

مقایسه تحمل به شوری ژنوتیپ‌های رایج و اصلاح شده سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در دشت تبریز

حسن منیری فر^{۱*}، وره‌رام رشیدی^۲، مریم حسن زاده^۳، مژگان قربی^۳، سعید قاسمی^۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۲۴

- ۱- دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران
- ۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز
- ۳- دانشجوی سابق دانشگاه آزاد اسلامی تبریز
- ۴- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

*مسئول مکاتبه: E-mail: monirifar@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های سورگوم، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در تمامی صفات مورد بررسی به جز طول برگ، نسبت وزن خشک برگ به ساقه و نسبت وزن تر ساقه به وزن تر کل بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشته و تأثیر تیمار شوری بر روی صفات طول برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، نسبت وزن تر ساقه به وزن تر کل بوته معنی‌داری بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با اعمال تنش شوری مقدار این صفات کاهش یافتند. در این تحقیق، ژنوتیپ‌های اصلاح شده پگاه و KFS2 نسبت به ژنوتیپ‌های رایج وزن تر بوته، تعداد برگ، قطر ساقه، وزن تر برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و نسبت وزن تر برگ به کل بوته بیشتری داشتند اما، از نظر ارتفاع بوته ژنوتیپ پگاه و ژنوتیپ رایج جلفا بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. تفاوت‌های ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مختلف نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی مطلوب در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سورگوم است.

واژه‌های کلیدی: اصلاح شده، بومی، ژنوتیپ، سورگوم، شوری

Comparison of Salinity Tolerance of Common and Improved Genotypes of Forage Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in Tabriz-plain

Hassan Monirifar^{1*}, Varharam Rashidi², Maryam Hassanzadeh³, Mozhghan Ghorbi, Saeid Ghassemi⁴

Received: May 4, 2019 Accepted: December 15, 2019

1-Assoc. Prof., Horticulture and Crops Research Dept., East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

2-Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

3-Former student of Islamic Azad University of Tabriz.

4-East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.

*Corresponding Author Email: monirifar@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate salinity tolerance in some sorghum genotypes, a split-plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at the Research Farm of East-Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, Iran. The results showed significant difference among genotypes in all studied traits, except for leaf length, leaf to stem dry weight ratio, and fresh weight of the stem to the total fresh weight ratio. Also, salinity treatment had significant effect on leaf length, leaf fresh and dry weight, stem fresh and dry weight, fresh weight of the leaf to the total fresh weight and fresh weight of the stem to the total fresh weight ratios. The mean comparison showed that these traits decreased by salinity stress. In this research, Pegah and KFS2 varieties have more plant fresh weight, leaf number, stem diameter, leaf fresh weight, stem fresh weight, leaf dry weight, shoot dry weight and fresh weight of the leaf to the total fresh weight ratio in compared with common genotypes. But, Pegah and native Jolfa genotypes had the highest plant height. Differences between genotypes in different traits indicate the desirable genetic variation among the studied genotypes.

Keywords: Improved, Native, Genotype, Salinity, Sorghum

مقدمه

دنیا سورگوم از نظر اهمیت در بین غلات بعد از گندم، برنج، ذرت و جو در مقام پنجم قرار داشته و مهم‌ترین کشورهای تولید کننده آن هند، چین و روسیه هستند (وانگ و همکاران ۲۰۱۴). خصوصیات مورفولوژیکی این گیاه باعث شده است که به عنوان گیاه زراعی نیمه مقاوم

سورگوم زراعی با نام علمی *Sorghum bicolor* Moench (L) گیاهی از تیره غلات است که در ایران ذرت خوشه‌ای نامیده می‌شود (فومن آجیرو ۲۰۰۰). در

به خشکی و شوری معرفی گردد (سانسری و همکاران ۲۰۰۲).

تنش‌های محیطی از جمله عوامل محدود کننده تولیدات می‌باشند که با مختل ساختن مسیر طبیعی گیاه، رشد را محدود کرده و در نهایت محصول را کاهش و یا به کلی نابود می‌سازند (قاسمی و همکاران ۲۰۱۹). مکانیزم فیزیولوژیکی تحمل به تنش‌ها تا حد زیادی مبهم می‌باشد، چرا که مجموعه‌ای از پروسه‌های متابولیکی گیاه تحت تاثیر قرار گرفته و این امر موجب دشواری انتخاب برای افزایش تحمل به تنش‌ها می‌گردد (یونسای و همکاران ۲۰۰۵).

در قاره آسیا بعد از روسیه، چین، هندوستان و پاکستان بیشترین سطح خاک‌های شور به ایران تعلق دارد (خدارحم‌پور و سلطانی ۲۰۱۶). طبق تعریف، واژه شور را به خاک‌هایی اطلاق می‌کنند که بیش از ۱/۰ درصد نمک دارند و حد بحرانی نمک برای گیاهان ۵/۰ درصد وزن خشک خاک می‌باشد (چائوهان و همکاران ۲۰۱۲). املاح موجود خاک در حالت بهینه نه سمی و نه غیر لازم هستند، بلکه قابلیت جذب زیاد برخی یون‌ها باعث تجمع آن‌ها در بخش‌های هوایی گیاه شده و با ایجاد مسمومیت موجب توقف رشد گیاه می‌شوند (چائوهان و همکاران ۲۰۱۲). وجود نمک و املاح مختلف در خاک‌های شور و آب، باعث کاهش پتانسیل اسمزی می‌شود (قلی‌نژاد ۲۰۱۴). کاهش آب موجود در خاک سبب کاهش پتانسیل اسمزی، پتانسیل ماتریک خاک و در نهایت افت پتانسیل آب در گیاه می‌شود که این تنش ثانویه اسمزی را از نظر فیزیولوژیکی می‌توان تنش خشکی نامید (حیدری و همکاران ۲۰۱۴). در شرایط شوری، گیاهان برای جذب آب باید بر پتانسیل آب و همچنین پتانسیل اسمزی حاصل از نمک غلبه نمایند و بدین منظور باید پتانسیل اسمزی داخل سلولی خود را در سطح پائین‌تری نگه دارند، تا به علت اختلاف پتانسیل اسمزی، آب از سلول‌های گیاهی به طرف خاک منتقل نشود (شهباز و اشرف ۲۰۱۳).

سورگوم نسبت به شوری خاک و آب آبیاری، به‌ویژه در موقع جوانه‌زنی نسبتاً مقاوم بوده ولی با گسترش سطح برگ و جذب کربن، ارتفاع ساقه و تولید ماده خشک محدود می‌شود (ولیکوآ و همکاران ۲۰۰۰). لاسردا و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند تنش شوری باعث کاهش شاخص‌های رویشی در گیاه سورگوم شد. رابینسون و همکاران (۲۰۰۴) کاهش زیست‌توده ۱۰ گونه گیاه علوفه‌ای را تحت شرایط تنش شوری گزارش کردند. کاهش سطح برگ سریع‌ترین پاسخ گیاه به شوری بوده و با افزایش سطح شوری توسعه برگ‌ها متوقف می‌گردد (پاریدا و همکاران ۲۰۰۵). در میان ارقام زراعی موجود، ژنوتیپ‌هایی با مقاومت بیشتر نسبت به شوری وجود دارد. ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین اقدام در اصلاح گیاهان برای مقاومت به شوری یا تنش‌های محیطی دیگر، ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف در معرض تنش مورد نظر و انتخاب ژنوتیپ‌هایی با تحمل بیشتر است. این روش مستلزم وجود تنوع درون گونه‌ای کافی و وجود روش‌های مناسب برای غربال کردن تعداد زیادی گیاه است و ارائه یک روش مناسب برای غربال کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به دلیل پیچیدگی کنترل ژنتیکی و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و رانده‌شدگی ژنتیکی در پاسخ به شوری مشکل است (ملاحیدری بافقی و همکاران ۲۰۱۷). هر چند در ظاهر عمل غربال کردن ساده به نظر می‌آید ولی، مقاومت به شوری یک پدیده پیچیده ژنتیکی و کمی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل شده که برخی از این ژن‌ها شناسایی شده و با اطلاعاتی که در اختیار می‌گذارند، باعث بهبود روند برنامه‌های غربال‌گری و انتخاب می‌شوند (باتاچاریا و همکاران ۲۰۰۴).

برخی تحقیقات نشان داده که تحمل به شوری یک صفت چند ژنی و پیچیده است که در بردارنده مکانیزم‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گوناگونی است (فلاور و کولمار ۲۰۰۸). غلات نیز همانند سایر گیاهان از ساز و کارهای متفاوتی همچون ممانعت از ورود یون‌های نمکی

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شوری از میان ارقام مورد مطالعه صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی و مقایسه تحمل به شوری ژنوتیپ‌های رایج و اصلاح شده سورگوم علوفه‌ای در دشت تبریز، این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه زراعی بخش نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی واقع در اراضی خسروشاه با مختصات جغرافیائی ۳۷ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و ۴۶ درجه و ۳ دقیقه شرقی انجام شد. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. واریته‌ها در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در واریته‌های انتخابی، ۷ رقم از ارقام رایج و ۲ رقم از ارقام علوفه‌ای اصلاح شده بودند که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آمده است:

به درون ریشه گیاه، دفع نمک‌ها از آوند چوب، تحمل بافت و جایگزینی یون‌ها درون واکوئل را برای تحمل تنش شوری استفاده می‌نماید (مانز و همکاران ۲۰۰۶). ژنوتیپ‌هایی که مقدار کمتری یون سدیم را در شاخساره خود انباشت کرده و قادر به جایگزین کردن این یون در درون واکوئل سلول‌های خود باشند، متحمل به شوری خواهند بود (یئو و فلاورز ۱۹۸۴). روشندل و فلاورز (۲۰۰۹) در پژوهش خود کاهش نسبت دو یون پتاسیم و سدیم را در ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس را گزارش و اذعان داشتند که این کاهش در ژنوتیپ‌های حساس بسیار بیشتر از ژنوتیپ‌های متحمل بود. گریگوریو و همکاران (۱۹۹۷) بیان نمودند که بر پایه بروز و مشاهده علائم ظاهری ناشی از تنش شوری، می‌توان به خوبی ارقام حساس و متحمل را از یکدیگر جدا نموده و علاوه بر بررسی فنوتیپی به منظور شناخت واکنش ارقام به تنش شوری، می‌توان از انواع شاخص‌های تحمل یا حساسیت نیز استفاده و ارقام را از نظر واکنش آن‌ها تقسیم‌بندی نمود.

جدول ۱- مشخصات ارقام و لاین‌های مورد استفاده در تحقیق

شماره ژنوتیپ	منطقه جمع آوری	
۱	بومی منطقه میانه	ژنوتیپ
۲	بومی منطقه میانه	ژنوتیپ
۳	بومی منطقه میانه	ژنوتیپ
۴	بومی منطقه میانه	ژنوتیپ
۵	بومی منطقه جلغا	ژنوتیپ
۶	بومی منطقه میانه	ژنوتیپ
۷	بومی منطقه هوراند	ژنوتیپ
۸	سورگوم علوفه‌ای پگاه	لاین اصلاح شده
۹	سورگوم علوفه‌ای KFS2	لاین اصلاح شده

دامی انجام شد. در فصل بهار قبل از کاشت عملیات خاک-ورزی ثانویه دیسک زنی و تسطیح زمین انجام و هشت کیلوگرم کود اوره به خاک افزوده شد. کرت بندی مزرعه، به صورت دستی انجام و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در

عملیات تهیه زمین شامل خاک‌ورزی اولیه با استفاده از گاواهن برگردان‌دار با عمق شخم ۳۰ سانتی متری در پائیز سال قبل و با افزودن مقداری کود پوسیده

هر کرت سه ردیف کاشت با فاصله ۶۰ سانتی‌متر از هم و به طول ۸ متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی-متر در نظر گرفته شد. مشخصات خاک مزرعه به شرح جدول ۲ می‌باشد:

نظر گرفته شد. پس از تکمیل بلوک‌ها، هر یک از آن‌ها به ۹ کرت مساوی تقسیم و پس از مشخص شدن کرت‌ها با شن کش اقدام به تسطیح سطح آن‌ها و جمع‌آوری سنگ-ریزه و کلوخ‌های باقیمانده گردید. براساس نقشه کاشت

جدول ۲- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر

پتاسیم قابل جذب (mg.Kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب (mg.Kg ⁻¹)	ازت کل (%)	کربن آلی (%)	مواد خنثی شونده (%)	واکنش کل اشباع	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	خاک
۶۰۰	۱۸/۸	۰/۱۰	۱/۰۹	۸/۵	۷/۹	۳/۱۴	غیر شور
۶۵۰	۱۷/۶	۰/۱۰	۱/۰۱	۹/۵	۸/۲	۵/۱۷	شور

(جدول ۳). عباسی و نخ فروش (۲۰۰۷) در بررسی و غربال توده‌های سورگوم موجود در بانک ژن گیاهی ملی ایران، اعلام نمودند اگر چه منشا و خاستگاه سورگوم کشور ایران نیست ولی در ژرم‌پلاسم موجود در مناطق مختلف کشور تنوع قابل توجهی در صفات مختلف وجود دارد.

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، بالاترین ارتفاع بوته به میزان ۹۵/۱۰ سانتی‌متر از سورگوم بومی جلفا به دست آمد، اگرچه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سورگوم پگاه نداشت و هر دو در گروه آماری مشترک قرار گرفتند. کمترین ارتفاع بوته نیز از سورگوم بومی منطقه میانه شماره ۱ و به میزان ۴۵/۴۷ سانتی‌متر به-دست آمد که در مقایسه با رقم برتر، ۵۲/۱۸ درصد کاهش نشان می‌داد (جدول ۴).

وزن تر بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، صفت وزن تر بوته به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر واریته قرار گرفت، به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سورگوم در این آزمایش اختلاف آماری معنی‌داری از نظر این صفت نشان دادند (جدول ۳).

عملیات برداشت با به زردی گراییدن رنگ برگ‌ها که عمده‌ترین نشانه توقف مرحله تولید و انتقال اسمیلات می‌باشد، آغاز گردید. به منظور حذف اثر حاشیه‌ای، ردیف‌های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف به عنوان اثر حاشیه در نظر گرفته شد. سپس از هر واحد آزمایشی ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و کف بر شدند. صفات مورد نظر از جمله وزن تر بوته، ارتفاع بوته، تعداد برگ، قطر ساقه، طول برگ، وزن تر و خشک برگ و وزن تر و خشک ساقه روی ۱۰ بوته انتخابی اندازه گیری و میانگین آن‌ها ثبت شد. بر اساس صفات اندازه‌گیری شده نسبت وزن خشک برگ به ساقه و نسبت وزن تر ساقه به وزن تر کل مشخص گردید.

کلید تجزیه‌های آماری و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در بین ژنوتیپ‌های سورگوم مورد مطالعه در این آزمایش از نظر ارتفاع بوته وجود داشت

علوفه‌ای پگاه و سورگوم بومی هوراند مشاهده گردید که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا در بین ارقام مورد مطالعه سورگوم می‌باشد (جدول ۴).

براساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین وزن تر بوته را پگاه (به میزان ۲۸۲/۳ گرم در بوته) به خود اختصاص داد. در این آزمایش بیشترین اختلاف از نظر وزن تر بوته (۶۹/۳۴ درصد) بین دو لاین سورگوم

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های رایج و اصلاح شده سورگوم علوفه‌ای تحت تنش شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن تر بوته	تعداد برگ	قطر ساقه	طول برگ	وزن تر برگ
تکرار	۲	۴۳/۵۵	۵۲۶/۷۱	۱/۲۵	۳/۴۳	۱۱۸/۳۳	۳۲/۳۵
شوری	۱	۱۲۰۶/۰۵ ^{ns}	۲۵۸۶/۱۴ ^{ns}	۹/۱۲ ^{ns}	۲۹/۷۶ ^{ns}	۶۶۸/۵۱*	۹۴۳/۳۴*
خطای اصلی	۲	۲۰۲/۴۰	۵۷۸/۸۲	۱۳/۸۰	۵/۲۷	۸/۶۸	۱۶/۰۶
واریته	۸	۲۰۵۱/۴۰**	۲۴۹۱۴/۴۹**	۱۱/۲۲**	۴۲/۱۱**	۳۰/۲۸ ^{ns}	۱۲۱۰/۸۴**
شوری × واریته	۸	۱۷۱/۹۳ ^{ns}	۱۳۹۹/۲۳ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}	۴/۰۹ ^{ns}	۲۷/۰۵ ^{ns}	۳۵/۶۴ ^{ns}
خطای فرعی	۳۲	۱۸۸/۷۳	۱۱۳۳/۴۰	۱/۹۲	۴/۸۲	۳۲/۳۷	۵۰/۵۵
ضریب تغییرات (%)		۲۰/۸۲	۲۵/۴۳	۱۶/۶۶	۱۴/۲۴	۱۷/۸۷	۲۰/۸۷

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های رایج و اصلاح شده سورگوم

علوفه‌ای تحت تنش شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	نسبت وزن خشک برگ به ساقه	نسبت وزن تر برگ به کل بوته	نسبت وزن تر ساقه به کل بوته
تکرار	۲	۱۰۱۹/۱۵	۲۳/۵۸	۸۵۱/۴۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۶
شوری	۱	۱۳۰۵۳/۹۱**	۶۸۷/۵۸**	۱۰۹۰۴/۷۵**	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۳۷ ^{ns}	۰/۳۲*
خطای اصلی	۲	۷۷۸/۲۴	۱۱/۷۲	۶۵۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲
واریته	۸	۷۱۶۳/۷۷**	۸۸۳/۱۰**	۵۹۸۴/۵۷**	۰/۰۶۸ ^{ns}	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۷ ^{ns}
شوری × واریته	۸	۶۶۹/۷۵ ^{ns}	۲۶/۰۲ ^{ns}	۵۵۹/۴۲ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}
خطای فرعی	۳۲	۷۸۸/۱۳	۳۶/۸۹	۶۵۸/۳۵	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳
ضریب تغییرات (%)		۲۰/۴۶	۲۶/۳۰	۲۲/۴۱	۲۸/۲۸	۲۵/۹۷	۲۲/۳۷

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می‌باشد.

تعداد برگ

مورد مطالعه سورگوم، بیشترین تعداد برگ را ارقام پگاه (۱۱/۲۳ عدد در بوته) و ژنوتیپ KFS2 (۱۰/۱۲ عدد در بوته) تولید کردند. سایر ژنوتیپ‌های بومی، کمترین تعداد برگ را در بین ارقام مورد مطالعه سورگوم به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

مطابق با نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها صفت تعداد برگ تحت تاثیر واریته قرار گرفت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های رایج و اصلاح شده سورگوم علوفه‌ای

میانگین صفات									
ژنوتیپ	ارتفاع بوته (cm)	وزن بوته (g)	تر بوته (g)	تعداد برگ	قطر ساقه (mm)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن خشک ساقه (g)	نسبت وزن تر برگ به کل بوته
بومی میانه ۱	۴۵/۴۷ d	۹۵/۵۷ c	۷/۸۸ b	۱۷/۴۵ ab	۱۹/۴۴ b	۴۸/۰۶ c	۹/۴۴ b	۴۰/۹۹ c	۰/۲ ab
بومی میانه ۲	۶۸/۸۰ bc	۱۱۲/۴۰ c	۷/۸ b	۱۳/۱۰ cd	۱۷/۱۱ b	۵۴/۱۷ c	۸/۱۱ b	۴۶/۵۸ c	۰/۱۵ bcd
بومی میانه ۳	۷۰/۸۸ b	۹۸/۹۷ c	۷/۳۶ b	۱۲/۱۸ d	۱۳/۷۸ b	۵۰/۲۲ c	۶/۷۸ b	۴۲/۹۸ c	۰/۱۳ cd
بومی میانه ۴	۵۵/۹۲ bcd	۱۰۷/۸ c	۷/۴۶ b	۱۵/۰۸ bc	۱۵/۸۳ b	۵۹/۱۷ c	۷/۸۳ b	۵۱/۱۵ c	۰/۱۴ bcd
بومی جلفا	۹۵/۱۰ a	۱۲۷/۱ c	۷/۷۸ b	۱۳/۱۵ cd	۱۳/۱۹ b	۷۲/۹۹ bc	۶/۱۹ b	۶۳/۷۸ bc	۰/۱ d
بومی میانه ۵	۵۲/۵۲ cd	۹۰/۳۰ c	۷/۸۱ b	۱۳/۸۳ cd	۱۴/۸۶ b	۴۲/۲۵ c	۷/۸۶ b	۳۵/۶۹ c	۰/۱۶ bc
بومی هوراند	۴۵/۹۳ d	۸۶/۵۵ c	۷/۵۳ b	۱۵/۳۹ bc	۱۴/۳۳ b	۴۸/۹۴ c	۷/۳۳ b	۴۱/۸۱ c	۰/۱۶ bc
پگاه	۹۳/۳۷ a	۲۸۲/۳ a	۱۱/۲۳ a	۱۹/۷ a	۴۹/۸۹ a	۱۴۸/۸ a	۲۵/۸۹ a	۱۳۳/۱ a	۰/۱۷ bc
KFS2	۶۵/۹۲ bc	۱۹۰/۵ b	۱۰/۱۲ a	۱۸/۵۷ a	۴۴/۷۲ a	۱۰۰/۱ b	۲۲/۷۲ a	۸۸/۵۳ b	۰/۲۴ a

ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

قطر ساقه

براساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر واریته روی صفت قطر ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین صورت گرفته نشان داد که سورگوم علوفه‌ای پگاه و KFS2 به ترتیب بیشترین قطر ساقه را به خود اختصاص دادند. کمترین قطر ساقه نیز از بومی منطقه میانه با شماره ۳ به دست آمد (۱۲/۱۸ میلی‌متر) که نسبت به رقم برتر از کاهش ۳۸/۱۷ درصدی برخوردار بود (جدول ۴). تفاوت‌های ژنوتیپ‌ها از نظر قطر ساقه نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی مطلوب در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سورگوم است.

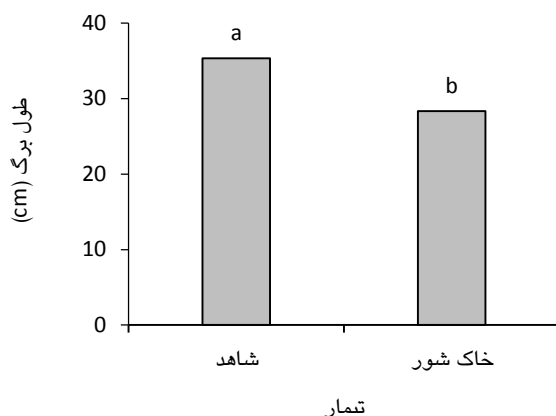
طول برگ

طبق نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر شوری خاک بر روی صفت طول برگ معنی‌دار گردید (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین‌ها، خاک شور طول برگ را به مقدار ۱۹/۸۸ درصد نسبت به خاک غیر شور کاهش داد (شکل ۱). اختلال رشدی و از بین رفتن گیاهان در شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل کاهش و

یا از بین رفتن سطح فتوسنتز کننده در اثر قرار گرفتن در معرض تنش شوری ایجاد شود (پوستینی ۱۹۹۵). سطوح بالای شوری باعث کاهش قابل توجه در پارامترهای رشد مانند سطح برگ و طول برگ می‌گردد (اشرف الزمان و همکاران ۲۰۰۲). اورسجی و همکاران (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که با افزایش شدت تنش شوری وزن خشک و طول برگ را به صورت معنی‌داری کاهش داد. گزارش شده است که برگ‌ها در گیاهان تحت تنش شوری کوچک، قطور و برگ‌های مسن‌تر دچار پیری زودرس می‌شوند. دادرس و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد شده، در نتیجه گیاه مقدار انرژی زیادی را صرف جذب آب از خاک می‌نماید که این عمل باعث کاهش جذب آب، افزایش تنفس و کاهش طول برگ می‌شو و همچنین تنش شوری باعث از بین رفتن تعادل اسمزی و در نتیجه خروج آب از برگ‌ها و در نهایت از بین رفتن آماس سلولی می‌شود.

وزن تر و خشک برگ

صفات وزن تر و خشک برگ به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات واریته و شوری خاک قرار گرفتند

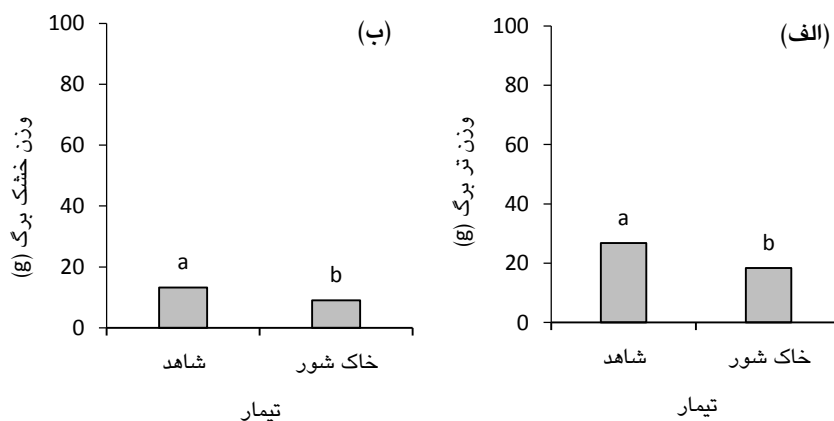


شکل ۱- طول برگ تحت تیمار شوری

ستون‌های دارای حرف متفاوت بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

کاهش فتوسنتز، تخریب غشاهای سلولی، کاهش آب قابل دسترس برای گیاه و تجمع یون سدیم در برگ را عوامل اصلی کاهش وزن تر و خشک برگ گیاه سویا تحت تنش شوری عنوان نمودند. پاپاداکیس و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش نمودند که با افزایش شوری وزن تر، خشک و سطح برگ در برگ‌های بالایی و پایینی درخت گیلاس به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

(جدول ۳). براساس مقایسه میانگین صورت گرفته سورگوم علوفه‌ای پگاه و KFS2 به ترتیب بیشترین وزن تر و خشک برگ‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). شوری خاک به‌طور معنی‌داری وزن تر (شکل ۲الف) و خشک (شکل ۲ب) برگ را کاهش داد. این کاهش برای وزن تر ۳۱/۲۵ درصد و برای وزن خشک ۳۱/۳۴ درصد نسبت به خاک غیر شور بود. نتایج این پژوهش با یافته‌های شریفی و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد. آن‌ها



شکل ۲- وزن تر (الف) و خشک (ب) برگ تحت تیمار شوری

ستون‌های دارای حرف متفاوت بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

وزن تر و خشک ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تاثیر وارپته و شوری خاک روی صفات وزن تر و خشک ساقه‌ها معنی‌دار بود، به طوری که اختلاف موجود در بین ژنوتیپ‌ها از این حیث در سطح احتمال یک درصد کاملاً نمایان بود (جدول ۳).

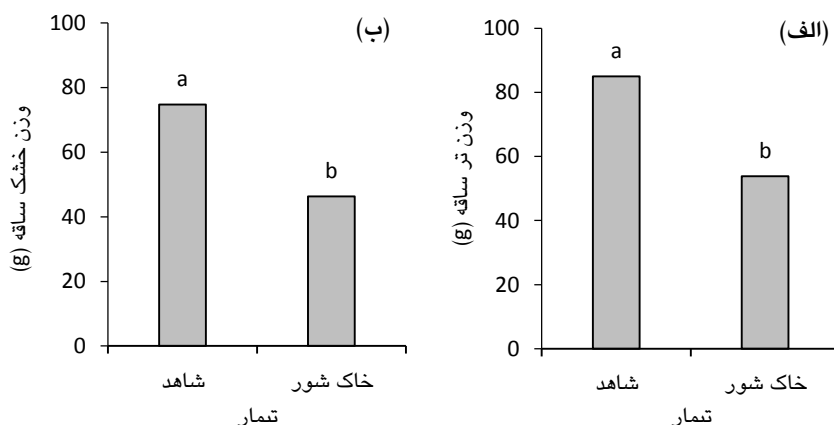
براساس مقایسه میانگین، بیشترین وزن تر ساقه‌ها به میزان ۱۴۸/۸ گرم در بوته از لاین سورگوم علوفه‌ای پگاه به دست آمد. همچنین بیشترین مقدار وزن خشک ساقه نیز از همین ژنوتیپ به میزان ۱۳۳/۱ گرم در بوته حاصل شده که اختلاف معنی‌داری با سایر ژنوتیپ‌ها داشت (جدول ۴). وجود این تفاوت‌ها از نظر وزن تر و خشک ساقه بیانگر تنوع ژنتیکی مطلوب از این حیث در بین ژنوتیپ‌های سورگوم مورد مطالعه می‌باشد.

شوری خاک به‌طور معنی‌داری وزن تر و خشک ساقه را تحت تاثیر قرار داد و سبب افت معنی‌دار آن شد (شکل‌های ۳ الف و ۳ ب). کاهش رشد گیاهان در اثر شوری معمولاً به دلیل تاثیر شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن می‌باشد که برحسب رقم و شرایط

محیطی متفاوت است (استفین و جانسون ۲۰۰۹). به نظر می‌رسد کاهش وزن تر و خشک ساقه در اثر شوری به دلیل کاهش فتوسنتز باشد (بوهنرت و همکاران ۱۹۹۶). افزایش تنش شوری به علت ایجاد سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر زیان بار که سبب اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاهان می‌شود، در نهایت منجر به از بین رفتن و یا کاهش شدید اندام‌های هوایی می‌شود (گورهام ۱۹۹۶) که با نتایج این بررسی مطابقت دارد.

نسبت وزن تر برگ بر وزن تر کل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفت نسبت وزن تر برگ به کل اندام به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر وارپته قرار گرفت (جدول ۳). براساس مقایسه میانگین صورت گرفته سورگوم KFS2 بیشترین و بومی منطقه جلفا کمترین (به ترتیب با ۰/۲۴ و ۰/۱) نسبت وزن تر برگ به کل بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).



شکل ۳- وزن تر (الف) و خشک (ب) ساقه تحت تیمار شوری

ستون‌های دارای حرف متفاوت بر اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها دارای اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشند.

نسبت وزن تر ساقه بر وزن تر کل

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، تنها اثر شوری خاک روی صفت نسبت وزن تر ساقه به کل بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳)، بطوری‌که مقایسه میانگین صورت گرفته نشان داد شوری خاک سبب افت معنی‌دار این صفت نسبت به خاک غیر شور گردید (شکل ۳ب).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان دادند که تحت تنش شوری در سورگوم صفات مرتبط با رشد

از جمله طول برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ساقه، نسبت وزن تر ساقه به وزن تر کل بوته کاهش یافتند. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سورگوم در این تحقیق اختلاف قابل ملاحظه‌ای از نکته نظر صفات مورد بررسی مشاهده گردید. در این تحقیق، ژنوتیپ‌های اصلاح شده پگاه و KFS2 نسبت به ژنوتیپ‌های رایج وزن تر بوته، تعداد برگ، قطر ساقه، وزن تر برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و نسبت وزن تر برگ به کل بوته بیشتری داشته و از نظر ارتفاع بوته ژنوتیپ پگاه و ژنوتیپ بومی جلفا بیشترین مقدار ارتفاع را به خود اختصاص دادند.

منابع مورد استفاده

- Abbasi MR and Nakhfroush AR. 2007. Identification of salinity tolerance in sorghum germplasm in National Plant Gene Bank of Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(2), 191-207. (In Persian)
- Ashrafuzzaman M, Halim Khan MA and Shahidullah SM. 2002. Vegetative growth of maize (*Zea mays*) as affected by a range of salinity. *Crops Research Hisar*, 24: 286-291.
- Avarseji Z, Kafi M, Sabet Teimouri M and Orooji K. 2013. Investigation of salinity stress and potassium levels on morphophysiological characteristics of saffron. *Journal of Plant Nutrition*, 36: 299-310.
- Bhattacharya RC, Maheswari M, Dineshkumar V, Kirti PB, Bhat SR and Chopra VL. 2004. Transformation of *Brassica oleracea* var. capitata with bacterial beta gene enhances tolerance to salt stress. *Scientia Horticulturae*, 100: 215-227.
- Bohnert HJ and Jensen RG. 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance the next step. *Australian journal of plant physiology*, 59: 661-667.
- Chauhan RR, Chaudhary R, Singh A, and Singh PK. 2012. Salt tolerance of *Sorghum bicolor* cultivars during germination and seedling growth. *Research Journal of Recent Sciences*, 1(3): 1-10.
- Dadras N, Besharati H and Ketabchi S. 2012. Effects of salinity stress caused by sodium chloride on growth and bioassay of nitrogen in three soybean cultivars. *Soil Research Journal (Soil and Water Sciences)*, 2: 165-174. (In Persian).
- Flowers TJ and Colmer TD. 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179: 945-963.
- Fouman Ajirou A. 2000. Sorghum research in Iran. Improving crops of the semi-arid tropics in Iran. Co. Published by ICRISAT an AREEO. Patancheru, P. O., Andhra Pradesh. 502324, India.
- Ghassemi S, Zehtab-Salmasi S, Ghassemi-Golezani K, Alizadeh-Salteh S. 2019. Morphological traits and yield of Ajowan affected by different irrigation intervals and growth regulators. *Advances in Horticultural Science*, 33: 97-104.
- Gholinezhad E. 2014. The Effects of Salinity Stress on Related germination traits of wheat genotypes. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 27:276-287. (In Persian).
- Gorham J. 1996. Mechanisms of salt tolerance of halophytes. In: *Halophytes and Biosaline Agriculture*, 33 pp.
- Gregorio GB, Senadhira D and Mendoza R. 1997. Screening rice for salinity tolerance. IRRI. Discussion Paper No. 22. International Rice Research Institute, Philippines.

- Heidari N, Pouryousef M and Tavakoli A. 2014. Effects of drought stress on photosynthesis, its parameters and relative water content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 27:829-839. (In Persian).
- Khodarahmpour Z and Soltani A. 2016. Ranking forage sorghum lines (*Sorghum bicolor* L.) to drought stress basis seedling growth in laboratory condition. Journal of Crop Breeding, 8: 238-245. (In Persian).
- Lacerda CF, Cambraia J, Oliva MA, Ruiz HA and Prisco JTN. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany, 49: 107-120.
- Molla Heydari Bafghi R, Baghizadeh A and Mohammadinezhad G. 2017. Evaluation of salinity and drought stresses tolerance in wheat genotypes using tolerance indices. Journal of Crop Breeding, 9: 27-34. (In Persian)
- Munns R, James RA and Lauchli A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57: 1025-1043.
- Papadakis IE, Veneti G, Chatzissavvidis C, Sptiropoulos TE, Dimassi N and Therios I. 2007. Growth, mineral composition, leaf chlorophyll and water relationships of two cherry varieties under NaCl-induced salinity stress. Soil Science and Plant Nutrition, 53: 252-258.
- Parida AK and Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324-349.
- Poustini K. 1995. Physiological responses of two wheat cultivars to salinity stress. Iranian Journal of Agriculture Science, 26 (2): 57-64. (In Persian).
- Robinson P, Grattan S, Getachew G, Grieve C, Poss J, Suarez D and Benes S. 2004. Biomass accumulation and potential nutritive value of some forages irrigated with saline-sodic drainage water. Animal Feed Science and Technology, 111: 175-189.
- Roshandel P and Flowers T. 2009. The ionic effects of NaCl on physiology and gene expression in rice genotypes differing in salt tolerance. Plant and Soil, 315: 135-147.
- Shahbaz M and Ashraf M. 2013. Improving Salinity Tolerance in Cereals. Plant Sciences, 32(4): 237-249.
- Sharifi M, Ghorbanli M and Ebrahimzadeh H. 2006. Improved growth of salinity-stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. Journal of Plant Physiology, 164: 1144-1151.
- Stepien, P and Johnson NG. 2009. Contrasting responses of photosynthesis to salt stress in the glycophyte arabidopsis and the halophyte thellungiella: Role of the plastid terminal oxidase as an alternative electron sink. Plant Physiology, 149: 1154-1165.
- Sunseri F, Palazzo D, Montemurro N and Montemurro F. 2002. Salinity tolerance in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench): Field performance under salt stress. Italian Journal of Agronomy, 2: 111-116.
- Velikova V, Yordanov I and Edreva A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. Plant Science, 151: 59-66.
- Wang YH, Upadhyaya HD and Kole C. 2014. Genetics, Genomics and Breeding of Sorghum. CRC Press, Pp: 366.
- Yeo AR and Flowers TJ. 1984. Mechanism of salinity resistance in rice and their role as physiological criteria in plant breeding. In: Salinity tolerance in plants. Willey, New York, pp. 151-170.
- Yunca H, Wieland F and Urs S. 2005. Salinity and growth of non-halophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution. Functional Plant Biology, 32: 973-985.