مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد چهارم، شماره سوم، پاییز ۹۰
۱۳۹-۱۵۵
ejcp.gau@gmail.com

ارزیابی شاخص‌های تحمل تنش خشکی در برخی هیبریدهای جدید ذرت

*مریم حاجی بابایی[۱] و فرهاد عزیزی[۲]

[۱]کارشناس‌ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا،

[۲]عضو هیات علمی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه چند هیبرید جدید ذرت و ارزیابی شاخص‌های تحمل خشکی، آزمایشی بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید (به‌ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و عامل فرعی نیز شامل ١٤ هیبرید ذرت بود. بر اساس عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی با توجه به شرایط نرمال و دارای تنش خشکی، شاخص‌های بهره‌وری متوسط (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، تحمل به تنش (STI)، تحمل (TOL)، عملکرد (YI)، پایداری عملکرد (YSI)، حساسیت به تنش (SSI) و نیز درصد تغییر صفات محاسبه شد. نتایج حاصل از بررسی همبستگی با توجه به شرایط نرمال و تنش ملایم شاخص‌های GMP، MP و STI و با در نظر گرفتن شرایط نرمال و تنش شدید شاخص‌های TOL و SSI را به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای تعیین ارقام متحمل به تنش کم‌آبی میان هیبریدهای مختلف ذرت معرفی نمود. نتایج مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد با توجه به شرایط بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید هیبریدهای KSC700، K3544/1×1-1-1-1-1-2-2-2-1-2 K47/2 و KLM76004/3-2-1-1-1-1-1×K3545/6 به‌عنوان هیبریدهای متحمل به تنش خشکی شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، عملکرد دانه، شاخص‌های تحمل به تنش خشکی.

*مسئول مکاتبه: hajibabaee_m@yahoo.com

www.SID.ir
Archive of SID

مقدمه

بهبود عملکرد در شرایط خشکی یکی از مهم‌ترین اهداف اصلاح گیاهان می‌باشد. با توجه به اینکه تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در بخش کشاورزی است، تلاش‌های زیادی برای حفظ عملکرد گیاهان تحت شرایط خشکی صورت گرفته است. در حالی که انتخاب طبیعی، سازوکار مناسبی برای سازگاری و حفظ حیات گیاه در شرایط کم آبی می‌باشد ولی هدف اصلاح‌گران انتخاب مستقیم جهت افزایش عملکرد اقتصادی ارقام زراعی می‌باشد. طی بیش از ۸۰ سال گذشته تلاش اصلاح‌گران گیاهی موجب افزایش عملکرد بسیاری از محصولات در محیط‌های خشک گردیده است. علی‌رغم تحقیقات بنیادی بسیاری که در جهت آگاهی و کشف عکس‌العمل‌های مولکولی و فیزیولوژیک گیاهان در برابر کم‌آبی انجام شده، ولی هنوز اختلاف زیادی بین عملکرد گیاهان در شرایط مطلوب و تنش خشکی وجود دارد. کاهش افت و افزایش ثبات عملکرد در شرایط بروز تنش‌های مختلف، اصلی‌ترین و مهم‌ترین راهکار برای تامین غذا برای آینده بشر می‌باشد (کاتیولی و همکاران، ۲۰۰۸). ذرت با وجود داشتن یک مرحله برداشت دارای عملکرد ماده خشک بالایی است، سیلوی آن به آسانی تهیه می‌شود و علوفه‌ای خوش خوراک با کیفیت پایدار برای دام محسوب می‌شود (کوران و پوسچ، ۲۰۰۰). در اغلب مطالعات مربوط به تشخیص ارقام حساس و مقاوم، برخی ارزیابی‌های فیزیولوژیک مربوط به عکس‌العمل در برابر خشکی مدنظر قرار می گیرند. مشکلات موجود در زمینه تعیین یک پارامتر فیزیولوژیک به‌عنوان معیار مطمئنی برای عملکرد در شرایط خشکی، موجب شده میزان عملکرد بالاتر در محیط‌های مختلف به‌عنوان شاخص اصلی تحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد (ولتاس و همکاران، ۲۰۰۵). فرناندز (۱۹۹۲) در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط (دارای تنش و عادی) واکنش گیاهان را به چهار گروه تقسیم کرد: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط، عملکرد بالایی تولید می‌کنند (گروه A)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط عادی عملکرد بالایی دارند (گروه B)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد خوبی تولید می‌کنند (گروه C) و ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای عملکرد پایینی هستند (گروه D). فیشر و ماور (۱۹۷۸) نیز شاخص حساسیت به تنش[۲] را برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد کردند. همچنین شاخص‌های تحمل[۳] و بهره‌وری متوسط روزیلی و هامبلین (۱۹۸٤) به‌منظور گزینش ارقام متحمل به تنش ارائه شدند. صادق‌زاده اهری

