

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

احمد نظامی¹، حمیدرضا خزاعی¹، سیده ملیحه میرهاشمی² 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 به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو ذرت هیبرید سینگل کراس 704 و کرج 700 و 6 زمان خشک کردن صفر، 1/5، 3، 6، 12 و 24 ساعت و تیمار شاهد (بدون پیش تیمار) 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 سینگل کراس 704 داشت. با اعمال پیش تیمار، متوسط زمان جوانه‌زنی بذرها پیش تیمار شده نسبت به شاهد کاهش و متوسط سرعت جوانه‌زنی آن‌ها افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) را نشان داد، به طوری 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 بذرها پیش تیمار شده نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/05$) 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 پیش تیمارها 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., 2004; Murungu et al., 2003). به تأخیر افتادن 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 بذر¹ می‌باشد. در حقیقت با اعمال پرایمینگ، بذر مقدار آب لازم جهت شروع فعالیت‌های اولیه جوانه‌زنی را جذب می‌کند (Omidi et al., 2005) ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده از خروج ریشه‌چه ممانعت به عمل 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 گلیکول) (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 (PGRs) (Martin et al., 1991; Kaur et al., 2003; Afzal et al., 2008) انجام می‌شود. با وجود این که 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 پیش تیمار، ظهور نهایی گیاهچه و وزن خشک

1. Seed priming

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 بذره‌های 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 پیش تیمار 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 پیش تیمار، سبز نهایی گیاهچه هویج کاهش یافته است (Murray, 1989). در بررسی انجام شده بر روی ذرت نیز مشاهده شد که غرقاب کردن بذره‌های ذرت، برای کمتر از 24 ساعت، جوانه زنی را در بعضی از لاین‌ها که نسبت به شرایط غرقاب حساس‌تر بودند، کاهش داد (Martin *et al.*, 1991). احتمالاً سرعت جوانه زنی 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 بذره‌های دو ذرت هیبرید سینگل کراس 704 و کرج 700 بر خصوصیات جوانه زنی 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 پیش تیمار بر جوانه زنی بذر و استقرار گیاهچه 2 ذرت هیبرید سینگل کراس 704 و کرج 700 تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی استان خراسان رضوی در شرایط

این گیاهچه‌ها را افزایش داده است. این اثرات روی گیاهان مختلفی از جمله خیار (Passam and Bittencourt *et al.*, 1994)، مارچوبه (Kakouriotis, 1994) و گوجه‌فرنگی (Pill *et al.*, 1991; *et al.*, 2004) 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 به این 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 حالی که 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

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 ژرminatور با دمای ثابت 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند. تعداد بذرهاى جوانه‌زده بر اساس خروج ریشه چه به طول 2-3 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 بذرهاى جوانه‌زده در روز i ام می‌باشند.

(رابطه 2):

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

(رابطه 3):

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

آزمایشگاه و گلخانه اجرا شد. جهت تعیین رطوبت اولیه بذرهاى هر هیبرید، پس از آسیاب نمودن بذرها دو نمونه 5 گرمی انتخاب و به مدت 1 ساعت در آون در دمای 130 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. به منظور اعمال پیش‌تیمار و تعیین منحنی رطوبتی، بذرهاى هر هیبرید ذرت با 3 تکرار 25 عددی پس از توزین، در آب مقطر و در دمای 20 ± 1 درجه سانتی‌گراد در ژرminatور 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 زمان‌های 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 (شکل 1) با استفاده از رابطه 1 تعیین و ترسیم شد.

