DOI: 10.22034/ijsst.2017.108162

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد پنجم، شماره ۲، پائیز و زمستان ۹۵
شماره صفحه: ۷۵- ۶۵

بررسی شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه لاین‌ها و ارقام سورگوم در شرایط تنش شوری

احسان شاکری[۱]، یحیی امام[۱*]، مریم جهانی دوقزلو[۱] و سیدعلی طباطبایی[۲]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهچه سورگوم، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه غلات دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شیراز، بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل ۵ سطح شوری (شاهد، ۳/۵، ۶/۵، ۹/۵ و ۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و ۴۴ نوع بذر سورگوم بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد سطوح مختلف شوری اثر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی از جمله سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه‌ی بذر داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد لاین KDFGS19 از نظر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی (۸۶٪)، طول گیاهچه (۳۸۶/۲ میلی‌متر) و شاخص بنیه‌ی بذر (۳۳۲/۳۳) و رقم قلمی هرات از لحاظ سرعت جوانه‌زنی (۱۲/۶ تعداد در روز) بیشترین میزان را به خود اختصاص دادند. مقایسه گروهی بین لاین‌ها و ارقام نشان دادکه در تمامی شاخص‌های مورد بررسی (به استثنای وزن خشک گیاهچه) بین این دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود داشت بطوری‌که میانگین شاخص سرعت و درصد جوانه‌زنی در لاین‌ها، و میانگین طول گیاهچه و شاخص بنیه‌ی بذر در ارقام برتری نشان دادند.

کلمات کلیدی: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر ، مقایسات گروهی.

مقدمه

در محیط پیرامون گیاه تنش‌های زنده و غیرزنده متعددی بر گیاه اثر می‌گذارد (Cramer *et al.*, 2011)، که در این میان تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده‌ی محیطی دربرابر رشد و تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود (Patane *et al.*, 2013). سالانه حدود ۲ میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی به زمین‌های شور تبدیل می‌شوند که فاقد کارایی برای تولید محصول شده و یا تولید در آن‌ها کاهش می‌یابد (Ashraf & Foolad, 2007). گزارش شده است کشور ایران با دارا بودن ۶/۸ میلیون هکتار اراضی شور یکی از کشورهایی است که به درجات مختلف دچار مشکل شوری و قلیائیت است (Ranjbar and Pirasteh-Anosheh, 2015). در بسیاری از گیاهان زراعی تحمل به تنش شوری در هر یک از مراحل رشدی گیاه با سایر مراحل متفاوت است. بنابراین حساسیت یا تحمل به شوری باید در سه مرحله‌ی رشدی جوانه زنی، رشد رویشی و رشد زایشی مورد بررسی قرار گیرد (Koca *et al.*, 2007) که به نظر می‌رسد مرحله‌ی جوانه‌زنی به دلیل اثر

*نویسنده مسئول: یحیی امام، نشانی: شیراز – کیلومتر ۱۲ جاده شیراز-اصفهان – منطقه باجگاه – دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز-گروه زراعت و اصلاح نباتات

E-mail: yaemam@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۵

تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۳/۰۲

مستقیم آن بر استقرار اولیه گیاه مهم‌ترین مرحله می‌باشد (Maas *et al*., 1986; Demir Kaya *et al*., 2006; Patane *et al*, 2009).