1- SSI
2- TOL

www.SID.ir

(۲۰۰۶)، خلیل‌زاده و کربلایی خیاوی (۲۰۰۲) و فرناندز (۱۹۹۲)، بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص تحمل به تنش می‌باشد. سی‌وسه مرده و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که شاخص بهره‌وری متوسط زمانی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در گندم تحت شرایط تنش کارایی دارد که شدت تنش شدید نبوده و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش زیاد نباشد. پژوهشگران در بررسی شاخص‌ها دریافتند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، برای تنش شدید مناسب می‌باشد، در صورتی که شاخص‌های بهره‌وری متوسط، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش برای تنش‌هایی با شدت کمتر پیشنهاد می‌شوند. فرزر و همکاران (۱۹۸۷) معتقدند در بررسی واکنش ارقام نسبت به تنش خشکی باید بیشترین توجه را به حساسیت عملکرد آن‌ها نسبت به خشکی معطوف کرد. اما فرناندز (۱۹۹۲) معتقد است که به کمک شاخص‌ها می‌توان واکنش ارقام نسبت به خشکی را تعیین کرد و به جداسازی ارقام متحمل و حساس نسبت به خشکی پرداخت. شفازاده و همکاران (۲۰۰٤) به منظور بررسی تحمل به تنش کم‌آبی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امید بخش زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش به این نتیجه رسیدند که رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها گندم بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش، بهره‌وری متوسط و میانگین هندسی بهره‌وری یکسان بود و بین شاخص‌های مذکور و عملکرد دانه در هر دو محیط تنش و بدون تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. هدف از انجام این آزمایش بررسی هیبریدهای مختلف ذرت در سطوح مختلف تنش نسبت به شرایط آبیاری معمول و انتخاب بهترین هیبریدها برای توسعه کشت در مناطق دارای تنش کم‌آبی و ارزیابی عملکرد هیبریدها در سطوح تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۵٤ متر از سطح دریا اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی- رسی با pH = ۷/۵ و هدایت الکتریکی۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر بود. این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. سه رژیم آبیاری بعنوان عامل اصلی شامل: S_1= آبیاری نرمال (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر)، S_2= تنش ملایم (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر

www.SID.ir

تبخیر)، S_3= تنش شدید (آبیاری پس از۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و ١٤ هیبرید دیررس ذرت علوفه‌ای (جدول ۱) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

جدول ۱- اسامی و شماره هیبریدهای دیررس ذرت مورد آزمایش

شماره	هیبرید
۱	K47/2-2-1-4-1-1-1×MO17
۲	K3653/2×K19
۳	K3653/2×MO17
٤	KSC700
٥	KSC704
٦	KSC720
۷	KLM76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3545/6
۸	K74/2-2-1-2-1-1-1-1×K3545/6
۹	K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1
۱۰	KL M76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3544/1
۱۱	K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K3544/1
۱۲	K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17
۱۳	KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17
١٤	KLM76005/2-3-1-1-1-1×MO17

در این طرح بذور هر هیبرید پس از ضدعفونی با قارچ‌کش ویتاواکس در ۳ ردیف ۷ متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر و به صورت کپه‌ای کشت شدند. فاصله کپه‌ها روی ردیف‌های کاشت ۱۸ سانتی‌متر (تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. به منظور ممانعت از اختلاط آبیاری در ابتدا و انتهای هر کرت اصلی ۲ ردیف کاشت به‌عنوان حاشیه و همچنین دو ردیف بدون کاشت لحاظ گردید. میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک در اختیار گیاه قرار گرفت. نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع اوره به مقدار ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت، نیمی قبل از کاشت و مابقی در مرحله ۷-٦ برگی به عنوان سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و سوزنی برگ از علف‌کش آترازین به‌مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار همراه با لاسو (الاکلر) در مرحله بعد از کاشت و قبل

Archive of SID

www.SID.ir

از اولین آبیاری صورت گرفت و در مرحله ٦-٥ برگی از علف کش 2,4,D به‌میزان ١/٥ لیتر در هکتار علیه علف‌های هرز پهن‌برگ استفاده شد و یک مرحله وجین دستی در همین مرحله صورت گرفت. زمان آبیاری با استفاده از میزان تبخیر روزانه از تشتک تبخیر کلاس A مشخص شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری از خاک کرت مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام گردید. نمونه مذکور بمدت ٢٤ ساعت در آون ٨٠ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه شد و حجم آب آبیاری با استفاده از روابط ١ و ٢ در هر آبیاری تعیین گردید. مقدار آب مصرفی نیز با استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده شده بود، کنترل شد. آبیاری مزرعه آزمایشی با استفاده از لوله‌های هیدروفلوم و دریچه‌هایی که در ابتدای خطوط کاشت تعبیه شده بود صورت گرفت.

رابطه ١ : $H = \rho b(\theta_{F.C} - \theta_m) D$

رابطه ٢ : $V = H \times A$

در رابطه‌های ١ و ٢، H نشان دهنده ارتفاع آب داخل کرت، bρ جرم مخصوص ظاهری خاک، $\theta_{F.C}$ رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، θ_m رطوبت جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه،V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است. پس از تعیین عملکرد دانه با توجه به شرایط دارای تنش و بدون تنش شاخص‌های بهره‌وری متوسط یا میانگین تولید، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص تحمل تنش، شاخص تحمل، شاخص عملکرد ، شاخص پایداری عملکرد، شاخص حساسیت به تنش و درصد تغییر صفت یا درصد کاهش به کمک روابط (١٠-٣) با استفاده از نرم‌افزار اکسل محاسبه شد و با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب(MINITAB) نسخه ١٥ همبستگی بین شاخص‌ها در هر یک از رژیم‌های آبیاری تنش‌دار و بدون تنش به منظور تعیین بهترین شاخص محاسبه گردید. علاوه بر محاسبه شاخص‌ها، تجزیه واریانس بر اساس مدل آماری طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد.

