مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره سوم، پاییز ۹۱
۶۳-۷۹
http://ejcp.gau.ac.ir

ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای در شرایط تنش کم‌آبیاری

عظیم خزایی و عزیز فومن*
مربی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۳/۱۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا شد. در این آزمایش اعمال تیمار آبیاری در ۳ سطح به‌صورت آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر (آبیاری نرمال)، ۱۲۰ میلی‌متر (تنش ملایم) و ۱۸۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از سطح تشتک تبخیر به‌عنوان عامل اصلی و ۱۰ رقم و لاین پیشرفته سورگوم دانه‌ای (کیمیا، پیام، سپیده، KGS27، KGS32، KGS23، KGS19، KGS15، KGS36 و KGS25) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج ارزیابی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به خشکی نشان داد که براساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل (TOL) ارقام پیام و سپیده و لاین‌های KGS19 و KGS15 به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند. براساس شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) رقم کیمیا با عملکرد دانه به‌میزان ۱۲۰۲۶/۷ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش و عملکرد دانه ۷۶۶۳/۳ کیلوگرم در شرایط تنش و لاین KGS32 با عملکرد دانه به‌میزان ۱۲۹۷۳/۹ کیلوگرم در شرایط بدون تنش و عملکرد دانه ۸۸۳۰/۶ کیلوگرم در شرایط تنش به‌عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط شناخته شدند. شاخص عملکرد (YI)، رقم کیمیا و لاین‌های KGS32 و KGS36 را به‌عنوان ژنوتیپ‌هایی با بالاترین میزان عملکرد در محیط تنش تعیین نمود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، سورگوم دانه‌ای، شاخص‌های تحمل به تنش، عملکرد دانه

* مسئول مکاتبه: az42095@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی تحت‌تأثیر شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی و اثر متقابل آن‌ها است. اگرچه همه تنش‌های زنده و غیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شوند (انتز و فلور، ۱۹۹۰). خشک‌سالی و تنش به‌دست آمده از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق نیمه‌خشک را کاهش داده است (کردوانی، ۱۹۹۷). گیاهان زراعی به‌طور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش‌های گوناگون به تنش واکنش نشان می‌دهند. فهم و درک این واکنش‌ها کمک‌های زیادی به تشریح نحوه رشد و میزان تولید آن‌ها در شرایط تنش‌زای محیطی خواهد کرد (احمدی و همکاران، ۲۰۰۶). عواملی که می‌توانند تنش خشکی را افزایش دهند عبارتند از: شوری بالا، پسابیدگی (دهیدراسیون)، سرما و گرما که این عوامل در نهایت بر روی رشد و تولید گیاه تأثیر می‌گذارند (گیریرنگ و گود، ۱۹۸۳).

سورگوم دانه‌ای به‌عنوان غذای اصلی برای میلیون‌ها نفر در چین، هند و آفریقا مطرح می‌باشد و در سایر نقاط جهان نیز برای مصارف طیور کاربرد دارد. تولید جهانی سورگوم دانه‌ای (۲۰۰۹) حدود ۸۰ میلیون تن بوده است که به‌ترتیب اهمیت در بین غلات جهان پس از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار می‌گیرد (فائو، ۲۰۰۹).

سورگوم با توجه به خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی منحصربه‌فردی که دارد به‌عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شده است و نسبت به سایر گیاهان زراعی نیاز آبی کم‌تری دارد (معاونی، ۲۰۰۳). با توجه به سیستم فتوسنتزی، نحوه فعالیت روزنه‌ای و سیستم ریشه‌ای، این گیاه هم قادر است آب را بهتر جذب کند و هم این‌که تلفات آب را به اتمسفر کم‌تر نماید و حتی بعد از یک دوره خشکی طولانی روزنه‌ها قادر خواهند بود فعالیت دوباره خود را بدون آسیب شروع کنند (کوچکی، ۱۹۸۵). ویژگی دیگری که باعث افزایش این مقاومت می‌شود وجود پوشش مومی بر سطح برگ‌ها می‌باشد که تلفات تعرقی آب را کاهش می‌دهد. در صورتی‌که سورگوم با تنش خشکی مواجه شود، اندازه بذر عموماً تحت‌تأثیر قرار گرفته و کوچک می‌شود. تعداد پانیکول در مترمربع تحت‌تأثیر تنش‌های رطوبتی قرار نمی‌گیرد، مگر این‌که تنش به‌حدی باشد که از شکل‌گیری پانیکول جلوگیری به‌عمل آورد (گوپتا، ۱۹۸۳). ناروئی‌راد (۲۰۰۳) با ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش در گیاه سورگوم گزارش نمود که بیش‌تر صفات و به‌خصوص اجزا عملکرد به خشکی عکس‌العمل منفی نشان می‌دهند که در این میان صفت عملکرد آسیب بیش‌تری می‌بیند، همچنین شاخص تحمل به تنش (STI) را در جداسازی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از سایر شاخص‌ها موفق‌تر گزارش کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شاخص‌های مختلفی براساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش معرفی شده است. روزیلی و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص‌های تحمل (TOL) و میانگین بهره‌وری (MP)، فیشر و ماور (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش (SSI) و فرناندز (۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش (STI) را برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی متحمل به خشکی معرفی کردند. تاکنون روش‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها ارایه شده و مورد استفاده اصلاح‌گران قرار گرفته است. فرناندز (۱۹۹۲) در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط (تنش و شرایط عادی) واکنش گیاهان را به ٤ گروه تقسیم کرد: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط، عملکرد بالایی دارند (گروه A)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط عادی عملکرد بالایی دارند (گروه B)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش، عملکرد خوبی دارند (گروه C) و ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای عملکرد پایینی هستند (گروه D). بهترین شاخص آن است که بتواند گروه A را از سه گروه دیگر متمایز کند به‌نظر می‌رسد که شاخص‌های MP، TOL و SSI برای این منظور مناسب نیستند. طبق نظر فرناندز (۱۹۹۲) بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص‌های تحمل به تنش (STI) می‌باشد و معتقد است که شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) با توجه به همبستگی‌های بالا و معنی‌دار موجود بین آن‌ها و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش و بدون تنش، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب، قابل توصیه می‌باشند. او طی آزمایشی نشان داد که شاخص STI برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش بهتر از سایر شاخص‌ها است. در مطالعه سنجری (۱۹۹۸) روی گندم همبستگی بالا و مثبت میان شاخص‌های یاد شده و عملکرد بالقوه و با عملکرد در شرایط تنش به‌دست آمد.

