Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۱، شماره ۳، سال ۱۳۷۹ (۵۲۳-۵۱۳)

بررسی شاخص های مقاومت به خشکی و استفاده از روش بای پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای

جعفر احمدی، حسن زینالی خانقاه، محمدعلی رستمی و رجب چوگان
به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار و استادیار مرحوم گروه زراعت و اصلاح نباتات
دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و پژوهشگر موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر
تاریخ پذیرش مقاله ۷۹/۱/۳۱

خلاصه

به منظور تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی، آزمایشی با استفاده از طرح کرتهای خردشده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی باسه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی کرج در سال زراعی ۱۳۷۷ اجرا گردید. کرتهای اصلی در این آزمایش، سه رژیم آبیاری (محیط بدون تنش ، تنش میانی و تنش انتهایی) و کرتهای فرعی شامل هشت رقم هیبرید سینگل کراس دیررس بودند . نتایج ارزیابی هیبریدها از نظر مقاومت به خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی (GMP)، تحمل به تنش (STI)، حساسیت به تنش (SSI)و تحمل (TOL) مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که شاخص های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی (GMP) در جداسازی ژنوتیپ های گروه A (ژنوتیپ هایی که هم در شرایط تنش و هم در شرایط بدون تنش عملکرد بالاتری دارا هستند) از سایر گروههاموفق تر هستند و مناسبترین هیبرید در شرایط تنش میانی و انتهایی براساس شاخص های فوق به ترتیب هیبریدهای S.C۷۰۵ و S.C۷۰۸ بودند. در این تحقیق روابط مابین شاخص های ذکر شده بااستفاده از روش ترسیمی بای‌پلات نمایش داده شد و معلوم گردید که در محیط بای‌پلات نیز دو شاخص STI و GMP نسبت به یکدیگر دارای بالاترین ضریب همبستگی هستند و هیبریدها به دو دسته متحمل و غیر متحمل تقسیم‌بندی می شوند . بطوری که در شرایط تنش میانی دو هیبرید S.C۷۰۵ و S.C۶۴۷ و در شرایط تنش انتهایی هیبریدهای S.C۷۰۸، S.C۷۰۹ و S.C۷۱۲ در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به خشکی (در ناحیه با مولفه یک بالا و مولفه دو پایین) واقع شدند.

واژه های کلیدی : ذرت، خشکی، مقاومت ، شاخص ، بای پلات

مقدمه

مقاومت به خشکی یکی از خصوصیات مهم برای هر ژنوتیپ می‌باشد، لذا تعیین مقاومت نسبی هر ژنوتیپ به خشکی امری ضروری است ، بعلاوه با مشخص شدن میزان مقاومت به خشکی در ژنوتیپ های مورد بررسی برای مناطقی که احتمال کمبود آب در مراحل حساس رشدی بالابوده و یا کمبود آب مانع کشت ذرت می‌باشد می توان با اطمینان بیشتری اقدام به کشت ارقام مورد نظرنمود.

آندراد و کاردیول نیازهای آبی و واکنش به خشکی را در ذرت ، آفتابگردان و سویا مطالعه کردند . حساسترین مرحله به استرس آبی در ذرت و آفتابگردان در مرحلهٔ گلدهی بود ، اما در سویا در مراحل بعد از تولید مثل بود (۴) .

هریرو و جانسون در بررسی انجام گرفته مشاهده کردند که استرس خشکی در طول گلدهی فاصله بین شروع گرده‌دهی و ظهور کاکل را افزایش داد. در اثر استرس شدید ظهور کاکل تا بعد

www.SID.ir

Archive of SID

از گرده دهی کامل یا حتی بیشتر از آن هم به تاخیر افتاد که به موجب آن تعداد بیشتری از بلال ها عقیم یا مقدار کمی دانه داشتند (۱۰).

هریرو و جانسون (۱۹۸۱) همچنین نتیجه گرفتند که تاخیر ظهور کاکل و طویل شدن مداوم کاکل (تارهای ابریشمی) بیان کننده حساس ترین بخش از مرحله همزمانی اندامهای گل به وضعیت آبی گیاه است (۱۰).

دنمد وشاو با بررسی تنش رطوبتی خاک در مراحل مختلف رشد بر روی نمو و عملکرد ذرت چنین نتیجه گرفتند که تنش رطوبتی قبل از ظهور کاکل در حدود ۲۵ درصد، در مرحله ظهور کاکل ۵۰ درصد وبعد از ظهور کاکل ۲۱ درصد عملکرد دانه راکاهش داد. آنها همچنین بیان داشتند که تنش رطوبتی در مرحله رویشی باعث کاهش ارتفاع بوته و طول بلال گردید و کلیه تیمارهای تنش باعث کاهش سطح برگ بلال گردیدند (۵).

در ذرت ناتوانی توسعه سنبلچه‌های گل آذین ماده در گیاهان تحت خشکی قبل و بعد از گرده‌افشانی عامل کاهش عملکرد محسوب می‌شود. این ناتوانی ممکن است در اثر کاهش جریان مواد فتوسنتزی جاری به سنبلچه‌ها باشد (۷).

ادمیدز در سال ۱۹۸۴ ذکر کرد که کاهش در عملکرد گیاه ذرت که عمدتا" بواسطه کمبود آب درمرحله گلدهی رخ داد، بیشتر به‌خاطر تغییر در تعداد دانه در گیاه بود تا وزن دانه. بطور کلی ذرت در مرحله گلدهی بویژه ظهور کاکل به تنش رطوبتی خیلی حساس می‌باشد (۶).

وست گیت و بویرنشان دادند هنگامی که گیاه در معرض تنش آبی قرار می گیرد، کاکل ها دیرتر از حالت طبیعی ظاهر میشوند و چنانچه این کاکل ها گرده افشانی شوند و باروری صورت گیرد، بزودی رشد و نمو دانه متوقف می شود، دراین حالت دانه ها غیر یکنواخت، نوک بلال ها و حتی کل بلال عاری از دانه می باشد(۱۲).

