مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰

مجله پژوهش های به زراعی

ارزیابی مقاومت به خشکی در ژنوتیپ های امید بخش جو با استفاده از شاخص های تحمل به تنش

حمید تجلی [۱*]، سید غلامرضا موسوی [۲]، الیاس آرزمجو [۳]

۱- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، ایران
۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، ایران
۳ - کارشناس ارشد زراعت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، ایران

تاریخ دریافت :۹۰/۹/۸ تاریخ پذیرش :۹۱/۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد ۲۰ ژنوتیپ امیدبخش جو، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه واقع در خراسان جنوبی در سال زراعی ۸۷-۸۶ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش، تنش خشکی در دو سطح شامل شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله و ژنوتیپ های جو شامل ۲۰ ژنوتیپ در نظر گرفته شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که بر اساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) ژنوتیپ های شماره ۲، ۳، ۷، ۹، ۱۰ و ۱۵، از نظر شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره وری (GMP) ژنوتیپ های ۵، ۸، ۱۸ و ۲۰، بر اساس شاخص MP ژنوتیپ های ۸، ۱۸ و ۲۰ و در نهایت بر اساس شاخص تحمل (TOL) ژنوتیپ های ۲، ۳، ۷، ۹ و ۱۰ به عنوان ژنوتیپ های متحمل به تنش معرفی شدند. جمع بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل رشد گیاه و بدون تنش با شاخص های تحمل به خشکی در این پژوهش نشان داد که شاخص های MP، GMP و STI بهترین شاخص ها برای گزینش و تعیین ژنوتیپ های متحمل به تنش آخر فصل در بین ژنوتیپ های جو می باشند. با بررسی تمام شاخص ها و با توجه به اینکه ژنوتیپ های با عملکرد بالا در شرایط عادی و حداقل کاهش عملکرد در شرایط تنش مناسبترین می باشند، ژنوتیپ های ۱۸ و ۲۰ به عنوان متحمل ترین ژنوتیپ ها معرفی گردیدند.

واژه های کلیدی: جو، تنش خشکی، عملکرد، شاخص های تنش

---

*نگارنده مسئول (hamidtajali@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکی، مهمترین عامل محدود کننده تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان بحساب می آید و این عامل زمانی ایجاد می شود که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در داخل گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش می دهد. خشکی همچنین یک عامل کاهش دهنده عملکرد می باشد که این حالت حتی در مواردی که صدمه وارده مشهود نباشد، صادق است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۱). انتخاب و جداکردن ژنوتیپ های متحمل به تنش به دو روش مستقیم (سنجش عملکرد) و غیر مستقیم (بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک) که با تحمل تنش همبستگی دارند انجام می شود (Singh, 2000). منابع موجود در مورد اصلاح ارقام برای سازش به خشکی نشان می دهد که کارآمدترین روش، اعمال گزینش همزمان بر اساس چندین صفت است که همه آنها بر عملکرد گیاه زراعی در شرایط تنش تأثیر می گذارند (Vijendra Das, 2000). وراثت پذیری و بهره ژنتیکی متعاقب آن عموماً در شرایط خیلی مساعد دارای مقادیر بالا بوده که توسط محققان زیادی مشاهده شده است (Braun *et al*., 1992). به هر حال به خاطر وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نمی توان فرض کرد که ژنوتیپ های دارای عملکرد بالا در شرایط مطلوب، تحت شرایط تنش خشکی نیز عملکرد خوبی خواهند داشت (Johnson & Frey, 1967).

دو استراتژی متفاوت برای تعیین ژنوتیپ هایی که تحت خشکی عملکرد بالایی خواهند داشت، پیشنهاد شده است: ۱) ممکن است ژنوتیپ ها تحت شرایطی ارزیابی شوند که بتوانند در نهایت تولیدی داشته باشند. در این نوع شرایط وقوع خشکی حتمی است و منجر به حداقل اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط می گردد (Calhoun *et al*., 1994).