در مطالعه مقدم و هادی‌زاده (۲۰۰۲) مشخص گردید که شاخص تحمل به تنش (STI) نسبت به شاخص حساسیت به تنش (SSI) از کارآیی بیش‌تری در گزینش ژنوتیپ‌های ذرت متحمل به تنش برخوردار است و شاخص اخیر فقط در ژنوتیپ‌های حساس و نه گزینش ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط دشوار کارآیی قابل‌قبولی داشت. در یک بررسی مظفری و همکاران (۱۹۹٦) بهترین شاخص ارزیابی تحمل به خشکی را در ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان، شاخص STI دانستند و آن‌ها دریافتند که ژنوتیپ گلشید از نظر شاخص‌های GMP، MP و STI بهترین ژنوتیپ بود در حالی‌که از نظر شاخص TOL هیبرید دیگری گزینش شد.

ارقام و لاین‌های مورد مطالعه در این پژوهش طی سال‌های گذشته در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اصلاح شده‌اند. در این پژوهش سعی شده تحمل به تنش کمبود آب در تعدادی

Archive of SID

www.SID.ir

از این ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد و ارقام و یا لاین‌های سورگوم دانه‌ای با عملکرد بالا و متحمل به خشکی معرفی شوند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تحمل به خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای براساس شاخص‌های ارزیابی تنش خشکی در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج واقع در طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و ۷۵ دقیقه شرقی در سال ۱۳۸۸ انجام شد. بافت خاک مزرعه آزمایشی رسی- شنی و سال قبل از آزمایش زمین به‌صورت آیش بود. pH خاک آزمایش ۷/۵، هدایت الکتریکی (EC) آن ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر، کربنات کلسیم ۹ درصد، کربن آلی ۰/۵۰ درصد، نیتروژن کل ۰/۰۵ درصد، فسفر قابل جذب ۸/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم قابل جذب ۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. میزان رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه حدود ۲۷ درصد وزنی و جرم مخصوص ظاهری خاک ۱/۳٦ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود.

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. در این آزمایش آبیاری به‌عنوان عامل اصلی به‌صورت تبخیر تجمعی از سطح تشتک تبخیر کلاس A در ۳ سطح شامل ٦۰ میلی‌متر (آبیاری نرمال)، ۱۲۰ میلی‌متر (تنش ملایم) و ۱۸۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از سطح تشتک تبخیر و ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای در ۱۰ سطح به‌عنوان عامل فرعی (کیمیا، پیام، سپیده، KGS27، KGS32، KGS23، KGS19، KGS15، KGS36 و KGS25) مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی به طول ۵ متر و عرض ٢/٤ متر شامل ٤ پشته ٦۰ سانتی‌متری و ٤ خط کاشت بود و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. به‌منظور ممانعت از نفوذ آب بین کرت‌ها فاصله ۳ متر بین کرت‌های اصلی در نظر گرفته شد، همچنین فاصله بین ۲ تکرار مجاور ۵ متر تعیین شد. پس از آماده نمودن زمین برای کاشت براساس نتایج تجزیه خاک، میزان کود فسفات آمونیم ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌عنوان سرک در زمانی‌که ارتفاع بوته‌ها به حدود ۳۵ سانتی‌متر رسید، مصرف شد. کاشت در تاریخ ۱۸ خردادماه انجام شد و تا مرحله ٤ برگی آبیاری به‌طور یکسان هر هفته انجام گرفت. اعمال دور آبیاری بعد از مرحله ٤ برگی شروع شد. از صفات مهم زراعی شامل ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در بوته، طول خوشه، تعداد انشعاب پانیکول قبل از برداشت و زمان

Archive of SID

www.SID.ir

رسیدن (معیار رسیدگی فیزیولوژیکی آشکار شدن نقطه سیاه در نقطه‌ای که بذر به گلوم چسبیده است، می‌باشد) یادداشت‌برداری به‌عمل آمد. لازم به ذکر است اندازه‌گیری‌های یاد شده در مزرعه به‌صورت تصادفی از ۵ بوته در هر کرت فرعی و روی همان دو خط وسطی انجام شد و هیچ بوته‌ای برای اندازه‌گیری سایر صفات از دو خط وسط حذف نشد. با حذف دو خط کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر خط، دو خط وسطی به مساحت ٤/٨ برای برآورد عملکرد دانه برداشت شد. بعد از برداشت، عملکرد دانه و وزن هزاردانه تعیین شد. با استفاده از عملکرد ارقام در شرایط نرمال (Yp) و تنش (Ys) شاخص‌های کمی تحمل به تنش به‌شرح زیر محاسبه شد.

در روابط بالا $\overline{Yp}$ و $\overline{Ys}$ به‌ترتیب میانگین عملکرد دانه همه ارقام و لاین‌ها در شرایط نرمال و تنش خشکی می‌باشد در جدول (۱) شاخص‌های تحمل به خشکی و فرمول‌های مربوط به آن آورده شده است. پس از محاسبه شاخص‌های تحمل به خشکی مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و دارای پتانسیل عملکرد بالاتر براساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و غیرتنش مشخص شد. به‌منظور تعیین مناسبت‌ترین شاخص برای تشخیص ارقام متحمل به تنش، همبستگی بین عملکرد دانه در محیط تنش و بدون تنش و شاخص‌ها مورد ارزیابی به کمک نرم‌افزار SPSS محاسبه شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD به کمک نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

جدول ۱- شاخص‌های تحمل به خشکی و فرمول‌های مربوطه با مأخذ.

