

تأثیر پرایمینگ بذر و مدت زمان آن بر جوانه زنی و رشد گیاهچه سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید

مهدی رضایی*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه زراعت، تهران، ایران
رضا رضایی سوخت آبدانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه زراعت، تهران، ایران

چکیده

به منظور اثرات پرایمینگ بر خصوصیات جوانه زنی سورگوم علوفه ای رقم اسپیدفید این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد پلی اتیلن گلیکول با غلظت های ۵ و ۱۰٪، نترات پتاسیم با غلظت های ۱ و ۲٪ و کلرید پتاسیم با غلظت های ۲ و ۴٪ و مدت زمان های ۴، ۸ و ۱۶ ساعت بود. نتایج نشان داد حداکثر طول ریشه چه تحت تیمار ۱۶ ساعت و پرایمینگ KCl با غلظت ۴٪ حاصل گردید. اما حداکثر طول ساقه چه و طول گیاهچه به ترتیب تحت تیمارهای زمان و پرایمینگ KCl با غلظت ۴٪ در طی مدت زمان ۱۶ ساعت به دست آمد. بیشترین نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه نیز در مدت زمان ۴ ساعت به وسیله پرایمینگ با PEG در غلظت ۱۰٪ حاصل شد. همچنین در مورد بیشترین نسبت وزن تر ریشه چه به ساقه چه و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه توسط KNO_3 و PEG با غلظت های ۱ و ۵٪ در مدت زمان ۴ و ۱۶ ساعت مشاهده شد. حداکثر سرعت جوانه زنی نیز توسط PEG با غلظت ۱۰٪ و مدت زمان ۸ ساعت حاصل گردید. بیشترین و کمترین تعداد جوانه عادی هم به ترتیب با پرایم نمودن KNO_3 و KCl با غلظت های ۱ و ۴٪ در مدت زمان ۴ ساعت حاصل گردید.

واژه های کلیدی: سورگوم علوفه ای، پرایمینگ، مدت زمان، جوانه زنی و رشد گیاهچه

* نویسنده مسئول E-mail: mehdiramezani1979@yahoo.com

مقدمه

سورگوم یکی از گیاهان علوفه ای تیره گرامینه است که در بسیاری از مناطق خشک جهان برای تأمین علوفه سبز، خشک، سیلویی و حتی چرای مستقیم دام مورد توجه قرار می گیرد (۱۳). جوانه زنی اولین مرحله نموی در گیاه است، که یکی از مراحل مهم و حساس در چرخه زندگی گیاهان و فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه می باشد (۱۰). این مرحله از رشد تحت تاثیر عوامل محیطی بویژه دما و رطوبت خاک قرار می گیرد (۶، ۱۸، ۲۷ و ۲۸). در این راستا راهکاری مورد نیاز است تا بتوان جوانه زنی و استقرار گیاهچه ها را تقویت نمود و استفاده هر چه بیشتر از رطوبت خاک، عناصر غذایی و تشعشع خورشیدی را برای گیاه فراهم نماید. در اینصورت، گیاه قادر خواهد بود قبل از وقوع تنش های زودرس پاییزه دوره نموی خود را به پایان رساند (۲۹). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که می توان با استفاده از تیمارهای افزایش دهنده قدرت بذر به جوانه زنی سریع، ظهور یکنواخت و استقرار قوی گیاه دست یافت (۳، ۴ و ۱۱). از جمله مهمترین تیمارهای افزایش دهنده قدرت جوانه زنی بذور می توان به پرایمینگ اشاره نمود. پرایمینگ به تعدادی از روش های مختلف بهبود دهنده بذور اطلاق می شود، که در تمامی آنها آبدهی کنترل شده بذر اعمال می شود (۱۱). در پرایمینگ اجازه داده می شود که بذرها مقداری آب جذب کنند طوری که مراحل اولیه جوانه زنی انجام شود اما ریشه چه خارج نشود. به عبارت دیگر بذرها تا مرحله دوم آبنوشی پیش می روند اما وارد مرحله سوم نمی شود. بعد از پرایمینگ تیمارها، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می شود (۲۲). هاریس و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که پرایمینگ باعث افزایش عملکرد در گیاهان شده است. گزارش های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذر می گردد (۵، ۹ و ۲۵). همچنین گزارش شده است که این تکنیک باعث افزایش دامنه جوانه زنی بذرها در شرایط محیطی تنش زا از قبیل تنش شوری، خشکی و دما می شود (۴، ۹، ۱۲ و ۳۱). همچنین تحقیقات بر روی دو رقم گندم زمستانه نشان داد که پرایمینگ بذور گندم با آب و PEG باعث تسریع جوانه زنی و سبز شدن در آزمایشگاه می گردد (۱۴). بررسی های دیگر گواه بر این بود که تهییج بذر بوسیله KCl با غلظت ۲/۵٪ باعث جوانه زنی سریعتر، قدرت بیشتر گیاهچه، پاسخگویی بهتر به نیتروژن و در نهایت عملکرد بالاتر دانه ذرت می شود (۲۹). محققان در تحقیقات دیگر روی بذر هیبرید آفتابگردان به این نتیجه دست یافتند که تهییج با محلول نمک KNO_3 برای ۱۲ ساعت روی استقرار گیاهچه، عملکرد و مقدار بذر هیبرید آفتابگردان به طور معنی داری تأثیر گذاشتند و زمان جوانه زنی را ۵۰٪ کاهش می دهد (۲۴). همچنین گزارش شده است که پرایمینگ باعث بهبود مقاومت به خشکی در مرحله جوانه زنی در گیاهان می گردد (۳۰). مرادی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که پرایمینگ بذور ذرت باعث افزایش سرعت جوانه زنی گردید در حالی که PEG باعث کاهش سرعت جوانه زنی شده بعلاوه هیدرو پرایمینگ