Ceccarelli (1989) در این راهکار بحث هایی کرده و اظهار داشته که ممکن است این استراتژی باعث وراثت پذیری پایین تر بویژه در بین سالهای مختلف گردد.

۲) امکان دارد ژنوتیپ ها در شرایط مطلوب ارزیابی شوند که در این صورت بیشترین وراثت پذیری را خواهند داشت. اما شاید در این استراتژی، زمانیکه ژنوتیپ های گزینش شده در محیط های خشک تولید می شوند، به خاطر وجود اثر متقابل ژنوتیپ و محیط اشکالات و مسائلی بروز کند (Calhoun *et al*., 1994).

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 و چنانچه تحت محیط بدون تنش قرار گیرند، در گروه ارقام دارای عملکرد پائین قرار می گیرند (گروه C) و۴- ژنوتیپ هایی با عملکرد پائین در هر دو محیط بدون تنش و تنش دار (گروه D). هفت شاخص کمی تحمل به خشکی توسط محققین مختلف، معرفی و بکار گرفته شده اند. هر یک از شاخص ها دارای مزایا و معایبی هستند. Fernandez (1992) در معرفی شاخص های کمی تحمل به خشکی اظهار می دارد که هر چقدر عملکرد یک ژنوتیپ در محیط خشک (Ys) به عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب (Yp) نزدیکتر باشد، حساسیت رقم به خشکی کمتر بوده و در نتیجه مقدار شاخص نسبت کاهش عملکرد (Yr) و به طبع آن شاخص حساسیت به تنش (SSI) آن رقم کوچکتر می شود. تحمل یا حساسیت نسبی ارقام به خشکی را می توان از

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه مقادیر SSI آنها تعیین نمود (اهدایی، ۱۳۷۷).

Fisher & Mauer (1978) نیز شاخصهای تحمل SSIرا برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد دادند. شاخص تحمل (TOL) و بهره وری متوسط (MP) توسط Rozili & Hamblin (1984) به منظور انتخاب ارقام متحمل به تنش ارائه شدند. آنها اظهار داشتند که انتخاب معیار گزینش، به هدف اصلاحگر بستگی دارد. اگر افزایش عملکرد در شرایط تنش مدنظر باشد، شاخص TOL می تواند مفید باشد، اما اگر افزایش عملکرد در هر دو محیط عادی و تنش مورد نظر اصلاحگر باشد، بهتر است گزینش براساس MP انجام شود. در بررسی سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰۶) که برای ارزیابی مقاومت به خشکی ۱۱ رقم گندم نان انجام شده بود، مشخص شد که انتخاب ارقام براساس شاخص تحمل TOL موجب کاهش عملکرد در شرایط عادی می شود. شاخصهای تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره وری (GMP) نیز توسط Fernandez (1992) برای شناسایی ژنوتیپ هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوبی تولید می کنند، پیشنهاد شدند. محققین در بررسی این شاخص ها به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص های انتخاب، به شدت تنش محیط هدف بستگی دارد (Blum 1996 ; Panthuwan *et al*., 2002). شاخص SSI برای اصلاح تحت تنش هایی با شدت کم مناسب می باشد، در صورتی شاخص های STI، GMP، MP برای تنش هایی با شدت بالا پیشنهاد می شوند (Sio-Se Mardeh *et al*., 2006). با توجه به نیاز روز افزون کشور به تولید علوفه و همچنین بروز خشکسالی های مکرر، شناسایی ارقام و ژنوتیپ هایی که در شرایط محدودیت آب بتوانند عملکرد قابل قبولی را تولید کنند از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. هدف از این تحقیق، ارزیابی تحمل به خشکی در مراحل انتهایی رشد با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی و انتخاب بهترین معیار گزینش و ژنوتیپ های برتر جو می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۶ 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 ۱۹ ژنوتیپ پیشرفته جو به همراه شاهد (جو نصرت) به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت (اسامی ژنوتیپ ها در جدول ۳ نشان داده شده است). زمین انتخابی در سال قبل از اجرای طرح آیش بود، و بافت لومی رسی داشت. نتایج تجزیه شیمیایی خاک و آب به ترتیپ در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. تیمارهای آزمایش، تنش خشکی در دو سطح شامل شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله و ژنوتیپ های جو شامل۲۰ ژنوتیپ پیشرفته در نظر گرفته شدند. در هر کرت، هر لاین بر روی ۶ ردیف به فاصله ۲۰ سانتیمتر و به طول ۶ متر کشت شد که مساحت کاشت هر کرت ۷/۲ متر مربع بود. 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. ژنوتیپ های پیشرفته جو استفاده شده در این طرح از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. اسامی و مشخصات این ژنوتیپ ها در جدول ۳ آورده شده است. برداشت به کمک داس و از هر کرت نیم متر از ابتدا و انتها (به خاطر کم کردن اثر