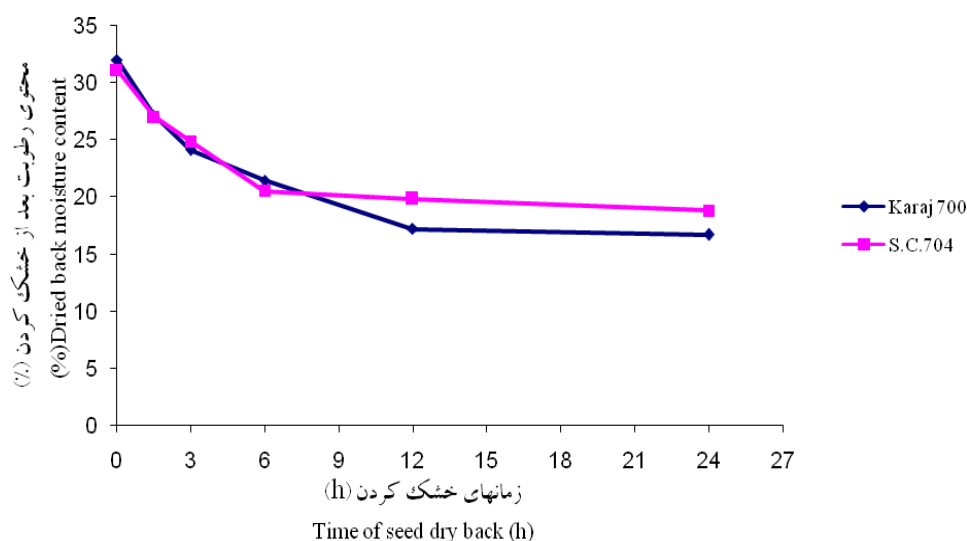
(رابطه 1):

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

به منظور بررسی درصد جوانه‌زنی، از روش آزمون جوانه‌زنی استاندارد به روش بین کاغذ جوانه‌زنی¹ استفاده شد. بدین منظور بذرهاى تیمار شده با 3 تکرار 25 عددی بین کاغذهای واتمن به طول 50 سانتی‌متر

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

1. Between Paper



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) می باشد.

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.

آن D_i تعداد روزهای بعد از کشت و n_i تعداد گیاهچه های ظاهر شده در روز i ام می باشد. (رابطه 4):

$$MET = \frac{\sum D_i n_i}{\sum n_i} \quad \text{(رابطه 5)}$$

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

بعد از رسیدن گیاهچه ها به مرحله دو برگ، 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 اندازه گیری و ثبت شد و یک بوته جهت بررسی زمان رسیدن به مرحله ظهور گل تاجی در هر گلدان باقی ماند.

جهت تعیین اثر پیش تیمار بر ظهور گیاهچه و خصوصیات رشدی گیاهچه های ذرت در شرایط گلخانه، تعداد 8 عدد بذر بلافاصله پس از اعمال پیش تیمار در گلدان هایی به قطر 20 سانتی متر و در عمق 5 سانتی متری در مرداد ماه کشت شدند. دمای گلخانه در طول این مرحله از آزمایش $20 \pm 2/30$ درجه سانتی گراد به ترتیب برای روز و شب در نظر گرفته شد.

تعداد گیاهچه سبز شده (براساس خروج کلئوپتیل) به طور روزانه یادداشت و براساس داده های 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

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

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 سریع‌تر 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 ($P \leq 0/05$) داشتند (جدول 1) 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 (جدول 2). نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر هیبرید پرایمینگ بذر بر متوسط زمان جوانه‌زنی نیز معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بود (جدول 1)، به‌نحوی که متوسط زمان جوانه‌زنی بذره‌های هیبرید پرایمینگ شده نسبت به شاهد (بذره‌های هیبرید پرایمینگ نشده) کاهش داشت و در بین سطوح مختلف هیبرید پرایمینگ، تیمار 3 ساعت خشکاندن و بدون خشکاندن به ترتیب با 2/2 و 3/3 روز متوسط زمان جوانه‌زنی، بالاترین و پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی را دارا بودند (جدول 3)، به‌طوری که متوسط سرعت جوانه‌زنی در تیمار 3 ساعت خشکاندن 1/5 برابر متوسط سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد بود. دیگر محققین نیز اثر مثبت هیبرید پرایمینگ بر کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و افزایش سرعت جوانه‌زنی را در ذرت نشان دادند (Afzal et al., 2008). افزایش سرعت جوانه‌زنی بر اثر هیبرید پرایمینگ برای گیاهانی نظیر خیار (Passam and Kakouriotis, 1994)، مارچوبه و گوجه‌فرنگی

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

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0/05$) داشتند (جدول 1)، و درصد جوانه‌زنی هیبرید کرج 700 بیشتر از هیبرید سینگل کراس 704 بود (جدول 2).

