

عباس جعفری، رجب چوکان، فرزاد پاک نژاد و عباس پور میدانی

جعفری، ع. ر. چوکان، ف. پاک نژاد و ع. پورمیدانی. ۱۳۹۱. بررسی انتخاب برای تحمل به خشک‌ی در تعدادی از حبوبات دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵ (۱): ۱۱۱-۱۲۲.

واژه های کلیدی: ذرت، هبید، تنش خشک، شرایط نو مال، [۱] [۲] [۳] [۴] [۵] [۶] [۷] [۸] [۹] [۱۰] [۱۱] [۱۲] [۱۳] [۱۴] [۱۵] [۱۶] [۱۷] [۱۸] [۱۹] [۲۰] [۲۱] [۲۲] [۲۳] [۲۴] [۲۵] [۲۶] [۲۷] [۲۸] [۲۹] [۳۰] [۳۱] [۳۲] [۳۳] [۳۴] [۳۵] [۳۶] [۳۷] [۳۸] [۳۹] [۴۰] [۴۱] [۴۲] [۴۳] [۴۴] [۴۵] [۴۶] [۴۷] [۴۸] [۴۹] [۵۰] [۵۱] [۵۲] [۵۳] [۵۴] [۵۵] [۵۶] [۵۷] [۵۸] [۵۹] [۶۰] [۶۱] [۶۲] [۶۳] [۶۴] [۶۵] [۶۶] [۶۷] [۶۸] [۶۹] [۷۰] [۷۱] [۷۲] [۷۳] [۷۴] [۷۵] [۷۶] [۷۷] [۷۸] [۷۹] [۸۰] [۸۱] [۸۲] [۸۳] [۸۴] [۸۵] [۸۶] [۸۷] [۸۸] [۸۹] [۹۰] [۹۱] [۹۲] [۹۳] [۹۴] [۹۵] [۹۶] [۹۷] [۹۸] [۹۹] [۱۰۰] [۱۰۱] [۱۰۲] [۱۰۳] [۱۰۴] [۱۰۵] [۱۰۶] [۱۰۷] [۱۰۸] [۱۰۹] [۱۱۰] [۱۱۱] [۱۱۲] [۱۱۳] [۱۱۴] [۱۱۵] [۱۱۶] [۱۱۷] [۱۱۸] [۱۱۹] [۱۲۰] [۱۲۱] [۱۲۲] [۱۲۳] [۱۲۴] [۱۲۵] [۱۲۶] [۱۲۷] [۱۲۸] [۱۲۹] [۱۳۰] [۱۳۱] [۱۳۲] [۱۳۳] [۱۳۴] [۱۳۵] [۱۳۶] [۱۳۷] [۱۳۸] [۱۳۹] [۱۴۰] [۱۴۱] [۱۴۲] [۱۴۳] [۱۴۴] [۱۴۵] [۱۴۶] [۱۴۷] [۱۴۸] [۱۴۹] [۱۵۰] [۱۵۱] [۱۵۲] [۱۵۳] [۱۵۴] [۱۵۵] [۱۵۶] [۱۵۷] [۱۵۸] [۱۵۹] [۱۶۰] [۱۶۱] [۱۶۲] [۱۶۳] [۱۶۴] [۱۶۵] [۱۶۶] [۱۶۷] [۱۶۸] [۱۶۹] [۱۷۰] [۱۷۱] [۱۷۲] [۱۷۳] [۱۷۴] [۱۷۵] [۱۷۶] [۱۷۷] [۱۷۸] [۱۷۹] [۱۸۰] [۱۸۱] [۱۸۲] [۱۸۳] [۱۸۴] [۱۸۵] [۱۸۶] [۱۸۷] [۱۸۸] [۱۸۹] [۱۹۰] [۱۹۱] [۱۹۲] [۱۹۳] [۱۹۴] [۱۹۵] [۱۹۶] [۱۹۷] [۱۹۸] [۱۹۹] [۲۰۰] [۲۰۱] [۲۰۲] [۲۰۳] [۲۰۴] [۲۰۵] [۲۰۶] [۲۰۷] [۲۰۸] [۲۰۹] [۲۱۰] [۲۱۱] [۲۱۲] [۲۱۳] [۲۱۴] [۲۱۵] [۲۱۶] [۲۱۷] [۲۱۸] [۲۱۹] [۲۲۰] [۲۲۱] [۲۲۲] [۲۲۳] [۲۲۴] [۲۲۵] [۲۲۶] [۲۲۷] [۲۲۸] [۲۲۹] [۲۳۰] [۲۳۱] [۲۳۲] [۲۳۳] [۲۳۴] [۲۳۵] [۲۳۶] [۲۳۷] [۲۳۸] [۲۳۹] [۲۴۰] [۲۴۱] [۲۴۲] [۲۴۳] [۲۴۴] [۲۴۵] [۲۴۶] [۲۴۷] [۲۴۸] [۲۴۹] [۲۵۰] [۲۵۱] [۲۵۲] [۲۵۳] [۲۵۴] [۲۵۵] [۲۵۶] [۲۵۷] [۲۵۸] [۲۵۹] [۲۶۰] [۲۶۱] [۲۶۲] [۲۶۳] [۲۶۴] [۲۶۵] [۲۶۶] [۲۶۷] [۲۶۸] [۲۶۹] [۲۷۰] [۲۷۱] [۲۷۲] [۲۷۳] [۲۷۴] [۲۷۵] [۲۷۶] [۲۷۷] [۲۷۸] [۲۷۹] [۲۸۰] [۲۸۱] [۲۸۲] [۲۸۳] [۲۸۴] [۲۸۵] [۲۸۶] [۲۸۷] [۲۸۸] [۲۸۹] [۲۹۰] [۲۹۱] [۲۹۲] [۲۹۳] [۲۹۴] [۲۹۵] [۲۹۶] [۲۹۷] [۲۹۸] [۲۹۹] [۳۰۰] [۳۰۱] [۳۰۲] [۳۰۳] [۳۰۴] [۳۰۵] [۳۰۶] [۳۰۷] [۳۰۸] [۳۰۹] [۳۱۰] [۳۱۱] [۳۱۲] [۳۱۳] [۳۱۴] [۳۱۵] [۳۱۶] [۳۱۷] [۳۱۸] [۳۱۹] [۳۲۰] [۳۲۱] [۳۲۲] [۳۲۳] [۳۲۴] [۳۲۵] [۳۲۶] [۳۲۷] [۳۲۸] [۳۲۹] [۳۳۰] [۳۳۱] [۳۳۲] [۳۳۳] [۳۳۴] [۳۳۵] [۳۳۶] [۳۳۷] [۳۳۸] [۳۳۹] [۳۴۰] [۳۴۱] [۳۴۲] [۳۴۳] [۳۴۴] [۳۴۵] [۳۴۶] [۳۴۷] [۳۴۸] [۳۴۹] [۳۵۰] [۳۵۱] [۳۵۲] [۳۵۳] [۳۵۴] [۳۵۵] [۳۵۶] [۳۵۷] [۳۵۸] [۳۵۹] [۳۶۰] [۳۶۱] [۳۶۲] [۳۶۳] [۳۶۴] [۳۶۵] [۳۶۶] [۳۶۷] [۳۶۸] [۳۶۹] [۳۷۰] [۳۷۱] [۳۷۲] [۳۷۳] [۳۷۴] [۳۷۵] [۳۷۶] [۳۷۷] [۳۷۸] [۳۷۹] [۳۸۰] [۳۸۱] [۳۸۲] [۳۸۳] [۳۸۴] [۳۸۵] [۳۸۶] [۳۸۷] [۳۸۸] [۳۸۹] [۳۹۰] [۳۹۱] [۳۹۲] [۳۹۳] [۳۹۴] [۳۹۵] [۳۹۶] [۳۹۷] [۳۹۸] [۳۹۹] [۴۰۰] [۴۰۱] [۴۰۲] [۴۰۳] [۴۰۴] [۴۰۵] [۴۰۶] [۴۰۷] [۴۰۸] [۴۰۹] [۴۱۰] [۴۱۱] [۴۱۲] [۴۱۳] [۴۱۴] [۴۱۵] [۴۱۶] [۴۱۷] [۴۱۸] [۴۱۹] [۴۲۰] [۴۲۱] [۴۲۲] [۴۲۳] [۴۲۴] [۴۲۵] [۴۲۶] [۴۲۷] [۴۲۸] [۴۲۹] [۴۳۰] [۴۳۱] [۴۳۲] [۴۳۳] [۴۳۴] [۴۳۵] [۴۳۶] [۴۳۷] [۴۳۸] [۴۳۹] [۴۴۰] [۴۴۱] [۴۴۲] [۴۴۳] [۴۴۴] [۴۴۵] [۴۴۶] [۴۴۷] [۴۴۸] [۴۴۹] [۴۵۰] [۴۵۱] [۴۵۲] [۴۵۳] [۴۵۴] [۴۵۵] [۴۵۶] [۴۵۷] [۴۵۸] [۴۵۹] [۴۶۰] [۴۶۱] [۴۶۲] [۴۶۳] [۴۶۴] [۴۶۵] [۴۶۶] [۴۶۷] [۴۶۸] [۴۶۹] [۴۷۰] [۴۷۱] [۴۷۲] [۴۷۳] [۴۷۴] [۴۷۵] [۴۷۶] [۴۷۷] [۴۷۸] [۴۷۹] [۴۸۰] [۴۸۱] [۴۸۲] [۴۸۳] [۴۸۴] [۴۸۵] [۴۸۶] [۴۸۷] [۴۸۸] [۴۸۹] [۴۹۰] [۴۹۱] [۴۹۲] [۴۹۳] [۴۹۴] [۴۹۵] [۴۹۶] [۴۹۷] [۴۹۸] [۴۹۹] [۵۰۰] [۵۰۱] [۵۰۲] [۵۰۳] [۵۰۴] [۵۰۵] [۵۰۶] [۵۰۷] [۵۰۸] [۵۰۹] [۵۱۰] [۵۱۱] [۵۱۲] [۵۱۳] [۵۱۴] [۵۱۵] [۵۱۶] [۵۱۷] [۵۱۸] [۵۱۹] [۵۲۰] [۵۲۱] [۵۲۲] [۵۲۳] [۵۲۴] [۵۲۵] [۵۲۶] [۵۲۷] [۵۲۸] [۵۲۹] [۵۳۰] [۵۳۱] [۵۳۲] [۵۳۳] [۵۳۴] [۵۳۵] [۵۳۶] [

- دانشجوی سابق کارشناس ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلام، واحد کرج
 - با ت علم باغات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده)
 - با ت علم دانشگاه آزاد اسلام، واحد کرج
 - با ت علم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قم

چکیده

بررسی تحمل به خشک و گزینش ژنوتیپ‌های محتمل بر اساس شرایط موجود هر منطقه انجام شد. شرایط آبی و نوسانات دما از خصوصیات دانه‌های خشک و نیاز به صرفه جویی در مصرف آب، دستیابی به ارقامی که نیاز کمتری به آب داشته باشند یا در اثر کمبود آب کمتر دچار صدمه و کاهش عملکرد شوند ضروری می‌باشد. با توجه به نقش ذرت در تولیدانه و علوفه و تامین غذای دام و دیگر مصارف آن از جمله مصارف صنعتی سبب شده است که ذرت در ایران نیز جزء محصولات دارای اهمیت تلقی شود. اهداف مهم ذرت در ایران در راستای خود کفایی از اهداف مهم باشد و به همین منظور با اجرای برنامه‌های افزایش تولید ذرت دانه‌ای در چند سال اخیر، این محصول روند بسیار سریعی را از نظر سطح زیر کشت، تولید و عملکرد طی نموده است.

مقدم و هادی زاده (۱۳۳۳) به منظور بررسی عمل هیبریدهای ذرت و لاین‌های والد آنها به خشکی با استفاده از شاخصهای مختلف تحمل به تنش آزمایشی را با مورد اجرا گذاشتند که نتایج نشان داد از میان چهار شاخص محاسبه شده به نام شاخص‌های STI، SSI، TOL و MP از مزایای بیشتری جهت گزینش ارقام مطلوب در شرایط تنش و بدون تنش برخوردار هست (Roseille and Hamblin, 1981; Fernandez, 1992). لارسون و کلاگ (Larson and Clegg, 1999) در بررسی اثرات تنش رطوبتی و زود رس و دیر رس ذرت به این نتیجه رسیدند که هیبریدهای زود رس نسبت به هیبریدهای دیر رس تحمل بیشتری داشتند که این امر می‌تواند موجب بهبود عملکرد شود. و همکاران (۱۳۳۳) در بررسی و ارزشیابی اثر تنش خشک عملکرد و اجزای عملکرد در هشت ژنوتیپ ذرت

دیررس در شرایط بدون تنش و تنش در مرحله زایش و رویش نشان دادند که بر اساس شاخص‌های GMP و STI عملکرد بالاتر در دو محیط تنش و بدون تنش، و با استفاده از شاخص SSI عملکرد بالاتر در شرایط تنش انتخاب می‌گردد (Fischer, and Maurer, 1978).

کاکیر (Cakir, 2004) در آزمایشی که بری مطالعه تاثیر تنش رطوبتی بر روی مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی ذرت انجام داد به این نتیجه رسید که تنش در مراحل جوانی و دهی منجر به کاهش ارتفاع گیاه و نیز توسعه سطح برگ در ذرت می‌شود. کاهش آب طی رشد رویشی سریع موجب کاهش ۳۰- درصدی وزن ماده خشک نهایی می‌شود.

هدف از این آزمایش تعیین ارقامی است که دوره ایاری بلند مدت قطع ایاری برای دو تا سه دور را در مراحل حساس رشد بتواند تحمل کنند.

مواد و روش

برای ارزیابی توان تحمل به خشک در این آزمایش ذرت، آزمایش در قالب طرح بلوک‌های تصادفی، در چهار تکرار و در دو آزمایش جداگانه تحت شرایط نرمال (ایاری بعد از تخریب ۳۰ درصد آب قابل دسترس) و تنش خشک (ایاری بعد از تخریب ۳۰ رطوبت ۳۰ درصد آب قابل دسترس) در سال ۱۳۳۳ انجام شد. محل اجرای آزمایش در شمال غربی استان قم و در نزدیکی شهرک شکوهه واقع بود و بر اساس روش آمبرژه جزء مناطق نیمه خشک معتدل ایران. ارتفاع منطقه از سطح دریا به طور متوسط ۱۳۳۳ متر و میانگین حرارت بیشینه آن ۳۳ و کمینه آن ۱۰- درجه سانتیگراد است. میزان بارندگی آن حدود ۳۳۳ میلی متر در سال می‌باشد. سطح آب زیرزمینی در زمان اجرای آزمایش در عمق بیش از ۱۰ متری قرار داشت. خاکورزی و زمان کاشت و عملیات داشت و برداشت طبق عرف محل انجام شد. خاک بر اساس

وزنی و میانگین وزن مخصوص ظاهری $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$ کرم بر سانتیمتر مکعب می باشد.
درصد تغذیه رات صفات بر اثر تنش در دو محیط از رابطه (Edmeads et al., 1999) ز $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$ بدست آمد:

$$\bar{Y}_p \times \left(\frac{\bar{Y}_p + \bar{Y}_s}{2} \right) - \bar{Y}_p \times \left(\frac{\bar{Y}_p + \bar{Y}_s}{2} \right) = \text{درصد تغییرات صفت}$$

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$$

مقادیر بالای TOL مقادیر بالایی از شاخص های خشکی بوده و هر قدر مقدار این شاخص پایین تر باشد، مطلوبتر خواهد بود. و ارقام متحمل تر و مطلوب تر دارای مقادیر MP $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$ می باشد.

- (Fernandez, (STI $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$) (1992)

$$STI = \left(\frac{Y_p}{\bar{Y}_p} \right) \left(\frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \right) \left(\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right) = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2}$$

مقدار بالاتر شاخص STI برای یک ژنوتیپ، نمایانگر تحمل به خشکی بالا و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ می باشد.

میانگین هندسی محصول دهی (GMP $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$) (Fernandez, 1992):

$$GMP = \sqrt{(Y_s)(Y_p)}$$

این شاخص حساسیت کمتری به مقادیر بسیار متفاوت Y_p , Y_s دارد و بیشتر بودن مقدار عددی آن در کلبه فرمول های فوق،

Y_p =عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش.
 Y_s =عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش.

نتایج تجزیه های شیمیایی محدودیت شوری و قلیائیت ندارد و میزان کربن آلی آن کم، فسفر و پتاسیم قابل جذب در حد متوسط است. میانگین رطوبت نیمرخ خاک تا عمق ۱۰ سانتیمتری در ظرفیت زراعی مزرعه و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب برابر ۱۰ و ۱۰ درصد

بمنظور بررسی واکنش ژنوتیپ های مورد مطالعه به شرایط تنش خشکی، از شاخص های مختلف بشرح زیر استفاده گردید:

- (Fischer and (SSI $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$) (Maures, 1978)

$$SSI = \frac{1 - (Y_s / Y_p)}{SI}$$

$$SI = 1 - \left(\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right)$$

SSI $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$ معادل شدت تنش می باشد. مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان تحمل به خشکی بالاتر است. - میانگین هارمونیکی (Harm $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$) (Rosielle and Hamblin, 1981)

$$Harm = \frac{2(Y_p \times Y_s)}{Y_p + Y_s}$$

هر چقدر این شاخص بالاتر باشد مطلوب تر است. (TOL $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$) اختلاف عملکرد محب $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$ تنش و بدون تنش و همچنین شاخص محصول دهی (MP $\bar{Y}_p/\bar{Y}_s$) را بصورت میانگین عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش و بر اساس روابط زیر محاسبه می شود:

$$TOL = Y_p - Y_s$$

1- Stress Susceptibility Index
3- Harmonic Mean
5-Mean Productivity
7- Geometric Mean Productivity

2- Stress Intensity
4- Tolerance Index
6-Stress Tolerance Index

$\overline{Y_p}$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط بدون تنش

$\overline{Y_s}$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ ها در محیط تنش

در این تحقیق از نرم افزارهای Excel, Statistica و Minitab برای تجزیه آماری داده ها استفاده شد.

نتیجه و بحث

درصد تغیرات، میزان تغیرات، میانگین عملکرد و برخی از صفات مربوط به اجزای عملکرد در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در بلال م. کامپوس و همکاران (Campose et al., 2004) در تحقیقی که برای بهبود تحمل به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ذرت در مرحله کل دهی، زمان رشد خامه و گرده افشانی بیشتر را به خشکی دارد. تنش آبی باعث تاخیر در ظهور کاکل نسبت به ظهور گل تاجی و نهایتاً افزایش ASI شد و در نتیجه منجر به عدم باروری گلچه ها و تعداد دانه در بلال و نهایتاً کاهش محصول می شود (Edmeads et al., 1999). همانطور که در جدول شماره ۱ آمده است کمتر تغیرات بر اثر تنش مربوط به عرض دانه است. این موضوع می تواند به این دلیل باشد که با کاهش تعداد دانه در بلال، دانه های مانده با استفاده از آسیمیلات موجود شرایط رشد مناسب تری داشتند.

کلیه نتایج مورد نظر با توجه به فرمول های مختلف محاسبه و به همراه مقایسه بین عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش در جدول ۱ آمده است. نتایج عملکرد را در شرایط نرمال و تنش به ترتیب BC652 و BC504 داشتند. نتایج BC678 و NS540 کمترین عملکرد را در شرایط نرمال و تنش داشتند. در شاخص

با توجه به اینکه میزان بالای عددی این شاخص نشان دهنده تحمل به تنش است، هیبریدهای BC504 و BC652 به عنوان هیبریدهای برتر انتخاب شدند. نتایج نشان داد که در شاخص میانگین هارمونیک با توجه به اینکه میزان بالای عددی نشان دهنده تحمل است از میان هیبریدهای مورد بررسی BC652 و BC504 و KSC302 به عنوان ژنوتیپ های مناسب انتخاب شدند. این شاخص همه شاخص ها را در نظر می گیرد که دارای عملکرد بالایی بودند را به عنوان هیبریدهای متحمل به تنش (جدول ۱) مشاهده می شود. در شناسایی ژنوتیپ های مناسب محصول و متحمل به خشکی در ذرت مطلوب است. نتایج نشان داد که در بلال م. کامپوس و همکاران (Campose et al., 2004) در تحقیقی که برای بهبود تحمل به خشکی در ذرت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که ذرت در مرحله کل دهی، زمان رشد خامه و گرده افشانی بیشتر را به خشکی دارد. تنش آبی باعث تاخیر در ظهور کاکل نسبت به ظهور گل تاجی و نهایتاً افزایش ASI شد و در نتیجه منجر به عدم باروری گلچه ها و تعداد دانه در بلال و نهایتاً کاهش محصول می شود (Edmeads et al., 1999). همانطور که در جدول شماره ۱ آمده است کمتر تغیرات بر اثر تنش مربوط به عرض دانه است. این موضوع می تواند به این دلیل باشد که با کاهش تعداد دانه در بلال، دانه های مانده با استفاده از آسیمیلات موجود شرایط رشد مناسب تری داشتند.

جدول ۱- برآورد شاخص های عملکرد دانه و اجزای آن در شرایط نرمال و تنش خشکی

Table 1. Changes in mean of grain yield and its components under normal and drought stress conditions

Trait	نرمال	تنش	درصد تغییرات
	Normal	Stress	Variation (%)
Rows/ ear	15.58	13.72	11.93
Kernel/ ear row	38.22	23.36	38.88
Ear diameter	4.20	3.76	10.47
Kernel No/ear	591.11	292.91	50.50
Kernel depth	0.83	0.70	15.03
Hectolitre	696.00	612.10	12.05
1000 Kernel Weight	207.84	146.94	29.30
Kernel diameter	4.70	3.42	27.23
Kernel width	7.86	7.31	9.93
(Yield (t/ha)	6.093	4.160	31.72

جدول ۲- برآورد شاخص های تحمل به خشکی در هیبریدهای ذرت

Table 2. Estimation of drought tolerance indices in grain maize hybrids

Entry	Hybrids	Yp*	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	Harm	STI
1	BC582	5.62fhg	4.31gf	1.31	4.96	4.92	0.73	4.87	0.65
2	BC678	4.92j	2.83i	2.09	3.87	3.73	1.34	3.59	0.37
3	BC504	8.35a	5.07b	3.28	6.71	6.50	1.24	6.30	1.14
4	NS540	5.28hi	2.05m	3.23	3.66	3.28	1.93	2.95	0.29
5	BC666	5.79fe	4.38gf	1.41	5.08	5.03	0.76	4.98	0.68
6	BC652	7.28cb	5.60a	1.68	6.44	6.38	0.72	6.33	1.10
7	BC572	5.39hg	3.37k	2.02	4.38	4.26	1.18	4.14	0.49
8	MV502	5.79fe	4.03ih	1.76	4.91	4.83	0.96	4.75	0.63
9	KSC500	5.58fhg	3.29k	2.29	4.43	4.28	1.29	4.13	0.49
10	OSSK499	5.53fhg	4.50ef	1.03	5.01	4.98	0.58	4.96	0.67
11	BC462	5.05ji	4.22gf	0.83	4.63	4.61	0.51	4.59	0.57
12	DSSK444	5.70feg	4.35gf	1.35	5.02	4.98	0.75	4.93	0.67
13	BC404	6.97c	4.61ed	2.36	5.79	5.66	1.06	5.54	0.86
14	BC418	5.96c	4.74cd	1.22	5.35	5.31	0.64	5.28	0.76
15	KSC320	7.39b	4.06ih	3.33	5.72	5.47	1.42	5.24	0.81
16	KSC302	6.96g	4.88cb	2.08	5.92	5.82	0.94	5.73	0.91
17	KSC250	5.67feg	4.31gf	1.36	4.99	4.94	0.75	4.89	0.66
18	KSC260	6.28d	5.00b	1.28	5.64	5.60	0.64	5.56	0.84
19	KSC647	6.59d	3.88ij	2.71	5.23	5.05	1.29	4.88	0.69
20	KSC704	5.54fhg	3.69j	1.85	4.61	4.52	1.05	4.42	0.55

*Yp = Yield potential Ys = Yield in Stress TOL = Tolerance Index MP = Mean Productivity Harm = Harmonic Mean

GMP = Geometric Mean Productivity SSI = Stress Susceptibility Index STI = Stress Tolerance Index

Means, in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

بنابراین هیبریدهای BC462 و OSSK499 به عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. در TOL گزینش ژنوتیپ هایی موفق بود، که عملکرد آنها در شرایط تنش بالا بود، ولی در گزینش ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالا بودند موفق نبود. در واقع TOL شاخص

شاخص تحمل TOL، مقادیر عددی پایین در این شاخص نشان دهنده تحمل نسبی هیبریدها می باشد. در شرایط تنش کمتری دارد (جدول ۲). در شرایط تنش کمتری دارد (جدول ۲). در شرایط تنش کمتری دارد (جدول ۲).

تغییر حاصل از شرایط تنش را بیان می کند. نکته دیگر در مورد این شاخص آنست که پایین بودن TOL الزاماً به معنی بالا بودن عملکرد در شرایط بدون تنش نباشد بلکه ممکن است عملکرد یک هب در شرایط بدون تنش پایین باشد و در شرایط تنش نیز با افت کمتری همراه باشد که این باعث کوچک ماندن TOL می شود (مقدم و هادی زاده، ۱۳۹۱). در این مطالعه (KSC320 و BC504 و NS540 به عنوان هب های ضعیف انتخاب شدند (جدول ۱).

در شرایط BC504 که عملکرد بالا در شرایط نرمال داشت، در شرایط تنش هم بعد از BC652 عملکرد این هب ها را داشت، به دلایل اثرات زیاده ای که عملکرد آن در دو شرایط داشت به عنوان ژنوتیپ حساس از نظر این شاخص انتخاب شد (جدول ۱).

در شاخص حساسیت به تنش (SSI) در این هب ها نشان دهنده این که مقادیر عددی پایین در این شاخص نشان دهنده حساسیت به تنش است. هب های BC462 و OSSK499 به عنوان هب های متحمل و دو هب های NS540 و KSC320 به عنوان هب های حساس انتخاب شدند. در محاسبه این شاخص یک جز به نام SI شدت تنش وجود دارد که در این تحقیق مقدار آن برابر بود (جدول ۱). هر چه این جزء بزرگتر باشد SSI کوچکتر می شود (مقدم و هادی زاده، ۱۳۹۱). SSI علاوه بر میزان عملکرد هیبریدها در شرایط تنش به تأثیر یا آسیب وارده به هیبریدها در اثر تنش نیز عکس العمل نشان می دهد. یعنی اگر هیبریدی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالاتری باشد اما درصد تغییر زیادی را نشان دهد به عنوان هیبرید متحمل شناسائی نمی شود. BC504 که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بود، به علت درصد تغییر زیاد به عنوان هیبرید در شرایط تنش و نرمال با GMP و STI و

Harm مثبت و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ دارد (جدول ۱) با توجه به اینکه این هب ها با هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی داشتند، می توانند جهت دست یابی به هب های پر محصول در هر دو شرایط محیطی مورد استفاده قرار گیرند. طبق نظر فرناندز (Fernandez, 1992) هب هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش (نرمال) دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشند به عنوان بهترین شاخص هب ها قادر به جداسازی ژنوتیپ هایی با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط می باشند. عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص حساسیت (SSI) بود. شاخص بهره وری (MP) و محصول دهی (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) و همبستگی (Harm) بالا و معنی داری را با یکدیگر داشتند. در برنامه های آماری برای بهبود تحمل به تنش خشکی در ذرت، تقریباً هیچ مشابه ای داشتند (جدول ۱). دو شاخص SSI و TOL که مقدار عددی پایین آن نشان دهنده ژنوتیپ های حساس و دارای همبستگی با هم بودند، هیچ رابطه ای با هم نداشتند (Fernandez, 1992)، مقدم و هادی زاده (۱۳۹۱)، مطابقت دارد. در بررسی هب ها مشاهده شد که توانایی هب ها در تحمل تنش و همبستگی با هم انجام نمی شود.

فرناندز (Fernandez, 1992) در بررسی عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش، تظاهر گیاهان نسبت به دو محیط را به چهار گروه تقسیم نموده است:

الف) ژنوتیپ هایی که عملکرد مشابه را در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند (گروه A).
ب) ژنوتیپ هایی که فقط عملکرد خوبی در محیط بدون تنش دارا هستند (گروه B).

ج) ژنوتیپ هایی که عملکرد بالایی را در محیط تنش دارا هستند (گروه C).

د) ژنوتیپ هایی که عملکرد محصول کم را در دو محیط دارا هستند (گروه D).

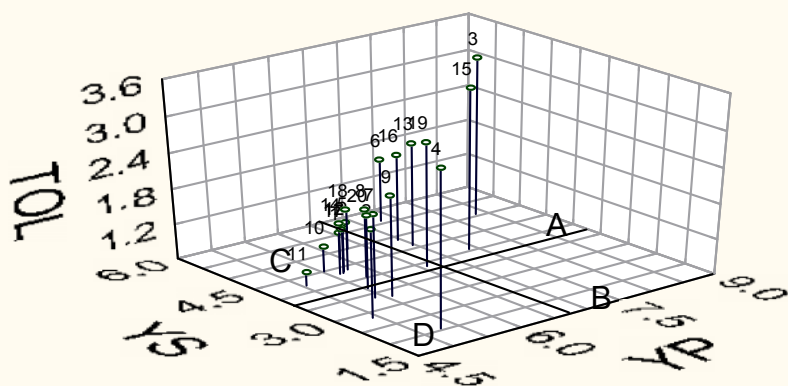
به نظر ایشان مناسب ترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه های دیگر باشد.

برای گروه بندی پدیده ها از پلات های $Y \times X$ استفاده شد. که در آن عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور X ها، عملکرد در محیط تنش بر روی محور Y و یکی از شاخص های انتخاب شده بر روی محور Z ها نمایش داده شد. این منظور، برای نشان دادن روابط بین این سه متغیر و جدا نمودن ژنوتیپ های گروه A از دیگر گروه ها (گروه B و D و C) و همچنین تشخیص سودمندی شاخص مورد نظر بعنوان معیاری برای انتخاب ارقام پر محصول و متحمل به خشکی سطح $x-y$ به وسیله کشیدن خطوط متقاطع به چهار گروه A, B, C و D و همچنین فرناندز (Fernandez, 1992) که در این باره بحث کرده است.

با توجه به اینکه مقادیر پایین TOL نشان دهنده تحمل است، هیبریدهای BC462 و OSSK499 به عنوان بهترین متحمل و علی رغم کوتاهی خط و داشتن TOL بالا به علت عملکرد پایین در شرایط بدون تنش در گروه A قرار نمی گیرند و در گروه C قرار گرفتند (گروه C). این شاخص سبب انتخاب ژنوتیپ هایی با عملکرد بالقوه پایین تحت شرایط بدون تنش و عملکرد بالا تحت شرایط تنش می شود. در اغلب آزمایش های مقایسه عملکرد، همبستگی میان شاخص های TOL و Y_p منفی و همبستگی شاخص های TOL و Y_s مثبت است. بنابراین، این شاخص قادر به تفکیک و شناسایی گروه C از A است.

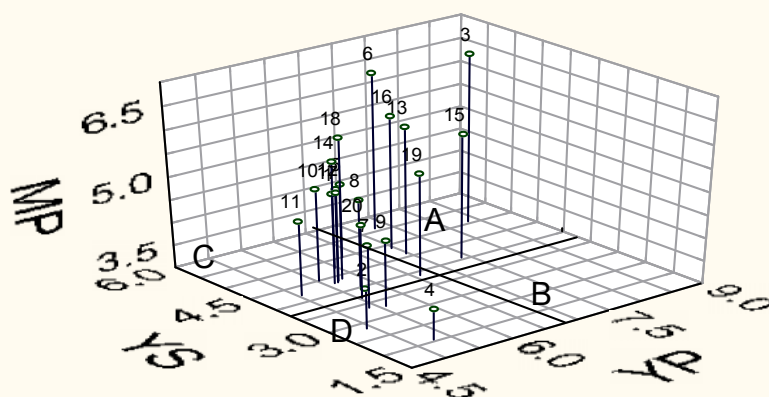
MP شاخصی است که با توجه به اینکه میزان بالای عددی این شاخص نشان دهنده تحمل به تنش است، هیبریدهای BC504 و BC652 و KSC302 به عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. همانطور که در بالا دیده می شود، این هیبریدها در گروه A قرار گرفتند (گروه A). بنابراین می توان نتیجه گرفت که MP تمایل به گزینش ژنوتیپ هایی با عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایین تر دارد. در شاخص GMP با توجه به اینکه مقادیر عددی بالا نشان دهنده تحمل به تنش است، ژنوتیپ های BC504 و BC652 و KSC302 به عنوان هیبریدهای متحمل شناسایی شدند. بنابراین شاخص GMP در مقایسه با شاخص MP قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروه ها دارد (گروه A). همچنین در شاخص Harm از میان هیبریدهای مورد بررسی، BC504 و BC652 و KSC302 به عنوان ژنوتیپ های متحمل شناسایی شدند. این هیبریدها در گروه A قرار گرفتند. در مورد هیبریدهای BC504 و BC652 که با وجود این که در گروه A قرار نگرفتند، آن ها را به عنوان ژنوتیپ های درجه دوم (گروه B) در نظر گرفتند.

در شاخص SSI که خطوط کوتاه تر نشان دهنده تحمل است که بر اساس هیبریدهای BC462 و OSSK499 به عنوان بهترین متحمل و دو هیبرید NS540 و KSC320 به عنوان بهترین حساس انتخاب شدند. این شاخص ها به خوبی می توانند تفاوت بین شاخص در گروه C قرار گرفتند و هیبریدهای KSC320 که در گروه A قرار گرفتند و از نظر شاخص حساس بود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ هایی با عملکرد پایین در شرایط عادی ولی عملکرد بالا در شرایط تنش است. بنابراین SSI قادر به تفکیک و شناسایی گروه A از گروه C است (گروه C). در شاخص



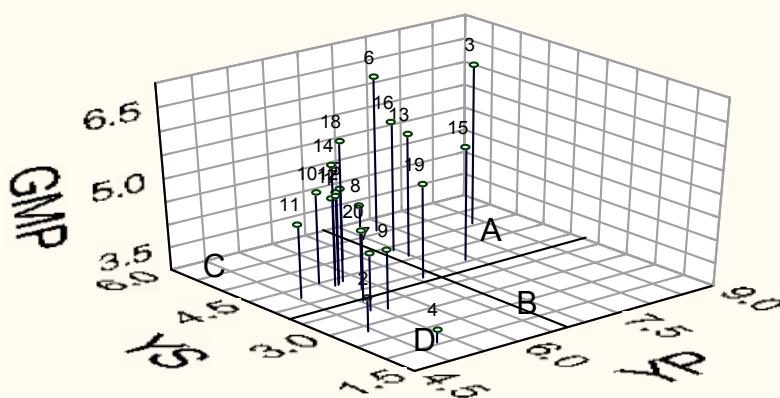
نمودار سه بعدی تنش خشکی بر اساس شاخص TOL

Fig. 1. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on TOL index



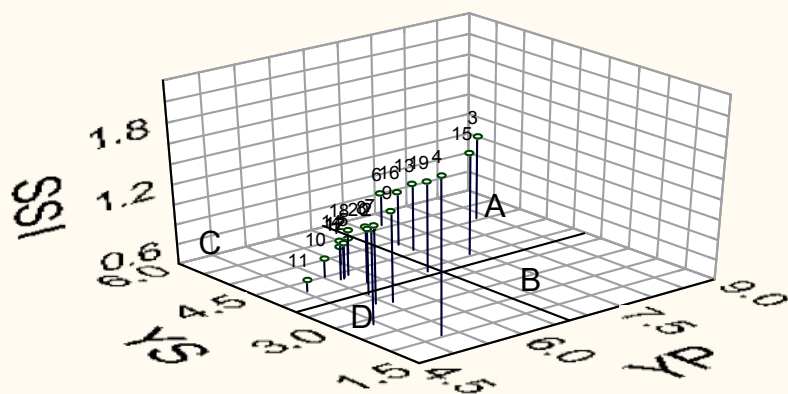
نمودار سه بعدی تنش خشکی بر اساس شاخص MP

Fig. 2. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on MP index



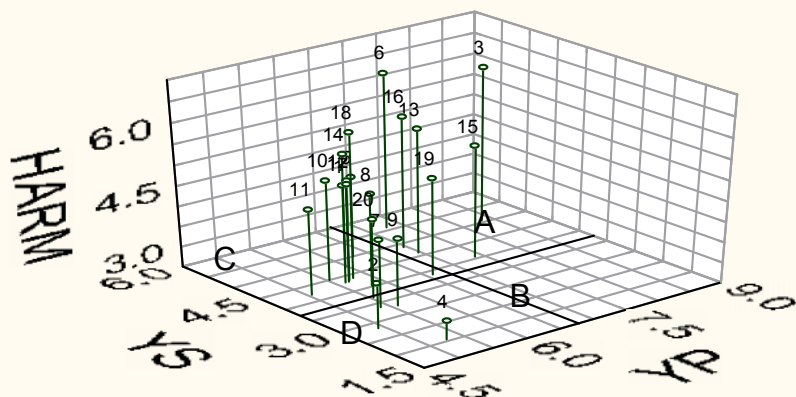
نمودار سه بعدی تنش خشکی بر اساس شاخص GMP

Fig. 3. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on GMP index



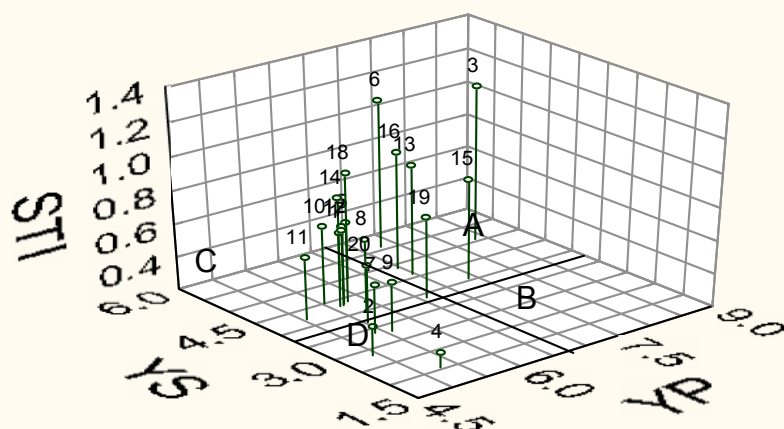
نمودار سه بعدی شاخص های انتخاب برای تحمل به خشکی بر اساس SSI

Fig. 4. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on SSI index



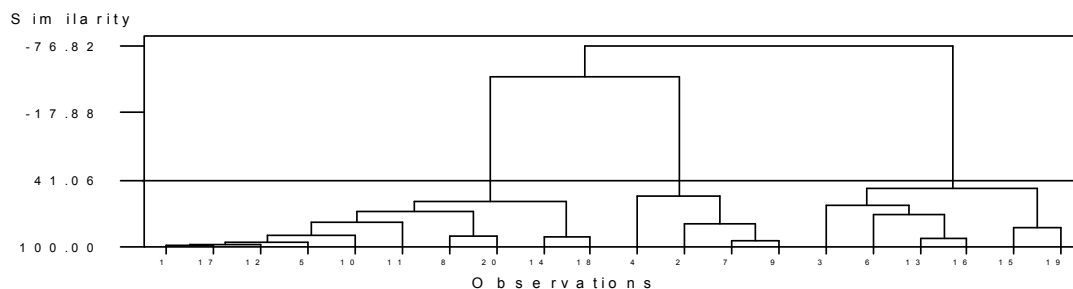
نمودار سه بعدی شاخص های انتخاب برای تحمل به خشکی بر اساس Harm

Fig. 5. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on Harm index



نمودار سه بعدی شاخص های انتخاب برای تحمل به خشکی بر اساس STI

Fig. 6. 3-D graph for drought tolerance in maize hybrids based on STI



۱- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه ای α ذرت بر اساس شاخص های تحمل و حساسیت به تنش و عملکرد دانه

Fig. 7. Dendrogram of cluster analysis of maize hybrids based on tolerance and susceptibility indices and grain yield

جمع این گروه اضافه شدند. به این روش می‌توان تا از ۱۰۰۰۰۰ نفری مورد مطالعه در این گروه قرار گرفتند. اگر ۱۰۰۰۰۰ داره‌های سه بعدی که در نمودار های ۳-۴ رسم شده اند مراجعه شود، مشاهده می‌شود هر یک از این روش فوق در گروه C قرار گرفتند. این روش می‌تواند از نظر ۳-۵ و TOL و SSI کمتر از ۱۰۰۰۰۰ نفر را به خود اختصاص دادند، به دلیل عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و عملکرد بالا در شرایط تنش، این گروه بر اساس ۱۰۰۰۰۰ نفری فرناندز در گروه C قرار گرفتند (۳-۶).

این مطالعه به منظور مشاهده و مقایسه تغییرات در شاخص‌های تنوع زیستی در یک منطقه حفاظت‌شده در استان تهران انجام شد. در این مطالعه، تغییرات در شاخص‌های تنوع زیستی در یک منطقه حفاظت‌شده در استان تهران در طول یک دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، از روش‌های مختلف نمونه‌برداری و شمارش استفاده شد. نتایج نشان داد که شاخص تنوع زیستی در این منطقه در طول دوره مورد بررسی، به طور کلی افزایش یافته است. این افزایش می‌تواند به دلیل اقدامات حفاظتی انجام شده در این منطقه باشد. با این حال، نیاز به ادامه تحقیقات در این زمینه برای ارزیابی دقیق‌تر تغییرات تنوع زیستی در این منطقه وجود دارد.

STI که خطوط بلندتر نشاندهنده تحمل است، هیبریدهای BC504 و BC652 و KSC302 می‌توانند به عنوان هیبریدهای مناسب برای تولید بذر در شرایط تنش باشند. این شاخص توانست همه هیبریدهای که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش بودند را به عنوان هیبرید متحمل شناسایی کند و همگامی در گروه A قرار گرفتند. همچنین NS540 و BC678 به‌دلیل ضعیف بودن در شرایط تنش نمی‌باشند، که در گروه D قرار می‌گیرند. بنابراین طبق نتایج حاصل از آزمایش‌ها می‌توان گفت که فرناندز (Fernandez, 1992) بر گزارش کرد، STI قادر به تفکیک و شناسایی ژنوتیپ های گروه A از گروه B و C بود.

شرایط نرمال و تنش، جهت شناسایی گروه های ژنوتیپی مختلف به دسته باغی و دها در گروه های مشابه از روش کلاستر بندی [۱۲] استفاده شد (۱۳). همانطور که در این [۱۴] مشاهده می شود، با برش [۱۵] از نقطه تشابه [۱۶/۱۷] و [۱۸] وجود به سه گروه با تشابه های درون گروه بالا و برون گروه [۱۹].

گروه بک شامل ژنوتیپ $\Delta\Delta$ BC582 KSC250 و $\Delta\Delta$ BC462 و $\Delta\Delta$ DSSK444 و $\Delta\Delta$ BC666 و $\Delta\Delta$ OSSK499 باشد که دو هوموگوت $\Delta\Delta$ MV502 و $\Delta\Delta$ KSC704 به جمع این گروه اضافه شده، در نهایت دو هوموگوت $\Delta\Delta$ BC418 و $\Delta\Delta$ KSC260

[illegible]

جدول ۳- همبستگی بین شاخص‌های مختلف تحمل تنش و میزان عملکرد در دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی

Table 3. Correlation between different drought tolerance indices and grain yield under normal and drought

	stress conditions							
	YP	YS	TOL	MP	GMP	SSI	HARM	STI
YP	1							
YS	0.61**	1						
TOL	0.51*	-0.35 ^{ns}	1					
MP	0.90**	0.89**	0.10 ^{ns}	1				
GMP	0.85**	0.93**	0.0016	0.99**	1			
SSI	-0.09 ^{ns}	-0.71**	0.89**	-0.32 ^{ns}	-0.42 ^{ns}	1		
HARM	0.80**	0.96**	-0.091	0.97**	0.99**	-0.50*	1	
STI	0.88**	0.90**	0.063 ^{ns}	0.99**	0.99**	-0.36 ^{ns}	0.98**	1

و ** : سطح احتمال ۱ درصد در سطح احتمال ۱ درصد و %

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

ns: غیر معنی دار

ns: Non-Significant

References

منابع مورد استفاده

مقدم، م. کاظم، م. مقدم، و م. شکری. ارزش اقتصادی مقاومت به خشکی در مراحل مختلف رشد ژنوتیپ‌های دیررس ذرت. پن‌کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران رشت. ص. ۱۱.

مقدم، ع. و هادی زاده. ارزش عمل‌میریدهای ذرت و لاین‌های والدی آنها به خشکی با استفاده از شاخص‌های عملکرد و راندمان استفاده از آب در ذرت دانه ای. پن‌کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳۹۱

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89(1):1-16.

Campose. H., Cooper. M. , Habben. J.E and J. R. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize: a

view from industry. Field Crops Res. 90 (1): 19-34.

Edmeads, G. O. J. Bolanas. J. and , H. R. Laffitte. 1990. Selection for drought tolerance in maize adapted to the lowland tropics. Mexico D. F., Mexico, CIMMYT.

Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of a Symposium, Taiwan, 13-18 Aug. Chapter 25. pp. 257-270.

Fischer. R. A. and R. Maurer 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain Yield responses. Australian J. Agri. Res. 29:897-912.

Larson , E. J. and M. O. Clegg. 1999. Using corn maturity to maintain grain yield in the presence of late season drought. Journal of Production Agriculture. 12(3): 400-405.

Rosielle. A. A., and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 943- 946.

Study of selection indices for drought tolerance in some of grain maize hybrids

Jafari, A¹., R. Choukan², F. Paknejad³ and A. Pourmaidani⁴

ABSTRACT

Jafari, A., R. Choukan, F. Paknejad and A. Pourmaidani. 2007. Study of selection indices for drought tolerance in some of grain maize hybrids. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 9(3): 200-212.

To study the drought tolerance in some of grain maize hybrids, this study was carried out in Qom province in 2006 cropping season. Twenty maize hybrids were evaluated in randomized complete block design with four replications, in two separate experiments, under normal irrigation (30% depletion of available water) and drought stress (60% depletion of available water). Results of analysis of variance for grain yield and its components showed variation among hybrids under normal and drought stress conditions. The highest yield under normal and stress conditions belonged to hybrids BC504 and BC652, respectively. While, hybrids BC678 and NS504 showed the lowest yield under normal and stress conditions, respectively. To evaluating the response of hybrids to drought stress, different indices, including, Stress Susceptibility Indices (SSI), Harmonic mean (Harm), Tolerance index (TOL), Mean Productivity (MP), Stress Tolerance Index (STI) and Geometric Mean Productivity (GMP) were used. Different indices revealed hybrids BC504, BC652, BC404, KSC302, KSC320 and KSC647 as tolerance under stress condition. STI, MP, GMP and Harm indices, were identified as suitable indices to be used in applied maize breeding programs. These indices showed the highest correlation between grain yield under normal and drought stress conditions.

Key words : Maize, Hybrid, Drought stress, Normal condition, Tolerance indices, Grain yield

Received: September, 2007.

1- Former M.Sc. Student, Islamic Azad University, Karaj Unit, Karaj, Iran.

2- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author).

3- Faculty member, Islamic Azad University, Karaj Unit, Karaj, Iran.

4- Faculty member, Agriculture and Natural Research Center of Qom Province, Qom, Iran.