Archive of SID

www.SID.ir

حاشیه) حذف گردید، بنابراین از طول خط کاشت ۵ متر باقی مانده و مساحت برداشت هر کرت۶ مترمربع بود. به کمک ترازوی معمولی، پس از خرمنکوبی، عملکرد دانه هر کرت به دقت توزین شد.

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

(شدت تنش) $SI = 1 - \frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}$ (Fischer & Maurer, 1978)

(شاخص حساسیت به تنش) $SSI = \frac{Y_r}{SI} = \frac{1 - \frac{Y_s}{Y_p}}{1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}}$ (Fischer & Maurer, 1978)

(شاخص تحمل) $TOL = Yp - Ys$ (Rosielle & Hamblin, 1984)

(شاخص تحمل به تنش)= $STI = \frac{(Y_P)(Ys)}{(\bar{Y}_p)^2}$ (Fernandez, 1992)

(شاخص بهره وری متوسط) $MP = \frac{(Y_P + Y_S)}{2}$ (Rosielle & Hamblin, 1984)

(شاخص میانگین هندسی بهره وری)= $GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S}$ (Fernandez, 1992)

در روابط فوق، $\bar{Y}_p$ و $\bar{Y}_s$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی می باشد. در پایان پس از تعیین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص های MP، GMP، TOL، STI و SSI محاسبه شده و با استفاده از نرم افزار SAS، همبستگی بی شاخص ها برای تعیین بهترین شاخص محاسبه گردید. به دنبال آن با استفاده از نرم افزار STATISTICA، نمودار سه بعدی هر یک از ژنوتیپ ها در محدوده های A، B، C و D ترسیم گردید. هدف از اجرای این تحقیق، تعیین تحمل به تنش کمبود آب در تعدادی از ژنوتیپ های امید بخش جو بود. بدین منظور از شاخص های تحمل به تنش برای برآورد عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش استفاده شد تا مناسب ترین شاخص یا شاخص های تحمل به تنش به همراه ژنوتیپ های برتر معرفی گردد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۸/۶	۷/۵	۹	۲۹۰	۰/۱	۰/۰۰۷	۳۴	۴۴	۲۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مزرعه آزمایش (کاتیون ها و آنیون ها بر حسب me/li)

هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	کربنات	بی کربنات	کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم	سدیم
۲/۲۸	۷/۶۴	-	۲/۹	۱۵	۹	۳/۲	۷/۸	۱۶/۵