نام شاخص	فرمول	مأخذ
شاخص حساسیت به تنش	$SSI=[1-(Y_s/Y_p)]/SI$	فیشر و ماور (۱۹۷۸)
شدت تنش	$SI=1-(\overline{Y_s}/\overline{Y_p})$	فیشر و ماور (۱۹۷۸)
شاخص تحمل	TOL=Yp-Ys	روزیلی و هامبلین (۱۹۸٤)
شاخص تحمل به تنش	$STI=(Yp\times Ys)/(\overline{Y}p)^2$	فرناندز (۱۹۹۲)
شاخص میانگین بهره‌وری	MP=(Yp+Ys)/۲	روزیلی و هامبلین (۱۹۸٤)
میانگین هندسی بهره‌وری	$GMP=\sqrt{(Yp\times Ys)}$	فرناندز (۱۹۹۲)
شاخص عملکرد	$YI=(Ys/\overline{Y}s)$	گاوازی و همکاران (۱۹۹۷)
شاخص پایداری عملکرد	YSI=Ys/Yp	بوسلاما و اسکاباق (۱۹۸٤)

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از تجزیه عملکرد دانه و دیگر صفات اندازه‌گیری شده در جدول (۲) نشان داده شده است. تأثیر سطوح آبیاری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول پانیکول و تعداد انشعاب در پانیکول معنی‌دار گردید که نشان‌دهنده اثرات متفاوت سطوح آبیاری می‌باشد. برای صفات وزن هزاردانه، قطر ساقه و تعداد برگ در ساقه تفاوت معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۱۰۲۱۸/٤ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار IR. (آبیاری نرمال) و کم‌ترین آن در IR۳ (تنش شدید) با متوسط ٦٧٦٣/٨ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۳). برای عملکرد دانه آب مهم‌ترین عامل محدودکننده می‌باشد، با کاهش میزان آب عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. بین ارقام و لاین‌ها از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که لاین KGS32 با عملکرد دانه ۱۰۷٦۳/۷ کیلوگرم در هکتار رتبه نخست را به خود اختصاص داد و رقم کیمیا و لاین KGS36 به‌ترتیب با عملکرد دانه ۱۰۰۱۰ و ۹٦۹۰/۲ کیلوگرم در هکتار در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند (جدول ۳). اثر متقابل آبیاری و ارقام نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه با ۱۲۹۷۳/۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به لاین KGS32 و سطح آبیاری IR. (آبیاری نرمال) بود و همچنین سطح آبیاری IR. رقم کیمیا با عملکرد دانه ۱۲۰۲٦/۷ کیلوگرم در هکتار و رتبه دوم قرار گرفت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد مصرف متعادل آب طی مراحل مختلف نمو در شاهد (آبیاری نرمال) منجر به بهبود عملکرد دانه می‌گردد. همچنین بهره‌مندی بیش‌تر از امکانات محیطی در شاهد با افزایش طول رسیدگی می‌تواند در ارتقا کمی و کیفی محصول نقش به‌سزایی داشته باشد (رشدی و رضادوست، ۲۰۰۵). مظاهری‌لقب و همکاران (۲۰۰۱) بیان نمودند تنش خشکی ضمن کاهش سطح برگ و پیری زودرس موجب افت عملکرد دانه می‌گردد. تسریع در گل‌دهی و کوتاه شدن دوره رشد به‌عنوان یکی از دلایل کاهش عملکرد گیاهی می‌باشد.

پدیده خروج خوشه از غلاف برگ سورگوم در شرایط کمبود و محدودیت آب از اهمیت بالایی برخوردار است و کم‌تر بودن طول و وزن خوشه در تیمار سطوح آبیاری به‌دلیل خروج کم خوشه‌ها از غلاف برگ و عقیم شدن سنبله‌ها بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ‌در ساقه	طول خوشه	تعداد انشعاب خوشه
تکرار	۲	۱۲۷۹۳۱۲/۷^{ns}	۵/۳۸^{ns}	٤٦۰/۱۰^{ns}	٤/۲۵^{ns}	۵/۵۵^{ns}	۱٤/۱۳^{ns}	۲۸۲/٦۰^{ns}
رژیم آبیاری	۲	۹۳۰۷۵٦۵۲/۲**	۲۹/۹۱^{ns}	۲٤۹۳/۹۲**	٤۷/۸۷^{ns}	٤/۳۹^{ns}	۲۲/٦۵**	۳۵۹/٤۱**
خطای آزمایشی اول	٤	۱۲۱۵٦٦۱/۸	۱۹/۲۸	۱۲۹/۱۰	۱٦/۸۸	۳/۷۸	۱/۷۲	۵۰/۷۰^{ns}
رقم	۹	۱۳۹۲۹۷۸۱/۷**	۲۰۱/۱۱**	۳۵۷۹/۰۲**	٤۳/۷٦**	۱٦/۳۳**	۱۰۷/۸۵**	۳۷٤/٦٤**
رقم × آبیاری	۱۸	۲۰۸۲٤۸۵/۲**	۵/۲۰^{ns}	٤۰/۸۷^{ns}	٦/٤۲*	۰/۵۰^{ns}	۲/۳۳^{ns}	۱۷/۲۳^{ns}
خطای آزمایشی دوم	۵٤	۸۹۰۸۹۷/۰	۵/۰٤	۵۰/٤۲	۳/۲٤	۰/٦۱	٦/۳۹	۲٤/۳۲
ضریب‌تغییرات(درصد)		۱۰/۹	۸/۰٤	٦/۸۹	۹/۱۵	۷/۹۸	۱۰/۱۹	۱۰/٦۵

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Yp) و در شرایط تنش (Ys) و شاخص‌های ارزیابی تحمل به خشکی ارقام مورد مطالعه در جدول ٤ ارایه شده است. لازم به ذکر است تیمار تنش ملایم ($IR_۲$) با آبیاری نرمال اختلاف محسوسی نشان نداد، بنابراین همه محاسبات براساس تیمار تنش شدید ($IR_۳$) یعنی آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر انجام شده است. با توجه به عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و شرایط تنش می‌توان ارقام و لاین‌ها را به ٤ گروه A (عملکرد بالاتر از میانگین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش)، B (عملکرد بالاتر از میانگین در شرایط بدون تنش)، C (عملکرد بالاتر از میانگین در شرایط تنش) و D (عملکرد پایین‌تر از میانگین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش) تفکیک نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای.

