

تأثیر اسموپرایمینگ بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی بذر ذرت دو رگ سینگل کراس ۷۰۴

رضا رضایی سوخت آبدانی*^۱ و مهدی رضایی^۲

۱- ۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه زراعت، تهران، ایران.

چکیده

به منظور بررسی اثرات پرایمینگ اسمزی بر جوانه‌زنی بذر ذرت دو رگ سینگل کراس ۷۰۴ (K.S.C 704)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل پرایمینگ بذر با محلول‌های پلی اتیلن گلیکول (PEG6000) با غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد، نترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد و کلرید پتاسیم (KCl) با غلظت‌های ۲ و ۴ درصد و مدت زمان‌های ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، نسبت وزن تر و خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، نسبت طولی ریشه‌چه به ساقه‌چه و تعداد گیاهچه عادی بودند. نتایج نشان داد که حداکثر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تیمارهای زمان و پرایمینگ با پلی اتیلن گلیکول (PEG6000) با غلظت ۵ درصد و زمان ۱۶ ساعت بدست آمد، اما بیشترین نسبت طولی ریشه‌چه و ساقه‌چه (R/S) و نسبت وزن تر (R/S) با پیش تیمار پلی اتیلن گلیکول (PEG) و نترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت‌های ۵ و ۲ درصد در مدت زمان ۲۴ ساعت مشاهده شد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی و وزن تر ریشه‌چه با پیش تیمار پلی اتیلن گلیکول (PEG) و نترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت‌های ۵ و ۲ درصد حاصل گردید. بنابراین بهترین پیش تیمار برای این تحقیق محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG) با غلظت ۵ درصد و با مدت زمان ۱۶ ساعت پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: ذرت، اسموپرایمینگ و سرعت جوانه‌زنی بذر.

مقدمه

بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (FAO) تولید ذرت در دنیا ۸۰۰ میلیون تن با سطح زیر کشت ۱۵۲ میلیون هکتار می باشد و این گیاه از نظر تولید بعد از گندم و برنج در رتبه سوم قرار دارد. سهم ایران در تولید ذرت ۲ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۳۵۰۰۰۰ هکتار می باشد (FAO, 2008).

جوانه زنی اولین مرحله نموی گیاه و یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و فرآیند کلیدی در ظاهر شدن گیاهچه می باشد (Devilliers *et al.*, 1994). این مرحله از رشد تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه دما و رطوبت خاک قرار می گیرد (Anda and Pinter, 1994; Basra *et al.*, 2004; Jacobson and Bach, 1998; Seefeldt *et al.*, 2006; Soltani *et al.*, 2002). در این راستا راهکاری مورد نیاز است تا بتوان جوانه زنی و استقرار گیاهچه های ذرت را تقویت نمود تا استفاده هر چه بیشتر از رطوبت خاک، عناصر غذایی و تابش خورشیدی را برای گیاه فراهم نماید. در این صورت، گیاه قادر خواهد بود قبل از وقوع تنش های زودرس پائیزه دوره نموی خود را به پایان رساند (Subedi and Ma, 2005). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که می توان با استفاده از تیمارهای افزایش دهنده بنیه بذر به جوانه زنی سریع، ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاه دست یافت (Afzal *et al.*, 2002; Ashraf and Foolad, 2006; Farooq *et al.*, 2005). از جمله مهم ترین تیمارهای افزایش دهنده بنیه جوانه زنی بذر می توان به پرایمینگ (Priming) اشاره نمود. پرایمینگ به تعدادی از روش های مختلف بهبود دهنده کیفیت بذر اطلاق می شود، که در تمامی آن ها جذب آب (Imbibition) کنترل شده توسط بذر اعمال می شود (Farooq *et al.*, 2006). در پرایمینگ اجازه داده

می شود که بذر ها مقداری آب جذب کنند طوری که مراحل اولیه جوانه زنی انجام شود، اما ریشه چه خارج نشود. به عبارت دیگر بذر ها تا مرحله دوم جذب آب پیش می روند اما وارد مرحله سوم نمی شوند. بعد از تیمار پرایمینگ، بذر ها خشک و همانند بذر های تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می شوند (Mc Donald, 1999). گزارش های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و ظاهر شدن گیاهچه بذر می گردد (Ashraf and Rauf, 2001; Demirkaya *et al.*, 2006; Mueungu *et al.*, 2003). همچنین گزارش شده است که این روش باعث افزایش دامنه جوانه زنی بذر ها در شرایط محیطی تنش زا از قبیل تنش شوری، خشکی و دما می شود (Ashraf and Foolad, 2005; Demirkaya *et al.*, 2006; Fujikura *et al.*, 1993; Wall *et al.*, 2003). محمد و شاهرز (Mohammad and Shahez, 2005) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر برنج باعث بهبود تشکیل ریشه و در نتیجه آن افزایش جذب نیتروژن و افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز در بذر می گردد. همچنین پرایمینگ بذر های ذرت با استفاده از آب و محلول اسمزی کلرید پتاسیم (KCl) ۲/۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که هیچ گونه تأثیری بر عملکرد نداشت. مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2008) گزارش نمودند که پرایمینگ بذر ذرت باعث افزایش سرعت جوانه زنی گردید در حالی که پرایمینگ با پلی اتیلن گلیکول (PEG 6000) باعث کاهش سرعت جوانه زنی شد، به علاوه هیدرو پرایمینگ بذر ها به مدت ۳۶ ساعت باعث افزایش جوانه زنی نهایی، طول ریشه چه و وزن خشک گیاهچه گردید.

