Archive of SID

ارزیابی تحمل به شوری پنج رقم سورگوم علوفه‌ای در مراحل جوانه‌زنی و رشد

مهرداد یارنیا [۱]

چکیده

به‌دلیل اهمیت و گستردگی شوری آب و خاک و افزایش قابل ملاحظه‌ی این گونه اراضی، هم‌چنین نیاز روزافزون کشور به علوفه، پژوهشی جهت ارزیابی تحمل به شوری ارقام سورگوم علوفه‌ای انجام شد. در این بررسی پنج رقم سورگوم علوفه‌ای از نظر تحمل به شوری در دو آزمایش جداگانه شامل جوانه‌زنی و رشد مورد بررسی قرار گرفتند. ارزیابی‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه و گلخانه تحت شرایط گلدانی و سیستم هیدروپونیک با محلول‌هایی حاوی مقادیر مختلف شوری در پنج سطح (صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی مولار NaCl) انجام شد. آزمایش جوانه‌زنی بر اساس مقررات ایستا انجام و در روزهای سوم، هفتم و دهم نمونه‌برداری و تعداد بذور جوانه‌زده، طول ریشچه، ساقچه، گیاهچه و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. افزایش شوری باعث کاهش طول ساقچه، ریشچه، گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی و افزایش گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی و نسبت ریشچه به ساقچه در تمام ارقام شد. رقم KFS_2 با بیشترین درصد جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، طول گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی متحمل‌ترین و رقم KFS_1 به‌عنوان حساس‌ترین رقم به شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی انتخاب شدند. در شرایط گلخانه، صفات سطح برگ، ارتفاع بوته، ماده‌ی خشک اندام‌های هوایی، ریشه، ساقه، برگ، تعداد برگ و تعداد پنجه اندازه‌گیری شدند. با افزایش شوری تمام صفات اندازه‌گیری شده کاهش نشان داده ولی نسبت ریشه به ساقه در تمام ارقام افزایش یافت. بر اساس نتایج در این مرحله، رقم KFS_3 با بیشترین سطح و وزن برگ، وزن ساقه و اندام هوایی به‌عنوان متحمل‌ترین و رقم *Jumbo* به‌عنوان حساس‌ترین رقم در بین ارقام مورد بررسی شناخته شدند.

کلمات کلیدی: *تحمل، سورگوم علوفه‌ای، شوری و هیدروپونیک.*

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۲۶

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نویسنده مسئول).

E- mail : Yarnia@iaut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع

میزان تحمل به شوری در گیاهان مختلف در مراحل جوانه‌زنی و رشد متفاوت است. اگر یک گیاه عموماً در برابر شوری مقاوم است، هیچ دلیلی ندارد که این خاصیت شامل مرحله‌ی جوانه‌زدن همان گیاه نیز شود (ماتوخین، ۱۹۶۳). اَلشما و همکاران (۱۹۹۹) جوانه‌زنی ۹ رقم سورگوم را در محلول‌های حاوی صفر ، ۱/۵ و ۲٪ کلرید سدیم بررسی و نشان دادند که در تمامی ارقام افزایش شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. رمدان و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که با افزایش شوری از ۳/٦ به ۱۱/٦ میلی‌موس بر سانتی‌متر، درصد جوانه‌زنی در ذرت از ۸۰٪ به ۱۲٪، در سویا از ٦۲٪ به ۲٪ و در سورگوم از ۸۷٪ به ۲۲٪ تقلیل پیدا می‌کند. فرح و همکاران (۱۹۹۹) جوانه‌زنی بذور پنبه، سورگوم و ذرت را با شوری‌های ۳، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی اکی والان برلیتر بررسی و اعلام کردند که درصد جوانه‌زنی و طول ریشچه در هر سه گیاه با افزایش شوری کاهش یافت. ایندولکار و مور (۲۰۰٤) در آزمایش گلدانی مشاهده کردند که با افزایش شوری به ٦/۵۸ میلی‌موس بر سانتی‌متر، پارامترهای جوانه‌زنی و رشد سورگوم کاهش می‌یابد. مالیوال و پالیوال (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که افزایش شوری از ۳ به ۱۸ میلی‌موس بر سانتی‌متر میزان و سرعت جوانه‌زنی برنج، ذرت، سورگوم، پنبه و توتون را کاهش می‌دهد. اسدیان و میاماتو (۱۹۹۸) با بررسی اثر شوری حاصل از NaCl بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های سورگوم اعلام نمودند که با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی، طول ریشچه و ساقچه و وزن خشک گیاهچه‌ها کاهش معنی‌داری یافته است، مَس و هافمن (۱۹۹۷) گزارش کردند که سورگوم دانه‌ای در مرحله‌ی جوانه‌زنی نسبت به سایر مراحل رشد به شرایط شور بسیار متحمل می‌باشد. زیدان و الزهرانی (۲۰۰٤) در بررسی اثرات شوری بر روی بعضی پارامترهای مؤثر در رشد سورگوم مشاهده کردند که با کاهش پتانسیل آبی، جوانه‌زنی و رشد ساقه و اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد. افزایش پتانسیل ماتریک تا ۷- بار و پتانسیل اسمزی تا ۱۰- بار تغییر مهمی در نسبت برگ به ریشه ایجاد نکرد که مربوط به رشد کمتر ریشه نسبت به رشد بیشتر توده‌ی برگی بود ولی بعد از گذشتن از این حد بحرانی، نسبت برگ به ریشه کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت. راوسون و همکاران (۲۰۰٦) در آزمایش‌های گلخانه‌ای بر روی سورگوم نشان دادند که وزن خشک کل گیاه (ریشه + اندام هوایی) با افزایش شوری کاهش یافت. آنها سطح برگ زیاد را شاخص مناسب در تحمل به شوری برای اهداف گزینشی اعلام نمودند. لاوچلی و اپستین (۲۰۰۰) معتقدند که با افزایش شوری رشد ریشه تقریباً همیشه نسبت به رشد ساقه و اندام هوایی کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد، لذا نسبت ریشه به ساقه بالا می‌رود. ردمن و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که در اثر شوری ارتفاع، سطح برگ و تعداد برگ در تمامی ارقام سورگوم کاهش می یابد. کاهش در تمام صفات در

www.SID.ir

Archive of SID

ارقام متحمل کمتر از ارقام حساس گزارش گردید. اشرف و همکاران (۲۰۰۶) در آزمایشی جهت انتخاب چهار گونه‌ی علوفه‌ای (یونجه، شبدر برسیم، شبدر قرمز و سورگوم علوفه‌ای) رشد ساقه را به‌عنوان معیاری برای گزینش گونه‌های متحمل به شوری انتخاب کردند. بر این اساس پژوهش حاضر به منظور بررسی تفاوت‌های موجود بین پنج رقم سورگوم علوفه‌ای در مراحل جوانه‌زنی و رشد از نظر تحمل به سطوح شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