رابطه (٣) $SSI = \frac{1-(Y_S / Y_P)}{SI}$, $SI = 1-\left(\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}\right)$, رابطه (٤) $STI = \frac{Y_P.Y_S}{\overline{Y}_P^2}$

رابطه(٥) $MP = \frac{Y_P + Y_S}{2}$, رابطه (٦) $TOL = Y_P - Y_S$ رابطه (٧) $GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$

www.SID.ir

رابطه (۸) $YI = \frac{Y_S}{\overline{Y}_S}$ ، رابطه (۹) $YSI = \frac{Y_S}{Y_P}$

رابطه (۱۰) $\text{درصد تغییر صفت} = \frac{Y_P - Y_S}{Y_P} \times 100$

که در آنها Yp: عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Ys: عملکرد ژنوتیپ در محیط دارای تنش، $\overline{Y}_P$: متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش، : $\overline{Y}_S$ متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش، SI: شدت تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش بود.

نتایج و بحث

شدت تنش: شدت تنش معیاری جهت ارزیابی میزان تنش وارد شده به یک کانوپی گیاهی به واسطه یک عامل نامطلوب محیطی بر اساس میزان خسارت به عملکرد می‌باشد (فرناندز، ۱۹۹۲). شدت تنش برای عملکرد دانه با توجه به شرایط آبیاری نرمال و تنش ملایم ۰/۲۱ و با در نظر گرفتن شرایط آبیاری نرمال و تنش شدید ۰/۳۱ محاسبه شدند.

شاخص حساسیت به تنش: بر اساس شاخص حساسیت به تنش که مقادیر پایین عددی آن (کمتر از واحد)، نشان‌دهنده تحمل بالای هیبرید نسبت به شرایط تنش می‌باشد، نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش ملایم و تنش شدید نشان داد که هیبریدهای مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند که بیانگر این موضوع است که هیبریدهای مورد مطالعه واکنش مشابهی نسبت به تنش خشکی نشان دادند (جدول ۲ و ۳). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش ملایم و تنش شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند و به عنوان ارقام متحمل به تنش شناخته شده‌اند. (جدول ٤ و ٥). ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص حساسیت به تنش مواد آزمایشی را صرفاً بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص، می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آنها مشخص کرد (نادری و همکاران، ۲۰۰٤).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش ملایم

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد دانه (شرایط بدون تنش)	عملکرد دانه (شرایط تنش ملایم)	شاخص‌حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	شاخص‌پایداری عملکرد	شاخص‌بهره‌وری متوسط	شاخص عملکرد	شاخص تحمل	درصد تغییر صفت	شاخص‌میانگین هندسی‌بهره‌وری
تکرار	۲	٦٠٥١٨٢٣٤/١	٥٦٢٩٥٧٠/٣٠	٤/١٥٨	٠/٢٦٥	٠/١٨٥	١٩٦٢٨٠٥٧/٨٩	٠/٠٤٨	٥٣٧٨٣٣٧٧/٣	١٨٥٣/٩٥٥	١٥٩٥٩٣٩٩/٧٦
تیمار	١٣	٥٤٩٩٥١٠/٤ ns	٤٨٣٩٤٩٨/٧٨ ns	٠/٣٩١ ns	٠/٠٧٥ ns	٠/٠١٧ ns	٣٩٧٦١١٢/٥٦ ns	٠/٠٤١ ns	٤٧٧٣٥٦٨/١ ns	١٧٤/٤٤٣ ns	٣٩٤٠٢١٦ ns
اشتباه	٢٦	٢٨٤٠١٧٥/٥	٤٩٠٩٢٥٠/٤	٠/٦٧٥	٠/٠٤٩	٠/٠٣٠	٢٣٠٠٠٥٥	٠/٠٤٢	٦٢٩٨٦٣١/٩	٣٠١/١٥٩	٢٤٢٩٤١٢/٧

ns: غیر معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شدید

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد دانه (شرایط بدون تنش)	عملکرد دانه (شرایط تنش شدید)	شاخص‌حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	شاخص پایداری عملکرد	شاخص بهره‌وری متوسط	شاخص عملکرد	شاخص تحمل	درصد تغییر صفت	شاخص میانگین هندسی بهره‌وری
تکرار	۲	٦٠٥١٨٢٣٤/١	١٩٥٧٥٨٧٦/٩٢	٠/٠٥١	١١١٦٢٤٠٣٧/٧	٠/٠٠٠٠٢	١٣٦٠٤١٩٢/٠٦	٤/٩٩٩	٥٣١٥٣٦٩٤/٢	٠/٢٠٨	١٦٥٠٦٠٩/٨٤
تیمار	١٣	٥٤٩٩٥١٠/٤ ns	٢٢٨١١٢٨/١٠ ns	٠/٠١٠ ns	١٣٠٠٧٢٧٠/٦ ns	٠/٠٠٠٠٠١ ns	١٢٠٧٣٠٢ ns	٠/٤٧٠ ns	٤٧١٨٢٧٧/١ ns	٠/٠١٦ ns	١٢٠١٥٦٨/٥٠ ns
اشتباه	٢٦	٢٨٤٠١٧٥/٥	٥٢٦٢٩٩١/٣	٠/٠٢٢	٣٠٠١٠٢١٨	٠/٠٠٠٠٠٠٧	١٥٩٥٩٥٠/١٩	٠/٨١٢	٦٢١٤٠٦٥/٤	٠/٠٠٨	٢٢٥٦٢٩٨/٨٩

ns: غیر معنی‌دار

www.SID.ir

شاخص تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری: بر اساس تحقیقات صادق‌زاده اهری (۲۰۰٦)، خلیل‌زاده و کربلایی خیاوی (۲۰۰۲) و فرناندز (۱۹۹۲)، بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص تحمل به تنش می‌باشد، زیرا قادر است ارقامی را که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش 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. فرناندز (۱۹۹۲) معتقد است که شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری با توجه به همبستگی‌های بالا و معنی‌دار موجود بین آنها و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش و بدون تنش، به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب، قابل توصیه می‌باشند. از نظر شاخص تحمل به تنش و متوسط هندسی بهره‌وری که مقادیر بالای شاخص نشان دهنده تحمل ارقام می‌باشد، با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها برای عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش ملایم هیبریدهای شماره ٤، (جدول ٤) و با در نظر گرفتن شرایط بدون تنش و تنش شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند (جدول ٥) و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل تعیین گردیدند.

شاخص بهره‌وری متوسط: استفاده از شاخص بهره‌وری متوسط که مقادیر بالای عددی آن نشان‌دهنده تحمل نسبی به تنش می باشد، اغلب منجر به گزینش ارقامی با عملکرد بالا در شرایط عادی ولی تحمل کم به شرایط تنش می‌گردد (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸٤) در بررسی این شاخص با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش ملایم هیبرید شماره ٤ (جدول ٤) و در شرایط بدون تنش و تنش شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند (جدول ٥) و به عنوان هیبریدهای متحمل به تنش شناسایی شدند. اگر چه احمدزاده (۱۹۹۷) شاخص بهره‌وری متوسط را معیار مناسبی برای گزینش لاین‌های پر محصول و متحمل به خشکی ذرت معرفی کرد ولی سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که شاخص بهره‌وری متوسط زمانی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش کارایی دارد که شدت تنش شدید نبوده و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش زیاد نباشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش ملایم

هیبرید	عملکرد دانه (شرایط بدون تنش) (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (شرایط تنش ملایم) (کیلوگرم در هکتار)	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	شاخص پایداری عملکرد	شاخص بهره وری متوسط	شاخص عملکرد	شاخص تحمل	درصد تغییر صفت	شاخص میانگین هندسی بهره وری
١	١٥٢٧٣ ab	١١٣٦٢ab	١/٢٠٩ a	٠/٩٢٥ ab	٠/٧٤٤ a	١٣٣١٨ab	١/٠٥١ab	٣٩١١ a	٢٥/٥٤a	١٣٠٩٧ab
٢	١٢٨١٦abc	٩٣٨٠ b	١/١٦٠ a	٠/٦٣٧ b	٠/٧٥٤ a	١١٠٩٨ b	٠/٨٦٨ b	٣٤٣٧ a	٢٤/٥١ a	١٠٨٩٦ b
٣	١٤٣٠٤abc	١٠٩٦٦ab	١/٠٤٧ a	٠/٨٣١ ab	٠/٧٧٨ a	١٢٦٣٥ab	١/٠١٤ab	٣٣٣٨ a	٢٢/١٢ a	١٢٤٨٨ab
٤	١٥٢٥٧ ab	١٣٨٩٦ a	٠/٣٨٩ a	١/١٦٠ a	٠/٩١٧ a	١٤٥٧٦ a	١/٢٨٥ a	١٣٦٢ a	٨/ ٢٢a	١٤٥٠٩ a
٥	١٤٢٠٢abc	٩٦١٠ ab	١/٤٢٤ a	٠/٧٢٩ b	٠/٦٩٩ a	١١٩٠٦ab	٠/٨٨٩ab	٤٥٩٢ a	٣٠/٠٨ a	١١٥٩٧ab
٦	١٤٦٤٧abc	١٠٧٦٨ab	١/١٣١ a	٠/٨٢٨ ab	٠/٧٦١ a	١٢٧٠٨ab	٠/٩٩٦ab	٣٨٧٩ a	٢٣/٩٠ a	١٢٤٥٣ab
٧	١٦٠٣٨a	١١٠١٧ab	١/٣٨٠ a	٠/٩٤٨ ab	٠/٧٠٨ a	١٣٥٢٨ab	١/٠١٩ab	٥٠٢٠ a	٢٩/١٦ a	١٣٢٥٥ab
٨	١٤١٩٧abc	١٠٧٢١ab	١/٠٠٩ a	٠/٨٣٢ ab	٠/٧٨٦ a	١٢٤٥٩ab	٠/٩٩٢ab	٣٤٧٦ a	٢١/٣٢ a	١٢٢٨٩ab
٩	١١٦٧٣ c	٩٨٦٣ ab	٠/٦٨٨ a	٠/٦١٣ b	٠/٨٥٤ a	١٠٧٦٨ b	٠/٩١٢ab	١٨٠٩ a	١٤/٥٤ a	١٠٧١٦ b
١٠	١٢٢١٩ bc	٩١٧١ b	١/١٢٨ a	٠/٥٩٧ b	٠/٧٦١ a	١٠٦٩٥ b	٠/٨٤٨ b	٣٠٤٧ a	٢٣/٨٤ a	١٠٥٦٧ b
١١	١٢٨٠٣abc	١٠٨٩٩ab	٠/٤٣١ a	٠/٧٤١ ab	٠/٩٠٩ a	١١٨٥١ab	١/٠٠٨ab	١٩٠٤ a	٩/١٠ a	١١٧٠٩ab
١٢	١٢٢٢٦ bc	٩٩٩٢ ab	٠/٧٩٠ a	٠/٦٤٥ b	٠/٨٣٣ a	١١١٠٩ b	٠/٩٢٤ab	٢٢٣٤ a	١٦/٦٨ a	١١٠٠٧ b
١٣	١٢٤١٩ bc	١١٠٢٥ab	٠/٥٥٩ a	٠/٧٣٧ ab	٠/٨٨٢ a	١١٧٢٢ab	١/٠٢٠ab	١٣٩٤ a	١١/٨٠ a	١١٥٦٣ab
١٤	١٣٧١٦abc	١٢٦٢١ ab	٠/٤١٦ a	٠/٩٣٣ ab	٠/٩١٢ a	١٣١٦٩ab	١/١٦٧ab	١٠٩٦ a	٨/٨٠ a	١٣١١٣ab