هریس و همکاران (Harris *et al.*, 2001) گزارش کردند که پرایمینگ باعث افزایش عملکرد در

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذری ذرت دورگ سینگل کراس ۷۰۴ (K.S.C 704)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر اجرا گردید. تیمارها شامل پرایمینگ بذری با محلول‌های پلی‌اتیلن گلایکول (PEG 6000) با غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد، نترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت‌های ۱ و ۲ درصد و کلرید پتاسیم (KCl) با غلظت‌های ۲ و ۴ درصد و مدت زمان‌های ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت بودند. بذرهاى مورد استفاده از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذری کرج تهیه شد. پس از اتمام دوره‌های پرایمینگ مورد نظر، بذرهاى پرایمینگ شده توسط آب مقطر شستشو شده و تمامی بذرها تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک گردیدند. برای ارزیابی جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذری از هر تیمار در ظرف‌های پتری شیشه‌ای (با قطر ۹۰ میلی‌متر) بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شدند و ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر ظرف پتری اضافه شد و برای جوانه‌زنی به ژرminatور با دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد (ISTA, 2008) منتقل شدند. ظهور ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زدن بذری تلقی و در پایان روز هفتم بذرهاى جوانه‌زده در هر تیمار شمارش شد و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. همچنین نسبت طولی، نسبت وزن تر و نسبت وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه (R/S) نیز محاسبه شدند. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطه ۱ استفاده شد (Maguire, 1962):

گیاهان شده است. هاس و سانگ (Hus and Sung, 1997) و بایلی (Baili, 1997) گزارش کردند که پرایمینگ باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل گلوکاتایون سنت تاز و آسکوربات سنت تاز در بذری می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون لیپید را طی جوانه‌زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذری می‌شود. گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر مثبت پرایمینگ بر جوانه‌زنی بذری و ظاهرشدن گیاهچه در گیاهان مختلف وجود دارد (Ashraf and Rauf, 2001; Demirkaya et al., 2006; Mueungu et al., 2003). توسلی و کاسینو (Tovsoli and Casenave, 2005) اظهار داشتند که پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذری پنبه تحت تنش‌های شوری و دمایی گردید اما تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت. همچنین پرایمینگ باعث بهبود مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی در گیاهان می‌گردد. کایا و همکاران (Kaya et al., 2006) گزارش کردند که پرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه و کاهش گیاهچه‌های غیرعادی آفتابگردان در شرایط تنش خشکی گردید. موئیونگو و همکاران (Mueungu et al., 2003) در تحقیقات خود مشاهده کردند که با افزایش شدت خشکی، درصد ظاهرشدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مولفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذرهاى شاهد (بدون تیمار) گردید. تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تیمارهای مواد مورد استفاده و مدت زمان اعمال اسموپرایمینگ بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و انتخاب بهترین تیمار و مدت زمان اسموپرایمینگ بذری ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد.

کورس و همکاران (Kaur et al., 2002) نشان دادند که هیدرو و اسموپرایمینگ بذر نخود فرنگی موجب تولید گیاهچه‌های با ریشه و ساقه بزرگتر در مقایسه با بذرهای پرایمینگ نشده می‌شود و میزان فعالیت آمیلاز در ساقه‌چه گیاهچه‌های حاصل در پرایمینگ بذر بالاتر می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی

سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر مدت، غلظت محلول‌های اسمزی پرایمینگ و اثر متقابل مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱۱/۰۵) تعداد بذر در روز) در تیمار اسموپرایمینگ با محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG 6000) پنج درصد به مدت ۱۶ و ۲۴ ساعت و حداقل آن (۸/۲۰) تعداد بذر در روز) در تیمار اسموپرایمینگ با محلول نترات پتاسیم (KNO_3) دو درصد به مدت ۸ ساعت مشاهده شد (شکل ۲). تعیین زمان مناسب پرایمینگ موجب جلوگیری از تأثیر منفی پرایمینگ می‌شود به طوری که پنالوسا و ایرا (Penalosa and Eira, 1993) گزارش کردند که زمان مناسب پرایمینگ مانع اثرات منفی روی سرعت جوانه‌زنی بذر گوجه فرنگی شد. چونجوسکی و کام (Chojnowski and Come, 1997) گزارش کردند که پرایمینگ بذرهای آفتابگردان به مدت ۳ الی ۵ روز باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه می‌شود. آن‌ها همچنین علت این واکنش را افزایش در فعالیت‌های تنفسی، تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین سازی در بذرهای پرایم شده بیان نمودند.

افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول (PEG 6000) و نترات پتاسیم (KNO_3) منجر به کاهش سرعت

$$GR = \sum Ni/Ti \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه GR سرعت جوانه زنی و Ni تعداد بذرهای جوانه زده در روز i ام و Ti تعداد روز تا شمارش i ام می‌باشند. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال خطای آماری ۵ درصد با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و محاسبه همبستگی داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (ver.16) انجام گردید.

نتایج و بحث

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

طول ریشه‌چه به طور معنی‌داری تحت تأثیر مدت، غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه (۱۶/۶۹ میلی‌متر) تحت تیمار اسموپرایمینگ (PEG 6000) در مدت ۲۴ ساعت و حداقل آن (۱۳/۱۱ میلی‌متر) در تیمار اسموپرایمینگ با نترات پتاسیم (KNO_3) در مدت ۸ ساعت به ترتیب با غلظت‌های ۵ و ۱ درصد حاصل گردید (شکل ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول ساقه‌چه از نظر آماری تحت تأثیر مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). به طوری که حداکثر و حداقل طول ساقه‌چه در طی مدت‌های ۱۶ و ۸ ساعت به ترتیب به میزان ۱۱/۶۹ و ۱۰/۸۱ میلی‌متر بدست آمد (جدول ۲).

کاراکی (Karaki, 1998) اثر غلظت‌های پلی اتیلن گلیکول (PEG) را بر جوانه‌زنی گندم و جو مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که با کاهش پتانسیل آب طول ریشه‌چه نیز کاهش می‌یابد. همچنین

دادند که سرعت جوانه زنی در پاسخ به پرایمینگ افزایش می‌یابد.

پرایمینگ بذرها باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش حساسیت بذرها به عوامل محیطی می‌گردد. استقرار سریع‌تر، بنیه بالاتر، توسعه سریع‌تر، گل‌دهی زودتر و عملکرد بالاتر از پی‌آمدهای پرایمینگ بذرها می‌باشد (Hafeez et al., 2007).

جوانه‌زنی می‌شوند که حاکی از آن است که افزایش شوری باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر ذرت می‌شود. خواجه‌حسینی و همکاران (Khajeh-hosseini et al., 2003) بیان کردند که کلرید سدیم (NaCl) بیشتر از پلی اتیلن گلیکول سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی در بذر سویا می‌شود. باسرا و همکاران (Basra et al., 2003) و افضل و همکاران (Afzal et al., 2006) برای گیاه کلزا نشان

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی تحت تیمارهای مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ بذر ذرت دو رگ سینگل کراس ۷۰۴.

Table 1. Analysis of variance of (Mean square) studied characteristics under osmo-priming solutions concentration and duration and treatments of hybrid maize (*Zea mays* L. CV. Single cross 704) seeds.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	طول ریشه‌چه Primary root length	طول ساقه‌چه Primary shoot length	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن‌تر ریشه‌چه Primary root fresh weight	وزن‌تر ساقه‌چه Primary shoot fresh weight	وزن خشک ریشه‌چه Primary weight root dry	نسبت وزن خشک / نسبت وزن تر			تعداد گیاهچه عادی Normal seedlings number
								نسبت طولی ریشه‌چه به ساقه-چه Primary root/primary shoot length proportion (R/S)	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Primary root/primary shoot fresh weight proportion (R/S)	نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه Primary root/primary shoot dry weight proportion (R/S)	
تکرار Replication	2	25.784**	1.987 *	0.359 ^{ns}	0.030 ^{ns}	0.000 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.112 **	0.002 ^{ns}	0.541 ^{ns}	3.722 ^{ns}
مدت (A) Duraation (A)	2	71.461**	3.582**	23.369 **	1.422**	0.026 **	0.050 *	0.363 **	0.050 **	51.360 **	28.168 **
اسموپرایمینگ (B) Osmo- (B) priming	5	12.047**	0.514**	0.894 **	0.086 **	0.001 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.059**	0.006 **	10.663 ^{ns}	2.489**
مدت × اسمو پرایمینگ (A×B)	10	7.254**	0.560 ^{ns}	1.208 **	0.092 **	0.007 ^{ns}	0.014 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.004 *	18.524 ^{ns}	3.389 ^{ns}
خطای کل Error	34	0.928	0.555	0.245	0.019	0.004	0.010	0.020	0.002	9.407	1.742
کل Total	53										
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		6.25	6.63	4.71	10.94	15.48	29.42	10.40	13.02	22.49	5.68

^{ns} غیر معنی‌دار. ** و * : به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

^{ns}, not significant and **and* significantly on probability level of 1 and 5%, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی بذر ذرت دو رنگ سینگل کراس ۷۰۴ تحت تیمارهای مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ.