فرناندز با بررسی عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش، ژنوتیپها را از نظر واکنش به دو محیط در ۴ گروه زیر تقسیم بندی نمود (۸):

الف) ژنوتیپ‌هائی که تظاهر یکسانی را در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند (گروه A).

ب) ژنوتیپ‌هائی که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش داراهستند (گروه B).

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

د) ژنوتیپ‌هائی که تظاهر ضعیفی را در هردو محیط دارا هستند (گروه D).

فرناندز اظهار می‌دارد که‌مناسبترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروهها باشد(۸).

فیشر و مورر (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش(SSI)[1] را پیشنهاد کردند که‌از طریق رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود (۹).

$$SSI = \frac{1- (Ys / Yp)}{SI}$$

$$SI = 1 - (\frac{Ys}{Yp})$$

که SI معادل شدت تنش[2] است.

Yp : عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش.

Ys : عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش.

Yp : میانگین عملکرد کلیهٔ ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش.

Ys : میانگین عمکرد کلیهٔ ژنوتیپ‌ها در محیط تنش.

هر قدرمقدار SSI کوچکتر باشد، میزان مقاومت به خشکی بالاتر است، که این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه C نمی‌باشد.

روزیل و هامبلین در سال ۱۹۸۱ شاخص تحمل (TOL)[3] رابصورت اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش و همچنین شاخص متوسط محصول دهی[4] رابصورت میانگین عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش پیشنهاد نمودند که بر اساس روابط زیر محاسبه می‌شوند (۱۱).

$$TOL = Yp - Ys$$

$$MP = \frac{Yp + Ys}{2}$$

مقادیر بالای TOL نمایانگر حساسیت بیشتر به خشکی بوده و هرقدر مقادیر این شاخص پائین‌تر باشد، مطلوبتر خواهد بود. بنابراین این شاخص نیز قادر به تفکیک و شناسائی گروه C از A نمی‌باشد. شاخص MP نیز تمایل به گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد

1. Stress susceptibility index
2. Stress intensity
3. Stress tolerance
4. Mean productivity

www.SID.ir

Archive of SID

بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پائین‌تر دارد .

فرناندز (۱۹۹۲)شاخص تحمل به تنش (STI)[1] را پیشنهاد کرد تا برای شناسائی ژنوتیپهایی با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش مورد استفاده قرار گیرد . این شاخص بصورت زیر محاسبه می‌شود (۸) .

$$STI = (\frac{Yp}{Yp})(\frac{Ys}{Ys})(\frac{Ys}{Yp}) = \frac{(Yp)(Ys)}{(Yp)^2}$$

بنابراین شاخص STI قادر به تفکیک و شناسایی گروه A از گروه‌های B و C می‌باشد .

فرناندز (۱۹۹۲) این شاخص ها را برای شناسائی ژنوتیپهای با مقاومت بالا به تنش و پتانسیل محصول دهی بالا در ۲۱ رقم ماش تحت تنش متوسط و شدید خشکی مقایسه کرد . در این بررسی شاخصهای MP,TOL و SSI در شناسائی ژنوتیپهائی که هم پتانسیل عملکرد بالا و هم پتانسیل تحمل به تنش بالا داشتند ،ناموفق بود. بنابراین شاخص تحمل به تنش (STI) در اینجا پیشنهاد شد که ژنوتیپ های با پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش بالا را شناسائی می‌کند . بنابراین هر قدر میزان STI برای یک ژنوتیپ در محیط تنش بیشتر باشد ، پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش آن بالاتر است .

فرناندز همچنین بیان می‌دارد که شاخص دیگری تحت عنوان میانگین هندسی محصول دهی عملکرد (GMP)[2] که بصورت زیر بیان می‌شود ، حساسیت کمتری نسبت به مقادیر بسیار متفاوت Ys و Yp دارد .

$$GMP = \sqrt{(Ys)(Yp)}$$

بنابراین شاخص GMP در مقایسه با شاخص MP ، قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروهها دارد و بر همین اساس بود که شاخص STI بر اساس GMP بنا گذاشته شد .

در بررسی فرناندز (۱۹۹۲) همچنین روابط بین شاخص های تحمل به تنش بوسیله نمایش بای پلات چند متغیره به تصویر کشیده شد ، بطوری که در شدت تنش متوسط مولفهٔ اول ۶۹ % از تنوع داده‌ها راتوصیف می‌کرد و مؤلفهٔ پتانسیل عملکرد نامگذاری شد ، مؤلفهٔ دوم نیز حدود ۳۰ %از کل تنوع بین داده‌ها راتوصیف کرد ، که مؤلفه تحمل به‌تنش نامیده شد .

در شرایط تنش شدید نیز مؤلفه اول با ۶۳ % تنوع بین داده‌ها به مؤلفهٔ تحمل به تنش و میانگین محصول دهی و مؤلفهٔ دوم با ۳۶ % تنوع، به پتانسیل عملکرد نامگذاری شد (۸) .

بررسی تنوع صفات کمی بین هیبریدهای مورد بررسی در شرایط تنش و بدون تنش، تعیین تحمل نسبی هیبریدهای ذرت در صورت بروز کمبود آب در مراحل حساس رشدی، برآورد شاخص های مقاومت به خشکی در رابطه با ژنوتیپ های مورد بررسی وتعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی برای ذرت از مهمترین اهداف این تحقیق می باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق ۸ هیبرید ذرت دانه‌ای به صورت طرح کرتهای خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار طی سال زراعی ۷۷-۷۶ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در کرج مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند .

فاکتور اصلی شامل ۳ سطح رژیم آبیاری (تنش رطوبتی میانی ، تنش رطوبتی انتهائی و بدون تنش رطوبتی) و فاکتور فرعی شامل هشت هیبرید ذرت دانه‌ای بود . هرکرت از ۴ ردیف ۶ متری و با فاصله بین خطوط ۷۵ سانتی متری تشکیل شد. در هر خط ۱۴ کپه به فاصله ۴۱ سانتی متر از همدیگر قرار داشتند و در هرکپه ۴ بذر کاشته شد که در مرحلهٔ ۶ ــ ۵ برگی به دو بوته در هر کپه تنک شد .

در تیمار رژیم آبیاری نرمال، کرت‌ها بطور معمول آبیاری شد . در تیمار رژیم آبیاری باتنش میانی، آبیاری کرتها درست قبل از مرحله شروع گلدهی به مدت ۲۱ روز، قطع شد تا زمان وقوع بیشترین تنش در گیاه همزمان با مرحله گلدهی گردد . در تنش انتهائی، پس از اتمام گلدهی و تشکیل جنین در مرحلهٔ شیری یا آغاز پر شدن دانه، آبیاری به مدت ۲۱ روز قطع گردید تا اعمال تنش درمرحله پر شدن دانه انجام گیرد.

عملیات تهیه زمین شامل شخم ، دیسک ، تسطیح و ایجاد جوی پشته بود . مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم قبل از کاشت و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بصورت سرک در مرحله ۹ ــ ۷ برگی به زمین داده شد . ارقام هیبرید ذرت دانه ای که همگی از گروه رسیدگی دیررس بودند عبارتند از:

1. Stress tolerance index
2. Geometric mean peoductivity

www.SID.ir

Archive of SID

S.Cv۷۰۴، S.Cv۷۰۵، S.Cv۷۰۷، S.Cv۷۰۸، S.Cv۷۰۹، S.Cv۷۱۰، S.Cv۷۱۲ و S.C۶۴۷

صفات مورد بررسی که بر روی ۱۰ بوته تصادفی با رعایت حاشیه اندازه گیری شدند، عبارت بودند از :

ارتفاع بوته ، قطر ساقه ، ارتفاع استقرار بلال ، تعداد کل برگ ،تعداد برگهای بالای بلال ، طول گل تاجی ، تعداد انشعابات گل تاجی ، تعداد بلال در بوته ،تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف ، وزن ۵۰۰ دانه، لوله شدن برگ ، پیری یاخشکیدگی برگ ، تاریخ ظهور گل تاجی ،تاریخ گرده‌افشانی ، تاریخ ظهور کاکل ، فاصله ظهور دانه گرده تا ظهور کاکل (ASI) ، طول بلال ، قطر بلال ، روزهای تا رسیدگی فیزیولوژیک و عملکرد دانه .

میانگین صفات اندازه گیری شده روی ۱۰ بوته به عنوان میانگین صفت در کرت ثبت گردید. به منظور بررسی وجود تنوع میان هیبریدها ازنظر صفات تحت بررسی ، بر روی تک‌تک صفات تجزیه واریانس انجام پذیرفت .

از ۵ شاخص میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی (GMP)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل به تنش (STI)، برای تعیین میزان تحمل یا حساسیت هیبریدها به‌تنش خشکی استفاده شد و براساس مقادیر بدست آمده گروهبندی هیبریدها صورت گرفت .

برای مقایسه شاخص های مختلف از روش ترسیمی بای‌پلات بااستفاده‌از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد و مناسبترین شاخص‌ها تعیین گردیدند .

نتایج و بحث

دراین بررسی که جهت تعیین مناسبترین ژنوتیپهای متحمل به خشکی، از شاخصهای مقاومت و تحمل مختلف‌براساس عملکرد ارقام در محیط بدون تنش (Yp) و درمحیط تنش (Ys) استفاده گردید، و بهترین شاخص ها براساس همبستگی‌های بین شاخصهای تحمل و عملکرد درشرایط تنش و بدون تنش مشخص شد . بطور کلی شاخصهایی که درهر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی نسبتا بالائی با عملکرد باشند، بعنوان بهترین شاخص معرفی می‌گردند .

درهمین رابطه با توجه به نتایج ضرایب همبستگی شاخصها (جداول ۱ و ۲) ملاحظه شد که‌شاخص های میانگین هندسی (GMP) و تحمل به خشکی (STI) با توجه به همبستگی‌های معنی‌دار و بالائی که باعملکرد در هر دو محیط داراهستند ، درهر دو شرایط تنش میانی و تنش انتهائی شاخصهای مناسبی می‌باشند که می‌توانند برای تخمین پایداری عملکرد و همچنین دستیابی به ارقام با عملکرد بالا در هردو مجیط بکاررروند . نتایج بدست آمده در رابطه باتعیین مناسبترین شاخص حساسیت به خشکی کاملا" با یافته‌های فرناندز (۸) مطابقت دارد. همچنین انتخاب دو شاخص STI و GMP بعنوان بهترین شاخص ها در این تحقیق با نتایج احمد زاده(۲) و نورمند مؤید (۳) کاملا" مطابقت دارد.

برای تعیین ژنوتیپهای مقاوم به‌خشکی باعملکرد بالادر هر دو محیط از نمودار سه‌بعدی استفاده گردید ،که در آن عملکرد در محیط بدون تنش بر روی محور Yها، عملکرد در محیط تنش بر روی Xها و یکی از شاخصهای انتخاب شده فوق برروی محور Zها نمایش داده شد . برای نشان دادن روابط بین این سه متغیر وجدا نمودن ژنوتیپهای گروه A از گروههای دیگر (C,B و D) و همچنین تشخیص سودمندی شاخص مورد نظر بعنوان معیاری برای انتخاب ارقام پر محصول و متحمل به خشکی، سطح X-Y بوسیله کشیدن خطوط متقاطع به چهار گروه A, B, C و D تقسیم گردید.

