مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱

مجله پژوهش‌های به زراعی

ارزیابی عملکرد و تحمل به خشکی هفت رقم و لاین پیشرفته جو

حمید تجلی[1*]، محمد حسین صابری[2]، حمید رضا نیکخواه[3]، احمد رضا کوچکی[3]، الیاس آرزمجو[4]

۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی
۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی
۳- عضو هیأت علمی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر
۴- کارشناس ارشد زراعت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی

تاریخ دریافت : ۹۱/۳/۲۰ تاریخ پذیرش : ۹۱/۷/۱۳

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ۷ رقم و لاین امیدبخش جو و ارزیابی آنها بر اساس شاخص های تنش، دو آزمایش مجزا به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی بیرجند به اجرا در آمد. در آزمایش اول شرایط تنش خشکی اعمال شد که قطع آبیاری در مرحله بعد از گرده افشانی بود، اما در آزمایش دوم تا آخر فصل رشد، آبیاری به صورت معمول منطقه انجام گرفت. ارقام جو نصرت، فجر ۳۰ و یوسف و لاین های MB-86-17، MB-86-10، MB-86-6 و MB-86-5 در دو شرایط کشت گردیدند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که تنش خشکی بجز بر تعداد دانه در سنبله، تاثیر معنی داری بر صفات مورد بررسی داشته است. بر اساس مقایسه میانگین ها، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۸/۲۶ تن در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب و کمترین آن با میانگین ۴/۵۸ تن در هکتار در شرایط تنش خشکی حاصل گردید. همچنین نتایج نشان داد، کمترین عملکرد دانه با میانگین ۵/۳ تن در هکتار مربوط به رقم نصرت و بیشترین آن با میانگین ۶/۸ تن در هکتار مربوط به رقم فجر ۳۰ بوده و بین لاین های مورد بررسی تفاوت معنی داری از لحاظ عملکرد دانه وجود نداشت. عملکرد در شرایط تنش، ارتباط مثبت و معنی‌داری با شاخص های MP، GMP، STI و HARM داشت. رقم فجر ۳۰ و همچنین لاین های MB-86-10 و MB-86-17 نیز توسط شاخص های مختلف به عنوان متحمل ترین رقم و لاین ها به تنش خشکی آخر فصل شناسایی گردیدند.

واژه های کلیدی: لاین های امید بخش جو، عملکرد، شاخص های ارزیابی تنش

* نگارنده مسئول (hamidtajali@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

الگوهای بارش نامنظم در نواحی خشک دنیا، گیاهان را در معرض شدت‌های مختلف تنش خشکی قرار می‌دهد. اغلب اوقات دمای بالا و وضعیت تغذیه‌ای نامناسب نیز اثرات خشکی را پیچیده‌تر می‌کند. بنابراین یکی از مهمترین اهداف در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان، مطالعه تحمل آن‌ها به خشکی است (Yadav & Bhathagar, 2001). تنش طولانی مدت آب درتمام فرآیندهای متابولیکی گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه موجب کاهش تولید محصول در گیاه می‌گردد. محققین روش های بسیار مختلفی را برای ارزیابی ژنوتیپ ها در شرایط خشکی پیشنهاد کرده اند که می توان به گزینش بر اساس عملکرد بالقوه ژنوتیپ ها، گزینش بر اساس معیارهای پایداری، گزینش بر اساس تلفیقی از عملکرد و صفت هایی که با عملکرد همبستگی نشان می دهد و استفاده از عملکرد حاصل از هر دو شرایط فاقد و واجد تنش اشاره نمود (Garuzzi *et al.*, 1997). ارزیابی عملکرد گیاه، مهم ترین شاخص برای شناسایی ارقام سازگار به محیط دارای تنش است. انتخاب بر اساس عملکرد ژنوتیپ ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش باعث انتخاب ژنوتیپ های دارای عملکرد بالا می گردد. جو بیشترین حساسیت را به تنش خشکی در طول دوره ساقه دهی، آبستنی و ظهور سنبله دارد. چنانچه حدوث تنش خشکی قبل و در طول دوره سنبله دهی رخ دهد موجب بیشترین کاهش عملکرد می شود و نشان می دهد که زمان های گلدهی و گرده افشانی، حساس ترین دوره رشد و نمو جو به خشکی می باشند (Bauder, 2002).

تاکنون برای شناسایی ارقام متحمل به تنش شاخص های متعددی براساس روابط ریاضی بین شرایط تنش و غیرتنش ارائه شده است ولی به طورکلی شاخص هایی که در هر دو شرایط تنش و غیرتنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص ها معرفی می شوند، زیرا این شاخص ها قادر به شناسایی ژنوتیپ های با عملکرد بالا در هر محیط هستند و می توان از آن ها برای تخمین پایداری عملکرد استفاده کرد (Sio-Se Mardeh, 2006؛ نعیمی و همکاران، ۱۳۸۷). Fernandez (1992) ژنوتیپ ها را بر اساس عملکرد در شرایط محیطی تنش دار و بدون تنش به چهار گروه تقسیم بندی می کنند که عبارتند از: ۱- ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط، برتر بوده و عملکرد دانه بیشتری دارند (گروه A)، ۲- ژنوتیپ هایی که فقط در محیط مطلوب برتر بوده و در محیط تنش دار جزء ژنوتیپ های با عملکرد پائین هستند (گروه B)، ۳- ژنوتیپ های که در محیط تنش دار دارای عملکرد نسبتاً بالا، بوده وچنانچه تحت محیط بدون تنش قرار گیرند در گروه ارقام دارای عملکرد پائین قرار می گیرند (گروه C) و ۴- ژنوتیپ هایی با عملکرد پائین در هر دو محیط بدون تنش و تنش دار (گروه D). به نظر Fernandez (1992) بهترین معیار آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه ها تشخیص دهد زیرا پایداری در عملکرد ژنوتیپ های مربوط به این گروه بیشتر است. نتایج مطالعات قبلی نشان می دهد گزینش بر اساس شاخص های TOL و SSI سبب هدایت برنامه تحقیقاتی به سوی انتخاب ژنوتیپ های با عملکرد پائین می شود ولی انتخاب بر اساس MP سبب گزینش ژنوتیپ های با عملکرد بالا می گردد. شاخص های TOL و SSI قادر به تفکیک ژنوتیپ های گروه A از C و شاخص MP قادر به تفکیک گروه A از B نمی باشد (Rosielle & Hamblin, 1987).

Abebe *et al.*, (1998) گزارش نمودند که شاخص های GMP و MP تنها شاخص هایی بودند که با عملکرد در شرایط تنش و عملکرد در شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

نرمال همبستگی مثبت داشتند. این تحقیق به منظور بررسی تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیت های زراعی تعدادی از ارقام و لاین های جو و کارایی شاخص های تحمل به تنش خشکی و همچنین یافتن ارقام و لاین های متحمل به تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند واقع در ۲۰ کیلومتری جاده بیرجند- خوسف با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه و ارتفاع ۱۴۹۱ متر از سطح دریا به مرحله اجرا در آمد. در این آزمایش تعداد ۴ لاین امید بخش جو شامل لاین های MB-86-17، MB-86-10، MB-86-6، MB-86-5 همراه با ارقام نصرت، فجر ۳۰ و یوسف با استفاده از طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی انتهای فصل کشت گردید. میزان بذر بر اساس ۴۰۰ دانه در متر مربع و وزن هزار دانه تعیین شد. هر لاین و رقم در ۱۲ خط به طول ۱۰ متر و به فاصله ۲۰ سانتی متر کاشت شد. سطح کاشت هر رقم و لاین ۲۴ متر مربع بوده و فاصله بین آنها ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. فاصله بین تکرار ها ۱/۵ متر بود. عملیات زراعی طبق عرف محل انجام شد. روش آبیاری بصورت نشتی و به تعداد آبیاری ۸ نوبت صورت گرفت. میزان کود قبل از کاشت اوره، فسفات دی آمونیوم وسولفات پتاس به ترتیب ۱۵۰،۱۵۰ و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار بود و کود اوره بصورت سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم مصرف شد. در شرایط مطلوب رطوبتی بر اساس نیاز گیاه در مراحل مختلف نمو بر طبق عرف معمول ایستگاه، آبیاری بطریق نشتی انجام شد و سعی شد گیاه در مراحل حساس نمو با تنش رطوبت مواجه نشود. در شرایط تنش رطوبتی انتهایی، آبیاری از مرحله گرده افشانی تا انتهای دوره رشد و نمو (مرحله رسیدگی کامل) قطع شد و قبل از آن، آبیاری همانند شرایط مطلوب رطوبتی انجام شد. در زمان برداشت پس از حذف ۲۰ سانتی متر سر و انتهای کرت آزمایش درسطح برداشت ۲۳ متر مربع صورت گرفت. با توجه به اینکه غالباً همه ساقه های منشعب شده از بوته به خوشه دهی نمی رسد در زمان برداشت برای تعیین تعداد سنبله بارور از هر کرت بطور تصادفی یک ردیف انتخاب و بطول ۵۰ سانتیمتر تعداد سنبله بارور را شمارش نموده، و سپس از راه تناسب تعداد سنبله بارور در یک متر مربع محاسبه گردید. برای تعیین تعداد دانه در سنبله با استفاده از ۲۰ سنبله که بصورت تصادفی از هر کرت برداشت شد تعداد دانه در هر سنبله شمارش و سپس میانگین تعداد دانه درسنبله محاسبه گردید. در طول دوره رشد، صفات مورفولوژیکی (از قبیل تعداد روز تا خوشه دهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی)، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه محاسبه شد. برداشت به کمک داس و ازهر کرت نیم متر از ابتدا و انتها (به خاطر کم کردن اثر حاشیه) حذف گردید سپس طول خط کاشت ۵ متر باقی می ماند و مساحت برداشت هر کرت ۶ مترمربع بود. پس از خرمنکوبی به کمک ترازوی معمولی عملکرد دانه هر کرت به دقت توزین شد. با شمارش تعداد هزار دانه از دانه های بدست آمده از هر کرت پس از برداشت و توزین آنها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ وزن هزار دانه مربوط به هرکرت آزمایشی تعیین گردید. در پایان داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام پذیرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص های کمّی مقاومت به تنش نیز به شرح زیر محاسبه گردید:

شدت تنش	$SI = 1- (Ys / Yp)$	(Fischer & Maurer, 1978)
شاخص حساسیت به تنش	$SSI = (1 - (Ysi / Ypi))/ SI$	(Fischer & Maurer, 1978)
شاخص تحمل	$TOL = Ypi - Ysi$	(Rosielle & Hamblin, 1984)
شاخص تحمل به تنش	$STI = (Ypi \times Ysi)/(Yp)^2$	(Fernandez, 1992)
شاخص میانگین بهره وری	$MP = (Ypi + Ysi)/2$	(Rosielle & Hamblin, 1984)
میانگین هندسی بهره وری	$GMP = (Ypi \times Ysi)^{0.5}$	(Fernandez, 1992)
میانگین هارمونیک بهره وری	$HARM= (2\times(Ypi \times Ysi))/(Ypi + Ysi)$	(Fernandez, 1992)

در روابط فوق، *Yp* و *Ys* به ترتیب میانگین عملکرد کلیه ارقام و لاین ها در شرایط آبیاری و تنش خشکی و *Ypi* و *Ysi* نیز میانگین عملکرد هر یک از ارقام و لاین ها در این دو شرایط می باشد. در پایان پس از تعیین عملکرد دانه و علوفه خشک در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص های MP، GMP، TOL، HARM، STI و SSI محاسبه شده و با استفاده از نرم افزار SAS، همبستگی بین شاخص ها با عملکرد دانه بررسی و با استفاده از نرم افزار STATISTICA، نمودار پراکنش سه بعدی هر یک از ارقام و لاین ها در محدوده های A، B، C و D ترسیم گردید.

نتایج بحث

شرایط تنش خشکی

نتایج تجزیه واریانس داده ها در شرایط تنش خشکی نشان داد که بین ارقام و لاین های مورد بررسی اختلاف معنی داری در صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه (در سطح ۱٪) وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن نشان داد کمترین ارتفاع بوته با میانگین ۴۴/۶ سانتی متر مربوط به رقم فجر ۳۰ بوده و بین سایر ارقام و لاین های مورد بررسی تفاوت معنی داری وجود نداشت. کمترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۴۳/۶ مربوط به رقم نصرت بود که تفاوت معنی داری با لاین MB-86-5 نداشت و بیشترین تعداد دانه در سنبله نیز با میانگین ۵۵/۶ از ژنوتیپ MB-86-17 حاصل گردید که تفاوت معنی داری با لاین های MB-86-10 و MB-86-6 و رقم فجر ۳۰ نداشت (جدول ۲). کمترین عملکرد دانه با میانگین های ۴/۰۳ و ۴/۴۳ تن در هکتار مربوط به رقم نصرت و لاین MB-86-6 و بیشترین عملکرد دانه نیز با میانگین ۴/۸۹ تن در هکتار مربوط به رقم فجر ۳۰ بود (جدول ۲).

شرایط آبیاری نرمال

نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به این شرایط نشان داد بین ارقام و لاین های مورد بررسی، تفاوت معنی داری در صفات تاریخ سنبله دهی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه (در سطح ۱٪)، و تعداد سنبله در متر مربع (در سطح ۵٪) وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده ها نشان داد کمترین عملکرد دانه با میانگین ۶/۷۰ تن در هکتار مربوط به رقم نصرت بوده و سایر ارقام و لاین ها در گروه آماری برتر قرار گرفته و تفاوت آماری معنی داری با یکدیگر نداشتند و لاین MB-86-10 در این شرایط با میانگین عملکرد ۸/۵۳ تن در هکتار دارای عملکرد بیشتری نسبت به بقیه بود (جدول ۴). همچنین تاریخ سنبله دهی در رقم نصرت نسبت به لاین های مورد بررسی دیرتر صورت گرفت (جدول ۴). بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۹۰/۷ سانتی

Archive of SID

www.SID.ir

متر مربوط به رقم نصرت بود که تفاوت معنی داری با رقم یوسف و لاین های MB-86-17 و MB-86-6، نداشت وکمترین ارتفاع بوته نیز با میانگین ۶۹/۰۶ سانتی متر مربوط به رقم فجر ۳۰ بود (جدول ۴). بیشترین تعداد سنبله در متر مربع نیز با میانگین های ۳۳۲/۶ و ۳۳۰/۶ مربوط به رقم فجر ۳۰ و لاین MB-86-17 و کمترین آن با میانگین ۲۴۱/۶ مربوط به رقم نصرت بود (جدول ۴).