بذور به مدت ۳۶ ساعت باعث افزایش جوانه زنی نهایی، طول ریشه چه و وزن خشک گیاهچه گردید. مارانگو و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقات خود مشاهده کردند که با افزایش شدت خشکی، درصد سبز شدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت اما پرایمینگ باعث افزایش این دو مؤلفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذره‌های شاهد (بدون تیمار) گردید. بنابراین، چنانچه بتوان با روش پرایمینگ جوانه زنی بذر ذرت را در شرایط تنش خشکی بهبود بخشید می توان شاهد افزایش قدرت اولیه بذر بود که در نهایت موجب افزایش درصد و سرعت سبز شدن بذر در این شرایط خواهد شد، که ممکن است در عملکرد نهایی مؤثر باشد. تحقیق حاضر با هدف تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ و مدت زمان پرایمینگ بر وضعیت جوانه زنی و رشد گیاهچه و انتخاب بهترین تیمار و مدت زمان پرایمینگ بذر سورگوم انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در آزمایشگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در بهار سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارها شامل PEG ۶۰۰۰ با غلظت های ۵ و ۱۰٪، KNO₃ با غلظت های ۲ و ۴٪ و KCl با غلظت های ۲ و ۴٪ در مدت زمان های ۴، ۸ و ۱۶ ساعت بود. برای انجام تیمارها تعداد ۲۵ بذر به صورت تصادفی برای هر تیمار برداشته شد و اجرای تیمارها در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی گراد در داخل دستگاه ژرمیناتور صورت گرفت. پس از پایان دوره های پرایمینگ، بذره‌های پرایمینگ شده توسط آب مقطر شستشو داده شد و تمام بذرها تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی خشک گردید. برای انجام ارزیابی تعداد ۲۵ عدد بذر از تیمارهای پرایم شده در پتری دیش های شیشه ای با قطر ۹۰ میلی متر بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شد و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به هر پتری دیش اضافه شد و برای جوانه زنی به ژرمیناتور با تنظیم دمای ۱±۲۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۴۲٪ و محیط تاریک منتقل شد (۱۷). ظهور ریشه چه به طول ۲ میلی متر به عنوان شروع جوانه زنی بذر در نظر گرفته شد و در پایان روز دهم بذره‌های جوانه زده در هر تیمار شمارش گردید و از شاخص های رشد نیز طول ریشه چه، ساقه چه، نسبت طولی، نسبت وزن تر و وزن خشک ریشه چه به ساقه چه (R/S)، سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی، وزن تر و وزن خشک ریشه چه با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم و طبق ضوابط اندازه گیری گردید. فرمول ۱ و ۲ برای محاسبه درصد و سرعت جوانه زنی مورد استفاده قرار گرفت (۳۲):

$$(۱) \quad ۱۰۰ \times (\text{تعداد کل بذرها} / \text{تعداد بذره‌های جوانه زده تا روز I}) = \text{درصد جوانه زنی}$$

$$(۲) \quad ۱۰۰ \times (\text{I} / \text{تعداد بذره‌های جوانه زده تا روز I}) = \text{سرعت جوانه زنی}$$

I: شمار روزهای مورد نظر پس از شروع آزمایش (روز دهم) در پایان داده های بدست آمده توسط نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ محاسبه شد.

نتایج و بحث

طول ساقه چه، ریشه چه و گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول ساقه چه از نظر آماری تحت تأثیر زمان و پرایمینگ در سطح احتمال ۱٪ قرار دارد (جدول ۱). به طوری که حداکثر و حداقل طول ساقه چه در طی زمان های ۱۶ و ۴ ساعت به ترتیب ۱۲/۶۱ و ۱۰/۶۷ سانتی متر به دست آمد (جدول ۲). طول ریشه چه از نظر آماری تحت تأثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفت (جدول ۱) و همچنین طول گیاهچه از نظر آماری تحت تأثیر زمان و پرایمینگ در سطح احتمال ۱ و ۵٪ اختلاف آماری را نشان می دهد. بیشترین طول گیاهچه تحت زمان ۱۶ ساعت (۲۵/۰۵ سانتی متر) و حداقل با زمان ۴ ساعت (۲۲/۳۲ سانتی متر) مشاهده شد و همچنین بیشترین و کمترین طول گیاهچه به ترتیب برای KCl و PEG با غلظت های ۴ و ۱۰٪ حاصل گردید (جدول ۲). کاراکی (۱۹۹۸) اثر غلظت های پلی اتیلن گلیکول را بر روی جوانه زنی گندم و جو مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که با کاهش پتانسیل آب طول ریشه چه نیز کاهش می یابد. همچنین کایورز و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که هیدرو و اسموپرایمینگ با آب خالص و پلی اتیلن گلیکول بر روی نخودفرنگی موجب تولید گیاهچه ای با ریشه و ساقه های بزرگ تر در مقایسه با بذور پرایمینگ نشده می شود و میزان فعالیت آمیلاز در ساقه گیاهچه های پرایمینگ شده بالاتر می باشد.