Table 2. Mean comparisons of studied characteristics of hybrid maize (*Zea mays* L. CV. Single cross 704) seeds under duration and concentration of osmo-priming solutions.

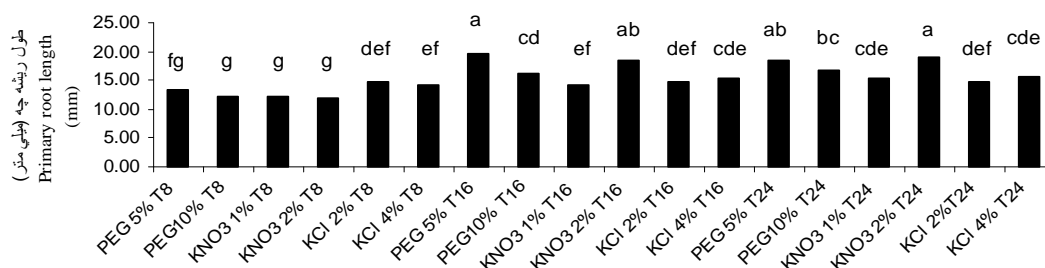
تیمارها Treatment	طول ساقه‌چه (میلی- متر) Primary shoot length (mm)	وزن تر ساقه‌چه (گرم) Primary shoot fresh weight (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Primary root dry weight (gr)	نسبت طولی ریشه‌چه به ساقه‌چه Primary root/ primary shoot length proportion (R/S)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Primary root/ primary shoot dry weight proportion (R/S)	تعداد گیاهچه عادی Normal seedlings number
T8	10.81b	0.3633b	0.2839a	1.206b	8.582b	23.17b
T16	11.69a	0.4361a	0.3306a	1.391a	7.833b	22.00c
T24	11.18b	0.3817b	0.3894a	1.484a	11.06a	24.50a
PEG 5 %	10.81b	0.3933a	0.3611a	1.480a	10.88a	23.00ab
PEG 10%	11.69a	0.3978a	0.3356a	1.300b	8.487a	23.44ab
KNO ₃ 1 %	11.18ab	0.3789a	0.3300a	1.298b	9.176a	22.56b
KNO ₃ 2%	0.175c	0.3844a	0.3111a	1.440ab	8.667a	23.00ab
KCl 2 %	11.37ab	0.4033a	0.3578a	1.294b	9.901a	23.22ab
KCl 4 %	10.78b	0.4044a	0.3122a	1.350ab	7.844a	24.11a

در هر ستون و در هر گروه تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارد. In each column and each group cares with same letter had no significant differences in probability level of 5% based on Duncan multiplier range test

وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه

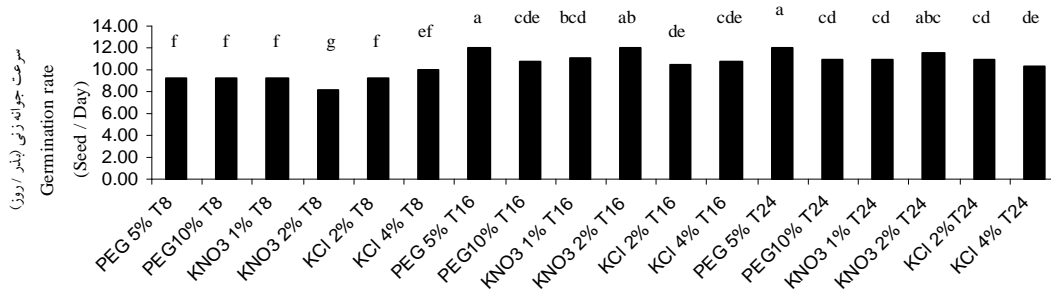
تجزیه واریانس همچنین نشان داد که تنها زمان در سطح احتمال خطای یک درصد اثر بر وزن تر ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱).
مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین و کمترین وزن تر ساقه‌چه به ترتیب برای مدت‌های ۱۶ و ۸ ساعت حاصل شد، که به طور متوالی برابر ۰/۴۳۶ و ۰/۳۸۱ گرم بدست آمد (جدول ۲). پرایمینگ بذر بر رشد محور جنینی و نمو گیاهچه تأثیر گذاشته و میزان این تغییرات براساس گونه‌ها و شرایط پرایمینگ متفاوت است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که وزن تر ریشه‌چه از نظر آماری تحت تأثیر مدت، غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ و اثر متقابل مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۱).
بیشترین وزن تر ریشه‌چه تحت مدت ۲۴ ساعت (۱/۴۵۹ گرم) بدست آمد (جدول ۲). و همچنین بیشترین و کمترین وزن تر ریشه‌چه تحت اثرات متقابل زمان و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم (KNO₃) و پلی اتیلن گلیکول (PEG) با غلظت‌های ۲ و ۵ درصد حاصل شد (شکل ۳).



