ارزیابی واکنش لاین‌های امیدبخش سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش خشکی

عظیم خزایی *

مربی، مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر، کرج؛ az42095@yahoo.com

چکیده

به منظور اثر آبیاری محدود بر خصوصیات لاین‌های امیدبخش سورگوم علوفه‌ای، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج سال زراعی۱۳۸۹ اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اصلی ، در سه رژیم آبیاری(۶۰ ، ۱۲۰و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) و فاکتور فرعی، لاین‌های امیدبخش سورگوم علوفه‌ای در پنج سطح(KFS2 ، KFS3 ، KFS12 ، KFS17 و KFS18) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد علوفه در سطوح مختلف آبیاری در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری می باشد. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه تر، ۱۱۹/۹ تن در هکتار مربوط به سطح آبیاری بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر بود و آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با عملکرد علوفه تر ۱۰۹/۹ تن در هکتار با سطح آبیاری اول تفاوت معنی داری نشان نداد و در یک گروه قرار گرفتند و سطح آبیاری سوم یعنی آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با عملکرد علوفه تر ۹۲/۴ تن در هکتار با سطوح آبیاری اول و دوم تفاوت معنی دار نشان داد. لاین‌ها از لحاظ عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر، تعداد برگ در ساقه، قطر ساقه و ارتفاع بوته تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند.مقایسه مینگین ها نشان داد که لاین شماره ۲ (KFS3) با وزن علوفه تر ۱۳۲/۹ کیلوگرم در هکتار و وزن خشک ۱۶/۴ تن در هکتار در رتبه اول قرار گرفت. نتایج ارزیابی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی نشان داد که براساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل (TOL) لاین‌های شماره ۱، ۴ و ۵ به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند.براساس شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری(GMP) لاین‌های شماره ۲ ، ۵ و ۱ به ترتیب با عملکردعلوفه خشک ۲۰/۲ ،۱۵/۲ و۱۴,۴ تن در هکتار در شرایط بدون تنش و ۱۳/۵ ،۱۰/۴ و ۲/ ۱۱تن در هکتار در شرایط تنش شدید به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط شناخته شدند. شاخص‌هایSTI ، GMP و MP با همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش ، به‌عنوان معیارهای مناسب جهت معرفی و تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شناخته شدند و لاین‌های ۲ (KFS3) و ۱ (KFS2) به‌عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی تعیین شدند.

واژه های کلیدی: سورگوم علوفه ای، لاین‌های امید بخش، تحمل به تنش.

مقدمه

سورگوم (*Sorghum bicolor*) با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی منحصر به فردی که دارد به عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شده است و نسبت به سایر گیاهان زراعی در شرایط دشوار آبیاری و شرایط دور آبیاری مقاوم‌تر بوده و نیاز آبی کمتری دارد (معاونی، ۱۳۸۲). سیستم ریشه‌ای این گیاهان افشان و بسیار توانمند و گسترده است به طوری که تا ۲ متری خاک نفوذ می‌کند. البته در شرایط رطوبت کافی،

۱- کرج- جاده ماهدشت، مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال وبذر، بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای.