جدول ۳- نام ژنوتیپ های جو استفاده شده در آزمایش

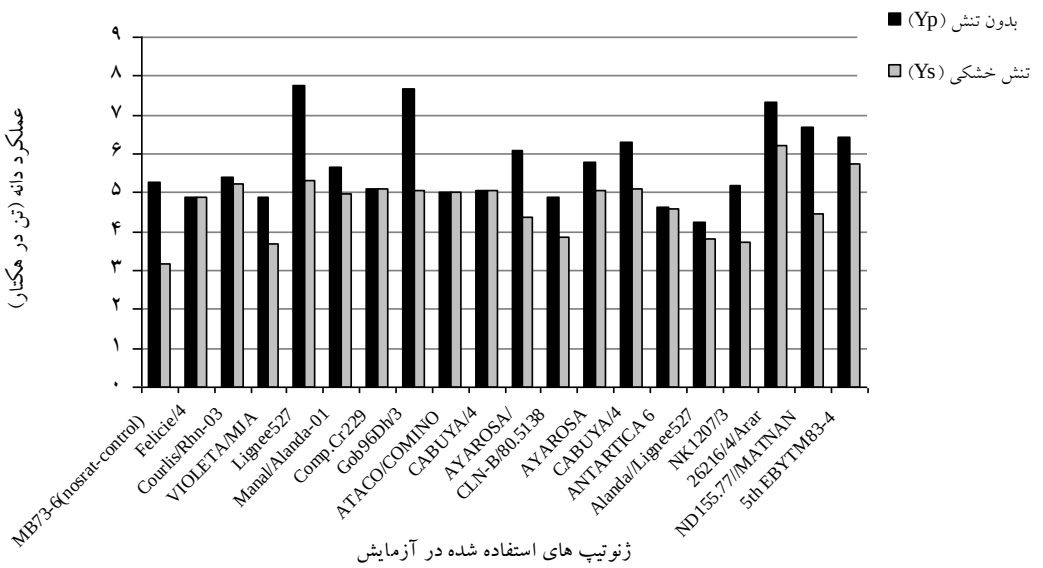
شماره ژنوتیپ های جو	نام و شجره ژنوتیپ ها	تعداد پر
۱	MB73-6 (Nosrat-control)	۶
۲	Felicie/4/WI2269/3/Roho//Alger/Ceres362-1-1	۲
۳	Courlis/Rhn-03	۶
۴	VIOLETA/MJA/7/ABN-B/6/BA/GAL//FZA-….A*3/4/TRY/GAL	۶
۵	Lignee527/NK1272//JLB70-63	۶
۶	Manal/Alanda-01	۶
۷	Comp.Cr229//As46/Pro/3/Srs/4/Express	۶
۸	Gob96Dh/3/ND10277/Shyri/ND11231/Shyri/4/Azaf	۶
۹	ATACO/COMINO//ALELI	۶
۱۰	CABUYA/4/GLORIA-BAR/COPAL//BEN.4D/3/S.P-B/8/….N/7/MJA	۶
۱۱	AYAROSA/BLLU//CALI92	۶
۱۲	CLN-B/80.5138//GLORIA-BAR/COPAL/3/CARDO/4/CABUYA	۶
۱۳	AYAROSA/BLLU//CALI92	۶
۱۴	CABUYA/4/GLORIA-BAR/COPAL//...2/TERN-B//H272/6/SEN/7/MJA	۶
۱۵	ANTARTICA 6/3/MPYT169.1...LORIA-BAR/COPAL/3/SUTTER	۶
۱۶	Alanda//Lignee527/Arar/4/.../Alanda/5/TunLB-923137/Noor17	۶
۱۷	NK1207/3/Api/CM67//Mona/4/Aths/Lignee686	۶
۱۸	26216/4/Arar/3/Mari/Aths*2//M-Att-73-337-1	۶
۱۹	ND155.77//MATNAN/EH165/3/POLEO//BREA/DL70/4/IBTA80/5/BLLU	۶
۲۰	5th EBYTM83-4(24569/3/L.640/Bgs//Cel)	۶

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

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 ۴ آورده شده است. در این پژوهش، شدت تنش (SI) برابر ۰/۱۷ برآورد شد. 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). ژنوتیپ های شماره ۲، ۳، ۷، ۹، ۱۰ و ۱۵ به ترتیب با عملکردهای ۴/۸۷، ۵/۴۱، ۵/۱، ۵/۰۰، ۵/۰۴ و ۴/۶۰ تن در هکتار، به عنوان ارقام متحمل به تنش شناخته شدند (جدول ۴). ارزیابی ژنوتیپ 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 (نادری و همکاران، ۲۰۰۰). مشاهدات فوق بیانگر این حقیقت است که این ژنوتیپ ها نه به دلیل تولید عملکرد مناسب در شرایط تنش، بلکه صرفاً به دلیل 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 (Clarck *et al*., 1982).



شکل ۱- عملکرد دانه ژنوتیپ های مورد بررسی در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

نمودار سه بعدی پراکنش ژنوتیپ ها بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص STI در شدت تنش ۰/۱۷ در شکل ۲ 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، ژنوتیپ های ۵، ۸، ۱۸ و ۲۰ به ترتیب با عملکردهای ۵/۳، ۵/۰۵،

www.SID.ir

۶/۲۳ و ۵/۷۳ تن در هکتار به عنوان ژنوتیپ های متحمل به تنش تعیین شدند (جدول ۴). عملکرد هر یک از ژنوتیپ ها در شکل ۱ آورده شده است. طبق نظر پژوهشگران (Sadeghzadeh 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).

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، ژنوتیپ های ۸، ۱۸ و ۲۰ را به عنوان ارقام متحمل به تنش شناسایی کرد (جدول ۴). 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.

در شاخص تحمل (TOL) نیز مقادیر عددی پائین، نشان دهنده تحمل نسبی ارقام می باشد. رتبه بندی ژنوتیپ ها از نظر این شاخص مشخص کرد که ژنوتیپ های ۲، ۳، ۷، ۹ و ۱۰ به ترتیب با عملکرد های ۴/۸۷، ۵/۴۱، ۵/۱، ۵/۰۰ و ۵/۰۴ تن در هکتار، ژنوتیپ های متحمل شناسایی شدند (جدول ۴). انتخاب براساس شاخص TOL اغلب موجب انتخاب ژنوتیپ هایی می شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایین تری دارند (Rosielle and Hamblin, 1981). 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. نکته قابل ذکر دیگر در مورد این شاخص این است که پائین بودن شاخص TOL الزاماً به معنای بالا بودن عملکرد رقم در محیط بدون تنش نمی باشد چرا که ممکن است عملکرد رقمی در شرایط عادی پائین باشد و در شرایط تنش نیز با افت کمتری همراه باشد که باعث کوچک شدن شاخص TOL شود و در نتیجه این رقم به عنوان رقم متحمل معرفی شود (نعیمی و همکاران، ۱۳۸۷) که در مورد ژنوتیپ شماره ۲ در این آزمایش صدق می کند.

Archive of SID

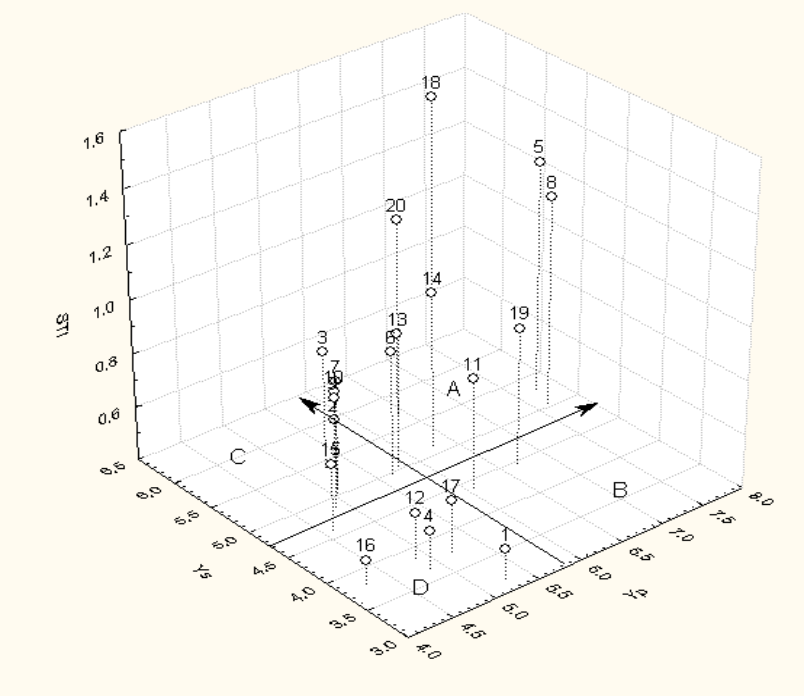
www.SID.ir

جدول ۴- مقادیر عملکرد ژنوتیپ ها در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص های تحمل و حساسیت به تنش خشکی

ژنوتیپ ها	Yp ($ton.ha^{-1}$)	Ys ($ton.ha^{-1}$)	TOL	SSI	STI	MP	GMP
۱	۵/۲۸	۳/۱۷	۲/۱۰	۲/۳۱	۰/۵۱	۴/۲۲	۴/۰۹
۲	۴/۸۸	۴/۸۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۷۳	۴/۸۷	۴/۸۷
۳	۵/۲۵	۵/۴۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۸۴	۵/۲۴	۵/۲۴
۴	۴/۸۷	۳/۶۷	۱/۲۰	۱/۴۲	۰/۵۴	۴/۲۷	۴/۲۳
۵	۷/۷۵	۵/۳۰	۲/۴۵	۱/۸۳	۱/۲۶	۵/۵۲	۶/۴۰
۶	۵/۶۷	۴/۹۹	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۸۶	۵/۳۳	۵/۳۲
۷	۵/۱۲	۵/۱۰	۰/۰۲۵	۰/۰۲	۰/۸۰	۵/۱۱	۵/۱۱
۸	۷/۶۶	۵/۰۵	۲/۰۸	۱/۹۷	۱/۱۸	۶/۳۶	۶/۲۲
۹	۵/۰۱	۵/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۷۷	۵/۰۱	۵/۰۱
۱۰	۵/۰۵	۵/۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۷۸	۵/۰۴۵	۵/۰۴
۱۱	۶/۰۸	۴/۳۹	۱/۶۹	۱/۶۱	۰/۸۱	۵/۲۳	۵/۱۶
۱۲	۴/۸۸	۳/۸۶	۱/۰۱	۱/۲۰	۰/۵۷	۴/۳۷	۴/۳۴
۱۳	۵/۸۰	۵/۰۵	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۹۰	۵/۴۲	۵/۴۱
۱۴	۶/۲۸	۵/۱۲	۱/۱۲	۱/۰۶	۰/۹۸	۵/۷۰	۵/۶۷
۱۵	۴/۶۱	۴/۶۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۶۵	۴/۶۱	۴/۶۱
۱۶	۴/۲۶	۳/۸۰	۰/۴۶	۰/۶۳	۰/۴۹	۴/۰۳	۴/۰۲
۱۷	۵/۲۰	۳/۷۵	۱/۴۵	۱/۲۴	۰/۵۹	۴/۴۷	۴/۴۱
۱۸	۷/۳۳	۶/۲۳	۱/۱۰	۰/۸۷	۱/۴۰	۶/۷۸	۶/۷۶
۱۹	۶/۶۹	۴/۴۶	۲/۲۲	۱/۹۲	۰/۹۱	۵/۵۷	۵/۴۶
۲۰	۶/۴۳	۵/۷۳	۰/۷	۰/۶۳	۱/۱۳	۶/۰۸	۶/۰۷
میانگین	۵/۷۰	۴/۷۲					

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ ها بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و شاخص STI در شدت تنش ۰/۱۷

همبستگی میان شاخص ها و عملکرد دانه

مناسب ترین 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 خشکی، شناسایی مناسب ترین 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 ۵ آورده شده است. عملکرد در شرایط تنش(Ys) با شاخص های MP، GMP، STI همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد و با شاخص TOL و SSI ارتباط منفی داشته که این رابطه با شاخص SSI در سطح ۵ درصد معنی دار بود. عملکرد دانه در شرایط بدون تنش یا Yp با شاخص های STI وGMP، TOL، MP همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد و با شاخص SSI همبستگی معنی داری در سطح ۵ درصد نشان داد (جدول ۵). 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، از این نظر بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ ها، شاخص های STI و GMP می باشند، چرا که قادر به شناسایی ژنوتیپ هایی هستند که در هر دو محیط تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی تولید می کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- همبستگی بین شاخص های تحمل و حساسیت به خشکی و عملکرد دانه

	Yp	Ys	TOL	SSI	STI	MP
Yp	۱/۰۰	۰/۵۴**	۰/۶۹**	۰/۵۱*	۰/۹۰**	۰/۹۱**
Ys		۱/۰۰	-۰/۲۲ ns	-۰/۴۲*	۰/۸۵**	۰/۸۳**
TOL			۱/۰۰	۰/۹۶**	۰/۳۱ ns	۰/۳۴ns
SSI				۱/۰۰	۰/۱۰ ns	۰/۱۲ ns
STI					۱/۰۰	۰/۹۹**
MP						۱/۰۰
GMP						

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

جمع بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی انتهای فصل رشد گیاه و بدون تنش با شاخص های تحمل به خشکی در این پژوهش نشان می دهد که شاخص های STI، GMP، MP بهترین شاخص ها برای گزینش و تعیین ژنوتیپ های متحمل به تنش آخر فصل در بین ژنوتیپ های جو می باشند. ژنوتیپ های ۱۸ و ۲۰ نیز توسط شاخص های مختلف به عنوان متحمل ترین ژنوتیپ ها به تنش خشکی آخر فصل شناسایی گردیدن .

منابع

اهدایی، ب. ۱۳۷۷. تغییرات ژنتیکی برای ذخیره ساقه و انتقال آن به گندم در گندم بهاره تحت شرایط خشکی انتهایی. مجموعه مقالات کلیدی پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. ص ۱۸۷.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۷۱. جنبه های فیزیولوژیکی زراعت دیم. (ترجمه) چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۴۲۶ ص.

نعیمی، م.، اکبری، غ.، شیرانی راد، ا. م.، مدرس ثانوی، ع. م.، نوری، ا. ح. و جباری، ح. 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.

فرشادفر، ف. و محمدی، ر.۱۳۸۲. ارزیابی شاخص های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در آگروپیرون با استفاده از شاخص انتخاب چند گانه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۴. ص: ۶۴۶-۶۳۵.

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 p. Bidinger, F.R., 1978. Yield physiology under drought stress: Comparative response of wheat and barley. Dissertation- Abstracts-International. 4573-4574.

Blum, A. 1996**.** Crop response to drought and the interpretation of adaptation. J. Plant. Growth. Regul. 20: 135-148.

Archive of SID

www.SID.ir

Naderi, A., Majidi-Hervan, E., Hashemi-Dezfoli, A., Rezaei, A., and Nour mohammadi, G. 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.

Panthuwan, G., Fokai, S., Cooper, M., Rajatasereekul, S, and O,Toole, J.C. 2002. Yield response of rice genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part1: grain yield and yield components. Field Crop Res. 41:45-54.

Rosielle, A.A. and Hamblin, J. 1984. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 943-946.

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., 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 Journal. 20 (1): 57-71.

Singh, B.D. 2000. Plant Breeding-Principles and Methods. Kalyani Publisher. 896pp.

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

Vijendra Das, L. D. 2000. Problems Facing Plant Breeding. CBS Publishers and Distributors. 242 pp.

Braun, H., W. H. Pfeiffer, and W. G. Pollmer. 1992**.** Environments for selecting widely adapted spring wheat. Crop Sci. 32: 1420-1427.

Calhoun, D.S., G. Gebeyehu. A. Miranda, S. Rajaram, and M. Van Ginkel. 1994**.** Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. Crop Sci. 34: 673-678.

Ceccaralli, S. 1989. Tolerance to climatic stresses. Barley Genetics. Vol: 689-702

Choukan, R., Taherkhani, T., Ghannadha, M.R, and Khodarahmi, M. 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., Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. Aust. J. Agr. Res. 29: 897- 912.

Johnson, G. R., and K. J. Frey. 1967. Heritabilities of quantitative traits of oats (*Avena sp.*) at varying levels of environmental street. Crop Sci. 7: 43-46.

Archive of SID

www.SID.ir