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف مدت و پرایمینگ بر طول ریشه‌چه ذرت.

Figure 1. The mean comparisons of interaction effect of different time and priming levels on the primary root length of maize.

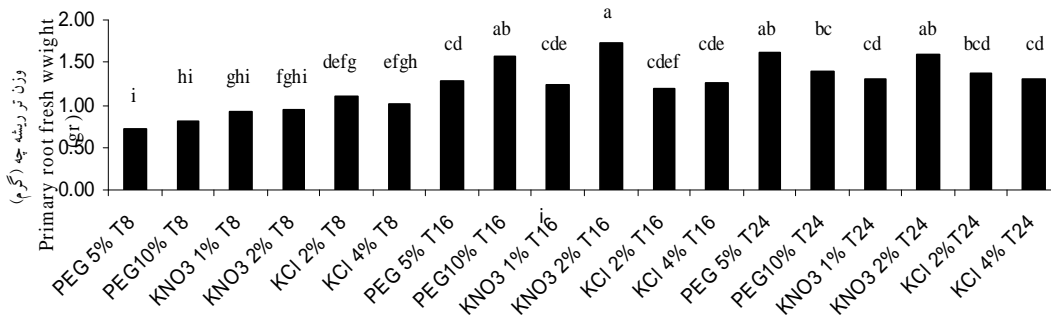


شکل ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف مدت و اسموپرایمینگ بر سرعت جوانه‌زنی ذرت.

Figure 2. The mean comparisons of interaction effect of different time and priming levels on the germination rate of maize.

در مزرعه شود. کلهر و همکاران (Kalhor *et al.*, 2009) بیان کردند در زیره سیاه حداکثر وزن تر ریشه‌چه مربوط به تیمار نیترات پتاسیم (KNO₃) با غلظت ۵ درصد در ۳۶ ساعت (۹۴/۳۳ میلی گرم) و حداقل آن مربوط به تیمار PEG با غلظت ۱۰ درصد در ۱۲ ساعت (۴۶/۶۷ میلی گرم) است. همچنین میزان وزن تر ساقه‌چه مربوط به تیمارهای پرایمینگ نیترات پتاسیم (KNO₃) با غلظت ۱ درصد در ۱۲ ساعت و نیترات پتاسیم (KNO₃) با غلظت ۵ درصد در ۲۴ ساعت (به ترتیب برابر ۱۷۶/۵ و ۱۷۵/۵ میلی گرم) و کمترین وزن تر ساقه‌چه برای تیمارهای کلرید پتاسیم (KCl) با غلظت ۱ درصد و شاهد (به ترتیب ۱۳۱/۷ و ۱۲۹/۷ میلی گرم) بودند.

اختلاف در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه بین بذره‌های پرایم شده و پرایم نشده در شرایط نامناسب محیطی بیشتر آشکار می‌گردد. افزایش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بذره‌های پیاز پرایم شده را نتیجه گرفتند (Basra *et al.*, 1994). کاراکی (Karaki, 1998) افزایش وزن تر و طول ریشه و ساقه‌چه (گندم و جو) را بر پرایمینگ گزارش کردند. جت و مکاران (Jett *et al.*, 1996) در ارزیابی بذره‌های کلم بروکلی (Oheracea Brassica Broccoli) به افزایش رشد ریشه‌چه در اثر پرایمینگ اشاره داشتند. هریس و همکاران (Harris *et al.*, 2005) اظهار داشتند که سریع جوانه‌زدن می‌تواند تولید سیستم ریشه‌ای عمیقی نموده قبل از آن که لایه‌های فوقانی خشک شود و جوانه‌زنی آهسته سبب عدم یکنواختی رشد گیاهچه



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف مدت و اسموپرایمینگ بر وزن تر ریشه‌چه ذرت.

Figure 3. The mean comparisons of interaction effect of different time and priming levels on of maize seedling tresh weight

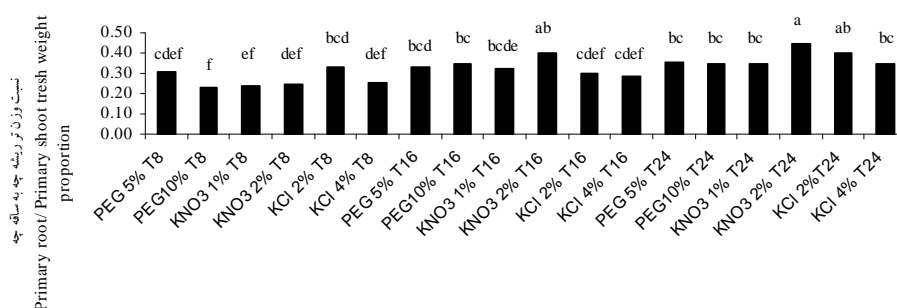
وزن خشک ریشه چه

وزن خشک ریشه چه تنها تحت تأثیر مدت اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر وزن خشک ریشه چه به میزان ۰/۳۸۹ گرم تحت مدت ۲۴ ساعت و حداقل آن به میزان ۰/۲۸۳ گرم در زمان ۸ ساعت حاصل گردید (جدول ۲). کلهر و همکاران (Kalhor et al., 2009) نیز در بررسی تأثیر پرایمینگ بذریاز خوراکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی آن در شرایط تنش شوری نشان دادند که وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر اسموپرایمینگ با کلرید سدیم (NaCl) قرار نمی‌گیرد. احتمالاً با توجه به این که در توده‌های بذری با جوانه‌زنی پائین شرایط محیطی مناسب‌تری برای تعداد گیاهچه‌های کمتر ایجاد می‌شود، ممکن است گیاهچه‌های تولیدی وزن خشک بیشتری داشته و تحت تأثیر کمتری قرار بگیرند.

نسبت طولی و نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه

نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه تحت تأثیر مدت اسموپرایمینگ و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه به ترتیب به

میزان (۱/۴۸۴) برای تیمار اسموپرایمینگ با پلی اتیلن گلایکول (PEG) به مدت ۲۴ ساعت و کلرید پتاسیم (KCl) ۱/۲۰۶ در تیمار اسموپرایمینگ به مدت ۸ ساعت حاصل شد (جدول ۲). نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه از نظر آماری تحت تأثیر مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای یک درصد و تحت اثر متقابل مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر و حداقل نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه تحت اثرات متقابل مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ با نیترات پتاسیم (KNO_3) و پلی اتیلن گلایکول (PEG) با غلظت‌های ۲ و ۱۰ درصد حاصل شد (شکل ۴). کلهر و همکاران (Kalhor et al., 2009) اظهار نمودند در کدوی تخمه کاغذی بیشترین نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه و وزنی ریشه چه به ساقه چه به ترتیب برای پرایمینگ با کاربرد نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۵ درصد در (۲/۳۷) گرم و پرایمینگ با کلرید پتاسیم (KCl) با غلظت ۴ درصد در ۱۲ ساعت (۰/۴۲) گرم بدست آمد و نیز کمترین نسبت طولی (R/S) در تیمار با پرایمینگ کلرید پتاسیم (KCl) با ۲ درصد در ۱۲ ساعت (۱/۴۱) گرم بود.



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مختلف مدت و اسموپرایمینگ بر نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه ذرت.

Figure 4. The mean comparisons interaction effect of different levels of time and priming on primary root/primary shoot tresh weight proportion of maize seedling.

نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه

تنها مدت اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای یک درصد اثر معنی‌دار بر نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه داشته بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه به ترتیب به میزان ۱۱/۰۶ و ۷/۸۳ گرم برای زمان‌های ۲۴ و ۱۶ ساعت حاصل شد (جدول ۲). جوانه‌زدن بذر لزوماً با ایجاد ساقه‌های قوی همراه نیست و ممکن

است درصد و سرعت جوانه‌زنی بالا باشد ولی ریشه و ساقه تولید شده قوی باشند. گیاهچه‌های 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 ساقه‌های ضعیف در مراحل اولیه زندگی است (Kafi and Goldani, 1999).

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده میان صفات مختلف.

Table 3- The simple correlation Coefficients among different features.