* دریافت: ۸۹/۱۱/۲۵ و پذیرش: ۹۰/۶/۱

ریشه‌ها در عمق ٦٠ سانتی‌متری قرار می‌گیرند و بیش از نیمی از نیاز آب گیاه را برطرف می‌کنند (دهقانی، ١٣٧٥). در بیشتر موارد تنش به عنوان تغییر و دور شدن از شرایط مطلوب در نظر گرفته می‌شود و شامل تغییر تمام اعمال حیاتی در سطوح مختلف موجودات است. این اثر در ابتدا می‌تواند موقت باشد و ممکن است دائمی گردد (Stocker, 1996). معمولاًشدت عامل تنش‌زا در محل اعمال اثر خود کمتر از شدت اولیه آن در محل دیگر است. یعنی گیاه از طریق مکانیزم‌های مقاومت و تحمل تنش، شدت عامل تنش را تعدیل می‌نماید و در نتیجه از میزان اثرات سوء تنش می‌کاهد (Gate, 1968) .تنش بلافاصله بعد از بروز کردن، اثر خود را ایجاد نمی‌نماید زیرا گیاهان مکانیزم‌های حفاظتی مختلفی را برای تأخیر یا متوقف کردن اختلالات شیمیایی و ترمودینامیکی داخل سلول بکار می‌برند(Stocker, 1986). تنش خشکی در مقایسه با سایر تنش‌ها، ناگهانی اتفاق نمی‌افتد و گسترش آن تدریجی بوده به طوریکه در انتهای دوره بروز خشکی شدت می‌یابد(Dale and Dailes, 1995) . اثر تنش آب بر عملکرد چند جانبه است و تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول دوره رشد رویشی ممکن است اثر برروی عملکرد نداشته باشد ولی تنش کمتر از این میزان ولی طولانی مدت ممکن است باعث کاهش شدید عملکرد شود (Ariy,1989) . اونکن و وندت (Onken and Wendet, 1992) در گزارش خود روی سورگوم نشان دادند که در شرایط دورهای آبیاری طولانی کارآئی مصرف آب افزایش می‌یابد.کمبود منابع آب در ایران به علت شرایط اقلیمی و افزایش هزینه کاربرد کودهای شیمیایی از یک طرف و تأمین علوفه مورد نیاز برای دام‌های کشور از طرف دیگر از جمله دلایلی است که ایجاب می‌کند تغییراتی در استراتژی کشت گیاهان علوفه‌ای و مدیریت کاربرد آب و کود شیمیایی به وجود آورد. این تغییرات باید با هدف افزایش راندمان مصرف این دو نهاده با ارزش و جایگزین کردن محصولات علوفه‌ای با پتانسیل عملکرد بالا و سازگار به شرایط آب و هوایی کشور صورت گیرد. این گیاه در برابر خشکی پایدار است ولی برای تولید علوفه زیاد، نیاز به آبیاری دارد ،نیاز آبی آن حداقل معادل ٥٠٠ میلی متر بارندگی در فصل رشد است (کریمی، ١٣٧٦). سورگوم در برابر خشکی مقاوم است و در دوره خشکی فراورده های علوفه آن کاهش یافته و ماده سمی اسید پروسیک در آن زیادتر می شود (کریمی، ١٣٧٦). سورگوم نسبت به سایر غلات جهت رشد و نمو به آب کمتری نیاز دارد به طوری که طبق تحقیقات انجام شده برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک به ٣٣٢ لیتر آب نیاز دارد در صورتی که این نیاز آبی برای ذرت ٣٦٨ لیتر, جو ٤٣٤ لیتر و گندم ٥١٤ لیتر است (House, 1985). زمانی که رشد سورگوم به دوران خشک و کم آب برخورد می کند متوقف گردیده و به محض شروع بارندگی از سر گرفته می شود، همچنین این گیاه رطوبت بیش از حد را نیز تحمل می کند و از این نظر نیز نسبت به سایر غلات برتری دارد. سلیوان و استین (Sulivan and Eastin , 1975) دریافتند که بسته شدن روزنه های ارزن و ذرت در مقایسه با سورگوم در پتانسیل آب بالاتری انجام می گیرد و بسته شدن روزنه ها باعث متوقف شدن تعرق و جلوگیری از خنک شدن گیاه می شود در نتیجه دمای برگ افزایش می یابد. احتمالاً ذرت و ارزن در مقایسه با سورگوم به سبب خصوصیات روزنه ای فوق به دماهای بالا بهتر سازگار می شوند و با توجه به اینکه ذرت و ارزن روزنه های خود را سریع تر مسدود می کند نسبت به سورگوم مقاومت بیشتری به گرما دارند و مکانیسم هایی بوجود می آورند تا دماهای بالاتر را تحمل کنندکه این فرآیند در خصوصیات تحمل به تنش های ناشی از تغییرات دور آبیاری نیز نقش دارد. در گیاهان علوفه‌ای افزایش وزن خشک مهمترین جنبه رشد است (زند ، ١٣٧٢). احمدی (١٣٧٠) درآزمایشی واکنش چهار رقم سورگوم علوفه ای را در سه سطح آبیاری ١٠٠٪- ٥٠٪- ٢٥٪ اشباع خاک مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که با کاهش مقدار آب، تجمع مواد فتوسنتزی نیز کم می شود، در این آزمایش همچنین مشاهده گردید که با کاهش مقدار

آب خاک، استفاده مؤثر از آب برای ژنوتیپ افزایش یافته است. اونکن و وندت (Onken and Wendet, 1992) در گزارش خود روی سورگوم نشان دادند که در شرایط دوره های آبیاری طولانی کارآیی مصرف آب افزایش می یابد. مناسب ترین روش آبیاری برای سورگوم، آبیاری نشتی است، به منظور داشتن سطح سبز یکنواخت و عملکرد علوفه خشک بیشتر ، بهتر است آبیاری اول تا سوم به فاصله ٤-٣ روز انجام گیرد. در این صورت با مناسب بودن درجه حرارت محیط پس از یک هفته بذرها به راحتی جوانه زده در سطح خاک ظاهر می شوند و با ظهور گیاهچه ها در سطح خاک، فواصل آبیاری افزایش می یابد و در مراحل بعدی هر ١٠-٧ روز یکبار انجام می گیرد (بنی صدر و مهرور، ١٣٧٧). جونز و ترنر (Jones and Turner, 1980) و مورگان (Morgan, 1984) با مطالعه اثرات دور آبیار خشکی برروی سورگوم علوفه ای اظهار داشتند که روند رشد، عملکرد و ارتفاع گیاه در فاصله بیشتر دور آبیاری کاهش چشمگیری نشان می دهد.

دورآبیاری زیاد به درجه‌ای که شدت جذب خالص را فقط ٥٠ درصد کاهش دهد، مقداری است که می تواند رشد برگ ها را کاملاً متوقف نماید این موضوع نمایانگر آن است که سطح برگ ها بیشتر از شدت جذب خالص تحت تأثیر دور آبیاری قرار می گیرند (سید، ١٣٧٣). احمدی(١٣٧٠) و پاین و همکاران (Payne *et al.*, 1992) در تحقیقات خود به افزایش کارآیی مصرف آب در دوره های آبیاری طولانی مدت اشاره کرده اند اثر دور آبیاری بر عملکرد عمدتاً به این موضوع بستگی دارد که چه مقدار از ماده خشک تولیدی به عنوان ماده مفید برداشت می گردد. وقتی که اکثر یا تمام اندام‌های هوایی گیاه در خصوص گیاهان علوفه‌ای عملکرد را تشکیل می دهد اثرات دور آبیاری بر عملکرد شبیه اثرات آن بر کل رشد است. اثرات دور آبیاری طولانی بر رشد، مقدار عملکرد و کیفیت گیاه بسیار وسیع بوده و مهم ترین فرآیند دور آبیاری خشکی کاهش سرعت نمو،کاهش رشد طولی ساقه و کاهش رشد برگ ها است(چابوک، ١٣٧٥).بیرچ و استوارت (Birch and Stewart, 1980) گزارش کردند که بین عملکرد ماده خشک در سورگوم علوفه‌ای و نسبت برگ به ساقه رابطه منفی وجود دارد.