نسبت طولی ریشه چه به ساقه چه (R/S)

نسبت طولی R/S تحت تأثیر زمان و پرایمینگ در سطح احتمال ۱ و ۵٪ اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول ۱). بیشترین و کمترین نسبت طولی R/S به ترتیب برای تیمارها با زمان ۴ ساعت (۱/۱۴) و کمترین با زمان ۱۶ ساعت (۱/۰۱) حاصل شد و همچنین حداکثر نسبت طولی R/S مربوط به PEG با غلظت ۱۰٪ به دست آمد (جدول ۲). کلهر (۱۳۸۸) اظهار نمود در کدوی تخمه کاغذی بیشترین نسبت طولی R/S برای پرایم با کاربرد نترات پتاسیم با غلظت ۵٪ در ۳۶ ساعت به دست آمد و کمترین نسبت طولی R/S با پرایم نمودن KCl با غلظت ۲٪ در طی زمان ۱۲ ساعت بود. در سایر پژوهش ها مشخص شده است که در شرایط تنش خشکی ارقام مقاوم به خشکی در مراحل اولیه تنش از سرعت رشد ریشه بالاتری برخوردارند، در نتیجه نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در آنها افزایش می یابد (۲۴). کاراکی (۱۹۹۸) اثر غلظت های پلی اتیلن گلیکول را بر روی جوانه زنی گندم و جو مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که با کاهش پتانسیل آب طول ریشه چه نیز کاهش می یابد.

جدول ۱: تجزیه واریانس بذر سورگوم علوفه ای تحت تیمار زمان و پرایمینگ

میانگین مربعات							منابع تغییرات
نسبت وزن خشک R/S	نسبت وزن تر R/S	نسبت طولی R/S	طول گیاهچه	طول ساقه چه	طول ریشه چه	درجه آزادی	
۰/۴۰۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۴*	۱۳/۵۶۹*	۵/۶۸۸**	۱/۷۴۳	۲	تکرار
۲/۳۳۷	۰/۰۱۵	۰/۱۰۷**	۲۸/۶۱۷**	۱۷/۶۹۰**	۱/۳۵۶	۲	زمان (A)
۶/۲۶۱**	۰/۰۶۹**	۰/۰۱۸*	۷/۶۷۲*	۳/۶۴۱**	۱/۰۰۵	۵	پرایمینگ (B)
۲/۳۷۵**	۰/۰۳۶*	۰/۰۰۸	۳/۳۹۲	۰/۷۲۷	۱/۲۹۴	۱۰	A×B
۰/۷۹۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۷	۲/۸۵۰	۰/۹۱۵	۰/۹۱۹	۳۴	خطا
۳۲/۴۸	۱۶/۹۴	۸/۱۷	۷/۱۱	۸/۲۶	۷/۸۹		ضریب تغییرات (%)

** و * : به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

ادامه جدول ۱:

میانگین مربعات							منابع تغییرات
تعداد بذر جوانه نزده	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی	تعداد کل جوانه	تعداد جوانه غیر عادی	تعداد جوانه عادی	درجه آزادی	
۱/۸۵۲	۱/۱۲۹	۲۹/۶۳۰	۱/۸۵۲	۰/۰۱۹	۱/۱۶۷	۲	تکرار
۷/۳۵۲	۲۳/۲۷۹**	۱۱۷/۶۳۰	۷/۳۵۲	۱/۷۹۶	۵/۱۶۷	۲	زمان (A)
۱۴/۹۵۲**	۸/۲۲۱**	۲۳۹/۲۳۰**	۱۴/۹۵۲**	۸/۹۶۳**	۱۳/۴۵۶**	۵	پرایمینگ (B)
۱۵/۳۷۴**	۵/۸۰۵**	۲۴۵/۹۸۵**	۱۵/۳۷۴**	۱/۰۸۵	۱۸/۴۵۶**	۱۰	A×B
۲/۵۷۷	۰/۷۲۱	۴۱/۲۳۷	۲/۵۷۷	۰/۶۰۷	۳/۵۰۰	۳۴	خطا
۳۱/۵۲	۹/۹۲	۸/۰۶	۸/۰۶	۳۹/۶۸	۱۰/۳۰		ضریب تغییرات (%)

** و * : به ترتیب اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

نسبت وزن تر و خشک ریشه چه به ساقه چه (R/S)

نسبت وزن تر R/S از نظر آماری تحت تأثیر پرایمینگ و اثر متقابل در سطح ۱ و ۵٪ اختلاف آماری را نشان داد. حداکثر نسبت وزن تر تحت زمان ۴ ساعت (۰/۶۶) به دست آمد و همچنین بیشترین و کمترین نسبت وزن تر R/S به ترتیب برای PEG و KNO_3 با غلظت های ۵ و ۱٪ حاصل گردید (جدول ۲). حداکثر و حداقل نسبت وزن تر R/S تحت اثر متقابل زمان × پرایمینگ با KNO_3 و PEG با غلظت ۱ و ۱۰٪ حاصل شد (شکل ۱). کلهر (۱۳۸۸) اظهار داشت در کدوی تخمه کاغذی بیشترین نسبت وزن تر R/S به ترتیب برای پرایم های با کاربرد نیترا تپتاسیم با غلظت ۰/۵٪ در ۳۶ ساعت (۲/۳۷) و پرایم KCl با غلظت ۴٪ در ۱۲ ساعت (۰/۴۲) به دست آمد. همچنین اثر پرایمینگ و اثرات متقابل زمان × پرایمینگ در سطح احتمال ۱٪ بر نسبت وزن خشک R/S معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک R/S برای زمان های ۴ و ۱۶ ساعت حاصل شد که به طور متوالی ۳/۰۶ و ۲/۳۵ بود. بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک R/S تحت اثرات متقابل زمان × پرایمینگ با PEG و KNO_3 با