پنج رقم سورگوم علوفه‌ای شامل (*Jumbo, Speed feed, KFS_1, KFS_2, KFS_3*) به منظور بررسی تحمل آنها در برابر شوری در مرحله‌ی جوانه‌زنی و رشد در آزمایشگاه و گلخانه‌ی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز مورد آزمایش قرار گرفتند. منبع به‌وجود آورنده‌ی شوری در این آزمایش کلرور سدیم (NaCl) خالص بود که در پنج سطح صفر (شاهد)، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی مولار در لیتر آب مقطر مورد استفاده قرار گرفت. بررسی آزمایشگاهی با طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی و در سه تکرار به صورت فاکتوریل اجرا گردید. آزمایش بر اساس مقررات ایستا[1] و در محیط پتری‌دیش داخل ژرمیناتور اجرا گردید. در داخل هر پتری، ۵۰ عدد بذر سالم قرار گرفت. سپس تیمارهای مختلف شوری و آب مقطر به عنوان شاهد در محیط پتری‌دیش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش به مدت ۱۰ روز ادامه داشت. به منظور بررسی صفات، در روزهای سوم، هفتم و دهم تعداد بذور جوانه‌زده شمارش و طول اجزای گیاهچه و وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین تأثیر شوری بر جوانه‌زنی ارقام سورگوم علوفه‌ای درصد جوانه‌زنی، سرعت رشد نسبی گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقچه، ضریب سرعت جوانه‌زنی و گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی محاسبه گردید (دوسانتوس و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی گلخانه‌ای در محیط کنترل شده‌ی گلخانه مجهز به سیستم تهویه اجرا گردید. طول دوره‌ی روشنایی و تاریکی تابع طول روز بوده و دمای گلخانه به‌طور میانگین در طول دوره‌ی آزمایش بین ۱۹ تا ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی گلخانه نیز بین ۴۰ تا ۷۰ درصد متغیر بود. آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به صورت فاکتوریل اجرا گردید. گلدان‌هایی یکسان با حجم ۹ لیتر با قطر دهانه‌ی ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و به تعداد پلات‌های آزمایش (۷۵ گلدان) انتخاب و تا نزدیک دهانه‌ی گلدان‌ها از پرلیت دانه ریز به میزان حدود ۷۰۰ گرم با ظرفیت مزرعه‌ای ۵۹٪ پر شد. بذور ارقام سورگوم در هر گلدان به تعداد ۱۵ عدد بذر در عمق ۳ سانتی‌متر کاشته شده و تمام پلات‌ها پس از کاشت، به منظور جوانه‌زنی یکنواخت با آب مقطر آبیاری شدند. پس از استقرار، با انجام تنک در هرگلدان ۵ بوته نگهداری شد. با ظهور اولین برگ اصلی در بیش از ۵۰٪

1 . International Seed Testing Association (ISTA)

www.SID.ir

Archive of SID

گلدان‌ها، آبیـــاری با محلول غذایی هوگلنـد تغییـر یافته (جدول۱) به‌منظور تامین نیاز گیاه انجام شد. EC، pH و مقدار NaCl مصرفی به ازای هر لیتـر محلول غذایی در تیمارهای مختلف شوری به‌شـرح جدول (۲) می‌باشد.

جدول ۱- ترکیب و میزان مصرف عناصر در محلول غذایی هوگلند تغییر یافته (حیدری، ۱۹۹۴)

عناصر ماکرو			عناصر میکرو		
نام ماده شیمیایی	غلظت *	میزان مصرف+	نام ماده شیمیایی	غلظت*	میزان مصرف+
KNO_3	۵۰/۵۵	۱۶۶/۷	MoO_4	۰/۲	
$Ca(NO_3)_2,4H_2O$	۱۱۸/۰۷۵	۱۶۶/۷	$CuSO_4,5H_2O$	۰/۰۸	
$MgSO_4,7H_2O$	۴۹/۲۷۵	۵۰۰	$ZnSO_4,7H_2O$	۰/۲۲	۵۰
KH_2PO_4	۱۳/۶	۱۲۵	$MnCl_2,4H_2O$	۱/۸۱	
K_2SO_4	۴۳/۵۵	۳۳۳	H_3BO_3	۲/۸۶	
$CaCO_3$	۴۳	----	Fe-EDTA	۵/۴۶	۴۰۰

* غلظت: گرم بر لیتر + ۱۰۰ میلی لیتر بر لیتر

جدول ۲- pH , EC و مقدار NaCl در تیمارهای مختلف شوری

تیمار		NaCl g/lit	pH	Ece dsm-1
S0	شاهد	۰	۷/۷۶	۳/۹
S1	۷۵ میلی مولار NaCl	۴/۳۸۳	۷/۶۴	۹/۶
S2	۱۵۰ میلی مولارNaCl	۸/۷۷	۷/۸	۱۳/۷
S3	۲۲۵میلی مولارNaCl	۱۳/۱۵۳	۷/۲۶	۱۸/۵
S4	۳۰۰میلی مولارNaCl	۱۵/۷۴	۷/۵۱	۲۲/۸

زمان اعمال تیمارهای شوری ۳۰ روز پس از کاشت که تقریباً هم‌زمان با ایجاد حالت تاج پوشش کامل در بیش از ۵۰٪ گلدان‌ها بود شروع و تا زمان ظهور اولین گل‌ها ادامه یافت. در طول این آزمایش ۱۸ بار آبیاری با محلول غذایی انجام شد که ۱۳ بار آن همراه با تیمار شوری بود. با ظهور گـل آذیـن و نشانه‌های آن در تعدادی از گلدان‌ها که مصادف بـا ۸۰ روز پس از شروع آزمایش بود اقدام به برداشت نهایی بوته‌ها شد. به منظور بررسی تحمل به شوری ارقام، صـفات ارتفـاع و سـطح بـرگ بـه وسـیله‌ی دسـتگاه انـدازه‌گیـری سـطح بـرگ مـدل ACD انگلستان برحـسب سـانتی‌متـر مربـع، وزن خـشک ریشه، وزن خشک ساقه، برگ و اندام‌هـای هـوایی برای هر بوته اندازه‌گیری شدند. تجزیه‌ی واریـانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح کـاملاً تـصادفی انجـام و بـرای مقایـسه میـانگین فاکتورها از آزمـون دانکـن در سـطح احتمـال پـنج درصد استفاده گردید. محاسبات آماری با استفاده از برنامه‌ی آمـاری MSTATC و نمودارهـا بـا نـرم افزار Harvard Graph 98 رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاصل از بررسی تاثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است. مقایسه میانگین تاثیر سطوح شوری بر روی صفات مختلف ارقام سورگوم نشان داد که در اکثر ارقام درصد جوانه‌زنی با افزایش شوری کاهش معنی‌داری یافته ولی در رقم KFS_1 با افزایش شوری، در شوری‌های پایین درصد جوانه‌زنی افزایش یافته و در شوری‌های بالا از درصد جوانه‌زنی کاسته شد، بیشترین میزان جوانه‌زنی در شرایط شاهد در رقم KFS_3 معادل ۹۶/۶۷٪ و بدون اختلاف معنی‌دار با سایر ارقام ملاحظه شد. با افزایش شوری ضمن ایجاد اختلاف معنی‌دار، این برتری حفظ شده و در آخرین سطـح شوری این رقم نسبت به سـایر ارقام بیشترین درصد جوانه زنی معادل ۶۲/۲۲٪ را نشان داد. رقم *Jumbo* در شوری‌های بالا (۲۲۵ و ۳۰۰ میلی مولار) کمترین درصد جوانه‌زنی را نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

سایر ارقام داشت. رقم KFS_1 در اثر ایجاد شرایط شور از شاهد به ۷۵ میلی‌مولار ۵/۵٦ درصد افزایش در میزان جوانه‌زنی نشان داد ولی با افزایش بیشتر شوری همانند سایر ارقام درصد جوانه‌زنی آن کاهش یافت. افزایش جوانه‌زنی درغلظت‌های پایین نمک در سورگوم توسط زیدان و الزهرانی (۲۰۰٤) نیزگزارش شده است، بعضی از غلظت‌های نمک می‌تواند رشد محورهای جنینی را تحریک نماید، احتمالاً این تحریک به‌دلیل نفوذ پذیری بیشتر غشای سلولی در اثر جایگزینی Ca^{2+} توسط Na^{+} باشد. بیشترین میزان افت در درصد جوانه زنی مربوط به رقم *Jumbo* معادل ٦۰٪ و کمترین آن مربوط به ارقام KFS_2 و KFS_3 معادل ۳٤/٤۵ درصد بود (شکل ۱). کاهش درصد جوانه‌زنی ارقام سورگوم در اثر شوری می‌تواند مربوط به افزایش فشار اسمزی محلول و در نتیجه عدم جذب کافی آب به‌منظور جوانه‌زنی از یک‌طرف و نفوذ Na^{+} و Cl^{-} به‌داخل بافت بذری و ایجاد اختلال در متابولیسم سلول‌ها مخصوصاً فعالیت غشاهای سلولی و در نتیجه افزایش میزان نشت مواد درون سلولی به خارج از سلول از طرف دیگر باشد. اثرات نامطلوب شوری بر درصد جوانه‌زنی سورگوم در آزمایش‌های متعددی گزارش شده است (آلشما و همکاران، ۱۹۹۹؛ اسدیان و میاموتو، ۱۹۹۸؛ فرخ و همکاران، ۱۹۹۹؛ ایندولکار و مور، ۲۰۰٤؛ مالیوال و پالیوال، ۲۰۰۲؛ مَس و هافمن، ۱۹۹۷ و رمدان و همکاران، ۲۰۰۱).