در بیشتر موارد تنش به عنوان تغییر و دور شدن از شرایط مطلوب در نظر گرفته می شود و شامل تغییر تمام اعمال حیاتی در سطوح مختلف موجودات است، این اثر در ابتدا می تواند موقت باشد و ممکن است دائمی گردد (Stocker, 1986). معمولاً شدت عامل تنش زا در محل اعمال اثر خود کمتر از شدت اولیه آن در محل دیگر است. یعنی گیاه از طریق مکانیزم های مقاومت و تحمل تنش ، شدت عامل تنش را تعدیل می نماید و در نتیجه از میزان اثرات سوء تنش می کاهد (Gate, 1968). تنش بلافاصله بعد از بروز کردن، اثر خود را ایجاد نمی‌نماید زیرا گیاهان مکانیزم های حفاظتی مختلفی را برای تأخیر یا متوقف کردن اختلالات شیمیایی و ترمودینامیکی داخل سلول بکار می برند (Stocker, 1986 and Kumari, 1988). بروز خشکی باعث تنش در گیاه می شود و خشکی نه تنها حاصل کاهش ریزش های آسمانی است بلکه در مواردی که رطوبت نیز در خاک وجود دارد به دلایلی چون شوری زیاد خاک و یا یخ زدگی خاک، این رطوبت برای گیاه قابل استفاده نیست و گیاه دچار تنش می شود (Shaw and Laing, 1968).تنش خشکی در مقایسه با سایر تنش‌ها ناگهانی اتفاق نمی افتد و گسترش آن تدریجی بوده به طوریکه در انتهای دوره بروز خشکی شدت می یابد (Dale and Dailes, 1995). بذر سورگوم و ارزن مقاومت به خشکی بیشتری نسبت به علف های هرز مختلف از خود نشان می دهند و در شرایط تنش خشکی نیز قادر به جوانه زنی هستند (Denmend and Show, 1989) . تنش در طول دوره رشد رویشی منجر به کوچک شدن برگ ها گردیده و شاخص سطح برگ را در دوره رسیدن محصول و میزان جذب نور توسط گیاه کاهش می دهد (Ariy, 1989) . اثر تنش آب بر عملکرد چند جانبه است و تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول دوره رشد رویشی ممکن است اثری برروی عملکرد نداشته باشد ولی

تنش کمتر از این میزان ولی طولانی مدت ممکن است باعث کاهش شدید عملکرد شود (Ariy, 1989). زمان بروز تنش خشکی نیز در نوع و میزان خسارت وارده اثرات زیادی دارد. تحقیق انجام شده برروی ارزن و سورگوم نشان داد که تنش در مرحله رشد زایشی تا ۵۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داده اما بروز تنش در مرحله رشد رویشی در ارزن ۲۵ درصد و در سورگوم ۳۰ درصد عملکرد را پایین آورده است (Rame and Kumari, 1995).در بررسی اثر تنش خشکی بر ذرت مشاهده شد که علاوه بر عملکرد، ویژگی های کیفی ذرت نیز تحت تأثیر تنش قرار می گیرد، به طوری که میزان پروتئین افزایش و نشاسته کاهش یافت (Farley and Coot, 1998) .در سورگوم نیز آزمایش ها حکایت از کاهش درصد هیدرات های کربن دانه داشته است (Volf and Fisher, 1995) .تنش بر شاخص سطح برگ و سرعت رشد آن نیز اثر داشته به طوری که باعث کاهش ۲۵ درصد شاخص سطح برگ در ذرت و ۲۰ درصد در سورگوم شده است(Sayer, 1994) . سرعت رشد نیز تحت تأثیر تنش قرار می گیرد و به شدت کاهش می یابد به طوری که در ذرت در یک دوره رشد مقدار کاهش تا ٤۰ درصد نیز رسیده است (Chapamane and Westgate, 1993) .گیاهان زراعی به طور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش های گوناگونی به تنش واکنش نشان می دهند. فهم و درک این واکنش ها کمک های زیادی را به تشریح نحوه رشد و میزان تولید آن ها در شرایط تنش زای محیطی خواهد کرد (احمدی و همکاران ، ۱۳۸۵). در این بین سورگوم با برخورداری از صفاتی همانند روزنه های کوچک، قابلیت خودپیچی برگ ها، کنترل روزنه ها و ...... سازگاری با لاین به طیف وسیعی از شرایط اکولوژیکی در مقایسه با سایر گیاهان زراعی دارد (نورمحمدی و همکاران ، ۱۳۸٦). با وجود این وقوع تنش به علت اختلال و تغییر در فعالیت های گیاهی افت میزان عملکرد را نسبت به شاهد به همراه خواهد داشت که شدت این تغییرات با توجه به شدت تنش و مرحله گیاهی متفاوت خواهد بود (رشدی و رضا دوست، ۱۳۸٤). تنش خشکی در مرحله رشد زایشی و در سه مرحله پیدایش و تشکیل گل، گرده افشانی و لقاح و پر شدن دانه ها اثرات متفاوتی را بر اجزاء عملکرد موجب می گردد (مظاهری لقب و همکاران، ۱۳۸۰). در ادامه علت این امر را به این صورت توجیه می نمایند که آبیاری در مرحله گلدهی برباروری گلچه ها و افزایش تعداد دانه ها تأثیر دارد در حالیکه در مرحله دانه بندی، آبیاری برافزایش اندوخته های غذایی و پرشدن دانه ها و در نتیجه افزایش وزن آنها تأثیر می گذارد. نشانه اصلی تنش در مرحله رویشی کاهش تعداد و اندازه برگ ها است. اگر کمبود رطوبت ادامه یابد برگ های پایینی ریزش نموده و ارتفاع گیاه به میزان قابل توجهی کمتر از حد طبیعی خواهد شد(مظاهری لقب و همکاران ، ۱۳۸۰). (مهرور ۱۳۷۱) گزارش نمود که اثر دور آبیاری بر عملکرد ماده خشک سورگوم معنی دار است و با کاهش فواصل آبیاری عملکرد ماده خشک افزایش می یابد. به نظر می رسد مصرف بهینه آب براساس نیازهای واقعی گیاه و شرایط اقلیمی می تواند نقشی مؤثر در افزایش کارایی مصرف آب گیاه داشته باشد. به منظور انتخاب ژنوتیپ های متحمل به خشکی شاخص های مختلفی براساس عملکرد در شرایط تنش و غیرتنش معرفی شده است. روزیلی و هامبلین (Rosielle and Hamblin , 1981) شاخص های TOL وMP ،فیشر و ماورر (Fisher and Maurer, 1978) شاخص SSI و فرناندز (Fernandes, 1992) شاخص STI را برای انتخاب ژنوتیپ های متحمل به خشکی معرفی کرده اند. ژنوتیپ ها براساس عملکردشان در شرایط تنش و غیر تنش به چهار گروه دسته بندی می شوند: گروه A که در هر دو محیط تنش دار و بدون تنش عملکرد بالاتری دارند، گروه B که تنها در شرایط بدون تنش عملکرد بالاتری دارند،گروه C که در شرایط تنش عملکرد بالاتری دارند و گروه D که در هر دو شرایط تنش و غیر تنش وضعیت نامطلوب دارند.بهترین شاخص آن است که بتواند گروه A را از سه گروه دیگر متمایز کند. به نظر می رسد که

شاخص های MP ، TOL و SSI برای این منظور مناسب نیستند (کاظمی تبار و همکاران ، ۱۳۸٦). فرناندز (Fernandes, 1992) طی آزمایشی نشان داد که شاخص STI برای انتخاب ژنوتیپ ها در شرایط تنش و بدون تنش بهتر از سایر شاخص هاست. فریزر و همکاران (۱۹۸۳) معتقدند که بررسی واکنش ارقام نسبت به خشکی اگر تنها بر مبنای حساسیت عملکرد آن ها نسبت به خشکی باشد مفیدتر است. در این تحقیق سعی شده شاخص های مناسب برای گزینش لاین های با عملکرد بالا و متحمل به خشکی معرفی شوند.

مواد و روش ها

بعد از تهیه بستر مناسب و تعیین نیاز کودی، آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر – کرج (مزرعه ٤۰۰ هکتاری) در سال زراعی ۱۳۸۹اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اصلی (A) : سطوح تنش در سه سطح (بدون تنش ، تنش متوسط و تنش شدید) و فاکتور فرعی (B) : لاین‌های امیدبخش سورگوم علوفه‌ای در پنج سطح (KFS2 ، KFS3، KFS12 ، KFS17 و KFS18) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از مرحله ٤ برگی در تنش شدید، آبیاری زمانی انجام می‌گرفت که ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام شد و در تنش متوسط آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A انجام می‌شد و در شرایط بدون تنش آبیاری بعد از ٦۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر انجام می‌گرفت. هر کرت اصلی شامل ۵ کرت فرعی بود و در هر کرت فرعی هر لاین به تعداد چهار خط به فاصله ٦۰ سانتی‌متر و طول ۵ متر قرار گرفت، فواصل بوته‌ها در روی ردیف ۸ سانتی‌متر بود. میزان کود فسفات آمونیوم ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره زمانی که ارتفاع بوته‌ها به٤۰ – ۳۵ سانتی‌متر رسید، داده شد. بعد از برداشت چین اول هم زمان با آبیاری ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره توزیع شد. در طول دوره رویش از صفات مهم زراعی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد پنجه ، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، وزن علوفه تر و خشک و شاخص سطح برگ یادداشت‌برداری به عمل آمد. با توجه وجود اختلاف معنی دار در عملکرد شاهد(آبیاری معمولی یا بدون تنش) و تنش شدید(۱۸۰ میلی‌مترتبخیر) ، عملکرد سطح ۱۸۰ میلی‌متر به عنوان سطح تنش انتخاب و شاخص‌های ارزیابی تنش بر آن اساس محاسبه شدند.

$SSI = [1-(Ys/Yp)]/SI$ (شاخص حساسیت به تنش)

$SI = 1- (\overline{Ys}/\overline{Yp})$ (شدت تنش)

$TOL = Yp-Ys$ (شاخص تحمل)

$STI = (Yp \times Ys)/ (\overline{Yp})2$ (شاخص تحمل به تنش)

$MP = (Yp+Ys)/2$ (شاخص‌میانگین بهره‌وری)

$GMP= \sqrt{}(Yp \times Ys)$ (شاخص میانگین هندسی بهره‌وری)

$YI = (Ys/\overline{Ys})$ (شاخص عملکرد)

$YSI = Ys/Yp$ (شاخص پایداری عملکرد)

$\% \ Reduction = [(Yp-Ys)/Yp] \times 100$ (درصد کاهش)

در روابط فوق $\overline{Yp}$ و $\overline{Ys}$ به ترتیب میانگین عملکرد کلیه لاین‌ها در شرایط نرمال و تنش خشکی می‌باشد. پس از محاسبه شاخص‌های تحمل به خشکی مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و دارای پتانسیل عملکرد بالاتر براساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و غیرتنش مشخص شد. میانگین داده‌ها برای متغیرهای اندازه‌گیری شده به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. به منظور تعیین مناسبت‌ترین شاخص برای تشخیص ارقام متحمل به تنش، همبستگی بین عملکرد دانه در محیط تنش و بدون تنش و شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای MSTATC و SAS استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف آبیاری روی عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی داری می باشند (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه تر ۱۱۹/۹ تن در هکتار مربوط به سطح آبیاری بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر بود و آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با عملکرد علوفه تر ۱۰۹/۹ تن در هکتار با سطح آبیاری بعد از ۶۰ میلی متر تبخیر تفاوت معنی داری نشان نداد و در یک گروه قرار گرفتند و سطح آبیاری سوم یعنی آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با عملکرد علوفه تر۹۲/٤ تن در هکتار با سطوح آبیاری اول و دوم تفاوت معنی دار نشان داد (جدول ۲). از لحاظ عملکرد علوفه خشک نیز سطوح آبیاری دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بود و عملکرد علوفه خشک در آبیاری بعد از ۶۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر فاقد اختلاف معنی دار بودند و در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۲). لاین‌ها از لحاظ عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر، تعداد برگ در ساقه، قطر ساقه و ارتفاع بوته تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد لاین‌ها از لحاظ علوفه خشک در دو گروه قرار گرفتند.لاین شماره ۲ (KFS3) با عملکرد علوفه خشک ۱٦/٤ تن در هکتار در رتبه اول و به تنهایی در یک گروه قرار گرفت و بقیه لاین ها در گروه دیگر قرار گرفتند (جدول ۲). از لحاظ عملکرد علوفه تر نیز لاین شماره ۲ (KFS3) با عملکرد ۱۳۲/٦ کیلوگرم در هکتار در رتبه اول قرار گرفت از لحاظ عملکرد علوفه خشک لاین ها به سه گروه تقسیم شدند.گروه اول لاین KFS3 به تنهایی گروه دوم لاین های شماره ۱ و ۵ و گروه سوم لاین های سوم و چهارم بودند(جدول ۲). اثر متقابل ارقام و چین های برداشت از لحاظ عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر و سایر صفات در سطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی داری بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد اثر متقابل لاین شماره ۲ در برداشت دوم با عملکرد علوفه خشک ، ۱۷/۱ تن در هکتار در رتبه اول قرار گرفت و از لحاظ عملکرد علوفه تر اثر متقابل لاین دوم و برداشت اول با عملکرد ۷٤/۳ تن در هکتار در رتبه اول قرار گرفتند (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین ها لاین های شماره ۲ (KFS3) از لحاظ عملکرد علوفه تر و خشک دارای برتری کامل بود.

ارزیابی شاخص های مقاومت به خشکی

شاخص تحمل به تنش (STI)

شاخص STI بر میانگین هندسی استوار است و مقادیر بالای این شاخص حاکی از تحمل بیشتر به تنش است (خورشیدی و همکاران ،۱۳۸۷). از لحاظ علوفه خشک لاین شماره ۲ (KFS 3) با STI معادل ۱/۱۳ بیشترین تحمل به تنش داشت و لاین های شماره ٤ (KFS17) و شماره ۵ (KFS 18) به ترتیب با ۰/۷۵ و ۰/٦۸ در رتبه های بعدی قرار گرفتند.

شاخص حساسیت به تنش (SSI)

هر چه مقدار SSI کمتر باشد حساسیت به تنش کمتر و تحمل آن بیشتر است. در محاسبه شاخص حساسیت به تنش یک جزء بنام SI وجود دارد که به عنوان سختی محیط نامیده می شود. هر چه میزان SI بزرگتر باشد حاکی از شرایط سخت تر است (Angadi, *et al.*, 2002). در این آزمایش SI برای علوفه خشک ۰/۲۵ بود. در این پژوهش در قسمت علوفه خشک لاین شماره ٤ با SSI ۰/۷۲ نسبت به بقیه دارای تحمل بیشتری بود (جدول ۳).

شاخص بهره وری متوسط (MP)

واضح است که هر چه میزان عددی این شاخص بیشتر باشد،تحمل نسبی به تنش بیشتر است. اما این شاخص در گزینش ارقامی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش هستند، مناسب نیست (خورشیدی و همکاران ،۱۳۸۷). از میان لاین های مورد آزمون، لاین شماره ۲ (KFS3)

براساس شاخص MP (۱۶/۸ تن در هکتار) از تحمل نسبی بیشتری برخوردار بود (جدول ۳).

شاخص تحمل (TOL)

براساس شاخص TOL ، تحمل نسبی متعلق به رقمی است که مقدار کوچک تری داشته باشد. از میان لاین های مورد آزمون لاین شماره ۴ (KFS17) از تحمل بیشتری برخوردار بود (جدول ۳).

شاخص میانگین هندسی بهره وری (GMP)

از میان لاین های مورد آزمون از لحاظ علوفه خشک لاین شماره ۲(KFS3) با ۱۶/۵ تن در هکتار دارای تحمل نسبی بیشتری بود (جدول ۳). واضح است که هرچه میزان عددی این شاخص بیشتر باشد تحمل نسبی به تنش بیشتر است. اما این شاخص مثل شاخص MP در گزینش ارقامی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش هستند ، مناسب نیست (خورشیدی و همکاران، ۱۳۸۷).

همبستگی

محاسبه همبستگی شاخص های ارزیابی با عملکرد در شرایط مطلوب و تنش نشان داد که از لحاظ عملکرد علوفه خشک، عملکرد در شرایط تنش(Ys) با شاخص‌های GMP، STI، MP و YI و عملکرد در شرایط مطلوب (Yp) با شاخص های GMP ، STI ، TOL ، MP و YI دارای همستگی معنی دار می باشند (جدول ۴).

