Archive of SID

نشریه زراعت

شماره ۱۰۵، زمستان ۱۳۹۳

(پژوهش و سازندگی)

# انتخاب ارقام متحمل به خشکی در جو بهاره

• علی سلیمانی، دانشجوی دکتری اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
• مصطفی ولیزاده، استاد گروه بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
• رضا درویش زاده، دانشیار گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (نویسنده مسئول)
• حمید حاتمی ملکی، دانشیار گروه اصلاح و بیوتکنولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه
• سعید اهری زاد، دانشیار گروه بیوتکنولوژی و به نژادی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
•محمدعلی پور، دانشجوی دکتری اصلاح نباتات گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۹۱
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۴۹۷۳۴۴۵۸
پست الکترونیک نویسنده مسئول: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

**چکیده:**

**به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی ارقام جو بهاره، غربال کردن شاخص‌های مقاومت به خشکی و شناسائی ارقام مقاوم به خشکی، تعداد ۱۶ رقم جو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی در مزرعهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه مورد آزمایش قرار گرفتند. بر مبنای عملکرد آبیاری معمولی (Yp) و تنش خشکی (Ys)، شاخص های کمّی مقاومت به خشکی از قبیل: میانگین بهره وری (MP)، میانگین هندسی بهره وری (GMP)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل تنش (STI) و میانگین هارمونیک (HM) محاسبه شدند. در مجموع دو محیط، رقم Kavir/Badia با میانگین عملکرد ۲۱۵۲ کیلوگرم و رقم Union 300-4 با میانگین عملکرد۴۹۸/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی بیشترین مقدار MP، GMP و HM متعلق به رقم Kavir/ Badia بود. تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی و شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که MP، GMP، STI و HM مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن ارقام جو می‌باشند. با توجه به این چهار شاخص و عملکرد بالا در دو محیط آبیاری معمولی و تنش خشکی، بهترین ارقام مقاوم به خشکی ارقام Kavir/Badia و Rihane-O5 تشخیص داده شدند. نمودار چند متغیرهٔ بای‌پلات نشان داد که ارقام Kavir/Badia، Rihane-O5، Gorgan/CM67/Pro/Svo و Hebe در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی یعنی MP، GMP، STI و HM قرار دارند. همچنین توزیع ارقام در فضای بای‌پلات وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام نسبت به تنش خشکی را نشان داد. تجزیهٔ خوشه‌ای نشان داد که بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی بین ارقام مقاوم به خشکی /Kavir Badia و Rihane-O5 و ارقام حساس به خشکی Local -chek و بومی آذربایجان غربی می باشد.**

**کلمات کلیدی: جو بهاره، شاخص های مقاومت به خشکی، بای پلات، تجزیه کلاستر**

www.SID.ir

Archive of SID

**Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:104 pp: 18-25**

**Screening of drought tolerant cultivars in spring barley**

*By:*

- *A. Soleimani, PhD Student of Islamic Azad University - Tehran Branch.*
- *M. Valizadeh, Professor of University of Tabriz*
- *R. Darvishzadeh, (Corresponding author Tel: 09149734458) Associate Professor of University of Urmia*
- *H. Hatami Maleki, Assistant Professor of University of Maragheh*
- *S. Aharizad, Associate Professor of University of Tabriz*
- *H. Poor Yamchi, PhD Student of University of Tehran*

**Received: May 2009** **Accepted: June 2012**

In order to evaluation of genetic diversity of spring barley genotypes, screening drought resistance indices and identification of drought resistance varieties, 16 variaties of spring barley were evaluated in a randomised complete block design with three replications under two conditions including normal irrigated and drought stress on flowering stage in West Azerbaijan Agricultural and Natural Research Centre. Based on the potential (Yp) and stress (Ys) yield, quantitative drought resistance criteria such as: mean productivity (MP), tolerance index (TOL), geometric mean productivity (GMP), harmonic mean (HM), stress susceptibility index (SSI) and stress tolerance index (STI) were calculated. Generally in both conditions, variety Kavir/Badia with average yield of 2152 $kgha^{-1}$ and variety Union 300-4 with average yield of 498.6 $kgha^{-1}$ had the maximum and minimum values of yield. In both normal and drought stress conditions, the highest value of MP, GMP and HM were possessed to genotype "Kavir/Badia". Correlation analysis between drought resistance indices with potential and stress yields revealed that indices including MP, GMP, HM and STI are most suitable criteria for screening barley's genotypes. Varieties "Kavir/Badia" and "Rihane-O5" were chosen as best drought resistant regarding to these four criteria and high values of Yp and Ys. Multivariate biplot display that the varieties "Kavir/Badia" and "Rihane-O5", "Gorgan/CM67/Pro/Svo" and "Hebe" were located next to the vectors of drought resistance indices MP, GMP, HM and STI. Also, distribution of the varieties in the biplot space manifested the presence of genetic diversity among the varieties for drought stress. Cluster analysis indicated that the farthest genetic distance were exist between two drought resistant varieties including "Kavir/Badia" and "Rihane-O5" and two susceptible varieties including "Local- chek" and "West Azerbaijan landrace".