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند.)

www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شدید

هیبرید	عملکرد دانه (شرایط بدون تنش) (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (شرایط تنش شدید) (کیلوگرم در هکتار)	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	شاخص پایداری عملکرد	شاخص بهره وری متوسط	شاخص عملکرد	شاخص تحمل	درصد تغییر صفت	شاخص میانگین هندسی بهره وری
۱	۱۵۲۷۳ ab	۹۷۹٤ a	۰/۵۰٤ a	۲۳۳۸۹ a	۰/۰۰۲٦ cd	۱۹٦۸ a	۱/۳۳٦a	۳۸۸٦a	۹۹/۳٤٤ ab	۱۲۱۹۲ a
۲	۱۲۸۱٦abc	۹۹۰۸ a	/۰٦۲۷ a	۲۳٦٦۰ a	۰/۰۰۸abcd	۱۷۳۱ a	۱/۲۷۲ a	۳٤۱۲a	۹۹/۱۹۷abcd	۱۱۲٤۸ a
۳	۱٤۳۰٤abc	۸۰۵۸ a	۰/۵۱۰ a	۱۹۲٤۱ a	۰/۰۰۷abcd	۱٦۸۰ a	۱/۱٤۸a	۳۳۱٦a	۹۹/۲۹۲abcd	۱۰٦۰۳ a
٤	۱۵۲۵۷ ab	۹۷۳۱ a	۰/٦۱۵ a	۲۳۲۳۷ a	۰/۰۰۲ bcd	٦۸۵ a	۰/٤۲٦a	۱۳۵٤a	۹۹/۳۳۲abc	۱۲۱۵۳ a
۵	۱٤۲۰۲abc	۹۰۳۱ a	۰/۵۷۱ a	۲۱۵٦٦ a	۰/۰۰۷abcd	۳۳۱۱ a	۱/۵٦۱ a	٤۵٦۲a	۹۹/۲۷۰abcd	۱۱۱۱٤ a
٦	۱٤٦٤۷abc	۷٦۸۹ a	۰/٤۸٦ a	۱۸۳۳۱ a	۰/۰۰٦abcd	۱۹۵۲ a	۱/۲٤۰ a	۳۸۵٦a	۹۹/۳۰۲abcd	۱۰٤۷٤ a
۷	۱٦۰۳۸a	۹۳۰۵ a	۰/۵۸۹ a	۲۲۲۲۰ a	۰/۰۰٦ d	۲۵۲۵ a	۱/۵۱٤ a	٤۹۹۱a	۹۹/۳۵۱ a	۱۱۷۲۱ a
۸	۱٤۱۹۷abc	۸۵٤۱ a	۰/۵٤۰ a	۲۰۳۹٦ a	۰/۰۰۷abcd	۱۷٤۹ a	۱/۱۰۷a	۳٤۵٤a	۹۹/۲٤۲abcd	۱۰۳۷۵ a
۹	۱۱۷۷۳ c	۹۱۰۸ a	۰/۵۷٦ a	۲۱۷٤۹ a	۰/۰۰۸ a	۹۱۲ a	۰/۷۵۵a	۱۷۹۵a	۹۹/۱۳۲ d	۱۰۲۰۷ a
۱۰	۱۲۲۱۹ bc	۱۱۲۱۲ a	۰/۷۰۹ a	۲٦۷۷۳ a	۰/۰۰۸ ab	۱۵۳۵ a	۱/۲۳۷a	۳۰۳۳a	۹۹/۱٦۸ cd	۱۱٦۵۵ a
۱۱	۱۲۸۰۳abc	۹۳۰۵ a	۰/۵۸۵ a	۲۲۲۲۰ a	۰/۰۰۸ ab	۹۵۷ a	۰/٤۷۲a	۱۸۹۵a	۹۹/۱۷۰ cd	۱۰۸۲۲ a
۱۲	۱۲۲۲٦ bc	۹۷٤۲ a	۰/٦۱٦ a	۳۲۲۱۳ a	۰/۰۰۸ abc	۱۱۲۵ a	۰/۸٦٦a	۲۲۱۷a	۹۹/۱۷۳bcd	۱۰۸۷۳ a
۱۳	۱۲٤۱۹ bc	۹۹۰۸ a	۰/٦۲۷ a	۳۳٦۵۹ a	۰/۰۰۸abcd	۷۰۳ a	۰/٦۱۲a	۱۳۸۳a	۹۹/۱۹۰abcd	۱۱۰۷۸ a
۱٤	۱۳۷۱٦abc	۹۵۸۰ a	۰/٦۰٦ a	۲۲۸۷۵ a	۰/۰۰۷abcd	۵۵۲ a	۰/٤۵۷a	۱۰۸۷a	۹۹/۲٦۷abcd	۱۱٤٤۹ a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

شاخص تحمل: در شاخص تحمل نیز مقادیر عددی پایین، نشان‌دهنده تحمل نسبی ارقام می‌باشد. مقایسه میانگین هیبریدها از نظر این شاخص مشخص کرد که با توجه به شرایط بدون تنش و تنش ملایم و تنش شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار می‌گیرند (جداول ٤ و ٥) که به عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. گزارش شده انتخاب بر اساس شاخص تحمل اغلب موجب گزینش ارقامی می‌شود که در شرایط بدون تنش عملکرد پایینی تولید می‌کنند (روزیلی و همامبلین، ١٩٨٤).

شاخص پایداری عملکرد و شاخص درصد کاهش عملکرد: در شاخص پایداری عملکرد، مقادیر عددی بیشتر از واحد نشان‌دهنده حساسیت ژنوتیپ در شرایط تنش می‌باشد (ایبرهارت و راسل، ١٩٦٦) دو شاخص پایداری عملکرد و شاخص درصد کاهش عملکرد در واقع ارقام را در جهت عکس همدیگر گزینش می‌کنند. به عبارت دیگر ژنوتیپی که توسط شاخص پایداری عملکرد به عنوان ژنوتیپی با پایداری بالای عملکرد در شرایط تنش معرفی می‌شود، از کمترین میزان تغییر و یا کاهش عملکرد برخوردار می‌باشد. در این پژوهش با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها برای عملکرد دانه با توجه به شرایط بدون تنش و تنش ملایم تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند (جدول ٤) و با در نظر گرفتن شرایط بدون تنش و تنش شدید هیبرید شماره ٩ (جدول ٥) از نظر شاخص پایداری عملکرد در رتبه بالاتری نسبت به سایر هیبریدها قرار گرفت، در حالی که از نظر درصد کاهش عملکرد در انتهایی‌ترین مراتب جای گرفت. در واقع شاخص پایداری عملکرد نشان دهنده میزان مقاومت ژنتیکی رقم به تنش خشکی می‌باشد (بوسلاما و اسکاپاگ، ١٩٨٤) و در نتیجه ژنوتیپی با میزان شاخص پایداری عملکرد بالا باید عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش تولید کند.

شاخص عملکرد: شاخص عملکرد از نسبت عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش به میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش محاسبه می‌گردد، بنابراین موجب رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر حسب میزان عملکرد تولیدی آنها در محیط تنش می‌گردد (سی و سه مرده و همکاران، ٢٠٠٦) به نظر گاوازی (١٩٩٧) شاخص عملکرد برای گزینش ژنوتیپ‌های گروه A کارایی ندارد. در آزمایش حاضر با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش ملایم هیبرید شماره ٤ (جدول ٤) و با توجه به شرایط بدون تنش و تنش شدید تمام هیبریدها با هم در یک گروه آماری قرار

www.SID.ir

گرفته‌اند (جدول ۵) و به‌عنوان هیبریدهایی با بالاترین میزان عملکرد در محیط تنش انتخاب شدند. برخی محققین بر این اعتقادند که 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 (خلیل‌زاده و کربلایی خیاوی؛ ۲۰۰۲، فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۱).

همبستگی بین شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش: نتایج حاصل از بررسی همبستگی بین شاخص‌های مورد بررسی عملکرد دانه با توجه به شرایط بدون تنش و تنش ملایم و تنش شدید در جدول (٦ و ۷) درج شده است. نتایج نشان داد که بیشترین میزان همبستگی عملکرد دانه با توجه به شرایط تنش ملایم به شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط به ترتیب با مقادیر r =۰/۹۱، r =۰/۸۹، r =۰/۸۷ (جدول ٦) و با در نظر گرفتن شرایط تنش شدید به شاخص‌های عملکرد و پایداری عملکرد به ترتیب با مقادیر r =۰/۹۹، r =۰/۸۲ (جدول ۷) تعلق داشت که این همبستگی‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. در گزارش گلپرور و همکاران (۲۰۰٤) ذکر شده است که سه شاخص تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در هر دو محیط تنش و بدون تنش داشتند که با نتایج حاصل از این پژوهش برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شدید یکسان بوده و موید این مطالب می‌باشد. به اعتقاد فرناندز (۱۹۹۲) انتخاب بر اساس شاخص بهره‌وری متوسط موجب گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و انتخاب بر پایه شاخص حساسیت به تنش باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد پایین می‌گردد. طبق نظر وی، بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری می‌باشند، زیرا که قادر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی تولید می‌کنند (گروه A از گروه B وC)، در حالی که اشنایدر و همکاران (۱۹۹۷) شاخص میانگین هندسی بهره‌وری را برای انتخاب ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی مناسب‌تر دانسته‌اند. نتایج پژوهش خلیل‌زاده و کربلایی خیاوی (۲۰۰۲) در خصوص تاثیر تنش خشکی و گرما بر لاین‌های پیشرفته گندم دوروم، مشخص کرد که شاخص‌های حساسیت به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری در مقایسه با شاخص‌های حساسیت به تنش، تحمل و بهره‌وری متوسط از قدرت تمایز بالاتری برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل برخوردار می‌باشند. جمع‌بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی عملکرد دانه با توجه به شرایط بدون تنش و تنش ملایم شاخص‌های بهره‌وری متوسط،

www.SID.ir

جدول٦- ضرایب همبستگی میان عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش با توجه به شرایط بدون تنش و شرایط تنش ملایم