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزاردانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد برگ در ساقه	طول پانیکول (سانتی‌متر)	تعداد انشعاب پانیکول
رژیم آبیاری							
۶۰ میلی‌متر تبخیر	۱۰۲۱۸/۴^{a}	۲۸/۲^{a}	۱۱۱/۴^{a}	۲۰/۶^{a}	۱۰/۱^{a}	۲۵/۲^{a}	۵۰/۳^{a}
۱۲۰ میلی‌متر تبخیر	۹۰۸۸/۴^{b}	۲۸/۷^{a}	۱۰۴/۵^{a}	۲۰/۲^{a}	۱۰/۰^{a}	۲۴/۳^{ab}	۴۵/۱^{b}
۱۸۰ میلی‌متر تبخیر	۶۷۶۳/۸^{c}	۲۶/۱^{a}	۹۵/۴^{b}	۱۸/۲^{a}	۹/۴^{a}	۲۳/۵^{b}	۴۳/۶^{b}
ارقام							
۱ (KGS15)	۶۶۶۵/۲^{f}	۲۵/۹^{de}	۸۳/۲^{f}	۲۱/۹^{ab}	۱۰/۶^{bc}	۲۱/۸^{f}	۴۲/۷^{c}
۲ (KGS19)	۸۲۹۶/۹^{d}	۳۴/۹^{a}	۸۹/۷^{ef}	۲۰/۲^{bc}	۱۰/۱^{c}	۱۸/۷^{g}	۴۲/۳^{c}
۳ (KGS23)	۸۸۸۲/۵^{cd}	۲۵/۶^{de}	۸۷/۵^{ef}	۱۸/۸^{cd}	۸/۸^{d}	۲۰/۵^{fg}	۴۲/۲^{c}
۴ (KGS25)	۸۰۵۸/۵^{de}	۲۰/۹^{g}	۱۰۲/۰^{d}	۱۷/۴^{d}	۷/۶^{e}	۲۴/۴^{de}	۳۵/۴^{d}
۵ (KGS27)	۸۹۶۵/۰^{cd}	۲۳/۲^{f}	۱۲۹/۲^{b}	۱۸/۰^{d}	۱۰/۰^{e}	۲۷/۵^{b}	۵۷/۵^{a}
۶ (KGS32)	۱۰۷۶۳/۷^{a}	۲۹/۸^{c}	۱۳۹/۱^{a}	۱۷/۸^{d}	۱۰/۶^{bc}	۲۹/۹^{a}	۵۱/۹^{b}
۷ (KGS36)	۹۶۹۰/۲^{bc}	۳۲/۶^{b}	۹۰/۶^{e}	۲۲/۸^{a}	۱۱/۶^{a}	۲۴/۹^{cd}	۴۹/۷^{b}
۸ (پیام)	۷۲۹۳/۶^{ef}	۲۷/۴^{d}	۹۹/۹^{d}	۱۷/۲^{d}	۷/۷^{e}	۲۲/۴^{ef}	۴۲/۳^{c}
۹ (کیمیا)	۱۰۰۱۰/۰^{ab}	۳۴/۰^{ab}	۹۰/۵^{e}	۲۲/۸^{a}	۱۱/۰^{ab}	۲۵/۹^{bc}	۴۸/۰^{b}
۱۰ (سپیده)	۸۲۷۶/۵^{d}	۲۴/۹^{ef}	۱۲۲/۳^{c}	۱۹/۸^{c}	۱۰/۱^{c}	۲۷/۱^{bc}	۵۱/۲^{b}

*برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای.

رژیم آبیاری	ارقام	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزاردانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد برگ در ساقه	طول خوشه (سانتی‌متر)	تعداد انشعاب خوشه
۶۰ میلی‌متر	۱ (KGS15)	۷۵۴۷/۲^{jk}	۲۷/۳^{ef}	۹۲/۲^{hi}	۲۲/۹^{ab}	۱۰/۹^{ab}	۲۳/۵^{cd}	۴۶/۰^{de}
	۲ (KGS19)	۹۵۳۳/۳^{de}	۳۶/۰^{a}	۹۲/۱^{hi}	۲۱/۹^{ab}	۱۰/۵^{ab}	۱۹/۴^{ij}	۴۴/۳^{ef}
	۳ (KGS23)	۱۰۸۰۴/۴^{bc}	۲۴/۳^{gh}	۹۸/۰^{gh}	۲۰/۳^{cd}	۹/۱^{fg}	۲۱/۸^{fg}	۴۴/۷^{ef}
	۴ (KGS25)	۹۷۴۱/۱^{cd}	۲۲/۳^{k}	۱۱۲/۳^{de}	۱۷/۹^{fg}	۸/۱^{ij}	۲۵/۰^{bc}	۳۸/۵^{jk}
	۵ (KGS27)	۱۰۸۲۸/۹^{bc}	۲۳/۷^{hi}	۱۴۰/۱^{ab}	۱۸/۷^{ef}	۹/۹^{bc}	۲۸/۱^{ab}	۶۲/۴^{a}
	۶ (KGS32)	۱۲۹۷۳/۹^{a}	۳۰/۳^{cd}	۱۴۶/۰^{a}	۱۸/۵^{ef}	۱۱/۴^{ab}	۳۰/۴^{a}	۵۹/۲^{ab}
	۷ (KGS36)	۱۱۳۶۶/۷^{ab}	۳۰/۷^{bc}	۹۲/۹^{hi}	۲۴/۸^{a}	۱۱/۲^{ab}	۲۶/۴^{ab}	۵۴/۰^{ab}
	۸ (پیام)	۷۹۶۸/۹^{gh}	۲۷/۰^{ef}	۱۰۸/۰^{ef}	۱۷/۷^{gh}	۸/۲^{ij}	۲۲/۴^{de}	۴۷/۲^{de}
	۹ (کیمیا)	۱۲۰۲۶/۷^{ab}	۳۳/۷^{ab}	۹۹/۷^{fg}	۲۴/۵^{ab}	۱۰/۷^{ab}	۲۶/۸^{ab}	۵۱/۶^{ab}
	۱۰ (سپیده)	۹۳۹۲/۸^{de}	۲۶/۷^{ef}	۱۳۲/۹^{bc}	۱۸/۹^{ef}	۱۰/۳^{bc}	۲۸/۱^{bc}	۵۴/۴^{ab}
۱۲۰ میلی‌متر	۱ (KGS15)	۷۰۸۸/۹^{kl}	۲۵/۷^{fg}	۸۷/۵^{jk}	۲۲/۷^{ab}	۱۱/۰^{ab}	۲۲/۰^{ef}	۳۹/۶^{ij}
	۲ (KGS19)	۷۸۲۲/۲^{hi}	۳۵/۰^{a}	۸۶/۹^{jk}	۱۸/۷^{ef}	۱۰/۱^{bc}	۱۷/۶^{l}	۴۰/۴^{hi}
	۳ (KGS23)	۹۹۲۱/۳^{cd}	۲۷/۷^{ef}	۸۴/۹^{kl}	۱۷/۹^{fg}	۸/۷^{gh}	۲۰/۸^{gh}	۴۱/۶^{gh}
	۴ (KGS25)	۹۵۱۵/۰^{de}	۲۳/۰^{ij}	۱۰۳/۷^{ef}	۱۹/۰^{de}	۷/۹^{jk}	۲۴/۳^{bc}	۳۵/۷^{kl}
	۵ (KGS27)	۹۲۵۲/۲^{de}	۲۳/۳^{hi}	۱۳۲/۴^{bc}	۱۸/۷^{fg}	۱۰/۸^{ab}	۲۶/۸^{ab}	۷۵۹/۰^{ab}
	۶ (KGS32)	۱۰۴۸۶/۷^{bc}	۲۹/۷^{cd}	۱۴۳/۷^{ab}	۱۷/۱^{gh}	۱۰/۳^{bc}	۲۹/۱^{ab}	۴۶/۲^{de}
	۷ (KGS36)	۱۰۶۰۸/۹^{kl}	۳۴/۷^{ab}	۹۳/۴^{hi}	۲۲/۳^{ab}	۱۲/۰^{a}	۲۴/۳^{bc}	۴۸/۵^{de}
	۸ (پیام)	۷۲۶۳/۱^{bc}	۲۸/۷^{de}	۱۰۱/۷^{fg}	۱۷/۵^{gh}	۷/۴^{kl}	۲۳/۶^{cd}	۴۱/۰^{gh}
	۹ (کیمیا)	۱۰۳۴۰/۰^{fg}	۳۴/۷^{ab}	۸۶/۸^{jk}	۲۵/۲^{a}	۱۱/۱^{ab}	۲۶/۹^{ab}	۴۸/۸^{de}
	۱۰ (سپیده)	۸۵۸۶/۱^{fg}	۲۵/۰^{gh}	۱۲۴/۰^{cd}	۲۳/۰^{ab}	۱۰/۵^{bc}	۲۷/۴^{ab}	۴۹/۷^{de}

*برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای (LSD).

رزیم آبیاری	ارقام	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزاردانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد برگ در ساقه	طول پانیکول (سانتی‌متر)	تعداد انشعاب پانیکول
۱۸۰ میلی‌متر	۱ (KGS15)	۵۳۵۹/۴^{op}	۲۴/۷^{gh}	۶۹/۸^{m}	۲۰/۱^{cd}	۹/۸^{cd}	۱۹/۹^{hi}	۴۲/۶^{fg}
	۲ (KGS19)	۷۵۳۵/۰^{jk}	۳۳/۷^{ab}	۸۱/۱^{lm}	۲۰/۰^{cd}	۹/۷^{cd}	۱۹/۰^{kl}	۴۲/۲^{fg}
	۳ (KGS23)	۵۹۲۱/۷^{no}	۲۴/۷^{gh}	۷۹/۶^{lm}	۱۸/۰^{fg}	۸/۴^{hi}	۱۹/۱^{jk}	۴۰/۴^{hi}
	۴ (KGS25)	۴۹۱۹/۴^{p}	۱۷/۳^{l}	۹۰/۰^{ij}	۱۵/۳^{i}	۶/۸^{l}	۲۳/۹^{cd}	۳۲/۱^{l}
	۵ (KGS27)	۶۸۱۳/۹^{lm}	۲۲/۷^{jk}	۱۱۵/۱^{de}	۱۷/۱^{gh}	۹/۳^{ef}	۲۷/۷^{ab}	۵۰/۴^{cd}
	۶ (KGS32)	۸۸۳۰/۶^{ef}	۲۹/۳^{de}	۱۲۷/۴^{c}	۱۷/۷^{gh}	۱۰/۱^{bc}	۳۰/۱^{a}	۵۰/۴^{cd}
	۷ (KGS36)	۷۰۹۵/۰^{kl}	۲۳/۳^{ab}	۸۵/۶^{kl}	۲۱/۳^{bc}	۱۱/۵^{ab}	۲۳/۹^{cd}	۴۶/۶^{de}
	۸ (پیام)	۶۶۴۸/۹^{mn}	۲۶/۷^{ef}	۹۰/۰^{ij}	۱۶/۳^{hi}	۷/۴^{kl}	۲۱/۱^{gh}	۳۸/۶^{jk}
	۹ (کیمیا)	۷۶۶۳/۳^{ij}	۳۳/۷^{ab}	۸۵/۰^{kl}	۱۸/۸^{ef}	۱۱/۰^{ab}	۲۴/۲^{cd}	۴۳/۵^{fg}
	۱۰ (سپیده)	۶۸۵۰/۶^{lm}	۲۳/۰^{ij}	۱۱۰/۰^{ef}	۱۷/۶^{gh}	۹/۵^{de}	۲۵/۶^{ab}	۴۹/۴^{de}

برای هر صفت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

به نظر فرناندز (۱۹۹۲) بهترین معیار آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد. در این پژوهش شدت تنش ۰/۲۸ برآورد شد (جدول ٤). هرچه مقدار عددی شاخص SSI کوچک‌تر باشد، حساسیت به تنش کم‌تر و تحمل نسبی ژنوتیپ به تنش رطوبتی بیش‌تر است. به‌عبارت دیگر هر اندازه Y_s از نظر کمی به Y_p نزدیک‌تر باشد، به همان اندازه نیز حساسیت آن ژنوتیپ به خشکی کم‌تر خواهد بود. در این آزمایش، استفاده از شاخص SSI نشان داد که ارقام پیام و سپیده و لاین KGS19 با کم‌ترین مقادیر SSI به‌ترتیب برابر ۰/٦۱، ۱ و ۰/۷۸ متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط تنش بودند (جدول ٤). با استفاده از این شاخص فقط می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد (نادری و همکاران، ۲۰۰۰). شاخص SSI براساس نسبت عملکرد هر رقم در شرایط تنش به شرایط بدون تنش در مقایسه با این نسبت در کل ارقام سنجیده می‌شود، بنابراین دو رقم با عملکرد زیاد یا کم در دو محیط می‌توانند مقدار SSI یکسانی داشته باشند، در نتیجه انتخاب براساس SSI مناسب نمی‌باشد.

در این آزمایش رقم پیام به‌عنوان رقم متحمل بیان شد در صورتی‌که عملکرد این رقم در شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

تنش و بدون تنش پایین‌تر از میانگین عملکرد دانه ارقام است. بنابراین رقم پیام نه به‌دلیل تولید عملکرد بالا در شرایط تنش، بلکه فقط به‌علت پایین بودن درصد تغییر عملکرد، به‌وسیله این شاخص به‌عنوان متحمل‌ترین رقم معرفی شد. در این پژوهش غیر از رقم پیام که عملکردی پایین‌تر از میانگین داشت، رقم سپیده و لاین KGS19 که به‌وسیله شاخص SSI به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل معرفی شدند، در واقع دارای عملکرد بالایی در شرایط تنش نسبت به سایر ارقام می‌باشند و براساس مدل فرناندز (۱۹۹۲) در گروه C قرار گرفتند. از نظر شاخص STI و GMP که مقادیر بالای آن‌ها، نشان‌دهنده تحمل ارقام می‌باشد، رقم کیمیا و لاین KGS32 به‌ترتیب با متوسط عملکرد دانه ۱۲۰۲٦/۷ و ۱۲۹۷۳/۹ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان ارقام متحمل تعیین شدند و همراه لاین‌های KGS27 و KGS36 که دارای متوسط عملکرد بیش‌تر از $\overline{Yp}$ و $\overline{Ys}$ می‌باشند در گروه A قرار گرفتند (جدول ٤). در این آزمایش شاخص MP لاین‌های KGS32، KGS36، KGS27، KGS19 و رقم کیمیا را به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به تنش معرفی کرد (جدول ٤). مقادیر عددی پایین TOL، نشان‌دهنده تحمل نسبی ارقام می‌باشد. بنابراین، گزینش برای تحمل تنش با حداقل اختلاف در بین Y_p و Y_s همراه است. شاخص TOL نشان داد که لاین‌های KGS19 و KGS15 و همچنین ارقام پیام و سپیده به‌ترتیب با عملکرد دانه ۷۵۳۵، ٥۳٥۹/٤، ٦٦٤۸/۹ و ٦۸٥۰/٦ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل معرفی شدند (جدول ٤).

ژنوتیپ‌هایی که توسط شاخص TOL به‌عنوان ارقام متحمل به تنش شناسایی شدند از نظر میزان عملکرد تولیدی در شرایط بدون تنش و تنش در پایین‌ترین رتبه‌ها قرار داشتند (جدول ٤). ارقامی که دارای شاخص TOL کم‌تری هستند در محیط تنش تغییر عملکرد کم‌تری از خود نشان دادند. مسأله دیگر در مورد این شاخص آن است که پایین بودن شاخص TOL الزاماً به معنای بالا بودن عملکرد رقم در محیط بدون تنش نمی‌باشد چون ممکن است عملکرد رقمی در شرایط عادی پایین باشد و در شرایط تنش نیز با افت عملکرد کم‌تری همراه باشد، که باعث کوچک شدن شاخص TOL شود و در نتیجه این رقم به‌عنوان رقم متحمل معرفی شود (مقدم و هادی‌زاده، ۲۰۰۲). بنابراین مشخص می‌شود که شاخص TOL در گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی موفق نبوده و گزینش را به‌سوی ژنوتیپ‌های کم‌بازده و متحمل سوق می‌دهد. در شاخص پایداری عملکرد (YSI) مقادیر عددی بیش‌تر از واحد حساسیت ژنوتیپ و ضعف پایداری عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط تنش را نشان می‌دهد. ژنوتیپی که توسط شاخص YSI به‌عنوان رقمی با پایداری بالای عملکرد در شرایط تنش شناسایی می‌شود، از پایین‌ترین میزان تغییر و یا کاهش عملکرد برخوردار می‌باشد. به‌عنوان مثال، در این آزمایش رقم پیام و لاین‌های KGS19 و KGS15 از نظر شاخص YSI در رتبه بالاتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها قرار گرفتند.

لاین‌های KGS25 و KGS23 از نظر این دو شاخص، به‌عنوان لاین‌هایی که دارای پایین‌ترین میزان پایداری عملکرد یا به‌عبارتی بیش‌ترین درصد کاهش عملکرد هستند، معرفی شدند که نشان‌دهنده حساسیت بالای این لاین‌ها نسبت به تنش می‌باشد (جدول ٤). شاخص YSI همانند شاخص TOL بر پایه میزان تغییر عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دو شاخص یاد شده بدون توانایی لازم برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط باشند.

شاخص YI رقم کیمیا و لاین‌های KGS32 و KGS19 را به‌عنوان ژنوتیپ‌هایی با بالاترین میزان عملکرد در محیط تنش شناسایی نمود. ژنوتیپ‌های کیمیا، KGS19 و KGS32 در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالا بودند بنابراین می‌توان نتیجه گرفت این شاخص دارای توانایی لازم برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشد (جدول ٤). فرشادفر و همکاران (۲۰۰۱) براین اعتقادند که مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ارقام متحمل به تنش، شاخصی است که دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش باشد. همبستگی بین شاخص‌های ذکر شده و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش در جدول ۵ درج شده است. بیش‌ترین میزان ضریب همبستگی بین شاخص‌های تحمل در شرایط بدون تنش مربوط به شاخص‌های MP، GMP و STI به‌ترتیب با مقادیر ۰/۹٤، ۰/۹۱ و ۰/۸٤ بود که مثبت و از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند و شاخص‌های TOL، SSI و YI با مقادیر ۰/۷٤، ۰/٦۷ و ۰/٦٦ در شرایط بدون تنش دارای ضریب همبستگی مثبت و از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند. در شرایط تنش شاخص‌های YI، GMP، MP و STI دارای بیش‌ترین ضریب همبستگی با مقادیر ۱، ۰/۹۱، ۰/۸۷ و ۰/۸٦ با عملکرد دانه بودند که مثبت و از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشند (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- برآورد تحمل به تنش خشکی ارقام و لاین‌های پیشرفته سورگوم دانه‌ای براساس عملکرد دانـه در شـرایط آبیاری نرمال (I_1) و شرایط تنش آبی (I_2)، (SI=۰/۲۸).