غلظت ۵ و ۱٪ حاصل گردید. جوانه زدن بذر لزوماً با ایجاد ساقه های قوی همراه نیست و ممکن است درصد جوانه زنی بالا باشد ولی ریشه و ساقه تولید شده قوی باشد. گیاهچه های ضعیف در مراحل بعدی رشد نیز قادر به تولید تعداد پنجه مطلوب و اندام های زایش مناسب نخواهد بود. احتمالاً یکی از علل تولید گیاهان ضعیف در شرایط خشکی وجود ریشه ها و ساقه های ضعیف در مراحل اولیه زندگی است (۱).

جدول ۲: مقایسه میانگین بذر سورگوم علوفه ای تحت تیمارهای زمان و پرایمینگ

تیمارها	ریشه چه طول (cm)	ساقه چه طول (cm)	طول گیاهچه (cm)	نسبت طولی R/S	نسبت وزن تر R/S	نسبت وزن خشک R/S
T _۱ = ۴	۱۱/۸۶ a	۱۰/۴۵b	۲۲/۳۱b	۱/۱۴۶ a	۰/۶۶۴a	۳/۰۶۲ a
T _۲ = ۸	۱۲/۱۹ a	۱۲/۰۳a	۲۴/۲۳ a	۱/۰۱۴b	۰/۷۲۲a	۲/۸۰۲ ab
T _۳ = ۱۶	۱۲/۴۱ a	۱۲/۲۸a	۲۴/۶۹ a	۱/۰۱۰b	۰/۶۸۵a	۲/۳۵۰ b
PEG 5 %	۱۲/۴۶ a	۱۱/۴۳bc	۲۳/۸۹ ab	۱/۰۹۶ a	۰/۷۹۴a	۳/۷۰۷ a
PEG 10 %	۱۱/۶۵ a	۱۰/۶۷c	۲۲/۳۲ b	۱/۱۱۲a	۰/۷۰۱ab	۲/۸۹۲ ab
KNO ₃ 1%	۱۱/۹۲a	۱۱/۴۵bc	۲۳/۳۷ ab	۱/۰۴۹ab	۰/۵۷۴b	۳/۶۸۸ a
KNO ₃ 2%	۱۲/۴۳a	۱۱/۸۸ab	۲۴/۳۲a	۱/۰۵۱ab	۰/۷۷۵a	۲/۳۵۷ bc
KCl 2%	۱۲/۰۳ a	۱۱/۴۹bc	۲۳/۵۲ab	۱/۰۴۸ab	۰/۶۹۰ab	۲/۰۳۰ bc
KCl 4%	۱۲/۴۰ a	۱۲/۶۱a	۲۵/۰۵a	۰/۹۸۳b	۰/۶۰۸b	۱/۷۵۴ c

در هر ستون تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون چنددامنه ای دانکن ندارد

ادامه جدول ۲:

تیمارها	تعداد جوانه عادی	تعداد جوانه غیر عادی	تعداد کل جوانه	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (روز)	تعداد بذر جوانه نزده
T _۱ = ۴	۱۷/۷۸a	۲/۳۲۲a	۱۹/۸۹ ab	۷۹/۵۶ ab	۸/۸۱۹ b	۵/۱۱۱ab
T _۲ = ۸	۱۸/۷۸a	۲/۰۵۶ab	۲۰/۵۶ a	۸۲/۲۲ a	۹/۵۵۲ a	۴/۴۴۴b
T _۳ = ۱۶	۱۷/۹۴a	۱/۶۱۱b	۱۹/۲۸ b	۷۷/۱۱ b	۷/۳۲۱ c	۵/۷۲۲a
PEG 5 %	۱۹/۴۴a	۱/۲۲۲c	۲۰/۲۲ a	۸۰/۸۹ a	۹/۳۷۷ a	۴/۷۷۸b
PEG 10 %	۱۹/۷۸a	۱/۲۲۲c	۲۰/۶۷ a	۸۲/۶۷ a	۹/۹۷۸ a	۴/۳۳۳b
KNO ₃ 1%	۱۸/۳۳ab	۲/۶۴۴ b	۲۰/۶۷ a	۸۲/۶۷ a	۸/۴۲۳ b	۴/۳۳۳ b
KNO ₃ 2%	۱۶/۸۹b	۱/۱۱۱c	۱۷/۵۶ b	۷۰/۲۲ b	۸/۰۴۳ bc	۷/۴۴۴a
KCl 2%	۱۷/۲۲b	۲/۱۱۱b	۱۹/۳۳ a	۷۷/۳۳ a	۸/۲۲۷ bc	۵/۶۶۷b
KCl 4%	۱۷/۳۳b	۳/۶۶۷a	۲۱/۰۰ a	۸۴/۰۰ a	۷/۳۳۸ c	۴/۰۰۰b

در هر ستون تیمارهای دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون چنددامنه ای دانکن ندارد

سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سرعت جوانه زنی از نظر آماری تحت تأثیر زمان، پرایمینگ و اثر متقابل زمان و پرایمینگ در سطح احتمال ۱٪ اختلاف آماری را نشان می دهد (جدول ۱). بیشترین سرعت جوانه زنی در طی زمان ۸ ساعت (۹/۵۵ روز) و کمترین آن با زمان ۱۶ ساعت (۷/۳۲ روز) مشاهده شد. تعیین زمان مناسب پرایمینگ موجب جلوگیری از تأثیر منفی پرایمینگ می شود، پنلوزا و ایرا (۱۹۹۳) گزارش کردند که زمان مناسب پرایمینگ مانع اثر منفی روی سرعت جوانه زنی بذر گوجه فرنگی می شود. چونوسکی و همکاران (۱۹۹۷) اظهار داشتند که پرایمینگ بذور آفتابگردان به مدت ۳ الی ۵ روز باعث افزایش سرعت جوانه زنی و بهبود رشد گیاهچه می شود. آن ها همچنین علت این واکنش را در فعالیت های تنفس، تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین سازی در بذور پرایم شده بیان نمودند. حداکثر سرعت جوانه زنی با PEG با غلظت ۱۰٪ به دست آمد که برابر (۲۰/۶۷ روز) بود (جدول ۲). بیشترین سرعت جوانه زنی تحت اثر متقابل برای تیمار با KNO_3 در غلظت ۱٪ طی زمان ۴ ساعت (۱۱/۷۵ روز) و کمترین آن برای تیمار PEG در غلظت ۱۰٪ طی زمان ۱۶ ساعت (۶/۳۵ روز) به دست آمد (جدول ۳). افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول، نترات پتاسیم و کلرید سدیم منجر به کاهش سرعت جوانه زنی می شود، که حاکی از آن است که افزایش شوری باعث افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذر ذرت می شود (۲۳). خواجه حسینی و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که کلرید سدیم بیشتر از پلی اتیلن گلیکول سبب کاهش سرعت جوانه زنی در بذر سویا می شود. باسرا و همکاران (۲۰۰۳) و افضل و همکاران (۲۰۰۶) برای گیاه کلزا نشان دادند که سرعت جوانه زنی در پاسخ به پرایمینگ افزایش می یابد. پرایمینگ بذور باعث بهبود در سرعت جوانه زنی و یکنواختی جوانه زنی و کاهش حساسیت بذور به عوامل محیطی می گردد. استقرار سریع تر، بنیه ی بالاتر، توسعه ی سریع تر، گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر از پیامدهای پرایمینگ بذور می باشد (۱۵). درصد جوانه زنی در سطح احتمال ۱٪ بر اساس جدول ۱ تحت تأثیر پرایمینگ و همینطور اثرات متقابل پرایمینگ و زمان واقع گردید. مطابق با جدول ۲ بیشترین درصد جوانه زنی معادل ۸۴٪ از تیمار KCl با غلظت ۴٪ و کمترین درصد جوانه زنی معادل ۷۰/۲۲٪ از تیمار KNO_3 با غلظت ۲٪ مشاهده شد. همچنین مطابق با جدول ۳ در اثرات متقابل پرایمینگ × زمان بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی معادل ۹۳/۳۳٪ از تیمار KNO_3 با غلظت ۲٪ و مدت زمان ۱۶ ساعت و معادل ۶۴٪ از تیمار KCl با غلظت ۴٪ و مدت زمان ۴ ساعت بود.

تعداد جوانه عادی و غیر عادی

بر اساس جدول ۱، تعداد جوانه عادی از لحاظ آماری تحت تأثیر محلول پرایمینگ و اثر متقابل پرایمینگ و زمان در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت، که حداکثر و حداقل تعداد جوانه عادی برای محلول پرایمینگ طبق جدول ۲ برای PEG با غلظت ۱۰٪ (۱۹/۷۸) و KNO_3 با غلظت ۲٪ (۱۶/۸۹) شد. در اثرات متقابل

پرایمینگ و زمان تعداد جوانه عادی نیز بیشترین آن نیز برای KNO_3 با غلظت ۱٪ (۲۲/۶۷) و مدت زمان ۴ ساعت بود و کمترین آن نیز برای PEG با غلظت ۱۰٪ (۱۴) و زمان ۱۶ ساعت مشاهده شد (جدول ۳). تعداد جوانه غیر عادی نیز فقط برای محلول پرایمینگ در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱)، که بیشترین و کمترین آن مربوط به KCl با غلظت ۴٪ (۳/۶۶) و KNO_3 با غلظت ۲٪ (۱/۱۱) بود (جدول ۲). نتایج بعضی از محققان نشان داد که حداکثر تعداد جوانه عادی با مصرف PEG در غلظت ۵٪ در مدت زمان ۱۲ ساعت و حداقل آن در KNO_3 با غلظت ۱٪ در مدت زمان ۳۶ ساعت در گیاه ذرت بوده است (۲).

تعداد کل جوانه و تعداد بذر جوانه نرزه

نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان داد این دو صفت از لحاظ آماری تحت تأثیر پرایمینگ و اثر متقابل پرایمینگ و زمان در سطح احتمال ۱٪ واقع شد (جدول ۱). بیشترین تعداد کل جوانه مربوط به KCl با غلظت ۴٪ (۲۱) و کمترین آن مربوط به KNO_3 با غلظت ۲٪ (۱۷/۵۶) بود و همین طور برای تعداد بذر جوانه نرزه حداکثر و حداقل آن به ترتیب برای KNO_3 با غلظت ۲٪ (۷/۴۴) و KCl با غلظت ۴٪ (۴) به دست آمد (جدول ۲). مطابق با جدول ۳ برای اثرات متقابل پرایمینگ و زمان بیشترین تعداد کل جوانه برای KNO_3 با غلظت ۲٪ (۲۳/۳۳) و مدت زمان ۱۶ ساعت و کمترین آن برای KCl با غلظت ۴٪ (۱۶) و زمان ۴ ساعت به دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین تعداد بذر جوانه نرزه برای اثرات متقابل پرایمینگ × زمان به ترتیب در تیمارهای KCl با غلظت ۴٪ (۹) و زمان ۴ ساعت و KNO_3 با غلظت ۲٪ (۱/۶۶) و زمان ۱۶ ساعت قابل رویت بود (جدول ۳). قنا و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که پرایمینگ با PEG موجب افزایش تعداد بذر جوانه زده و کاهش تعداد بذر جوانه نرزه در گیاه گندم شد.

نتیجه گیری

بنابراین چنین نتیجه گیری می شود که تیمار پرایمینگ در سورگوم علوفه ای (اسپیدفید) یک سری شرایط متابولیکی مناسب را در بذر به وجود آورده که مجموعه این شرایط علاوه بر تسریع جوانه زنی، توسعه بهتر اندام های هوایی و زیرزمینی را موجب می شوند که نتیجه آن استقرار بهتر و زودتر گیاهچه ها می باشد، که این تیمار زمان جوانه زنی تا استقرار کامل گیاهچه ها را کاهش می دهد که از این خصوصیت می توان در شرایط نامساعد رشدی استفاده کرد که پیامد آن تحمل شرایط نامطلوب رطوبتی و دمایی در اوایل فصل رشد می باشد که با توجه به این تحقیق بهترین محلول پرایمینگ و زمان برای پلی اتیلن گلایکول با غلظت ۱۰٪ و مدت زمان ۸ ساعت که دارای بیشترین سرعت جوانه زنی بود پیشنهاد می گردد.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات بذر سورگوم علوفه ای تحت اثرات متقابل زمان×پرایمینگ

تیمارها	طول ریشه چه (سانتی متر)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طول گیاهچه (سانتی متر)	نسبت طولی R/S	تعداد جوانه عادی	تعداد جوانه غیر عادی	تعداد بذر جوانه زده
PEG 5%, T4	۱۲/۴۳ abc	۱۰/۳۹ defg	۲۲/۸۲ cde	۱/۱۹۷ abc	۱۸/۶۷ b-e	۱/۳۳۳ c	۵/۰۰۰ c-g
PEG 5%, T8	۱۱/۲۹ c	۹/۲۲۷ g	۲۰/۵۲ e	۱/۲۵۷ a	۲۲/۰۰ ab	۱/۰۰۰ c	۲/۳۳۳ fgh
PEG 5%, T16	۱۲/۳۵ abc	۱۰/۱۶ fg	۲۲/۵۱ cde	۱/۲۱۳ ab	۱۷/۶۷ c-f	۳/۶۶۷ a	۳/۶۶۷ d-h
PEG 10%, T4	۱۱/۸۷ abc	۱۰/۹۵ a defg	۲۲/۸۲ cde	۱/۰۸۷ bcd	۱۹/۳۳ a-d	۱/۰۰۰ c	۵/۰۰۰ c-g
PEG 10%, T8	۱۱/۳۳ bc	۱۰/۳۴ afg	۲۱/۶۷ de	۱/۰۹۳۷ bcd	۱۵/۰۰ fg	۲/۰۰۰ bc	۸/۰۰۰ abc
PEG 10%, T16	۱۱/۹۰ abc	۱۱/۶۳ a bcd ef	۲۳/۵۲ a-e	۱/۰۲۷ d	۱۴/۰۰ g	۴/۳۳۳ a	۶/۶۶۷ a-d
KNO ₃ 1%, T4	۱۱/۵۷ abc	۱۱/۰۱ b-g	۲۲/۵۸ cde	۱/۰۵۳ cd	۲۲/۶۷ a	۱/۰۰۰ c	۲/۰۰۰ gh
KNO ₃ 1%, T8	۱۱/۶۲ abc	۱۱/۱۶ b-f	۲۲/۷۹ cde	۱/۰۴۳ cd	۱۹/۰۰ b-d	۱/۳۳۳ c	۵/۰۰۰ c-g
KNO ₃ 1%, T16	۱۱/۲۷ c	۱۲/۰۲ a-e	۲۳/۳۰ b-e	۰/۹۳۶ d	۱۷/۰۰ c-g	۲/۰۰۰ bc	۶/۰۰۰ a-e
KNO ₃ 2%, T4	۱۳/۱۸ abc	۱۲/۶۳ abc	۲۵/۸۱ abc	۱/۰۴۳ cd	۱۶/۰۰ d-g	۱/۳۳۳ c	۸/۳۳۳ ab
KNO ₃ 2%, T8	۱۲/۲۷ abc	۱۱/۸۸ a-f	۲۴/۱۶ a-d	۱/۰۳۰ d	۱۸/۳۳ c-f	۳/۰۰۰ ab	۳/۶۶۷ d-h
KNO ₃ 2%, T16	۱۳/۲۰ ab	۱۳/۴۵ a	۲۶/۶۶ a	۰/۹۷۶ d	۱۹/۶۷ a-d	۳/۶۶۷ a	۱/۶۶۷ h
KCl 2%, T4	۱۳/۳۹ a	۱۲/۸۷ ab	۲۶/۲۷ ab	۱/۰۳۷ d	۱۷/۰۰ c-g	۱/۳۳۳ c	۷/۳۳۳ abc
KCl 2%, T8	۱۲/۰۴ abc	۱۱/۶۲ a-f	۲۳/۶۶ a-e	۱/۰۳۷ d	۱۸/۳۳ c-f	۱/۳۳۳ c	۵/۶۶۷ b-e
KCl 2%, T16	۱۲/۱۴ abc	۱۲/۱۵ a-e	۲۴/۲۹ a-d	۰/۹۹۶ d	۲۰/۳۳ abc	۱/۶۶۷ bc	۳/۳۳۳ e-h
KCl 4%, T4	۱۲/۲۶ abc	۱۲/۰۷ a-e	۲۴/۲۲ a-d	۱/۰۲۳ d	۱۵/۳۳ efg	۱/۰۰۰ c	۹/۰۰۰ a
KCl 4%, T8	۱۲/۴۹ abc	۱۲/۲۳ a-b	۲۴/۷۲ a-d	۱/۰۲۰ d	۱۸/۳۳ c-f	۱/۳۳۳ c	۵/۳۳۳ b-f
KCl 4%, T16	۱۲/۱۱ abc	۱۲/۷۴ abc	۲۴/۸۵ a-d	۰/۹۴۶ d	۱۸/۳۳ c-f	۳/۰۰۰ ab	۳/۶۶۷ d-h

در هر ستون T₁, T₂ و T₃: به ترتیب برابر ۸، ۱۶ و ۱۶ ساعت و در هرستون PEG, KNO₃ و KCl: به ترتیب برابر ۵، ۱۰، ۱، ۲، ۲ و ۴

ادامه جدول ۳:

تیمارها	نسبت وزن تر R/S	نسبت وزن خشک R/S	تعداد کل جوانه	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی عدد در روز
PEG 5%, T4	۰/۷۴۰ a-e	۴/۰۹۰ b	۲۰/۰۰ b-f	۸۰/۰۰ b-f	۹/۱۹۰ c-f
PEG 5%, T8	۰/۶۴۰ c-f	۳/۱۷۰ bc	۲۲/۶۷ abc	۹۰/۶۷ abc	۱۰/۶۹ abc
PEG 5%, T16	۰/۶۵۳ c-f	۵/۶۹۳ a	۲۱/۳۳ a-e	۸۵/۳۳ a-e	۹/۸۵۷ bcd
PEG 10%, T4	۰/۶۵۰ c-f	۱/۹۹۳ cd	۲۰/۰۰ b-f	۸۰/۰۰ b-f	۹/۴۱۳ cde
PEG 10%, T8	۰/۷۹۶ Abc	۱/۵۷۰ cd	۱۷/۰۰ fgh	۶۷/۰۰ fgh	۷/۴۱۰ gh
PEG 10%, T16	۰/۵۰۶ f	۱/۸۵۷ cd	۱۸/۳۳ e-h	۷۳/۳۳ e-h	۶/۳۵۷ h
KNO ₃ 1%, T4	۰/۹۵۳ a	۴/۰۶۰ b	۲۳/۰۰ ab	۹۲/۰۰ ab	۱۱/۷۵ a
KNO ₃ 1%, T8	۰/۸۱۳ b-f	۲/۴۵۰ bcd	۲۰/۰۰ b-f	۸۰/۰۰ b-f	۱۱/۰۲ ab
KNO ₃ 1%, T16	۰/۵۲۳ ef	۲/۷۰۳ bed	۱۹/۰۰ d-h	۷۶/۰۰ d-h	۷/۱۹۳ gh
KNO ₃ 2%, T4	۰/۹۱۳ ab	۲/۷۸۳ bed	۱۶/۶۷ gh	۶۶/۶۷ gh	۷/۷۲۰ fgh
KNO ₃ 2%, T8	۰/۶۱۳ c-f	۳/۱۷۳ bc	۲۱/۳۳ a-e	۸۵/۳۳ a-e	۱۰/۶۱ abc
KNO ₃ 2%, T16	۰/۶۰۶ c-f	۱/۶۴۰ cd	۲۳/۳۳ a	۹۳/۳۳ a	۹/۰۲۳ def
KCl 2%, T4	۰/۶۹۰ b-f	۲/۹۷۰ bed	۱۷/۶۷ fgh	۷۰/۶۷ fgh	۷/۱۹۳ gh
KCl 2%, T8	۰/۷۵۰ a-e	۳/۰۵۷ bcd	۱۹/۳۳ d-g	۷۷/۳۳ d-g	۸/۲۲۰ efg
KCl 2%, T16	۰/۵۴۶ Def	۲/۶۶۷ bed	۲۱/۶۷ a-d	۸۶/۶۷ a-d	۸/۲۲۰ efg
KCl 4%, T4	۰/۷۶۳ a-d	۲/۲۹۳ cd	۱۶/۰۰ h	۶۴/۰۰ h	۶/۹۹۷ gh
KCl 4%, T8	۰/۶۵۰ c-f	۱/۳۴۷ d	۱۹/۶۷ c-g	۷۸/۶۷ c-g	۶/۶۶۳ gh
KCl 4%, T16	۰/۸۱۳ b-f	۱/۷۶۷ cd	۲۱/۳۳ a-e	۸۵/۳۳ a-e	۶/۶۶۳ gh

در هر ستون T₁, T₂ و T₃: به ترتیب برابر ۸، ۱۶ و ۱۶ ساعت و در هرستون PEG, KNO₃ و KCl: به ترتیب برابر ۵، ۱۰، ۱، ۲، ۲ و ۴

منابع

- ۱- کافی، م. و گلدانی، م. ۱۳۷۹. تأثیر پتانسیل آب و ماده ایجادکننده آن بر جوانه زنی سه گیاه زراعی گندم، چغندر قند و نخود. مجله علوم و منابع کشاورزی. ۱۵: ۱. ص ۱۳۲-۱۲۱.
- ۲- کلهر، و. ۱۳۸۸. بررسی اثرات اسموپرایمینگ بر جوانه زنی و صفات گیاهیچه ای چندگیاه دارویی و روغنی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران.
- 3- Afzal, I., Aslam, N., mahmood, F., Irfan, S. and Ahmad, G. 2006. Enhancement of germination and emergence of canola seed s by different priming technigues, caderno de pesquisn ser.Bio., Santa cruz dosul. 16: 337-346.
- 4- Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2005. Pre – sowing seed treatment – Ashotgun approach to Improve germination, growth and crop yield under saline and none – saline conditions. *Advances in Agronomy*. 88: 223-265.
- 5- Ashraf, M. and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) Through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta physiol. Plant*. 23: 407-414.
- 6- Anda, A. and Pinter, L. 1994. Sorghum germination and development as influenced by soil temperature and water content. *Agron. J*. 86:621-624.
- 7- Basra, S. M. A., Pannu, I. A. and Afzal, I. 2003. Evaluation of seedling vigour of hydro and matrimprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. *Int. Agri. Biol*. 5:121- 123.
- 8- Chojnowski, F. C. and Come, D. 1997. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. *Seed Science Research*. 7: 323-331.
- 9- Demir Kaya, M., Okcu, M., Gamze., A., Cikili, Y. and kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome Salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agronomy*. 24:291-295.
- 10- De Villiers, A. J., Van Rooy, M.W., Theron, G. K. and Van Deventer, H. A. 1994. Germination of three namaqualand pioeer species, as influenced by salinity, yempera ture and light. *Seed Sci and Technol*. 22:427- 433.
- 11- Farooq, M., Basra, S. M. A., Warraich, E. A. and Khaliq, A. 2006. optimization of hydropriming Technigues for rice seed invigoration. *seed sci. Technol*. 34: 529-534.
- 12- Fuji Kura, Y. H., Kraak, L., Basra, A. S. and Karsen, C. M. 1993. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Sci and Technol*. 21:693- 624.
- 13- George, C. and Faheg, J. 1994. Forage quality .Evaluation and utilization . P. 115-143
- 14- Ghana S. G. and Schillinger, W. F. 2003. Seed priming winter wheat for germination emergence, and yield, *Crop Science*. 43:2135-2141.
- 15- Hafeez, U. R., Farooq, M. and Afzal, I. 2007. Lat sowing of wheat seed priming – DAWN – Business. 23: 1896-1904.
- 16- Harris, D., Raghawan shi, B. S., Gangwar, J. S., Singh, S. C., Joshi, K. D., Rashid, A. and Hollington, P. A. 2001. Partic|patory evaluation by farmers of on farm seed primig in wheat in India,Nepal,and Pakistan. *Exp . Agrie* . 37:403-415.
- 17- International Seed Testing Association. 2009. International rules for seed testing. *Seed Sci Technol*. 24:155 – 202.
- 18- Jacobson, S. E. and Bach, A. P. 1998. The influence of temperature on seed germination rate in quinoa. *Seed Sci and Technol*. 26:515- 523.
- 19- Karaki, G. 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 181, 4:229 -235.
- 20- Kaurs, A. K. and Kaur, N. 2002. Effect of osom and hydro priming of chickpea seed son seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant growth regulation*. 37:12-22.
- 21- Khajeh-hosseini, A., Pawell, A. and Bingham, I. J. 2003. The interaction between salinity stress and vigour during germination of soyabean seeds. *Seed Sci and Technol*. 31: 715-725.
- 22- Mc. Donald, M. B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Sci and Technol*. 27: 177-237.
- 23- Moradi Dezfuli, P., Sharif –zadeh, F. and Janmohammadi, M. 2008. In fluce of priming techniques on seed Germination behavior of maize inbred lines (*Zea mays* L.). *Arpn Journal of Agricultral and Biological Science*. 33: 812-821.
- 24- Mubshar, H., Muhammad Farooq, M., Shahzad, A., Barsa, E. and Ahmad, N. 2006. In fluce of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. *Inter Natlonel Juornal of Agricultural and Biology*. 8:14-18.

- 25- **Murungu, F. S., Nyamugafata, P., Chiduza, 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.
- 26- **Penalosa, A. P. S. and Eira, M. T. S. 1993.** Hydration-dehydration treatments on tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Seeds Science and Technology.* 21: 309-316.
- 27- **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.* 51: 47-52.
- 28- **Soltani, A., Gholipour, M. and Zeinali, E. 2006.** Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. *Env. Exp. Bot.* 55:195-200.
- 29- **Subedi, K. D. and Lema, B. 2005.** seed priming dose not improve corn yield in a humid temperate environment. *Agronomy Journal.* 97:211-218.
- 30- **Toselli, M. E. and Casenave, E. C. 2005.** Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. *Seed sci and Technol.* 31: 727-735.
- 31- **Wall, R. Z., Zurayk, R. A., Blek, M. M. and Tahouk, S. N. 2003.** Germination and seedling development of drought tolerate and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Sci and Technol.* 27:291-302.
- 32- **Webley, J. D. and Blak, M. 1998.** Seed: physiology of development and germination second edition. Plenum press New York. 43:583-591.