**key Words:** Spring burley, drought resistance indices, biplot, cluster analysis

**مقدمه**

تنش‌های محیطی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد و تولید گیاهان زراعی به شمار می‌روند و مقابله و یا کاهش اثر تنش‌ها به عنوان راهکاری مفید در جهت افزایش عملکرد این محصولات مد نظر قرار گرفته است. تنش خشکی نیز از عمده‌ترین چالش‌ها برای تولید موفق محصولات زراعی است و از این نظر اصلاح ارقام پیشرفته و مقاوم برای مناطق خشک و نیمه خشک امری ضروری به نظر می‌رسد (۱۶). غلات شامل گروهی از گیاهان می‌باشند که سطح زیر کشت برخی از آنها در دنیا بیش از سایر گیاهان زراعی بوده و دانهٔ این گروه از گیاهان که محصول اصلی آنها می‌باشد برای تهیهٔ نان و تغذیه اکثر مردم جهان به مصرف رسیده و همچنین در تغذیه حیوانات و پرندگان و صنعت از آنها استفاده می‌شود. محصول درجه دوّم آنها که شامل کاه و یا کلش می‌باشد موارد مصرف گوناگون دارد. در بین غلّات جو و گندم به مقدار زیاد و در سطح نسبتاً زیادی از زمین‌های زراعتی مناطق مختلف جهان کشت می گردند (۴). جو یکی از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین غلات کشور است که در سطحی معدل ۱/۵ میلیون هکتار (آبی و دیم) کاشته می‌شود. از این میزان بیش از ٪۶۰ آن با متوسط عملکرد ۷۰۰ الی ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت دیم است. بنابراین با توجه به پایین بودن متوسط عملکرد جو دیم در ایران، انجام پژوهش‌هایی در جهت بالا بردن عملکرد جو دیم با توجه به سطح زیر کشت آن ضرورت دارد. بدین منظور علاوه بر استفاده از روش‌های جدید به‌زراعی در دیم‌کاری ایران، مسأله به‌نژادی و یافتن ارقام زودرس و متحمل به خشکی برای دیم‌زارها مورد توجه است.

آپسینال و همکاران (۱۲) گزارش نموده‌اند تنش آب قبل از گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله و به هنگام گرده افشانی و کمی پس از آن باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌شود. اگر خشکی در مراحل اولیه تشکیل دانه حادث شود اثر سوء آن بیشتر است و باعث لاغر شدن و چروکیده شدن دانه ها می‌گردد. بلام (۱۳) اظهار می‌دارد که انتخاب برای مقاومت به خشکی باید با انتخاب مواد ژنتیکی برای پتانسیل عملکرد بالا تحت شرایط بدون تنش همراه باشد. به نظر می‌رسد ارقامی که در شرایط آبیاری مناسب و آبیاری محدود، عملکرد یکسانی داشته باشند و یا لااقل تفاوت عملکرد آنها کم باشد نسبت به خشکی دارای مقاومت نسبی باشند. طبق نظر فیشر معیار مقاومت به خشکی وضعیت عملکرد دانه در شرایط خشک است (۱۷). بنابراین، وضعیت عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و نیز در شرایط آبی بعنوان یک نقطهٔ شروع برای شناسایی صفات مربوط به مقاومت به خشکی و انتخاب ژنوتیپ‌ها برای اصلاح در محیط‌های خشک است (۲).