بین سطوح مختلف هیبرید پرایمینگ و شاهد در مورد درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 3)، اما تیمار 1/5 و 24 ساعت خشکاندن به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی بودند.

در بررسی انجام شده روی چغندر قند نتایج نشان داد که نوع تیمار برای شستشوی بذر، بر درصد جوانه‌زنی تأثیری نداشت (Khazaei, 2001). در حالی که در آزمایش‌های پیش‌رسی بذر¹ چغندر قند 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 (جدول 1). بررسی اثر پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی بذره‌های مارچوبه نیز افزایش جوانه‌زنی را فقط در ارقام با کیفیت پایین نشان داد (Bittencourt et al., 2004).

1. Seed advancement

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

جدول 1- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد جوانه زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه 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.

منابع تغییر Source	درجه آزادی Degrees of freedom	درصد جوانه زنی Germination	متوسط		درصد گیاهچه عادی Normal seedling	طول ریشه چه Radicle length	طول ساقه چه Plumule length	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه چه Plumule dry weight	وزن خشک بذر Seed dry weight
			متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time	سرعت جوانه زنی Mean germination rate						
هیدروپرایمینگ HydroPriming	6	60.190 ^a	1.174 ^a	0.019 ^a	36.317 ^a	954.646 ^a	211.488 ^a	16.641 ^a	8.601 ^a	95.430 ^{ns}
رقم Hybrid	1	1464.381 ^{ns}	1.193 ^a	0.021 ^a	5485.714 ^{ns}	12563.260 ^a	1622.339 ^a	149.726 ^a	221.353 ^a	46.095 ^{ns}
هیدروپرایمینگ * رقم HydroPriming * Hybrid	6	26.159 ^{ns}	0.087 ^a	0.002 ^a	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

این موضوع نشان دهنده تأثیر مثبت هیدروپرایمینگ بذرهای بر کاهش متوسط زمان جوانه زنی و در نتیجه افزایش سرعت جوانه زنی، به ویژه در بذرهای با قوه نامیه پایین می باشد. این شرایط احتمالاً از طریق بهبود سرعت استقرار و رشد گیاهان زراعی، سبب افزایش عملکرد آن ها خواهد شد. آزمایش های انجام شده روی پیش رسی بذرهای چغندر قند نیز نشان داده است که در نتیجه افزایش سرعت جوانه زنی 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 معنی داری ($P \leq 0/05$) داشتند (جدول 1) و درصد گیاهچه عادی هیبرید کرج 700 بیشتر از

مقایسه میانگین اثرات متقابل هیبرید و هیدروپرایمینگ (جدول 4) نشان داد که در هر دو هیبرید اعمال هیدروپرایمینگ به طور معنی داری سبب کوتاه شدن متوسط زمان جوانه زنی نسبت به شاهد شد، به نحوی که پایین ترین متوسط زمان جوانه زنی در هیبرید کرج 700 در تیمار سه ساعت خشکاندن (2/1 روز) و بالاترین آن در تیمار شاهد (3/1 روز) به دست آمد. در هیبرید سینگل کراس 704 نیز پایین ترین متوسط زمان جوانه زنی در تیمار سه ساعت خشکاندن (2/3 روز) و بالاترین آن در تیمار شاهد (3/7 روز) به دست آمد. در شرایط اعمال پیش تیمار 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 جوانه زنی را به خود اختصاص دادند.