وزن خشک گیاهچه‌ی تمام ارقام با افزایش میـزان شوری کاهش نشان داد. بیشترین وزن خشک گیاهچه در شرایط شاهد مربوط به ارقام *Speed feed* و *Jumbo* بود و رقم KFS_2 پایین‌ترین وزن خشک گیاهچه را نشان داد. در آخرین سطح شوری نیز رقم *Speed feed* بیشترین و رقم KFS_1 کمترین وزن خشک گیاهچه را نشان دادند. در رقم KFS_2 افزایش شوری از شاهد به ۷۵ میلی مولار منجر به افزایش ۳/۰۵ درصدی وزن خشک گیاهچه شده ولی با افزایش بیشتر شوری وزن خشک گیاهچه کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت. بیشترین درصد افت وزن خشک گیاهچه در اثر افزایش شوری به ۳۰۰ میلی‌مولار نسبت به شرایط شاهد مربوط به رقم KFS_1 معادل ۹۷/۱۷٪ بود و کمترین درصد افت در این سطح شوری نسبت به شرایط شاهد در رقم *Speed feed* معادل ۷٦/۳۳٪ ملاحظه شد، البته این رقم همراه با ارقام KFS_2 و *Jumbo* بیشترین وزن خشک گیاهچه را در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار نشان دادند (شکل ۲). کاهش وزن خشک گیاهچه‌های سورگوم در اثر شوری توسط اسدیان و میاماتو (۱۹۹۸) و ایندولکار و مور (۲۰۰٤) نیز بیان شده است. این افت، نتیجه‌ی کاهش در اجزای گیاهچه به‌دلیل کاهش تقسیم، رشد و تنفس سلولی است.

عکس العمل ارقام از نظر طول ریشچه و ساقچه نیز همانند درصد جوانه‌زنی بود. در اغلب ارقام با افزایش شوری میزان این صفات کاهش یافت ولی در برخی از ارقام در شوری‌های پایین،

www.SID.ir

Archive of SID

این صفات افزایش و سپس در شوری‌های بالاتر کاهش یافتند. رقم *Speed feed* درشرایط شاهد بیشترین طول ساقچه را نسبت به سایر ارقام نشان داده و این برتری را در اکثر سطوح شوری (به غیر از سطح ۲۲۵ میلی‌مولار) حفظ کرد. کمترین طول ساقچه در سطوح مختلف شوری در ارقام متفاوتی حاصل شد که این امر نشان‌دهنده‌ی عکس‌العمل متفاوت ارقام در برابر شوری می‌باشد. کمترین میزان طول ساقچه در آخرین سطح شوری مربوط به رقم KFS_1 بود (شکل ۳). بیشترین طول ریشچه در شورهای پایین (۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار) توسط همین رقم ایجاد شد، ولی با افزایش شوری، این برتری از بین رفته و در آخرین سطح شوری بیشترین طول ریشچه متعلق به رقم KFS_2 بود که بیشترین طول گیاهچه را نیز در این شرایط ایجاد نمود (شکل ٤). کاهش در رشد اجزای گیاهچه‌ی سورگوم در شرایط شور توسط اسدیان و میاماتو (۱۹۹۸) و فرح و همکاران (۱۹۹۹) نیز بیان شده است. در سطوح پایین شوری، رقم KFS_2 کمترین طول ساقچه و ریشچه را نشان داد ولی در سطوح شوری بالا رقم KFS_1 کمترین میزان این صفات را بخود اختصاص داد. در ارقام *Jumbo* و KFS_1 و KFS_2 طول ریشچه با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار، افزایش یافت که به‌دلیل افزایش سرعت رشد محورهای جنینی می‌تواند باشد ولی با افزایش شوری به بیش از این میزان، تیمار شاهد نسبت به تیمارهای شور از رشد بالاتری برخوردار شد. هاسون و پولجاکف (۱۹۹۹) نیز اعلام کرده‌اند که بعضی از غلظت‌های نمک می‌تواند رشد ریشچه را تحریک کند.

با افزایش شوری نسبت ریشچه به ساقچه در اغلب ارقام افزایش نشان داد. صرفنظر از برخی استثناها رشد ریشچه نسبت به رشد ساقچه در اثر شوری کاهش کمتری نشان داد، این موضوع از نسبت بالای ریشچه به ساقچه در شرایط شور استنباط می‌شود. در شرایط شاهد بیشترین میزان نسبت ریشچه به ساقچه مربوط به رقم KFS_3 معادل ۰/۷٥٤ بود، ولی با افزایش شوری ضمن ایجاد اختلاف معنی‌دار، عکس‌العمل‌های متفاوتی بین ارقام مشاهده شده و غالباً رقم KFS_1 و در آخرین سطح شوری رقم KFS_2 با ٥/۱۱۱ بیشرین میزان را به‌خود اختصاص دادند (جدول ٤). افزایش نسبت ریشچه به ساقچه در اثر شوری در ارقام متحمل سورگوم توسط اسدیان و میاموتو (۱۹۹۸) گزارش شده است.

گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی با افزایش شوری در تمام ارقام افزایش ولی ضریب سرعت جوانه‌زنی کاهش نشان داد. رقم *Jumbo* با ۰/۱۱۳ روز افزایش در گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی از شرایط شاهد به آخرین سطح شوری کمترین میزان افزایش در این صفت را نشان داده و کمترین میزان کاهش در ضریب سرعت جوانه‌زنی (فقط ۰/۰۰۲) را در همان شرایط به‌خود اختصاص داده است. در مقابل رقم KFS_1 بیشترین افزایش در گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی (۱/٥۱٥ روز) و بیشترین کاهش در ضریب سرعت جوانه‌زنی (۰/۰۲۷) با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

شوری از شرایط شاهد به آخرین سطح شوری را نشان داده است (جدول ٤). با افزایش غلظت نمک ضریب سرعت جوانه‌زنی در تمام ارقام کاهش نشان داد و برعکس میزان گستره زمانی جوانه‌زنی افزایش یافت. کاهش میزان سرعت جوانه‌زنی و افزایش گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی در اثر شوری نتایج قبلی را تایید می‌کند. با کاهش ضریب سرعت جوانه‌زنی و افزایش گستره‌ی جوانه‌زنی ارقام به همان نسبت نیز درصد جوانه‌زنی ارقام تغییر یافته است. کاهش سرعت جوانه‌زنی در آزمایش‌های دیگر نیز گزارش شده است (آلشما و همکاران، ۱۹۹۹ و مالیوال و پالیوال، ۲۰۰۲). در این آزمایش رقم KFS_2 با این‌که در آخرین سطح شوری، وزن خشک گیاهچه‌ی کمتری نسبت به رقم *Speed feed* نشان داد ولی به‌دلیل داشتن بالاترین میزان نسبت ریشچه به ساقچه، بالاترین درصد جوانه‌زنی، افزایش کمتر گستره‌ی جوانه‌زنی و کاهش کمتر ضریب سرعت جوانه‌زنی، کمترین میزان افت درصد جوانه‌زنی و کمترین درصد افت در وزن خشک گیاهچه، به‌عنوان متحمل‌ترین رقم سورگوم و رقم KFS_1 به‌دلیل داشتن کمترین وزن خشک گیاهچه، بیشترین میزان افت وزن خشک گیاهچه، بالا بودن درصد افت جوانه زنی، افزایش زیاد گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی و کاهش زیاد ضریب سرعت جوانه‌زنی به‌عنوان حساس‌ترین رقم سورگوم در مرحله‌ی جوانه‌زنی انتخاب شدند.

جدول ۳ـ تجزیه واریانس صفات بررسی شده‌ی ارقام سورگوم علوفه‌ای در شرایط شور در مرحله‌ی جوانه‌زنی

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشچه	طول ساقچه	وزن خشک گیاهچه	درصد جوانه زنی	ساقه چه/ ریشه چه	CVG	TSG
رقم	۴	۶/۱۵۳*	۵/۴۸۴**	۴/۴۰۵**	۹۵۷/۱۸۵**	۹/۴۰۵*	۳/۶۶۶**	۰/۴۷۶**
شوری	۴	۱۱۰/۷۹۲**	۳۰۹/۲۳۸**	۳۲/۲۳۰**	۵۰۶۵/۳۳۳**	۲۳/۷۰۱**	۳/۷۶۱**	۱/۹۷۵**
رقم*شوری	۱۶	۳/۷۲۹*	۲/۸۷۱**	۴/۹۹۷**	۱۰۳۶/۹۰۷**	۸/۰۱۹*	۳/۹۶۰**	۰/۲۹۶**
خطای آزمایش	۴۸	۲/۶۸۰	۱/۰۶۹	۱/۴۱۸	۱۰۵/۳۵۸	۲/۹۹۴	۱/۰۳۳	۰/۰۸۰
%CV		۹/۵۸	۶/۲۴	۱۲/۵۲	۱۲/۴۵	۹/۸۸	۱۵/۲۴	۷/۸۶

* و ** بترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

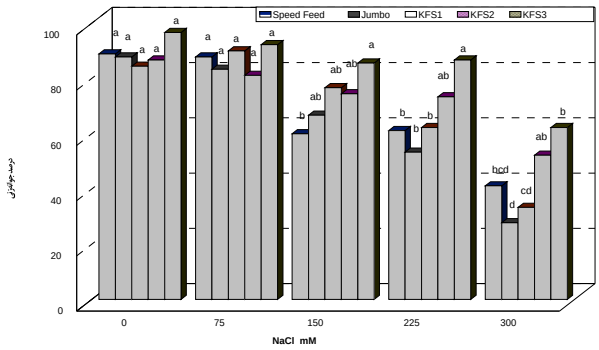
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مختلف ارقام سورگوم در شوری‌های مورد بررسی

	شوری صفر			شوری ۷۵ میلی مولار NaCl			شوری ۱۵۰ میلی مولار NaCl			شوری ۲۲۵ میلی مولار NaCl			شوری ۳۰۰ میلی مولار NaCl		
	R/S	CVG	TSG	R/S	CVG	TSG	R/S	CVG	TSG	R/S	CVG	TSG	R/S	CVG	TSG
Speed Feed	۰/۷۳۰a	۰/۱۵۰a	۶/۶۸۱a	۰/۷۸۱a	۰/۱۴۸a	۶/۷۶۲a	۰/۷۹۶a	۰/۱۴۶a	۶/۸۷۱a	۱/۲۷۰b	۰/۱۴۲a	۷/۰۵۲a	۲/۲۸۴ab	۰/۱۳۸a	۷/۳۱۰b
Jumbo	۰/۴۳۵a	۰/۱۴۹a	۶/۷۱۴a	۰/۹۰۵a	۰/۱۴۸a	۶/۷۶۴a	۰/۶۵۱a	۰/۱۴۲a	۷/۰۵۲a	۱/۴۷۹b	۰/۱۳۹a	۷/۱۹۶b	۱/۴۷۹b	۰/۱۴۷a	۶/۸۲۴b
KFS_1	۰/۵۸۳a	۰/۱۴۹a	۶/۷۱۷a	۱/۰۱۴a	۰/۱۴۹a	۶/۶۹۸a	۱/۸۳۲a	۰/۱۴۶a	۶/۸۴۳a	۸/۳۶۸a	۰/۱۲۷b	۷/۹۲۲a	۳/۱۹۸ab	۰/۱۲۲b	۸/۲۳۲a
KFS_2	۰/۶۳۸a	۰/۱۴۹a	۶/۶۹۵a	۰/۸۲۳a	۰/۱۵۰a	۶/۶۸۴a	۲/۱۶۶a	۰/۱۴۸a	۶/۷۴۰a	۲/۰۵۱b	۰/۱۴۶a	۶/۸۶۰b	۵/۱۱۱a	۰/۱۳۸a	۷/۲۷۶b
KFS_3	۰/۷۵۴a	۰/۱۵۰a	۶/۶۸۱a	۰/۸۸۴a	۰/۱۴۹a	۶/۷۲۹a	۰/۹۶۳a	۰/۱۴۷a	۶/۷۸۲a	۰/۸۶۸b	۰/۱۴۰a	۷/۱۵۹b	۴/۸۸۵a	۰/۱۲۴b	۸/۰۸۹a

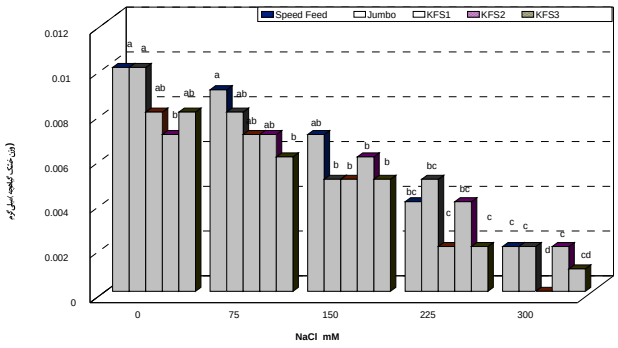
اعداد با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند. **R/S** : نسبت ریشچه به ساقچه، **CVG**: ضریب سرعت جوانه‌زنی، **TSG**: گستره‌ی زمانی جوانه‌زنی

www.SID.ir

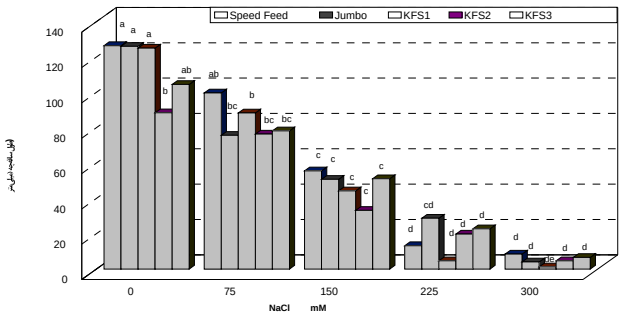
Archive of SID



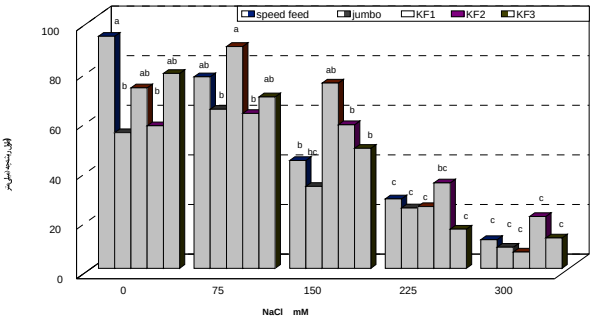
شکل ۱- اثر شوری بر درصد جوانه زنی ارقام سورگوم



شکل ۲- اثر شوری بر روی وزن خشک گیاهچه ارقام سورگوم



شکل ۳- اثر شوری بر روی طول ساقه چه ارقام سورگوم



شکل ۴- اثر شوری بر روی طول ریشچه ارقام سورگوم

تجزیه واریانس مشاهدات حاصل از اندازه گیری صفات در مرحله‌ی رشد گلخانه‌ای در جدول ۵ نشان داده شده است. با افزایش شوری ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی، ریشه، برگ، ساقه، تعداد برگ و تعداد پنجه کاهش یافته ولی نسبت ریشه به ساقه با افزایش شوری افزایش نشان می‌دهد (جدول ٦).

در شرایط شاهد رقم *Jumbo* بیشترین و رقم *KFS2* با ۱۳۷/۳ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را داشت که منجر به ایجاد پایین‌ترین وزن خشک ساقه نیز شد. با اعمال تیمارهای شوری ارتفاع بوته در کلیه‌ی ارقام کاهش معنی‌داری یافته ولی رقم *KFS3* در تمام سطوح شوری برتر از بقیه‌ی ارقام بود. غیر از ارقام *KFS1* و *KFS3* بقیه‌ی ارقام در آخرین سطح شوری از بین رفتند (جدول ٦). کاهش ارتفاع سورگوم در اثر شوری توسط تعدادی از محققین نیز تایید شده است (امازالاگ، ۲۰۰٤ و زیدان و الزهرانی، ۲۰۰٤). کاهش ارتفاع بوته می‌تواند نتیجه‌ی کاهش رشد سلول در اثر شوری و کاهش تخصیص اسیمیلات به‌دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده به منظور رشد باشد (لاوچلی و اپستین، ۲۰۰۰).

رقم KFS_3 که از نظر ارتفاع بوته برترین رقم بود، به‌دلیل تعداد پنجه‌ی بیشتر در شرایط شور نیز وزن خشک ساقه‌ی بیشتری نیز نسبت به سایر ارقام در تمام سطوح شوری ایجاد نموده و اختلاف معنی‌داری با بقیه‌ی ارقام نشان داد، به‌همین ترتیب رقم KFS_2 که از نظر ارتفاع بوته جزو ارقام

www.SID.ir

Archive of SID

ضعیف به‌شمار می‌رود در اکثر سطوح شوری کمترین وزن خشک ساقه را ایجاد نمود. در شرایط شاهد رقم *Jumbo* بالاترین وزن خشک ساقه معادل ۸/٤٤ گرم بر بوته را نشان داده که می‌تواند به دلیل تعداد پنجه‌ی زیاد و ارتفاع بوته‌ی بالا باشد (جدول ٦).

در شرایط شاهد رقم *Jumbo* با بیشترین سطح برگ معادل ۲۰۷۵ میلی‌متر مربع بر بوته بالاترین وزن خشک برگ را معادل ۱٤/۱۹ گرم بر بوته ایجاد و برتری معنی‌داری را در هر دو صفت نسبت به سایر ارقام نشان داد. با اعمال شوری، برتری این رقم در میزان سطح برگ و وزن خشک برگ به‌تدریج از بین رفت به‌طوری‌که در شوری ۷۵ میلی‌مولار این رقم بدون اختلاف معنی‌دار با رقم KFS_3 از نظر سطح برگ و وزن خشک برگ نسبت به سایر ارقام برتر بوده ولی در شوری‌های بالاتر رقم KFS_3 برتری کاملاً معنی‌دار خود را با سایر ارقام حفظ نمود. به‌همین ترتیب این برتری معنی‌دار رقم KFS_3 در صفت وزن خشک برگ نیز در شوری بالاتر از ۱۵۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ٦). کاهش سطح و وزن برگ ارقام سورگوم در اثر شوری توسط یانگ و همکاران (۲۰۰۰)، نیز گزارش شده است. کاهش سطح و وزن برگ می‌تواند در اثر کلروزیس شدید در تمام برگ‌ها، ریزش برگ‌ها به‌دلیل مسمومیت Na^+ و کاهش رشد سلولی در اثر فراهم نبودن آستانه‌ی آماس سلولی باشد، چرا که شرایط شور ضمن کاهش پتانسیل آب برگ‌ها که منجر به کاهش شدید پتانسیل آماس سلولی می‌شود و رشد سلولی به‌خصوص سلول‌های برگ را مختل می‌کند، علایم سفید شدگی و کلروزیس در برگ‌ها ظاهر می‌شود که به‌تدریج گسترش یافته و نهایتاً منجر به ریزش برگ‌ها می‌شود، بنابراین کاهش عملکرد نه تنها به‌دلیل محدود شدن میزان فتوسنتز در اثر کاهش سطح برگ بلکه در اثر کاهش میزان وزن خشک برگ‌ها که نتیجه‌ی کوچک ماندن و ریزش آن‌ها است نیز می‌تواند باشد. بنابراین در این آزمایش کاهش سطح برگ و وزن برگ از دو مولفه‌ی مهم سطح تک‌تک برگ‌ها و مخصوصاً ریزش برگ‌ها متاثر شده است.

وزن خشک ریشه نیز در تمام ارقام با افزایش شوری کاهش یافت. رقم *Jumbo* در شوری صفر بیشترین وزن خشک ریشه را معادل ۲٤/٦۹ گرم بر بوته ایجاد نمود، این مطلب نشان می‌دهد که داشتن ریشه‌ی قوی منجر به داشتن اندام هوایی قوی نیز می‌شود. این برتری تا شوری ۱۵۰ میلی‌مولار وجود داشت ولی با افزایش شوری از این میزان، برتری از بین رفت ولی رقم KFS_3 که در شوری‌های پایین نیز جزو ارقام برتر بود در اثر افزایش شوری این برتری را حفظ نموده، به‌طوری‌که در شوری‌های بالا به‌عنوان برترین رقم انتخاب گردید. رقم KFS_2 نیز در تمام سطوح شوری کمترین میزان وزن خشک ریشه را با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر ارقام ایجاد نمود. بدین ترتیب ارقامی که در شرایط بدون شوری توانایی تولید وزن خشک ریشه‌ی بیشتری داشتند

www.SID.ir

Archive of SID

در سطوح مختلف شوری نیز این توانایی و برتری را حفظ کردند و ارقامی که در شرایط بدون شوری وزن خشک ریشه کمی داشتند، با اعمال تیمارهای شوری نیز کمترین وزن خشک ریشه را نشان دادند (جدول ٦).

با افزایش شوری، در تمام ارقام نسبت ریشه به ساقه افزایش نشان داد و رقم *Jumbo* با دارا بودن بیشترین وزن ریشه از نظر نسبت ریشه به ساقه نیز نسبت به سایر ارقام تا شوری ۱۵۰ میلی مولار برتر بوده ولی این برتری به‌دلیل کاهش وزن ریشه در شوری‌های بالاتر از بین رفته و رقم KFS_3 برتری معنی‌داری نسبت به سایر ارقام نشان داد و به‌همین ترتیب رقم KFS_2 نیز با دارا بودن وزن ریشه‌ی پایین، کمترین میزان نسبت ریشه به ساقه را در سطوح شوری بالا ایجاد نمود (جدول ٦). افـــزایش نسبت ریشه به ساقه در اثـر شـوری در سـورگوم توسط سینها و همکاران (۲۰۰٦)، لاوچلی و اپستین (۲۰۰۰) و زیدان و الزهرانی (۲۰۰٤) نیز ذکر شده است. گزارش شده است که بخش ریشه‌ی گیاهان بسیار متحمل‌تر از بخش هوایی در برابر شوری است و افزایش شوری در محیط رشد، نسبت ریشه به ساقه را تغییر می‌دهد، بنابراین به احتمال زیاد این امر یک مکانیسم سازگاری در محیط‌های شور می‌باشد (اسنپ و شینان، ۲۰۰۲). به نظر می‌رسد که در این آزمایش نیز افزایش نسبت ریشه به ساقه در تمامی ارقام به‌دلیل کمتر تحت تاثیر قرار گرفتن رشد سلول‌های ریشه نسبت به سلول‌های اندام هوایی در برابر افزایش شوری می‌باشد. در تمام ارقام درصد افت وزن خشک ریشه به‌مراتب از درصد افت وزن خشک اندام هوایی کمتر بود.