جوانه‌زنی و ویژگی‌های گیاهچه مهم‌ترین معیار مورد استفاده برای انتخاب گیاهان و یا ارقام متحمل به شوری می‌باشد. در این راستا ویژگی‌هایی ازجمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مورد بررسی قرار می‌گیرد (Endalew, *et al*., 2013). سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) بعد از گندم، برنج، ذرت و جو پنجمین غله‌ی مهم دنیاست. این گیاه چهار کربنه بیشتر در مناطق گرم و خشکی که شوری به عنوان یک مشکل مهم مطرح است کشت می‌شود (Emam, 2013). سورگوم از لحاظ درجه تحمل به شوری نیز به عنوان یک گیاه نیمه متحمل با آستانه‌ی شوری ۶/۸ دسی‌زیمنس بر متر شناخته شده است (Maas *et al*., 1986; Ahrar *et al*., 2010). در بین ارقام یک گونه زراعی، تحمل به تنش شوری می‌تواند بسیار متفاوت باشد.گزارش شده است تنش شوری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی (Igartua *et al*., 1994)، رشد و عملکرد سورگوم می‌شود (Macharia *et al*., 1994). همچنین بیان شده است شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی سورگوم در مقایسه با سایر مراحل رشدی آن، آسیب جدی‌تری به گیاه وارد می‌کند (Macharia *et al*., 1994). گزارش‌های متعددی مبنی براینکه شوری موجب کاهش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه، درصد گیاهچه‌ی طبیعی در سورگوم می‌شود وجود دارد (Azadi *et al*., 2013، Esmaelipour and Mojadam, 2009، Sam *et al*., 2014). آناقلی و همکاران (Anagholi *et al*., 2010) گزارش کردند که، در شرایط آزمایشگاهی با افزایش شوری محیط کشت، T_{50} (مدت زمان لازم برای ۵۰ ٪ جوانه‌زنی) افزایش یافت. در پژوهش دیگری بر روی سه رقم سورگوم، مشاهده شد که در سطوح پایین شوری (۲ دسی زیمنس بر متر) جوانه‌زنی سورگوم افزایش یافت، اما با افزایش سطح شوری (۴، ۸ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر) جوانه‌زنی بذر به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که در بالاترین سطح شوری جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های جوان به شدت کاهش یافت (Naim *et al*., 2012). با توجه به بررسی‌های انجام شده و اهمیت گیاه سورگوم به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان قابل کشت در اراضی شور، پژوهش حاضر در راستای مقایسه لاین‌ها و ارقام رایج سورگوم موجود در کشور از نظر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور فراهم آوردن شرایط کنترل شده و امکان ارزیابی سریع و دقیق جوانه‌زنی گیاه سورگوم در شرایط تنش شوری، این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه غلات بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شیراز، به صورت فاکتوریل درقالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش تیمارهای آزمایش شامل سطوح شوری ۰/۵ (آب شهر به عنوان شاهد)، ۳/۵، ۶/۵، ۹/۵و ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر و ۳۰ لاین امید بخش و ۱۸ رقم اصلاح شده سورگوم دومنظوره علوفه‌ای-دانه‌ای بود که در شرایط آب و هوایی ایران اصلاح و تولید شده‌اند و فهرست نام آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. به طور کلی لاین‌های مورد استفاده در این آزمایش (KDFGS1-KDFGS30) طی یک برنامه به‌نژادی در سال ۱۳۹۲ در مؤسسه

تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تولید شده‌اند. ارقام مورد بررسی نیز شامل ارقام Jumbo، Nectar، Speed-feed و Sugar graze (ارقام استرالیایی)، رقم Super dun (رقم آمریکایی)، ارقام KFS1، KFS2، KFS4 (ارقام خالص داخلی)، رقم KFS3 (در سال ۱۳۸۵ به عنوان رقم پگاه معرفی شد)، رقم قلمی هرات (یک نمونه بومی بوده و از طریق انتخاب بوته و خود تلقیحی خالص گردیده و هم-اکنون در نواحی شمال کشور مورد کشت و کار قرار می‌گیرد)، ارقام اسپیدفید مغان و امیدیان سیستان (مانند رقم قلمی هرات از نمونه بومی انتخاب و خالص گردیده‌اند) و ارقام سپیده و کیمیا (ارقام دانه-ای که در ایران اصلاح و معرفی شده‌اند) بودند. شایان ذکر است که ارقام ۳۱، ۳۴، ۳۵ و ۳۹ به دلیل عدم جوانه‌زنی از آزمایش حذف شدند. شوری محیط کشت به نسبت جرمی۲ به ۱ با نمکهای کلرید سدیم[1] (۲ واحد) و کلرید کلسیم[2] (۱ واحد) که غالب‌ترین نمک‌های محلول در اراضی شور ایران می‌باشند به صورت مصنوعی ایجاد گردید. ابتدا پتری‌ها را در محلول هیپوکلریت سدیم (وایتکس) ۱۰ ٪ به مدت ۲۰ دقیقه غوطه ور و ضد عفونی نموده و سپس پتری‌ها با آب مقطر شستشو و خشک شدند. در این آزمایش برای هر سطح تنش ۲۵ عدد بذر یکنواخت انتخاب و ابتدا با آب مقطر شسته شده و بعد با محلول ۵ ٪ هیپوکلریت سدیم به مدت ۳۰ ثانیه استریل و مجدداً با آب مقطر شستشو داده شدند. به هر پتری دیش ۲۰ سانتی‌متر مکعب از محلول تهیه شده اضافه گردید و در ژرمیناتور در دمای ۱± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ ٪ در شرایط تاریکی قرار گرفت. ۲۴ ساعت بعد شمارش بذرهای جوانه زده آغاز شد و تا روز دهم (از زمان آغاز آزمایش) ادامه پیدا کرد؛ در روز آخر علاوه بر شمارش نهایی بذور جوانه زده، وزن خشک ، طول ریشه‌چه و ساقه-چه گیاهچه‌ها اندازه‌گیری گردید.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد. که در آن، (GP)[3] درصد جوانه‌زنی، 'N تعداد بذرهای جوانه‌زده و N تعداد کل بذر می‌باشد: (Belcher and Miller, 1974)