با این وجود، هر چند که وزن خشک ریشه چه در کلیه سطوح پیش تیمار نسبت به شاهد بالاتر بود، فقط تیمارهای 1/5، 3 و 6 ساعت خشکاندن نسبت به شاهد تفاوت معنی داری داشتند. به عنوان مثال تیمار 6 ساعت خشکاندن با وزن خشک ریشه چه معادل 148 میلی گرم، افزایش 29 درصدی وزن خشک ریشه چه را نسبت به شاهد نشان داد. محققین نشان دادند که گیاهچه های پنبه حاصل از بذرها ی پیش تیمار شده طول ریشه بیشتری نسبت به گیاهچه های پیش تیمار نشده داشتند (Murungu et al., 2004).

طول و وزن خشک ساقه چه

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر طول و وزن خشک ساقه چه تفاوت معنی داری ($P \leq 0/05$) داشتند (جدول 1)، و هیبرید کرج 700 طول و وزن خشک ساقه چه بیشتری را دارا بود (جدول 2).

سینگل کراس 704 بود (جدول 2). در آزمایشی عنوان شد که سطوح مختلف هیدروپرایمینگ اثر معنی داری بر کاهش درصد گیاهچه عادی در دو رقم چغندر قند (276 و رسول) داشت (Jalilian and Tavakkol, 2005).

طول و وزن خشک ریشه چه

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه از نظر طول و وزن خشک ریشه چه تفاوت معنی داری ($P \leq 0/05$) داشتند (جدول 1) و هیبرید کرج 700 با 127/1 میلی متر طول و 15/8 میلی گرم وزن بیشترین طول و وزن خشک ریشه چه را دارا بود (جدول 2). به نظر می رسد که درصد گیاهچه عادی و بنيه بالاتر در این هیبرید سبب بهبود طول و وزن خشک ریشه چه شده است. بین سطوح پیش تیمار و شاهد نیز از نظر طول و وزن خشک ریشه چه تفاوت معنی داری ($P \leq 0/05$) مشاهده شد (جدول 3). به طور کلی طول و وزن خشک ریشه چه بذرها ی پیش تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت.

جدول 2- درصد جوانه زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه هیبریدهای مورد بررسی ذرت تحت تاثیر پیش تیمار.

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 جوانه زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time (day)	متوسط سرعت جوانه زنی Mean germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling (%)	طول ریشه چه Radicle length (mm)	طول ساقه چه Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight (mgr)	وزن خشک ساقه چه 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 معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

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

مشاهده شد (جدول 3). هر چند وزن خشک ساقه چه در کلیه سطوح پیش تیمار نسبت به شاهد بالاتر بود

بین سطوح پیش تیمار و شاهد نیز از نظر طول و وزن خشک ساقه چه تفاوت معنی داری ($P \leq 0/05$)

معادل 11/5 میلی گرم، افزایش 32 درصدی وزن خشک ساقه چه را نسبت به شاهد نشان داد.

ولی فقط تیمارهای 3 و 6 ساعت خشکاندن نسبت به شاهد تفاوت معنی داری داشتند، به عنوان مثال تیمار 6 ساعت خشکاندن با وزن خشک ساقه چه

جدول 3- اثر پیش تیمار بر درصد جوانه زنی، متوسط زمان و سرعت جوانه زنی، درصد گیاهچه عادی و طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه 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 جوانه زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی Mean germination time (day)	متوسط سرعت جوانه زنی Mean germination rate (1/day)	درصد گیاهچه عادی Normal seedling (%)	طول ریشه چه Radicle length (mm)	طول ساقه چه Plumule length (mm)	وزن خشک ریشه چه Radicle dry weight (mgr)	وزن خشک ساقه چه 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
^(0.05) LSD	ns	0.2	0.04	ns	19.1	8.3	2.5	1.7	ns

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

این دو تیمار مشاهده نشد (جدول 3) لذا به نظر می رسد، می توان تیمار 3 ساعت خشکاندن را که افزایشی معادل 24 و 29 درصد به ترتیب در وزن خشک ریشه چه و ساقه چه نسبت به شاهد داشته و دارای بالاترین متوسط سرعت جوانه زنی بوده را به عنوان تیمار مناسب در نظر گرفت.

درصد ظهور گیاهچه

اختلاف بین هیبریدها از نظر درصد ظهور گیاهچه معنی دار ($P \leq 0/05$) (جدول 5) و درصد ظهور گیاهچه هیبرید کرج 700 بیشتر از هیبرید سینگل کراس 704 بود (جدول 6). بین سطوح مختلف پیش تیمار و شاهد در مورد درصد ظهور

هیدرو پرایمینگ بذرهای نخود با مانیتول و آب نشان داد که طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه بذرهای هیدرو پرایمینگ شده نسبت به شاهد افزایش یافت (Kaur et al., 2003). نتایج به دست آمده نشان داد که پس از اعمال شرایط 17 ساعت خیساندن، میزان رطوبت بذر 2/9 برابر افزایش یافت (شکل 1)، لذا با توجه به این که قرار داشتن بذر در شرایط رطوبتی بالا امکان کاهش خصوصیات جوانه زنی بذر را به دنبال دارد (جدول 3) زمان خشک کردن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در همین راستا هر چند بالاترین طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه در تیمارهای 3 و 6 ساعت خشکاندن به دست آمد، ولی تفاوت معنی داری بین

افزایش درصد ظهور گیاهچه در بذره‌های با قوه نامیه پایین را نشان داد (جدول 8). 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 بذره‌های هیدروپرایمینگ شده نسبت به شاهد به طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) 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).

گیاهچه تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 7).

اثر متقابل هیبرید و هیدروپرایمینگ بر درصد ظهور گیاهچه نیز معنی‌دار نبود (جدول 8). با وجود این، پیش‌تیمار در هیبرید سینگل کراس 704 سبب افزایش درصد ظهور گیاهچه در کلیه سطوح پیش‌تیمار نسبت به شاهد شد. همچنین درصد ظهور گیاهچه‌های هیبرید سینگل کراس 704 با قوه نامیه پایین‌تر نسبت به هیبرید کرج 700، پس از اعمال هیدروپرایمینگ نزدیک و یا معادل هیبرید کرج 700 بود که این موضوع تاثیر مثبت هیدروپرایمینگ بر

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 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	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).

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.

در بررسی اثر هیدرو پرایمینگ بذرها لاین‌های اینبرد ذرت عنوان شد که میزان ظهور گیاهچه بذرها هیدرو پرایمینگ شده در مقایسه با شاهد بیشتر بود (Moradi Dezfooli *et al.*, 2008). به نظر می‌رسد در آزمایش حاضر به دلیل آبیاری مناسب

جدول 5- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعداد کل 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.

منبع تغییر Source	درجه آزادی 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	مساحت برگ Leaf area	وزن خشک Dry matter	ارتفاع گیاهچه Seedling height	تعداد برگ بالغ Number of mature leaf	تعداد میان‌گره Number of inter node	مرحله ظهور گل تاخی Tasseling stage
هیدرو پرایمینگ Hydro Priming	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 هیدرو پرایمینگ 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

گیاهچه کوتاه‌تر و در نتیجه سرعت ظهور گیاهچه بالاتری را نشان داد (جدول 6) 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

متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه

نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای ذرت از نظر متوسط زمان ظهور گیاهچه اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/05$) داشتند (جدول 5)، به طوری که هیبرید کرج 700 (با متوسط 5/4 روز) در مقابل هیبرید سینگل کراس 704 (با متوسط 5/9 روز) زمان ظهور

نظر قطر ساقه، تعداد کل برگ و سطح برگ اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول های 7 و 8). با وجود این که 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 پیش تیمار بذرهای ذرت اثر معنی داری 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 تفاوت هایی در ارتفاع و سطح برگ در دو سال زراعی شد. همچنین در آزمایشی دیگر به این نتیجه رسیدند که بین بذرهای پیش تیمار شده و شاهد (بدون هیدروپرایمینگ) از نظر طول برگ های کاملاً توسعه یافته ذرت و نسبت رشد ریشه اختلاف معنی داری وجود نداشت (Finch-Savage *et al.*, 2004).

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

نتایج اندازه گیری های قطر ساقه، تعداد کل برگ و سطح برگ نشان داد که قطر ساقه و سطح برگ هیبرید سینگل کراس 704 به طور معنی داری ($P \leq 0/05$) بیشتر از هیبرید کرج 700 بود، ولی تعداد کل برگ در هیبرید کرج 700 بیشتر از هیبرید سینگل کراس 704 بود. بین سطوح مختلف پیش تیمار و شاهد و همچنین اثر متقابل هیبرید و پیش تیمار از

جدول 6- درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعداد کل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان گره هیبریدهای مورد بررسی ذرت تحت تاثیر پیش تیمار 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.

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

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

ns, *: غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 درصد

† برگگی بالغ در نظر گرفته شد که غلاف آن به طور کامل قابل رؤیت بود. † The leaf was mature that its sheath completely observed.

مانند سرعت رشد و بنیه گیاهچه در مزرعه اختلاف معنی داری وجود داشت، اما تفاوتی در عملکرد نهایی بذر بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. آن ها عنوان نمودند که در شرایط مطلوب از نظر آبیاری پیش تیمار بذر ذرت به صرفه نیست.

آن ها بیان نمودند که تأثیر پیش تیمار بذرهای ذرت، بستگی به شرایط رطوبتی و دمایی محیط آزمایش دارد. سویدی و ما (Subedi and Ma, 2005) در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که اگرچه بین پیش تیمارهای مختلف در بعضی صفات

جدول 7- اثر هیدروپرایمینگ بر درصد ظهور گیاهچه، متوسط زمان و سرعت ظهور گیاهچه، قطر ساقه، تعداد کل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان گره 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 HydroPriming	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)	تعداد کل 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 ناچی 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 خیس شدن 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 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).

† برگگی بالغ در نظر گرفته شد که غلاف آن به طور 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، تعداد کل برگ، سطح برگ، وزن خشک، ارتفاع گیاهچه، تعداد برگ بالغ و تعداد میان گره 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.

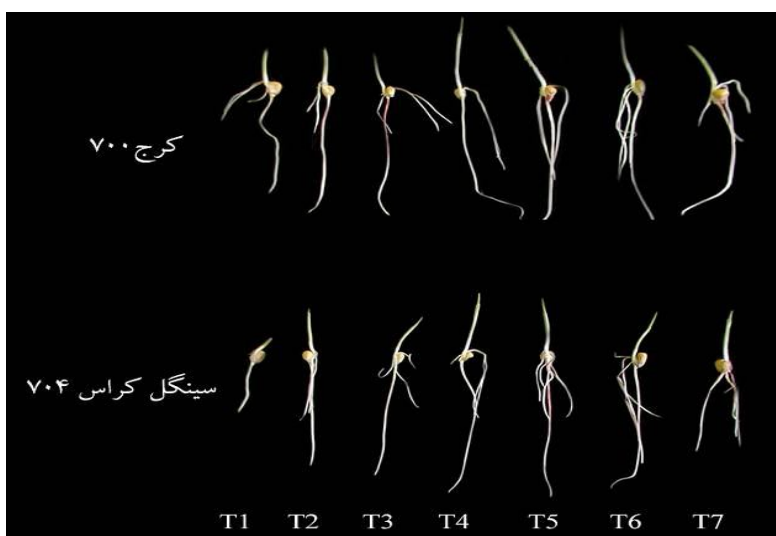
هیبرید Hybrid	تیمار هیدروپرایمینگ HydroPriming	درصد ظهور گیاهچه Emergence (%)	متوسط زمان ظهور گیاهچه Mean emergence time (day)	متوسط سرعت ظهور گیاهچه Mean emergence rate (1/day)	قطر ساقه Shoot width (mm)	تعداد کل برگ Total number of leaf	سطح برگ Leaf area (cm ²)	وزن خشک Dry matter (mgr)	ارتفاع گیاهچه Seedling height (cm)	تعداد برگ بالغ † Number of mature leaf	تعداد میان گره Number of inter node	مرحله ظهور گل ناچی 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	ns

* تیمار شاهد بدون هیدروپرایمینگ (1)، هیدروپرایمینگ های با 17 ساعت خیس شدن شامل: پیش تیمار 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).

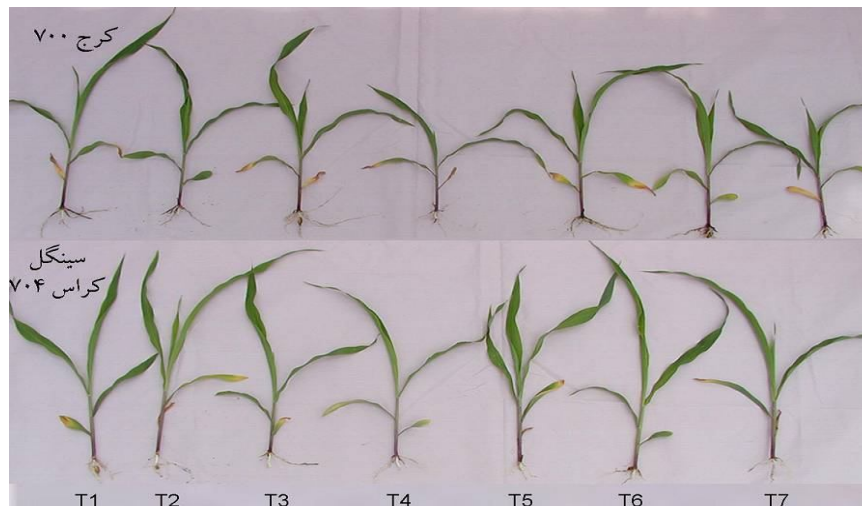
† برگگی بالغ در نظر گرفته شد که غلاف آن به طور کامل قابل رویت بود.

† The leaf was mature that its sheath completely observed



شکل 2- نشاء هیبریدهای کرچ 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 کرچ 700 و سینگل کراس 704 ذرت در پیش تیمارهای مختلف در پایان روز بیستم آزمایش سبز شدن. T1: تیمار شاهد بدون پیش تیمار؛ پیش تیمارهای با 17 ساعت خیساندن شامل: T2: پیش تیمار بدون خشکاندن، T3: پیش تیمار همراه با 1/5 ساعت خشکاندن، T4: پیش تیمار همراه با 3 ساعت خشکاندن، T5: پیش تیمار همراه با 6 ساعت خشکاندن، T6: پیش تیمار همراه با 12 ساعت خشکاندن، T7: پیش تیمار 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

طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاه ذرت شد. نتایج این تحقیق با نتایج دیگران در رابطه با اثرات مثبت پیش تیمار بر گیاهانی نظیر مارچوبه و

در مجموع پیش تیمار باعث کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی، افزایش متوسط سرعت جوانه‌زنی، افزایش

وجود رطوبت کافی در محیط گلخانه، اختلاف معنی داری بین پیش تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ و شاهد بر صفات اندازه گیری شده در شرایط گلخانه، وجود نداشت. در مطالعه حاضر با توجه به تیمارهای ارائه شده بر خصوصیات جوانه زنی و ظهور گیاهچه هیبریدهای ذرت در شرایط کنترل شده بررسی شد، بهتر است در مطالعات بعدی تاثیر این تیمارها و پرایمینگ بر ظهور و استقرار گیاهچه در شرایط مزرعه نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

گوجه فرنگی (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، جوانه زنی 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) به نظر می رسد به دلیل

References

منابع

- 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., Chiduzza, 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., Chiduzza, 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.