صفات Characteristics	طول ریشه چه Primary root length	طول ساقه چه Primary shoot length	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن تر ریشه چه Primary root fresh weight	وزن تر ساقه چه Primary shoot fresh weight	وزن خشک ریشه چه Primary weight root dry	نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه Primary root/primary shoot length proportion (R/S)	نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه Primary root/primary shoot fresh weight proportion (R/S)	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Primary root/primary shoot dry weight proportion (R/S)	تعداد گیاهچه عادی Normal seedlings number
طول ریشه چه Primary root length	1									
طول ساقه چه Primary shoot length	0.619 **	1								
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	0.894 **	0.561 *	1							
وزن تر ریشه چه Primary root fresh weight	0.827 **	0.550 *	0.841 **	1						
وزن تر ساقه چه Primary shoot fresh weight	0.371 ns	0.586 *	0.457 *	0.523 *	1					
وزن خشک ریشه چه Primary weight root dry	0.392 ns	0.337 ns	0.515 *	0.534 *	0.241 ns	1				
نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه Primary root/primary shoot length proportion (R/S)	0.946 **	0.334 ns	0.852 **	0.766 **	0.206 ns	0.331 ns	1			
نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه Primary root/primary shoot fresh weight proportion (R/S)	0.772 **	0.416 ns	0.724 **	0.818 **	0.041 ns	0.456 *	0.763 **	1		
نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه Primary root/primary shoot dry weight proportion (R/S)	0.167 ns	0.015 ns	0.197 ns	0.213 ns	-0.108 ns	0.855 **	0.187 ns	0.310 ns	1	
تعداد گیاهچه های عادی Normal seedlings number	0.047 ns	-0.020 ns	-0.102 ns	0.089 ns	-0.079 ns	0.425 **	0.065 ns	0.148 ns	0.520 *	1

ns غیر معنی‌دار، * و ** : به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, not significant and **and* significantly on probability level of 1 and 5%, respectively.

تعداد گیاهچه‌های عادی

این صفت تحت تأثیر مدت و غلظت محلول‌های اسموپرایمینگ در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد گیاهچه‌های عادی به ترتیب به میزان ۲۴/۵۰ و ۲۲ عدد برای تیمارهای مدت ۲۴ ساعت و کمترین با مدت ۱۶ ساعت حاصل شد، و همچنین حداکثر و حداقل تعداد گیاهچه عادی به ترتیب مربوط به محلول‌های کلرید پتاسیم (KCl) و نترات پتاسیم (KNO_3) با غلظت‌های ۴ و یک درصد بودند (جدول ۲). کلهر و همکاران (Kalthor *et al.*, 2009) بیان داشت که حداکثر تعداد جوانه عادی با مصرف PEG در غلظت ۵ درصد در ۱۲ ساعت (۴۳/۶۶ جوانه) و حداقل آن در شرایط کلرید پتاسیم (KCl) در غلظت ۱ درصد در ۳۶ ساعت حاصل شد که برابر (۲۵ جوانه غیرعادی) بوده است.

ضرایب همبستگی

همبستگی سرعت جوانه‌زنی با صفات اندازه‌گیری شده نشان داد که سرعت جوانه‌زنی با طول ساقه‌چه، نسبت طولی ریشه‌چه به ساقه‌چه (R/S) و نسبت وزن تر ریشه‌چه به ساقه‌چه (R/S) بیشترین همبستگی را دارد. به طوری که ضریب همبستگی آن‌ها به ترتیب $0/61^{**}$ ، $0/94^{**}$ و $0/77^{**}$ بود. می‌توان

بیان نمود که این صفات مهم‌ترین و موثرترین صفات تأثیر گذار بر سرعت جوانه‌زنی می‌باشد که افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌شوند (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پرایمینگ باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ شد. پرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها گردید، همچنین پرایمینگ باعث کاهش صفات طول ساقه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه و افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر شد. به عبارت دیگر، جوانه‌زنی بذر 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 پاتوژن‌های خاکزی قرار خواهند گرفت. نظر به اینکه بذرها پرایمینگ شده سرعت جوانه‌زنی بیشتری دارند در یک زمان ماده خشک بیشتری تولید می‌کند. از آن جا که این روش از پرایمینگ ساده، ارزان و نیاز به مواد شیمیایی نمی‌باشد بنابراین می‌توان این روش را به کشاورزان پیشنهاد کرد تا بتوانند درصد و یکنواختی بیشتر ظاهر شدن گیاهچه را داشته باشند.

References

- Afzal, A., Aslam, N., Mahmood, F., Hameed, A., Irfan, S., and Ahmad, G. 2006. Enhance cement of germination and emergence of canola seeds by different priming Techniques. *Garden dequesquisa Bio.* 16:19-34.
- Afzal, I., Basra, S. M. A., Ahmad, R., and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Agri. Sci.* 39: 109-112.
- Anonymous Anda, A., and Pinter. L. 1994. Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. *Agron. J.* 86:621-624.
- Ashraf, M., and Foolad, M. R. 2005. Pre- sowing seed treatment- a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none- saline conditions. *Advan. Agron.* 88: 223- 271.

