نشریه زراعت
(پژوهش و سازندگی)
شماره ۹۶، پاییز ۱۳۹۱

شناسایی ارقام متحمل به خشکی در گندم نان از طریق تجزیه شاخص‌های تحمل به خشکی

• **عزت کرمی** (نویسنده مسئول)
استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
• **اسعد رخزادی**
استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
تاریخ‌دریافت: آذر ماه ۱۳۸۸ تاریخ‌پذیرش: آذر ماه ۱۳۸۹
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۳۷۹۸۷۶۱
Email: ezzatut81@yahoo.com

چکیده

به منظور شناسایی ارقام متحمل به خشکی و غربال کردن شاخص‌های تحمل به تنش خشکی تعداد ۲۴ رقم زراعی گندم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط دیم و آبی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج مورد آزمایش قرار گرفتند. شاخص‌های تحمل به خشکی از قبیل: میانگین بهره‌وری(MP) ، شاخص تحمل(TOL) ، میانگین هندسی بهره‌وری(GMP) ، شاخص حساسیت به تنش(SSI) و شاخص تحمل به تنش(STI) بر مبنای عملکرد دانه تک بوته در شرایط آبی (Yp) و دیم (Ys) محاسبه شدند. اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه شاخص‌ها و عملکرد دانه در شرایط آبی و دیم وجود داشت. تحلیل همبستگی بین عملکرد دانه در تک بوته برای شرایط آبی و دیم و شاخص‌های تحمل به خشکی نشان داد که GMP ، MP و STI مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن ژنوتیپ‌های گندم می‌باشند. با توجه به این شاخص‌ها و عملکرد بالا در دو شرایط آبی و دیم ژنوتیپ‌های قدس، آذر۲، کویر، مهدوی و چمران متحمل به خشکی تشخیص داده شدند. نمودار چند متغیره بای پلات گابریل نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های قدس، آذر۲، کویر، مهدوی و چمران در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی یعنی GMP ، MP و STI قرار دارند. نهایتاً از بین پنج ژنوتیپ، سه ژنوتیپ کویر، قدس و آذر۲ به دلیل عملکرد بالای آنها در شرایط دیم بعنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به خشکی معرفی شدند. همچنین توزیع ژنوتیپ‌ها در فضای بای پلات گابریل وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی را نشان داد.

کلمات کلیدی: گندم، بای پلات، شاخص‌های تحمل به خشکی، تنش خشکی

www.SID.ir

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 96 pp: 78-83

An Identification of Drought Tolerant Genotypes in Wheat using Analysis of Drought Resistance Indices

By: Karimi E. Assistant Professor of Islamic Azad University Sanandaj Branch (Corresponding Author; Tel: +989183798761), Rokhzadi, A. Assistant Professor of Islamic Azad University, Sanandaj Branch.

In order to identify drought tolerant varieties using drought tolerance indices, 24 genotypes of wheat were planted in a randomized complete block design with three replications under rainfed and irrigated conditions at the Research field of Agriculture faculty, Islamic Azad University of Sanandaj. Drought tolerance indices including mean productivity (MP), tolerance index (TOL), geometric mean productivity (GMP), stress susceptibility index (SSI) and stress tolerance index (STI) were calculated on the basis of grain yield per plant under irrigated (Yp) and rainfed (Ys) conditions. Highly significant differences were observed among genotypes for all indices, potential and stress grain yield that indicated the present of genetic variation. It's possible selection among genotypes for drought tolerance, hybridization for the genetic studies and breeding programs. Correlation analysis between grain yield per plant in the rainfed and irrigated conditions with drought tolerance indices showed the MP, GMP and STI indices are suitable for screening wheat genotypes. Regarding these criteria and high grain yield in both of two conditions Quds, Azar2, Kavir, Chamran and Mahdavi were diagnosed drought tolerant genotypes. Gabriel Biplot Multivariate chart showed Quds, Azar2, Kavir, Chamran and Mahdavi genotypes were located near to the vectors of drought tolerance indices, MP, GMP and STI. Finally, Azar2, Quds and Kavir genotypes were introduced as the most tolerant genotypes because they produced the highest performance in rainfed condition. The distribution of genotypes in Gabriel Biplot space showed the genetic variation among genotypes to drought stress.

Key words: Wheat, Biplot, Drought stress, Drought tolerance indices

مقدمه

گندم مهمترین گیاه زراعی اســت که ۳۸ـ۳۵ درصد سطح زیرکشت غلات را به خود اختصاص داده اســت. ارزش غذایی بالا، متناســب بودن با دســتگاه گوارش انســان، تنوع و مرغوبیت فرآورده‌ها، قابلیت کشت در بسیاری از نقاط جهان، عملکرد مناسب، عمر نگهداری زیاد، سهولت تبدیل و نگهداری و غیره باعث شــده اســت که به این گیاه زراعی توجه بســیار زیادی شــود. گندم متعلق به گروه غلات نواحی متعدل و ســرد می‌باشد (۱۳). تنــش های گرما و خشــکی از اصلی‌تریــن عوامل محیطی محدود کننده‌ی تولید دانه غلات در دیمزارهای مناطق گرم و خشک می باشند. کاهش عملکرد حاصل از تأثیر تنش‌ها عمدتاً ناشی از کوتاه شدن مراحل رشــد و اندازه‌ی گیاه می باشــد (۷). انتخاب و جدا کــردن ژنوتیپ های متحمل به تنش به دو روش مســتقیم (سنجش عملکرد) و غیر مستقیم براســاس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک که با تحمل تنش همبستگی دارند انجام می‌شــود (۱۴). تحمل به تنش در یک ژنوتیپ گیاهی مدیون شــماری از ویژگی‌های فیزیولوژیکــی و مورفولوژیکی آن اســت و امروز تــلاش برای یافتــن معیارهایی که بتوان از آنها بطــور مؤثری در انتخاب ژنوتیپ های متحمل بهره جســت ادامه دارد با ایــن حال احتمال اینکه ژنهای تحمل به خشکی در یک گیاه تجمع و توسط روشهای فیزیولوژیک شــناخته شوند بسیار کم است. بنابراین پایداری و ثبات عملکرد و اجزای آن تحت شــرایط تنش همچنان از جمله شاخص‌های اصلی انتخاب برای یافتــن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در بســیاری از برنامه های اصلاحی باقــی خواهند ماند (۲). منابع موجود در مورد اصلاح ارقام برای ســازش به خشــکی نشان می دهد که کارآمدترین روش، اعمال گزینش همزمان بر اســاس چندین عامل مختلف است که همه آنها بر عملکرد گیاه زراعی در شــرایط تنش تأثیر می‌گذارند (۱ ، ۵). تجارب موجود نشــان می‌دهد که یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد ارقام معرفی شــده در شرایط کم بازده در ســالهای گذشته ناشی از گزینش ارقام در شرایط معمول بوده و لذا حصول موفقیت در برنامه‌های اصلاحی برای مناطق کم بازده بایستی با انتخاب صحیح والدین و روشــهای گزینش مناسب همراه باشد تا بتوان زمینــه بهره‌وری مطلــوب از ظرفیت های قابل حصول در عرصه وســیع دیمزارهــا را فراهم نمود. عملکرد دانه شــامل فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشــیمیایی زیادی اســت که تغییرات جزئی در هر یــک از مراحل این فعــل و انفعالات منجر به تغییر کمی و کیفی در تولید نهایی دانه خواهد شــد (۱۰). با توجه به پیچیده بودن صفت عملکرد دانه و هزینه ســنگین ارزیابی مواد ژنتیکی در محیط های مختلف شناخت رابطه سایر صفات با این صفت مهم اقتصادی و اســتفاده از این روابط به منظور بهبود عملکرد از اهمیت بسزایی برخوردار است. توانایی گزینش توسط چنین صفاتی بر اســاس تعداد ژنوتیپ ها گزارش شــده است (۲). قابلیت هر صفت خاص به عنوان معیار انتخاب به میزان تأثیر آن صفت بر عملکرد دانه، ســرعت و ســهولت انتخاب،میزان تنوع، وراثت‌پذیــری و هزینه گزینش آن صفت بســتگی دارد (۱۲). در ســالهای اخیر چنین مطالعاتی در سراسر جهان انجام شده است ولی نتایج این مطالعات باید با شرایط خاص یک منطقه یا یک کشــور ســازگار باشد چه بســا صفتی در یک منطقه روی عملکرد دانه اثر مثبت داشته باشد ولی در منطقه دیگری این رابطه صدق نکند به همین دلیل در اکثر کشورها و حتی در مناطق مختلف یک کشور بررسی هایی با هدف یافتن روابط بین صفات مختلف انجام شــده اســت. به نظر

Archive of SID

www.SID.ir

فالکونر عملکردی را که در دو محیط مختلف اندازه‌گیری می‌شود متفاوت هستند و ژن‌های لازم برای تولید عملکرد تا اندازه‌ای متفاوت خواهند بود. ساده‌ترین روش، انتخاب ارقام متحمل به خشکی بر اساس مقدار عملکرد آنها در شـرایط تنش است.Grando ، Ceccarelliو Hamblin (۱) در بررسـی ارتباط بین عملکرد دانـه در مناطق کم بازده و پر بازده بیان می‌دارنـد که الل‌های کنترل کننده عملکرد دانه در مناطق کم بازده و پر بازده تا حدودی متفاوت می‌باشـند و لذا به کارگیری ارقام انتخاب شـده در محیط‌هـای پـر بازده با عکس‌العمل منفی و یـا عدم بروز واکنش در محیط کم بازده مواجه می‌شـود. شـاخص‌های مؤثر در تحمل به خشکی می‌بایسـتی دارای خصوصیات زیر باشند. تنوع ژنتیکی برای صفت مورد نظر بایسـتی زیاد باشـد، روش‌های اندازه‌گیری صفت مورد نظر بایستی سـریع، دقیق و سـاده باشـد بطوری که تعداد زیادی ژنوتیپ را بتوان بر اسـاس آن ارزیابی نمود، صفت مورد نظر بایسـتی همبسـتگی زیادی با عملکرد دانه داشته باشـد. لذا ارقام متحمل ارقامی هستند که بعلت دارا بودن صفات خاصی کاهش عملکرد کمتری در شـرایط خشـک خواهند داشـت (۳، ۸ و ۹). هدف از این تحقیق شناسـایی ارقام گندم متحمل و حسـاس به تنش خشکی با استفاده از بهترین شاخص‌ها در بین ۲۴ رقم گندم مورد مطالعه بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۶ – ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج انجام شد. ۲۴ رقم گندم بکار رفته در این آزمایش (جدول ۱) در پاییز سال ۱۳۸۵ در دو محیط دیم و فاریاب در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در هر محیط کشـت شـدند. فاصله دو محیط دیم و فاریاب از یکدیگر m۵۰ متر بود. ارقام در هر تکرار بصورت سـه خـط دو متری با تراکمی حدود ۲۵۰ بوته در متر مربع کشـت شـدند. فاصله خطوط از یکدیگر ۲۵cm سانتی متر و فاصلـه تکرارها نیز یک متر بـود. اندازه گیری عملکرد دانه در تک بوته برروی ده بوته از خط وسط با حذف اثر حاشیه از هر ژنوتیپ در هر تکرار صورت گرفت. مجموع بارندگی در دوره آزمایشـی در سـال زراعی ۸۶ – ۱۳۸۵ برابر ۳۳۰ میلیمتر بود. لازم به ذکر است منظور از تنش در شرایط مزرعه برای این آزمایش کشـت بدون آبیاری یا به عبارت دیگر کشت در شرایط دیم اسـت. هیچ گونه تیمار کودی به زمین آزمایشی اعمال نشد. شـاخص‌های مؤثر در تحمل به خشـکی از جمله: شاخص حساسیت به تنش فیشـر و مورر (SSI)، شـاخص تحمل به خشکی (TOL)، متوسط محصول دهی(MP)، شـاخص تحمل به تنش فرناندز (STI) و میانگین هندسـی محصول دهی (GMP) برای صفت عملکـرد دانه در تک بوته ارقام محاسـبه شدند. شاخص حساسـیت به تنش (SSI) برای شناسایی ارقام حساس به تنش از طریق رابطه زیر محاسبه شد(۵).

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

شاخص تحمل به تنش (TOL) به صورت اختلاف میانگین عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش و همچنین شاخص متوسط محصول‌دهی (MP) بصـورت میانگیـن عملکرد در دو محیط تنـش و بدون تنش بر اساس روابط زیر محاسبه شدند.

$$Tol = Yp - Ys$$

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

شـاخص تحمل به تنـش(STI) جهـت شناسـایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش به صورت زیر محاسبه گردید(۴).

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

میانگین هندسـی محصول‌دهی(GMP) نیـز از طریق این فرمول روبرو محاسبه شد.

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

این شـاخص در مقایسه با شاخص MP در تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سـایر گروه‌ها قدرت بیشـتری دارد و بر همین اساس بود که فرناندز شاخص STI را نیز بر اساس GMP بنا گذاشت (به علت هم ریشه بودن GMP و STI همبستگی رتبه‌ی ژنوتیپ‌ها براساس این دو شاخص برابر واحد می‌باشد). شاخص MP بر اساس میانگین حسابی می‌باشد. میانگین هندسـی حساسـیت کمتری نسـبت به مقادیر آسـتانه‌ای دارد بنابراین GMP نسـبت MP شـاخص بهتری برای تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از سـایر گروهها می‌باشـد. برای تعیین بهترین شـاخص‌ها از همبستگی بیـن عملکرد دانه در شـرایط تنش و بدون تنش با شـاخص‌های تحمل به تنش اسـتفاده می‌گردد و شـاخصی که همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط داشته باشد بعنوان بهترین شاخص معرفی می‌گردد. در این تحقیق نیز از همین روش برای یافتن بهترین شاخص‌ها استفاده شـد. نمودار تجزیه کلاستر به روش وارد و با فاصله اقلیدوسی با اسـتفاده از نرم افزار SPSS ترسیم شد. برای تعیین تعداد کلاسترها خط برش کلاسـتر طوری در نظر گرفته شـد که با تغییـرات اندک در محل این خط تعداد کلاسـترها دستخوش تغییر نشـود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای شـاخص‌های مورد مطالعـه در محیط SPSS انجام گرفت و با توجـه به روابط مؤلفه‌ها و شـاخص‌های مورد بررسـی، بای پلات گابریل برای شناسایی ارقام متحمل به خشکی با استفاده از نرم افزار Genstat ترسـیم شـد. از آنجایی که ارقام با استفاده از بهترین شاخص‌های تعیین شده نیز دسته‌بندی شدند لذا با انطباق این دو ، ارقام متحمل به خشکی برای شرایط آب و هوایی سنندج شناسایی شدند.

نتایج و بحث

در این تحقیق با داشـتن عملکرد دانـه ژنوتیپ ها در تک بوته برای شـرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) شـاخص های مختلف تحمل به خشکی محاسـبه گردید. برای تعیین بهترین شـاخص ها از همبستگی بین عملکرد دانه در شـرایط تنش و بدون تنش با شاخص های تحمل به تنش اسـتفاده می گردد و شاخصی که همبسـتگی بالا و معنی داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط داشته باشد بعنوان بهترین شاخص معرفی می گردد. به منظور تعیین بهترین شـاخص، همبسـتگی بین میانگین

Archive of SID

عملکـرد دانه ژئوتیپ ها در شـرایط تنش (Ys) و بـدون تنش (Yp) با شـاخص های متحمل به خشـکی محاسـبه شـد (جـدول۳) و با توجه بـه همبسـتگی مثبت و معنـی دار، میانگیـن عملکرد دانه در شـرایط تنـش (Ys) و بـدون تنش(Yp) با شـاخص های مقاومت به خشـکی، شـاخص هـای GMP ، MP،STI بـه عنوان بهترین شـاخص تحمل به خشـکی برای گنـدم انتخاب شـدند. طبق نظـر Fernandez (۴) ژنوتیپ ها بر اسـاس عملکردشـان در محیط های تنش و بدون تنش به چهار گروه تقسیم می شوند.

A: ژنوتیـپ هایـی که در هـر دو محیط تظاهر مطلوب و یکسـانی دارند.

B: ژنوتیپ هایی که فقط در محیط بدون تنش تظاهر خوبی دارند.

G: ژنوتیپ هایی که فقط در محیط تنش عملکرد خوبی دارند.

D: ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط تظاهر ضعیف دارند.

طبق نظر فرناندز مناسـب ترین معیار برای تنش باید بتواند ژنوتیپ های گروه اول را از سایر گروه ها تفکیک نماید. با توجه به اینکه بهترین شـاخص ها آنهایی هسـتند که دارای همبستگی بالا با عملکرد تحت هر دو شـرایط تنش و بدون تنش باشـند و بتوانند ژنوتیپ های گروه A را از سـایر گروهها تمیـز دهند با مراجعه به ماتریس همبسـتگی ملاحظه می شـود که شـاخص های MP, GMP, STI دارای این ویژگی می باشـند زیرا این شاخص ها با میانگین عملکرد دانه در تک بوته در هر دو شـرایط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی داری دارند، بنابراین ژنوتیپ هایی که مقدار بالایی از این شـاخص ها را داشته باشند بعنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ ها شـناخته می شـوند در رابطه با شاخص هـای دیگر نظیـر SSI , TOL با توجه به اینکه این شـاخص ها دارای همبسـتگی مثبت و بسـیار معنی داری با عملکرد در شرایط بدون تنش هسـتند و همبستگی شان با عملکرد در شرایط تنش منفی است (جدول ۳)، لذا ژنوتیپ هایی که دارای مقادیر کوچکتر این شـاخص ها هسـتند بایسـتی به عنوان ژنوتیپ های متحمل شـناخته شوند انتخاب بر اساس این شاخص ها باعث برگزیدن ژنوتیپ هایی می گردد که عملکرد بالایی در شرایط تنش داشته ولی عملکرد آنها در شرایط بدون تنش پائین است لذا انتخاب بر اسـاس این دو شاخص توصیه نمی شود همچنین ملاحظه می شـود که با میانگین عملکرد دانه در تک بوته در دو شـرایط تنش و بدون تنش همبستگی منفی و پائین دارند (r = -۰/۰۹). مقادیر GMP, STI, MP, SSI, TOL, Ys, Yp برای ۲۴ رقم زراعی گندم و همچنین رتبه بندی آنها بر اسـاس این شـاخص ها در جدول ۲ آورده شده است. برای گزینش بهترین ژنوتیپ ها از لحاظ تحمل به خشکی ابتدا ۲۰درصد (۵ ژنوتیپ) از ژنوتیپ ها را بر اساس تک تک شاخص ها انتخاب کرده و سـپس با در نظر گرفتن نتایج این انتخاب ها تعدادی از بهترین ژنوتیپ ها انتخاب شدند (جدول ۶).

انتخاب بر اسـاسYp : بر اساس این شـاخص ژنوتیپ های چمران، مهدوی، قدس، سرداری و الموت بعنوان ژنوتیپ هایی با بیشترین میانگین عملکرد دانه در تک بوته در شرایط بدون تنش انتخاب شدند.

انتخاب بر اسـاس Ys: بر اساس این شاخص ژنوتیپ های قدس، آذر ۲، کویر، روشن و شیرودی با بیشترین میانگین عملکرد دانه در تک بوته در شرایط تنش انتخاب شدند.

انتخـاب بـر اسـاس شـاخص TOL : بـر اسـاس ایـن شـاخص ژنوتیپ های کویر، بک کراس روشن بهاره، گلستان، روشن و تجن انتخاب شـدند در واقع عملکرد این ژنوتیپ ها در شـرایط بدون تنش با شـرایط تنش کمترین تفاوت ها را داشته است.

انتخاب بر اسـاس شاخص SSI : براساس این شاخص ژنوتیپ های کویر، بک کراس روشـن بهاره، گلستان، روشن و تجن که دارای کمترین مقادیر SSI بودند انتخاب شدند.

انتخاب بر اساس STI : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های چمران، مهدوی قدس، آذر ۲ و کویر انتخاب شدند.

انتخـاب بـر اسـاس شـاخص GMP : بـر اسـاس این شـاخص ژنوتیپ های چمران، مهدوی ، قدس، آذر ۲ و کویر انتخاب شدند.

انتخاب بر اسـاس شاخص MP : بر اساس این شاخص ژنوتیپ های چمران، مهدوی، قدس، آذر۲ و کویر انتخاب شـدند. نتایج این سلکسیون در جدول ۶ خلاصه شـده اسـت. انتخاب بر اساس شاخص TOL باعث انتخـاب ژنوتیپ هایی می شـود که عملکردشـان در محیط بدون تنش پائین و همچنین میانگین بهره وری پائینی دارند (۱۱ و ۲۲) مثلاً ژنوتیپ های بک کراس روشـن بهاره، روشـن و تجن که بر اسـاس این شاخص انتخاب شـده اند در شـرایط بـدون تنش میانگین هـای بالایی ندارند (به ترتیب رتبه های ۲۲، ۲۴، ۲۱ را به خود اختصاص داده اند) این سـه ژنوتیپ صرفاً به خاطر اینکه در شـرایط تنش و بدون تنش عملکردهای مشـابهی تولید کرده اند توسط این شاخص انتخاب شده اند لذا شاخص TOL به تنهایی نمی تواند شـاخص مناسبی جهت انتخاب ژنوتیپ های گروه A محسـوب شود. انتخاب بر اساس شاخص SSI نیز باعث انتخاب ژنوتیـپ هایی می شـود کـه متحمل به تنش هسـتند ولی پتانسـیل عملکردشان پائین است (۱۱ و ۱۵) لذا این شاخص نیز قادر به تشخیص ژنوتیـپ هایی که در هر دو شـرایط عملکرد بالایی دارند، نمی باشـد و استفاده از این شـاخص توصیه نمی شود. همانطور که ملاحظه می شود انتخاب بر اسـاس GMP, STI, MP, Ys نتایج مشـابهی داشـته و در تمـام حالات ژنوتیپ های قدس، آذر۲، کویر، مهدوی و چمران به عنوان ژنوتیپ های مقاوم شـناخته شده اند و سپس به منظور حصول اطمینان از بقاء عملکرد در شـرایط تنش از بین ژنوتیپ های انتخاب شده آنهایی را که بیشـترین مقادیر عملکرد در شرایط تنش (Ys) را داشتند انتخاب شـدند بر این اساس از بین پنج ژنوتیپی که در مرحله اول انتخاب شدند ژنوتیپ های کویر، قدس و آذر۲ که بیشـترین میانگین عملکرد دانه در تک بوته (Ys) را داشـتند به عنوان ژنوتیپ های متحمل انتخاب شدند. برای مطالعه سـه متغیر (مثـلاً ST, Ys, Yp) می توان از نمودار سـه بعدی کمک گرفت در صورتی که بخواهیم روابط بیشـتر از سـه متغیر را یکجا بررسـی نمائیم باید از ترسـیم گرافیکی بای پلات استفاده شود لذا پای پلات ابزار مفیدی برای مطالعه روابط شاخص های تحمل به خشکی تشـخیص داده می‌شـود. بای پلات ابزار مفیدی بـرای تجزیه اطلاعات و ارزیابی نظری سـاختار یک ماتریس بزرگ دو طرفه می باشـد (۶) بدین منظـور ماتریسـی را که ردیف های آن ۲۴ رقم گندم و سـتون های آن شـاخص های محاسبه شـده بود را تجزیه به مؤلفه های اصلی شد نتایج این تجزیه در جدول ۴ خلاصه شده است. همانگونه که ملاحظه می شود فقـط مؤلفه اول و دوم مقادیر ویژه ی بـالای یک گرفته اند و از بین این

Archive of SID

دو مؤلفه، مؤلفه اول همبستگی مثبت و بسیار معنی داری با شاخص‌های تحمل به تنش Yp , Ys , MP , GMP , STI دارد. لذا این مؤلفه که بـه تنهایی ۵۹ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می نماید مؤلفه ی تحمل به تنش نامیده شـد. طوریکه هر چه مقدار این مؤلفه بیشتر باشد مطلـوب تر اسـت. مؤلفه ی دوم که حـدود ۳۹ درصد از تغییرات کل را توجیه می کند همبسـتگی منفی و معنی داری با شاخص‌های تحمل به تنش MP، GMP و STI داشـت اما همبسـتگی مثبت و بسیار معنی داری با شـاخص های حساسـیت به تنش SSIو TOL داشت. لذا این مؤلفه، مؤلفه ی حساسیت به تنش نامیده شد و در واقع هر چه مقدار این مؤلفه کمتر باشـد مطلوب تر است. بردار های ویژه مؤلفه های اول و دوم بر اسـاس شاخص ها در جدول ۵ مندرج اسـت. با توجه به رابطه مؤلفه ها و شـاخص های مورد بررسی مقادیر بالاتر مؤلفه اول (تحمل به تنش) و مقادیـر کمتر مؤلفه دوم (حساسـیت به تنش) مد نظر می باشـد. لذا ناحیه چهارم (سـمت راست و بالا) بای پلات مد نظر می باشد و ژنوتیپ ها و شـاخص هایی که در این ناحیه قرار می گیرند معرفی می شـوند با ترسـیم بای پلات Gabriel (۶) نیز مشخص شد که شاخص های MP، GMP و STI بهترین شـاخص ها برای گندم و ژنوتیپ های کویر، آذر۲ و قدس نیز متحمل‌ترین ژنوتیپ ها به تنش خشـکی محسوب می شوند (شکل ۲).

تجزیه کلاستر

نمودار تجزیه کلاسـتر به روش وارد و با فاصله اقلیدوسی ترسیم شد. برای تعیین تعداد کلاسـترها خط برش کلاستر طوری در نظر گرفته شد که با تغییرات اندک در محل این خط تعداد کلاسـترها دستخوش تغییر نشـود. بدینصورت تعداد کلاسـترها در شـرایط تنش برابر۳ عدد تعیین گردیـد. ژنوتیپ های الوند، زرین، شـیراز، بک کراس روشـن زمسـتانه، مهـدوی، و بک کراس روشـن بهاره، گلسـتان، تجن، بزوسـتایا، امید و سـرداری در کلاسـتر اول ، ژنوتیپ های چمران، شـیرودی، مرودشت، فلات، الموت، نوید و گاسپارد در کلاستر دوم و ژنوتیپ های قدس، کویر، روشـن، رشید، شـعله و آذر۲ در کلاستر سـوم جای گرفتند (شکل ۵). ملاحظه می شـود که ژنوتیپ های متحمل به تنش بر اساس یافته های تحقیق در کلاسـتر سـوم قرار گرفته اند، تقریباً ژنوتیپ های حساس به تنش نیز در کلاسـتر اول و ژنوتیپ های حد واسط در کلاستر دوم جای گرفتند. تجزیه کلاستر در شرایط آبی ژنوتیپ ها را در ۵ کلاستر متفاوت قرار دارد (شکل ۴) بطوری که ژنوتیپ های کویر، شیرودی، زرین ، قدس، الموت، شیراز و چمران در کلاستر اول، مرودشت، بک کراس روشن بهاره، بک کراس روشن زمستانه، الوند، گلستان، بزوستایا، نوید، گاسپارد، فلات و تجن در کلاستر دوم، مهدوی به تنهایی در کلاستر سوم ، ژنوتیپ های رشـید شعله، امید، آذر۲، سرداری و روشـن در کلاستر چهارم و ژنوتیپ

جدول۱- شماره ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

ژنوتیپ	شماره	ژنوتیپ	شماره
گلستان	۱۳	چمران	۱
نوید	۱۴	الوند	۲
شیراز	۱۵	فلات	۳
روشن	۱۶	امید	۴
رشید	۱۷	مرودشت	۵
زرین	۱۸	بزوستایا	۶
شعله	۱۹	مهدوی	۷
بک کراس روشن زمستانه	۲۰	قدس	۸
الموت	۲۱	آذر۲	۹
گاسپارد	۲۲	سرداری	۱۰
تجن	۲۳	کویر	۱۱
شیرودی	۲۴	بک کراس روشن بهاره	۱۲

www.SID.ir

جدول ۲- ارزیابی و رتبه بندی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گندم با شاخص‌های مقاومت به خشکی

رتبه	STI	رتبه	GMP	رتبه	TOL	رتبه	MP	رتبه	SSI	Ys	Yp	ژنوتیپ
۵	۰/۸۷	۵	۱۰/۷۳	۴	۷/۸۸	۴	۱۱/۴۳	۶	۱/۳۴	۷/۴۹	۱۵/۳۷	۱
۱۷	۰/۴۸	۱۷	۷/۹۵	۹	۴/۸۶	۱۷	۸/۳۱	۹	۱/۱۸	۵/۸۹	۱۰/۷۴	۲
۲۴	۰/۳۲	۲۴	۶/۵۲	۱۲	۳/۵۶	۲۴	۶/۷۶	۱۱	۱/۰۹	۴/۹۸	۸/۵۳	۳
۲۳	۰/۴۲	۲۳	۷/۴۷	۷	۵/۹۳	۲۰	۸/۰۴	۵	۱/۴۱	۵/۰۷	۱۱	۴
۱۴	۰/۵۲	۱۴	۸/۳۱	۱۸	۲/۴۴	۱۵	۸/۴۰	۱۶	۰/۶۶	۷/۱۸	۹/۶۲	۵
۱۲	۰/۵۵	۱۲	۸/۵۵	۱۶	۲/۸۳	۱۴	۸/۶۷	۱۴	۰/۷۳	۷/۲۶	۱۰/۰۸	۶
۱	۱/۱۵	۱	۱۲/۳۸	۱	۱۴/۲۱	۱	۱۴/۲۸	۳	۱/۷۴	۷/۱۷	۲۱/۳۸	۷
۳	۱/۰۲	۳	۱۱/۶۲	۱۳	۳/۱۱	۳	۱۱/۷۲	۱۸	۰/۶۱	۱۰/۱۷	۱۳/۲۸	۸
۴	۰/۹۲	۴	۱۱/۰۶	۱۷	۲/۵۹	۵	۱۱/۱۳	۱۹	۰/۵۵	۹/۸۴	۱۲/۴۳	۹
۲۱	۰/۴۳	۲۱	۷/۵۷	۳	۹/۴۴	۱۲	۸/۹۲	۱	۱/۸۱	۴/۲۰	۱۳/۶۴	۱۰
۲	۱/۰۳	۲	۱۱/۷۲	۲۱	۱/۷۱	۲	۱۱/۷۵	۲۱	۰/۳۵	۱۰/۸۹	۱۲/۶۰	۱۱
۱۳	۰/۵۳	۱۳	۸/۳۷	۲۳	۰/۶۳	۱۶	۸/۳۸	۲۳	۰/۱۹	۸/۰۶	۸/۶۹	۱۲
۸	۰/۶۴	۸	۹/۲۲	۲۰	۲/۰۷	۹	۹/۲۷	۲۰	۰/۵۳	۸/۲۴	۱۰/۳۱	۱۳
۲۲	۰/۴۳	۲۲	۷/۵۲	۸	۴/۹۶	۲۲	۷/۹۲	۸	۱/۲۵	۵/۴۴	۱۰/۴۰	۱۴
۱۰	۰/۵۷	۱۰	۸/۶۷	۶	۶/۰۸	۱۱	۹/۱۹	۷	۱/۳۰	۶/۱۵	۱۲/۲۳	۱۵
۱۶	۰/۴۹	۱۶	۸/۰۷	۲۴	-۱/۶۲	۱۹	۸/۱۱	۲۴	-۰/۵۸	۸/۹۲	۷/۳۰	۱۶
۷	۰/۶۷	۷	۹/۴۰	۱۵	۲/۹۷	۷	۹/۵۲	۱۵	۰/۷۱	۸/۰۳	۱۱	۱۷
۱۱	۰/۵۶	۱۱	۸/۶۵	۵	۶/۹۵	۸	۹/۳۲	۴	۱/۴۲	۵/۸۵	۱۲/۸۰	۱۸
۱۵	۰/۵۰	۱۵	۸/۱۸	۱۹	۲/۳۸	۱۸	۸/۲۷	۱۷	۰/۶۶	۷/۰۸	۹/۴۶	۱۹
۱۹	۰/۴۶	۱۹	۷/۸۱	۱۴	۳/۰۱	۲۱	۷/۹۵	۱۳	۰/۸۳	۶/۴۵	۹/۴۶	۲۰
۱۸	۰/۴۷	۱۸	۷/۸۸	۲	۹/۶۹	۱۰	۹/۲۵	۲	۱/۸۰	۴/۴۱	۱۴/۱۰	۲۱
۲۰	۰/۴۴	۲۰	۷/۶۳	۱۱	۴/۲۰	۲۳	۷/۹۱	۱۰	۱/۱۰	۵/۸۱	۱۰/۰۱	۲۲
۹	۰/۵۷	۹	۸/۷۳	۲۲	۰/۹۷	۱۳	۸/۷۴	۲۲	۰/۲۸	۸/۲۶	۹/۲۳	۲۳
۶	۰/۸۲	۶	۱۰/۴۴	۱۰	۴/۸۱	۶	۱۰/۷۲	۱۲	۰/۹۶	۸/۳۱	۱۳/۱۳	۲۴

www.SID.ir

جدول۳- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم نان

همبستگی	Yp	Ys	SSI	MP	TOL	GMP	STI
Ys	-۰/۰۰۹						
SSI	۰/۶۲۵ **	-۰/۷۲۹**					
MP	۰/۸۵۰**	۰/۵۲۰**	۰/۱۴۹				
TOL	۰/۸۵۲**	-۰/۵۳۱**	۰/۹۱۱**	۰/۴۴۸*			
GMP	۰/۶۶۹**	۰/۷۳۱**	-۰/۰۹۲	۰/۹۵۷**	۰/۱۸۴		
STI	۰/۶۸۹**	۰/۷۱۰**	-۰/۰۶۵	۰/۹۶۳**	۰/۲۱۲	۰/۹۹۷**	

**، * : به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۴-تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای شاخص‌های مقاومت به خشکی

مؤلفه	مقدار ویژه	درصد مقدار	درصد تجمعی مقادیر ویژه
۱	۴/۰۷۴	۵۸/۱۲	۵۸/۱۲
۲	۲/۸۵	۴۰/۷۳۲	۹۸/۹۳

جدول۵- بردار های ویژه مؤلفه های اول و دوم بر اساس شاخص ها

شاخص ها	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
Yp	۰/۸۷۲	۰/۴۸۱
Ys	۰/۴۷۸	۰/۸۷۷
SSI	۰/۲۰۹	۰/۹۵۶
MP	۰/۹۹۷	-۰/۰۵۱
TOL	۰/۴۸۹	۰/۸۶۷
GMP	۰/۹۴۷	-۰/۳۱۵
STI	۰/۹۵۵	-۰/۲۸۸

(Yp) * عملکرد دانه در تک بوته در شرایط بدون تنش (Ys)* عملکرد دانه در تک بوته در شرایط تنش (SSI)* شاخص حساسیت به تنش فیشر و مورر (TOL)*شاخص تحمل به خشکی (MP)* متوسط محصول دهی (STI)*شاخص تحمل به تنش فرناندز (GMP)* میانگین هندسی محصول دهی

www.SID.ir

جدول ۶- ژنوتیپ‌های متحمل انتخاب شده بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی

انتخاب بر اساس شاخص	ژنوتیپ‌های انتخاب شده
Yp	چمران، مهدوی، قدس، سرداری، الموت
Ys	قدس، آذر۲ ، کویر، روشن، شیرودی
SSI	کویر، بک کراس روشن بهاره، گلستان، روشن، تجن
MP	چمران، مهدوی، قدس، آذر۲، کویر
TOL	کویر، بک کراس روشن بهاره، گلستان، روشن، تجن
GMP	چمران، مهدوی، قدس، آذر۲، کویر
STI	چمران، مهدوی، قدس، آذر۲، کویر

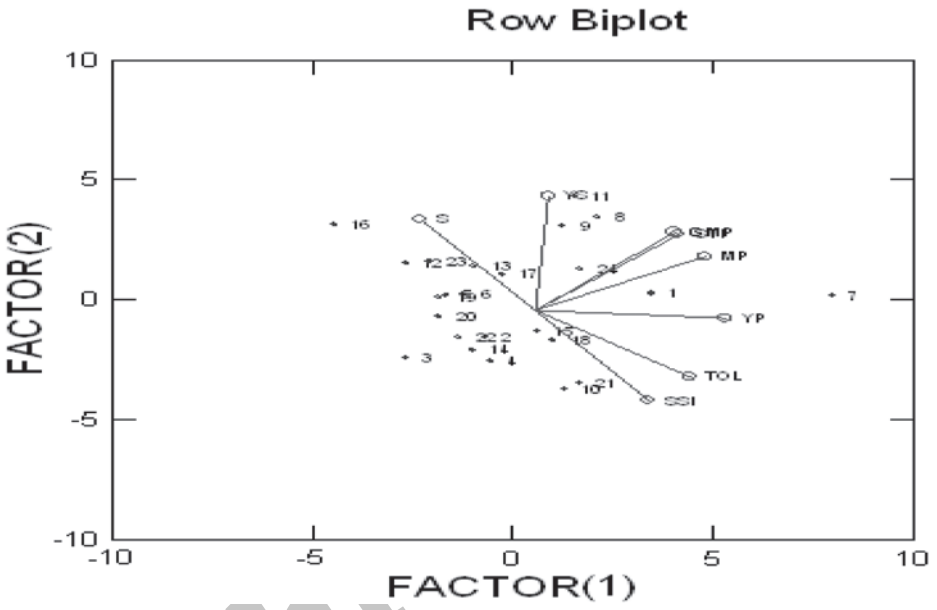
جدول ۷- ژنوتیپ‌های حساس به خشکی بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی

انتخاب بر اساس شاخص	ژنوتیپ‌های انتخاب شده
Ys	امید، سرداری، نوید، الموت، فلات
SSI	امید، زرین، الموت، سرداری، مهدوی
MP	گاسپارد، نوید، بک کراس روشن زمستانه، امید، فلات
TOL	الموت، زرین، سرداری، مهدوی، چمران
GMP	گاسپارد، نوید، سرداری، امید، فلات
STI	گاسپارد، نوید، سرداری، امید، فلات

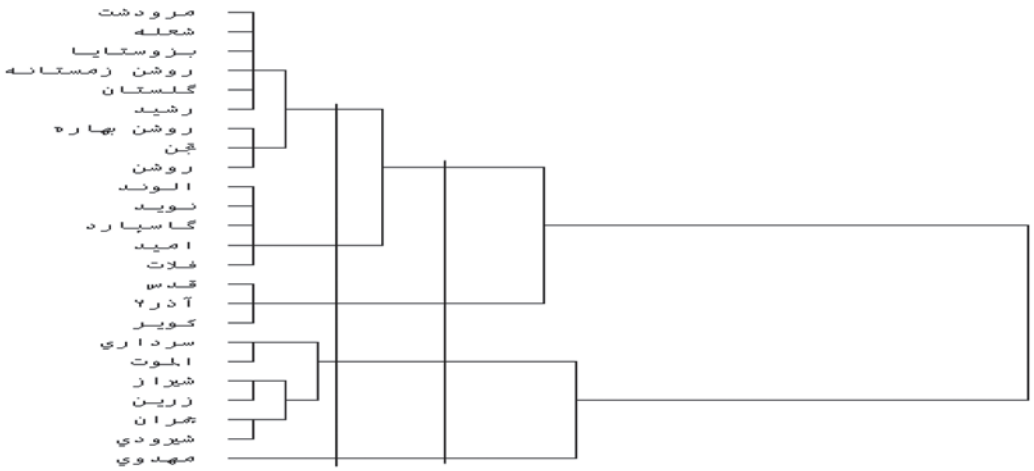
روشـــن به تنهایی در کلاستر پنجم جای گرفتند. نکته مورد توجه تجزیه کلاســـتر در شـــرایط آبی این اســـت ژنوتیپ هایی که میانگین بهره وری مشـــابهی دارند در یک کلاستر قرار گرفته اند پس می توان گفت ارقامی مثل کویر و قدس ارقامی هستند که طبق گفته فرناندز در گروه A جایی دارنـــد یعنی در هر دو شـــرایط تنش و بدون تنـــش عملکرد بالایی دارند. نکته دیگر اینکه مهدوی و روشـــن به تنهایی در کلاســـترهای مجزا قرار گرفته اند. تجزیه کلاســـتر برای ۲۴ رقم گندم با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی نیز انجام گردید (شکل ۳). با این روش هم ژنوتیپ های مورد بررســـی در ۵ کلاستر جداگانه قرار گرفتند بطوری که ژنوتیپ های مرودشـــت، شعله، بزوستایا، بک کراس روشن زمســـتانه، گلستان، رشید، بک کراس روشـــن بهاره، تجن و روشـــن در کلاســـتر یک قرار گرفتند. بر اســـاس یافته های تحقیق این ها ژنوتیپ هایی هســـتند که مقاومت حد واسطی را از خود نشان داده‌اند. ژنوتیپ های الوند، نوید، گاسپارد، امید و فلات در کلاســـتر دوم قرار گرفتند اینها ژنوتیپ هایی هستند که مطابق جدول۷ بالاترین حساســـیت را به تنش دارند. ژنوتیپ های قدس، آذر۲ و کویر نیز در کلاســـتر ســـوم در کنار هم قرار گرفته اند این در حالی است تمام شـــواهد تحقیق این سه ژنوتیپ را به عنوان مقاوم ترین ژنوتیپ ها به تنش خشکی معرفی می نمایند. ژنوتیپ های سرداری، الموت، شیراز،

www.SID.ir

زرین، چمران و شـیرودی این ها ژنوتیپ هایی هستند که کمی حساس به تنش خشـکی اند و در نهایت ژنوتیپ مهدوی به تنهایی در کلاسـتر پنجم قرار گرفته اسـت لذا به نظر می‌رسـد که ژنوتیـپ مهدوی تحمل به خشـکی پائینی را داراسـت. هدف از انجام این آزمایش بررسی تحمل به خشـکی برای ۲۴ رقم گندم نان در شـرایط اقلیمی کردستان بود که تجزیه‌های آماری انجام شده بالاترین میزان تحمل به خشکی را برای سه رقم آذر۲، کویر و قدس نشان دادند و همچنین کمترین میزان تحمل به خشـکی مربوط به ژنوتیپ‌های الوند، نوید، گاسپارد، امید و فلات بود. در بین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نیز رقم آذر۲ بهترین عملکرد را در هر دو شـرایط به خود اختصاص داد که در صورت تکرار آزمایش در سالهای آینده و حصـول اطمینان از نتیجه حاصله می توان از رقم آذر۲ به عنوان جایگزینی مناسـب برای رقم سرداری در منطقه کردستان استفاده نمود. از آنجا که تجزیه کلاسـتر فاصله ژنتیکی زیادی را بین ارقام با پتانسـیل عملکردی بالا و متحمل به خشـکی نشان می‌دهد لذا می‌توان امیدوار بود که در آینـده‌ی نزدیک با تلاقی بین این ارقام بتوان به ارقامی متحمل به خشکی و پتانسیل عملکردی بالا در این محصول استراتژیک دست یافت.

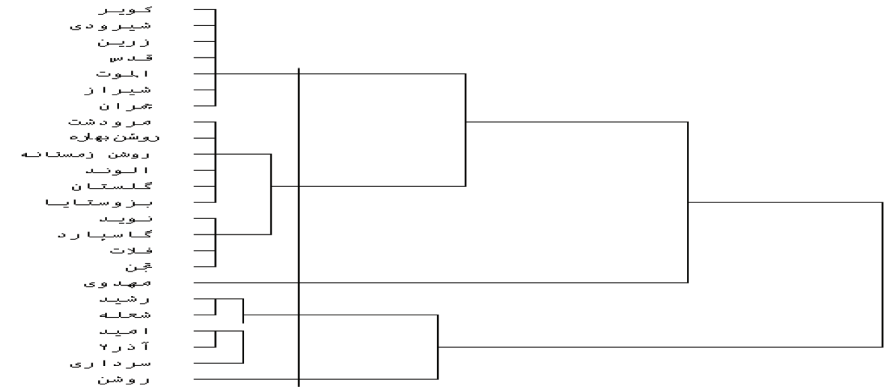


شکل۱- نمایش بای پلات ۲۴ رقم گندم در هفت شاخص تحمل به خشکی

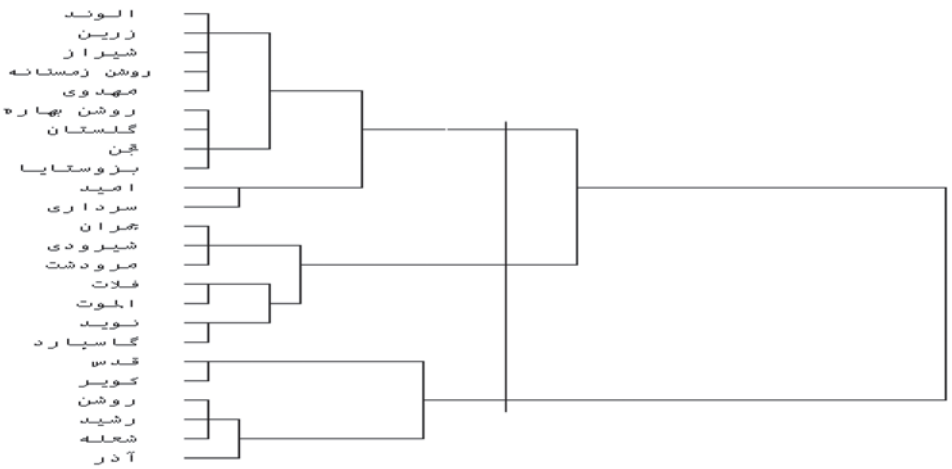


شکل ۲- تجزیه کلاستر به روش وارد برای ۲۴ رقم گندم زراعی با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی

www.SID.ir



شکل ۳- تجزیه کلاستر به روش وارد برای ۲۴ رقم گندم در شرایط فاریاب استان کردستان



شکل ۴- تجزیه کلاستر به روش وارد برای ۲۴ رقم گندم در شرایط دیم استان کردستان

منابع مورد استفاده

1- Ceccarelli, S., Grando, S., and Hamblin, J. (1992) Relationship between barley grain yields measured in low and high-yielding environments. *Euphytica*, 64, 49-58.

2- Clark, J.M. (1987) *Use of physiological and morphological trait in breeding program to improve drought resistance to cereals*. pp, 89-99. In: Srivastava, J.P., proceddu, E., Acevedo, E., and varma, S. (eds). Drought tolerance in winter cereal. John Wiley and Sons, Now York.

3- Dechev, D. (1990) Path analysis of yield components in durum wheat. Genetika, *I, Selektsiya*.23,213-216

4- Fernandez, G.C. (1992) *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance in proceeding of and the sympo*. Taiwan, 13-16Aug.1992.by C. G. Kuo. AVRDC

5- Fisher, R. A., and R, Maurer. (1978) Drought resistance in spring wheat cultivar, I, grain yield responses. *Aust J Agric Res,* 29, 897-912.

6- Gabriel, K.R. (1971) The biplot graphical display of matrices with applications to principal component analysis. *Biometrical*, 58, 453-467.

7- He Zhong, H., and Rajaram, S. (1994) Differential responses of breed wheat characters to high temperature. *Euphytica*, 74, 197-203.

8- Hurd, E.A. (1968) Growth of seven varieties of spring wheat at high and low moisture level. *Agron J,* 60, 201-206.

9- Hurd, E.A. (1976) *Breeding for drought resistance in water deficit and plant growth.* Kozlowzki, T. T. (ed). Vol.4, Soil, water management and plant responses.

10- Lawor, D.W. (1994) Physiological and biochemical criteria for evaluating genotypic responses to heat and related stress.

www.SID.ir

pp.127-143.In: Saunder, D.A., and Hettal, G. H. (eds). Wheat in heat stressed environments, irrigated dry, *rice-wheat farming systems*, CIMMYT, Mexico.

11- Lglesias, La., and Lglesias, L. (1991) *Classification of the performance of wheat varieties in Cuba by means of the principal component Analysis method* Cultivars-tropicales. 1995.16, 66-69.

12- Ortiz-Ferrara, g., Yau, S. K., and Assad Moussa, M. (1991) *Identification of agronomic traits associated with yield under stress conditions.* pp, 68-87.In: Acevedo, E., Conesa, A.P., Monneveux, P., and Arivastava, J.P. (eds); Physiology-Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environment. INRA, Paris.

13- Peterson, R.F. (1965) *Wheat, botany, cultivation and utilization*. Inter science publishers INC, New York.

14- Singh, B.D. (2000) *Plant Breeding*: Principles and Methods. Kalyani Publisher, 89 pp.

15- Xiao, H., and Pei, X. D. (1991) *Applying factor Analysis method to study winter wheat quantity characters and varieties classification*. Acta-Agricultureae-universitatis- pekinensic, 17, 17-24, 9ref

Archive of SID

www.SID.ir