از نظر وزن خشک اندام هوایی نیز رقم *Jumbo* با اختلاف معنی‌داری برتری خود را نسبت به سایر ارقام در سطوح شوری پایین حفظ نموده که به‌دلیل برتری صفات مورفولوژیک این رقم می‌تواند باشد. رقم KFS_3 نیز برتری خود را مخصوصاً در سطوح بالای شوری افزایش داد که به‌دلیل وزن خشک ساقه و مخصوصاً وزن خشک برگ بالای این رقم است. به‌همین ترتیب ارقام *Speed feed* و KFS_2 نیز در تمام سطوح شوری به‌دلیل داشتن پایین‌ترین وزن خشک ساقه و برگ، کمترین وزن خشک اندام هوایی را نشان دادند. در شرایط شاهد، بیشترین وزن خشک اندام‌هوایی مربوط به رقم *Jumbo* و کمترین وزن خشک اندام‌هوایی مربوط به رقم *Speed feed* هر دو با اختلاف معنی‌دار با سایر ارقام بود و در آخرین سطح شوری بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم KFS_3 بود (جدول ٦). کاهش در وزن خشک اندام‌های هوایی ارقام سورگوم در اثر افزایش شوری توسط راوسون و همکاران (۲۰۰٦) و لاوچلی و اپستین (۲۰۰۰) نیز تایید شده است.

بر اساس داده‌های جدول ٦، در تمام ارقام با ایجاد شرایط شور میزان ماده‌ی خشک به‌شدت کاهش یافت به‌طوری‌که با افـــزایش شوری به ۷۵ میلی‌مولار، بیشترین درصد افت در رقم *Speed feed* معادل ۷٤/۸۷٪ و کمترین آن در رقم

www.SID.ir

Archive of SID

KFS_3 معادل ۲۰/۲٤٪ مشاهده شد. این درصد افت با افزایش شوری افزایش یافت. بیشترین میزان افت وزن خشک اندام هوایی در *Speed feed*، KFS_2 و *Jumbo* معادل ۱۰۰ درصد بود، یعنی این ارقام با افزایش شوری به ۳۰۰ میلی مولار توانایی تحمل خود را به شوری از دست داده و به‌تدریج پس از کلروزیس برگ‌ها و ریزش آن‌ها، ساقه‌ها نیز خشک شده و کل بوته‌ها از بین رفتند، ولی دو رقم KFS_1 و KFS_3 در این سطح از شوری با وجود افت بالای وزن خشک، توانستند سطح سبز خود را تا حدودی حفظ نمایند. این حفظ سطح سبز به صورت زندگی در حال سکون بوده و بوته‌ها رشد چندانی نداشتند، از این دو رقم، رقم KFS_3 نسبت به رقم KFS_1 تحمل بیشتری نشان داد به‌طوری‌که میزان افت وزن خشک آن معادل ۸۲/٥٦٪ در مقابل افت ۹۹/۲٤ درصدی رقم KFS_1 بود.

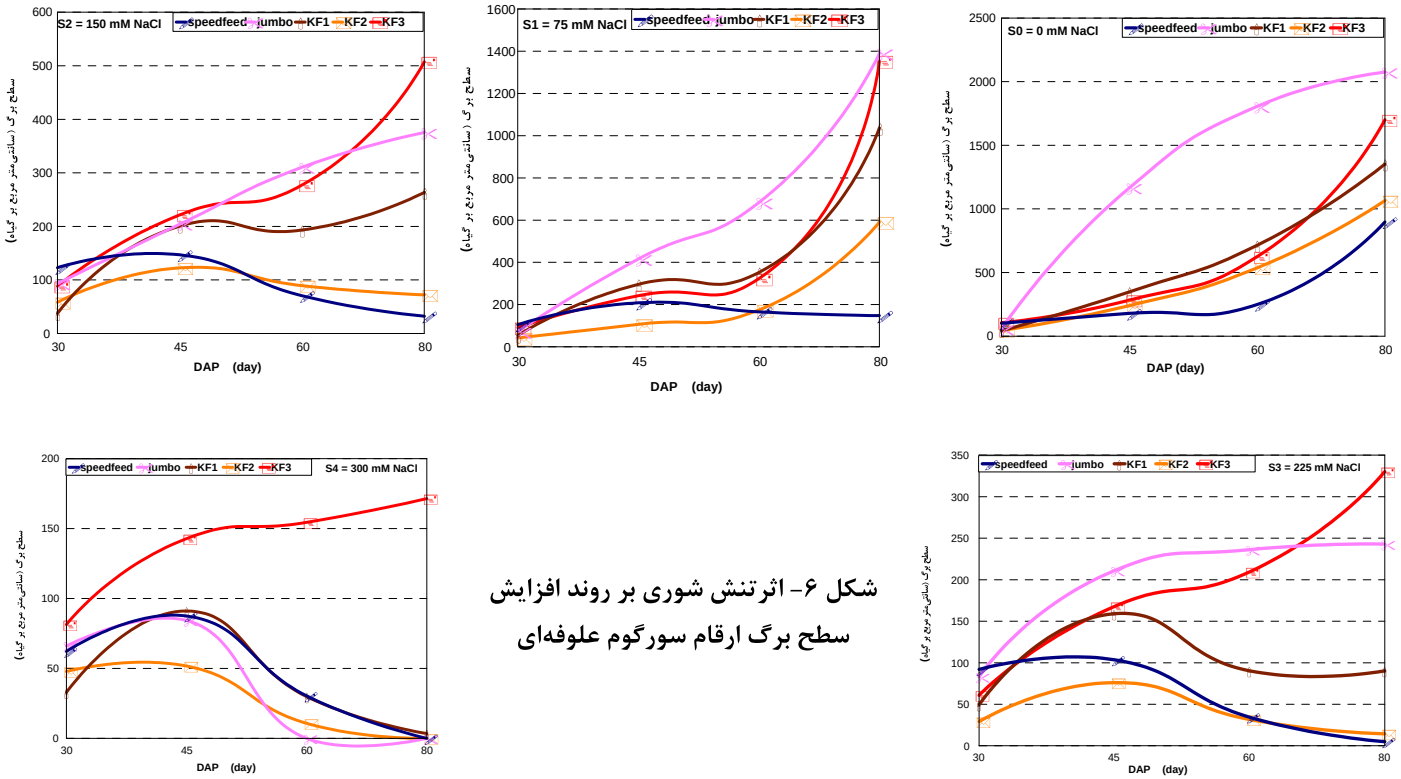
روند تغییرات توسعه‌ی برگی در ارقام مورد بررسی در شوری‌های مختلف نشان داد که در شرایط بدون شوری، رقم *Jumbo* در کل دوره‌ی رشد از توسعه‌ی برگی به‌مراتب بیشتر و رقم *Speed feed* توسعه‌ی برگی کمتری نسبت به سایر ارقام داشت. با افزایش شوری، توسعه‌ی برگی در تمام ارقام از روند کندتری برخوردار شد. با افزایش شوری به ۷۵ میلی‌مول اختلاف رقم *Jumbo* با سایر ارقام کاهش یافت و در شوری ۱۵۰ میلی‌مول توسعه‌ی برگی در رقم KFS_3 برتری نشان داد. در شوری ۲۲۵ میلی‌مول توسعه‌ی برگی در رقم KFS_3 نسبت به رقم *Jumbo* از روز شصت‌ام به صورت معنی‌دار افزایش یافت. در این سطح از شوری در بقیه‌ی ارقام مورد بررسی نسبت به این دو رقم از روز چهل و پنجم افت قابل توجهی را نشان داد. در شوری ۳۰۰ میلی مول روند توسعه‌ی سطح برگ رقم KFS_3 به‌آهستگی در کل دوره‌ی رشد ادامه داشت ولی توسعه‌ی برگی در سایر ارقام از روز چهل و پنجم روند نزولی یافته و نهایتاً متوقف گردید (شکل ٦). بدین ترتیب رقم *Jumbo* در شوری‌های پایین توسعه‌ی برگی بالا داشته ولی این توان در شوری‌های بالا از بین رفت. رقم KFS_3 در کلیه‌ی شرایط اعم از شاهد، شوری‌های پایین و بالا توانست سطح برگی جامعه‌ی خود را افزایش دهد که این موضوع به پتانسیل این گیاه در حفظ فشار تورمی سلول‌های برگ در شرایط شور و تداوم رشد سلول‌ها مربوط می‌گردد (راوسون و همکاران، ۲۰۰٦).

بر اساس محاسبات حاصل از داده‌های جدول ٦ بین صفات مورفولوژیک مورد مطالعه در این بررسی، حساس‌ترین صفت به شوری سطح برگ بود چرا که در آخرین سطح شوری بیشترین میزان افت سطح برگ نسبت به شاهد، در رقم *Jumbo* معادل ۱۰۰٪ و کمترین آن در رقم KFS_3 معادل با ۸۹/۹۲٪ به‌دست آمد. رقم *Jumbo* در تمام صفات مورفولوژیک بیشترین درصد افت را در آخرین سطح شوری نسبت به شرایط شاهد، معادل ۱۰۰٪ نشان داد، کمترین میزان افت صفات در رقم KFS_3 به‌ترتیب ۸۳/٤٦٪ در وزن برگ، ۳٦/۹۷٪ در ارتفاع بوته، ٦٥/۷٤٪ در وزن خشک ریشه،

www.SID.ir

Archive of SID

۸۲/۵۶٪ در وزن خشک اندام‌هوایی و ۸۱/۴۸٪ در وزن خشک ساقه وجود داشت.



شکل ۶- اثرتنش شوری بر روند افزایش سطح برگ ارقام سورگوم علوفه‌ای

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر رقم و شوری صفات بررسی شده در ارقام سورگوم علوفه‌ای

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	سطح برگ	وزن برگ	وزن ساقه	وزن ریشه	اندام هوایی/ ریشه	وزن اندام هوایی
تکرار	۲	۱۶۳۳/۰۱*	۴۲۶۳۸۷/۸	۶/۵۲	۳/۸	۵۲/۹	۰/۰۱۱	۲۰/۴
رقم	۴	۸۵۳۱/۹**	۲۹۴۱۳۲۱/۷**	۱۱۶/۵**	۲۰/۰**	۴۰۳/۵**	۰/۸۶۴*	۲۱۸/۸**
شوری	۴	۳۷۹۵۵/۹**	۴۳۲۶۷۸۰۶/۳**	۱۵۴۳/۶**	۹۷۵/۱**	۳۳۴۷/۱**	۱/۹۱۵**	۴۹۷۲/۶**
رقم * شوری	۱۶	۹۹۱/۴*	۹۱۹۵۰۶/۱**	۵۴/۶**	۵/۸*	۲۰۹/۹**	۰/۸۳۴*	۸۴/۷**
خطای آزمایش	۴۸	۵۲۶/۴	۱۶۷۶۴۰/۵	۳/۵	۲/۶۹	۲۵/۵	۰/۲۴۰	۱۲/۰
%CV		۲۶/۶۴	۲۶/۱۶	۱۸/۷۹	۱۷/۴۰	۱۸/۸۵	۱۵/۶۸	۱۹/۸۶

* و ** بترتیب اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪

نتیجه‌گیری

در بین ارقام سورگوم علوفه‌ای مورد بررسی از نظر تحمل به شوری تنوع وجود داشت. اختلاف در تحمل به شوری هم در مرحله‌ی جوانه‌زنی و هم در مراحل بعدی رشد دیده شد. ارقام متحمل در تیمارهای شوری دارای وزن خشک گیاهچه، طول گیاهچه، طول ریشچه، درصد جوانه‌زنی و نسبت ریشچه به ساقچه‌ی بالاتری در مقایسه با سایر ارقام بودند. اختلاف ارقام در تحمل به شوری در مراحل رشدی بیشتر نمایان شد. با این‌که شوری

www.SID.ir

Archive of SID

موجب کاهش ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک بخش‌های مختلف ارقام سورگوم علوفه‌ای شد ولی میزان این صفات در ارقام متحمل در مرحله‌ی رشد بالاتر بود. حد شوری ممانعت کننده برای تعدادی از ارقام محدوده‌ی بیش از ۲۲۵ میلی‌مولار بود. ارتباط قوی بین مراحل جوانه‌زنی و رشد ارقام سورگوم علوفه‌ای دیده نشد چرا که برخی از ارقام که در مرحله‌ی جوانه‌زنی تحمل مناسبی را نشان دادند، در مراحل بعدی رشد گیاه این ویژگی را نداشتند. حالت عکس این قضیه نیز وجود داشت. ترتیب تحمل تا حساسیت ارقام در مرحله‌ی جوانه‌زنی *KFS_2> Speed feed> KFS_3> Jumbo> KFS_1* ولی این ترتیب در مرحله‌ی رشد به‌صورت *KFS_3>Speed feed> KFS_1> KFS_2> Jumbo* مشاهده شد.

جدول ۶ – مقایسه میانگین صفات بررسی شده ارقام سورگوم علوفه‌ای در شوری‌های مختلف

نام رقم	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن برگ (گرم بربوته)	وزن ساقه (گرم بربوته)	وزن ریشه (گرم بربوته)	وزن اندام‌هوایی (گرم بربوته)	نسبت ریشه به اندام هوایی
شوری صفر							
Speed feed	۱۵۳/۳ a	۸۹۸ d	۴/۵۴ d	۶/۷۹ b	۱۰/۶۹b	۱۱/۳۳ d	۰/۹۴۱ a
Jumbo	۱۵۶/۳ a	۲۰۷۵ a	۱۴/۱۹ a	۸/۴۴ a	۲۴/۶۹ a	۲۲/۶۲ a	۱/۰۸۸ a
KFS_1	۱۴۰/۷ a	۱۳۵۳ c	۸/۱۵ bc	۶/۲۹ bc	۱۰/۱۹b	۱۴/۴۴ bc	۰/ ۷۰۶a
KFS_2	۱۳۷/۳a	۱۰۶۵ cd	۶/۹۹ c	۵/۴۳ c	۸/۹۹ b	۱۲/۴۲ cd	۰/۰۶۸ a
KFS_3	۱۵۶/۰ a	۱۷۰۱ b	۸/۶۱ b	۷/۰۱ b	۸/۲۸ b	۱۵/۶۱ b	۰/۳۰۵ a
شوری ۷۵ میلی مولار *NaCl*							
Speed feed	۱۰۸/۳a	۱۴۷/۸ b	۱/۲۱۵ b	۱/۶۳۲ b	۲/۵۶۲ b	۲/۸۴۷ b	۰/۸۱۵b
Jumbo	۱۱۹/. a	۱۳۹۰ a	۷/۰۴۱ a	۵/۰۷۶ ab	۱۵/۲۶ a	۱۲/۱۲۰a	۱/۹۲۵ a
KFS_1	۱۲۱/۰a	۱۰۳۷ ab	۵/۰۰۷ ab	۳/۸۸۰ ab	۸/۴۹۹ ab	۸/۸۸۶ ab	۰/۸۸۰۳b
KFS_2	۹۲/۶۷ a	۵۹۰/۷ab	۳/۱۰۹ ab	۲/۹۹۵ ab	۳/۶۰ b	۶/۱۰۴ ab	۰/۷۶۶۸ b
KFS_3	۱۳۸/۳a	۱۳۵۴ a	۶/۷۴۶ a	۵/۷۰۸ a	۶/۸۸۶ ab	۱۲/۴۵ a	۰/۵۴۴۴ b
شوری ۱۵۰ میلی مولار *NaCl*							
Speed feed	۸۷/۶۷ab	۴/۳۲ a	۰/۴۴۵۳ b	۰/۷۶۳۰b	۱/۳۲۰b	۱/۲۰۸ b	۱/۳۲۷ab
Jumbo	۱۰۱/۰ab	۳۷۵/۳ a	۲/۴۷۵ab	۱/۷۷۲ab	۶/۳۹۳a	۴/۲۴۷ab	۱/۸۹۸ a
KFS_1	۸۹/۳۳ab	۲۶۳/۷a	۱/۹۹۲ab	۱/۷۲۴ab	۲/۸۶۷ab	۳/۷۱۶ ab	۰/۷۷۱۳b
KFS_2	۵۶/۶۷ b	۷۲/۲۷ a	۰/۴۸۴۷b	۰/۵۰۶۳ b	۱/۱۴۳b	۰/۹۹۰۷ b	۰/۸۰۶۵b
KFS_3	۱۲۱/۳ a	۵۰۷/۵a	۳/۴۷۷a	۳/۲۶۴ a	۳/۷۱۷ ab	۶/۷۴۱ a	۰/۵۵۳۵b
شوری ۲۲۵ میلی مولار *NaCl*							
Speed feed	۱۹/۳۳b	۴/۸۸۴ b	۰/۰۹۸۷a	۰/۲۲۰a	۰/۳۰۳ab	۰/۳۱۸۰b	۰/۳۱۸۲ab
Jumbo	۵۵/۳۳b	۲۴۲/۹ab	۱/۲۱۰a	۰/۸۰۱ a	۱/۶۳۱ab	۲/۰۱۱ab	۰/۶۵۱۶ ab
KFS_1	۴۷/۳۳b	۹۰/۳۸ab	۰/۷۸۸۰a	۰/۵۱۷ a	۰/۹۲۰۳ab	۱/۶۳۹ab	۰/۴۲۵۹ab
KFS_2	۲۰/۳۳b	۱۴/۴۰b	۰/۱۹۶۳a	۰/۲۷۷a	۰/۱۲۰۷ b	۰/۴۷۲۷b	۰/۰۸۵۴ b
KFS_3	۱۱۱/۷a	۳۳۰/۳ a	۲/۰۰۹a	۱/۸۴۰a	۳/۰۸۹a	۳/۸۴۹ a	۰/۸۰۷a
شوری ۳۰۰ میلی مول *NaCl*							
Speed feed	۰/۰۰b	۰/۰۰b	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ b	۰/۰۰ a	۰/۰۰۰b
Jumbo	۰/۰۰b	۰/۰۰b	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ b	۰/۰۰ a	۰/۰۰۰b
KFS_1	۱۸/۳۳b	۳/۴۱۷b	۰/۰۳۱a	۰/۰۷۹۷ a	۰/۰۸۴ b	۰/۱۱۰ a	۰/۲۵۴۷ab
KFS_2	۰/۰۰ b	۰/۰۰b	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a	۰/۰۰ b	۰/۰۰ a	۰/۰۰۰ b
KFS_3	۹۸/۳۳ a	۱۷۱/۴ a	۱/۴۲۴a	۱/۲۹۸ a	۲/۳۸۷ a	۲/۷۲۲ a	۰/۹۱۸۳a

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

✓ Al-Shamma, A. M., H. K. Khrbeet, A. Okasa, and S. Saeed. 1999. Role of the hull and different levels of sodium chloride in the germination of some sorghum cultivars. J. Agricultural and Water Resource Research, 14 (3): 11- 24.

✓ G. N. Amazallag. 2004. Induced modification in reproductive traits of salt treated plants of *Sorghum bicolor* L. Isr. J. Plant Sci. 65 (1): 1- 8.

✓ Ashraf, M., T. McNeilly and A. D. Bradshaw. 2006. Selection and habitability of tolerance to sodium chloride in four forage species. Crop Sci. 227: 232- 234.

✓ Assadian, N. W. and S. Miyamoto. 1998. Salt effects on sorghum seedling emergence. Agron. J. 89: 710- 714.

✓ Dos Santos, C. C., D. F. De Oliviera, L. W. R. Alves, and D. A. S. Furtado. 2003. Effect of organic extracts associated with surfactant tween 80 on seed germination. Cienc, Agrotec, Lavras. 28 (2): 296- 299.

✓ El-Sharkawi, H. H. and F. M. Salama. 2004. Effects of drought and salinity on some growth contributing parameters in sorghum. Plant Soil. 66: 423- 433.

✓ Farah, M. A., M. F. Soliman and I. M. Antar. 1999. Seed germination and root growth of sorghum, corn and cotton seedlings as affected by soil text and salinity of irrigation water. Agricultural Research Review. 69 (4): 157- 169.

✓ Hasson, E. and A. Poljakoff- Mayber. 1999. Germination of pea seeds exposed to salinity stress. Isr. J. Bot. 49: 98- 104.

✓ S. A. H. Heidari. 1994. Variation in the sensivity of nodulation and nitrogen fixation to nitrate in annual medicago species. Ph.D. Thesis Adelide Univ. Australia. pp: 179.

✓ Indulkar, B. S. and S. D. More. 2004. Response if sorghum to phosphorus application in presence of chloride and sulphate salinity. Current. Agric. 8 (1-2): 81- 85.

✓ Lauchli, A. and E. Epstein. 2000. Plant responses to saline and sodic conditions. pp: 11-117. New York.

✓ Maliwal, G. L. and K. U. Paliwal. 2002. Salt tolerance of some paddy, maize, sorghum, cotton and tobacco varieties at germination and early growth stage. Agric Sci. 18 (3): 147-149.

✓ Mass, E. V. and G. J. Hoffman. 1997. Crop salt tolerance current assessment. J. Irrig. 113: 115- 134.

✓ G. R. Matukhin. 1963. Physiology of the adaptation of the cultivated plants to soil salinity. Pub. Rostov. Univ. in Russ.

✓ Ramadan, H. A., S. A. Al-Niemi, and Y. K. Al-Hadathi. 2001. Salinity and seed germination of corn, sorghum and soybean. J. Agriv Sci. Iraq. 12 (2): 97- 102.

✓ Rawson, H. M., M. J. Long and R. Munns. 2006. Growth and development in NaCl treated plants. I: Leaf Na^+ and Cl^- concentration do not determine gas exchange of leaf blades in sorghum. Aust. J. Plant Physiol. 35: 519- 527.

✓ Redmann, R. E., M. Q. Qi and M. Belyk. 2005. Growth of sorghum varieties in response to soil salinity. Can. J. Plant Sci. 94: 797- 799.

✓ Sinha, A., R. S. Gupta and R. S. Rana. 2006. Effect of soil salinity and soil water availability on growth and chemical composition of *Sorghum halepense* L. Plant Soil. 125: 411- 416.

✓ Snapp, S. S. and C. Shennan. 2002. Effects of salinity on root growth and death dynamics of tomato (*Lycopersican esculentum* L.). New Phytol. 131: 71- 77.

www.SID.ir

Archive of SID

✓ Yang, Y. W., R. J. Newton and F. R. Miller. 2000. Salinity tolerance in sorghum. I. Whole plant response to sodium chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*. Crop Sci. 40: 775-781.

✓ Zidan, M. A. and H. S. Al-Zahrani. 2004. Effect of NaCl on the germination, growth and metabolic changes in sorghum. Pakistan. J. Scint. Indust. Res. 57 (12): 541- 543.

www.SID.ir