منابع

- Ashraf, M., and Rauf, H. 2001.** Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salt: growth and anion transport at early growth stages. *Acta physiol. Plant.* 23: 407- 414.
- Basra, S. M. A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., and Ahmad, R. 2004.** Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cotton seed. *Seed Sci. Technol.* 32:765- 774.
- Baili, E. 1997.** Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. *Seed. Sci. Technol.* 22:591- 599.
- Basra, S. M. A., Pannu, I. A., and Afzal, I. 2003.** Evaluation of seedling vigour of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Int. Agri. Biol.* 5:121- 123.
- Basra, A. S., Singh, B., and Malik, C. P. 1994.** Amelioration of the effects ageing in onion seed by osmotic priming and associated changes in oxidative metabolism. *Biologia- Planta.* 36. 3:365- 371.
- Chojnowski, F. C., and Come, D. 1997.** Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. *Seed Sci. Res.* 7: 323-331.
- De Villiers, A. J., Van Rooyen, M. W., Theron, G. K., and Van Deventer, H. A., 1994.** Germination of three Namaqualand and pioneer species, as influenced by salinity, temperature and light. *Seed Sci. Technol.* 22:427- 433.
- Demir Kaya, M., Okcu, M., Gamze, A., Cikili, Y., and Kolarici, O. 2006.** Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agro.* 24:291- 295.
- Anonymous, Production year book. 2008.** Food and Agricultural organization of United Nations, Rome, Italy, 51:209p.
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Warraich, E. A., and Khaliq, A. 2006.** Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Sci. Technol.* 34:529- 534.
- Fuji Kura, Y., Kraak, H. L., Basra, A. S., and Karssen, C. M. 1993.** Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Sci. Technol.* 21:693- 624.
- Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., and Nyamudeza, P. 2001.** on-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agric. Syst.* 69:151- 164.
- Harris, D. 2005.** Priming seed. DFID plant sciences research programme, centre for Arid Studies, University of Bangor. 18:22-25.
- Hafeez, U. R., Farooq, M., and Afzal, I. 2007.** Late sowing of wheat by seed priming- DAWN- Business.
- Hus, J. L., and Sung, J. M., 1997.** Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid watermelon seeds. *Physiologia Plantarum.* 100:967- 974.
- Anonymous. 1996.** International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 24:155- 202.
- Jacobson, S. E., and Bach, A. P., 1998.** The influence of temperature on seed germination rate in quinoa. *Seed Sci. Technol.* 26:515- 523.
- Jett, L. W., Welbum, G. E., and Morse, R. D. 1996.** Effects of mastic and osmotic priming treatments on Broccoli seed germination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121. 3:423- 429.
- Kafi, M., and Goldani, M. 2000.** The effect of water potential and produce substance on sprouting of 3 cultivated plants wheat, peas. *Agricultural Science and Science Magazine.* 1: 121-132.
- Kalhor, V., Mobasse, H. R., Mirhadi, M. J., and Sharif abed, H. H. 2009.** Study of osmopriming effects on germination and features of several herbal seedling and oily plants cultivation. M.Sc agricultural. Islamic Azad University, Tehran Research and Science Units.
- Kaurs, A., Gupta, K. and Kaur, N. 2002.** Effect of osmotic and hydro priming of chickpea seed on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Reg.* 37:12-22.
- Kaya, M. D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y., and Kolarici, O. 2006.** seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Europ. J. Agron.* 24:291-295.
- Karaki, G. N. 1998.** Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. *J. Agro. Crop- Sci.* 4:229-235.
- Khajeh-hosseini, A., Pawell, A., and Bingham, I. J. 2003.** The interaction between salinity stress and vigour during germination of soybean seeds. *Seed Sci. Technol.* 31: 715-725.
- Mc Donald, M. B. 1999.** Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Sci. Technol.* 27: 177-237.
- Mohammad, F., and Shahza, M. A. 2005.** Rice cultivation by seed priming DAWN Business; August 2005.
- Moradi Dezfouli, P., Sharif-Zadeh, F., and Janmohammadi, M. 2008.** Influence of priming techniques on seed Germination behavior of Maize inbred lines (*Zea mays* L.). *ARPJ. Agric. Biol. Sci.* 3.
- Maguire, J. D. 1962.** Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Sci.* 2:176-177.
- Murungu, F. S., Nyamugafata, P., Chiduzza, C., Clark, L. J., and Whalley, W. R., 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 Till. Res.* 74:161-168.

- Penalosa, A. P. S., and Eira, M. T. S. 1993.** Hydration-dehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Seeds Sci. Technol.* 21: 309-316.
- Seefeldt, S. S., Kidwell, K. K., and Waller, J. E. 2002.** Base growth temperature, germination rate and growth response of contemporary spring wheat cultivars from the USA pacific North West. *Field Crop Res.* 47-52.
- Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006.** Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. *Env. Exp. Bot.* 55:195-200.
- 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.
- Tovsolli, M. E., and Casenave, E. C. 2003.** Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed Sci. Technol.* 31:727-735.
- Wall, R. Z., Zurayk, R. A., Blelk, M. M., and Tahouk, S. N. 2003.** Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Sci. Technol.* 27:291-302.