مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

مجله پژوهش‌های به زراعی

گزینش ژنوتیپ‌های امید بخش جو براساس شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی

حمید تجلی[1*]، حمید رضا نیکخواه[2]، محمد حسین صابری[1]

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان جنوبی، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال وبذر، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱/۲۰

چکیده

به منظور انتخاب ژنوتیپ های جو مقاوم به تنش خشکی، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه در سال زراعی ۹۳-۹۲ به اجرا درآمد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت که در آن تنش خشکی در دو سطح، شاهد (آبیاری کامل) و قطع آبیاری در مرحله ۵۰ درصد ظهور سنبله به عنوان عامل اصلی و۲۰ ژنوتیپ پیشرفته به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج آزمایش نشان داد که بر اساس شاخص حساسیت به تنش (SSI)، ژنوتیپ های شماره ۲، ۳، ۵، ۹، ۱۲ و ۱۳، از نظر شاخص تحمل به تنش (STI)، میانگین هندسی بهره وری (GMP) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، ژنوتیپ های ۳، ۵ و ۱۸ و در نهایت بر اساس شاخص تحمل (TOL) ژنوتیپ های ۲، ۳، ۱۲، ۱۳ به عنوان ژنوتیپ های متحمل به تنش معرفی شدند. جمع بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی انتهایی و بدون تنش با شاخص های تحمل به خشکی در این پژوهش نشان می دهد که شاخص های MP، GMP، 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 بهترین ژنوتیپ ها، ژنوتیپ های با عملکرد بالا در شرایط عادی و حداقل کاهش عملکرد در شرایط تنش است، ژنوتیپ های Zarjow/CM67... و L.527/Hortland... به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ ها معرفی گردیدند.

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

* 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 نمی‌توان فرض کرد که ژنوتیپ های دارای عملکرد بالا در شرایط مطلوب، تحت شرایط تنش خشکی نیز عملکرد خوبی خواهند داشت (Johnson & Frey, 1962). 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 اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می گردد (Calhoun *et al*., 1994). Ceccaralli *et al* (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) و ۴) 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 شده‌اند. هر یک از شاخص ها دارای مزایا و معایبی هستند. Fernandez (1992) در معرفی شاخص های کمی تحمل به خشکی اظهار می‌دارد که هر قدر عملکرد یک ژنوتیپ در محیط خشک (Ys) به عملکرد در شرایط مطلوب (Yp) نزدیکتر باشد، حساسیت رقم به خشکی کمتر بوده و در نتیجه مقدار شاخص نسبت افت عملکرد (Yr) و به تبع آن شاخص حساسیت به تنش (SSI) آن رقم کوچکتر می شود. تحمل یا حساسیت نسبی ارقام به خشکی را می توان از مقایسه مقادیر SSI آنها تعیین نمود (اهدایی، ۱۳۷۷).

Archive of SID

www.SID.ir

Fischer & Maurer (1978) نیز شاخصهای تحمل SSIرا برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد دادند. شاخص تحمل (TOL) و بهره وری متوسط (MP) توسط Rosielle & Hamblin (1978) 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 MPانجام شود. در بررسی Sio-Se Mardeh *et al* (2006) 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 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 می‌باشد، در صورتی شاخص های STI، GMP و 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 ژنوتیپ‌های برتر جو می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند واقع در ۲۰ کیلومتری جاده بیرجند ـ 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 ۱۸ ژنوتیپ پیشرفته جو به همراه دو شاهد جو نصرت و لاین MB-89-10 جهت شرایط نرمال و شاهد جو یوسف و لاین MBD-89-15 جهت شرایط تنش خشکی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوکهای 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 شامل ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته در نظر گرفته شدند. در هر کرت، هر لاین بر روی ۶ ردیف به فاصله ۲۰ سانتیمتر 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 به‌طریق نشتی انجام شد و سعی شد گیاه در مراحل حساس نمو با تنش رطوبتی 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،

Archive of SID

www.SID.ir

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 ژنوتیپ‌ها در جدول ۳ آورده شده است. پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت آزمایشی (به خاطر کم کردن اثر حاشیه)، طول خط کاشت ۵ متر باقی مانده و مساحت قابل برداشت هر کرت ۶ مترمربع خواهد بود که توسط کمباین مخصوص برداشت ازمایشات غلات در تاریخ ۹۳/۳/۲۰ صورت گرفت. به کمک ترازوی معمولی، پس از خرمنکوبی، عملکرد دانه هر کرت به دقت تعیین شد. شاخص های کمّی مقاومت به تنش به شرح زیر محاسبه گردید:

(شدت تنش) $SI = 1 - \frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}$ (فیشر و ماور، ۱۹۷۸)

(شاخص حساسیت به تنش) $SSI = \frac{Y_r}{SI} = \frac{1 - \frac{Y_s}{Y_p}}{1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}}$ (فیشر و ماور، ۱۹۷۸)

(شاخص تحمل) $TOL = Yp - Ys$ (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۴)

(شاخص تحمل به تنش) $STI = \frac{(Y_P)(Ys)}{(\bar{Y}_p)^2}$ (فرناندز، ۱۹۹۲)

(شاخص بهره وری متوسط) $MP = \frac{(Y_P + Y_S)}{2}$ (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۴)

(شاخص میانگین هندسی بهره وری) $GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S}$ (فرناندز، ۱۹۹۲)

در روابط فوق، $\bar{Y}_p$ و $\bar{Y}_s$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی می‌باشد. در خاتمه 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 شاخص ها برای تعیین بهترین آن‌ها محاسبه گردید. در ادامه 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 امیدبخش 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 شاخص‌های تحمل به تنش به همراه ژنوتیپ های برتر معرفی گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

هدایت الکتریکی (ms/cm)	اسیدیته	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	کربن آلی (٪)	ازت کل (٪)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۷/۸۵	۸/۰۸	۹	۲۹۰	۰/۱	۰/۰۰۷	۳۰/۵	۳۰/۵	۲۹/۸

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مزرعه آزمایش

هدایت الکتریکی (ms/cm)	اسیدیته	کربنات	بی کربنات	کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم	سدیم
۳/۴۹	۷/۴۷	-	۴/۹	۲۰	۹/۸	۵/۱	۱۱/۷	۱۸

جدول ۳- نام ژنوتیپ های جو استفاده شده در آزمایش

تعداد پر	نام و شجره ژنوتیپ ها	شماره ژنوتیپ های جو
۶	شاهد نرمال جو نصرت شاهد تنش خشکی جو یوسف	۱
۶	Zarjow/CM67/6/As46/Aths//SLb46-100 LPD102	۲
۶	Zarjow/CM67/3/Rhn-03/L.527/Nk1272 LPD115	۳
۶	Schayler/3/M.Rnb86.80/NB2905//L.527/4/Rhn-03//L.527/NK1272	۴
۶	L.527/Hortland//Ceres//WI2192/Emir/3/Karoon	۵
۶	Kavir/Arinar-C4563//WI2291/3/Karoon/Sonja/4/(L.527/Chn-01/6/UC...)	۶
۶	Comp89-9Cr-279-	۷
۶	Deshud Navaro//Gloria"s"/Copal"s"/3/Rhn-03//L.527/NK1272	۸
۶	NP106/Mihn14433-Gvaxduois//CI10143/3/DeirAua106//Hem/BC/3/Rihanes	۹
۶	L.527/MB2367//Alger/3/AS46/Athsza	۱۰
۶	L.527/MB2367//(CI7117-9/DeirAlla106)/3/Gorgan//Aths/BC	۱۱
۶	Goharjow/4/(OWB70173-24-OH//Boyer…)//LBIran/Una8271//Gloria…/Kavir	۱۲
۶	NT122//Sonata/Arta	۱۳
۶	Trompilo/L.Moghan//CM	۱۴
۶	ZRG-11001	۱۵
۲	ZRG-11002	۱۶
۲	ZRG-11003	۱۷
۶	NK1272//Manker/Arig8/3/Alanda/Hamra-01/4/Avt/Attiki//M-Att-73-337-	۱۸
۶	Anoidium//Alanda/Hamra-01/3/Lignee527/NK1272//JLB70-63	۱۹
۶	شاهد نرمال MB-89-10 شاهد تنش خشکی جو MBD-89-15	۲۰

Archive of SID

www.SID.ir

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).

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

نمودار سه بعدی پراکنش ژنوتیپ ها بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص STI در شدت تنش ۰/۲۰ 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 ۳، ۵، ۱۸ به ترتیب با عملکردهای ۳/۴، ۳/۴، ۳/۳ و 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 (Fernandez, 1992; Sadeghzade-Ahari, 2006) 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)، 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).

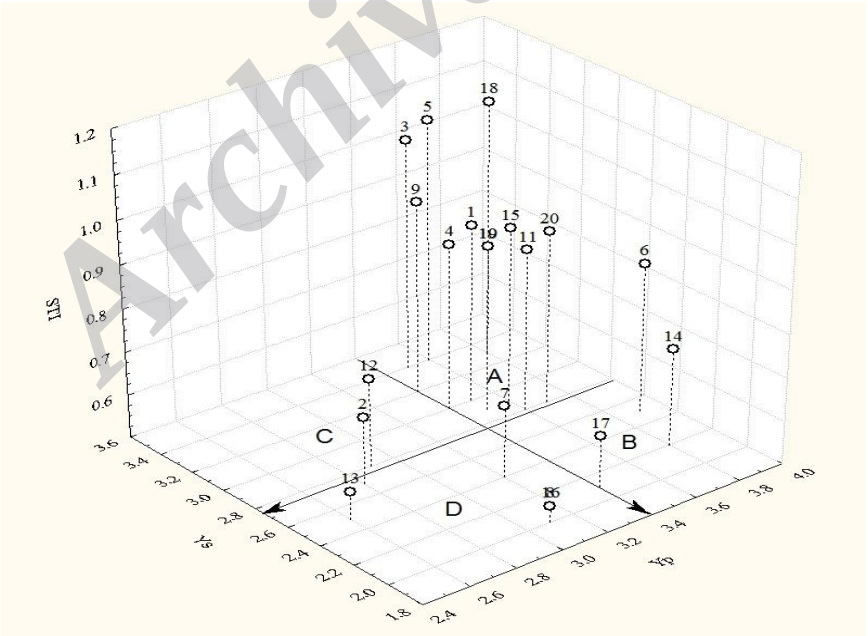
استفاده از شاخص بهره‌وری متوسط (MP) که مقادیر بالای عددی آن نشان دهنده تحمل نسبی به تنش می باشد، اغلب منجر به گزینش ارقامی با عملکرد بالا در شرایط عادی ولی کم تحمل به

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط تنش می گردد. در این بررسی، شاخص MP، ژنوتیپ های ۳، ۵ و ۱۸ را به عنوان ارقام متحمل به تنش شناسایی کرد (جدول ۴). اگرچه Ahmadzade (1997) این شاخص را معیار مناسبی برای گزینش لاین های پرمحصول و متحمل به خشکی ذرت معرفی کرده ولی سی و 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 کم، نشان دهنده تحمل نسبی ارقام می باشد. رتبه بندی ژنوتیپ ها از نظر این شاخص مشخص نمود که ژنوتیپ های ۲، ۳، ۱۳،۱۲، به ترتیب با عملکرد ۲/۸، ۳/۵، ۲/۹، ۲/۶ تن در هکتار به عنوان 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 (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱). 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 می‌دهند. 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.



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ ها بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص STI در شدت تنش ۰/۲۰

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	Ys	Yp	MP	SSI	TOL	STI	GMP
۱	۳/۰	۳/۵	۳/۲	۰/۷	۰/۵	۰/۹	۲/۳
۲	۲/۷	۲/۸	۲/۷	۰/۱	۰/۱	۰/۶	۲/۷
۳	۳/۴	۳/۵	۳/۴	۰/۱	۰/۱	۱/۰	۳/۴
۴	۳/۰	۳/۴	۳/۲	۰/۷	۰/۴	۰/۹	۳/۱
۵	۳/۴	۳/۶	۳/۵	۰/۳	۰/۲	۱/۱	۳/۴
۶	۲/۵	۳/۹	۳/۲	۱/۹	۱/۴	۰/۹	۳/۱
۷	۲/۴	۳/۲	۲/۸	۱/۳	۰/۸	۰/۷	۲/۷
۸	۲/۰	۳/۱	۲/۶	۱/۹	۱/۱	۰/۵	۲/۴
۹	۳/۲	۳/۴	۳/۳	۰/۳	۰/۲	۰/۹	۳/۲
۱۰	۲/۹	۳/۵	۳/۲	۰/۹	۰/۶	۰/۹	۳/۲
۱۱	۲/۸	۳/۶	۳/۲	۱/۱	۰/۸	۰/۹	۳/۱
۱۲	۲/۸	۲/۹	۲/۹	۰/۲	۰/۱	۰/۷	۲/۸
۱۳	۲/۵	۲/۶	۲/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۶	۲/۵
۱۴	۲/۲	۳/۸	۳/۰	۲/۲	۱/۶	۰/۷	۲/۸
۱۵	۲/۹	۳/۶	۳/۳	۱/۰	۰/۷	۰/۹	۳/۲
۱۶	۲/۰	۳/۱	۲/۶	۱/۸	۱/۰	۰/۵	۲/۵
۱۷	۲/۱	۳/۴	۲/۸	۲/۰	۱/۳	۰/۶	۲/۷
۱۸	۳/۳	۳/۸	۳/۶	۰/۸	۰/۶	۱/۱	۳/۵
۱۹	۲/۹	۳/۵	۳/۲	۰/۹	۰/۶	۰/۹	۳/۱
۲۰	۲/۸	۳/۷	۳/۲	۱/۳	۰/۹	۰/۹	۳/۲
میانگین	۲/۷	۳/۴					

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی میان شاخص ها و عملکرد دانه

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 ۵ آورده شده است. عملکرد در شرایط تنش(Ys) با شاخص های MP، GMP، SSI، TOL و STI همبستگی مثبت و معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشته است. عملکرد دانه در شرایط بدون تنش یا Yp با شاخص های STI، GMP، MP همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال یک درصد و با شاخص TOL 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 نتیاج 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. همچنین بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ ها، شاخص های STI و GMP می باشند، چرا که قادر به شناسایی ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی تولید می کنند، هستند.

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

	Ys	Yp	MP	SSI	TOL	STI	GMP
Ys	۱						
Yp	۰/۳۱ $^{n.s}$	۱					
MP	۰/۸۲**	۰/۷۷**	۱				
SSI	۰/۷۴**	۰/۳۸ $^{n.s}$	-۰/۲۵ $^{n.s}$	۱			
TOL	۰/۶۸**	۰/۴۷*	-۰/۱۶ $^{n.s}$	۰/۹۸**	۱		
STI	۰/۸۷**	۰/۶۹**	۰/۹۷**	-۰/۳۶ $^{n.s}$	-۰/۲۷ $^{n.s}$	۱	
GMP	۰/۸۸**	۰/۷۱**	۰/۹۸**	-۰/۳۵ $^{n.s}$	-۰/۲۶ $^{n.s}$	-۰/۹۸**	۱

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ^{ns} عدم معنی داری می باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

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 MP، GMP، STI بهترین شاخص ها برای گزینش و تعیین ژنوتیپ های متحمل به تنش آخر فصل در بین ژنوتیپ های جو می باشند. ژنوتیپ های ۳و ۵ نیز توسط شاخص های مختلف به عنوان متحمل ترین ژنوتیپ ها به تنش خشکی آخر فصل شناسایی گردیدند.

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

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.

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

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 stress. Proceedings of the Fifth International Barley Genetics Symposium, October 6–12, 1986, Okayama, Japan, 689–-702.

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.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

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.

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.

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.

Panthuwan, G., S. Fokai., M. Cooper., S. Rajatasereekul. and J. C. Toole. 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 J. Hamblin. 1984. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 943-946.

Archive of SID

www.SID.ir