بحث

سطوح مختلف آبیاری روی عملکرد در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری نشان دادند. لاین‌ها از لحاظ عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر، تعداد برگ در ساقه، قطر ساقه و ارتفاع بوته تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند.تفاوت‌های مشاهده شده می توان بخاطر ژنتیک این لاین‌ها دانست. ارزیابی شاخص های مقاومت به خشکی نشان داد که لاین شماره ۲ (KFS3) با STI معادل ۱/۱۳ بیشترین تحمل به تنش داشت. در مجموع می توان چنین نتیجه گرفت که این شاخص زمانی قابل اعتماد است که با عملکرد بالا در شرایط تنش در نظر گرفته شود. به طور کلی عکس العمل گیاهان زراعی و ارزیابی آن‌ها برای حداکثر عملکرد در شرایط محیطی متنوع وابسته به توانایی متفاوت آن ها در استفاده از شرایط محیطی است. این امر از طریق تنظیم اجزای عملکرد و اثرات متقابل ارقام به هنگام بروز شرایط نامطلوب و مطلوب امکان پذیر است (Angadi, *et al.*, 2002). در این پژوهش در قسمت علوفه خشک لاین شماره ۴ با SSI ۰/۷۲ نسبت به بقیه دارای تحمل بیشتری بود. مطالعات انجام شده توسط فیشر و مورر(Fisher and Maurer, 1978) نشان دادند که ارزیابی ژنوتیپ ها با استفاده از شاخص حساسیت محیطی، مورد آزمایش را فقط براساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته بندی می کند، به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص می توان رقم های حساس و مقاوم را بدون توجه به عملکرد بالقوه آن ها تعیین و شناسایی نمود. لاین شماره ۲ (KFS3) براساس شاخص MP (۱۶/۸ تن در هکتار) از تحمل نسبی بیشتری برخوردار بود یادآور می شود که یک شاخص مناسب برای گزینش آن است که منجر به انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش شود. از لحاظ شاخص TOL لاین شماره ۴ (KFS17) از تحمل بیشتری برخوردار بود. کم بودن شاخص TOL لزوماً بربالا بودن عملکرد در شرایط عادی یا تحت تنش دلالت ندارد، بلکه ممکن است یک رقم در شرایط عادی عملکرد پایینی داشنه باشد ولی در شرایط تنش با افت اندک عملکرد روبرو شود که موجب کوچکتر شدن شاخص TOL خواهد شد. به نظر فرناندز (Fernandes, 1992) در تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی، شاخصی که دارای همبستگی معنی دار بالا با عملکرد دانه تحت شرایط تنش و بدون تنش بوده و از

طرفی بر اساس نوع همبستگی، باعث افـزایش عملکـرد در هر شرایط شود به عنوان بهترین شاخص معرفی می گردد.

براساس شاخص‌های تحمل به تنش (STI) ، میانگین هندسی بهره‌وری(GMP) ومیانگین بهره‌وری (MP) لاین‌های شماره۲ ، ۵ و ۱ به ترتیب با عملکردعلوفه خشک ۲۰/۲، ۱۵/۲ و ۱٤/٤ تن در هکتار در شرایط بدون تنش و ۱۳/۵ ، ۱۰/٤ و۱۱/۲ تن در هکتار در شرایط تنش به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط شناخته شدند. شاخص‌هایSTI ، GMP و MP با همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش ، به‌عنوان معیارهای مناسب جهت معرفی و تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شناخته شدند و لاین‌های ۲ (KFS3) و ۱ (KFS2) به‌عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی تعیین شدند.

جدول۱- تجزیه واریانس صفات مختلف لاین‌های امید بخش سورگوم علوفه‌ای در شرایط تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع (cm)	قطر ساقه (cm)	تعداد برگ در ساقه	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)
تکرار	٢	٥٥٢/٤	٠/٠١	٧/٢٣	٧٣/٢٥	٨/٧٩
آبیاری	٢	٩٤٦٣/٠**	٠/٠٧	٠/٩٧	١٤٤٦/٥٢*	١١٤/٨٦*
اشتباه ١	٤	٥٠١/٤	٠/٠٥	٠/٧٠	١٧٣/٣٣	١١/٧٨
ارقام	٤	٥٤٤/٥**	٠/٨٥**	**١٣/٨٩	١٣٩٥/٥٨**	٥٢/٦٠**
آبیاری × ارقام	٨	٨٢/٩	٠/٠٦	١/٣٨*	٤٢/٤٥	٥/٧٣
اشتباه ٢	٢٤	٧٥/٢	٠/٠٥	٠/٥٨	٧٥/٤٤	٧/٠٨
چین	١	٩٠٦٠/١**	*٠/٣٦	٢٥٥/٧٠**	*٤٩٣/٦٠	٧/٧٠
آبیاری× چین	٢	٤٤٩٦/٠**	٠/٠٢	٠/٣٢	٣٩٨/٠٩*	٨/١١
اشتباه ٣	٦	١٦٧/٥	٠/٠٣	٠/٥٩	٤٢/٩٧	٢/٩٩
ارقام× چین	٤	٨٧١/٧**	٠/١٧**	**٣/٤٧	٣٣٢/٩٥**	١٦/٢٣**
آبیاری× ارقام× چین	٨	١١٥/٤	٠/٠١	٠/٦٣	٢٢/٩٦	١/٩٤
اشتباه ٤	٢٤	٦٠/٥	٠/٠٤	٠/٥١	٤٠/٩٨	٣/٣٥

*و ** : معنی‌دار به ترتیب در سطح ٥ و ١ در صد

جدول۲- مقایسه میانگین صفات مختلف لاین‌های امید بخش سورگوم علوفه ای در شرایط تنش خشکی

عملکرد وزن خشک علوفه (تن در هکتار)	عملکرد وزن تر علوفه (تن در هکتار)	تعداد برگ در بوته	قطر ساقه (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تیمار
					Irrigation(آبیاری)
۱۵/۵۵a	۱۱۹/۸۸a	۱۰/۹٦a	۱/٤۷a	۱۷۷/۷a	I1(٦۰ میلیمتر تبخیر)
۱۳/٤۱ab	۱۰۹/۹۰ab	a۱۰/۹٤	۱/۵۲a	۱۷۱/٦a	I2(۱۲۰ میلیمتر تبخیر)
۱۱/٦٤b	۹۲/٤٤b	a۱۰/٦٤	۱/٤۲a	۱٤٤/٤b	I3(۱۸۰ میلیمتر تبخیر)
					Lines (لاین‌ها)
۱۲/۸۱b	۱۱۱/٦۸b	۱۱/۵۱a	۱/٤٦bc	۱٦۷/۸ab	V1(KFS2)
۱٦/٤۱a	۱۳۲/۹٤ a	۱۱/۱۷a	۱/۸۲a	۱٦٤/٦bc	V2(KFS3)
۱۱/۸٦b	۸٦/۷۰c	۹/۳۱b	۱/۳۲cd	۱۵۸/۹c	V3(KFS12)
۱۳/۲۸b	۹۵/۷۸c	۱۱/۰٦a	۱/۲٦d	۱۵۹/٦c	V4(KFS17)
۱۳/۳۱b	۱۰۹/۹٤ b	۱۱/۱۹a	۱/۵۱b	۱۷۱/۹a	V5(KFS18)
					Harvests(چین ها)
۱۳/۲٤	٥٦/۰۵	۱۲/۵۳	۱/۵٤	۱۷٤/٦	H1(چین ۱)
۱۳/۸۳	۵۱/۳٦	۹/۱٦	۱/٤۱	۱۵٤/۵	H2(چین ۲)

میانگین هایی که در هر ستون حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار می باشند.

جدول۳- برآورد تحمل به تنش خشکی لاین های امیدبخش سورگوم علوفه ای بر اساس عملکرد پتانسیل (تیمار آبیاری I1) و عملکرد تنش(تیمار آبیاری I3) علوفه خشک ، (Si = 0.25)

لاین‌ها	Yp(t/ha)	Ys(t/ha)	GMP	SSI	STI	TOL	MP	YI	YSI	٪R
V1(KFS2)	۱۴/۳۸	۱۱/۲۴	۱۲/۷۱	۰/۸۷	۰/۶۷	۳/۱۴	۱۲/۸۱	۰/۹۷	۰/۷۸	۲۱/۸۴
V2(KFS3)	۲۰/۱۸	۱۳/۵۰	۱۶/۵۱	۱/۳۲	۱/۱۳	۶/۶۸	۱۶/۸۴	/۱۶	۰/۶۷	۳۳/۱۰
V3(KFS12)	۱۳/۱۷	۱۰/۴۴	۱۱/۷۳	۰/۸۳	۰/۵۷	۲/۷۳	۱۱/۸۱	۰/۹۰	۰/۷۹	۲۰/۷۳
V4(KFS17)	۱۴/۸۵	۱۲/۱۹	۱۳/۴۵	۰/۷۲	۰/۷۵	۲/۶۶	۱۳/۵۲	۱/۰۵	۰/۸۲	۱۷/۹۱
V5(KFS18)	۱۵/۱۷	۱۰/۸۴	۱۲/۸۲	۱/۱۴	۰/۶۸	۴/۳۳	۱۳/۰۱	۰/۹۳	۰/۷۱	۲۸/۵۴

Ys: Yield in Stress Condition عملکرد تنش
Yp: Yield Potentiol عملکرد پتانسیل
GMP: Geometric Mean Productivity شاخص میانگین هندسی بهره‌وری
YI : Yield Index شاخص عملکرد
TOL: Tolerance Index شاخص تحمل
SI : Stress Index شدت تنش
STI: Stress Tolerance Index شاخص تحمل به تنش
YSI : Yield Stability Index شاخص پایداری عملکرد

MP : Mean Productivity میانگین بهره‌وری
R: Reduction در صد کاهش
SSI : Stress Suscecpibility Index شاخص حساسیت به تنش

جدول٤- ضرایب همبستگی بین پتانسیل عملکرد علوفه خشک (Yp) ، عملکرد علوفه خشک در شرایط تنش (Ys) و شاخص‌های تحمل به خشکی

	YP(t/ha)	YS(t/ha)	GMP	SSI	STI	TOL	MP	YI	YSI	٪R
YP(ton/ha)	١									
YS(ton/ha)	٠/٩٠*	١								
GMP	**٠/٩٩	٠/٩٦**	١							
SSI	٠/٨٢	٠./٤٨	٠/٧١	١						
STI	**٠/٩٩	*٠/٩٥	٠/٩٩**	٠/٧٢	١					
TOL	٠/٩٥*	٠/٧١	٠/٨٨**	٠/٩٦**	٠/٨٩*	١				
MP	**٠/٩٩	٠/٩٥**	**١/٠٠	٠/٧٣	٠/٩٩**	٠/٨٩*	١			
YI	٠/٨٩*	١/٠٠**	٠/٩٥*	٠/٤٧	٠/٩٥**	٠/٧٠	٠/٩٥*	١		
YSI	٠/٨٠-	٠/٤٦-	٠/٦٩-	-٠/٩٩**	٠/٧٠-	*٠/٩٥-	٠/٧١-	٠/٤٤-	١	
٪R	٠/٨٢	٠/٤٨	٠/٧١	١/٠٠**	٠/٧٢	٠/٩٦*	٠/٧٣	٠/٤٧	**٠/٩٩-	١

* و ** : معنی‌دار به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد

Ys: Yield in Stress Condition عملکرد تنش
Yp: Yield Potentiol عملکرد پتانسیل
GMP: Geometric Mean Productivity شاخص میانگین هندسی بهره‌وری
YI : Yield Index شاخص عملکرد
TOL: Tolerance Index شاخص تحمل
SI : Stress Index شدت تنش
STI: Stress Tolerance Index شاخص تحمل به تنش
YSI : Yield Stability Index شاخص پایداری عملکرد

MP : Mean Productivity میانگین بهره‌وری
R: Reduction در صد کاهش
SSI : Stress Suscecpibility Index شاخص حساسیت به تنش

فهرست منابع:

۱. بنی صدر ، ن. و م, مهرور. ۱۳۷۷. زراعت سورگوم علوفه ای. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

۲. چابوک، ب. ۱۳۷۵. ارزیابی شاخص های فیزیولوژیکی مؤثر در مقاومت به خشکی نخود سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۳. خورشیدی ، م.، عبدی ، م.، ایران پور ، س.و اکبری ، ر. ۱۳۸۷. اثر استرس رطوبتی آخر فصل روی عملکرد ۹ رقم و لاین امید بخش برنج بر اساس شاخص های ارزیابی خشکی. نشریه علوم کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.جلد ۱۱، صفحات ۲۹–۱۷.

٤. دهقانی، ا. ۱۳۷۵ . تأثیر تراکم و مقادیر مختلف کود ازته سرک بر عملکرد علوفه، پروتئین و اسید پروسیک سورگوم علوفه‌ای در کشت دوم در کوشکک و زرقان در استان فارس، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

۵. زند، ب. ۱۳۷۲. بررسی و مقایسه عملکرد میزان پروتئین ارقام هیبریدها ی جدید سورگوم علوفه ای. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

٦. سیروس، ه . ۱۳۷۳. اثر دور آبیاری خشکی بر بعضی از جنبه های فیزیولوژیکی و زراعتی گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۷. کریمی، ه.۱۳۷٦. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای . انتشارات دانشگاه تهران.

۸. مظاهری لقب. ح.،ف. نوری، ح. زارع ابیانه و ح. وفایی. ۱۳۸۰. اثر آبیاری انتهایی روی صفات مهم روی سه واریته آفتابگردان در کشاورزی دیم. مجله تحقیقات کشاورزی. جلد یک، صفحات ٤٤–٤۱.

۹. معاونی، پ. ۱۳۸۲. مطالعه اثر فاصله کاشت بر عملکرد کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایران شهر.

۱۰. مهرور, م. ۱۳۷۱. مطالعه سطوح آبیاری و تراکم بوته روی عملکرد سورگوم دانه ای در منطقه کرج. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی. واحد کرج.

11. Angadi, S. V.and Hentz, M.H. 2002. Water relations of standard height and dwarf in sunflower cultiwars. Crop science 42:152-159.
12. Ariy. J. M. 1986. Corn and Corn Improvement. Academic press Inc. New york. P. 721.
13. Birch, C. y., and A. D. Stewort. 1989. The effect of nitrogen fertilizer rate and tining on the yield of hybrid forage sorghum serial harvest, Australian sorghum workshop.
14. Chapmance, P. and M. E. Vestgate. 1993. Water deficit affect receptivity of maize silk. Crop Sci. 23: 279.
15. Dale. R., A. Daiels. 1995. A weather- soil variable for estimating soil moisture stress and corn yield.Agron. J. 87: 1115- 21.
16. Denmead. O. T., R. M. Shaw. 1989. The effects of soil moisture stress atdifferent stages of growth on the development and yield of corn. Agron. J. 22: 1227.
17. Fernandez , G. C . J . 1992 . Effective selection criteria for assessing plant stress . pp .257-270 . In : kuo , C . G . (ed.). proceedings of the international symposium on Adaptation of vegetables and other food crops to Temperature water stress . taivan.
18. Fisher , R . A ., and Maurer , R . 1978 . Drought resistance in spring wheat cultivars . part 1: Grain yield responses .Australian journal of Agricultural Research . 29:897-917.
19. Gate. C. T. 1968. Water deficits and plant growth. Academic press . New york. P. 57.
20. Morgan, J. M. 1984. Osomoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. Aus. J. Agric. Res. 34: 607-617.

21. Onken, A. B., C. W. Wendet, W. A. Payane, and M. C. Drew. 1992. Soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. Crop Sci. 32: 1010-1015.
22. Payne, W.A., M.C. Drew, L. R. Hossner, and R. J. Lescono. 1992. Soil phosphorus availability and pearl millet water use efficiency. Crop. Sci. 32: 937-941. SINAH, A. 1991., Sorghum production technology. Mertopolitan Boobeo.
23. Rosielle , A. A., and Hamblin , J . 1981 .Theoretical aspects of selection fir yield in stress and non stress environment . crop science 21:943-946.
24. Rame, R., S. Kumari. 1995. Influence of variable amounts of irrigation water and nitrogen fertile: Zer on growth, yield and water use of grain sorghum. Aust. J. Agric. Res. 47: 61-151.
25. Sayer, W., 1994. Tillage effects on dryland wheat and sorghum production in the southern great plaing. Agron. J. 86: 310.
26. Shaw, R. M. and D.R. Laing. 1968. Moisture stress and plant response. Pp. 73-94, In: Plant Environment and Efficient water use. Am. Soc. Agron. Madison. Wisconsin.
27. Stocker, O. 1986. Physiological and morphological changes in plant due to water deficiency. Agron. J. 65: 63-74.
28. Sulvian, C. Y. and Estin, J. D. 1975. Plant physiological responses to water stress. Agri. Meterology. 14:113-128.
29. Volf, T., and K. S fischer, 1995. Growth and yield of sorghum lines entracted from a population for differences inosmatic adjustment. Aust. J. Agric. Res. 46:67-71.