رتبه‌بندی لاین‌های سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) به تنش شوری بر اساس رشد اولیه گیاهچه

زهرا خدارحم‌پور*[۱] و آسیه سلطانی[۲]

۱) استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر ،گروه زراعت و اصلاح نباتات، شوشتر، ایران.
۲) دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، شوشتر، ایران.

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

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۵/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۸/۰۱**

چکیده

این تحقیق به‌منظور شناسایی لاین‌های متحمل سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر اجرا گردید. فاکتور اول شامل ۱۵ لاین امیدبخش سورگوم علوفه‌ای و فاکتور دوم تنش شوری با NaCl در ۵ سطح (صفر، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که همه صفات اندازه‌گیری شده برای فاکتور لاین، تنش و برهمکنش لاین در تنش معنی‌دار شدند. صفات درصد جوانه‌زنی (۲۷/۲۳)، سرعت جوانه‌زنی (۳۰/۱۸)، طول ریشه‌چه (۷۷/۷۴)، طول ساقه‌چه (۷۳/۲۴)، شاخص بنیه بذر (۸۲/۷۳) و وزن تر گیاهچه (۵۹/۳۸) با کاهش در پتانسیل اسمزی (۱۲- بار) کاهش نشان دادند. صفت متوسط زمان جوانه‌زنی (۶۸/۸۳ درصد) با کاهش در پتانسیل اسمزی (۱۲- بار) افزایش نشان داد. لاین KFS_{10} بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر و وزن خشک گیاهچه را به خود اختصاص داد. با توجه به رتبه‌بندی لاین‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه، لاین KFS_{10} به‌عنوان لاین متحمل به شوری بهترین امتیاز را نشان داد و لاین KFS_1 در پایین‌ترین رتبه از نظر تحمل به شوری قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، سورگوم علوفه‌ای، رشد گیاهچه.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

سورگوم با دارا بودن ویژگی‌هایی از جمله عملکرد بالا در واحد سطح، قدرت پنجه‌زنی زیاد، رشد بسیار سریع و ارزش غذایی مناسب از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و توسعه کشت آن به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند در تأمین قسمتی از نیاز علوفه‌ای کشور مؤثر باشد (Ayub *et al*., 2007).

در قاره آسیا بعد از شوروی سابق، چین، هندوستان و پاکستان بیش‌ترین سطح خاک‌های شور به ایران تعلق دارد (Anonymous, 2002). به‌طورکلی، مقاومت به تنش در تمام مراحل زندگی گیاه اهمیت دارد و بدیهی است که اولین مرحله، مرحله جوانه‌زنی است. ازآنجاکه عملکرد از نظر کمی و کیفی به میزان و درصد سبز شدن و هم چنین یکنواختی آن وابسته می‌باشد، بنابراین مرحله جوانه‌زنی گیاه، مرحله حساس و مهمی است که می‌تواند با استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در فرآیند تولید نقش مهمی ایفا نماید. این امر به میزان زیادی به ساختارهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی بذر بستگی دارد و برای دستیابی به این هدف بذوری با بنیه بالا مورد نیاز می‌باشند. زیرا یکی از مهم‌ترین جنبه‌های کیفی بذر که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، قدرت و بنیه بذر می‌باشد (راشد محصل و کافی، ۱۳۷۱).

سورگوم در مرحله جوانه‌زنی در مقایسه با سایر گیاهان متحمل به شوری پس از آتریپلکس، جو و چغندرقند قرار می‌گیرد و امکان غربال کردن لاین‌ها و ارقام سورگوم به‌منظور تعیین درصد تحمل آنها در مرحله جوانه‌زنی وجود دارد (فومن اجیرلو و مجیدی هروان، ۱۳۷۱). اسمعیلی‌پور و مجدم (۱۳۸۸) با بررسی اثر ۵ سطح شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار بر یک رقم سورگوم شیرین گزارش کردند که جوانه‌زنی بذور سورگوم شیرین تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت و با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی بذور کاهش یافت. سطوح بالای شوری سبب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. با افزایش سطح شوری، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش معنی‌داری نشان داد. Siti Aishah و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر تنش شوری (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) بر ارقام سورگوم علوفه‌ای گزارش کردند که سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری روی صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی داشت. Chauhan و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تحمل شوری سیزده رقم سورگوم گزارش کردند که با افزایش غلظت شوری جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در همه‌ی ارقام کاهش یافت. همه‌ی ارقام در همه‌ی سطوح شوری جوانه زدند اما در سطوح شوری با EC ۱۰ و ۱۲ بیش‌ترین و کم‌ترین درصد جوانه‌زنی برای ارقام CSV-15 و PANT-1 به ترتیب به‌دست آمد. تنش شوری به‌طور معنی‌داری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه ارقام سورگوم را کاهش داد.

ارقام مختلف یک گیاه از حیث میزان تحمل یکسان نیستند، لذا اصلاح‌گران همواره به دنبال شناسایی ارقام متحمل به شوری برای گیاهان زراعی هستند. در مراحل مختلف رشد یک گیاه واکنش به شوری می‌تواند متفاوت باشد. ارزیابی

Archive of SID

www.SID.ir

تحمل گیاهان به تنش‌های زیست محیطی به‌ویژه در خلال مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن عامل مهمی در انتخاب آنها برای کشت در شرایط مختلف می‌باشد. ازآنجاکه ارزیابی‌های معمول در شرایط مزرعه‌ای از یک سو زمان‌بر و از سوی دیگر تحت تأثیر عوامل غیرقابل کنترل متعددی از جمله عوامل خاکی، اقلیم و عملیات زراعی می‌باشند، بنابراین با استفاده از یک روش آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل شده، امکان ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق واکنش گیاهان به تنش فراهم می‌گردد. بنابراین، ارزیابی لاین‌های سورگوم در شرایط تنش‌های محیطی و به‌ویژه تنش شوری می‌تواند در پیشبرد اهداف فوق‌الذکر، مهم باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر اجرا گردید. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار صورت پذیرفت. فاکتور اول شامل ۱۵ لاین سورگوم علوفه‌ای (KFS_1 ، KFS_2 ، KFS_3 ، KFS_6 ، KFS_7 ، KFS_8 ، KFS_9 ، KFS_{10} ، KFS_{11} ، KFS_{12} ، KFS_{13} ، KFS_{15} ، KFS_{16} ، KFS_{17} و KFS_{18}) و فاکتور دوم تنش شوری با کلرید سدیم (NaCl) در ۵ سطح (صفر (شاهد)، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار) بود.

برای آزمایش جوانه‌زنی بذور از روش استاندارد جوانه‌زنی استفاده گردید (ISTA, 1996). برای ضدعفونی بذرها از محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ و قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار به ترتیب به مدت ۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه استفاده شد و سپس بذور چند بار با آب مقطر شستشو داده شدند. در هر پتری‌دیش ۱۵ سانتی‌متری، ۲۵ عدد بذر ضدعفونی شده روی یک کاغذ صافی واتمن قرار داده و ۷ میلی‌لیتر آب مقطر به محیط پتری‌دیش اضافه شد. جهت ضد عفونی پتری‌دیش و کاغذ صافی، این وسایل به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس تیمارهای شوری اعمال گردید. به‌منظور اندازه‌گیری جوانه‌زنی بذور بعد از قرار دادن بذرها در پتری‌دیش و اعمال تنش شوری بر آن‌ها، از روز دوم، هر روز تا روز هفتم تعداد بذور جوانه‌زده شمارش شدند. یک بذر وقتی جوانه‌زده محسوب می‌شود که طول ریشه‌چه آن حدود ۲ میلی‌متر باشد. در این آزمایش صفات زیر مورد بررسی قرار گرفت.

درصد جوانه‌زنی بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (Scott *et al.*, 1984):

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه‌زده در دوره آزمایش}}{\text{کل بذور کاشته شده}} \times ۱۰۰$$ رابطه (۱)

متوسط زمان جوانه‌زنی مطابق معادله زیر محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981):

$$MGT = \frac{\sum nt}{\sum n}$$ رابطه (۲)

Archive of SID

www.SID.ir

MGT[۱] : متوسط زمان جوانه‌زنی

n : تعداد بذور جدید که در زمان t جوانه‌زده‌اند

t : روزها یا ساعات بعد از کاشت

سرعت جوانه‌زنی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Kotowski, 1926):

رابطه (۳)

$$G.S = \frac{\sum n}{\sum n(n \times DN)} \times ۱۰۰$$

G.S : سرعت جوانه‌زنی

n : تعداد بذور جوانه‌زده در روزهای شمارش جوانه‌زنی

DN : تعداد روزهای شمارش دوره جوانه‌زنی

شاخص بنیه بذر با استفاده از فرمول زیر برآورد گردید (Abdul-baki and Anderson, 1975):

رابطه (۴)

$$V_i = \frac{\%Gr \times MSH}{۱۰۰}$$

Vi: شاخص بنیه بذر

%Gr : درصد جوانه‌زنی

MSH : میانگین طولی گیاهچه (ریشه‌چه و گیاهچه)

طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه بر اساس میانگین از ۳ گیاهچه با کمک خط کش‌های پارچه‌ای اندازه‌گیری شد. هم‌چنین متوسط وزن تر گیاهچه با نمونه‌برداری از ۳ گیاهچه شاخص در هر پتری‌دیش به‌وسیله ترازو و با دقت میلی‌گرم اندازه‌گیری شد. سپس هر گیاهچه را به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک در فویل آلومینیومی پیچانده و در دستگاه آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و دوباره آن‌ها با ترازو وزن شدند.

در نهایت داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف به روش فاکتوریل تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال یک درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت. جهت رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها مشابه با روش سرمدنیا و همکاران (۱۳۶۷) به این صورت عمل شد که به گروهی که در آزمون دانکن حرف a گرفتند رتبه ۱، به گروه ab رتبه ۱/۵، به گروه abc رتبه ۱/۶۶، به گروه abcd رتبه ۱/۷۵ و به گروه b رتبه ۲ و ... تعلق گرفت. سپس رتبه‌ها با یکدیگر جمع و در نهایت رتبه نهایی هر ژنوتیپ تعیین شد. بر این اساس رتبه کم‌تر نشانگر تحمل بیش‌تر ژنوتیپ به شرایط شوری است.

[۱] Mean germination time

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۱ همه صفات اندازه‌گیری شده برای فاکتور لاین، تنش و برهمکنش لاین در تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند.

درصد جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که سطح ۳- بار با ۶۶/۲۱ درصد جوانه‌زنی، بیش‌ترین میزان جوانه‌زنی و سطح ۹- و ۱۲- بار (۴۷/۷۶ و ۴۵/۳۲ درصد) کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند. درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری ۲۷/۲۳ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). نتایج جدول ۳ نشان داد که لاین KFS_{10} (۷۰/۸۶ درصد) بیش‌ترین و لاین KFS_{17} (۴۳/۹۵ درصد) کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را داشتند. در مقایسه میانگین برهمکنش لاین با تنش شوری (جدول ۴)، بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در شاهد متعلق به لاین‌های KFS_9 و KFS_{10} و کم‌ترین متعلق به KFS_1 بود. در سطح شوری ۱۲- بار بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی مربوط به لاین KFS_6 و کم‌ترین به لاین KFS_{16} اختصاص یافت. صمدانی (۱۳۸۰) در تحقیقی نشان داد که افزایش شوری به طور متفاوت میزان جوانه زدن دانه‌های سورگوم را کاهش داد. اسمعیلی‌پور و مجدم (۱۳۸۸) گزارش کردند که جوانه‌زنی بذور سورگوم شیرین تحت تأثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت و با افزایش سطح شوری درصد جوانه‌زنی بذور کاهش یافت. مهم‌ترین واکنش متقابل تنش آب تحت شرایط شوری شامل الگوی متفاوت سنتز پروتئین‌ها، به تأخیر انداختن ظهور بافت‌های جنینی و کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی می‌باشد (Shinha and Gupta, 1982; Petruzzelli *et al.*, 1991). به‌طورکلی کاهش درصد جوانه‌زنی لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری بیانگر حساسیت این ارقام به شوری می‌باشد که این مطلب نیز توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Almodares *et al.*, 2007; Siti Aishah *et al.*, 2010; Chauhan *et al.*, 2012).

متوسط زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

بیش‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۱۲- بار (۲/۴۷ روز) مشاهده گردید و بین سایر سطوح از نظر متوسط زمان جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده نشد. نتایج نشان داد که این صفت ۶۸/۸۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۲). بیش‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی به لاین KFS_{12} (۲/۹ روز) اختصاص یافت (جدول ۳). در مقایسه میانگین برهمکنش لاین با تنش شوری لاین KFS_{12} در سطح ۱۲- بار نسبت به لاین‌های دیگر بیش‌ترین متوسط زمان جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد و لاین‌های دیگر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در کلیه سطوح

Archive of SID

www.SID.ir

نداشتند. اسمعیلی‌پور و مجدم (۱۳۸۸) گزارش کردند که غلظت‌های بالای نمک (۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار در لیتر) موجب افزایش میانگین زمان لازم جهت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های سورگوم شیرین شد (جدول ۵).

در شرایط شوری بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۷۲ تعداد در روز) به سطح شاهد اختصاص یافت. نتایج نشان داد که این صفت ۳۰/۱۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲). هم‌چنین لاین KFS_{11} با ۰/۷۳ تعداد در روز (جدول ۳) بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد. در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری (جدول ۶)، بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی در سطح شاهد متعلق به KFS_{11} و در سطح شوری ۱۲- بار مربوط به لاین KFS_7 بود و لاین KFS_1 کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی را نشان داد. یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به شوری لاین‌ها، سرعت جوانه‌زنی آنها می‌باشد، به گونه‌ای که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش شوری امکان سبز شدن سریع‌تری را نسبت به سایر ارقام دارند. به نظر می‌رسد سرعت جوانه‌زنی بالا در بعضی از ژنوتیپ‌ها به علت سرعت بیشتر جذب آب و آماس بذر آنها می‌باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد و در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و لذا سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (آبنوس، ۱۳۸۰).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

بیش‌ترین طول ریشه‌چه به سطح شاهد (۹/۵ سانتی‌متر) و ۳- بار (۹/۴ سانتی‌متر) اختصاص یافت. در شرایط شوری این صفت ۷۷/۷۴ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). بیش‌ترین طول ریشه‌چه (جدول ۳) متعلق به لاین KFS_{10} (۸/۵۴ سانتی‌متر) بود. در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری در سطح شاهد لاین‌های KFS_{11}، KFS_{11} ، KFS_{10} و KFS_9 بیش‌ترین طول ریشه‌چه و در سطح ۱۲- بار لاین KFS_2 نسبت به لاین‌های دیگر بیش‌ترین و لاین‌های KFS_1 و KFS_{17} کم‌ترین طول ریشه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). جداول ۲ و ۳ نشان دادند که در شرایط شوری بیش‌ترین طول ساقه‌چه (۲/۹۷ سانتی‌متر) به سطح شاهد و لاین KFS_2 (۱/۹۴ سانتی‌متر) اختصاص یافت. در شرایط شوری این صفت ۷۳/۲۴ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری در سطح شاهد لاین KFS_2 بیش‌ترین و لاین KFS_{18} کم‌ترین طول ساقه‌چه و لاین KFS_{11} در سطح ۱۲- بار نسبت به لاین‌های دیگر بیش‌ترین و لاین KFS_1 کم‌ترین طول ساقه‌چه را به خود اختصاص دادند (جدول ۸). خالص‌رو و آقاعلیخانی(۱۳۸۶) با بررسی اثر مقادیر مختلف شوری بر روی جوانه‌زنی بذور سورگوم علوفه‌ای، اعلام کردند که در شرایط تنش شوری وزن و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور معنی‌داری کاهش یافت. در شرایط تنش مقدار پروتئین‌های دیواره سلولی که در طویل شدن و رشد سلول نقش دارند کاهش یافته است و در عوض بعضی از

Archive of SID

www.SID.ir

ترکیبات پکتینی که سبب نرم شدن دیواره سلول می‌شوند افزایش می‌یابند (Iraki *et al.*, 1989). بذور جوانه‌زده در محیط‌های شور دارای ساقه‌چه‌ها و ریشه‌چه‌های کوتاه‌تری هستند و کلرید سدیم بیش‌تر از سایر مواد شوری‌زا بر ظهور بافت‌های جنینی اثر بازدارنده دارد (Katergi *et al.*, 1994). کاهش پتانسیل آب در محیط جوانه‌زنی بر اثر شوری سبب افزایش میزان سمیت می‌شود (Greenway and Munns, 1980).

شاخص بنیه بذر

بیش‌ترین شاخص بنیه بذر (۷/۹۲) به سطح شاهد اختصاص یافت. در شرایط شوری این صفت نسبت به شاهد ۸۲/۷۳ درصد کاهش یافت (جدول ۲). هم‌چنین لاین‌های KFS_9 و KFS_{10} بیش‌ترین و لاین‌های KFS_1 و KFS_{17} کم‌ترین شاخص بنیه بذر را داشتند(جدول ۳). در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری در سطح شاهد لاین‌های KFS_9 و KFS_{10} بیش‌ترین و لاین KFS_1 کم‌ترین شاخص بنیه بذر را نشان داد. در شوری ۱۲- بار بیش‌ترین شاخص بنیه بذر به KFS_6 اختصاص یافت (جدول ۹). کاهش بنیه بذر در شرایط تنش شوری در سورگوم و ارزن (خالص‌رو و آقاعلیخانی، ۱۳۸۶) گزارش شده است. پایین بودن بنیه بذر ممکن است به دو طریق بر عملکرد اثر بگذارد؛ اول آنکه درصد گیاهچه‌های سبز شده کم‌تر از حد مورد انتظار شده و در نتیجه تراکم گیاهی به کم‌تر از حد معمول می‌رسد، دوم آنکه ممکن است سرعت رشد گیاهچه در چنین گیاهانی کم‌تر از سرعت رشد گیاهان حاصل از بذر قوی باشد (Chauhan et *al.*, 2012).

وزن تر و خشک گیاهچه

جداول ۲ و ۳ نشان دادند که بیش‌ترین وزن تر گیاهچه (۱۵۲/۹ میلی‌گرم) به شاهد و لاین KFS_7 (۱۳۵/۹ میلی‌گرم) اختصاص یافت. وزن تر در شرایط شوری ۵۹/۳۸ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری در سطح شاهد بیش‌ترین وزن تر گیاهچه به لاین KFS_3 و کم‌ترین به KFS_1 اختصاص یافت، بیش‌ترین وزن تر گیاهچه در سطح خشکی ۱۲- بار به لاین‌های KFS_7 ، KFS_{11} و KFS_{13} اختصاص یافت (جدول ۱۰). بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه (۴۵/۱۶ میلی‌گرم) به سطح شاهد اختصاص یافت. ترتیب منطقی برای تغییر وزن خشک در شرایط شوری مشاهده نگردید (جدول ۲). بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه در شرایط شوری متعلق به لاین‌های KFS_7 ، KFS_{10} و KFS_{12} بود (جدول ۳). اما کم‌ترین وزن خشک گیاهچه به KFS_{15} اختصاص یافت. در مقایسه میانگین برهمکنش لاین با تنش شوری، بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه در سطح شاهد به KFS_{10} و در شوری ۱۲- بار مربوط به لاین KFS_7 بود (جدول ۱۱). Chauhan و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی تحمل

Archive of SID

www.SID.ir

شوری سیزده رقم سورگوم گزارش کردند که با افزایش غلظت شوری جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در همه‌ی ارقام کاهش یافت. تنش شوری به‌طور معنی‌داری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه ارقام سورگوم را کاهش داد.

رتبه‌بندی لاین‌ها

لاین‌های مورد استفاده در آزمایش بر اساس پارامترهای مربوط به جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از نظر تحمل به شوری رتبه‌بندی شدند. در این روش عدد کوچک‌تر بیانگر رتبه بالاتر می‌باشد (سرمدنیا و همکاران، ۱۳۶۷). جدول ۱۲ نشان داد که در مجموع صفات مورد مطالعه، لاین KFS_{10} با کسب رتبه ۱۰ کم‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داد و بنابراین متحمل به شوری و لاین KFS_1 با کسب رتبه ۴۰ با بیش‌ترین امتیاز حساس به شوری می‌باشد. به‌طورکلی کاهش جوانه‌زنی و رشد دانهال، با افزایش میزان غلظت شوری در محیط، در نتیجه اثرات فیزیکوشیمیایی یا به‌واسطه اثرت سمی ـ اسمزی املاح موجود در محلول شوری می‌باشد. در واقع با افزایش فشار اسمزی (منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی) حاصل از افزایش شوری در محیط، از یک سو، مرحله آبگیری بذر دچار اختلال گشته و از سوی دیگر، وجود غلظت بالای آنیون‌ها و کاتیون‌ها (به‌ویژه سدیم و کلر) در محیط، با ایجاد مسمومیت در بذر، مانع از جوانه‌زنی بذر می‌گردد (Fenando *et al.*, 2000). علاوه بر این اثرات منفی شوری بر نفوذپذیری غشاء، تقسیم سلولی و هم‌چنین بر ساخت پروتئین و فعالیت‌های آنزیمی، سبب افزایش متوسط جوانه‌زنی و کاهش سرعت جوانه‌زنی و کاهش رشد طولی ریشه‌چه می‌گردد (Hardegree and Emmerich, 1990). با توجه به اهمیت موضوع شوری خاک در زمان کشت بذر سورگوم علوفه‌ای در منطقه خوزستان و نیز حفظ و گسترش کشت این گیاه علوفه‌ای ارزشمند و به لحاظ اینکه تاکنون در منطقه بر روی این لاین‌ها اثرات شوری مورد بررسی قرار نگرفته است، پژوهش حاضر می‌تواند به‌عنوان گام اولیه در این زمینه باشد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که لاین KFS_{10} بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، شاخص بنیه بذر و وزن خشک گیاهچه را به خود اختصاص داد. با توجه به رتبه‌بندی لاین‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه، لاین KFS_{10} به‌عنوان لاین متحمل به شوری بهترین امتیاز را نشان داد و لاین KFS_1 در پایین‌ترین رتبه از نظر تحمل به شوری قرار گرفت. بنابراین برای تحقیقات تکمیلی لاین KFS_{10} توصیه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه لاین‌های سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
تنش شوری	۴	۵۶۵۳/۳۳۶**	۷/۴۵۵**	۰/۲۸۹**	۵۱۹/۴۷۷**	۳۰/۸۱۴**	۳۶۰/۸۷۳**	۸۳۱۰۹/۵۰**	۶۲۴۵/۰۷۳**
لاین	۱۴	۹۴۳/۳۲۲**	۲/۰۱۶**	۰/۰۷۵**	۳۲/۶۵۸**	۰/۳۵۷**	۳۳/۰۰۰**	۴۲۷۹/۵۴**	۱۳۶/۱۴۵**
لاین × تنش شوری	۵۶	۱۸۲/۵۴۲**	۱/۷۸۹**	۰/۰۲۵**	۲۱/۵۹۵**	۰/۵۰۶**	۱۱/۳۸۴**	۳۸۲۳/۷۴**	۹۹/۳۴۰**
خطا	۱۵۰	۰/۶۶۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۴۱	۰/۸۱	۰/۳۴۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۵	۵/۱	۵/۰	۴/۲	۴/۲	۴/۴	۰/۹۸	۲/۴

ns ، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال یک درصد می‌باشند.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر اصلی تنش شوری بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه لاین‌های سورگوم علوفه‌ای

تنش شوری (بار)	درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)
صفر	۶۲/۲۸ b	۱/۴۶۳ b	۰/۷۱۵۱ a	۹/۴۹۸ a	۲/۹۶۷ a	۷/۹۲۱ a	۱۵۲/۹ a	۴۵/۱۶ a
-۳	۶۶/۲۱ a	۱/۵۵۸ b	۰/۶۶۳۱ b	۹/۳۸۵ a	۱/۷۴۱ b	۶/۶۶۹ b	۸۷/۶۲ b	۱۷/۰۷ c
-۶	۵۶/۱۷ c	۱/۶۱۳ b	۰/۶۴۵۳ bc	۶/۴۰۷ b	۱/۷۵۳ b	۴/۶۹۷ c	۸۷/۲۴ b	۱۷/۸۹ c
-۹	۴۷/۷۶ d	۱/۶۷۰ b	۰/۶۲۵۳ c	۳/۵۴۰ c	۱/۱۴۲ c	۲/۲۷۴ d	۶۹/۶۴ b	۲۰/۵۶ b
-۱۲	۴۵/۳۲ d	۲/۴۷۰ a	۰/۴۹۹۳ d	۲/۱۱۴ d	۰/۷۹۴ d	۱/۳۶۸ e	۶۲/۱۱ b	۲۰/۷۳ b
مقدار تغییرات	۲۷/۲۳۲	-۶۸/۸۳	۳۰/۱۷۸	۷۷/۷۴۳	۷۳/۲۳۹	۸۲/۷۲۹	۵۹/۳۷۹	-

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

مقدار تغییر بیانگر میزان تغییر (کاهش یا افزایش) صفت مورد نظر بر حسب درصد در بالاترین سطح تنش در مقایسه با شاهد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر اصلی لاین‌های سورگوم علوفه‌ای بر جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه در شرایط تنش شوری

لاین	درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)
KFS_1	۴۷/۰۵ jk	۲/۰۲۱ ab	۰/۵۱۸۷ g	۴/۲۹۵ ef	۱/۴۳۳ de	۲/۶۶۹ f	۱۰۳/۹ ab	۲۱/۱۳ cd
KFS_2	۵۷/۵۸ def	۲/۰۵۷ ab	۰/۴۹۶۰ g	۸/۱۹۸ ab	۱/۹۳۵ a	۵/۶۴۵ b	۸۹/۰۰ ab	۲۵/۶۰ abc
KFS_3	۵۳/۵۳ fgh	۱/۹۶۵ ab	۰/۵۳۰۰ fg	۶/۲۵۰ cd	۱/۵۸۲ cde	۴/۴۶۷ ef	۱۰۸/۳ ab	۲۱/۹۳ bcd
KFS_6	۶۶/۵۵ ab	۱/۵۱۳ b	۰/۶۷۶۷ abc	۶/۳۳۶ cd	۱/۶۷۳ bc	۵/۲۸۳ bc	۸۲/۶۷ ab	۲۲/۷۳ bcd
KFS_7	۶۱/۳۸ cd	۱/۴۴۶ b	۰/۷۰۶۰ ab	۷/۰۲۹ bc	۱/۸۰۲ abc	۵/۸۲۱ b	۱۳۵/۹ a	۲۸/۸۰ a
KFS_8	۵۹/۱۰ de	۱/۶۵۳ b	۰/۶۳۰۰ cde	۶/۶۸۶ cd	۱/۷۰۷ abc	۵/۲۵۰ bc	۱۰۸/۷ ab	۲۲/۳۳ bcd
KFS_9	۶۵/۶۶ bc	۱/۷۵۵ b	۰/۶۰۲۷ de	۸/۳۸۳ ab	۱/۷۳۸ abc	۷/۲۹۲ a	۹۴/۱۳ ab	۲۴/۴۷ abc
KFS_{10}	۷۰/۸۶ a	۱/۵۰۱ b	۰/۶۸۸۰ abc	۸/۵۳۶ a	۱/۷۹۲ abc	۷/۳۵۹ a	۱۰۰/۶ ab	۲۸/۴۷ a
KFS_{11}	۵۳/۳۱ fgh	۱/۴۱۷ b	۰/۷۳۰۷ a	۶/۷۲۴ cd	۱/۸۴۸ ab	۴/۱۸۹ de	۱۱۱/۵ ab	۲۶/۶۷ ab
KFS_{12}	۵۶/۰۳ efg	۲/۸۵۰ a	۰/۶۵۳۳ bcd	۵/۷۳۱ cde	۱/۸۳۵ ab	۴/۴۲۳ cd	۹۱/۸۰ ab	۲۸/۸۰ a
KFS_{13}	۵۳/۲۰ ghi	۱/۵۲۱ b	۰/۶۷۶۰ abc	۵/۲۵۱ de	۱/۵۶۷ cde	۳/۶۰۳ def	۷۴/۹۳ b	۲۴/۴۷ abc
KFS_{15}	۴۸/۷۶ hijk	۱/۶۹۷ b	۰/۶۲۴۰ cde	۴/۵۳۷ ef	۱/۵۵۶ cde	۳/۳۲۵ ef	۷۶/۴۰ ab	۱۹/۰۷ d
KFS_{16}	۴۹/۸۶ hij	۱/۵۴۳ b	۰/۶۷۸۰ abc	۵/۴۷۷ de	۱/۳۹۰ e	۳/۸۱۱ de	۷۶/۴۷ ab	۲۰/۸۰ cd
KFS_{17}	۴۳/۹۵ k	۱/۷۹۶ b	۰/۵۸۴۰ ef	۳/۷۹۲ f	۱/۶۸۰ bc	۲/۶۳۱ f	۷۹/۶۰ ab	۲۴/۱۳ abc
KFS_{18}	۴۷/۴۱ ijk	۱/۵۸۷ b	۰/۶۵۰۷ bcd	۵/۶۰۷ cde	۱/۶۵۰ bcd	۳/۴۱۴ def	۹۷/۵۳ ab	۲۴/۸۰ abc

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴: مقایسه میانگین برهمکنش درصد جوانه‌زنی لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۳۹/۸۶ s-w	۴۷/۶۹ l-u	۵۰/۷۷ i-t	۴۶/۱۵ n-u	۵۰/۷۷ i-t
KFS_2	۵۶/۰۸ e-p	۶۲۵/۵۳ e-i	۶۲/۹۰ e-i	۵۳/۱۳ g-r	۵۳/۲۴ g-r
KFS_3	۴۳/۰۶ q-w	۶۳/۴۳ e-i	۶۶/۵۳ cdef	۴۸/۴۸ k-u	۴۶/۱۶ n-u
KFS_6	۶۶/۹۳ cdef	۷۹/۰۵ ab	۶۶/۵۳ cdef	۵۲/۴۲ h-s	۶۷/۸۱ bcde
KFS_7	۷۶/۸۹ abcd	۶۶/۷۱ cdef	۶۵/۶۱ c-g	۴۹/۲۲ j-u	۴۸/۴۶ k-u
KFS_8	۶۵/۱۷ d-h	۷۶/۸۳ abcd	۶۱/۹۸ f-j	۴۴/۶۲ o-w	۴۶/۹۲ m-u
KFS_9	۸۲/۳۱ a	۸۶/۱۵ a	۵۶/۳۸ e-p	۵۸/۰۵ e-n	۴۵/۳۸ n-v
KFS_{10}	۸۲/۳۱ a	۷۷/۷۷ abc	۶۶/۵۳ cdef	۶۶/۵۳ cdef	۶۱/۱۸ e-k
KFS_{11}	۴۸/۴۸ k-u	۶۷/۸۱ bcde	۵۱/۷۶ i-t	۵۲/۴۲ h-s	۴۶/۰۶ n-u
KFS_{12}	۷۶/۸۹ abcd	۶۷/۸۱ bcde	۵۱/۷۶ i-t	۴۴/۶۲ o-w	۳۹/۰۹ tuvw
KFS_{13}	۵۶/۰۸ e-p	۶۰/۰۱ e-l	۵۹/۵۲ e-m	۴۰/۰۰ s-w	۴۵/۳۸ n-v
KFS_{15}	۵۷/۵۸ e-o	۶۰/۷۲ e-k	۴۳/۸۱ p-w	۴۸/۴۸ k-u	۳۳/۱۹ vwxy
KFS_{16}	۶۱/۹۰ e-j	۵۹/۸۸ e-l	۵۳/۹۸ f-q	۴۶/۹۴ m-u	۲۶/۵۷ xy
KFS_{17}	۶۳/۴۰ e-i	۵۷/۵۸ e-o	۴۱/۴۲ q-w	۲۴/۵۸ y	۳۲/۷۸ wxy
KFS_{18}	۵۷/۳۰ e-o	۵۹/۲۰ e-m	۴۳/۰۲ q-w	۴۰/۷۲ r-w	۳۶/۷۹ uvwx

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

جدول ۵: مقایسه میانگین برهمکنش متوسط زمان جوانه‌زنی واحد لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۱/۴۱۳ b	۱/۹۴۳ b	۱/۹۱۰ b	۲/۱۴۷ b	۲/۶۹۰ b
KFS_2	۱/۶۳۰ b	۱/۹۸۳ b	۲/۱۳۳ b	۲/۱۲۷ b	۲/۴۱۳ b
KFS_3	۱/۴۶۷ b	۱/۸۵۰ b	۲/۲۴۰ b	۱/۸۴۳ b	۲/۴۲۷ b
KFS_6	۱/۱۸۳ b	۱/۲۴۷ b	۱/۵۹۷ b	۱/۳۳۰ b	۱/۸۴۰ b
KFS_7	۱/۲۷۷ b	۱/۳۷۰ b	۱/۵۸۳ b	۱/۴۸۷ b	۱/۶۰۷ b
KFS_8	۱/۱۵۰ b	۱/۶۸۰ b	۱/۸۱۳ b	۱/۶۸۷ b	۱/۸۰۷ b
KFS_9	۱/۱۳۳ b	۱/۸۰۷ b	۱/۵۴۰ b	۲/۲۰۳ b	۲/۰۷۳ b
KFS_{10}	۱/۱۰۳ b	۱/۵۰۳ b	۱/۳۶۷ b	۱/۶۵۰ b	۱/۸۵۰ b
KFS_{11}	۱/۳/۱ b	۱/۳۹۳ b	۱/۲۷۰ b	۱/۵۰۳ b	۱/۸۱۷ b
KFS_{12}	۱/۴۲۷ b	۱/۴۶۳ b	۱/۵۶۳ b	۱/۷۰۷ b	۸/۳۳۳ a
KFS_{13}	۱/۸۰۳ b	۱/۶۵۰ b	۱/۳۲۳ b	۱/۲۵۷ b	۱/۹۴۷ b
KFS_{15}	۱/۶۹۰ b	۱/۲۹۳ b	۱/۶۰۳ b	۱/۳۶۰ b	۲/۴۲۳ b
KFS_{16}	۲/۱۱۷ b	۱/۳۸۷ b	۱/۳۴۰ b	۱/۳۶۷ b	۱/۹۳۳ b
KFS_{17}	۱/۸۱۷ b	۱/۳۸۳ b	۱/۴۹۳ b	۱/۸۵۰ b	۲/۱۳۷ b
KFS_{18}	۱/۹۴۳ b	۱/۴۲۰ b	۱/۴۱۷ b	۱/۵۲۷ b	۱/۷۵۳ b

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶: مقایسه میانگین برهمکنش سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۰/۷۰۶۷ d-n	۰/۵۱۶۷ p-z	۰/۵۲۶۷ p-z	۰/۴۶۶۷ wxyz	۰/۳۷۶۷ z
KFS_2	۰/۶۱۶۷ i-w	۰/۵۰۶۷ r-z	۰/۴۷۰۰ v-z	۰/۴۷۳۳ u-z	۰/۴۱۳۳ yz
KFS_3	۰/۶۹۳۳ e-o	۰/۵۵۳۳ n-z	۰/۴۴۶۷ yz	۰/۵۴۳۳ o-z	۰/۴۱۳۳ yz
KFS_6	۰/۶۵۰۰ f-r	۰/۸۰۳۳ a-f	۰/۶۳۶۷ g-s	۰/۷۵۰۰ b-j	۰/۵۴۳۳ o-z
KFS_7	۰/۸۴۶۷ a-e	۰/۷۴۶۷ b-j	۰/۶۳۳۳ g-t	۰/۶۷۳۳ f-p	۰/۶۳۰۰ g-u
KFS_8	۰/۷۸۶۷ a-g	۰/۶۱۶۷ i-w	۰/۵۵۶۷ m-z	۰/۶۰۶۷ h-v	۰/۵۶۳۳ l-z
KFS_9	۰/۸۷۳۳ abc	۰/۵۵۳۳ n-z	۰/۶۵۳۳ f-r	۰/۴۵۳۳ xyz	۰/۴۸۰۰ s-z
KFS_{10}	۰/۸۹۰۰ ab	۰/۶۶۶۷ f-q	۰/۷۳۶۷ c-j	۰/۶۰۶۷ i-x	۰/۵۴۰۰ o-z
KFS_{11}	۰/۹۱۳۳ a	۰/۷۱۶۷ d-l	۰/۸۰۳۳ a-f	۰/۶۶۶۷ f-q	۰/۵۵۳۳ n-z
KFS_{12}	۰/۸۵۳۳ abcd	۰/۶۸۶۷ f-o	۰/۶۵۶۷ f-r	۰/۵۹۳۳ j-y	۰/۴۷۶۷ t-z
KFS_{13}	۰/۷۰۶۷ d-n	۰/۶۱۰۰ i-x	۰/۷۵۳۳ b-i	۰/۷۹۶۷ a-f	۰/۵۱۳۳ q-z
KFS_{15}	۰/۵۶۳۳ l-z	۰/۷۸۰۰ a-h	۰/۶۲۶۷ h-v	۰/۷۳۶۷ c-j	۰/۴۱۳۳ yz
KFS_{16}	۰/۵۹۳۳ j-y	۰/۷۵۳۳ b-i	۰/۷۶۳۳ b-i	۰/۷۵۳۳ b-i	۰/۵۲۶۷ p-z
KFS_{17}	۰/۴۷۶۷ t-z	۰/۷۲۳۳ c-k	۰/۷۰۶۷ d-n	۰/۵۴۳۳ o-z	۰/۴۷۰۰ v-z
KFS_{18}	۰/۵۵۶۷ m-z	۰/۷۱۳۳ d-m	۰/۷۱۰۰ d-n	۰/۶۹۶۷ e-o	۰/۵۷۶۷ k-y

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

جدول ۷: مقایسه میانگین برهمکنش طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۵/۶۶۷ i-x	۶/۳۹۰ h-u	۵/۷۲۰ i-x	۳/۰۹۰ o-y	۰/۶۱۰۰ y
KFS_2	۱۵/۵۷ abc	۹/۷۴۷ d-i	۷/۳۲۰ h-q	۴/۷۶۷ j-y	۳/۵۹۰ m-y
KFS_3	۵/۴۸۷ i-y	۱۰/۸۹ d-h	۷/۸۳۳ g-o	۴/۱۸۷ k-y	۲/۸۵۳ p-y
KFS_6	۶/۸۶۷ h-s	۸/۷۵۷ f-k	۹/۷۶۷ d-i	۲/۸۷۷ p-y	۳/۴۱۳ n-y
KFS_7	۷/۸۹۰ g-o	۱۲/۸۶ b-f	۷/۱۶۷ h-r	۴/۵۰۰ j-y	۲/۷۳۰ q-y
KFS_8	۱۳/۷۲ abcd	۸/۵۷۹ f-l	۴/۱۱۰ k-y	۴/۰۲۰ k-y	۳/۰۰۰ o-y
KFS_9	۱۶/۸۳ ab	۱۲/۳۹ c-g	۶/۶۶۷ h-t	۳/۸۵۳ l-y	۲/۱۷۷ s-y
KFS_{10}	۱۶/۱۱ abc	۱۳/۵۵ a-e	۶/۰۵۷ i-x	۵/۳۸۷ i-y	۱/۵۷۰ u-y
KFS_{11}	۱۷/۵۵ a	۸/۷۷۸ f-k	۳/۸۱۰ l-y	۱/۵۶۷ u-y	۱/۹۱۳ t-y
KFS_{12}	۹/۱۱۰ e-j	۸/۳۳۳ f-m	۷/۷۲۳ g-p	۲/۰۷۷ s-y	۱/۴۱۰ vwxy
KFS_{13}	۵/۲۲۳ i-y	۶/۰۵۷ i-x	۸/۸۳۳ f-k	۳/۲۷۷ n-y	۲/۸۶۷ p-y
KFS_{15}	۳/۳۸۷ n-y	۸/۱۱۰ g-n	۶/۳۸۰ h-u	۳/۴۳۷ m-y	۱/۳۷۰ wxy
KFS_{16}	۶/۸۳۳ h-t	۱۰/۸۹ d-h	۳/۹۴۳ k-y	۴/۵۱۷ j-y	۱/۲۰۰ xy
KFS_{17}	۶/۰۵۷ h-x	۶/۳۳۳ h-v	۴/۳۹۰ j-y	۱/۵۳۰ u-y	۰/۶۵۰۰ y
KFS_{18}	۶/۱۶۷ h-w	۹/۱۱۰ e-j	۶/۳۹۰ h-u	۴/۰۱۰ k-y	۲/۳۵۷ r-y

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸: مقایسه میانگین برهمکنش طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۲/۴۱۰ e-j	۱/۸۹۰ h-p	۱/۳۱۰ o-w	۱/۲۵۷ o-w	۰/۲۹۶۷ y
KFS_2	۴/۸۲۰ a	۱/۴۳۳ n-v	۱/۸۸۰ h-p	۰/۸۷۶۷ t-y	۰/۶۶۶۷ vwxy
KFS_3	۲/۹۷۷ b-f	۱/۴۲۰ n-v	۱/۴۹۰ n-u	۱/۴۳۳ n-v	۰/۵۹۰۰ wxy
KFS_6	۳/۱۷۷ bcd	۱/۲۷۷ o-w	۱/۷۶۷ j-r	۱/۱۵۷ p-x	۰/۹۹۰۰ s-y
KFS_7	۳/۴۱۳ b	۱/۳۷۷ o-v	۱/۷۵۷ j-s	۱/۳۴۳ o-w	۱/۱۲۰ p-x
KFS_8	۳/۱۶۷ bcd	۱/۵۱۰ n-u	۱/۷۸۰ j-r	۱/۱۷۷ p-x	۰/۹۰۰۰ t-y
KFS_9	۳/۲۲۳ bc	۱/۸۹۰ h-p	۲/۲۸۷ f-m	۰/۸۳۳۳ u-y	۰/۴۵۶۷ xy
KFS_{10}	۳/۲۸۰ b	۲/۱۴۳ g-n	۱/۹۹۰ g-o	۰/۹۴۶۷ t-y	۰/۶۰۰۰ wxy
KFS_{11}	۳/۱۰۷ bcde	۲/۳۵۷ f-k	۱/۴۳۰ n-v	۰/۹۶۶۷ t-y	۱/۳۸۰ o-v
KFS_{12}	۲/۷۲۰ b-g	۲/۴۳۳ e-j	۱/۸۶۷ h-p	۱/۰۷۷ q-x	۱/۰۷۷ q-x
KFS_{13}	۲/۵۰۰ d-j	۱/۴۰۰ n-v	۱/۵۹۰ mu	۱/۳۲۳ o-w	۱/۰۲۰ r-y
KFS_{15}	۲/۳۳۷ f-l	۱/۶۲۳ k-t	۱/۶۰۰ l-u	۱/۳۵۰ o-w	۰/۸۷۰۰ t-y
KFS_{16}	۲/۵۳۷ c-i	۱/۴۳۳ n-v	۱/۲۴۳ o-w	۱/۱۳۷ p-x	۰/۶۰۰۰ wxy
KFS_{17}	۲/۵۵۷ c-h	۱/۹۷۷ h-o	۲/۵۰۰ d-j	۰/۹۰۰۰ t-y	۰/۴۶۶۷ xy
KFS_{18}	۲/۲۷۷ f-m	۱/۹۴۷ h-o	۱/۸۰۰ i-q	۱/۳۴۷ o-w	۰/۸۸۰۰ t-y

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

جدول ۹: مقایسه میانگین برهمکنش شاخص بنیه بذر لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۳/۲۱۷ m-z	۴/۱۰۳ l-u	۳/۵۷۰ n-x	۱/۹۹۳ s-z	۰/۴۶۳۳ z
KFS_2	۱۱/۵۱ b	۵/۷۰۰ h-n	۵/۷۵۷ h-n	۲/۹۹۷ o-z	۲/۲۵۷ r-z
KFS_3	۳/۹۸۰ k-y	۷/۸۳۷ d-h	۶/۲۴۳ g-m	۲/۷۰۷ q-z	۱/۵۷۰ t-z
KFS_6	۶/۷۲۳ d-l	۶/۹۳۰ f-k	۷/۶۹۰ d-i	۲/۱۲۰ s-z	۲/۹۵۳ o-z
KFS_7	۸/۶۶۳ b-f	۹/۸۵۰ bcd	۵/۸۶۰ h-n	۲/۸۸۰ p-z	۱/۸۵۳ s-z
KFS_8	۱۱/۰۲ bc	۶/۸۷۷ f-k	۴/۱۹۳ l-u	۲/۳۲۳ r-z	۱/۸۳۳ s-z
KFS_9	۱۶/۵۰ a	۱۰/۹۷ bc	۵/۰۵۷ i-q	۲/۷۲۰ q-z	۱/۲۱۷ wxyz
KFS_{10}	۱۵/۶۰ a	۱۰/۲۹ bc	۵/۳۴۷ h-q	۴/۲۲۷ l-t	۱/۳۲۷ v-z
KFS_{11}	۹/۶۰۷ bcd	۵/۷۸۷ h-n	۲/۷۳۰ q-z	۱/۳۰۳ v-z	۱/۵۱۷ u-z
KFS_{12}	۷/۱۷۳ d-j	۵/۷۰۳ h-n	۵/۰۵۷ j-q	۱/۲۱۷ wxyz	۰/۹۶۳۳ xyz
KFS_{13}	۴/۳۲۳ i-v	۳/۸۱۰ m-w	۶/۲۴۰ g-m	۱/۸۴۳ s-z	۱/۸۰۰ s-z
KFS_{15}	۴/۳۰۷ i-w	۵/۷۳۳ h-n	۳/۵۴۰ n-x	۲/۳۰۳ r-z	۰/۷۴۳۳ yz
KFS_{16}	۵/۷۸۷ f-n	۷/۳۲۳ e-j	۲/۷۸۰ p-z	۲/۶۸۳ q-z	۰/۴۸۰۰ z
KFS_{17}	۵/۵۷۰ f-o	۳/۷۲۳ m-w	۲/۹۰۰ p-z	۰/۵۹۶۷ yz	۰/۳۶۶۷ z
KFS_{18}	۴/۸۲۰ g-r	۵/۳۹۷ h-p	۳/۴۸۷ n-x	۲/۱۹۳ r-z	۱/۱۷۳ wxyz

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱۰: مقایسه میانگین برهمکنش وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم) لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۷۰/۰۰ g-p	۶۲/۰۰ cde	۵۵/۶۷ cde	۵۱/۰۰ cde	۳۲/۰۰ e
KFS_2	۱۴۵/۳ b-l	۷۷/۶۷ cde	۸۷/۰۰ bcde	۵۹/۰۰ cde	۶۱/۰۰ cde
KFS_3	۳۰۶/۷ a	۷۵/۶۷ cde	۶۱/۰۰ cde	۶۰/۰۰ cde	۳۸/۰۰ de
KFS_6	۱۳۱/۰ b-o	۸۰/۰۰ bcde	۸۵/۳۳ bcde	۶۰/۰۰ cde	۵۷/۰۰ cde
KFS_7	۲۱۹/۰ b	۱۳۴/۷ bcde	۱۲۷/۰ bcde	۱۱۵/۷ bcde	۸۳/۰۰ bcde
KFS_8	۱۸۳/۳ bcde	۱۱۲/۳ bcde	۱۰۷/۷ bcde	۷۰/۰۰ cde	۷۰/۰۰ cde
KFS_9	۱۷۷/۰ b-f	۹۸/۰۰ bcde	۹۲/۳۳ bcde	۵۴/۳۳ cde	۴۹/۰۰ cde
KFS_{10}	۱۵۶/۳ b-j	۱۱۱/۳ bcde	۱۰۶/۷ bcde	۶۸/۶۷ cde	۶۰/۰۰ cde
KFS_{11}	۲۱۸/۷ b	۱۱۴/۳ bcde	۷۱/۰۰ cde	۶۶/۶۷ cde	۸۶/۶۷ bcde
KFS_{12}	۱۶۰/۰ b-i	۷۹/۰۰ bcde	۸۰/۰۰ bcde	۷۱/۰۰ cde	۶۹/۰۰ cde
KFS_{13}	۶۵/۶۷ h-p	۶۳/۳۳ cde	۸۶/۳۳ bcde	۷۲/۳۳ cde	۸۷/۰۰ bcde
KFS_{15}	۱۰۸/۰ c-p	۷۳/۳۳ cde	۸۶/۶۷ bcde	۴۷/۰۰ cde	۶۷/۰۰ cde
KFS_{16}	۱۰۹/۰ c-p	۷۲/۳۳ cde	۷۱/۰۰ cde	۸۰/۰۰ bcde	۵۰/۰۰ cde
KFS_{17}	۱۰۹/۰ c-p	۷۳/۶۷ cde	۹۳/۳۳ bcde	۷۷/۰۰ cde	۴۵/۰۰ cde
KFS_{18}	۱۳۴/۳ b-n	۸۶/۶۷ bcde	۹۷/۶۷ bcde	۹۲/۰۰ bcde	۷۷/۰۰ cde

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

جدول ۱۱: مقایسه میانگین برهمکنش وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری

لاین	۰ بار	۳- بار	۶- بار	۹- بار	۱۲- بار
KFS_1	۴۵/۰۰ bcde	۱۴/۳۳ klm	۱۳/۰۰ klm	۱۵/۳۳ jklm	۱۸/۰۰ jklm
KFS_2	۴۹/۰۰ abc	۱۶/۶۷ jklm	۱۶/۶۷ jklm	۲۱/۰۰ i-m	۲۴/۶۷ hijk
KFS_3	۴۵/۰۰ bcde	۱۳/۰۰ klm	۱۵/۶۷ jklm	۱۷/۰۰ jklm	۱۹/۰۰ jklm
KFS_6	۵۴/۰۰ ab	۱۳/۰۰ klm	۱۶/۶۷ jklm	۱۲/۰۰ lm	۱۸/۰۰ jklm
KFS_7	۴۷/۰۰ abcd	۲۱/۰۰ h-m	۲۰/۰۰ i-m	۲۰/۰۰ i-m	۳۶/۰۰ efg
KFS_8	۵۲/۳۳ ab	۱۹/۰۰ jklm	۱۵/۶۷ jklm	۱۱/۳۳ m	۱۳/۳۳ klm
KFS_9	۴۸/۳۳ abc	۱۸/۰۰ jklm	۱۹/۰۰ jklm	۱۸/۰۰ jklm	۱۹/۰۰ jklm
KFS_{10}	۵۶/۶۷ a	۲۰/۰۰ i-m	۲۱/۰۰ i-m	۲۳/۶۷ h-m	۲۱/۰۰ i-m
KFS_{11}	۵۳/۳۳ ab	۱۸/۰۰ jklm	۲۰/۰۰ i-m	۲۳/۰۰ h-m	۱۹/۰۰ jklm
KFS_{12}	۵۰/۰۰ ab	۱۶/۳۳ jklm	۲۲/۳۳ h-m	۳۶/۶۷ defg	۱۸/۶۷ jklm
KFS_{13}	۴۸/۶۷ abc	۱۵/۶۷ jklm	۱۸/۰۰ jklm	۱۷/۰۰ jklm	۲۳/۰۰ h-m
KFS_{15}	۳۲/۶۷ fgh	۱۶/۶۷ jklm	۱۴/۳۳ klm	۱۴/۶۷ klm	۱۷/۰۰ jklm
KFS_{16}	۳۸/۶۷ cdef	۱۵/۶۷ jklm	۱۳/۰۰ klm	۲۰/۰۰i-m	۱۶/۶۷ jklm
KFS_{17}	۳۱/۶۷ fghi	۱۷/۶۷ jklm	۲۱/۰۰ i-m	۲۷/۰۰ ghij	۲۳/۳۳ h-m
KFS_{18}	۲۵/۰۰ hijk	۲۱/۰۰ h-m	۲۲/۰۰ h-m	۳۱/۶۷ fghi	۲۴/۳۳ hijk

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱۲: رتبه‌بندی لاین‌های سورگوم علوفه‌ای بر اساس صفات مختلف در شرایط تنش شوری و رتبه‌ی نهایی حاصل از آنها

لاین	درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	رتبه نهایی
KFS_1	۱۰/۵	۱/۵	۷	۵/۵	۴/۵	۶	۱/۵	۳/۵	۴۰
KFS_2	۴/۷۵	۱/۵	۷	۱/۵	۱	۲	۱/۵	۱/۷۵	۲۱
KFS_3	۶/۷۵	۱/۵	۶/۵	۳/۵	۳/۷۵	۵/۵	۱/۵	۲/۷۵	۳۱/۷۵
KFS_6	۱/۵	۱	۱/۷۵	۳/۵	۲/۵	۲/۵	۱/۵	۲/۷۵	۱۷
KFS_7	۳/۵	۱	۱/۵	۲/۵	۱/۷۵	۲	۱	۱	۱۴/۲۵
KFS_8	۴/۵	۱	۳/۷۵	۳/۵	۱/۷۵	۲/۵	۱/۵	۲/۷۵	۲۱/۲۵
KFS_9	۲/۵	۱	۴/۵	۱/۵	۱/۷۵	۱	۱/۵	۱/۷۵	۱۵/۵
KFS_{10}	۱	۱	۱/۷۵	۱	۱/۷۵	۱	۱/۵	۱	۱۰
KFS_{11}	۶/۷۵	۱	۱	۳/۵	۱/۵	۴/۵	۱/۵	۱/۵	۲۱/۲۵
KFS_{12}	۵/۷۵	۲	۲/۷۵	۳/۷۵	۱/۵	۳/۵	۱/۵	۱	۲۱/۷۵
KFS_{13}	۷/۷۵	۱	۱/۷۵	۴/۵	۳/۷۵	۴/۷۵	۲	۱/۷۵	۲۷/۲۵
KFS_{15}	۸/۸	۱	۳/۷۵	۵/۵	۳/۷۵	۵/۵	۱/۵	۴	۳۳/۸
KFS_{16}	۸/۷۵	۱	۱/۷۵	۴/۵	۵	۴/۵	۱/۵	۳/۵	۳۰/۵
KFS_{17}	۱۱	۱	۵/۵	۶	۲/۵	۶	۱/۵	۱/۷۵	۳۵/۲۵
KFS_{18}	۹/۷۵	۱	۲/۷۵	۳/۷۵	۲/۷۵	۴/۷۵	۱/۵	۱/۷۵	۲۸

منابع

آبنوس، م. ۱۳۸۰. بررسی فیزیولوژیکی اثرات تنش خشکی بر مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای ارقام عدس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی. دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد.

اسمعیلی‌پور، ن.، و مجدم، م. ۱۳۸۸. اثر هیدروپرایمینگ بذر در بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سورگوم شیرین تحت شرایط تنش شوری. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱(۳): ۵۹-۵۱.

خالص‌رو، ش.و آقاعلیخانی، م. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری و کم آبی بر جوانه‌زنی بذور سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۷: ۱۶۳-۱۵۳.

راشدمحصل، م.ح.، کافی، م. ۱۳۷۱. تولید بذر در محصولات زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۹ صفحه.

سرمدنیا، غ.، توکلی، ح. و قربانی، ع. ۱۳۶۷. بررسی مقاومت به خشکی توده‌های مختلف گندم دیم در مرحله جوانه‌زنی. مجموعه مقالات و نتایج اولین کنفرانس تحقیقات و بررسی مسائل دیم در ایران، دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد، ایران. ۸۰-۵۷.

Archive of SID

www.SID.ir

صمدانی، ب. ۱۳۸۰. واکنش ارقام مختلف ذرت خوشه‌ای شیرین به شوری محیط رشد و بررسی مکانیسم مقاومت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، ۱۱۸ ص.

فومن اجیرلو، ع.، و مجیدی هروان، ا. ۱۳۷۱. ارزیابی مقاومت به شوری ارقام سورگوم. مجله نهال و بذر. انتشارات مؤسسه تحقیقات و اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۸ (۵): ۹۸-۷۵.

Abdul-baki, A.A., and Anderson, J.D. 1975. Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science 13: 630-633.

Almodares, A., Hadi, M.R. and Dosti, B. 2007. Effects of salt on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. Journal of Biological Sciences 7(8): 1492-1495.

Anonymous. 2002. International cooperation Highlands regional program. Available on: URL:http//www.icarda.cgiar.Org.

Ayub, M., Nadeem, M.A, Tanvir, A. Tahir, M. and Khan, R.M.A. 2007. Interactive effect of different nitrogen levels and seeding rates on fodder yield and quality of pearl millet. Pakistan Journal of Agricultural Science 44: 592-596.

Chauhan, R.R., Chaudhary, R. Singh, A. and Singh, P.K. 2012. Salt tolerance of *Sorghum bicolor* cultivars during germination and seedling growth. Research Journal of Recent Sciences 1(3): 1-10.

Ellis, R.A., and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology 9: 373-409.

Fenando, E.P., Boero, C. Gallardo, M. and Gonzalez, J. 2000. Effect of NaCl on germination, growth and soluble suger content in *Chenopodium quinona* seeds. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 27-34.

Greenway, H., and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Annuals Review of Plant Physiology 31:149–190.

Hardegree, S.P., and Emmerich, W.E. 1990. Partitioning water potential and specific salt effect on seed germination of four grasses. Annuals of Botany 65: 587-585.

Iraki, S.N., Bressan, R.A. and Carpita, N.C. 1989. Cell walls of tobacco cells and changes in composition associated with reduced growth upon adaptation to water and saline stress. Plant Physiology 91: 48-53.

ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International rules for seed testing rules. Seed Science and Technology. 24, Supplement. 155-202.

Katergi, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Karam, F. and Mastrortilli, M. 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. Agriculture of Water Management 26: 81-91.

Archive of SID

www.SID.ir

Kotowski, F. 1926. Temperature relation to germination of vegetable seeds. Proceeding of American Society of Horticulture Science 23: 176-184.

Petruzzelli, L., Melillo, M.T. Zache, T.B. and Taranto, G. 1991. The sensivity of germination *Triticum durum* L. kernels to saline environments. Seed Science Research 1: 105-111.

Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science 24: 1192-1199.

Shinha, A., and Gupta, S.R. 1982. Effect of osmotic tension and salt stress on germination of three grass species. Plant and Soil 69: 13-19.

Siti Aishah, H., Saberi, A.R. Halim, R.A. and Zaharah, A.R. 2010. Salinity effects on germination of forage sorghums. Journal of Agronomy 9 (4): 169-174.

Archive of SID

www.SID.ir