# اثر پیش تیمار بذر و بر همکنش آن‌ها برخصوصیات جوانهزنی و دانه‌رست‌های ذرت هیبرید سینگل کراس (SC704)

مهدی رمضانی*[1] و رضا رضایی سوخت آبندانی[1]

## چکیده

به منظور بررسی اثر پیش تیمارهای مختلف بر خصوصیات جوانهزنی و دانه‌رست ذرت هیبرید سینگل کراس $SC_{704}$، آزمایشی به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران (ساری) در سال ۱۳۸۹ اجرا شد. تیمارها شامل پرایمینگ با پلی اتیلنگلایکول با غلظت ۱۰ درصد، نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۵ درصد، کلرید پتاسیم با غلظت ۲ درصد، آب خالص و شاهد (بدون پرایمینگ) بود. حداکثر سرعت جوانهزنی در محلول اوسموپرایمینگ پلی اتیلن گلایکول با غلظت ۱۰ درصد و هیدروپرایمینگ (آب خالص) بدست آمد. کمترین وزن‌تر ساقهچه و درصد جوانه زنی برای اوسموپرایمینگ کلرید پتاسیم با غلظت دو درصد حاصل شد. حداکثر شاخص میزان جوانهزنی، میانگین جوانه زنی روزانه و متوسط زمان جوانهزنی با پیش تیمار نمودن توسط شاهد و کلرید پتاسیم با غلظت دو درصد بدست آمد و بیشترین نسبت وزن خشک ریشهچه به ساقهچه با پیش تیمار کلرید پتاسیم با غلظت دو درصد حاصل شد. هم‌چنین بیشترین شاخص وزنی بنیه دانه‌رست با محلول اوسموپرایمینگ توسط پلی اتیلن گلایکول با غلظت ۱۰ درصد بدست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که می‌توان با روش پرایمینگ، جوانهزنی بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ را بهبود بخشید. در این صورت قدرت اولیه بذر افزایش یافته و در نهایت موجب افزایش درصد و سرعت سبزشدن بذر خواهد شد که ممکن است در عملکرد نهایی مؤثر باشد. طبق نتایج این تحقیق استفاده از محلول پرایمینگ توسط پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) با غلظت ۱۰ درصد و هیدروپرایمینگ (آب خالص) به مدت ۲۴ ساعت قابل توصیه می‌باشد.

---

***واژههای کلیدی:*** ذرت، پرایمینگ، سرعت جوانهزنی، متوسط جوانهزنی و شاخص وزنی بنیه دانه‌رست.

---

**تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۱۳**

**۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه زراعت، تهران، ایران.**

***نویسنده مسئول: mehdiramezani1979@yahoo.com**

## مقدمه

ذرت مهم‌ترین گیاه جهت تأمین مواد غذایی در آمریکای شمالی، مرکزی و جنوبی قبل از کشف قارهٔ جدید بوده است. ذرت نه تنها به عنوان غذای اصلی برخی مردم محسوب می‌گردد، بلکه در تولید محصولات دامی نقش مهمی دارد. ذرت از نظر فتوسنتز جز گیاهان $C_4$ بوده و در نتیجه دارای راندمان مصرف آب و نیتروژن بالاتری نسبت به غلات $C_3$ است. ذرت یک محصول با تنوع زیاد میباشد و از این نظر می تواند در برنامههای اصلاحی مدنظر قرار گیرد.

شوری خاک یکی از عوامل اصلی زیان بار در کشاورزی است (Ghassemi *et al*., 1995). حدود ۱۵درصد از کل زمینهای ایران نیز با مشکل شوری مواجه هستند (Hafeez *et al*., 2007)، از سوی دیگر خشکی نیز عامل دیگری در کاهش عملکرد گیاهان زراعی است (Soltani *et al*., 2008). جوانه‌زنی و سبز شدن بذر به شدت تحت تأثیر تنشهای شوری و خشکی قرار می گیرد، به طوری که استقرار ضعیف گیاه یکی از مشکلات اصلی در مناطق خشک و شور میباشد (Soltani *et al*., 2008 ؛ Afzal *et al*., 2005). فاصله زمانی کاشت تا سبز شدن به عنوان یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر در رشد گیاه و متعاقباً عملکرد گیاه زراعی میباشد. به نظر میرسد بذر به وقوع تنش شوری و خشکی در طول این دوره به شدت حساس میباشد، حال آن که معمولاً تحمل گیاه در برابر شوری و خشکی با گذشت سیر نموی آن افزایش مییابد (Ashraf and Rauf, 2001).

پیش تیمارهای مختلف مانند پرایمینگ[1] از مهم‌ترین تیمارهای افزایش‌دهنده قدرت جوانه زنی می‌باشند. پرایمینگ به تعدادی از روشهای مختلف بهبود دهنده بذرها اطلاق می‌شود که در تمامی آن‌ها جذب آب کنترل شده بذر اعمال میشود (Farooq *et al*., 2005). هدف کلی پرایمینگ بذر، آبنوشی جزئی آن میباشد ، به طوری که بذر در مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته، ولی از ورود به مرحله سوم جوانهزنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشهچه) باز می ماند (Bradford, 1995). رایجترین روش‌های پرایمینگ شامل هیدروپرایمینگ[2] و اوسموپرایمینگ[3] میباشند. اوسموپرایمینگ نوع خاصی از آمادهسازی پیش از کاشت بذرها میباشد که از طریق قرار دادن بذرها در محلولهای با پتانسیل اسمزی پایین حاوی مواد شیمیایی مختلفی نظیر پلیاتیلن گلایکول (PEG)، مانیتول، کودهای شیمیایی (نظیر اوره) و غیره صورت میگیرد (Ashraf and Foolad, 2005). در روش هیدروپرایمینگ ، بذرها با آب خالص و بدون استفاده از ماده شیمیایی تیمار میشوند که این نوع پیش تیمار بسیار ساده و ارزان بوده و مقدار جذب آب از طریق مدت زمانی که بذرها در تماس با آب هستند کنترل می شود (Ashraf and Foolad, 2005; Judi and Sharifzadeh, 2006; Farooq *et al*., 2006). باسرا و همکاران (Basra *et al*., 2006) گزارش دادند که بکارگیری تیمار اوسموپرایمینگ با پلیاتیلن گلایکول ۸۰۰۰ (PEG 8000) برای بذرهای برنج به مدت ٤٨ ساعت موجب افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، ظهور یکنواخت و بهبود وضعیت رشد گیاهچه گردید. اوسموپرایمینگ بذرهای ذرت با استفاده از پلیاتیلن گلایکول و نیترات پتاسیم باعث تسریع جوانهزنی در دمای پایین ۱۰ درجه سلسیوس گردید (Basra *et al*., 1989). هیدروپرایمینگ بذرها و ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به مدت ٢٤ ساعت توانست ظهور دانه‌رست از سطح خاک را تسریع کرده و باعث افزایش عملکرد گردد (Nagar *et al*., 1998). تیمار قبل از کاشت بذرهای سورگوم (*Sorghum bicolor*) و ارزن (*Pennisetum glaucum*) در محلول کود اوره (۷/۵ گرم در لیتر) باعث تسریع جوانهزنی و رشد دانه رست گردید (Al – Mudarsi and Jutzi, 1999).

پرتریوس و همکاران (Pretorius *et al*., 1998) طی آزمایشی خسارت خیساندن را در مرحله جوانهزنی بر بذرهای لوبیا بررسی کردند و نتیجه گرفتند که خیساندن بذر لوبیا در هوای اشباع (آب مقطر) جوانهزنی بعدی را کاهش میدهد. آن‌ها دلیل آن را چنین بیان کر دند که خیساندن، تنفس بذر را کاهش داده و در نتیجه ATP کمی تولید میگردد که این امر باعث کاهش جوانهزنی میگردد. موری و همکاران (Murray *et al*., 1993) گزارش کردند که خیساندن بذر چغندرقند در

[1] priming

[2] hydropriming

[3] osmopriming

آب قبل از کاشت نسبت به تیمار شاهد (عدم خیساندن) باعث افزایش درصد جوانهزنی میگردد. در حالی که خیساندن بذر چغندرقند در پلیاتیلنگلایکول درصد جوانهزنی را کاهش میدهد (Basra *et al.*, 1989). محمد و شاهزا (Mohammad and Shahza, 2005) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر برنج باعث بهبود در تشکیل ریشه و در نتیجه بهبود در جذب نیتروژن و باعث افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز در بذر میگردد. پرایمینگ بذرهای ذرت با استفاده از آب و محلول اسمزی KCl ۲/۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت، که هیچ گونه تأثیری بر عملکرد نداشت. مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2008) اظهار داشتند که پیش تیمارهای مختلف بذرهای ذرت باعث افزایش سرعت جوانهزنی گردید، در حالی که پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) باعث کاهش سرعت جوانهزنی شد. به علاوه، هیدروپرایمینگ بذرها به مدت ۳۶ ساعت باعث افزایش جوانهزنی نهایی، طول ریشه‌چه و وزن خشک دانه رست گردید. مورانگو و همکاران (Murungu *et al.*, 2003) در تحقیقات خود مشاهده کردند که با افزایش شدت خشکی، درصد سبز شدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت، اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مؤلفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذرهای شاهد (بدون تیمار) گردید. بنابراین چنانچه بتوان با روش پیش تیمارهای مختلف جوانهزنی بذر ذرت را در شرایط تنش خشکی بهبود بخشید، میتوان شاهد افزایش قدرت اولیه بذر بود که در نهایت موجب افزایش درصد و سرعت سبز شدن بذر در این شرایط خواهد شد که ممکن است در عملکرد نهایی مؤثر باشد.

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تیمارهای اوسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ برخصوصیات جوانهزنی بذر و رشد اولیه دانه‌رست ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط آزمایشگاهی و تعیین بهترین تیمار پرایمینگ بود.

## مواد و روشها

به منظور بررسی اثرات اوسمو و هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر و رشد دانه رست ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ ($SC_{704}$) آزمایشی به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران (ساری) در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. بذرهای مورد استفاده از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (سال تولید ۱۳۸۸) تهیه شد ند. تیمارها شامل اوسموپرایمینگ با پلیاتیلن گلایکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) با غلظت ۱۰ درصد، نیترات پتاسیم ($KNO_3$) با غلظت ۰/۵ درصد و کلرید پتاسیم (KCl) با غلظت ۲ درصد و هیدروپرایمینگ با آب خالص به مدت ۲۴ ساعت و شاهد (بدون پیش تیمار) بودند. پس از اتمام دورههای پیش تیمار به مدت ۲۴ ساعت، بذرهای پرایمینگ شده توسط آب مقطر شستشو شدند و تمامی بذرها تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک گردید. برای ارزیابی جوانهزنی، ۵۰ عدد بذر از هر تیمار در داخل ظرف های پتری شیشهای (با قطر ۹۰ میلیمتر) بین دو لایه کاغذ حوله ای قرار داده شدند و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری اضافه شد و برای جوانه‌زنی به ژرمیناتور با دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس (رطوبت نسبی ۴۲ درصد و تاریکی) منتقل شدند (ISTA, 2009). ظهور ریشهچه به طول دو میلیمتر به عنوان جوانه زدن بذر تلقی و در پایان روز هشتم بذرهای جوانهزده (دانه‌رست ه ای عادی) در هر تیمار شمارش شد و از شاخص‌های کیفی رشد تعداد بذر جوانهزده، طول ریشهچه، ساقهچه و دانه رست (بر حسب سانتیمتر)، وزنتر ریشهچه و دانه رست با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد. هم چنین نسبت طولی، نسبت وزنتر و نسبت وزن خشک ریشهچه و ساقه چه (R/S) نیز محاسبه شد و برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانهزنی روزانه، شاخص میزان جوانهزنی، متوسط جوانهزنی و شاخص وزنی بنیه دانه رست از رابطه های زیر استفاده شد (Bewley and Blak, 1998; Maguire, 1962; Nichols and Heydecker, 1968; Kim and Kang, 1987).

رابطه (۱)

درصد جوانهزنی = (تعداد بذرهای جوانهزده تا روز هشتم / تعداد کل بذرها) ×۱۰۰

رابطه (۲)

(سرعت جوانهزنی) $$GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$$

رابطه (۳)

(میانگین مدت جوانهزنی) $$M.G.T = \frac{\sum (T_x \cdot n_x)}{\sum N}$$

رابطه (۴)

(شاخص میزان جوانهزنی) $$G.R.T = \frac{\sum Ni}{\sum Ti}$$

رابطه (۵)

$$MGT = \frac{\sum(nt)}{\sum n}$$ (متوسط زمان جوانهزنی)

رابطه (٦)

درصد جوانهزنی× وزن خشک گیاهچه = شاخص وزنی بنیه دانه‌رست

که در آن $\sum Ni$: مجموع کل بذور جوانهزده تا پایان آزمایش $\sum Ti$مجموع زمان بر حسب روز از شروع آزمایش جوانهزنی $\sum Tx$زمان بر حسب روز از شروع آزمایش جوانهزنی $\sum nx$ تعداد بذور جوانهزده در روزX می‌باشند.

در پایان دادههای بدست آمده، توسط نرم افزار آماری MSTATC تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگینها با آزمون LSD درسطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### درصد جوانهزنی و سرعت جوانهزنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر پرایمینگ روی درصد جوانهزنی در سطح احتمال یک درصد معنیدار بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانهزنی توسط پلی اتیلنگلایکول با غلظت ۱۰ درصد (۹۰/٦۷ درصد) و شاهد (۸۹/۳۳ درصد) و کمترین آن توسط کلرید پتاسیم با غلظت ۲ درصد (٦۰ درصد) حاصل گردید (جدول ۲). دس و زیدی (Das and Zaidi, 1996) ارتباط بین جذب آب و درصد جوانهزنی را در نخود گزارش کرده‌اند، آن ها به‌طور کلی کاهش درصد جوانه زنی ژنوتیپهای نخود با افزایش پتانسیل منفی آب را بیانگر حساسیت ارقام نخود به تنش خشکی گزارش کردهاند. افزایش غلظت پلیاتیلن گلایکول، نیترات پتاسیم و کلرید سدیم منجر به کاهش سرعت جوانهزنی می‌شود، که حاکی از آن است که افزایش شوری باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر ذرت میشود (Bradford, 1995; De and Kar, 1994).

بیشترین سرعت جوانهزنی از نظر آماری تحت تأثیر تیمار پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). میزان سرعت جوانهزنی تحت تأثیر هیدروپرایمینگ (۹/۲۸ تعداد بذر در روز) و سپس پلی اتیلن گلایکول با غلظت ۱۰ درصد (۹/۲۵ تعداد بذر در روز) مشاهده شد (جدول ۲). اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد، فعالیتهای متابولیکی جوانهزنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشهچه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانهزنی کاهش مییابد (De and Kar, 1994). تعیین زمان مناسب پیش تیمار موجب جلوگیری از تأثیر منفی پیش تیمارهای مختلف میشود، پنالوسا و ایرا (Penalosa and Eira, 1993) گزارش کردند که زمان مناسب پیش تیمارهای مختلف مانع اثرات منفی روی سرعت جوانهزنی بذر گوجه فرنگی میشود. چونجوسکی و کوم (Chojnowski and Come, 1997) گزارش کردند که پرایمینگ بذرهای آفتابگردان به مدت ۳ الی ۵ روز باعث افزایش سرعت جوانهزنی و بهبود رشد دانه‌رست میشود. آن ها هم‌چنین علت این واکنش را افزایش در فعالیتهای تنفسی، تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین سازی در بذرهای پیش تیمار شده بیان نمودند. خواجه‌حسینی و همکاران (Khajeh-Hosseini *et al*., 2003) بیان کردند که کلرید سدیم بیشتر از پلیتیلنگلایکول سبب کاهش سرعت جوانهزنی در بذر سویا می‌شود. باسرا و همکاران (Basra *et al*., 2003) و افضل و همکاران (Afzal *et al*., 2006) نشان دادند که سرعت جوانه زنی کلزا در پاسخ به پیش تیمارهای مختلف افزایش می یابد. پرایمینگ بذر باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانهزنی و کاهش حساسیت بذرها به عوامل محیطی میگردد. استقرار سریع تر، بنیه بالاتر، توسعه سریع‌تر، گل‌دهی زودتر و عملکرد بالاتر از پیامدهای استفاده از پیش تیمارهای مختلف بذرها میباشد (Hafeez *et al*., 2007).

### میانگین جوانهزنی روزانه، شاخص میزان جوانهزنی (RI) و متوسط زمان جوانهزنی

میانگین جوانهزنی روزانه از نظر آماری تحت تأثیر پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر متوسط جوانهزنی روزانه برای تیمار شاهد (۵/۵۸ روز) و حداقل آن برای پیش تیمار کلرید پتاسیم با غلظت ۲ درصد (۲/٤۱ روز) حاصل گردید. همان طور که در جدول ۱ ملاحظه میشود، شاخص میزان جوانه زنی از نظر آماری حداکثر و حداقل شاخص میزان جوانهزنی برای تیمارهای شاهد و کلرید پتاسیم با غلظت ۲ درصد (به ترتیب ۲/۲۳ و ۰/٦۹ بذر در روز) حاصل شد. هم چنین متوسط زمان جوانهزنی از نظر آماری تحت تأثیر پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). بیشترین و کمترین متوسط زمان جوانهزنی برای پیش تیمارهای کلرید پتاسیم با غلظت ۲

درصد و آب (به ترتیب ٤/٢٠ و ٢/٢٣ روز) بدست آمد (جدول ٢). مرادی دزفولی و همکاران (Moradi Dezfuli *et al.*, 2008) گزارش کردند که حداکثر میزان جوانهزنی نهایی در بذر ذرت که برای مدت ٣٦ ساعت در آب قرار گرفته بودند مشاهده گردید. ژنگ و همکاران (Zheng *et al.*, 1994) نتیجه گرفتند که درجه حرارتهای متفاوت میتواند درصد جوانهزنی بذور کلزا را افزایش داده و زمان جوانهزنی را ٥٠ درصد کاهش دهد.

**وزن تر دانه‌رست**

اثر پرایمینگ بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ١). بیشترین وزن تر دانه‌رست به‌ترتیب برای تیمار شاهد (١/٢٧ گرم) بدست آمد، در حالی که کمترین وزن‌تر گیاهچه به‌ترتیب در تیمارهای پلی اتیلن گلایکول و کلرید پتاسیم با غلظتهای ١٠ و ٢ درصد برابر ٠/٩٢ و ٠/٨٧ گرم بدست آمد. سیورتیپ و همکاران (Sivritepe *et al.*, 2003) گزارش کردند که تأثیر پیش تیمارهای مختلف در افزایش وزن تر دانه‌رست خربزه در سطوح بالاتر تنش بیشتر از سطوح شاهد میباشد.

**وزن تر ساقهچه و ریشهچه**

همان طور که جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، وزن تر ساقهچه و ریشه از نظر آماری تحت تأثیر پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ١). حداکثر وزن تر ریشهچه به ترتیب در هیدروپرایمینگ و شاهد (٠/٧٨٧ و ٠/٨٠٨گرم) بدست آمد. آزمایشهای مختلف نشان دهنده افزایش وزن تر ریشهچه در تنشهای جزئی و کم است، زیرا اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی، افزایش رشد ریشهچه میباشد که به منظور جذب حداکثر رطوبت صورت میگیرد (William and Stuart, 1990; Michel and Kaufman, 1973). بیشترین وزن تر ساقهچه برای تیمار شاهد (٠/٤٦٣ گرم) و کمترین وزن تر ساقهچه در تیمار کلرید پتاسیم با غلظت ٢ درصد (٠/٢٦٢ گرم) بدست آمد (جدول ٢). نتایج آزمایشهای مختلف بیانگر این مطلب است که در اثر تنش خشکی، وزن تر ریشهچه و ساقهچه هر دو کاهش میابند، ولی نسبت کاهش وزن تر ساقهچه بیشتر از طول ریشهچه می باشد. در سایر پژوهشها مشخص شده است که در شرایط تنش خشکی، ارقام مقاوم به خشکی در مراحل اولیه تنش از سرعت رشد ریشه بالاتری برخوردارند و در نتیجه نسبت وزن ریشهچه به ساقهچه در آن ها افزایش میابد (Eissenstat *et al.*, 1999). کاراکی (Karaki, 1998) اثر غلظت پلیاتیلنگلایکول را بر جوانهزنی گندم و جو مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که با کاهش پتانسیل آب، وزن ریشهچه نیز کاهش میابد. هم‌چنین کائورس و همکاران (Kaurs *et al.*, 2002) نشان دادند که هیدرو و اسموپرایمینگ نخود فرنگی موجب تولید دانه رست‌های با ریشه و ساقه بزرگ تر در مقایسه با بذرهای پرایمینگ نشده می‌شود و میزان فعالیت آمیلاز در ساقه دانه‌رست‌های پیش تیمار شده، بالاتر میباشد. سانچز و همکاران (Sanchez *et al.*, 2001) نیز گزارش کردند که وزن‌تر ریشه بذری در خیار و فلفل در اثر هیدروپرایمینگ به طور معنی‌داری افزایش یافت.

**نسبت وزن خشک ریشهچه به ساقهچه**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر پیش تیمارهای مختلف نسبت وزن خشک ریشه به ساقهچه (R/S) در سطح احتمال پنج درصد معنیدار بود (جدول ١). بیشترین نسبت وزن خشک ریشهچه به ساقهچه (R/S) در تیمار کلرید پتاسیم با غلظت ٢ درصد برابر ٩/٣٩ حاصل شد (جدول ٢). جوانه زدن بذر لزوماً با ایجاد ساقه های قوی همراه نیست، به طوری که ممکن است درصد و سرعت جوانهزنی بالا باشد، ولی ریشه و ساقه تولید شده قوی نباشند. دانه‌رست های ضعیف در مراحل بعدی رشد نیز قادر به تولید تعداد پنجه مطلوب و اندامهای زایشی مناسب نخواهد بود. احتمالاً یکی از علل تولید گیاهان ضعیف در شرایط خشکی، وجود ریشهها و ساقه های ضعیف در مراحل اولیه زندگی است (Kafi and Goldani, 2000). در بررسی دیگر کلهر (Kalhor, 2009) و خدادادی و همکاران (Khodadadi *et al.*, 2003) در اثر پیش تیمارهای مختلف بذر پیاز خوراکی بر ویژگیهای جوانهزنی آن در شرایط تنش شوری نشان دادند که وزن خشک دانه رست تحت تأثیر اوسموپرایمینگ با کلرید سدیم قرار نمیگیرد. احتمالاً با توجه به این که در تودههای بذری با جوانه‌زنی پایین شرایط محیطی مناسبتری برای تعداد دانه‌رست های کمتر ایجاد میشود، ممکن است دانه‌رست های تولیدی وزن خشک بیشتری داشته و تحت تأثیر کمتری قرار گیرند.

جدول ۱- تجزیه واریانس جوانه‌زنی و صفات دانه‌رست‌های بذر ذرت علوفه‌ای رقم سینگل‌کراس ۷۰٤ تحت تیمارهای مختلف پرایمیینگ.

**Table 1 - Analysis of variance for germination and seedlings traits of seed silage SC 704 corn variety primed with different treatments.**

| S.O.V. | D.F. | Germination | Germination rate | Average time to germination | Germination rate index | Germination day average | seedling length | Primary root length | Primary shoot length | Length R/S | Root wet weight | Shoot wet weight | Wet R / S | Dried R / S | Weighted index of seedling vigor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Replication | 2 | 39.467 $^{ns}$ | 0.02 $^{ns}$ | 0.01 $^{ns}$ | 0.07 $^{ns}$ | 0.14 $^{ns}$ | 34.83 $^{ns}$ | 5.77 $^{ns}$ | 5.77 $^{ns}$ | 0.42 $^{ns}$ | 0.02 $^{ns}$ | 0. 02 $^{ns}$ | 0.02 $^{ns}$ | 5.13 $^{ns}$ | 4.38 $^{ns}$ |
| Priming | 4 | 523.73 $^{**}$ | 17.41 $^{**}$ | 1.62 $^{**}$ | 1.01 $^{**}$ | 4.19 $^{**}$ | 49.73 $^{ns}$ | 15.41 $^{ns}$ | 10.82 $^{ns}$ | 0.01 $^{ns}$ | 0.11 $^{*}$ | 0.07 $^{*}$ | 0.24 $^{ns}$ | 14.81 $^{*}$ | 20.31 $^{*}$ |
| Error | 8 | 62.13 | 0.38 | 0.10 | 0.07 | 0.23 | 15.68 | 4.48 | 3.77 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.10 | 2.66 | 5.05 |
| C.V. (%) | | 9.99 | 8.40 | 10.83 | 17.69 | 11.41 | 16.16 | 16.35 | 16.80 | 11.75 | 10.35 | 18.49 | 15.92 | 29.49 | 12.99 |

$^{ns}$، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and **: Singnificant at 5% and 1% of probability levels, respectively. $^{ns}$: non significant.

جدول ۲- مقایسه میانگین جوانه‌زنی و صفات دانه‌رست‌های بذر ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰٤ تحت تیمارهای مختلف پرایمینگ.

**Table 2. Mean comparison for germination and seedling charachteristics of seed silage SC 704 corn variety primed with different treatments.**

| Treatments | Germination (%) | Germination rate | Average time to germination (day) | Germination rate index (Seed/day) | Germination day average (day) | Seedling wet weight (g) | Root wet weight (g) | Shoot wet weight (g) | Dried R / S | Weighted index of seedling vigor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PEG 10% | 90.67 $^{a}$ | 9.253 $^{a}$ | 2.662 $^{bc}$ | 1.365 $^{b}$ | 4.277 $^{b}$ | 0.923 $^{c}$ | 0.613 $^{b}$ | 0.309 $^{bc}$ | 5.436 $^{b}$ | 20.20 $^{a}$ |
| $KNO_3$ 0.5% | 70.67 $^{bc}$ | 6.807 $^{b}$ | 2.924 $^{b}$ | 1.544 $^{b}$ | 4.083 $^{b}$ | 1.023 $^{bc}$ | 0.648 $^{b}$ | 0.374 $^{abc}$ | 4.499 $^{b}$ | 15.68 $^{bc}$ |
| KCl 2% | 60.00 $^{c}$ | 3.740 $^{c}$ | 4.201 $^{a}$ | 0.690 $^{c}$ | 2.417 $^{c}$ | 0.873 $^{c}$ | 0.610 $^{b}$ | 0.262 $^{c}$ | 9.392 $^{a}$ | 13.84 $^{c}$ |
| Water | 84.00 $^{ab}$ | 9.840 $^{a}$ | 2.237 $^{c}$ | 1.867 $^{ab}$ | 4.900 $^{ab}$ | 1.201 $^{ab}$ | 0.787 $^{a}$ | 0.414 $^{ab}$ | 4.298 $^{b}$ | 17.78 $^{abc}$ |
| Control | 89.33 $^{a}$ | 7.080 $^{b}$ | 3.191 $^{b}$ | 2.233 $^{a}$ | 5.583 $^{a}$ | 1.271 $^{a}$ | 0.808 $^{a}$ | 0.463 $^{a}$ | 4.174 $^{b}$ | 19.27 $^{ab}$ |

درهرستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری درسطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند.

In each column, means with the same letter have no significant differences at 5% of probability level based on the LSD test.

**شاخص وزنی بنیه دانه‌رست**

شاخصهای بنیه را میتوان به عنوان صفاتی در نظر گرفت که با توجه به نحوه محاسبه آن ها دارای ارزش بیشتری در مطالعات جوانهزنی هستند و شاید بیش از صفاتی چون وزن یا طول دانه‌رست به تنهایی بیانگر شرایط توده بذری میباشند. پس از اعمال تیمار اوسموپرایمینگ تفاوت بین رطوبتهای برداشت برای هر دو شاخص طولی و وزنی بنیه دانه‌رست به حداقل رسید.

شاخص وزنی بنیه دانه‌رست از نظر آماری تحت تأثیر پرایمینگ در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنیداری را نشان داد (جدول۱). بیشترین شاخص وزنی بنیه دانه‌رست برای پیش تیمار پلیاتیلنگلایکول با غلظت ۱۰ درصد ( ۲۰/۲۰) حاصل شد و کمترین آن برای پیش تیمار کلرید پتاسیم با غلظت ۲ درصد ( ۱۳/۸٤) بدست آمد (جدول ۲). آرتولا و همکاران (Artola *et al.*, 2003) نیز به اثر مثبت هیدروپرایمینگ بر ویگوریته بذر لوتوس اشاره کردند.

با توجه به نتایج این تحقیق، می توان با روش پرایمینگ، جوانهزنی بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ را بهبود بخشید که در این صورت قدرت اولیه بذر افزایش یافته و در نهایت موجب افزایش درصد و سرعت سبزشدن بذر خواهد شد که ممکن است در عملکرد نهایی مؤثر باشد. به عبارت دیگر، جوانهزنی بذرهای تیمار شده زودتر آغاز شده و در نتیجه این بذرها سریعتر استقرار یافته و زودتر از خاک خارج خواهند شد و مدت زمان کمتری در معرض آفات و عوامل بیماری زای خاکزی قرار خواهند گرفت. نظر به این که بذرهای پرایمینگ شده سرعت جوانهزنی بیشتری دارند، در یک زمان ماده خشک بیشتری تولید میکنند. از آن جا که این روش از پیش تیمار ساده، ارزان بوده و به مواد شیمیایی نیاز ندارد، بنابراین میتوان آن را به کشاورزان پیشنهاد کرد تا بتوانند درصد و یکنواختی بیشتری از سبزشدن این گیاه را داشته باشند. طبق نتایج این تحقیق استفاده از محلول پرایمینگ توسط پلی اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ (PEG 6000) با غلظت ۱۰ درصد و هیدروپرایمینگ (آب خالص) با مدت ٢٤ ساعت قابل توصیه می‌باشد.

## References


Abbual-baki AA , Anderson JD (1973) Relationship between decarboxilation of glutamic acid and vigour in soyben seed. Crop Science 13: 222-226.

Afzal I (2005) Seed enhancements to induced salt tolerance in whaet (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. Thesis, Agricultural University of Faisalabad, Pakistan 24(3): 2439-251.

Afzal A, Aslam N, Mahmood F, Hameed A, Irfan S, Ahmad G (2006) Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Garden Depesguisa Biology 16(1): 19-34.

Al–Mudarsi MA, Jutzi SC (1999) The influence of fertilizer–based seed priming treatments on emergence and seedling growth of *sorghum bicolor* and *Pennisetum glaucum* in pot trials under greenhouse conditions. Journal of Agronomy and Crop Science 182: 135-142.

Akbari G, Modarres sanavy SAM, Yousefzadeh S (2007) Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Science 10 (15): 2557-2561.

Ashraf M, Rauf H (2001) Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiology Plant 23: 407-414.

Ashraf M, Foolad MR (2005) Pre -sowing seed treatment – Ashotgun approach to improve germination, growth and crop yield under saline and none – saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223-265.

Artola A, Carrillo-Castaneda G, Santos GDL (2003) Hydropriming: A strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigor. Seed Science and Technology 31: 455-463.

Basra A. S, Farooq M, Afzal I, Hussain M (2006) Influence of osmopriming on the germination and early seedling growth of coarse and fine rice. International Journal of Agricultural Biology 8: 19-21.

Basra AS, Dhillon R, Malik CP (1989) Influence of seed pre – treatment with plant growth regulators on metabolic alterations of germinating maize embryos unber stressing temperature regimes. Annals of Botany 64: 37-41.

Basra SMA, Pannu IA, Afzal I (2003) Evaluation of seedling vigour of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. International Journal of Agricultural Biology 5: 121-123.

Bewley JD, Blak M (1998) Seed: physiology of development and germination. Second Edition. Plenum Press New York.

Bradford KJ (1995) Water relations in seed germination. In: Kigel J and Galili G, (Eds), Seed development and germination. Marcel Dekker Inc., New York. pp. 361-396.

Chojnowski FC, Come D (1997) Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed Science Research 7: 323-331.

Das M, Zaidi PH (1996) Effect of various soil matric potentials on germination and seedling growth of chickpea ( *Cicer arietimum* L.) biotypes. Legume Research 19: 211-217.

De F, Kar RK (1994) Seed germination and seedling growth of mung bean ( *Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology 23: 301-304.

Eissenstat DM, Whaley EL, Volder A (1999) Recovery of citrus surface roots following prolonged exposure to dry soil. Journal of Experimental Botany 50: 1845-1854.

Farooq M, Basra SMA, Warraich EA, Khaliq A (2006) Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Scienes Technology 34: 529-534.

Garg BK, Gupta IC (1997) Plant relations to salinity. In: Salin wastelands environments and plant growth. Scientific Publishers, Jodhpur. 79-121 pp.

Ghassemi FA, Jakman J, Nik HA (1995) Salinisation land and water resources. Human Causes, Extent, Management and Case Studies University 51: 428-433. [In Persian With English Abstract].

Hafeez U R, Faroog M, Afzal I (2007) Late sowing of wheat seed priming–DAWN–Business 22: 356-362.

International Seed Testing Association (2009) International rules for seed testing. Seed Sci. Technol 24:155-202.

Judi M, Sharifzadeh F (2006) Investigation the effect of hydropriming in barley cultivars. International Journal of DESERT 11: 99-109.

Kafi M, Goldani M (2000) The effect of water potential and causing the material on Tuesday sprouting crop of wheat, sugar beets and peas. Journal of Agricultural Resource Sciences 15: 121-132. [In Persian With English Abstract].

Kalhor V (2009) Osmopriming effects on germination and seedling traits of a few herbs and oils. M.Sc. Thesis in Agriculture, Islamic Azad University, Tehran Science and Research. [In Persian With English Abstract].

Karaki G N (1998) Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. Journal of Agronomy and Crop Science 181(4): 229-235.

Kaurs A, Gupta K, Kaur N (2002) Effect of osmo and hydropriming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. Plant Growth Regulators 37: 12-22.

Khodadadi M, Omidbeigi Majidi M, Khosh kholq S (2003) Effect of seed priming on the germination characteristics of wheat under salt stress. Journal of Soil and Water Sciences 17 (1): 75-86. [In Persian With English Abstract].

Khajeh–Hosseini A, Powell A, Bingham IJ (2003) The interaction between salinity stress and vigour during germination of soyabean seeds. Seed Science Technology 31: 715-725.

Michel BE, Kaufman MR (1973) The osmotic potential of polyethylenglycol 6000. Plant Physiology 51: 914-916.

Mohammad F, Shahza M A (2005) Rice cultivation by seed priming. Dawn Business Articles 44: 829-836.

Moradi Dezfuli P, sharif–zadeh F, Janmohammadi M (2008) Influence of priming technigues on seed germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 3 (3): 53-62. [In Persian With English Abstract].

Murray G, Swensen J B, Gallian J J (1993) Emergence of sugar beet seedlings at low soil temperature following seed soaking and priming. Hort Science 28(1): 31-33.

Murungu FS, Nyamugafata P, Chiduza C, Clark LJ, Whalley WR (2003) Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil and Tillage Research 74: 161-168.

Nagar RP, Dadlani M, Sharama SP (1998) Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. Seed Research 26: 1-5.

Nichols MA, Heydecker W (1968) Two approaches to the study of germination. Proc. International Seed Testing Association 33: 531-540.

Penalosa APS, Eira MTS (1993) Hydration–dehydration treatments on tomato seeds (*Lgcopersicon esculentum* Mill.). Seed Science Technology 21: 309-316.

Pretorius JC, Chris small JG, Fagerstedt KV (1998) The effect of soaking injury in seeds of *Phaseolus vulgaris* L. on germination, respiration and adenylate energy charge. Seed Science Research 8: 17-28.

Sanchez JA, Munoz BC, Fresneda J (2001) Combine effects of hyrdening hydration-dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber. Seed Science Technology 29: 691-697.

Sivritepe N, Sivritepe H O, Eris A (2003) The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline conditions. Scientia Holticuturae 97: 229-232.

Soltani E, Galeshi S, Kamkar B, Akram-ghaderi F (2008) The effect of seed aging on seedling growth as effected by environmental factors in wheat. Journal of Agricultural Resource Sciences 46: 508-513. [In Persian With English Abstract].

William E, Stuart P (1990) Polyethlenglycol solution contact effects on seed germination. Agronomy Journal 82: 1103-1107.

Zheng G, Ronald W, Slinkard A, Gusta LV (1994) Enhancement of canola seed germination and seedling emergence. Crop Science 34: 1589-1593.