فرناندز بیان می‌دارد که مناسبترین معیار انتخاب معیاری است که قادربه تشخیص گروه A از سایر گروههاباشد .

در بررسی نمودار سه بعدی Yp، Ys و STI (شکل ۱) در شرایط تنش میانی مشاهده می‌شود که سه هیبرید S.C ۷۰۵، S.C ۶۴۷ و S.C ۷۱۲ در گروه A قرار می گیرند واین هیبریدها دارای STI متوسط تا بالائی می‌باشند که این خود نشان دهنده سودمندی این شاخص در تفکیک ژنوتیپ های گروه A از گروههای دیگر می‌باشد . بنابراین در این مطالعه مشخص گردید که‌در تنش میانی هیبریدهای ذکر شده هیبریدهای متحمل به خشکی با عملکرد بالا در محیط می‌باشند .

در بررسی نمودار سه بعدی Yp، Ys و STI (شکل ۲) در شرایط تنش انتهائی، سه هیبرید S.Cv۷۰۸ ، S.Cv۷۰۹ و S.Cv۷۱۲ درگروه A قرارگرفتند و هیبریدهای متحمل به خشکی با عملکرد بالا در دو محیط شناسائی شدند .

نتایج حاصل از نمودارهای سه بعدی Yp, Ys و GMP در

www.SID.ir

جدول ۱ - ضرایب همبستگی بین شاخصهای مختلف مقاومت به خشکی در شرایط تنش میانی

	YN	YS	MP	GMP	STI	SSI	TOL
YN	۱/۰۰۰	۰/۰۲۲	۰/۸۲۱*	۰/۷۲۰*	۰/۷۱۵*	۰/۷۱۰*	۰/۸۱۲*
YS		۱/۰۰۰	۰/۵۸۸	۰/۷۰۹*	۰/۷۱۳	-۰/۶۸۴	-۰/۵۶۳
MP			۱/۰۰۰	۰/۹۸۷**	۰/۹۸۵**	۰/۱۸۳	۰/۳۳۵
GMP				۱/۰۰۰	۰/۹۹۹**	۰/۰۲۷	۰/۱۸۱
STI					۱/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۱۷۵
SSI						۱/۰۰۰	۰/۹۸۵**
TOL							۱/۰۰۰

* و** - بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

YN= normal yield
YS= stress yield
SSI= stress susceptibility
MP= mean productivity
TOL= stress tolerance
STI= stress tolerance index
GMP= geometric mean productivity

جدول ۱ - ضرایب همبستگی بین شاخصهای مختلف مقاومت به خشکی در شرایط تنش میانی

	YN	YS	MP	GMP	STI	SSI	TOL
YN	۱/۰۰۰	۰/۵۸۰	۰/۹۰۵**	۰/۸۶۱**	۰/۸۵۱**	۰/۲۳۴	۰/۵۷۸
YS		۱/۰۰۰	۰/۸۷**	۰/۹۱۳**	۰/۹۲**	-۰/۶۵۴	-۰/۳۲۸
MP			۱/۰۰۰	۰/۹۹۵**	۰/۹۹۳**	-۰/۱۹۹	۰/۱۷۷
GMP				۱/۰۰۰	۰/۹۹۹**	-۰/۲۹۰	۰/۰۸۴
STI					۱/۰۰۰	-۰/۳۰۹	۰/۰۶۵
SSI						۱/۰۰۰	۰/۹۲۷**
TOL							۱/۰۰۰

YN= normal yield
* و** - بترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪
YS= stress yield
SSI= stress susceptibility
TOL= stress tolerance
MP= mean productivity
STI= stress tolerance index
GMP= geometric mean productivity

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

هر دو شرایط تنش با توجه به همبستگی بسیار بالای دو شاخص STI و GMP عینا شبیه نتایج ذکر شده در بالا بود (شکل های ۳ و ۴).

در بررسی هایی که احمد زاده (۲) و نورمند مؤید (۳) انجام داده بودند، نیز ژنوتیپ های متحمل به خشکی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش با توجه به دو شاخص STI و GMP در گروه A قرار گرفتند.

دریک نمودار سه‌بعدی فقط روابط بین سه متغیر (عملکرد در شرایط تنش ، عملکرد در شرایط بدون تنش و یکی از شاخصها) را می‌توان مطالعه کرد. برای مطالعه روابط بین بیش از سه متغیر، یک شکل حاصل از نمایش چند متغیره مانند بای‌پلات مفید می‌باشد .

با داشتن جدولی شامل ژنوتیپها و شاخصهای مختلف تحمل به تنش و با استفاده از روش بای‌پلات می‌توان روابط بین ژنوتیپها و شاخص‌های تحمل به خشکی را در یک شکل واحد رسم نمود . در این تحقیق ،بای پلات ابزار مفیدی برای تجزیه اطلاعات بوده و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس بزرگ دوطرفه را ممکن می‌سازد . بدین منظور ماتریس فوق که از داده‌های مربوط به ۷ شاخص و ۸ هیبرید تشکیل شده بود ، از طریق تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به هفت مؤلفه‌تقسیم شد که نتایج آن در جداول (۳ و ۴)آمده است .

همانطور که از جدول ۳ (درتنش میانی) ملاحظه می‌شود، بیشترین تغییرات مورد نظر بین داده‌ها توسط دو مؤلفه اول بیان می‌شود (۹۹/۹۳۵ %) .بدین لحاظ ترسیم بای‌پلات بر اساس دو مؤلفه اصلی اول صورت گرفت . از آنجائیکه مؤلفه‌اول تغییراتی را در برمی‌گیرد که توسط مؤلفهٔ دوم تبیین نمی‌شود و بالعکس ،از این رو دو مؤلفه را می‌توان به صورت دو محور عمود برهم نمایش داد و ژنوتیپها رابر اساس این دومؤلفه در سطح نمودار فوق توسط نقاطی مشخص نمود .

دراین بررسی در شرایط تنش میانی اولین مؤلفه ۵۹/۱۰۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها راتبیین کرد و همبستگی مثبت بالایی را باعملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) و نیز با شاخص‌های GMP, MP و STI داشت . با توجه به اینکه میزان بالای این شاخص ها مطلوب هستند بنابراین اگر میزان مؤلفهٔ اول بالا باشد ،ارقامی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد بالا در شرایط بدون تنش و MP و GMP و STI بالایی هستند . ازاین رو مؤلفه‌اول را می‌توان بعنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل به خشکی نامگذاری کرد .

دومین مؤلفه ۴۰/۸۲۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها رابیان کرد و همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش (YS) و شاخص های STI و GMP و همبستگی مثبت با شاخص TOL داشت . بنابراین مؤلفهٔ دوم را می‌توان بعنوان مؤلفه حساسیت به تنش که ژنوتیپ های با عملکرد پائین در شرایط تنش را جدا می‌کند، نامگذاری کرد .

باتوجه به اینکه مقادیر بالای شاخصهای GMP و STI و مقادیر پایین TOL مطلوب هستند، بنابراین اگر میزان مؤلفهٔ دوم پایین باشد ، ارقامی انتخاب می‌گردند که دارای GMP و STI بالا و TOL پایین و عملکرد بالا در شرایط تنش هستند .

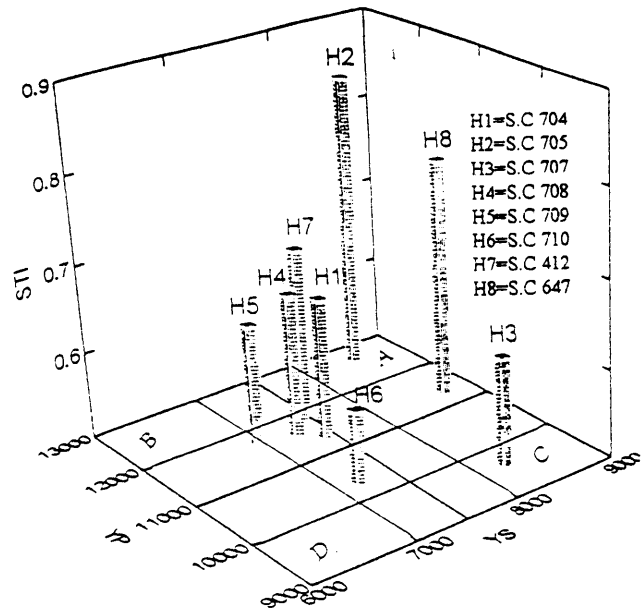
براساس مؤلفه های اول و دوم بای‌پلات ترسیم گردیده‌است (شکل ۵)، بطوریکه ژنوتیپهادر درون گروههای مشخص قرارگرفته که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل به تنش آنهاست .همانطوریکه از شکل ۵ مشاهده می شود ، در مورد تنش میانی دو هیبرید ۷۰۵ S.C و ۶۴۷ S.C در ناحیه با پتانسیل تولید بالاو حساسیت پایین به خشکی (قسمت پایین و سمت راست شکل ۵) واقع شده‌اند و ۷۰۴ S.C ، ۷۰۸ S.C ، ۷۰۹ S.C و ۷۱۰ S.C در ناحیه با عملکرد پایین و حساسیت بالابه خشکی (قسمت بالاو سمت چپ شکل ۵) قرارگرفته‌اند . این نوع توزیع بیان کننده تنوع ژنتیکی موجود در هیبریدها نسبت به شرایط تنش می‌باشد.

باتوجه به‌اینکه ۷۰۵ S.C و ۶۴۷ S.C جزء هیبریدهای انتخابی از طریق بهترین شاخصها یعنی STI و GMP می باشند و از طرفی در ناحیه مطلوب بای‌پلات نیز قرارگرفته اند ، بعنوان بهترین هیبریدها باپتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی شناخته می‌شوند . باتوجه به زوایای خطوطی که‌شاخصهارا نمایش می‌دهند ملاحظه می‌شود که شاخصهای TOLو SSI همبستگی منفی و بالا با عملکرد در شرایط تنش (Ys) و همبستگی مثبت و بالا باعملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) دارند . همینطور شاخصهای STI ،MP و GMP باهر دو عملکرد بدون تنش و تنش همبستگی مثبت دارند و دوشاخص STI و GMP که بعنوان بهترین شاخصهاشناخته شده‌اند همبستگی مثبت خیلی بالائی باهم دارند .

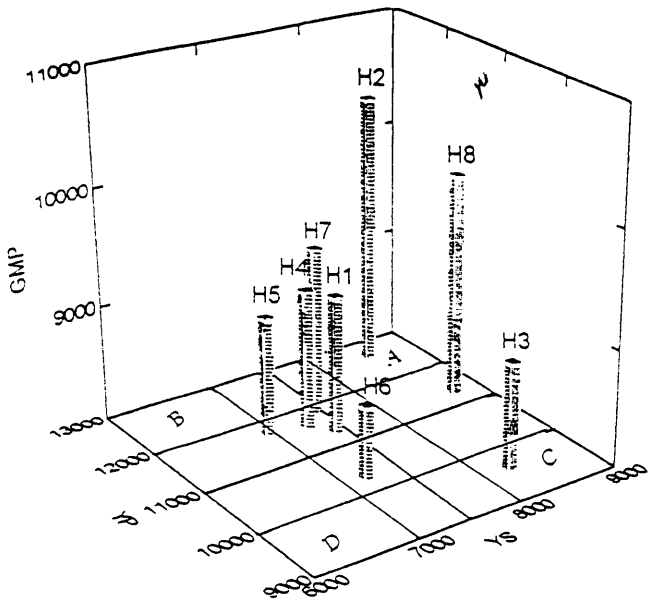
نتایج حاصل از این روش در شرایط تنش انتهائی نیز در جدول ۴ و شکل ۶ نشان داده شده‌اند. به همین منوال در شرایط تنش

www.SID.ir

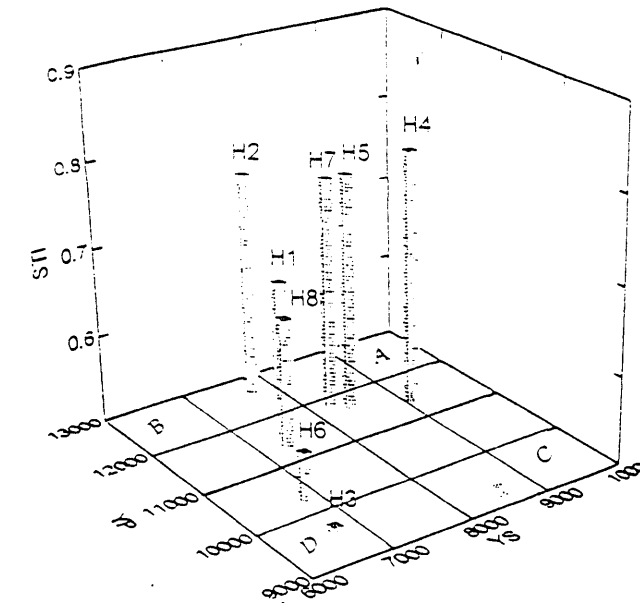
Archive of SID



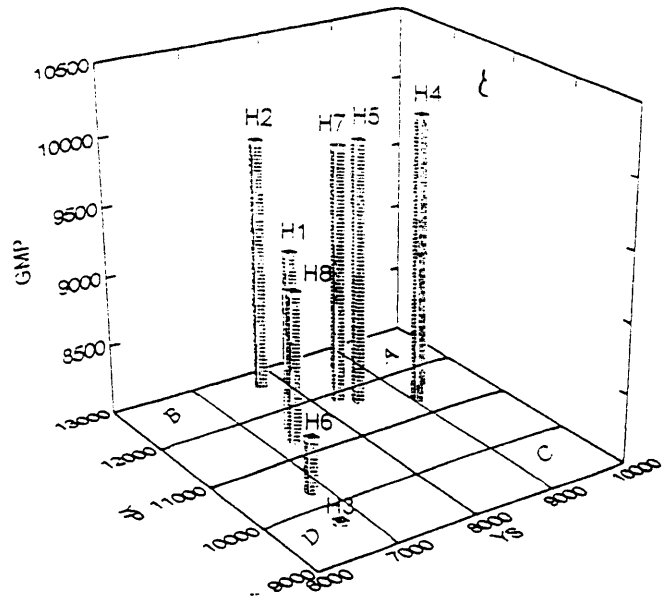
شکل ۱ ـ نمودار سه بعدی جهت تعیین ارقام مقاوم به خشکی بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI) (تنش میانی).



شکل ۲ ـ نمودار سه‌بعدی جهت تعیین ارقام مقاوم به‌خشکی براساس شاخص تحمل به تنش (STI) (تنش انتهائی).

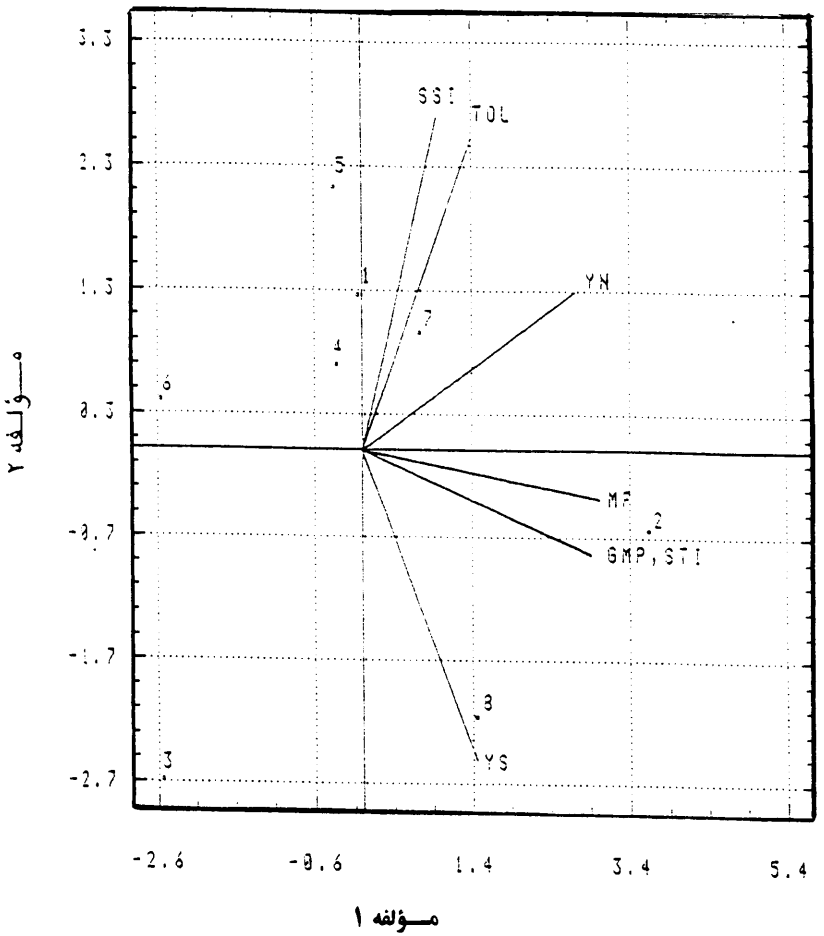


شکل ۳ ـ نمودار سه‌بعدی جهت تعیین ارقام مقاوم به‌خشکی براساس شاخص میانگین هندسی (GMP) (تنش میانی).



شکل ۴ ـ نمودار سه‌بعدی جهت تعیین ارقام مقاوم به‌خشکی براساس شاخص میانگین هندسی (GMP) (تنش انتهائی).

www.SID.ir

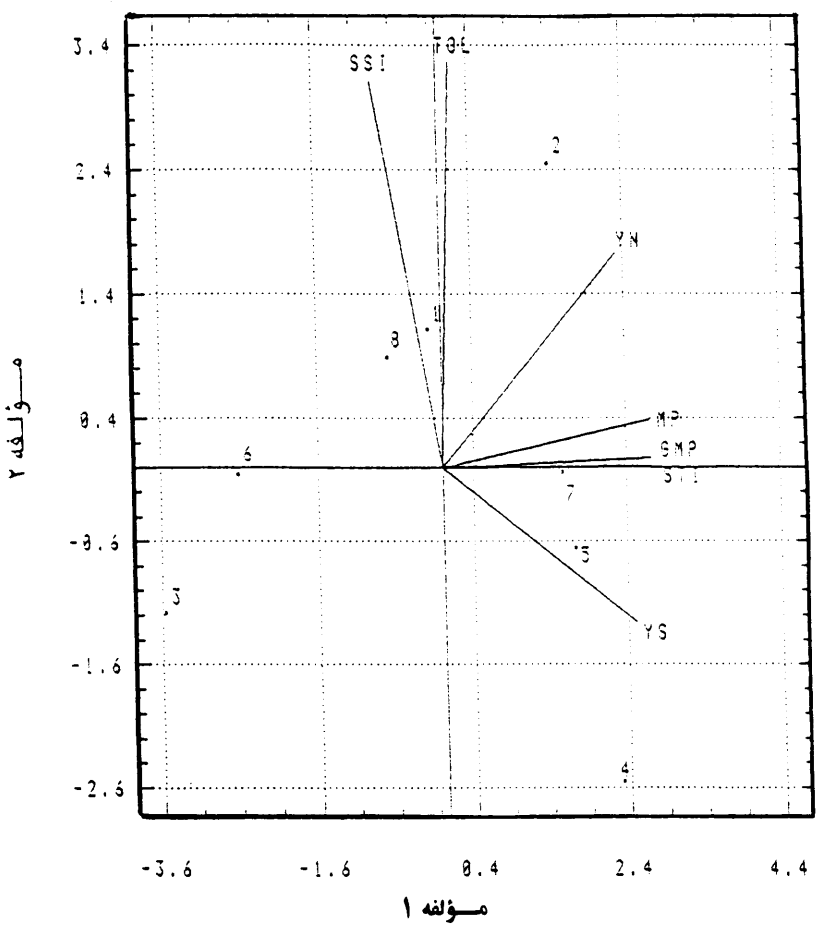


YN= normal yield
YS= stress yield
SSI= stress susceptibility
TOL= stress tolerance
MP= mean productivity
GMP= geometric mean productivity
STI= stress tolerance index

پتانسیل تولید بالا= مولفه ۱

حساسیت پایین به خشکی = مولفه ۲

شکل ۵ ـ نمایش بای‌پلات ۸ هیبرید ذرت در ۷ شاخص تحمل و حساسیت به خشکی براساس اولین‌و دومین مؤلفهٔ اصلی (تنش میانی).



YN= normal yield
YS= stress yield
SSI= stress susceptibility
TOL= stress tolerance
MP= mean productivity
GMP= geometric mean productivity
STI= stress tolerance index

پتانسیل تولید بالا= مولفه ۱

حساسیت پایین به خشکی = مولفه ۲

شکل ٦ ـ نمایش بای‌پلات ۸ هیبرید ذرت در ۷ شاخص تحمل و حساسیت به خشکی بر اساس‌اولین دومین مؤلفهٔ اصلی (تنش انتهایی).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ - مقادیر ویژه‌و بردارهای ویژه برای ۷ شاخص حساسیت و تحمل به خشکی برای ۸ هیبرید ذرت دانه ای (تنش میانی).

مولفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی ٪	شاخص های مورد مطالعه						
			TOL	SSI	STI	GMP	MP	Y_S	Y_N
۱	۴/۱۳۷	۵۹/۱۰۹	۰/۲۲۵	۰/۱۵۴	۰/۴۶۹	۰/۴۷۰	۰/۴۸۷	۰/۲۳۳	۰/۴۳۷
۲	۲/۸۷۵	۹۹/۹۳۵	۰/۵۲۵	۰/۵۶۰	-۰/۱۷۴	-۰/۱۷۱	-۰/۰۷۹	-۰/۵۲۰	۰/۲۶
۳	۰/۰۰۳	۰۰/۹۹۰	-۰/۳۶۷	۰/۷۳۲	۰/۳۰۶	۰/۱۶۹	-۰/۲۳۹	۰/۱۰۴	-۰/۳۷۰
۴	۰/۰۰۰	۹۹/۹۹۹	-۰/۱۵۱	۰/۳۰۹	-۰/۷۷۴	۰/۱۳۶	۰/۳۰۶	۰/۳۹۹	۰/۰۹۷
۵	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۷۹	۰/۱۷۲	۰/۲۳۵	-۰/۸۳۷	۰/۲۹۱	۰/۳۲۳	۰/۱۳۱
۶	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۹۴	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۴۹۴	۰/۶۲۸	-۰/۰۹۱
۷	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۹۴	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۵۲۴	-۰/۰۶۹	-۰/۷۵۰

جدول ۴ - مقادیر ویژه‌و بردارهای ویژه برای ۷ شاخص حساسیت و تحمل به خشکی برای ۸ هیبرید ذرت دانه ای (تنش انتهائی).

مولفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی ٪	شاخص های مورد مطالعه						
			TOL	SSI	STI	GMP	MP	Y_S	Y_N
۱	۲/۶۶۰	۶۶/۵۷۵	۰/۰۲۸	-۰/۱۴۴	۰/۴۶۳	۰/۴۶۳	۰/۴۶۰	۰/۴۲۷	۰/۳۹۳
۲	۲/۳۳۸	۹۹/۹۷۷	۰/۶۵۲	۰/۶۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۷۶	-۰/۲۵۲	۰/۳۴۴
۳	۰/۰۰۱	۰۰/۰۰۶	-۰/۴۹۳	۰/۷۲۱	-۰/۱۹۹	۰/۲۸۰	۰/۰۴۹	۰/۲۹۴	-۰/۱۷۱
۴	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۸۴	۰/۱۸۵	۰/۸۱۱	۰/۱۰۸	-۰/۳۳۴	-۰/۲۷۸	-۰/۳۱۴
۵	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۱۴۹	۰/۱۹۷	۰/۲۹۶	-۰/۸۳۳	۰/۲۳۰	۰/۲۹۵	۰/۱۲۶
۶	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۵۲۸	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/۲۶۳	۰/۶۶۷	-۰/۴۵۳
۷	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۷۳۸	-۰/۲۳۹	-۰/۶۱۳

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

انتهائی هیبریدهای S.C ۷۰۸، S.C ۷۰۹ و S.C ۷۱۲ در ناحیه با پتانسیل عملکرد بالاو حساسیت پایین به خشکی واقع شده‌اند و باتوجه به اینکه این هیبریدها همان هیبریدهای انتخابی از طریق بهترین شاخصها می‌باشند.به‌عنوان بهترین هیبریدهاباپتانسیل عملکرد بالاو متحمل‌به خشکی در شرایط تنش انتهائی شناخته شده‌اند.

در بررسی هایی که فرناندز (۸)، احمد زاده (۲) و نورمند مؤید (۳) انجام داده اند، نیز در بای پلات‌های ترسیم شده ژنوتیپ ها بر اساس دو مؤلفه اول و دوم کلاسه بندی شده اند و دو شاخص STI و GMP که در بررسی های آنها نیز بعنوان شاخص های برتر شناسایی شده بودند ، در بای پلات ترسیم شده همبستگی مثبت خیلی بالایی را با هم نشان دادند.

مراجع مورد استفاده

REFERENCES

۱. احمدی ،ج . ۱۳۷۸ .بررسی مقاومت به‌خشکی در هیبریدهای دیررس تجارتی ذرت دانه‌ای . پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران .

۲. احمد زاده ، ا. ۱۳۷٦. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در لاینهای برگزیده ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. صفحه ۵۳ تا ۷۴.

۳. نورمند موید، ف . ۱۳۷٦. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آنها با عملکرد گندم نان "*Triticum aestivum*" در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی . پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. صفحه ۱۵ تا ۵۷.

4. Andrad ,FII., and J.Gardiol. 1994. Drought and yield of maize, sunflowers and soybeans.Boletin Tecnico Estacion Experimentd Agropecuaria, Balcaree. 1994, No.132, 23pp.

5. Denmead, O. T, and R. H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agron .J. 52:272-274.

6. Edmeades, G. O. 1984. Characterization of environmental stress and development of selection techniques .paper presented to the U.S University / CIMMYT Maize workshop ,August 9-14 ,1984 ,Elbatan, Mexico, pp:295-308.

7. Edmeades, G. O., J. Bolanos. M. Hernandez and S .Bello. 1993. Causes for silk Delay in a low land tropical maize population. Crop Sci. 33:1029-1035.

8. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance ,In proc. of Symp. Taiwan ,13-16 Aug. 1992 .by C.G Kuo .AVRDC. pp:259-270.

9. Fischer, R. A and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars .I. Grain yield responses. Aust .J. Agric. Res. 29:897-912 .

10. Herrero, M. R, and R. R. Johnson . 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive systems. Crop Sci. 21:105-110.

11. Rosielle, A. T. and J. Hambelen. 1981. Theorical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci, 21.p:493-498 .

12. Westgate, M. E., and J. S. Boyer. 1986. Reproduction at low silk and pollen water potentials in maize. Crop Sci. 26:951-956.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian J. Agric. Sci. Vol. 31, No. 3, 2000

The Study of Drought Tolerance Indices and Biplot Method in Eight Corn Hybrids

G. AHMADI, H. ZIENALY KHANE GHAH, M. A. ROSTAMY AND R. CHOGAN

Former Graduate Student, Assistant Professors Faculty of Agriculture, University of Tehran and Researcher

Accepted April, 19, 2000

SUMMARY

In order to determine the most desirable index for drought tolerance, an experiment was conducted in Research Field of Agricultural College, Tehran University at Karaj during 1998, using split plot design in a randomized complete block design with three replications. main plots in this experiment were three irrigation regimes (Non stress, mid-season stress and terminal stress) and subplots were eight commercially late-maturing corn single cross hybrids. The results of hybrids evaluation with respect to drought tolerance using different indices , Mean productivity (MP), Geometric mean productivity (GMP), stress suceptibility index (SSI), stress tolerance (TOL) stress tolerance index (STI) showed that the STI and GMP indices are successful in separating genotyps of group A (The genotyps that have higher yield both linder stress and non stress conditions) from other groups, and the most desirable hybrid at middle and terminal stress conditions based on the above indices were S.C 705 and S.C 708 , respectively. In this investigation, relationships among above indices were demonstrated with biplot display method. Meanwhile, two indices GMP and STI in biplot environment had the most correlation coefficient and then hybrids were divided into tolerate and non-tolerate. So that in mid-sason stress two hybrid S.C 705 and S.C 647 and in terminal stress three hybrids S.C 708, S.C 709 and S.C 712 were located at part of high yield potential and low sensitivity to drought (i.e in part with up component one and down component two).

Key words: Corn, Drought, Resistance, Index, Biplot

www.SID.ir