$$GP = 100(N'/N)$$

به‌منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962) و نیز متوسط زمان جوانه‌زنی (Bradford, 1986) از رابطه‌های زیر استفاده شد. که در این روابط (GR)[4] سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز)، S_i تعدادبذر جوانه‌زده در هرشمارش، D_i تعداد روز تا شمارش n ام، n تعداد دفعات شمارش، n_d تعداد بذور جوانه‌زده در روز d ام، d شماره روز جوانه‌زنی (از زمان کاشت) و (MGT)[5] میانگین زمان جوانه‌زنی است:

$$MGT = \frac{\sum nd\, d}{\sum nd}$$

$$GR = \sum_{i=1}^{n} Si/Di$$

همچنین برای محاسبه شاخص بنیه‌ی بذر (VI)[6] از رابطه زیراستفاده شد. که در آن، R میانگین طول ریشه‌چه (میلی‌متر) و s میانگین طول ساقه‌چه (میلی-متر) است (Alizadeh, 1997).

VI=(R+S)GP.100

1. NaCl
2.CaCl2

3. Germination Percentage
4. Germination Rate
5. Mean Germination Time
6. Vigor Index

به منظور نرمال شدن توزیع داده‌های درصد جوانه زنی در تجزیه واریانس، از تبدیل زاویه‌ای $Arc\sin\sqrt{x}$ استفاده گردید. برای انجام محاسبات آماری و تجزیه واریانس از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

جدول ۱- اسامی ارقام و لاین‌های سورگوم علوفه‌ای و دانه‌ای (دو منظوره) مورد استفاده در پژوهش

Table 1- Name of Sorghum cultivars and lines used in present experiment

Line KDFGS1	1
" KDFGS2	2
" KDFGS3	3
" KDFGS4	4
" KDFGS5	5
" KDFGS6	6
" KDFGS7	7
" KDFGS8	8
" KDFGS9	9
" KDFGS10	10
" KDFGS11	11
" KDFGS12	12
" KDFGS13	13
" KDFGS14	14
" KDFGS15	15
" KDFGS16	16
" KDFGS17	17
" KDFGS18	18
" KDFGS19	19
" KDFGS20	20
" KDFGS21	21
" KDFGS22	22
" KDFGS23	23
" KDFGS24	24
" KDFGS25	25
" KDFGS26	26
" KDFGS27	27
Line KDFGS28	28
" KDFGS29	29
" KDFGS30	30
Jumbo رقم جامبو	31
" Nectar نکتار	32
" Speed feed اسپیدفید	33
" Sugar graze شوگرگریز	34
" Super dun سوپردان	35
" Omidian (Sistan) پاکستانی امیدیان (سیستان)	36
" Ghalami Herat قلمی هرات	37
" Pegah پگاه	38
" Tabas بومی طبس	39
" Sepideh سپیده	40
KFS1 "	41
KFS2 "	42
KFS4"	43
"Broom corn جارویی	44
"Sweet Sorghum سورگوم شیرین	45
"Kimia کیمیا	46
" Foreign خارجی	47
" Speed feed (Moghan) اسپیدفید مغان	48