تجزیه مرکب دو شرایط

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که شرایط آزمایش تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله (در سطح ۵٪)، تاریخ سنبله دهی، تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه (در سطح ۱٪) داشته است (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و تعداد سنبله در متر مربع به ترتیب با میانگین های ۸/۲۶ تن در هکتار و ۲۹۶/۶ سنبله در متر مربع از شرایط آبیاری نرمال و کمترین آن ها با میانگین های ۴/۵۸ تن در هکتار و ۲۴۲/۳ سنبله در متر مربع مربوط به شرایط تنش خشکی بود. بیشترین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه با میانگین های ۵۱/۵ دانه در سنبله و ۳۸/۸ گرم مربوط به شرایط خشکی و کمترین آنها با میانگین های ۴۸/۰ دانه در سنبله و ۲۵/۹ گرم مربوط به شرایط آبیاری نرمال بود (جدول ۶). کمبود آب در مرحله گرده افشانی، کاهش تعداد دانه را به دنبال دارد و در بسیاری از غلات بیشترین کاهش عملکرد، در تنش مرحله گرده افشانی یا مرحله آبستنی اتفاق می افتد (Passioura, 2006).

کاهش عملکرد و اجزای عملکرد با نتایج تحقیقات محققان مختلف مطابقت دارد (Bauder, 2002; Guns *et al.*, 2008; Akash *et al.*, 2009). تجزیه مرکب داده ها نشان داد بین ارقام و لاین های مورد بررسی، صفات تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک (در سطح ۵٪)، تاریخ سنبله دهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه (در سطح ۱٪) معنی دار است (جدول ۵). مقایسه میانگین ها نشان داد کمترین عملکرد دانه با میانگین ۵/۳ تن در هکتار مربوط به رقم نصرت و بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۶/۸ تن در هکتار مربوط به رقم فجر ۳۰ بود که بین این رقم با رقم نصرت و لاین های مورد بررسی تفاوت معنی داری از لحاظ عملکرد دانه وجود نداشت. در مورد تعداد دانه در سنبله نیز وضعیت به همین شکل بود به این صورت که رقم نصرت با میانگین ۴۲/۰ دانه در سنبله از سایر تیمارهای مورد بررسی کمتر بود و ارقام فجر ۳۰ و نصرت و لاین های مورد بررسی در گروه آماری برتر قرار گرفتند (جدول ۶). گزارش محققان مختلف نشان داده است که بین ارقام مختلف و محیط اثر متقابل معنی داری وجود دارد، به طوری که برای به دست آوردن عملکرد دانه مطلوب به ارقامی نیاز است که با شرایط محیطی اقلیم مورد نظر سازگاری داشته باشند (Pasban Eslam, 2004). ارقامی که گلدهی آنها به موقع بوده و تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه آنها بیشتر از سایر ارقام می باشد، می توانند ارقام مناسب‌تری نسبت به دیگر ارقام برای محیط جدید کاشت انتخاب گردند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین های امید بخش جو در شرایط تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲/۴۷	۲/۲۸	۲۶/۶۱	۴/۴۲	۲۸۹۹/۶	۰/۷۶	۰/۰۱
ارقام و لاین ها	۶	۱/۱۵ ns	۴/۹۸ ns	۹۱۱/۳۰**	۵۴/۶۳**	۳۶۵۲/۸ ns	۲/۸۷ ns	۰/۲۵**
خطا	۱۲	۴/۴۲	۳/۵۰	۹/۸۹	۷/۳۷	۵۲۳۸/۷	۷/۸۷	۰/۰۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۵۱	۱/۳۲	۳/۷۹	۵/۲۶	۲۹/۸۶	۷/۲۲	۴/۹۳

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین های امید بخش جو در شرایط تنش خشکی

ارقام و لاین ها	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
نصرت	۸۴/۰ a	۱۴۲/۶ a	۸۶/۳ a	۴۳/۶ c	۳۰۸/۶ a	۳۷/۶ a	۴/۰۳ c
فجر ۳۰	۸۸/۳ a	۱۴۲/۰ a	۴۴/۶ b	۵۴/۰ a	۲۵۲/۶ a	۳۷/۶ a	۴/۸۹ a
یوسف	۸۴/۰ a	۱۴۱/۳ a	۸۸/۰ a	۵۲/۶ ab	۲۰۰/۶ a	۳۸/۳ a	۴/۶۴ ab
MB-86-17	۸۳/۰ a	۱۳۹/۰ a	۹۱/۳ a	۵۵/۶ a	۲۵۴/۶ a	۳۸/۶ a	۴/۸۱ ab
MB-86-10	۸۳/۳ a	۱۳۹/۶ a	۹۱/۰ a	۵۴/۶ a	۲۲۶/۶ a	۴۰/۰ a	۴/۷۳ ab
MB-86-6	۸۴/۶ a	۱۴۰/۳ a	۸۸/۰ a	۵۲/۳ ab	۲۱۷/۳ a	۳۹/۶ a	۴/۴۳ bc
MB-86-5	۸۳/۰ a	۱۴۱/۰ a	۹۲/۰ a	۴۸/۰ bc	۲۳۶/۰ a	۳۹/۶ a	۴/۵۳ ab