	عملکرد دانه (شرایط بدون تنش)	عملکرد دانه (شرایط تنش ملایم)	**شاخص حساسیت به تنش**	شاخص تحمل به تنش	شاخص تحمل	شاخص بهره وری متوسط	شاخص میانگین هندسی بهره وری	**درصد تغییر صفت**	شاخص پایداری عملکرد	شاخص عملکرد
عملکرد دانه (شرایط بدون تنش)	١									
عملکرد دانه (شرایط تنش ملایم)	−٠/٣٧^{ns}	١								
شاخص حساسیت به تنش	٠/٨٣**	−٠/٨٢**	١							
شاخص تحمل به تنش	٠/٦١*	٠/٥١*	٠/ ٠٧ ^{ns}	١						
شاخص تحمل	٠/٩٠**	−٠/٧٤**	٠/٩٨**	٠/٢٠ ^{ns}	١					
شاخص بهره وری متوسط	٠/٧٩**	٠/٢٨ ^{ns}	٠/٣٢ ^{ns}	٠/٩٧**	٠/٤٤ ^{ns}	١				
شاخص میانگین هندسی بهره وری	٠/٣٣ ^{ns}	٠/ ١٣^{ns}	٠/١٤ ^{ns}	٠/٤٣ ^{ns}	٠/١٨ ^{ns}	٠/٤٣^{ns}	١			
درصد تغییر صفت	٠/٨٣**	−٠/٨٢**	١**	٠/٠٧ ^{ns}	٠/٩٨**	٠/٣٢^{ns}	٠/١٤ ^{ns}	١		
شاخص پایداری عملکرد	−٠/٨٣**	٠/٨٢**	−١**	−٠/٠٧ ^{ns}	−٠/٩٨**	−٠/٣٢ ^{ns}	−٠/١٤^{ns}	−١**	١	
شاخص عملکرد	−٠/٣٧ ^{ns}	٠/٩٩ **	−٠/٨٢**	٠/٥١ *	−٠/٧٤**	٠/٢٨^{ns}	٠/١٣ ^{ns}	−٠/٨٢**	٠/٨٢ **	١

ns: غیر معنی‌دار، ***و** به ترتیب ، معنی‌دار در سطح احتمال ١٪ و ٥٪.

www.SID.ir

جدول۷- ضرایب همبستگی میان عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش با توجه به شرایط بدون تنش و شرایط تنش شدید

	عملکرد دانه (شرایط بدون تنش)	عملکرد دانه (شرایط تنش شدید)	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش	شاخص تحمل	شاخص بهره وری متوسط	شاخص میانگین هندسی بهره وری	درصد تغییر صفت	شاخص پایداری عملکرد	شاخص عملکرد
عملکرد دانه (شرایط بدون تنش)	۱									
عملکرد دانه (شرایط تنش شدید)	۰/۵٤*	۱								
شاخص حساسیت به تنش	۰/۳٤ ns	۰/٦۰*	۱							
شاخص تحمل به تنش	۰/۸٤**	۰/۹۱**	-۰/۲۱ ns	۱						
شاخص تحمل	۰/۵۳*	-۰/٤۳ ns	۰/۹۸**	۰ ns	۱					
شاخص بهره وری متوسط	۰/۸۹**	۰/۸۷**	-۰/۱۳ ns	۰/۹۹**	۰/۰۸ ns	۱				
شاخص میانگین هندسی بهره وری	۰/۸۵**	۰/۸۹**	-۰/۱۹ ns	۰/۹۹ **	۰/۰۱ ns	۰/۹۹**	۱			
درصد تغییر صفت	۰/۳٤ ns	-۰/٦۰*	۱ **	-۰/۲۱ ns	۰/۹۸**	-۰/۱۳ ns	-۰/۱۹ns	۱		
شاخص پایداری عملکرد	-۰/۳٤ ns	۰/٦۰*	-۱**	۰/۲۱ ns	-۰/۹۸**	۰/۱۳ ns	۰/۱۹ ns	-۱**	۱	
شاخص عملکرد	۰/۵٤*	۱ **	-۰/٦۰*	۰/۹۱**	-۰/٤۳ ns	۰/۸۷**	۰/۸۹**	-۰/٦۰*	۰/٦۰*	۱

ns: غیر معنی‌دار، **و* به ترتیب ، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

www.SID.ir

میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش بهترین شاخص‌ها و با در نظر گرفتن شرایط بدون تنش و تنش شدید خشکی، شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش برای گزینش و تعیین ارقام متحمل به تنش کم‌آبی در بین هیبریدهای مختلف ذرت انتخاب شدند، که با گزارش شفازاده و همکاران (۲۰۰٤) که شاخص‌های ذکر شده را به‌واسطه دارا بودن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی پس از مرحله گلدهی، به عنوان معیارهای مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به خشکی برای هر دو شرایط معرفی کردند، همسانی دارد. در نهایت شاخص تحمل و حساسیت به تنش انتخاب را به‌سوی ارقام کم‌بازده و متحمل به تنش خشکی سوق می‌دهد و شاخص تحمل به تنش هیبریدهایی را انتخاب می‌کند که هم تحمل به تنش خشکی و هم پتانسیل عملکرد بالایی دارند.

با توجه به نیاز روز افزون کشور برای تامین علوفه دام‌ها و همچنین بروز خشکسالی‌های مکرر، شناسایی هیبریدهای جدید ذرت که در شرایط محدودیت آب، بتوانند عملکرد قابل قبولی تولید کنند از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش هیبریدهای شماره ٤، ۷ و ۹ توسط شاخص‌های مختلف به عنوان هیبریدهای متحمل به تنش کم آبی شناسایی شدند.

منابع

Ahmadzadeh, A., 1997. Determining the best indicator of drought resistance in selected maize lines. M.Sc. Thesis in Plant Breeding. Tehran University. P: 238.

Bouslama, M., and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Sci. 24: 933-937.

Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A. and Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crops Res. 105: 1-14.

Curran, B. and J. Posch. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality: silage cutting height. Crop Insights. 10(2). Pioneer Hi-bred International. INC.

Eberhart, S.A. and Russel, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. 6: 36- 40.

Farshadfar, E., Zamani, M., Motallebi, M., and Imamjomeh, A. 2001. Selection for drought resistance in chickpea lines, Iranian J. Agric. Sci. 32:65-77. (In Persian).

www.SID.ir

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed), Proceedings of the International Symposium on Biology of plants, American Society of Plant Biologists, Rockville, MD, 2000, pp. 158-1249.

Fereres, E., Gimenz, C., Brenngena, J., Fernandez, J., and Domiguez, J. 1983. Genetic variability of sunflower cultivar in response to drought. Helia 6: 17-21.

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

Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G, L. and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory of drought and heat stress in winter cereals. Can. J. Plant Sci. 77: 523- 531.

Golparvar, A.R., Majidi Heravan, A. and Ghasemi Pir Bloti, A. 2004. Genetic improvement of yield potential and drought resistance in wheat genotypes (*T. aestivum*). J. Dryness Drought, Agric Exten. 3. P: 23-13.

Khalil Zadeh, GH.R., and Karbalai Khiyav, H. 2002. Effects of drought and heat stress on advanced lines of durum wheat. 7th Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran. Agricultural Education Publishing. P: 564-563.

Naderi Darbagshahi, M., Noormohamadi, R. GH., Majidi, A., Darvish, F. Shirani Rad, A.H. and Madani, H. 2004. Effect of drought stress and plant density on the characteristics in line planting safflower in Isfahan. Seed Plant J. .20: 296-281.(In Persian).

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

Sadegh-Zadeh Ahari, D. 2006. Evaluation of drought tolerance in durum wheat genotypes promising. Crop Sci.8: 1. 44-30.

Schneider. K. A., Rosales- Serena, F., Ibarra- Perez. B., Cacares- Enriguez, J. A., Acosta- Gallegos, R., Ramirec- Vallejo, N., Wassimi, N. and Kelly, J.P. 1997. Improvement common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43- 50.

Shafazadeh, M.K., Yazdansepass, A., Amini, A., and Ghanadha, M. 2004. Evaluation of tolerance terminal drought stressing promising winter and facultative bread wheat lines using stress susceptibility and tolerance indices. Seed Plant J. 20: 57-71. (In Persian).

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

Voltas, J., Lopez- Corcoles, H. and Borras, G. 2005. Use of biplot analysis and factorial regression for the investigation of superior genotypes in multienvironment trials. Eur. J. Agron. 22: 309- 324.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 4 (3): 139-155
ejcp.gau@gmail.com

Evaluation of stress tolerance indices in some new maize hybrids

***M. Haji Babaei[1] and F. Azizi[2]**
[1]M.Sc. of Agronomy, Islamic Azad University, Varamin-Pishva Branch
[2]Scientific Member of Seed and Plant Improvement Institute of Karaj, Iran

Abstract

In order to study drought tolerance indices and to introduce tolerant maize hybrids in drought conditions, an experiment was conducted at the experimental field of Seed and Plant Improvement Institute, in 2009. The experiment was carried out using split-plot in a randomized complete block design (CRBD) with three replications. The main plots consisted of three levels of irrigation regimes (irrigation after 70, 100 and 130 mm cumulative evaporation from evaporation pan class A) and sub-plots included 14 new corn hybrids. Based on kernel yield of hybrids in normal and stress conditions, mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), stress tolerance index (STI), tolerance (TOL), yield index (YI), yield stability index (YSI), stress susceptibility index (SSI) trait and change (%) attributes were calculated. The results showed that, in addition to significant correlation under normal and mild drought stress conditions MP, GMP, STI were determined as the best indices. Under normal and water deficit stress TOL and SSI were the best indices for introduce drought tolerant maize hybrids. The KSC700, KLM76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3545/6 and K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1hybrids also identified as tolerant hybrids under drought stress conditions.

Keywords: Maize; Drought Stress; Kernel yield; Drought tolerance indices.

*Corresponding Author; Email: Hajibabaee_m@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir