طول ریشه بذری، طول کلئوپتیل و وزن خشک گیاهچه در تیمارهای هایدروپرایمینگ احتمالاً 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 تیمار شده 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

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

Table 5- Ccorrelation coefficient between seed vigorty 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 Electrical 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							
درصد گیاهچه 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 10 <sup>th</sup> 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 20 <sup>th</sup> 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	

مجال کافی برای بیرون آمدن ریشه چه وجود ندارد (Bradford, 1986). بنابراین در روش هایدروپرایمینگ سرعت و ضریب یکنواختی در جوانه زنی ایجاد می گردد. در این آزمایش نیز نشان داده شد که هایدروپرایمینگ می تواند در سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی بالاتر در مدت زمان کوتاه تر بسیار موثر باشد که این نتایج می تواند به دلیل تسریع جذب آب در فاز اول و دوم از الگوی سه مرحله ای جذب آب باشد. مرحله اول و دوم، پیش مرحله بوده و مراحل خیلی حساس برای مراحل جوانه زنی و بسیار مهم برای موفقیت پرایمینگ بذر می باشند (Bewley, 1997). در آزمایش حاضر نیز نشان داده شد که هایدروپرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه زنی بذر گردید و در مدت زمان کوتاه تری به ۵۰ درصد حداکثر جوانه زنی دست یافتند، که این می تواند ناشی از فعالیت های بیوشیمیایی بذر نظیر آزادسازی آلفا-آمیلاز در اثر پرایمینگ باشد. بیشترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمارهای هایدروپرایمینگ می باشد. مشاهدات سایر محققان نشان داد که بررسی اثر هورمون پرایمینگ با اسید آبسسیک، اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک روی جوانه زنی و رشد گیاهچه بذر برنج در محیط شور (۱۵ دسی زیمنس بر متر) و بدون شوری (۴ دسی زیمنس بر متر) حاکی از تاثیر مثبت این تیمارها بر جوانه زنی و رشد گیاهچه بود (Farooq *et al.*, 2005). با توجه به عدم مطلوبیت صفات در تیمارهای پرایمینگ مورد استفاده در رقم خزر، پیشنهاد می گردد تا با تغییر در سطوح تیمارها در رقم خزر نسبت به پیدا نمودن روش پرایمینگ و سطح مطلوب برای آن اقدام گردد.

### نتیجه گیری نهایی

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

مطالعه روی اثر روش های مختلف پرایمینگ بر جوانه زنی و رشد گیاهچه دو نوع برنج نشان داد که اسموپرایمینگ بذور سخت با KCl و بذور ریز برنج با CaCl<sub>2</sub>، کمترین زمان تا ۵۰ درصد جوانه زنی و بالاترین میزان سبز شدن را داشت (Farooq *et al.*, 2006). سایر نتایج نشان دادند که در کشت پائیزه، روش های مختلف هایدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ موجب افزایش غلظت عناصر فسفر، روی، آهن، منگنز و مس در گیاه و کلش و دانه های جو گردید. نتایج به دست آمده مبنی بر مطلوبیت تیمار هایدروپرایمینگ در تقویت بنیه بذر رقم هاشمی با نتایج سایر محققان مطابقت دارد. این نتایج نشان داد که هایدروپرایمینگ به مدت ۴۸ ساعت موجب افزایش جوانه زنی 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 نشان دهنده اثر تیمار هایدروپرایمینگ در ساعت های اولیه جوانه زنی است که می توان بیان داشت هایدروپرایمینگ، سرعت جوانه زنی در بذر را افزایش می دهد. این پدیده ناشی از اثر عمومی هایدروپرایمینگ در جلو انداختن یک مرحله از مراحل جذب آب (مراحل اول و دوم آب نوشی) می باشد. در ارزیابی مروری مشاهده شد که آب نوشی بذر با ویتامین های گروه B سبب افزایش درصد جوانه زنی و بالارفتن بنیه بذر گردید. در تحقیق دیگر مشخص شد که هورمون اسید آبسسیک سبب ترمیم پذیری بذرهای زوال یافته کلزا شد که این امر منجر به افزایش درصد جوانه زنی نسبت به بذور بدون پرایمینگ گردید. بازحیایی خسارت ناشی از رادیکال های آزاد روی غشاها، به حداقل رساندن پراکسیداسیون لیپید در بذرهای زوال یافته و ترکیبات دیگری که در طول فاز آب نوشی تولید می شوند را می توان علت این مشاهدات بیان نمود (Tavakol Afshari *et al.*, 2007). در روش هایدروپرایمینگ به اندازه کافی آب برای شروع فعالیت های متابولیکی قبل از جوانه زنی تامین می گردد، اما

اثر گذاري مثبت در سرعت و ضريب يکنواختي جوانه زني در رقم هاشمي به کاربران توصيه نمود. اما قبل از اين کار نياز به آزمايش هاي تکميلي در مزرعه به منظور تايد مفيد بودن اين روش در مزرعه نيز مي باشد.

### سپاسگزارى

نگارندگان تشکر خالصانه خود را از دانشگاه آزاد اسلامي واحد رشت که در انجام مطالعه حاضر نقش برجسته اي داشته اند تقديم مي دارند. کليه اعتبار مالي طرح پژوهشي، توسط معاونت پژوهش و فناوري دانشگاه آزاد اسلامي واحد رشت تامين شده است.

گياهچه بود و مشخص شد که رقم هاشمي از بنيه بذر قوي تری نسبت به رقم خزر برخوردار است. بر اساس نتايج به دست آمده در اين آزمايش مي توان بيان کرد که تیمار هاي پروپرایمینگ در ايجاد سرعت و ضريب يکنواختي در جوانه زني بذرها و تیمار کلريد کلسيم در ايجاد مقاومت به شرايط فشار اسمزي بالا از مطلوبيت بالاتري برخوردار مي باشد. اثر متقابل پرایمینگ در رقم نشان داد که کمترین زمان لازم برای رسيدن به ۹۵ درصد جوانه زني مربوط به تیمار هاي پروپرایمینگ در رقم هاشمي بود. اين مطلب نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام به تیمارهاي مختلف پرایمینگ است که در ايجاد بنيه بذر و گياهچه نقش متفاوت دارند. به طور کلي مي توان تیمار هاي پروپرایمینگ را به دليل هزينه پايين انجام آن و

### Reference

### منابع

- 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 seed invigoration. *Intl. Rice Res. Notes.* 27: 74-75.
- Basra, S. M. A., M. Farooq, R. Tabassum, and N. Ahmed. 2005.** Physiological and biochemical aspects of seed vigour enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Sci. Technol.* 33: 623-628.
- Bewley, J.D. 1997.** Seed germination 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 differing in ploidy. *Physiolgia Plantum.* 94: 441-446.
- Cruz, R.P., S. C. K. Milach, and L. C. Federizzi. 2006.** Inheritance of rice cold tolerance at the germination stage. *Gen. Mol. Biol.* 29: 314-320.
- Deshpande V. N., B. D. Waghmode, 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 on seedling 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.** Thermo priming influence on seedling production in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Adv. Environ. 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<sub>2</sub> 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 Banoñs, 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<sub>3</sub>) 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. Khzaei. 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.