جدول۲- میانگین مربعات صفت‌های مورد بررسی درآزمایش جوانه زنی

Table 2- Mean squares for traits investigated in germination experiment

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean squares) سرعت جوانه‌زنی Germination rate	درصدجوانه‌زنی Germination percentage	میانگین زمان جوانه-زنی Mean germination Time	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Dry seedling weight	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
لاین/رقم Cultivar/Line	43	55.17 **	3054.52 **	1.42 **	53456.23**	0.11 **	35160.27**
شوری Salinity	4	42.56 **	709.73**	0.62 **	217900.24**	1.61 **	99696.03**
رقم×شوری Cultivar×Salinity	172	1.89 ns	161.53 ns	0.12 ns	2144.7 **	0.01 **	1801.16 **
خطا Error	220	1.81	162.61	0.11	128.47	0.01	705.3
ضریب تغییرات (٪) C.V.		26.69	21.91	27.48	5.66	16.84	22.85

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: Non-significant, * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تنش شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر تمام صفات اندازه-گیری شده داشت. همچنین صفات طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه بذر تحت تاثیر متقابل شوری و رقم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت درحالی‌که این اثر بر درصد، سرعت و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد افزایش شوری باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی و کاهش شاخص‌های جوانه-زنی ازجمله سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه‌ی بذر شد، به‌طوری که در شوری ۰/۵دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین و در شوری ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر کم‌ترین میانگین برای همه صفات، و بیش‌ترین مقدار برای میانگین زمان جوانه‌زنی (۱/۳۳روز) مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد که لاین ۱۹ (KDFGS19) از نظر شاخص‌هایی همچون درصد جوانه‌زنی (۸۶٪)، طول (۳۸۶/۲ میلی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (۰/۵۸. گرم) و همچنین شاخص بنیه-ی بذر (۳۳۲/۳۳) و رقم ۳۷ (قلمی هرات) از نظر سرعت جوانه‌زنی (۱۲/۶ بذر در روز) بیش‌ترین میانگین را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین میانگین سرعت (۱/۲۶ بذر در روز) و درصد جوانه‌زنی (۱۸٪) مربوط به رقم ۴۳ (KFS4)، و کم‌ترین میانگین طول (۶۷/۶۵ میلی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (۰/۲۴ گرم) و شاخص بنیه بذر (۳۵/۸۵) مربوط به رقم ۳۶ (سورگوم علوفه ای پاکستانی امیدیان (سیستان)) بود (جدول ۴).

نتایج اثر متقابل شوری و رقم نشان داد که تقریباً در تمام ارقام با افزایش سطح شوری، طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه‌ی بذر به نحو معنی-داری کاهش یافت. بیش‌ترین میانگین شاخص بنیه بذر و طول گیاهچه در لاین ۱۹ و شوری شاهد با میانگین ۰/۷۵ و ۵۱۴/۳ میلی‌متر و کم‌ترین آن به-ترتیب صفت، در رقم ۳۶ (سورگوم علوفه ای پاکستانی امیدیان (سیستان)) با میانگین ۰/۳۶و لاین

۱۶ (KDFGS16) با میانگین ۱۴/۴ میلی‌متر در شوری ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد، اما از نظر شاخص‌های دیگر نظیر سرعت و درصد جوانه‌زنی نتایج متغیر بود، به طوری‌که در برخی ارقام در سطوح شوری بالا کاهش و در برخی بصورت غیرمعنی‌دار افزایش یافت. بیش‌ترین سرعت جوانه-زنی در رقم ۳۷ (قلمی هرات) در شوری شاهد با میانگین ۱۳/۲۵ بذر در روز و کم‌ترین آن در لاین ۱۴ (KDFGS14) و ۲۵ (KDFGS25) با میانگین ۰/۹۱ بذر در روز در شوری ۱۲/۵ دسی زیمنس بر متر، همچنین بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در لاین ۲ (KDFGS2) در شوری شاهد (۹۳/۳۴ درصد) و کم‌ترین آن در لاین ۲۵ (KDFGS25) در شوری ۹/۵دسی زیمنس بر متر مشاهده شد.

جدول۳- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی مورد بررسی سورگوم درشوری‌های مختلف

Table 3- Mean comparison of germination traits of sorghum at different salinity levels

شوری Salinity	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	جوانه‌زنی (٪) Germination percentage	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول گیاهچه (میلی-متر) Seedling length (mm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Dry seedling weight (g)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
0.5	6.07	62.50	1.20	268.40	0.68	165.66
3.5	5.20	59.39	1.12	227.85	0.53	128.74
6.5	5.06	57.34	1.29	194.69	0.46	113.87
9.5	4.71	56.28	1.28	168.61	0.40	95.00
12.5	4.17	55.37	1.33	141.37	0.33	77.81
LSD (0.05)	0.39	3.78	0.1	3.37	0.02	7.89

همانگونه که ذکر شد در برخی ارقام یا لاین‌ها روند مشاهده شده متفاوت بود. به طور مثال در رقم ۴۱ (KFS1) سرعت جوانه‌زنی در شوری شاهد ۲/۸۳ بذر در روز بود در حالی که در شوری ۹/۵ دسی زیمنس بر متر سرعت جوانه‌زنی با حدود ۵/۷۵ بذر در روز، بطور معنی‌داری افزایش یافت.

با افزایش سطح شوری میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت، به طور مثال این افزایش در لاین ۴ (KDFGS4) (۳۱/۳۳ ٪) و ارقام ۳۲ (نکتار) (۳۶/۱۴ ٪)، ۳۳ (اسپیدفید) (۲۵/۷۱ ٪) و ۴۸ (اسپیدفید مغان داخلی) (۴۸/۹۵ ٪) معنی‌دار بود. شایان ذکر است که در لاین ۲۵ (KDFGS25) با افزایش سطح شوری میانگین زمان جوانه‌زنی از ۰/۸۷ (روز) در شوری شاهد به ۰/۲ (روز) در شوری ۹/۵ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. این بدین مفهوم است که افزایش شوری در این لاین موجب تسریع فرآیند جوانه‌زنی گردیده است.

مقایسات گروهی لاین‌ها و ارقام نشان داد که در تمام شاخص‌های مورد بررسی (به استثنای وزن خشک گیاهچه) بین این دو گروه تفاوت معنی‌داری وجود داشت بطوری‌که میانگین شاخص سرعت و درصد جوانه‌زنی در لاین‌ها، و میانگین طول گیاهچه و شاخص بنیه‌ی بذر در ارقام بیشتر بود (جدول ۵).

جدول۴- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی در ارقام مختلف سورگوم تحت تنش شوری

Table 4-Mean comparison of germination traits of different Sorghum cultivars under salinity stress

رقم.لاین Cultivar.Line	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	میانگین زمان جوانه-زنی (روز) Mean germination time (day)	طول گیاهچه (میلی-متر) Seedling length (mm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Dry seedling weight (g)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
1	5.2	60	1.35	114.32	0.66	68.77
2	6.92	79.33	1.86	132.12	0.55	108.88
3	3.62	52	1.47	119.97	0.55	67.26
4	4.61	70.67	2.03	114.58	0.48	80.53
5	6.66	74.67	1.55	114.64	0.51	85.83
6	5.46	71.33	1.87	121.97	0.57	87.8
7	5.03	56	1.12	104.93	0.59	57.89
8	4.66	58	1.29	102.88	0.5	60.35
9	6.27	71.33	1.58	92.73	0.55	67.29
10	4.7	50.67	1.09	90.83	0.51	48.03
11	5.48	73.33	1.71	98.1	0.45	74.26
12	6.69	73.34	1.48	136.96	0.47	103.46
13	5.86	67.33	1.31	160.87	0.55	109.51
14	1.79	26	0.65	195.78	0.34	53.65
15	4.57	40.67	0.63	198.93	0.46	82.77
16	7.94	76.67	1.31	225.57	0.51	164.74
17	8.84	76.67	1.23	210.81	0.47	163.62
18	5.19	58	1.2	193.39	0.45	116.51
19	10.78	86	1.23	386.2	0.58	332.33
20	6.85	78	1.57	242.5	0.54	191.67
21	3.48	38.67	0.79	223.1	0.44	85.36
22	3.81	46	1	261.43	0.51	122.59
23	3.19	46	1.09	238.49	0.53	110.35
24	2.79	44	1.11	261.38	0.59	116.36
25	2.56	28.67	0.59	290.27	0.51	88.63
26	5.53	66.67	1.37	314.01	0.56	206.83
27	6.61	84	1.87	256.2	0.37	212.12
28	2.64	43.33	1.25	223.23	0.4	101.51
29	5.19	74.67	1.76	150.47	0.33	115.47
30	4.36	63.33	1.51	218.68	0.31	140.33

ادامه جدول ۴-

رقم.لاین Cultivar.Line	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	جوانه‌زنی (٪) Germination percentage (%)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Dry seedling weight (g)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
32	2.02	34.67	0.97	166.44	0.6	57.53
33	3.15	56	1.63	157.44	0.49	88.04
36	5.29	49.33	0.81	67.65	0.24	35.85
37	12.6	86	0.9	268.45	0.75	231.05
38	4.87	50	0.89	238.87	0.42	119.52
40	2.83	46	1.19	247.14	0.57	113.35
41	3.73	48.67	1.04	279.48	0.45	135.41
42	3.63	49.33	1.1	263.26	0.5	129.83
43	1.26	18	0.4	249.8	0.42	44.9
44	4.37	67.33	1.65	292.06	0.25	196.38
45	8.66	80.67	1.4	243.43	0.59	196.43
46	3.09	38.67	0.85	253.95	0.32	98.43
47	1.79	33.33	1.02	243.31	0.38	81.32
48	7.28	66.67	1.13	241.51	0.43	160.74
LSD(0.05)	1.3	11.23	0.37	9.99	0.07	23.41

جدول۵- مقایسات گروهی ارقام با لاین‌های امید بخش

Table 5- Orthogonal contrast for promising lines and cultivars

مقایسات گروهی Orthogonal contrast	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بر روز) Germination rate (1/day)	جوانه‌زنی (٪) Germination percentage	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Dry seedling weight (g)	شاخص بنیه بذر Seed vigor index
لاین‌های امید بخش Promising lines	5.24	61.18	1.33	186.51	0.49	114.16
ارقام Cultivars	4.61	51.76	1.07	229.48	0.46	120.63

بحث

به‌طور کلی کاهش درصد جوانه‌زنی ارقام سورگوم در شرایط تنش شوری بیانگر حساسیت نسبی این ارقام به شوری می‌باشد که این مطلب توسط پژوهش‌گران دیگری نیز مورد توجه قرارگرفته است (Almodares *et al.*, 2007; Siti Aishah *et al.*, 2010). مس و همکاران (Mass *et al.*, 1986)، نیز ضمن اشاره به تفاوت سرعت جوانه‌زنی ارقام سورگوم در اثر تنش شوری، عنوان کردند که این گیاه در مراحل مختلف رشدی به تنش شوری مقاومت‌های متفاوتی را نشان می دهد. جوانه‌زنی اولین و حساس‌ترین مرحله رشد و نمو گیاهی می‌باشد، همچنین یکنواختی جوانه‌زنی،

میانگین زمان جوانه‌زنی و سبزشدن نیز از عوامل مهم کیفیت بذر می‌باشند (Soltani, *et al.*, 2006).

دیانتی تیلکی و همکاران (Dianati-Tilaki *et al.*, 2011)، مشاهده کردند که افزایش شوری (از ۰ تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر)، باعث افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی و کاهش درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذرهای *Festuca ovina* (نوعی از گراس‌های مرتعی) شد. اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌تواند به‌دلیل اثرات اسمزی (پتانسیل اسمزی پایین)، بهم خوردن تعادل غذایی، تاثیر یون‌های خاص، سمیت یونی و یا ترکیبی از این چهار عامل باشد که ممکن است جنبه‌های مختلف متابولیزم گیاه را تحت تاثیر قرار دهد (Houle *et al.*, 2001). در آزمایشی که روی ارقام گندم تحت اثر تنش شوری انجام شد، نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری سرعت جوانه‌زنی کاهش و میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. همچنین در این آزمایش ارقام مختلف گندم در سطوح شوری مختلف، پاسخ‌های متفاوتی از خود نشان دادند و تحمل‌های متفاوتی داشتند (Gholinezhad, 2011). یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به شوری گیاهان، سرعت جوانه زنی آن‌ها است، به طوریکه که ارقام با سرعت جوانه زنی بالا در شرایط تنش شوری امکان سبزشدن سریع تری را نسبت به سایر ارقام دارند. به نظر می‌رسد سرعت جوانه زنی 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 (Abnous, 2001). در پژوهش اسمعیلی پور و مجدم (Esmaelipour and Mojadam, 2008) روی سورگوم شیرین، نتیجه گرفته شد که جوانه‌زنی بذور تحت تاثیر سطوح مختلف شوری قرار گرفت و با افزایش سطح شوری، درصد جوانه‌زنی بذور سورگوم شیرین کاهش یافت. در این آزمایش با افزایش سطح شوری، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش معنی‌داری نشان داد. بذور جوانه زده در محیط‌های شور دارای ساقه‌چه و ریشه‌چه‌های کوتاه‌تری هستند و کلرید سدیم بیش‌تر از سایر مواد شوری‌زا بر ظهور بافت‌های جنینی اثر بازدارنده دارد (Katergi *et al.*, 1994). در پژوهش حاضر لاین ۱۹ (KDFGS19) از لحاظ بنیه برتری خود را بر سایر لاین‌ها و ارقام نشان داد (جدول ۴). با توجه به اهمیت این ویژگی و مشاهده بلوم و همکاران (Blum *et al.*, 1999) که گزارش کردند بذرهای با بنیه گیاهچه‌ای برتر در شرایط مزرعه نیز از شاخص ظهور گیاهچه بالاتری برخوردارند، می‌توان در پژوهش‌های بعدی به بررسی کارکرد مزرعه‌ای این لاین در مقایسه با سایر لاین‌ها و ارقام پرداخت.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، در این آزمایش، تنش شوری شاخص‌های جوانه زنی ارقام و لاین‌های مختلف سورگوم را به نحو متفاوتی تحت تأثیر قرار داد. نتایج نشان داد در سطح شوری شاهد، بیش‌ترین میانگین شاخص بنیه بذر و درصد جوانه‌زنی در لاین KDFGS19 و بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی در رقم قلمی هرات مشاهده شد. رقم قلمی هرات در بالاترین سطح شوری (۱۲/۵دسی‌زیمنس بر متر) بیشترین شاخص بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه-

زنی را از خود بروز داد که در پژوهش‌های بعدی شایسته بررسی‌های مزرعه‌ای است. به نظر می‌رسد با انتقال ویژگی بنیه بالاتر بذر در این رقم، به لاین‌های جدید سورگوم از جمله لاین KDFGS19 بتوان گام موثری در استقرار گیاهچه سورگوم در مراحل اولیه زندگی گیاه برداشت.

References منابع مورد استفاده

Abnous, M. 2001. Evaluation of physiological effect of drought stress on seed germination and seedling growth of lentil. MS.c. Thesis, Ferdowsi Univ. of Mashhad.

Ahrar, A. R., S.A. Tabatabaei and A. Foman-ajirloo A. 2010. Evaluation of grain sorghum cultivars for salinity tolerance in various growth stages. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Maybod Branch, Yazd, Iran.

Ali, S. A. M., A. Y. Idris and M. S. A. Abo. 2014. Effect of Salinity on Seed Germination and Seedling Growth of Pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) and Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). J. Plant. Pest Sci. 1(1): 1-8.

Alizadeh, M. A. 1997. Loss of vigor and disease resistance in wheat seeds stored in Iranian climate. Ph. D. Thesis. Salford: Univ. of Salford, 289 p.

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

Anagholi, A., S.A. Tabatabaei and A. Foman. 2010. Evaluation of salinity tolerance of forage sorghum varieties with stress tolerance and susceptibility indices. (In Persian with English Abstract) Electronic J. Crop Prod. 3(1): 89-102.

Ashraf, M., and M. R. Foolad. 2007. Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environ. Exp. Bot. 59: 206-216.

Azadi, M. S., E. Yunesi, S.A. Tabatabaei and O. Ansari. 2013. Effect of Ascorbic acid on germination traits and biochemical variations of Sorghum under salinity stress. (In Persian, with English Abstract). J. Seed Sci. 3(3): 43-51.

Blum, A., J. Mayer, G. Golan and B. Sinmena. 1999. Drought resistance of DH lines population of rice in the field. In: Ito, J.O. Tool, B. Hardy (ed) Genetic improvement of rice for water-limited environments International Rice Research Institute, Los Bannos, Mallina, Philippines. pp: 319-330.

Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hortic. Sci, 21: 1105-1112.

Cramer, G. R., K. Urano, S. Delrot, M. Pezzotti and K. Shinozaki. 2011. Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. BMC Plant Biol, 11(1): 163.

Demir Kaya, M., G. Okcu, M. Atak, Y. Cikili and O. Kolsarici. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Eur. J. Agron. 24: 291-295.

Dianati-Tilaki, G., B. Shakarami, M. Tabari and B. Behtari. 2011. The effect of NaCl priming on germination and early growth of seeds of *Festuca ovina* L. under salinity stress conditions. (In Persian, with English Abstract) Iranian J. Range Desert Res. 18(3): 452-462.

El Naim, A. M., K.E. Mohammed, E.A. Ibrahim and N.N. Suleiman. 2012. Impact of salinity on seed germination and early seedling growth of three sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. Sci. Technol. 2(2): 16-20.

Emam, Y. 2013. Cereal Crop Production (1st edition). Iran Univ. Press. 190p.

Endalew, T., A. Mebeaselassie and T. Kindie. 2013. Genotypic variation for salinity tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes at early growth stages. J. Stress Physiol. Biochem. 9(2): 253-262.

Esmaelipour, N., and M. Mojadam. 2009.Effect of seed hydro priming on germination and seedling growth of sweet sorghum under salinity stress. (In Persian, with English Abstract) J. Crop Physiol, 1(3):51-59.

Gholinezhad, E. 2011. Effect of salinity stress on germination traits of wheat cultivars. (In Persian, with English Abstract) J. Seed Sci .Technol.1(1): 14-21.

Houle, G., L. Morel, C.E. Reynolds and J. Siegel. 2001. The effect of salinity on different developmental stages of an endemic annual plant, *Aster laurentianus* (Asteraceae). Am. J. Bot. 88: 62-67.

Igartua, E., M.P. Gracia and J.M. Lasa. 1994. Characterization and genetic control of germination, emergence responses of grain sorghum to salinity. Euphytica. 76(3):185–193.

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

Koca, M., M. Bor, F. Ozdemir and I. Turkan. 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. Environ. Exp. Bot. 60: 344-351.

Maas, E.V., J.A. Poss and G.J. Hoffamn. 1986. Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. Irrig. Sci. 7: 1–11.
Macharia, J.M., J. Kamau, J.N. Gituanja and E.W. Matu. 1994. Effects of sodium salinity on seed germination and seedling root and shoot extension of four sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] cultivars. Inter Sorghum and Millets Newsl. 35:124–125.
Maguire, J. D. 1962. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2: 176-177.
Patane C., A. Saita and O. Sortino. 2013. Comparative effects of salt and water stress on seed germination and early embryo growth in two cultivars of sweet sorghum. J. Agron. Crop Sci. 199(1), 30-37.
Rani, C. R., C. Reema, S. Alka and P.K. Singh. 2012. Salt tolerance of Sorghum bicolor cultivars during germination and seedling growth. Res. J. Recent Sci. 1(3): 1-10.
Ranjbar. G.H., and H. Pirasteh-Anosheh. 2015. A glance to salinity researches in Iran; Emphasis on improved crop production. (In Persian, with English Abstract) Iranian J. Cop Sci. 17(2):1-14.
SitiAishah, H., A.R. Saberi, R.A. Halim and A.R. Zaharah. 2010. Salinity effects on germination of forage sorghums. J. Agron. 9 (4): 169-174.
Soltani, A., M. Ghalipoor and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling of wheat as affected by drought and salinity. Environ. Exp. Bot. 55: 195-200.