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نمی‌باشند.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین های امید بخش جو در شرایط آبیاری مطلوب

منابع تغییر	درجه آزادی	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۳/۵۷	۰/۹۰	۱۴/۵۵	۷/۰۰	۲۸/۱۹	۱۱/۶۵	۰/۱۹
ارقام و لاین ها	۶	۳۳/۵۲**	۲/۲۲ ns	۱۸۳/۶۴**	۴۷/۵۵ ns	۳۳۸۴/۴۹*	۴/۷۷ ns	۱/۵۶**
خطا	۱۲	۵/۲۳	۰/۹۶	۲۱/۷۷	۳۳/۸۹	۸۴۰/۸۰	۵/۵۱	۰/۲۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۵۸	۰/۷۴	۵/۶۸	۱۲/۱۲	۹/۷۷	۹/۰۴	۶/۵۳

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین های امید بخش جو در شرایط آبیاری مطلوب

ارقام و لاین ها	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
نصرت	۹۴/۳ a	۱۳۱/۶ ab	۹۰/۷۳ a	۴۰/۳ b	۲۴۱/۶ c	۲۶/۷ a	۶/۷۰ b
فجر ۳۰	۹۰/۳ ab	۱۳۲/۳ a	۶۹/۰۶ d	۴۸/۳ ab	۳۳۲/۶ a	۲۶/۳ a	۸/۸۶ a
یوسف	۸۸/۶ bc	۱۳۲/۰ ab	۸۳/۰۶ ab	۴۹/۳ ab	۲۹۹/۳ ab	۲۶/۳ a	۸/۶۰ a
MB-86-17	۸۸/۶ bc	۱۳۰/۳ b	۸۳/۳ abc	۵۳/۳ a	۳۳۰/۶ a	۲۳/۳ a	۸/۱۶ a
MB-86-10	۸۵/۰ c	۱۳۰/۶ ab	۷۹/۲ bc	۴۸/۶ ab	۳۰۵/۳ ab	۲۵/۹ a	۸/۵۳ a
MB-86-6	۸۸/۶ bc	۱۳۰/۳ b	۸۹/۹ a	۴۶/۳ ab	۳۰۴/۰ ab	۲۷/۳ a	۸/۳۶ a
MB-86-5	۸۴/۳ c	۱۳۲/۰ ab	۷۶/۱ dc	۴۹/۶ ab	۲۶۲/۶ bc	۲۵/۷ a	۸/۶۰ a

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نمی‌باشند.

جدول ۵-تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین های امید بخش جو در دو شرایط خشکی و آبیاری مطلوب

منابع تغییر	درجه آزادی	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
شرایط آزمایش	۱	۲۵۷/۵۲**	۹۵۲/۳۸**	۷/۶۲ ns	۱۳۳/۹۲*	۳۰۸۸۸/۵**	۱۷۳۱/۱**	۱۴۲/۰۸**
اشتباه اول	۴	۳/۰۲	۱/۵۹	۲۰/۵۸	۵/۷۱	۱۴۶۳/۹	۶/۲۰	۰/۱۰
ارقام	۶	۲۰/۰۴**	۶/۲۶*	۸۱۳/۹۷**	۹۰/۸۷**	۱۹۸۲/۷ ns	۳/۷۳ ns	۱/۴۳ **
ارقام×شرایط آزمایش	۶	۱۴/۶۳*	۰/۹۳ ns	۲۸۰/۹۷**	۱۱/۳۱ ns	۵۰۵۴/۵ ns	۳/۹۱ ns	۰/۳۷ ns
اشتباه دوم	۲۴	۴/۸۲	۲/۲۳	۱۵/۸۳	۲۰/۶۳	۳۰۳۹/۷	۶/۶۹	۰/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۵۵	۱/۰۹	۴/۸۲	۹/۱۲	۲۰/۴۵	۷/۹۸	۶/۴۴

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین های امید بخش جو در شرایط تنش خشکی و آبیاری مطلوب

صفات / تیمارها	تاریخ سنبله دهی	تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
شرایط آزمایش آبیاری							
شرایط خشکی	۸۳/۶ b	۱۴۰/۸ a	۸۲/۹ a	۵۱/۵ a	۲۴۲/۳ b	۳۸/۸ a	۴/۵۸ b
شرایط آبیاری نرمال	۸۸/۵ a	۱۳۱/۳ b	۸۲/۲ a	۴۸/۰ b	۲۹۶/۶ a	۲۵/۹ b	۸/۲۶ a
ارقام و لاین ها							
نصرت	۸۹/۱ a	۱۳۷/۱ a	۸۸/۵ a	۴۲/۰ b	۲۷۵/۱ a	۳۲/۲ a	۵/۳ b
فجر ۳۰	۸۶/۸ ab	۱۳۷/۱ a	۵۶/۳ b	۵۱/۱ a	۲۹۲/۶ a	۳۲/۰ a	۶/۸ a
یوسف	۸۶/۳ abc	۱۳۶/۶ ab	۸۷/۱ a	۵۱/۰ a	۲۵۰/۰ a	۳۲/۳ a	۶/۶ a
MB-86-17	۸۵/۸ bc	۱۳۴/۶ c	۸۷/۳ a	۵۴/۵ a	۲۹۲/۶ a	۳۱/۰ a	۶/۴ a
MB-86-10	۸۴/۱ bc	۱۳۵/۱ bc	۸۵/۱ a	۵۱/۶ a	۲۶۶/۰ a	۳۲/۹ a	۶/۶ a
MB-86-6	۸۶/۶ ab	۱۳۵/۳ abc	۸۸/۹ a	۴۹/۳ a	۲۶۰/۶ a	۳۳/۵ a	۶/۴ a
MB-86-5	۸۳/۶ c	۱۳۶/۵ abc	۸۴/۰ a	۴۸/۸ a	۲۴۹/۳ a	۳۲/۷ a	۶/۵ a

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص های ارزیابی تنش

در این پژوهش، شدت تنش (SI) برابر ۰/۴۴ برآورد شد. مقادیر عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Yp) و عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) و شاخص های ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ های مورد مطالعه در جدول ۷ آورده شده است. نمودار سه بعدی پراکنش ژنوتیپ ها نیز بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص STI در شکل یک نشان داده شده است. از نظر شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره وری (GMP) که مقادیر بالای شاخص، نشان دهنده متحمل‌تر بودن ارقام می باشد، رقم فجر ۳۰ و یوسف به ترتیب با میانگین عملکردهای ۴/۸۹ و ۴/۶۴ تن در هکتار به عنوان ارقام متحمل به تنش و بین لاین های مورد بررسی نیز لاین MB-86-10 با عملکرد ۴/۷۳ تن در هکتار به عنوان لاین متحمل به تنش معرفی گردید (جدول ۷). طبق نظر پژوهشگران Sadeghzade-Ahari (2006), Fernandez (1992)، بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص تحمل به تنش (STI) می باشد چون قادر است ارقامی را که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش بالا عملکرد بالایی دارند (گروه A) را از دو گروه ارقامی که فقط در شرایط بدون تنش (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند تفکیک نماید. شاخص تحمل به تنش (STI) ژنوتیپ هایی را گزینش می کند که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند (Fernandez, 1992).

بر اساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) که مقادیر پائین عددی آن نشان دهنده تحمل بالاتر رقم نسبت به تنش می باشد Choukan *et al* (2006)، رقم نصرت با عملکرد ۴/۰۲ تن در هکتار و لاین MB-86-17 با عملکرد ۴/۸۲، به عنوان رقم و لاین متحمل به تنش شناخته شد (جدول ۷). ارزیابی لاین ها با استفاده از شاخص SSI، مواد آزمایشی را فقط بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته بندی می کند و به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص می توان ژنوتیپ های حساس و متحمل به تنش را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آنها مشخص نمود (Naderi *et al.*, 2000). مشاهدات فوق بیانگر این حقیقت است که این ژنوتیپ ها نه به دلیل تولید عملکرد مناسب در شرایط تنش، بلکه صرفاً به علت پایین بودن درصد تغییر عملکرد، توسط این شاخص به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ ها به تنش شناسایی شد. یکی از معایب شاخص SSI این است که این شاخص نسبت عملکرد در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش را برای هر ژنوتیپ در مقایسه با همین نسبت برای کل ژنوتیپ های موجود در آزمایش اندازه گیری می کند. بنابراین دو ژنوتیپ با عملکرد زیاد و کم می توانند مقدار SSI یکسانی داشته باشند (Clarke *et al.*, 1982).

استفاده از شاخص بهره‌وری متوسط (MP) که مقادیر بالای عددی آن نشان دهنده تحمل نسبی به تنش می باشد، اغلب منجر به گزینش ارقامی با عملکرد بالا در شرایط عادی ولی کم تحمل به شرایط تنش می گردد. در این بررسی، شاخص MP نیز رقم فجر ۳۰ را به عنوان رقم متحمل و MB-86-10 و MB-86-5 را به عنوان لاین های به تنش شناسایی کرد (جدول ۷). اگرچه Ahmadzadeh (1997) این شاخص را معیار مناسبی برای گزینش لاین های پرمحصول و متحمل به خشکی ذرت معرفی کرده ولی Sio-Se Mardeh *et al* (2006) گزارش دادند که شاخص MP زمانی برای انتخاب ژنوتیپ ها تحت شریط تنش بازده دارد که شدت تنش زیاده نبوده و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش نیز خیلی زیاد نباشد.

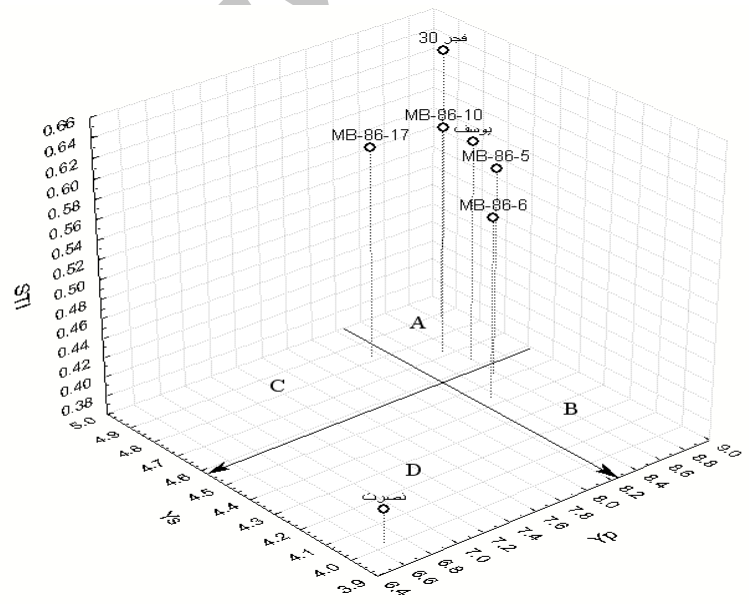
Archive of SID

www.SID.ir

در شاخص تحمل (TOL) نیز مقادیر عددی پائین، نشان دهنده تحمل نسبی ارقام می باشد. رتبه بندی لاین ها از نظر این شاخص، جو نصرت را به عنوان رقم متحمل شناسایی نمود (جدول ۷). انتخاب براساس شاخص TOL اغلب موجب انتخاب ژنوتیپ هایی می شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایین تری دارند (Rosielle & Hamblin, 1987). در حقیقت شاخص TOL به نوعی بیانگر تغییر حاصل از اعمال تنش می باشد. به عبارتی ژنوتیپ هایی که دارای شاخص TOL کمتری هستند در محیط تنش تغییر عملکرد کمتری از خود نشان می دهند. با استفاده از شاخص میانگین هارمونیک (HARM) نیز که مقادیر بالای عددی آن نشان دهنده تحمل نسبی به تنش می باشد، رقم فجر ۳۰ به عنوان رقم و MB-86-17 و MB-86-10 به عنوان لاین های متحمل به تنش شناسایی گردیدند (جدول ۷).

جدول ۷- مقادیر عملکرد ژنوتیپ ها در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص های تحمل و حساسیت به تنش

ارقام و لاین ها	Yp	Ys	MP	HARM	SSI	TOL	STI	GMP
نصرت	۶/۶۸	۴/۰۲	۵/۳۵	۵/۰۲	۰/۹۱	۲/۶۶	۰/۴۱	۵/۱۸
فجر ۳۰	۸/۸۶	۴/۸۹	۶/۸۸	۶/۳۰	۱/۰۲	۳/۹۷	۰/۳۹	۵/۱۸
یوسف	۸/۶۰	۴/۶۴	۶/۶۲	۶/۰۳	۱/۰۵	۳/۹۶	۰/۵۹	۶/۳۲
MB-86-17	۸/۱۵	۴/۸۲	۶/۴۹	۶/۰۶	۰/۹۳	۳/۳۳	۰/۶۰	۶/۲۷
MB-86-10	۸/۵۳	۴/۷۳	۶/۶۳	۶/۰۸	۱/۰۱	۳/۸۱	۰/۶۲	۶/۳۵
MB-86-6	۸/۳۶	۴/۴۴	۶/۴۰	۵/۸۰	۱/۰۶	۳/۹۲	۰/۵۷	۶/۰۹
MB-86-5	۸/۵۸	۴/۵۴	۶/۵۶	۵/۹۴	۱/۰۷	۴/۰۴	۰/۶۰	۶/۲۴



شکل ۱- پراکنش ارقام و لاین ها بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص STI

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی میان شاخص‌ها و عملکرد

مناسبترین شاخص برای گزینش ارقام متحمل به تنش، شاخصی است که دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط بدون تنش و تنش باشد بنابراین با ارزیابی میزان همبستگی بین شاخص های تحمل به تنش و عملکرد دانه در دو محیط بدون تنش و تنش، شناسایی مناسبترین شاخص امکانپذیر می‌باشد (نعیمی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از بررسی همبستگی بین شاخص های ذکر شده و عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل و تنش در جدول ۸ آورده شده است. عملکرد در شرایط تنش(Ys) ارتباط مثبت و معنی داری با شاخص های MP، GMP، STI، HARM در سطح یک درصد نشان داد ولی ارتباط آن با شاخص های SSI و TOL معنی دار نبود. عملکرد دانه در شرایط بدون تنش یا Yp با شاخص های STI وGMP، MP، TOL و HARM همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد و با شاخص SSI ارتباط معنی داری در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۸). در نتایج بررسی Shafazadeh *et al* (2004) چنین عنوان شده است که سه شاخص STI، GMP و MP، همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد ژنوتیپ های گندم در هر دو محیط تنش و بدون تنش داشته و به همین دلیل شاخص های مناسبی برای غربال کردن ژنوتیپ های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی می باشند که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. به اعتقاد Fernandez (1992)، انتخاب بر اساس MP موجب گزینش ژنوتیپ هایی با پتانسیل عملکرد بالا و انتخاب بر پایه SSI باعث گزینش ژنوتیپ های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد پائین می گردد. جمع بندی نتایج نشان می دهد که شاخص های HARM، STI، GMP و MP بهترین شاخص ها برای گزینش و تعیین لاین های جو متحمل به تنش آخر فصل می باشند. رقم فجر ۳۰ و همچنین لاین های MB-86-10 و MB-86-17 نیز توسط شاخص های مختلف به عنوان متحمل ترین رقم و لاین ها به تنش خشکی آخر فصل شناسایی گردیدند.

جدول ۸- همبستگی بین شاخص های تحمل و حساسیت به خشکی و عملکرد دانه

	Ys	Yp	MP	HARM	SSI	TOL	STI	GMP
Ys	۱/۰۰							
Yp	۰/۸۴*	۱/۰۰						
MP	۰/۹۲**	۰/۹۸**	۱/۰۰					
HARM	۰/۹۶**	۰/۹۴**	۰/۹۸**	۱/۰۰				
SSI	۰/۲۹ ns	۰/۷۶*	۰/۶۴ ns	۰/۵۱ ns	۱/۰۰			
TOL	۰/۶۳ ns	۰/۹۵**	۰/۸۸**	۰/۸۰*	۰/۹۲**	۱/۰۰		
STI	۰/۹۴**	۰/۹۶**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۵۷ ns	۰/۸۴*	۱/۰۰	
GMP	۰/۹۴**	۰/۹۷**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۵۸ ns	۰/۸۵*	۰/۹۹**	۱/۰۰

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

نعیمی، م.، غ. اکبری، ا.م. شیرانی راد، ع. م. مدرس ثانوی، ا. ح. نوری، و ح. جباری. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام مختلف کلزا بر اساس شاخص های ارزیابی تنش در انتهای فصل رشد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱ (۳): ۸۳-۹۸.

Abebe, A., M. A. Brik, and R. A. Kirkby. 1998. Comparisons of selection indices to identity productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research. 58: 15-23.

Ahmadzade, A. 1997. Definition of the best drought tolerant index in corn selective lines. M.Sc thesis in plant improvement. College of agriculture, university of Tehran. 238 pp.

Akash, M. W., A. M. Al-abdallat, H. M. Saoub, and J. Y. Ayad. 2009. Molecular and field comparison of selected barley cultivars for drought tolerance. J. New Seeds. 10: 2. 98-111.

Bauder, J. 2002. When necessary, Just-in-time, irrigating can save water. MSU Extension Publications.

Bidinger, F. R., V. Mahalakshmi, and G. D. P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet. II Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 38: 37-48.

Choukan, R., T. Taherkhani, M. R. Ghannadha, and M. Khodarahmi. 2006. Evaluation of drought tolerance in grain maize inbred lines using drought tolerance indices. Iran. J. Agric. Sci. 8 (1): 79-89.

Clarke, J. M. and T. N. McCaig. 1982. Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. Crop Sci. 22: 503-506.

Fernandez, G. C. J. 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.

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. Aust. J. Agr. Res. 29: 897- 912.

Garuzzi, P. R., M. Dalumbo, R. G. Gampani, G. L. Ricciarid, and S. Borgh. 1997. Evaluation of field and laboratory predictor of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Sci. 77: 523-531.

Gunes, A., A. Inal, M. S. Adak, E. G. Bagci, N. Cicek, and F. Eraslan. 2008. Effect of drought stress implemented at pre or post anthesis stage on some physiological parameters as screening criteria in chickpea cultivars. Russian Journal of Plant Physiology. 55: 59-67.

Naderi, A., E. Majidi-Hervan, A. Hashemi-Dezfoli, A. Rezaei, and G. Nour mohammadi. 2000. Efficiency analysis of indices for tolerance to environmental stresses in field crops and introduction of a new index. Plant and Seed Journal. 15 (4): 390-402.

Pasban Eslam, B. 2004. Evaluation of yield and yield components in new spiny genotypes of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). International Scientific Symposium Report In Gangeh. Azarbaijan. 2: 200- 203.

Passioura, J. 2006. Increasing crop productivity when water is scarce-from breeding to field management. Agricultural Water Management. 80: 176-196.

Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1987. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.

Archive of SID

www.SID.ir

Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini, and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Res. 98: 222-229.

Yadav, O. P. and S. K. Bhathagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pearl millet cultivars adapted to stress and non stress condition. Field Crop Science. 70: 201-208.

Sadeghzade-Ahari, D. 2006. Evaluation for tolerance to drought stress in dryland promising durum wheat genotypes. Iran. J. Crop. Sci. 8 (1): 30-45.

Shafazadeh, M. K., A. Yazdansepas, A. Amini, and M. R. Ghannadha. 2004. Study of terminal drought tolerance in promising winter and facultative wheat genotypes using stress susceptibility and tolerance indices. Plant and Seed Journal. 20 (1): 57-71.

Archive of SID

www.SID.ir