

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 پذیرش: ۹۱/۰۸/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۵/۰۳

چکیده

این تحقیق به منظور شناسایی لاین‌های متحمل سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش شوری به صورت 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 KFS₁₀ 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 KFS₁₀ به‌عنوان لاین متحمل به شوری بهترین امتیاز را نشان داد و لاین KFS₁ در پایین‌ترین رتبه از نظر تحمل به شوری قرار گرفت.

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

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). به‌طور کلی، مقاومت به تنش در تمام مراحل زندگی گیاه اهمیت دارد و بدیهی است که اولین مرحله، مرحله جوانه‌زنی است. از آنجاکه عملکرد از نظر کمی و کیفی به میزان و درصد سبز شدن و هم‌چنین 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 چغندر قند 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

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. از آنجاکه 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 (KFS₁، KFS₂، KFS₃، KFS₆، KFS₇، KFS₈، KFS₉، KFS₁₀، KFS₁₁، KFS₁₂، KFS₁₃، KFS₁₅، KFS₁₆، KFS₁₇ و KFS₁₈) 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):

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه‌زده در دوره آزمایش}}{\text{کل بذور کاشته شده}} \times 100$$

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

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

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):

$$G.S = \frac{\sum n}{\sum n \times DN} \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$

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):

$$V_i = \frac{\%Gr \times MSH}{100} \quad \text{رابطه (۴)}$$

V_i: 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.

Mean germination time^۱

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

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 KFS₁₁ 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 KFS₁₁ و در سطح شوری ۱۲- بار مربوط به لاین KFS₇ بود و لاین KFS₁ 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 KFS₁₀ (۸/۵۴ سانتی‌متر) بود. در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری در سطح شاهد لاین‌های KFS₁₁، KFS₁₀، و KFS₉ بیش‌ترین طول ریشه‌چه و در سطح ۱۲- بار لاین KFS₂ نسبت به لاین‌های دیگر بیش‌ترین و لاین‌های KFS₁ و KFS₁₇ 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 KFS₂ (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 KFS₂ بیش‌ترین و لاین KFS₁₈ کم‌ترین طول ساقه‌چه و لاین KFS₁₁ در سطح ۱۲- بار نسبت به لاین‌های دیگر بیش‌ترین و لاین KFS₁ 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 طول شدن و رشد سلول نقش دارند کاهش یافته است و در عوض بعضی از

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 KFS₉ و KFS₁₀ بیش‌ترین و لاین‌های KFS₁ و KFS₁₇ کم‌ترین شاخص بنیه بذر را داشتند (جدول ۳). در مقایسه میانگین اثر متقابل لاین با تنش شوری در سطح شاهد لاین‌های KFS₉ و KFS₁₀ بیش‌ترین و لاین KFS₁ کم‌ترین شاخص بنیه بذر را نشان داد. در شوری ۱۲- بار بیش‌ترین شاخص بنیه بذر به KFS₆ اختصاص یافت (جدول ۹). کاهش بنیه بذر در شرایط تنش شوری در سورگوم و ارزن (خالص‌رو و آقالیخانی، 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 KFS₇ (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 KFS₃ و کم‌ترین به KFS₁ اختصاص یافت، بیش‌ترین وزن تر گیاهچه در سطح خشکی ۱۲- بار به لاین‌های KFS₇، KFS₁₁ و KFS₁₃ 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 KFS₇، KFS₁₀ و KFS₁₂ بود (جدول ۳). اما کم‌ترین وزن خشک گیاهچه به KFS₁₅ اختصاص یافت. در مقایسه میانگین برهمکنش لاین با تنش شوری، بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه در سطح شاهد به KFS₁₀ و در شوری ۱۲- بار مربوط به لاین KFS₇ بود (جدول ۱۱). 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. 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 KFS₁₀ با کسب رتبه ۱۰ کم‌ترین امتیاز را به خود اختصاص داد و بنابراین متحمل به شوری و لاین KFS₁ با کسب رتبه ۴۰ با بیش‌ترین امتیاز حساس به شوری می‌باشد. به‌طورکلی کاهش جوانه‌زنی و رشد دانه‌ها، با افزایش میزان غلظت شوری در محیط، در نتیجه اثرات فیزیوشیمیایی یا به‌واسطه اثر سمی - 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 آبیگری 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 (Hardegee 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 KFS₁₀ 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 KFS₁₀ به‌عنوان لاین متحمل به شوری بهترین امتیاز را نشان داد و لاین KFS₁ در پایین‌ترین رتبه از نظر تحمل به شوری قرار گرفت. بنابراین برای تحقیقات تکمیلی لاین KFS₁₀ توصیه می‌شود.

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
ضرب 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.

رتبه‌بندی نیشی بر اساس روش برای نیشی به نیشی

رتبه‌بندی نیشی	نیشی	نیشی	نیشی	نیشی	نیشی	نیشی	نیشی	نیشی
۱	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹	۱۰۲/۹
۲	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰	۸۹/۰۰
۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳	۱۰۸/۳
۴	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳
۵	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰	۲۵/۴۰
۶	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰	۱۲/۸۰
۷	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳	۲۲/۳۳
۸	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۹	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷
۱۰	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷
۱۱	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۱۲	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷	۲۸/۴۷
۱۳	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۱۴	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۱۵	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۱۶	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۱۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷
۱۸	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷	۲۴/۴۷

رتبه‌بندی نیشی بر اساس روش برای نیشی به نیشی

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

لاین	بار ۰	بار ۳-	بار ۶-	بار ۹-	بار ۱۲-
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	بار ۰	بار ۳-	بار ۶-	بار ۹-	بار ۱۲-
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.

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

لاین	بار ۰	بار ۳	بار ۶	بار ۹	بار ۱۲
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	بار ۰	بار ۳	بار ۶	بار ۹	بار ۱۲
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.

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

لاین	بار ۰	بار ۳	بار ۶	بار ۹	بار ۱۲
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	بار ۰	بار ۳	بار ۶	بار ۹	بار ۱۲
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.

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

لاین	بار ۰	بار ۳	بار ۶	بار ۹	بار ۱۲
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	بار ۰	بار ۳	بار ۶	بار ۹	بار ۱۲
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	۲۰/۰۰ i-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.

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

رتبه	وزن خشک	وزن تر	شاخص	طول	طول	سرعت	متوسط زمان	درصد	لاین
نهایی	گیاهچه	گیاهچه	بنیه بذر	ساقه‌چه	ریشه‌چه	جوانه‌زنی	جوانه‌زنی	جوانه‌زنی	
۴۰	۳/۵	۱/۵	۶	۴/۵	۵/۵	۷	۱/۵	۱۰/۵	KFS ₁
۲۱	۱/۷۵	۱/۵	۲	۱	۱/۵	۷	۱/۵	۴/۷۵	KFS ₂
۳۱/۷۵	۲/۷۵	۱/۵	۵/۵	۳/۷۵	۳/۵	۶/۵	۱/۵	۶/۷۵	KFS ₃
۱۷	۲/۷۵	۱/۵	۲/۵	۲/۵	۳/۵	۱/۷۵	۱	۱/۵	KFS ₆
۱۴/۲۵	۱	۱	۲	۱/۷۵	۲/۵	۱/۵	۱	۳/۵	KFS ₇
۲۱/۲۵	۲/۷۵	۱/۵	۲/۵	۱/۷۵	۳/۵	۳/۷۵	۱	۴/۵	KFS ₈
۱۵/۵	۱/۷۵	۱/۵	۱	۱/۷۵	۱/۵	۴/۵	۱	۲/۵	KFS ₉
۱۰	۱	۱/۵	۱	۱/۷۵	۱	۱/۷۵	۱	۱	KFS ₁₀
۲۱/۲۵	۱/۵	۱/۵	۴/۵	۱/۵	۳/۵	۱	۱	۶/۷۵	KFS ₁₁
۲۱/۷۵	۱	۱/۵	۳/۵	۱/۵	۳/۷۵	۲/۷۵	۲	۵/۷۵	KFS ₁₂
۲۷/۲۵	۱/۷۵	۲	۴/۷۵	۳/۷۵	۴/۵	۱/۷۵	۱	۷/۷۵	KFS ₁₃
۳۳/۸	۴	۱/۵	۵/۵	۳/۷۵	۵/۵	۳/۷۵	۱	۸/۸	KFS ₁₅
۳۰/۵	۳/۵	۱/۵	۴/۵	۵	۴/۵	۱/۷۵	۱	۸/۷۵	KFS ₁₆
۳۵/۲۵	۱/۷۵	۱/۵	۶	۲/۵	۶	۵/۵	۱	۱۱	KFS ₁₇
۲۸	۱/۷۵	۱/۵	۴/۷۵	۲/۷۵	۳/۷۵	۲/۷۵	۱	۹/۷۵	KFS ₁₈

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 ارزش 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.

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): ۷۵-۹۸.

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 sugar 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 Mastrotili, 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.

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.