ارقام	Yp (کیلوگرم بر هکتار)	Ys (کیلوگرم بر هکتار)	STI	SSI	GMP	MP	TOL	YI	YSI
۱ (KGS15)	۷۵٤۷/۲^{jk}	۵۳۵۹/٤^{op}	۰/٤۷	۱/۰۷	٦۳۵۹/۹	٦٤۵۳/۳	۲۱۸۷/۸	۰/۷۹	۰/۷۱
۲ (KGS19)	۹۵۳۳/۳^{de}	۷۵۳۵/۰^{jk}	۰/۸۳	۰/۷۸	۸٤۷۵/۵	۸۵۳٤/۲	۱۹۹۸/۳	۱/۱۱	۰/۷۹
۳ (KGS23)	۱۰۸۰٤/٤^{bc}	۵۹۲۱/۷^{no}	۰/۷٤	۱/٦۷	۷۹۹۸/۸	۸۳٦۳/۱	٤۸۸۲/۷	۰/۸۸	۰/۵۵
٤ (KGS25)	۹۷٤۱/۱^{cd}	٤۹۱۹/٤^{p}	۰/۵٦	۱/۸۳	٦۹۲۲/۵	۷۳۳۰/۳	٤۸۲۱/۷	۰/۷۳	۰/۵۱
۵ (KGS27)	۱۰۸۲۸/۹^{bc}	٦۸۱۳/۹^{lm}	۰/۸٦	۱/۳۷	۸۵۸۹/۹	۸۸۲۱/٤	٤۰۱۵/۰	۱/۰۰	۰/٦۳
٦ (KGS32)	۱۲۹۷۳/۹^{a}	۸۸۳۰/٦^{ef}	۱/۳۳	۱/۸۰	۱۰۷۰۳/٦	۱۰۹۰۲/۳	٤۱٤۳/۳	۱/۳۱	۰/٦۸
۷ (KGS36)	۱۱۳٦٦/۷^{ab}	۷۰۹۵/۰^{kl}	۰/۹٤	۱/۳۹	۸۹۸۰/٤	۹۰۰۷/۸	٤۲۷۱/۷	۱/۰۵	۰/٦۲
۸ (پیام)	۷۹٦۸/۹^{gh}	٦٦٤۸/۹^{mn}	۰/٦۱	۰/٦۱	۷۲۷۹/۰	۷۳۰۸/۹	۱۳۲۰/۰	۰/۹۸	۰/۸۳
۹ (کیمیا)	۱۲۰۲٦/۷^{ab}	۷٦٦۳/۳^{ij}	۱/۳٤	۱/۳٤	۹٦۰۰/۲	۹۸٤۵/۰	٤۳٦۳/٤	۱/۱۳	۰/٦٤
۱۰ (سپیده)	۹۳۹۲/۸^{de}	٦۸۵۰/٦^{lm}	۱/۰۰	۱/۰۰	۸۰۲۱/٦	۸۱۲۱/۷	۲۵٤۲/۲	۱/۰۱	۰/۷۳
میانگین	۱۰۲۱۸/٤	٦۷٦۳/۸	۰/۸۷	۱/۳۰	۸۲۹۳/۱	۸٤٦۸/۸	۳٤۵٤/٦	۱/۰۰	۰/٦۷

Ys: Yield in Stress Condition عملکرد تنش

MP: Mean Productivity میانگین بهره‌وری

Yp: Yield Potentiol عملکرد پتانسیل

SI: Stress Index شدت تنش

GMP: Geometric Mean Productivity شاخص میانگین هندسی بهره‌وری

SSI: Stress Suscecpibility Index به تنش شاخص حساسیت

TOL: Tolerance Index شاخص تحمل

YI: Yield Index شاخص عملکرد

STI: Stress Tolerance Index شاخص تحمل به تنش

YSI: Yield Stability Index شاخص پایداری عملکرد

شاخص عملکرد (YI) دارای بالاترین همستگی مثبت با عملکرد دانه در شرایط تـنش بـود (r=۱) و در شرایط بدون تنش نیز همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه داشت (r=۰/٦٦)، بنابراین شاخص مناسبی برای انتخاب ارقام تحت هر دو شرایط بدون تنش و تنش می‌باشد. به اعتقاد فرناندز (۱۹۹۲) انتخاب براساس MP موجب گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا، انتخاب براساس SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل بـه تنش ولی با پتانسیل عملکرد پایین می‌گردد. طبـق نظـر فرنانـدز (۱۹۹۲)، بهتـرین شـاخص بـرای گـزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص‌های STI، GMP می‌باشند، چون قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی است که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی تولید می‌کنند (گروه A از گروه B، C و D) هستند، در حالی‌که اشنایدر و همکاران (۱۹۹۷) بهترین شاخص در گزینش ژنوتیپ‌های لوبیا، شاخص GMP معرفی کرده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده از بررسی همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی و بدون تنش با شاخص‌های تحمل به خشکی در این پژوهش نشان می‌دهد که شاخص‌های MP، GMP و STI بهترین شاخص‌ها برای گزینش و تعیین ارقام متحمل به تنش خشکی ارقام سورگوم دانه‌ای می‌باشند که با گزارش شفازاده و همکاران (۲۰۰٤) که شاخص‌های ذکر شده را به واسطه دارا بودن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی پس از مرحله گل‌دهی، به‌عنوان معیارهای مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل به خشکی برای هر دو شرایط معرفی کردند، کاملاً همسانی دارد. رقم کیمیا و لاین KGS32 به‌عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی تعیین شدند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین پتانسیل عملکرد دانه (Y_p)، عملکرد دانه در شرایط تنش (Y_s) و شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط آبیاری نرمال (I_1) و شرایط تنش آبی (I_3).

	Yp (کیلوگرم بر هکتار)	Ys (کیلوگرم بر هکتار)	STI	SSI	GMP	MP	TOL	YI	YSI
Yp (کیلوگرم بر هکتار)	۱								
Yp (کیلوگرم بر هکتار)	۰/٦٥*	۱							
STI	۰/۸٤**	۰/۸٦**	۱						
SSI	۰/٦۷*	-۰/۰٥ns	۰/۲٦ns	۱					
GMP	۰/۹۱**	۰/۹۱**	۰/۹٤**	۰/۳٤ns	۱				
MP	۰/۹٤**	۰/۸۷**	۰/۹۳**	۰/٤۲	۰/۹۹**	۱			
TOL	۰/۷٤*	-۰/۰۳ns	۰/۳٤ns	۰/۹۳**	۰/۳۹ns	۰/٤۷ns	۱		
YI	۰/٦٦ns	۱/۰۰**	۰/۸٦**	-۰/۰۳	۰/۹۲**	۰/۸۸**	۰/۰۱ns	۱	
YSI	-۰/٤٥	۰/۳۸ns	-۰/۰۱ns	۰/۸۸**	-۰/۰٤ns	-۰/۱۲ns	-۰/۹۳**	-۰/۳۷ns	۱

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

Ys: Yield in Stress Condition عملکرد تنش

MP: Mean Productivity میانگین بهره‌وری

Yp: Yield Potentiol عملکرد پتانسیل

SI: Stress Index شدت تنش

GMP: Geometric Mean Productivity شاخص میانگین هندسی بهره‌وری

SSI: Stress Suscecpibility Index به تنش شاخص حساسیت

TOL: Tolerance Index شاخص تحمل

YI: Yield Index شاخص عملکرد

STI: Stress Tolerance Index شاخص تحمل به تنش

YSI: Yield Stability Index شاخص پایداری عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P., and Jabbari, F. 2006. Introduction to plant physiology. University of Tehran. (In Persian).
2.Eberhart, S.A., and Russel, W.A. 1966. Stability paramenters for comparing variaties. Crop Sci. 6: 36-40.
3.Entz, M.H., and Flower, D.B. 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to pre-anthesis environmental stress. Crop Sci. 30: 1119-1123.
4.FAO. 2009. Food outlook, Global Market Analysis. http://www.Fao.Food outlook.Com.
5.Farshadfar, E.A., Zamani, M.R., Matlabi, M., and Emam-yome, E.E. 2001. Selection for drought resistance chick pea lines. Iran. J. Agric. Sci. 32: 65-77. (In Persian)
6.Fernandez, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Tainan, Taiwan.
7.Girirang, K., and Goud, J.V. 1983. Association of yield components and development traits in grain sorghum. Ind. J. Agric. Sci. 53: 5-8.
8.Gupta, P. 1983. Response of some enzymes of nitrogen metabolism to water stress in two species of brassica. Plant Physiol. Biochem. 10: 513.
9.Kardovani, P. 1997. *Arid zone* (Vol. 1). University of Tehran. (In Persian)
10.Koocheki, A. 1985. Crop production in dry regien (Cereals, Leghums, Industerial Crops, Forage crops). Mashhad University. (In Persian)
11.Mazaherilaghab, H., Nori, F., Zare-Abyane, H., and Vafai, H. 2001. Effect of final irrigation on important traits of three varieties of sunflower in dry land farming. Iran. J. Agric. Res. 1: 41-44.
12.Moaveni, P. 2003. Effect of row spacing on yield of quantative and qualitqtive of forage sorghum. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Iranshahr Branch.
13.Moghaddam, A., and Hadizade, M.H. 2002. Response of corn (*Zea mays* L.) hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Seed and Plant J. Agric. Res. 18: 3. 255-272. (In Persian)
14.Mozafari, K., Arshi, I., and Zinali Khanagha, H. 1996. Study to effect of drought stress in some of morpho physiological triats and yield components of sunflower. Seed and Plant J. 12, 24-33. (In Persian)
15.Naderi, A., Majidi-Hervan, E., Hashemi-Dezfoli, A., Rezaei, A., and Nourmohammadi, G. 2000. Efficiency analysis of indices for tolerance to environmental stresses in field crops and introduction of a new index. Plant and Seed J. 15, 390-402. (In Persian)
16.Narooei Rad, M. 2003. Eliminitary of drought stress in sorghum landraces of national plant gene bank of Iran. Final report of seed and plant improvement institute, Agricultural and resources research center of Sistan, Iran. (In Persian)
17.Roshdi, M., and Rezadost, S. 2005. Study of different irrigation levels on

Archive of SID

www.SID.ir

qualitative and quantities traits of sunflower. Iran. J. Agric. Sci. and Natur. Resour. 46, 1241-1250. (In Persian)

18. Rosielle, A.T., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 943-945.
19. Schneider, K.A., Rosales-Serena, F., Ibarra-Perez, B., Cacares-Enriguez, J.A., Acsta-Gllegos, R., Ramirec-Vallejo, N., and Kelly, J.P. 1997. Improvement common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
20. Shafazadeh, M.K., Yazdansepas, A., Amini, A., and Ghannadha, M.R. 2004. Study of terminal drought tolerance in promising winter and facultative wheat genotypes using stress susceptibility and tolerance indices. Plant and Seed J. 20, 57-71. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 5 (3): 63-79
http://ejcp.gau.ac.ir

Evaluation of drought tolerance in cultivars and Advanced grain sorghum lines under low irrigation stress conditions

***A. Khazaei and A. Fouman**
Instructor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj
Received: 2011-03-17; Accepted: 2012-06-01

Abstract

In order to evaluate drought tolerance of cultivars and advanced grain sorghum lines, an experiment was conducted as split-plot on randomized complete blocks design with three replications at experimental field of seed and plant Improvement Institute, Karaj in 2009. Three levels of irrigation regimes including normal irrigation (IR_0=60 mm), moderate stress (IR_2=120 mm) and sever stress (IR_3=180 mm evaporation from the surface evaporation pan) were the main plot and the subplots were ten cultivars and advanced lines including (Kimiya, payam, sepeede, KGS27, KGS32, KGS23, KGS19, KGS15, KGS36, KGS25). Results using stress susceptibility index (SSI) and tolerance index (TOL) revealed that Payam and Sepeede cultivars and KGS19 and KGS15 lines are more tolerant than others. Stress tolerance index (STI) and geometric mean productivity (GMP), that their higher values indicate the tolerance of cultivars under stress, revealed kimiya cultivar with grain yield 12026.7 Kg ha^{-1} in non-stress conditions and grain yield 7663.3 $Kg.ha^{-1}$ in stress conditions and KGS32 line with grain yield 12973.9 $Kg.ha^{-1}$ in non-stress conditions and grain yield 8830.6 $Kgha^{-1}$ in stress conditions, as genotypes with highest yield in both optimum irrigation and drought conditions.

Keywords: Grain yield; Grain sorghum; Stress tolerant indices; Drought stress

* Corresponding author; Email: az42095@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir