"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوم، شماره 1، بهارو تابستان 92
شماره صفحه: 54- 39

بررسی اثر هیدروپرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط کنترل شده

احمد نظامی[1]، حمیدرضا خزاعی[1]، سیده ملیحه میرهاشمی[2] و فاطمه حسن زاده اول[2*]

1- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

2- دانشجویان دکتری تخصصی اکولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه ذرت در شرایط کنترل شده به‌صورت آزمایش فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با دو ذرت هیبرید سینگل‌کراس704 و کرج 700 و 6 زمان خشک کردن صفر، 1/5، 3، 6، 12و 24 ساعت و تیمار شاهد (بدون پیش‌تیمار) بذرها بعد از 17 ساعت خیساندن با 3 تکرار انجام شد. از لحاظ اکثر صفات اندازه‌گیری شده هیبریدهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری داشتند و هیبرید کرج 700 خصوصیات جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه مطلوب‌تری نسبت به سینگل‌کراس 704 داشت. با اعمال پیش‌تیمار، متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به شاهد کاهش و متوسط سرعت جوانه‌زنی آن‌ها افزایش معنی‌داری ($P\leq0/05$) را نشان داد، به‌طوری که بذرهایی که به مدت 3 ساعت خشک شده بودند دارای بالاترین متوسط سرعت جوانه‌زنی (1/5 برابر شاهد) بودند. طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری ($P\leq0/05$) داشتند. با وجود اثرات مثبت هیدروپرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی نظیر کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی، افزایش متوسط سرعت جوانه‌زنی، افزایش طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه ذرت، هیچ‌یک از پیش‌تیمارها تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات گیاهان رشد یافته در گلخانه نداشتند.

کلمات کلیدی: ریشه‌چه، زمان خشک کردن بذر، ظهور گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، گیاهچه

---

*نویسنده مسئول: فاطمه حسن‌زاده اول، آدرس: دانشگاه فردوسی مشهد- دانشکده کشاورزی- گروه زراعت و اصلاح نباتات، تلفن : 09151080411
E-mail: fa_ha140@stu.um.ac.ir

تاریخ دریافت: 91/5/22
تاریخ تصویب: 91/11/24

مقدمه

سرعت و یکنواختی ظهور گیاهچه در مزرعه یکی از شرایط لازم و اساسی برای بهبود تولید گیاهان زراعی است (Parera and Cantliffe,1994). یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید ذرت (*Zea mays* L.) در برخی نواحی نیمه‌خشک استقرار ضعیف گیاهچه‌های آن به دلایلی نظیر کشت نابهنگام، عدم آماده‌سازی مناسب زمین، سله بستن، تنش رطوبت و دمای خاک می‌باشد (Harris *et al*., 2001; Murungu *et al*., 2003; Murungu *et al*., 2004). به تأخیرافتادن کشت ذرت به دلیل سرمای دیررس بهاره (Koocheki, 2002)، پایین بودن دما و پتانسیل آب خاک (Afzal *et al*., 2008) نیز مشکل مهمی است که خطر حمله آفات در اوایل رشد و خطر تنش خشکی در انتهای فصل را افزایش (Harris *et al*., 2001)، و از طرف دیگر عملکرد را کاهش می‌دهد (Koocheki, 2002). در این حالت همچنین زمان گرده‌افشانی گیاه با دمای زیاد و رطوبت نسبی کم تابستان مواجه شده که بر رشد و نمو بذر و در نهایت عملکرد گیاه تأثیر سوء خواهد داشت (Koocheki, 2002). یکی از روش‌ها جهت استقرار مناسب گیاهچه‌های ذرت استفاده از پرایمینگ بذر[1] می باشد. در حقیقت با اعمال پرایمینگ، بذر مقدار آب لازم جهت شروع فعالیت‌های اولیه جوانه‌زنی را جذب می‌کند (Omidi *et al*., 2005) ولی به‌دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده از خروج ریشه‌چه ممانعت به‌عمل می‌آید (Haghiri, 1999; Subedi and Ma, 2005). در واقع در این روش آب به صورت کنترل شده در اختیار بذر قرار داده می‌شود (Omidi *et al*., 2005).

پرایمینگ بذر به روش‌های مختلفی از قبیل هیدروپرایمینگ (خیساندن در آب) (Finch-Savage *et al*., 2004)، اسموپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های اسمزی مانند پلی اتیلن گلایکول) (Sivritepe and Dourado, 1995; Jalilian and Tavakkol Afshari, 2005; Omidi *et al*., 2005)، هالوپرایمینگ (خیساندن در محلول‌های نمک سدیم (NaCl) (Kaur *et al*., 2003) و نمک‌های پتاسیم (KCl) (Subedi and Ma, 2005) و K_2NO_3 (Mcdonald *et al*., 1994) و هورمون پرایمینگ (کاربرد تنظیم کننده‌های رشد، (PGRs) (Martin et al., 1991; Kaur *et al*., 2003 ;Afzal *et al*., 2008) انجام می‌شود. با وجود این‌که پرایمینگ ممکن است اثرات مثبت، خنثی و یا منفی روی ظهور گیاهچه ایجاد نماید (Finch-Savage *et al*., 2004)، ولی در نواحی نیمه خشک هدف از اجرای پرایمینگ بهبود فعالیت بذر، افزایش درصد جوانه‌زنی، کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی (Sivritepe and Dourado, 1995; Omidi *et al*., 2005)، کاهش متوسط زمان ظهور گیاهچه، افزایش درصد ظهور گیاهچه در مزرعه (Koocheki and Khajeh Hosseini, 2008)، استقرار مناسب و بهبود رشد و بنیه گیاهچه، گل‌دهی و رسیدگی زودتر، تحمل بیشتر به خشکی و عملکرد بیشتر گیاه در طیف وسیعی از شرایط مناسب و نامناسب ذکر شده است (Sivritepe and Dourado, 1995; Murungu *et al*., 2004; Harris *et al*., 2007). محققان در آزمایش‌هایی که بر روی بذر هندوانه (Demir and Mavi, 2004)، پنبه و ذرت (Murungu *et al*., 2003) انجام دادند، اظهار داشتند تکنیک پیش‌تیمار، ظهور نهایی گیاهچه و وزن خشک

1. Seed priming

این گیاهچه‌ها را افزایش داده است. این اثرات روی گیاهان مختلفی از جمله خیار (Passam and Kakouriotis, 1994)، مارچوبه (Bittencourt *et al.*, 2004) و گوجه‌فرنگی (Pill *et al.*, 1991) نیز گزارش شده است. در آزمایش‌های مزرعه‌ای انجام شده در نواحی نیمه‌خشک مشاهده شده است که خیساندن شبانه بذرها در آب معمولی باعث افزایش سرعت ظهور گیاهچه، تولید ریشه‌های عمیق‌تر، گل‌دهی و رسیدگی زودتر و عملکرد بیشتر در برنج آپلند (*Oryza sativa* L.)، نخود (*Cicer arietinum* L.) و ذرت شده است (Harris *et al.*, 1999). با این وجود، فرآیندهای فیزیولوژیکی که منجر به‌این اثرات مطلوب می‌شوند هنوز به‌طور کامل درک نشده‌اند (Finch-Savage *et al.*, 2004; Murungu *et al.*, 2004). مک دونالد و همکاران (McDonald *et al.*, 1994) گزارش کردند که در بذر ذرت جذب آب از طریق دو مسیر جداگانه انجام می‌شود، در مسیر اول جذب آب توسط جنین صورت می‌گیرد که حدود 15 ساعت طول می‌کشد، در حالی‌که در مسیر دوم جذب آب توسط آندوسپرم صورت می‌گیرد که نیاز به زمانی بیش از 48 ساعت دارد. بنابراین با توجه به موقعیت جنین نسبت به آندوسپرم، تماس جنین با آب بیشتر بوده و آب را بیشتر و با سرعت بالاتری جذب می‌نماید. آن‌ها همچنین اظهار کرده‌اند تفاوت در اندازه و ساختار شیمیایی ترکیبات موجود در جنین و آندوسپرم ذرت بر سرعت و مقدار جذب آب توسط بذر آن تأثیر دارد. در طی انجام پرایمینگ دمای محیط بسیار حائز اهمیت است. در طول مرحله جذب آب توسط بذر ذرت، خسارت در محدوده وسیع دمایی ممکن است اتفاق افتد، که البته خسارت سرمازدگی در دمای پایین بیشتر از خسارت در دمای بالا مورد توجه قرار گرفته است (Finch-Savage *et al.*, 2004). با این وجود، شواهدی در دسترس است که بذرهای ذرت می‌توانند چندین بار در دمای 20 درجه سانتی‌گراد خیسانده و خشک شوند بدون این‌که خسارتی ببینند (Itabari *et al.*, 1993; Finch-Savage *et al.*, 2004). مدت زمان پیش‌تیمار بذر نیز اثر بحرانی دارد و در تعدادی از گیاهان زراعی گزارش شده است (Bradford, 1986). در همین راستا مطالعه انجام شده روی هویج نشان داد که با افزایش مدت زمان پیش‌تیمار، سبز نهایی گیاهچه هویج کاهش یافته است (Murray, 1989). در بررسی انجام شده بر روی ذرت نیز مشاهده شد که غرقاب کردن بذرهای ذرت، برای کمتر از 24 ساعت، جوانه‌زنی را در بعضی از لاین‌ها که نسبت به شرایط غرقاب حساس‌تر بودند، کاهش داد (Martin *et al.*, 1991). احتمالاً سرعت جوانه‌زنی بعضی از لاین‌های ذرت تحت تأثیر زمان خیساندن کمتر از 24 ساعت قرار می‌گیرد (Finch-Savage *et al.*, 2004).

هدف این آزمایش، بررسی اثر هیدروپرایمینگ بذرهای دو ذرت هیبرید سینگل‌کراس704 و کرج 700 بر خصوصیات جوانه‌زنی و برخی خصوصیات گیاهچه آن در مرحله استقرار در شرایط کنترل شده و همچنین تعیین بهترین زمان خشکاندن بذرها طی فرایند پرایمینگ بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه 2 ذرت هیبرید سینگل کراس704 و کرج 700 تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی استان خراسان رضوی در شرایط

آزمایشگاه و گلخانه اجرا شد. جهت تعیین رطوبت اولیه بذرهای هر هیبرید، پس از آسیاب نمودن بذرها دو نمونه 5 گرمی انتخاب و به مدت 1 ساعت درآون در دمای 130 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. به منظور اعمال پیش‌تیمار و تعیین منحنی رطوبتی، بذرهای هر هیبرید ذرت با 3 تکرار 25 عددی پس از توزین، در آب مقطر و در دمای 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور تاریک خیسانده شدند. به منظور ایجاد یکنواختی در جذب آب، بذرها به صورت تک‌لایه درون ظرف پتری قرار گرفته به‌طوری‌که ارتفاع آب روی سطح بذرها 1 سانتی‌متر بود. پس از طی 17 ساعت ابتدا رطوبت سطح بذرها توسط دستمال کاغذی گرفته شد و پس از توزین جهت اعمال تیمار خشک کردن (برگشت به رطوبت اولیه بذر) به ظرف دمای خشک منتقل شدند و در مدت زمان های صفر، 1/5، 3، 6، 12 و 24 ساعت همراه با تیمار شاهد (بدون پیش‌تیمار) در دمای ثابت 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد (Finch-Savage *et al*., 2004) رطوبت آن‌ها کاهش یافت. پس از طی شدن زمان هر تیمار، بذرها مجدداً توزین و سپس منحنی رطوبتی مربوط به هر هیبرید (شکل1) با استفاده از رابطه 1 تعیین و ترسیم شد.

(رابطه 1):

$$\text{وزن بعد از خشکاندن} = \frac{(\text{رطوبت اولیه بذر} - 100) \times \text{وزن اولیه قبل از خیساندن}}{\text{رطوبت بعد از خشکاندن} - 100}$$

به‌منظور بررسی درصد جوانه‌زنی، از روش آزمون جوانه‌زنی استاندارد به‌روش بین کاغذ جوانه‌زنی[1] استفاده شد. بدین منظور بذرهای تیمار شده با 3 تکرار 25 عددی بین کاغذهای واتمن به طول 50 سانتی‌متر و عرض 20 سانتی‌متر قرار گرفتند. به این ترتیب که بذرها روی دو لایه کاغذ چیده شدند، سپس یک لایه دیگر از کاغذ روی بذرها قرار گرفت، در نهایت کاغذها لوله شده و در قوطی‌های مخصوص قرار داده شدند و درون کیسه پلاستیکی قرار گرفتند. لازم به ذکر است کاغذهای واتمن قبل از استفاده به طور کامل با آب مقطر خیس شدند. به منظور حفظ رطوبت نسبی سر کیسه پلاستیکی کاملاً بسته شد و سپس نمونه‌ها به ژرمیناتور با دمای ثابت 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند. تعداد بذرهای جوانه‌زده بر اساس خروج ریشه چه به طول 3-2 میلی‌متر از پوسته بذر، روزی یکبار و تا پایان روز هفتم شمارش و ثبت شدند. انجام شمارش هر روز در یک زمان مشخص صورت گرفت و در نهایت درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید. در پایان روز هفتم طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری و ثبت شد. جهت تعیین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، نمونه‌ها در آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 48 ساعت قرار گرفتند. همچنین متوسط زمان جوانه‌زنی(MGT)[2] و متوسط سرعت جوانه‌زنی (MGR)[3] بذرها با استفاده از معادلات 2 و 3 محاسبه گردیدند (Ellis and Roberts, 1981)، که در آن Di تعداد روزهای بعد از شروع جوانه‌زنی و ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام می‌باشند.

(رابطه2) :

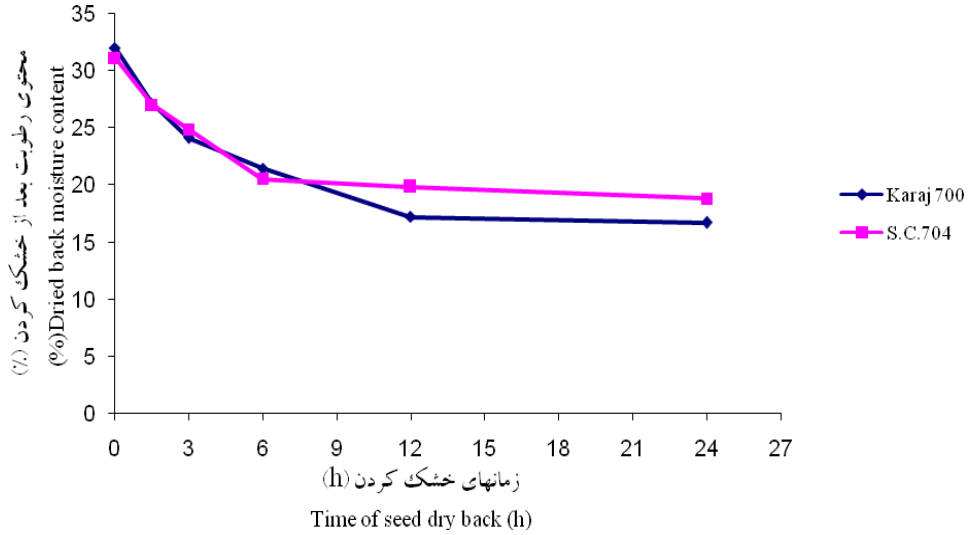
$$MGT = \frac{\sum D_i n_i}{\sum n_i}$$

(رابطه3):

$$MGR = \frac{1}{MGT}$$

1. Between Paper

2. Mean Germination Time (MGT)
3. Mean Germination Rate (MGR)



شکل 1- محتوی رطوبت بذرهای هیدرو پرایمینگ شده بعد از اعمال تیمارهای صفر، 1/5، 3، 6، 12 و 24 ساعت خشکاندن. رطوبت اولیه بذر هیبرید کرج 700 (10/8 درصد) و هیبرید سینگل کراس 704 (10/5 درصد) می‌باشد.

Fig. 1- Hydroprimed seeds moisture content after 0, 1.5, 3, 6, 12 and 24 hours of seed dry back. The initial seed moisture content of Karaj 700 and S.C.704 were 10.8, 10.5 percentage, respectively.

جهت تعیین اثر پیش‌تیمار بر ظهور گیاهچه و خصوصیات رشدی گیاهچه‌های ذرت در شرایط گلخانه، تعداد 8 عدد بذر بلافاصله پس از اعمال پیش تیمار در گلدان‌هایی به قطر 20 سانتی‌متر و در عمق 5 سانتی‌متری در مرداد ماه کشت شدند. دمای گلخانه در طول این مرحله از آزمایش $30/ 20 \pm 2$ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برای روز و شب درنظر گرفته شد.

تعداد گیاهچه سبزشده (براساس خروج کلئوپتیل) به طور روزانه یادداشت و براساس داده‌های حاصل درصد ظهور گیاهچه محاسبه شد. همچنین متوسط زمان ظهور گیاهچه (MET)[1] و متوسط سرعت ظهور گیاهچه (MER)[2] توسط روابط زیر تعیین گردید (Matthews and Khajeh hosseini, 2006)، که در آن D_i تعداد روزهای بعد از کشت و n_i تعداد گیاهچه‌های ظاهرشده در روز i ام می‌باشند.

(رابطه 4):

$$MET = \frac{\sum D_i n_i}{\sum n_i}$$

(رابطه 5):

$$MER = \frac{1}{MET}$$

بعد از رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله دو برگی، تعداد آن ها به 5 گیاه تقلیل یافت. در پایان روز بیستم برخی خصوصیات رشدی گیاهچه نظیر ارتفاع، قطر ساقه توسط کولیس، تعداد کل برگ، تعداد برگ بالغ، سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ سنج و وزن خشک در 4 گیاهچه اندازه‌گیری و ثبت شد و یک بوته جهت بررسی زمان رسیدن به مرحله ظهور گل تاجی در هر گلدان باقی ماند.

1. Mean Emergence Time (MET)
2. Mean Emergence Rate (MER)

این مطالعه در هر دو مرحله به صورت آزمایش فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی و با 3 تکرار با استفاده از نرم‌افزارMSTATC انجام شد و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD (P≤0/05) انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری (P≤0/05) داشتند (جدول1)، و درصد جوانه‌زنی هیبرید کرج 700 بیشتر از هیبرید سینگل کراس 704 بود (جدول2).

بین سطوح مختلف هیدروپرایمینگ و شاهد در مورد درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول3)، اما تیمار 1/5 و 24 ساعت خشکاندن به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی بودند.

در بررسی انجام شده روی چغندرقند نتایج نشان داد که نوع تیمار برای شستشوی بذر، بر درصد جوانه‌زنی تأثیری نداشت (Khazaei, 2001). در حالی‌که در آزمایش‌های پیش‌رسی بذر[1] چغندرقند جوانه‌زنی و استقرار گیاه افزایش و میزان بولتینگ کاهش یافته است (Durrant *et al.*, 1993). اثر متقابل هیبرید و پیش‌تیمار نیز در رابطه با درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد (جدول1). بررسی اثر پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی بذرهای مارچوبه نیز افزایش جوانه‌زنی را فقط در ارقام با کیفیت پایین نشان داد (Bittencourt *et al.*, 2004).

متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی

متوسط زمان جوانه‌زنی صفت بسیار مهمی جهت تشخیص کیفیت بذر می‌باشد و مرتبط با مدت زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌گردد. این دوره هرچه کوتاه‌تر باشد بذر از کیفیت بالاتری برخوردار بوده و سریع تر جوانه می‌زند، لذا این صفت به‌عنوان معیار دقیق‌تری جهت ارزیابی سرعت جوانه‌زنی محاسبه گردید.

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری (P≤0/05) داشتند (جدول1) و هیبرید کرج 700 با متوسط 2/6 روز در مقابل سینگل کراس 704 با متوسط 2/9 روز زمان جوانه‌زنی کوتاه‌تر و در نتیجه سرعت جوانه‌زنی بالاتری را به خود اختصاص داد (جدول2). نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر هیدرو پرایمینگ بذر بر متوسط زمان جوانه‌زنی نیز معنی‌دار (P≤0/05) بود (جدول1)، به‌نحوی‌که متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای هیدرو پرایمینگ شده نسبت به شاهد (بذرهای هیدروپرایمینگ نشده) کاهش داشت و در بین سطوح مختلف هیدرو پرایمینگ ، تیمار 3 ساعت خشکاندن و بدون خشکاندن به ترتیب با 2/2 و3/3 روز متوسط زمان جوانه‌زنی، بالاترین و پایین ترین سرعت جوانه‌زنی را دارا بودند (جدول3)، به‌طوری‌که متوسط سرعت جوانه‌زنی در تیمار 3 ساعت خشکاندن 1/5 برابر متوسط سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد بود. دیگر محققین نیز اثر مثبت هیدرو پرایمینگ بر کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و افزایش سرعت جوانه‌زنی را در ذرت نشان دادند (Afzal *et al.*, 2008). افزایش سرعت جوانه‌زنی بر اثر هیدرو پرایمینگ برای گیاهانی نظیر خیار (Passam and Kakouriotis, 1994)، مارچوبه و گوجه‌فرنگی

1. Seed advancement

(Pill et al., 1991)، ذرت و پنبه (Murungu et al., 2003)، هندوانه (Demir and Mavi, 2004)، نخود (Kaur et al., 2003) و نخودفرنگی (Sivritepe and Dourado, 1995) نیز گزارش شده است.

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت.

Table 1- Analysis of variance (mean square)of germination, mean germination time, mean germination rate, normal seedling and length and dry weight of radicle and plumule of maize.

		میانگین مربعات(Ms)								
منابع تغییر Source	درجه‌آزادی Degrees of freedom	درصد جوانه‌زنی Germination	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	متوسط سرعت جوانه‌زنی Mean germination rate	درصد گیاهچه عادی Normal seedling	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	وزن خشک بذر Seed dry weight
هیدروپرایمینگ HydroPriming	6	60.190*	1.174*	0.019*	36.317*	954.646*	211.488*	16.641*	8.601*	95.430^{ns}
رقم Hybrid	1	1464.381^{ns}	1.193*	0.021*	5485.714^{ns}	12563.260*	1622.339*	149.726*	221.353*	46.095^{ns}
هیدروپرایمینگ * رقم HydroPriming *Hybrid	6	26.159^{ns}	0.087*	0.002*	20.825^{ns}	35.130^{ns}	15.944^{ns}	2.413^{ns}	1.132^{ns}	51.214^{ns}
خطای کل Error	28	102.857	0.033	0.001	136.000	261.341	49.373	4.462	1.974	141.600
ضریب تغییرات C.V.%		11.05	6.62	6.41	14.17	14.72	15.87	15.22	14.42	8.16

مقایسه میانگین اثرات متقابل هیبرید و هیدرو پرایمینگ (جدول 4) نشان داد که در هر دو هیبرید اعمال هیدرو پرایمینگ به طور معنی‌داری سبب کوتاه شدن متوسط زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد، به‌نحوی‌که پایین‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در هیبرید کرج 700 در تیمار سه ساعت خشکاندن (2/1روز) و بالاترین آن در تیمار شاهد (3/1 روز) به‌دست آمد. در هیبرید سینگل کراس 704 نیز پایین‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمار سه ساعت خشکاندن (2/3روز) و بالاترین آن در تیمار شاهد (3/7 روز) به‌دست آمد. در شرایط اعمال پیش‌تیمار 3 ساعت خشکاندن، در هر دو هیبرید سینگل کراس 704 و کرج 700 به ترتیب با 59 و 50 درصد افزایش نسبت به شاهد، بیشترین متوسط سرعت جوانه‌زنی را به‌خود اختصاص دادند.

این موضوع نشان دهنده تأثیرمثبت هیدروپرایمینگ بذرها بر کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی، به‌ویژه در بذرهای با قوه نامیه پایین می‌باشد. این شرایط احتمالاً از طریق بهبود سرعت استقرار و رشد گیاهان زراعی، سبب افزایش عملکرد آن‌ها خواهد شد. آزمایش‌های انجام شده روی پیش‌رسی بذرهای چغندرقند نیز نشان داده است که در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده، تاریخ کاشت 10 روز جلو افتاد و عملکرد قند حدود 48 کیلوگرم در هکتار به ازاء هرروز افزایش یافت(Durrant and Jaggard, 1988).

درصد گیاهچه عادی

هیبریدهای مورد مطالعه از نظر درصد گیاهچه عادی تفاوت معنی‌داری ($P\leq0/05$) داشتند (جدول1) و درصد گیاهچه عادی هیبرید کرج 700 بیشتر از

سینگل‌کراس 704 بود (جدول2). در آزمایشی عنوان شد که سطوح مختلف هیدروپرایمینگ اثر معنی‌داری بر کاهش درصد گیاهچه عادی در دو رقم چغندرقند (276 و رسول) داشت (Jalilian and Tavakkol Afshari, 2005).

طول و وزن خشک ریشه‌چه

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر طول و وزن خشک ریشه‌چه تفاوت معنی‌داری ($P\leq0/05$) داشتند (جدول1) و هیبرید کرج 700 با 127/1 میلی‌متر طول و15/8 میلی‌گرم وزن بیشترین طول و وزن خشک ریشه‌چه را دارا بود (جدول2). به‌نظر می‌رسد که درصد گیاهچه عادی و بنیه بالاتر در این هیبرید سبب بهبود طول و وزن خشک ریشه‌چه شده است. بین سطوح پیش‌تیمار و شاهد نیز از نظر طول و وزن خشک ریشه‌چه تفاوت معنی‌داری ($P\leq0/05$) مشاهده شد (جدول3). به‌طور کلی طول و وزن خشک ریشه‌چه بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت.

با این وجود، هر چند که وزن خشک ریشه‌چه در کلیه سطوح پیش‌تیمار نسبت به شاهد بالاتر بود، فقط تیمارهای 1/5، 3 و 6 ساعت خشکاندن نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. به عنوان مثال تیمار 6 ساعت خشکاندن با وزن خشک ریشه‌چه معادل 148 میلی‌گرم، افزایش 29 درصدی وزن خشک ریشه‌چه را نسبت به شاهد نشان داد. محققین نشان دادند که گیاهچه‌های پنبه حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده طول ریشه بیشتری نسبت به گیاهچه‌های پیش‌تیمار نشده داشتند (Murungu *et al.*, 2004).

طول و وزن خشک ساقه‌چه

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر طول و وزن خشک ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری ($P\leq0/05$) داشتند (جدول1)، و هیبرید کرج 700 طول و وزن خشک ساقه‌چه بیشتری را دارا بود (جدول 2).

جدول 2- درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه هیبریدهای مورد بررسی ذرت تحت تاثیر پیش‌تیمار.

Table 2- Germination, mean germination time, mean germination rate, normal seedling and length and dry weight of radicle and plumule of studied maize hybrids affected by priming.

هیبرید Hybrid	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time (day)	متوسط سرعت جوانه‌زنی Mean germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling (%)	طول ریشه‌چه Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight (mgr)	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight (mgr)	وزن خشک بذر Seed dry weight (mgr)
Karaj 700	98	2.6	0.4	93.7	127.1	50.5	15.8	12.04	146.9
S.C.704	86	2.9	0.3	70.9	92.5	38.1	12.0	7.45	144.8
significant	*	*	*	*	*	*	*	*	ns

*, ns : غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

*: p<0.05 and ns: non-significant

بین سطوح پیش‌تیمار و شاهد نیز از نظر طول و وزن خشک ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری ($P\leq0/05$) مشاهده شد (جدول3). هر چند وزن خشک ساقه‌چه در کلیه سطوح پیش‌تیمار نسبت به شاهد بالاتر بود

ولی فقط تیمارهای 3 و 6 ساعت خشکاندن نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند، به عنوان مثال تیمار 6 ساعت خشکاندن با وزن خشک ساقه‌چه معادل 11/5 میلی‌گرم، افزایش 32 درصدی وزن خشک ساقه‌چه را نسبت به شاهد نشان داد.

جدول 3- اثر پیش‌تیمار بر درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت.

Table 3- The effect of priming treatments on germination, mean germination time, mean germination rate, normal seedling and length and dry weight of radicle and plumule of maize.

هیدرو پرایمینگ Hydro Priming	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time (day)	متوسط سرعت جوانه‌زنی Mean germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling (%)	طول ریشه‌چه Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight (mgr)	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight (mgr)	وزن خشک بذر Seed dry weight (mgr)
1*	93	3.4	0.29	82.7	95.7	39.3	11.5	8.7	148.1
2	90	3.3	0.31	78.0	95.0	38.2	12.4	8.8	146.1
3	96	2.6	0.38	84.7	112.7	41.3	14.8	8.9	142.7
4	93	2.2	0.45	80.7	119.6	51.5	14.3	11.3	139.5
5	93	2.5	0.41	85.3	127.2	52.8	16.7	11.5	148.0
6	91	2.7	0.38	82.7	117.3	46.2	13.8	9.9	144.7
7	86	2.4	0.41	82.0	101.4	40.6	13.6	9.1	151.7
$LSD^{(0.05)}$	ns	0.2	0.04	ns	19.1	8.3	2.5	1.7	ns

* تیمار شاهد بدون پیش‌تیمار (1)، پیش‌تیمارهای با 17 ساعت خیساندن شامل: پیش‌تیمار بدون خشکاندن (2)، پیش‌تیمار همراه با 1/5 ساعت خشکاندن (3)، پیش‌تیمار همراه با 3 ساعت خشکاندن (4)، پیش‌تیمار همراه با 6 ساعت خشکاندن (5)، پیش‌تیمار همراه با 12 ساعت خشکاندن (6)، پیش‌تیمار همراه با 24 ساعت خشکاندن (7).

*1: control without priming; priming with 17 hours wetting: (2: priming without dry back, 3: priming with 1.5 hours dry back, 4: priming with 3 hours dry back, 5: priming with 6 hours dry back, 6: priming with 12 hours dry back, 7: priming with 24 hours dry back).

هیدروپرایمینگ بذرهای نخود با مانیتول و آب نشان داد که طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرهای هیدروپرایمینگ شده نسبت به شاهد افزایش یافت (Kaur *et al*., 2003). نتایج به‌دست آمده نشان داد که پس از اعمال شرایط 17 ساعت خیساندن، میزان رطوبت بذر 2/9 برابر افزایش یافت (شکل1)، لذا با توجه به این‌که قرار داشتن بذر در شرایط رطوبتی بالا امکان کاهش خصوصیات جوانه‌زنی بذر را به دنبال دارد (جدول3) زمان خشک کردن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا هر چند بالاترین طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمارهای 3 و 6 ساعت خشکاندن به‌دست آمد، ولی تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد (جدول3) لذا به‌نظر می‌رسد، می‌توان تیمار 3 ساعت خشکاندن را که افزایشی معادل 24 و 29 درصد به ترتیب در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد داشته و دارای بالاترین متوسط سرعت جوانه‌زنی بوده را به‌عنوان تیمار مناسب در نظر گرفت.

درصد ظهور گیاهچه

اختلاف بین هیبریدها از نظر درصد ظهور گیاهچه معنی‌دار ($P\leq 0/05$) (جدول5) و درصد ظهور گیاهچه هیبرید کرج 700 بیشتر از هیبرید سینگل‌کراس 704 بود (جدول6). بین سطوح مختلف پیش‌تیمار و شاهد در مورد درصد ظهور

گیاهچـــه تفـــاوت معنی‌داری مشاهـــده نگردیـــد (جدول 7).

اثر متقابل هیبرید و هیدرو پرایمینگ بر درصد ظهور گیاهچه نیز معنی‌دار نبود (جدول8). با وجود این، پیش‌تیمار در هیبرید سینگل‌کراس 704 سبب افزایش درصد ظهور گیاهچه در کلیه سطوح پیش‌تیمار نسبت به شاهد شد. همچنین درصد ظهور گیاهچه‌های هیبرید سینگل‌کراس 704 با قوه نامیه پایین‌تر نسبت به هیبرید کرج700، پس از اعمال هیدروپرایمینگ نزدیک و یا معادل هیبرید کرج700 بود که این موضوع تاثیر مثبت هیدرو پرایمینگ بر افزایش درصد ظهور گیاهچه در بذرهای با قوه نامیه پایین را نشان داد (جدول8). نتایج آزمایشی بر روی دو هیبرید ذرت در طی دو سال زراعی نشان داد که در سال اول به دلیل بارندگی زیاد و در نتیجه فراهمی رطوبت در خاک، تعداد گیاه سبز شده و تعداد گیاه برداشت شده نهایی در بذرهای هیدروپرایمینگ شده نسبت به شاهد به طور معنی‌داری ($P\leq0/05$) کمتر بود، اما در سال دوم اثر هیدروپرایمینگ بر روی این صفات معنی‌دار نبود و عملکرد بذر در هیچ سالی معنی‌دار نشد (Subedi and Ma, 2005).

جدول 4- اثرات متقابل هیبرید و پیش‌تیمار بر درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت.

Table 4- The interaction effects of hybrids and priming treatments on germination, mean germination time, mean germination rate, normal seedling and length and dry weight of radicle and plumule of maize.

هیبرید Hybrid	پرایمینگ Priming	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه‌زنیMean germination time (day)	متوسط سرعت جوانه‌زنی Mean germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling (%)	طول ریشه‌چه Radicle length (mm)	طول ساقه‌چه Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight (mgr)	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight (mgr)	وزن خشک بذر Seed dry weight (mgr)
Karaj 700	1*	97	3.1	0.32	94.7	112.3	47.6	13.6	11.7	147.8
	2	99	3.1	0.32	92.0	113.5	44.6	14.2	11.1	147.4
	3	99	2.3	0.43	93.3	133.3	47.6	17.0	11.2	139.1
	4	99	2.1	0.48	93.3	133.9	54.5	15.1	13.5	139.7
	5	99	2.2	0.45	94.7	142.1	58.9	18.3	13.5	153.3
	6	99	2.5	0.40	94.7	137.1	52.3	15.8	11.6	145.2
	7	93	2.5	0.40	93.3	117.7	47.9	16.4	11.7	155.7
S.C.704	1	89	3.7	0.27	70.7	79.1	31.3	9.4	5.6	148.4
	2	81	3.4	0.30	64.0	76.4	38.7	10.7	6.6	144.7
	3	93	2.9	0.34	76.0	92.1	35.5	12.5	6.7	146.3
	4	87	2.3	0.43	68.0	105.3	48.5	13.5	9.2	139.4
	5	88	2.8	0.37	76.0	112.3	46.6	15.2	9.5	142.7
	6	84	2.8	0.36	70.7	97.5	40.2	11.9	8.2	144.2
	7	79	2.4	0.41	70.7	85.1	33.2	10.8	6.4	147.8
LSD (0.05)		ns	0.3	0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* تیمار شاهد بدون پیش‌تیمار (1)، پیش‌تیمارهای با 17 ساعت خیساندن شامل: پیش‌تیمار بدون خشکاندن (2)، پیش‌تیمار همراه با 1/5 ساعت خشکاندن (3)، پیش‌تیمار همراه با 3 ساعت خشکاندن (4)، پیش‌تیمار همراه با 6 ساعت خشکاندن (5)، پیش‌تیمار همراه با 12 ساعت خشکاندن (6)، پیش‌تیمار همراه با 24 ساعت خشکاندن (7).

*1: control without priming; priming with 17 hours wetting: (2: priming without dry back, 3: priming with 1.5 hours dry back, 4: priming with 3 hours dry back, 5: priming with 6 hours dry back, 6: priming with 12 hours dry back, 7: priming with 24 hours dry back).

در بررسی اثر هیدروپرایمینگ بذرهای لاین‌های اینبرد ذرت عنوان شد که میزان ظهور گیاهچه بذرهای هیدرو پرایمینگ شده در مقایسه با شاهد بیشتر بود (Moradi Dezfooli *et al.*, 2008). به‌نظر می‌رسد در آزمایش حاضر به دلیل آبیاری مناسب گلدان‌ها آب کافی در دسترس بذرها قرار داشت و تمامی تیمارها آب لازم برای شروع فعالیت‌های جوانه‌زنی و در نتیجه ظهور گیاهچه را به سرعت جذب نمودند و اختلاف معنی‌داری را از لحاظ درصد ظهور گیاهچه نشان ندادند.

جدول 5- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعدادکل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان‌گره ذرت پس از 20 روز رشد در شرایط گلخانه.

Table 5- Analysis (mean square)of variance of emergence, mean emergence time, mean emergence rate, shoot width, total number of leaf, leaf area, dry matter, seedling height, number of mature leaf, number of inter node of maize affected by priming after 20 days of sowing in glasshouse.

منابع تغییر Source	درجه‌آزادی Degrees of freedom	درصد ظهور گیاهچه Emergence	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time	متوسط سرعت ظهور گیاهچه Mean emergence rate	قطر ساقه Shoot width	تعداد کل برگ Total number of leaf	سطح برگ Leaf area	وزن خشک Dry matter	ارتفاع گیاهچه Seedling height	تعداد برگ بالغ† Number of mature leaf	تعداد میان گره Number of inter node	مرحله ظهور گل تاجی Tasseling stage
هیدروپرایمینگ HydroPriming	6	32.242^{ns}	1.095^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{ns}	0.043^{ns}	19.464^{ns}	0.002^{ns}	1.462^{ns}	0.540^{ns}	0.008^{ns}	191.373^{ns}
هیبرید Hybrid	1	372.024*	2.245*	0.002*	0.005*	0.801*	1.471*	0.003^{ns}	1.449^{ns}	0.001^{ns}	0.009^{ns}	137.524^{ns}
هیبرید هیدروپرایمینگ Priming * Hybrid	6	42.163^{ns}	0.764^{ns}	0.001^{ns}	0.000^{ns}	0.012^{ns}	40.448^{ns}	0.002^{ns}	0.811^{ns}	0.257^{ns}	0.011^{ns}	104.135^{ns}
خطای کل Error	28	85.565	0.470	0.000	0.001	0.052	43.626	0.002	0.687	0.230	0.005	79.262
ضریب تغییرات C.V.%		9.59	12.07	12.44	9.87	4.76	15.18	23.96	6.46	24.33	2.28	11.93

متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای ذرت از نظر متوسط زمان ظهور گیاهچه اختلاف معنی‌داری ($P\leq0/05$) داشتند (جدول5)، به‌طوری‌که هیبرید کرج 700 (با متوسط 5/4 روز) در مقابل هیبرید سینگل‌کراس 704 (با متوسط 5/9 روز) زمان ظهور گیاهچه کوتاه‌تر و در نتیجه سرعت ظهور گیاهچه بالاتری را نشان داد (جدول6) و این با نتایج متوسط سرعت جوانه‌زنی نیز مطابقت داشت. هر چند پیش تیمار بذر در گیاهان مختلفی از جمله هندوانه (Demir and Mavi, 2004)، نخود و برنج (Harris *et al.*, 1999)، هویج (Murray, 1989)، پنبه

(Murungu *et al*., 2003)، خیار (Passam and Kakouriotis, 1994)، گوجه فرنگی (Pill *et al*., 1991)، مارچوبه (Pill *et* Bittencourt *et al*., 2004) و همچنین ذرت (Harris *et al*., 2001; *al*., 1991; Harris *et al*., 2007) باعث افزایش سرعت ظهور گیاهچه شده است، ولی اگر شرایط خاک مزرعه بعد از کشت، گرم و مرطوب باشد بذرهای پیش‌تیمار شده ذرت نسبت به بذرهای تیمار نشده، نتایج نامطلوب‌تری نشان می‌دهند، به‌طوری‌که پیش‌تیمار بذر می تواند ظهور گیاهچه را کاهش داده و حساسیت بذرها و گیاهچه‌ها را نسبت به تنش گرمایی افزایش دهد (Finch-Savage *et al*., 2004).

نتایج اندازه‌گیری های قطر ساقه، تعداد کل برگ و سطح برگ نشان داد که قطر ساقه و سطح برگ هیبرید سینگل‌کراس 704 به طور معنی‌داری ($P\leq0/05$) بیشتر از هیبرید کرج 700 بود، ولی تعداد کل برگ در هیبرید کرج 700 بیشتر از هیبرید سینگل‌کراس 704 بود. بین سطوح مختلف پیش‌تیمار و شاهد و همچنین اثر متقابل هیبرید و پیش‌تیمار از نظر قطر ساقه، تعداد کل برگ و سطح برگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول‌های 7 و8). با وجود این‌که در آزمایش اثر پیش تیمارهای مختلف بذرهای ارقام نخود چنین عنوان شد که تیمارهای خیساندن در آب و جیبرلین سبب کاهش مدت زمان رسیدگی و افزایش ارتفاع بوته و وزن خشک بوته شدند (Roohi *et al*., 2008) ولی محققین دیگر عنوان نمودند پیش‌تیمار بذرهای ذرت اثر معنی‌داری بر ارتفاع، وزن خشک ساقه، سطح برگ و تعداد برگ در دو سال زراعی آزمایش نشان ندادند (Murungu *et al*., 2004). آن ها تغییرات رطوبت خاک در مدت زمان ظهور گیاهچه را عامل مهمی عنوان نمودند که باعث تفاوت‌هایی در ارتفاع و سطح برگ در دو سال زراعی شد. همچنین در آزمایشی دیگر به این نتیجه رسیدند که بین بذرهای پیش‌تیمار شده و شاهد (بدون‌هیدروپرایمینگ) از نظر طول برگ‌های کاملاً توسعه یافته ذرت و نسبت رشد ریشه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (Finch-Savage *et al*., 2004).

جدول 6- درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعدادکل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان گره هیبریدهای مورد بررسی ذرت تحت تاثیر پیش‌تیمار پس از 20 روز رشد در شرایط گلخانه.

Table 6- Emergence, mean emergence time, mean emergence rate, shoot width, total number of leaf , leaf area, dry matter, seedling height, number of mature leaf, number of inter node of studied maize hybrids affected by priming after 20 days of sowing in glasshouse.

هیبرید Hybrid	درصد ظهور گیاهچه Emergence (%)	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time (day)	متوسط سرعت ظهور گیاهچه Mean emergence rate (1/day)	قطر ساقه Shoot width (mm)	تعدادکل برگ Total number of leaf	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک Dry matter (mgr)	ارتفاع گیاهچه Seedling height (cm)	تعداد برگ بالغ † Number of mature leaf	تعداد میان گره Number of inter node	مرحله ظهور گل تاجی Tasseling stage (day)
Karaj 700	99	5.4	0.19	3.3	4.9	43.3	190	12.6	2.0	3.0	72.8
S.C.704	93	5.9	0.17	3.6	4.7	43.7	170	13.0	2.0	3.0	76.4
Significant	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

*: $p<0.05$ and ns: non-significant

*, ns : غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد

† The leaf was mature that its sheath completely observed.

† برگی بالغ در نظر گرفته شد که غلاف آن به‌طور کامل قابل رؤیت بود.

آن‌ها بیان نمودند که تأثیر پیش‌تیمار بذرهای ذرت، بستگی به شرایط رطوبتی و دمایی محیط آزمایش دارد. سوبدی و ما (Subedi and Ma, 2005) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که اگرچه بین پیش‌تیمارهای مختلف در بعضی صفات مانند سرعت رشد و بنیه گیاهچه در مزرعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما تفاوتی در عملکرد نهایی بذر بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. آن ها عنوان نمودند که در شرایط مطلوب از نظر آبیاری پیش‌تیمار بذر ذرت به صرفه نیست.

جدول 7- اثر هیدروپرایمینگ بر درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعدادکل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان‌گره ذرت پس از 20 روز رشد در شرایط گلخانه.

Table 7- The effect of hydropriming treatments on emergence, mean emergence time, mean emergence rate, shoot width, total number of leaf , leaf area, dry matter, seedling height, number of mature leaf, number of inter node of maize affected by priming after 20 days of sowing in glasshouse.

تیمارهای هیدروپرایمینگ HidroPriming	درصد ظهور گیاهچه Emergence (%)	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time (day)	متوسط سرعت ظهور گیاهچه Mean emergence rate (1/day)	قطر ساقه Shoot width (mm)	تعدادکل برگ Total number of leaf	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک Dry matter (mgr)	ارتفاع گیاهچه Seedling height (cm)	تعداد برگ بالغ † Number of mature leaf	تعداد میان گره Number of inter node	مرحله ظهور گل تاجی Tasseling stage (day)
1*	94	6.3	0.16	3.4	4.7	42.0	180	13.4	2.2	3.0	78.8
2	94	5.9	0.17	3.4	4.7	44.8	160	12.8	2.3	3.0	71.7
3	96	5.9	0.17	3.3	4.8	42.0	190	12.2	1.9	3.0	74.0
4	96	5.7	0.18	3.3	4.8	41.1	160	12.4	2.3	3.1	73.0
5	98	5.2	0.19	3.5	4.9	45.0	180	13.0	1.8	3.0	64.7
6	100	5.6	0.18	3.6	4.9	44.3	180	12.5	1.9	3.0	78.8
7	98	5.1	0.20	3.7	4.8	45.7	210	13.5	1.5	3.0	81.3
significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* تیمار شاهد بدون هیدروپرایمینگ (1)، هیدروپرایمینگ با 17 ساعت خیساندن شامل: هیدروپرایمینگ بدون خشکاندن (2)، هیدروپرایمینگ همراه با 1/5 ساعت خشکاندن (3)، هیدروپرایمینگ همراه با 3 ساعت خشکاندن (4)، هیدروپرایمینگ همراه با 6 ساعت خشکاندن (5)، هیدروپرایمینگ همراه با 12 ساعت خشکاندن (6)، هیدروپرایمینگ ر همراه با 24 ساعت خشکاندن (7).

*1: control without priming; hydropriming with 17 hours wetting: (2: hydropriming without dry back, 3: hydropriming with 1.5 hours dry back, 4: hydropriming with 3 hours dry back, 5: hydropriming with 6 hours dry back, 6: hydropriming with 12 hours dry back, 7: hydropriming with 24 hours dry back).

†برگی بالغ در نظر گرفته شد که غلاف آن به‌طور کامل قابل رویت بود.

† The leaf was mature that its sheath completely observed.

جدول 8- اثرات متقابل هیبرید هیدروپرایمینگ و بر درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعدادکل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان‌گره ذرت پس از 20 روز رشد در شرایط گلخانه.

Table 8- The interaction effects of hybrids and priming treatments on emergence, mean emergence time, mean emergence rate, shoot width, total number of leaf , leaf area, dry matter, seedling height, number of mature leaf, number of inter node of maize affected by priming after 20 days of sowing in glasshouse.

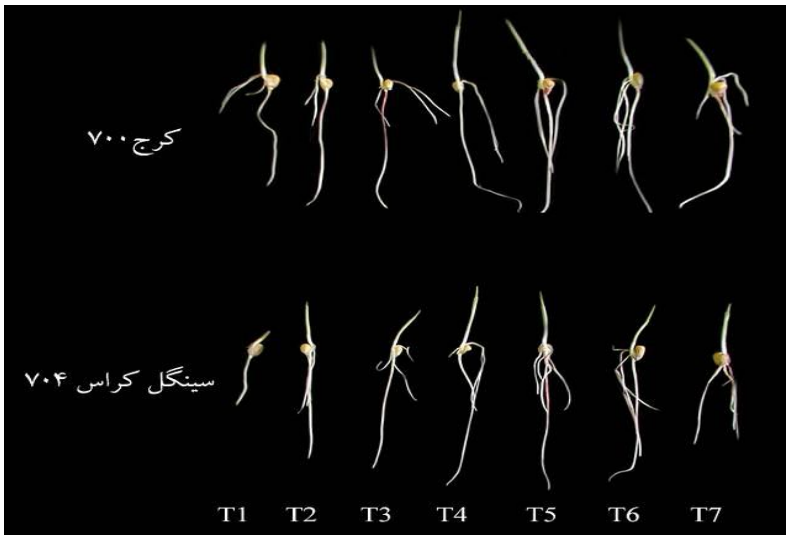
هیبرید Hybrid	هیدروپرایمینگ HidroPriming	درصد ظهور گیاهچه Emergence (%)	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time (day)	متوسط سرعت ظهور گیاهچه Mean emergence rate (1/day)	قطر ساقه Shoot width (mm)	تعدادکل برگ Total number of leaf	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک Dry matter (mgr)	ارتفاع گیاهچه Seedling height (cm)	تعداد برگ بالغ† Number of mature leaf	تعداد میان گره Number of inter node	مرحله ظهور گل تاجی Tasseling stage (day)
Karaj 700	1*	100	5.9	0.17	3.3	4.9	44.8	190	12.7	2.0	3.0	78.8
	2	100	6.2	0.16	3.3	4.8	39.8	140	12.1	2.3	3.0	72.0
	3	96	5.9	0.17	3.1	4.9	43.4	190	12.1	1.8	3.1	67.0
	4	100	5.2	0.19	3.1	5.0	40.1	160	12.4	2.7	3.2	69.0
	5	100	5.2	0.19	3.4	5.0	43.2	190	12.6	1.7	3.0	70.3
	6	100	5.5	0.18	3.6	5.0	45.7	210	12.7	2.0	3.0	76.0
	7	100	4.2	0.24	3.5	5.0	46.4	240	13.0	1.3	3.0	76.7
S.C.704	1	87	6.7	0.15	3.5	4.5	39.2	170	13.1	2.3	3.0	79.0
	2	87	5.6	0.18	3.5	4.6	50.5	190	13.5	2.2	3.0	71.3
	3	96	6.0	0.17	3.5	4.7	40.5	190	12.3	2.0	3.0	81.0
	4	92	6.2	0.16	3.4	4.7	42.1	160	12.5	2.0	3.0	77.0
	5	96	5.3	0.19	3.6	4.9	46.6	170	13.4	2.0	3.0	59.0
	6	100	5.7	0.18	3.5	4.7	42.9	160	12.3	1.7	3.0	81.7
	7	96	5.9	0.17	3.9	4.6	44.9	180	13.9	1.7	3.0	86.0
Significant		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns

* تیمار شاهد بدون هیدروپرایمینگ (1)، هیدروپرایمینگ های با 17 ساعت خیساندن شامل: پیش‌تیمار بدون خشکاندن (2)، هیدروپرایمینگ همراه با 1/5 ساعت خشکاندن (3)، هیدروپرایمینگ همراه با 3 ساعت خشکاندن (4)، هیدروپرایمینگ همراه با 6 ساعت خشکاندن (5)، هیدروپرایمینگ همراه با 12 ساعت خشکاندن (6)، هیدروپرایمینگ همراه با 24 ساعت خشکاندن (7).

*1: control without hydropriming;hydropriming with 17 hours wetting: (2: hydropriming without dry back, 3: hydropriming with 1.5 hours dry back, 4: hydropriming with 3 hours dry back, 5: hydropriming with 6 hours dry back, 6: hydropriming with 12 hours dry back, 7: hydropriming with 24 hours dry back).

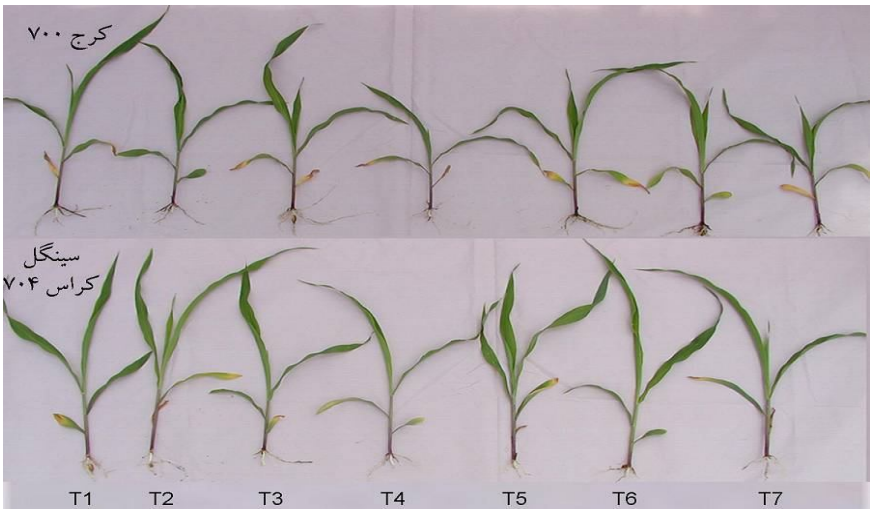
†برگی بالغ در نظر گرفته شد که غلاف آن به‌طور کامل قابل رویت بود.

† The leaf was mature that its sheat compelitly observed



شکل 2- نشاء هیبریدهای کرج 700 و سینگل کراس 704 ذرت در هیدروپرایمینگ مختلف در پایان روز هفتم آزمایش جوانه‌زنی.
T1: تیمار شاهد بدون هیدروپرایمینگ ؛ هیدروپرایمینگ های با 17 ساعت خیساندن شامل: T2: هیدروپرایمینگ بدون خشکاندن، T3: هیدروپرایمینگ همراه با 1/5 ساعت خشکاندن، T4: هیدروپرایمینگ همراه با 3 ساعت خشکاندن، T5: هیدروپرایمینگ همراه با 6 ساعت خشکاندن، T6: هیدروپرایمینگ همراه با 12 ساعت خشکاندن، T7: هیدروپرایمینگ ر همراه با 24 ساعت خشکاندن.

Fig. 2- Seedlings of Karaj 700 and S.C.704 in different Hydropriming treatments after 7 days in germination experiment. T1: control without priming; Hydropriming with 17 hours wetting: (T2: Hydro priming without dry back, T3:Hydropriming with 1/5 hours dry back, T4: Hydropriming with 3 hours dry back, T5: priming with 6 hours dry back, T6: Hydro priming with 12 hours dry back, T7: Hydropriming with 24 hours dry back).



شکل 3- گیاهچه هیبریدهای کرج 700 و سینگل کراس 704 ذرت در پیش‌تیمارهای مختلف در پایان روز بیستم آزمایش سبزشدن.
T1: تیمار شاهد بدون پیش‌تیمار؛ پیش‌تیمارهای با 17 ساعت خیساندن شامل: T2: پیش‌تیمار بدون خشکاندن، T3: پیش‌تیمار همراه با 1/5 ساعت خشکاندن، T4: پیش‌تیمار همراه با 3 ساعت خشکاندن، T5: پیش‌تیمار همراه با 6 ساعت خشکاندن، T6: پیش‌تیمار همراه با 12 ساعت خشکاندن، T7: پیش‌تیمار همراه با 24 ساعت خشکاندن.

Fig 3- Seedlings of Karaj 700 and S.C.704 hybrids in different priming treatments after 20 days in emergence experiment. T1: control without priming; priming with 17 hours wetting: (T2: priming without dry back, T3: priming with 1/5 hours dry back, T4: priming with 3 hours dry back, T5: priming with 6 hours dry back, T6: priming with 12 hours dry back, T7: priming with 24 hours dry back).

نتیجه‌گیری

در مجموع پیش‌تیمار باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی، افزایش متوسط سرعت جوانه‌زنی، افزایش طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه ذرت شد. نتایج این تحقیق با نتایج دیگران در رابطه با اثرات مثبت پیش‌تیمار بر گیاهانی نظیر مارچوبه و

گوجه‌فرنگی (Pill *et al*., 1991)، ذرت (Murungu *et al*., 2003; Afzal *et al*., 2008)، پنبه (Murungu *et al*., 2003) و نخود (Kaur *et al*., 2003) مشابهت داشت. در گیاهانی از قبیل ذرت، جوانه‌زنی در آزمایشگاه و ظهور گیاهچه در شرایط خاک مزرعه، ممکن است یکسان نباشد (Finch-Savage *et al*., 2004; Koocheki and Khajeh Hosseini, 2008). در این آزمایش نیز مانند نتایج دیگر محققین (Finch-Savage *et al*., 2004; Murungu *et al*., 2004; Subedi and Ma, 2005) به‌نظر می‌رسد به‌دلیل وجود رطوبت کافی در محیط گلخانه، اختلاف معنی‌داری بین پیش‌تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ و شاهد بر صفات اندازه‌گیری شده در شرایط گلخانه، وجود نداشت. در مطالعه حاضر با توجه به تیمارهای ارائه شده برخصوصیات جوانه زنی و ظهور گیاهچه هیبریدهای ذرت در شرایط کنترل شده بررسی شد، بهتر است در مطالعات بعدی تاثیر این تیمارها وپرایمینگ بر ظهور و استقرار گیاهچه در شرایط مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

منـــابع

Afzal, I., S.M.A, Basra, M, Shahid, M., Farooq, and M, Saleem. 2008. Priming enhances germination of spring maize (*Zea mays* L.) under cool conditions. Seed Sci and Technol. 36(2): 497-503 (in Farsi).

Bittencourt, M.L.C., Dias, D.C.F.D.S., Dias, L.A.D.S., and Araujo, E.F. 2004. Effect of seed priming on germination and seedling growth of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Revista Brasileira de Sementes. 26: 50-56.

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

Demir, I., and Mavi, K. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) seeds. Scientia Hort. 97: 229-237.

Durrant, M.J., and Jaggard, K.W. 1988. Sugar-beet seed advancement to increase establishment and decrease bolting. J. Agric. Sci. Cambridge. 110: 367-374.

Durrant, M.J., Mash, S.J., and Jaggard, K.W. 1993. Effects of seed advancement and sowing date on establishment, bolting and yield of sugarbeet. J. Agric. Sci. Cambridge. 121: 333-341.

Ellis, R.H., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seed. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

Finch-Savage, W.E., Dent, K.C., and Clark, L.J. 2004. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). Field Crops Res. 90: 361-374.

Haghiri. A. 1999. Seed priming. Iranian J. Gardener. 6:16-17 (in Farsi).

Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P., and Sodhi, P.S. 1999. Onfarm seed priming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Exp. Agric. 35: 15-29.

Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., and Nyamudeze, P. 2001. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agric. Systems. 69: 151-164.

Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., and Shah, H. 2007. 'On-farm' seed priming with zinc sulphate solution—A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Res. 102: 119-127.

Itabari, J.K., Gregory, P.J., and Jones, R.K. 1993. Effects of temperature, soil water status and depth of planting on germination and emergence of maize (*Zea mays*) adapted to semi-arid eastern Kenya. Exp. Agric. 29: 351-364.

Jalilian, A., and Tavakkol Afshari, R. 2005. The effect of osmopriming on germination of sugar beet seeds under drought stress. Iranian Scientific J. Agric. 27: 23-35 (in Farsi).

Kaur, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2003. Priming of chickpea seeds with water and mannitol overcomes the effect of salt stress on seedling growth.International Chickpea and Pigeonpea Newsletter. 10: 18-20.

Khazaei, H. 2001. Improvement of sugarbeet (*Beta vulgaris*) seed germination with water treatment. Iranian Journal of Agric Sci Technol. 15(1): 115-120 (in Farsi).

Koocheki, A. 2002. Crop production in dry regions. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 202pp. (in Farsi).
Koocheki, A., and M, Khajeh Hosseini. 2008. Modern agronomy. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 704pp. (in Farsi).
Martin, B.A., Cerwick, S.F., and Reding, L.D. 1991. Physiological basis for imbibition of maize seed germination by flooding. Crop Sci. 31: 1052-1057.
Matthews, S., and Khajeh hosseini, M. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Sci Technol. 34: 339-347.
McDonald, M.B., Sullivan, J., and Lauer, M.J. 1994. The pathway of water uptake in maize seeds. Seed Sci Technol. 22: 79-90.
Moradi Dezfooli, P., Sharif zadeh, F., A, Banke saz. 2008. Effect of Seed Hydro priming in Inbred Lines Seeds and Different planting Date of Mole parent on Seed Production SC704. The 10th Iranian Congress of Crop Sciences. 18-20 Agu. 311 (in Farsi).
Murray, G.A. 1989. Osmoconditioning carrot seed for improved emergence. Scientia Horticulturae. 24: 701-705.
Murungu, F.S., Chiduza, C., Nyamugafat, P., Clark, L.J., W.R., Whalley, and W.E, Finch-Savage. 2004. Effects of 'on-farm seed priming' on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. Field Crops Res. 89: 49-57.
Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduza, C., Clark, L.J., and W.R., Whalley. 2003. Effects of seed priming , aggregate size and matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil and Tillage Res. 74: 161-168.
Omidi, H., Soroushzadeh, A., Salehi, A., and Ghezeli, F.D. 2005. Rapeseed germination as affected by osmopriming pretreatment. Iranian J. Agric Sci Technol. 19: 125-136 (in Farsi).
Parera, C.A., and Cantliffe, D.J. 1994. Pre-sowing seed priming. Hort Rev.16: 109-141.
Passam, H.C., and Kakouriotis, D. 1994. The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline conditions. Scientia Horticulturae. 57: 233-240.
Pill, W.G., Frett, J.J., and Morneau, D.C. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. Hort Sci. 26: 1160-1162.
Roohi, A., Tajbakhsh, M., Saeedi, M.R., and P., Nikzad. 2008. Effect of Different Seed Priming on Chickpea Cultivars under Drought Stress Conditions. The 10th Iranian Congress of Crop Sciences. 18-20 Agu. 474 (in Farsi).
Sivritepe, H.O., and Dourado, A.M. 1995. The effects of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Ann Bot. 75: 165-171.
Subedi, K. D., and Ma, B. L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agron J. 97: 211-218.