روشهای مختلف و متعددی برای ارزیابی واکنش محصولات زراعی

www.SID.ir

Archive of SID



نسبت به تنش های محیطی توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است. فرناندز (۱۴) شاخص حساسیت به تنش (STI) را پیشنهاد کردند که براساس عملکرد هر گیاه در دو شرایط مطلوب و تنش و مربع میانگین عملکرد تمامی گیاهان مورد آزمایش در شرایط مطلوب می‌باشد. هر چه مقدار STI بیشتر باشد نشانه بیشتر بودن مقاومت گیاه به تنش است. در ارزیابی تحمل لاین‌ها و ژنوتیپ‌های گندم به تنش خشکی مشخص شده که همبستگی شاخص STI با عملکرد گیاه نسبت به سایر شاخص‌ها بیشتر است (۱۸، ۲۰). رزیل و هامبلین (۱۹) شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP) را معرفی نمودند که TOL تفاوت عملکرد گیاه در دو شرایط متفاوت و MP میانگین تولید در شرایط تنش و عدم تنش است. زیاد بودن TOL نشانه حساسیت گیاه به تنش بوده و اساساً انتخاب برمبنای مقادیر کم TOL انجام می‌شود. ولی زیاد بودن MP تحمل بیشتر به تنش را نشان می‌دهد. فرناندز (۱۴) و کریستین (۱۷) شاخص دیگری تحت عنوان میانگین هندسی بهره وری (GMP) را پیشنهاد نمودند. فیشر و مورر (۱۵) نیز شاخص حساسیت به تنش (SSI) را معرفی کردند که در آن عملکرد دانه گیاه تحت شرایط مطلوب و تنش اندازه‌گیری و شدت تنش نیز براساس میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط مطلوب و تنش تعیین می‌شود. مقادیر کم SSI حاکی از تغییرات کم عملکرد گیاه در شرایط تنش در مقایسه با شرایط عدم تنش و در نتیجه مقاومت بیشتر گیاه است. هدف از این پژوهش ارزیابی تنوع ژنتیکی ارقام جو از نظر مقاومت به خشکی، انتخاب مناسبترین شاخص های مقاومت به خشکی و شناسایی ارقام مقاوم به خشکی می باشد.

## مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی ارقام جو بهاره، غربال کردن شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و شناسایی ارقام مقاوم به خشکی، تعداد ۱۶ رقم جو بهاره در مزرعهٔ تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه مورد آزمایش قرار گرفتند. جهت سهولت در انجام مراحل آزمایش و محاسبات مربوطه از یک شماره یک یا دو رقمی برای نشان دادن ارقام استفاده گردید. اسامی ارقام و سایر مشخصات مربوطه در جدول (۱) آورده شده است. در این تحقیق ۱۶ رقم جو در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بصورت جداگانه تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی در ۳ تکرار بررسی شدند. ارتفاع منطقهٔ اجرای آزمایش از سطح دریا ۱۳۲۵ متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب °۵۷ و ′۳۷ طول شرقی و °۱ و ′۴۵ عرض شمالی می باشد. مجموع سالانه میانگین های درجهٔ حرارت بیش از صفر درجهٔ سانتی گراد ۴۴۰۰ و بیش از ۱۰ درجهٔ سانتیگراد ۲۰۰۰-۱۵۰۰ می‌باشد. حداقل بارندگی سالانهٔ آن ۲۷۵ میلی متر، حداکثر آن ۵۲۵ میلی متر و متوسط بارندگی سالانهٔ آن ۴۲۴ میلی متر گزارش شده است. افزایش دما در اواخر فصل که معمولاً با قطع بارندگی همراه است، زراعت دیم را با تنش خشکی مواجه می سازد.

هر واحد آزمایش از ۳ خط کاشت به طول ۴ متر تشکیل شد و بذر و ارقام مورد نظر با احتساب ۲۵۰ بذر در هر مترمربع محاسبه و در عمق ۵-۳ سانتی متری خاک کاشته شدند. فاصلهٔ بین خطوط ۲۰ سانتی متر، فاصلهٔ دو تکرار از هم ۱/۵ متر و فاصلهٔ دو آزمایش از هم ۵ متر انتخاب گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز، چندین مرحله وجین دستی صورت گرفت. همچنین برای از بین بردن علف‌های هرز پهن برگ، در یک مرحله از D-۴-۲ استفاده گردید. کود ازته (اوره) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سرک مصرف گردید. در هر دو آزمایش تا اوایل سنبله دهی ۳ بار آبیاری صورت گرفت، ولی برای ایجاد استرس در آزمایش تنش خشکی از اوایل تشکیل سنبله‌ها، آبیاری قطع گردید، در حالیکه آزمایش آبیاری معمولی یک بار دیگر تا مرحلهٔ برداشت آبیاری گردید. برداشت هر ژنوتیپ متناسب با رسیدگی فیزیولوژیکی آن انجام گرفت، در این مرحله برای از بین بردن اثر حاشیه، دو خط کناری و ۰/۵ متر از دو انتهای خط میانی حذف گردید برداشت بوسیلهٔ دست صورت گرفت. عملکرد دانه پس از خرمنکوبی و جدا کردن دانه از کاه، بر اساس وزن دانه بر حسب گرم در ۰/۶ مترمربع تعیین گردید. و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی با استفاده از عملکرد گیاهان در آزمایش آبیاری ($Y_p$) معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی (Ys) به شرح ذیل محاسبه گردید:

۱- شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره وری متوسط (MP) (۱۷).

۲- شاخص حساسیت به تنش (SSI) (۱۴).

$$TOL = Y_P - Y_S \quad , MP = \frac{Y_S + Y_P}{2}$$

در این فرمول SI شدت تنش، $\overline{Y}_S$ میانگین عملکرد کلیهٔ ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و $\overline{Y}_P$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش است.

$$SSI = \frac{1-(\frac{Y_S}{Y_P})}{SI} \quad , SI = 1-(\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P})$$

۳- شاخص میانگین هندسی بهره وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) (۱۴ و ۱۷).

$$GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$$

$$STI = \frac{(Y_S)(Y_P)}{(\overline{Y}_P)^2}$$

۴- میانگین هارمونیک (HM) (۱). در این بررسی پس از آزمون نرمال بودن توزیع اشتباهات آزمایشی با نرم‌افزار Minitab 16، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین عملکرد ارقام در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

$$HM = \frac{2(Y_P \ . \ Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

و شاخص های کمی مقاومت به خشکی با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و آزمون SNK انجام گرفت. همبستگی بین میانگین شاخص های محاسبه شده و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در نرم افزار SPSS 18 محاسبه شد. همچنین به منظور ارزیابی بهتر روابط بین شاخص‌ها با عملکردهای هر دو شرایط تنش و بدون تنش از روش ترسیمی بای‌پلات بر روی ۱۶ ژنوتیپ، استفاده شد. برای دسته‌بندی داده‌ها از نرم‌افزار Excel و برای ترسیم نمودارهای سه‌بعدی و بای‌پلات و کلاستر از برنامه STATGRAPICS استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه، از نظر کلیهٔ شاخص های کمّی مقاومت به خشکی و نیز عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی اختلاف بسیار معنی داری وجود دارد (جدول ۲) که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی است. به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی، میانگین هر از شاخص‌های مقاومت به خشکی برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی محاسبه

Archive of SID



شدند (جدول۳). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بطور متوسط تنش اعمال شده در مرحله گلدهی باعث کاهش ۳۰ درصدی عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به شرایط بدون تنش می شود. در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی بیشترین عملکرد متعلق به رقم شماره ۸ با میانگین ۲۱۵۲ کیلوگرم در هکتار بود ( جدول۳). از نظر شاخص‌های کمّی مقاومت به خشکی نیز بیشترین STI متعلق به ارقام شماره ۸ (۱/۳۶۵) و شماره ۹ (۱/۳۳۵)، بیشترین میانگین بهره‌وری ( kg2152 و kg 2082)، میانگین هندسی بهره‌وری ( kg 2112 و kg 2066) و میانگین هارمونیک (kg 2073 و kg 2051) نیز متعلق به ارقام شماره ۸ و ۹ بود و کمترین شاخص حساسیت به خشکی ( ۰/۳۱۴۶) و تحمل (۵۳/۷۷) به ترتیب متعلق به ارقام شماره ۱۱ و ۱۳ بود (جدول ۳). با توجه به اینکه رقم شماره ۸ (Kavir/Badia) از نظر عملکرد آبی و تنش خشکی در وضعیت مطلوبی قرار دارد لذا می‌توان آن را مناسب‌ترین رقم برای کشت در شرایط تنش آبی در نظر گرفت. به علاوه رقم شماره ۸ علاوه بر شاخص‌های بیان شده از نظر دو شاخص تحمل (TOL) و شاخص حساسیت به تنش (SSI) نیز در وضعیت مطلوبی قرار داشت و از این نظر با ارقام شماره ۱۱ و ۱۳ در یک گروه قرار گرفت (جدول ۳).با توجه به اینکه مقاومت به خشکی یک صفت پیچیده بوده و عوامل مختلفی در آن دخالت دارند، لذا قضاوت پیرامون ارقام از نظر این صفت پیچیده و گاهی اوقات با نتایج متناقض همراه است (۱، ۱۰ و ۱۱). بنابراین با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی و شاخص‌های کمّی مقاومت به خشکی می توان شاخص‌های مقاومت را غربال و مناسب‌ترین شاخص را انتخاب نمود. مناسب‌ترین شاخص، آن است که در هر دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی با عملکرد همبستگی معنی‌داری داشته باشد (۱، ۱۰ و ۱۳). نتایج حاصل از تجزیهٔ همبستگی شاخص‌ها با عملکرد در شرایط آبیاری معمولی ($Y_p$) و تنش خشکی (YS) نشان داد که بین شاخص‌های MP، HM، GMP و STI با عملکرد آبیاری معمولی و تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد همبستگی بسیار معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). لذا می‌توان این شاخص‌ها را بعنوان مناسب‌ترین شاخص برای غربال کردن ارقام مقاوم به خشکی که در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی عملکرد بالایی دارند در نظر گرفت. حصادی (۳) و کرمی و همکاران (۹) نیز برای غربال لاین‌های جو متحمل به تنش خشکی چهار شاخص MP، GMP، HM و STI را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها معرفی کردند. عبدالشاهی و همکاران (۵) نیز همین شاخص‌ها را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های گندم معرفی کردند. فرناندز (۱۴) دو شاخص STI و MP را برای غربال کردن لاین های مقاوم به خشکی در لوبیا در نظر گرفت. کریستین و همکاران (۱۷) در مطالعه بر روی ارقام لوبیا شاخص میانگین هندسی بهره وری (GMP) را بعنوان شاخص مطلوب انتخاب نمودند. در مطالعات صورت گرفته توسط امام جمعه (۱) و فرشادفر (۷) بر روی لاین‌های نخود شاخص‌های MP، HM، GMP و STI بعنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در نظر گرفته شده‌اند. در ادمه برای تعیین ژنوتیپ‌های مقاوم با عملکرد بالا در هر دو شرایط از نمودار سه‌بعدی استفاده شد. نمودار سه‌بعدی رابطه بین سه متغیر Yp، Ys و یکی از شاخص‌های مقاومت را نشان می‌دهد که در آن عملکرد تحت شرایط بدون تنش بر روی محور Yها، عملکرد در محیط تنش خشکی بر روی محور Xها و یکی از شاخص‌های انتخاب شده فوق بر روی محور Zها نمایش داده می‌شود. با توجه به این سه معیار ژنوتیپ‌ها در چهار گروه A، B، C و D دسته‌بندی شدند. فرناندز (۱۴) نشان داد که مناسب‌ترین شاخص آن است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها متمایز کند. با توجه به اینکه شاخص‌های MP، GMP، HM و STI به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها شناخته شدند، لذا از نمودار سه‌بعدی آنها نیز استفاده شد (شکل ۱). بررسی نمودارهای سه‌بعدی Yp و Ys با شاخص‌های انتخاب شده نشان داد که بطور کلی ژنوتیپ‌های ۸، ۹، ۵، ۳، ۲ و ۱۴ در گروه A قرار گرفتند بدین معنی که هم مقاوم به تنش کم آبی بوده و هم محصول آنها در محیط آبی و دیم بالاست. استفاده از نمودارهای سه‌بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها در جو توسط حصادی (۳)، در لوبیا توسط فرناندز (۱۴) و در نخود توسط امام جمعه (۱) و فرشادفر و همکاران (۵) مورد استفاده و تأیید قرار گرفته است. نمودار سه‌بعدی فقط رابطه بین سه متغیر را بررسی می‌کند، بنابراین برای بررسی رابطهٔ بین بیش از یک متغیر از یک نمودار چند متغیر، موسوم به بای پلات استفاده شد (۱، ۱۰، ۱۱ و ۱۴). برای این منظور ابتدا از تجزیهٔ چند متغیره مؤلفه‌های اصلی بر مبنای شاخص‌های مقاومت و عملکرد تحت شرایط بدون تنش و تنش استفاده گردید ( جدول ۵). بای‌پلات مربوطه بر مبنای دو مؤلفهٔ اوّل و دوّم که حدود ۹۹ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه می‌کردند، رسم گردید (شکل ۲). در فضای بای پلات ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخصی قرار گرفتند که مرتبط با میانگین عملکرد و مقاومت آنها به کمبود آب است (شکل ۲ و جدول ۳). در این بررسی اولین مولفه اصلی ۸۰/۴ درصد از تغییرات کل داده ها را توجیه نمود (جدول ۵) و همبستگی مثبت و بالایی را با عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش و نیز شاخص‌های HM، STI، GMP وMP داشت. با توجه به اینکه میزان بالای این شاخص‌ها مطلوب می‌باشد اگر میزان مولفه اول بالا باشد، ارقامی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش و همچنین HM، STI، GMP و MP بالایی هستند. بنابراین مولفه اول را می‌توان بعنوان مولفه پتانسیل عملکرد و تحمل به خشکی نامگذاری کرد. دومین مولفه ۱۸/۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود (جدول ۵) که همبستگی مثبت با شاخص‌های SSI و TOL داشته و همبستگی منفی با عملکرد تحت شرایط تنش و شاخص‌های MP، GMP، HM و STI نشان داد. بنابراین مولفه دوم را می توان بعنوان مولفه حساسیت به تنش نامگذاری کرد. نمودار بای پلات (شکل ۲) نشان می‌دهد که ارقام ۸، ۹، ۵ و ۱۴ در فضای A نمودار بای‌پلات و در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم مقاومت به خشکی یعنی HM، STI، GMP و MP قرار دارند. همچنین نمودار بای‌پلات نشان می‌دهد که ارقام ۸، ۹، ۵ و ۱۴ در مجاورت مؤلفهٔ اوّل یعنی مؤلفهٔ پتانسیل عملکرد قرار دارند. ارقام شماره ۲، ۳، ۶ و ۱۰ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص TOL و SSI و نیز عملکرد آبی Yp قرار گرفته‌اند که به معنی بالا بودن عملکرد آنها در شرایط آبی و در عین حال حساسیت آنها به کمبود آب است. در واقع می توان گفت که ارقام ۲، ۳، ۶ و ۱۰ دارای سازگاری خوبی به محیط‌های آبی هستند. به طور کلّی این نوع نحوهٔ توزیع ارقام در فضای بای‌پلات را می توان حاکی از وجود تنوع ژنتیکی ارقام نسبت به تنش خشکی دانست.

همچنین تشکیل زاویهٔ حاده بین شاخص‌های انتخابی HM، STI،

Archive of SID



GMPو MP دلالت بر وجود همبستگی بالا بین این شاخص‌ها است. نتایج حاصل از نمودار چند متغیره بای‌پلات نشان می‌دهد که مناسب‌ترین ارقام همان ارقام ۸، ۹، ۵ و ۱۴ می‌باشد. در بین ارقام انتخابی رقم ۸ (Kavir/ Badia) دارای بالاترین عملکرد در شرایط آبیاری معمولی (Yp) و بالاترین سطح عملکرد در شرایط تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی (Ys) بود، لذا می‌توان آنرا بعنوان بهترین رقم در نظر گرفت. استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای‌پلات برای انتخاب ارقام مقاوم در نخود توسط امام جمعه (۱) و فرشادفر (۷) در گندم توسط معروفی (۱۰) و نورمند مؤید (۱۱) و در لوبیا توسط فرناندز (۱۴) مورد توجه قرار گرفته است.

با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و روش UPGMA، دندروگرام گروه‌بندی ارقام بر مبنای عملکرد تحت شرایط بدون تنش و تنش و شاخص‌های میانگین بهره وری (MP)، میانگین هندسی بهره وری (GMP)، میانگین هارمونیک (HM) و شاخص تحمل تنش (STI) صورت گرفت (شکل ۳). به طوری که ملاحظه می‌گردد ژنوتیپ‌های مورد بررسی در ۳ دسته گروه‌بندی شدند. ارقام ۸ و ۹ در یگ گروه قرار گرفتند که همان ارقام دارای عملکرد بالا و مقاوم به خشکی بودند. ارقام ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۰، ۱۴ و ۱۶ در یک گروه و ارقام ۱، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۵ نیز در گروه دیگری قرار گرفتند که همان گروه ارقام دارای Ys و Yp پایین و در عین حال حساس به خشکی

**جدول ۱- اسامی ارقام جو و سایر مشخصات مربوطه**

| کد رقم | نام رقم | تیپ سنبله |
|---|---|---|
| ۱ | Local- chek | ۶ ردیفه |
| ۲ | Rihane | ۶ ردیفه |
| ۳ | Rihane/ Alger- union | ۶ ردیفه |
| ۴ | Atlas 46/ Kavir | ۶ ردیفه |
| ۵ | Gorgan/ CM 67/ Pro/ Svo | ۶ ردیفه |
| ۶ | Suifu/ Walfajre | ۶ ردیفه |
| ۷ | QC 2.17× D7/ Bgs | ۶ ردیفه |
| ۸ | Kavir/ Badia | ۶ ردیفه |
| ۹ | Rihane- O5 | ۶ ردیفه |
| ۱۰ | AS 46/ Ahtaz- ZAD | ۶ ردیفه |
| ۱۱ | بومی آذربایجانغربی | ۲ دریفه |
| ۱۲ | بومی تکاب | ۲ دریفه |
| ۱۳ | بومی مرند | ۲ دریفه |
| ۱۴ | Hebe | ۲ دریفه |
| ۱۵ | Union 300-4 | ۲ دریفه |
| ۱۶ | بومی کره‌سنی سلماس | ۲ دریفه |

**جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص های کمّی مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات (MS) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HM | GMP | MP | TOL | SSI | STI | $Y_S$ | $Y_P$ |
| تکرار | ۲ | ۱۶۸۲/۴۶۰ ns | ۲۲۸۹/۵۱۳ ns | ۳۴۳۹/۶۴۸ ns | ۲۳۰۷۰/۳۲۲ ns | ۰/۰۰۸ ns | ۰/۰۰۹ ns | ۲۰۴۳۸/۴۴۵ ns | ۹۹۷/۰۵۷ ns |
| ارقام جو | ۱۵ | ۶۶۶۸۹۱/۴۲۰ ** | ۶۹۰۱۸۶/۹۴۲ ** | ۷۱۷۰۳۷/۶۶۹ ** | ۲۴۵۸۸۹/۸۸۲** | ۰/۵۵۳ ** | ۰/۸۰۱** | ۱۰۶۷۰۷۹/۶۹۹ ** | ۴۸۸۲۳۳۲/۰۶۳** |
| اشتباه | ۳۰ | ۶۱۹۶/۵۶۵ | ۶۴۸۸/۷۹۸ | ۷۰۵۷/۵۴۱ | ۲۰۸۴/۷۰۹ | ۰/۰۹۱ | ۰/۰۱۲ | ۱۷۴۴۵/۶۵۱ | ۶۵۷۰/۹۰۳ |

ns، * و **. به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد . Ys عملکرد در شرایط تنش، Yp عملکرد در شرایط آبیاری معمولی، HM میانگین همساز، GMP میانگین هندسی بهره وری، MP میانگین بهره روی، TOL تحمل تنش، SSI شاخص حساسیت به تنش و STI شاخص تحمل تنش .

**جدول ۳- مقایسهٔ میانگین عملکرد آبیاری معمولی و تنش خشکی و شاخص های کمی مقاومت به خشکی**

| شماره رقم | Yp | Ys | MP | GMP | TOL | SSI | STI | HM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۷۶۹/۷ h | ۷۳۳/۳ h | ۷۶۵ f | ۷۶۴/۲ ef | ۶۳/۳۳ gh | ۱/۳۱۶ h | ۰/۴۹۳۷ ef | ۷۶۳/۴ef |
| ۲ | ۱۹۲۵ cde | ۱۲۱۱ de | ۱۵۶۸ c | ۱۵۲۴ c | ۷۱۴/۴ abc | ۳/۴۹۰ bcd | ۰/۹۸۴۹ c | ۱۴۸۳ c |
| ۳ | ۲۱۴۱ bc | ۱۲۵۷ cd | ۱۶۹۹ bc | ۱۶۳۸ bc | ۸۸۳/۹ a | ۴/۰۸۷ bc | ۱/۰۵۸ ec | ۱۵۸۰ c |
| ۴ | ۱۳۸۱ fg | ۱۱۴۸ de | ۱۲۶۵ d | ۱۲۵۹ d | ۲۳۲/۸ efgh | ۱/۷۶۶ fgh | ۰/۸۱۳۴ d | ۱۲۵۳ d |
| ۵ | ۲۰۵۸ cd | ۱۴۸۰ b | ۱۷۶۹ b | ۱۷۴۲ b | ۵۷۷/۸ bcd | ۲/۵۸۳ defg | ۱/۱۲۶ b | ۱۷۱۷ b |
| ۶ | ۱۷۲۸ e | ۹۷۵ fg | ۱۳۵۲ d | ۱۲۹۸ d | ۷۵۳/۳ ab | ۴/۳۳۹ ab | ۰/۸۳۸۴ d | ۱۲۴۶ d |
| ۷ | ۱۴۶۴ f | ۱۱۶۶ de | ۱۳۱۵ d | ۱۳۰۵ d | ۲۹۸/۴ efgh | ۲/۰۳۹ fgh | ۰/۸۴۳۱ d | ۱۲۹۵ d |
| ۸ | ۲۵۶۳ a | ۱۷۴۱ a | ۲۱۵۲ a | ۲۱۱۲ a | ۸۲۱/۶ ab | ۲/۹۳۵ cdef | ۱/۳۶۵ a | ۲۰۷۳ a |
| ۹ | ۲۲۲۲ b | ۱۸۴۲ a | ۲۰۸۲ a | ۲۰۶۶ a | ۴۸۰/۱ cpe | ۲/۰۰۵ fgh | ۱/۲۲۵ a | ۲۰۵۱ a |
| ۱۰ | ۱۸۲۳ de | ۹۲۹/۴ g | ۱۳۷۶ d | ۱۳۰۲ d | ۸۹۳/۹ a | ۵/۲۰۰ a | ۰/۸۴۰۸ d | ۱۲۳۱ d |
| ۱۱ | ۸۳۵/۹ h | ۷۸۲/۱ h | ۸۰۹ ef | ۸۰۳/۳ e | ۵۳/۷۷ h | ۱/۴۶۵ gh | ۰/۵۱۹۰ ef | ۷۹۷/۷ e |
| ۱۲ | ۷۴۷/۸ h | ۵۷۹/۴ i | ۶۶۳/۶ f | ۶۵۷/۹ f | ۱۶۸/۳ fgh | ۲/۱۳۴ efgh | ۰/۴۲۵۱ f | ۶۵۲/۴ f |
| ۱۳ | ۶۰۴/۴ h | ۳۹۲/۸ j | ۴۹۸/۶ g | ۴۸۷ g | ۲۱۱/۷ efgh | ۳/۲۶۴ bcde | ۰/۳۱۴۶ g | ۴۷۵/۷ g |
| ۱۴ | ۱۷۸۱ e | ۱۳۶۸ bc | ۱۵۷۵ c | ۱۵۳۱ c | ۴۱۲/۷ def | ۲/۱۷۸ efgh | ۱/۰۰۹ c | ۱۵۴۸ c |
| ۱۵ | ۱۱۶۳ g | ۶۸۶/۱ hi | ۹۲۴/۴ e | ۸۹۳/۱ e | ۴۷۶/۷ cde | ۳/۹۶۴ bc | ۰/۵۷۷۰ e | ۸۶۲/۹ e |
| ۱۶ | ۱۴۳۲ f | ۱۱۰۰ ef | ۱۲۶۶ d | ۱۲۵۴ d | ۳۳۲/۲ defg | ۲/۲۳۱ efgh | ۰/۸۱۰۳ d | ۱۲۴۳ d |
| LSD ۵٪ | ۲۲۳/۴ | ۱۳۵/۲ | ۱۴۰/۱ | ۱۳۴/۳ | ۲۴۰/۵ | ۱/۰۵۵ | ۰/۰۹۱۳۳ | ۱۳۱/۳ |

اسامی ژنوتیپ ها بر اساس شماره در جدول ۱ آمده است. حروف غیرمشابه به بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است (آزمون SNK، ۵ درصد)

Archive of SID



جدول ۴- جدول ضرایب همبستگی بین شاخص های مقاومت به خشکی و عملکرد در دو محیط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحلهٔ گلدهی

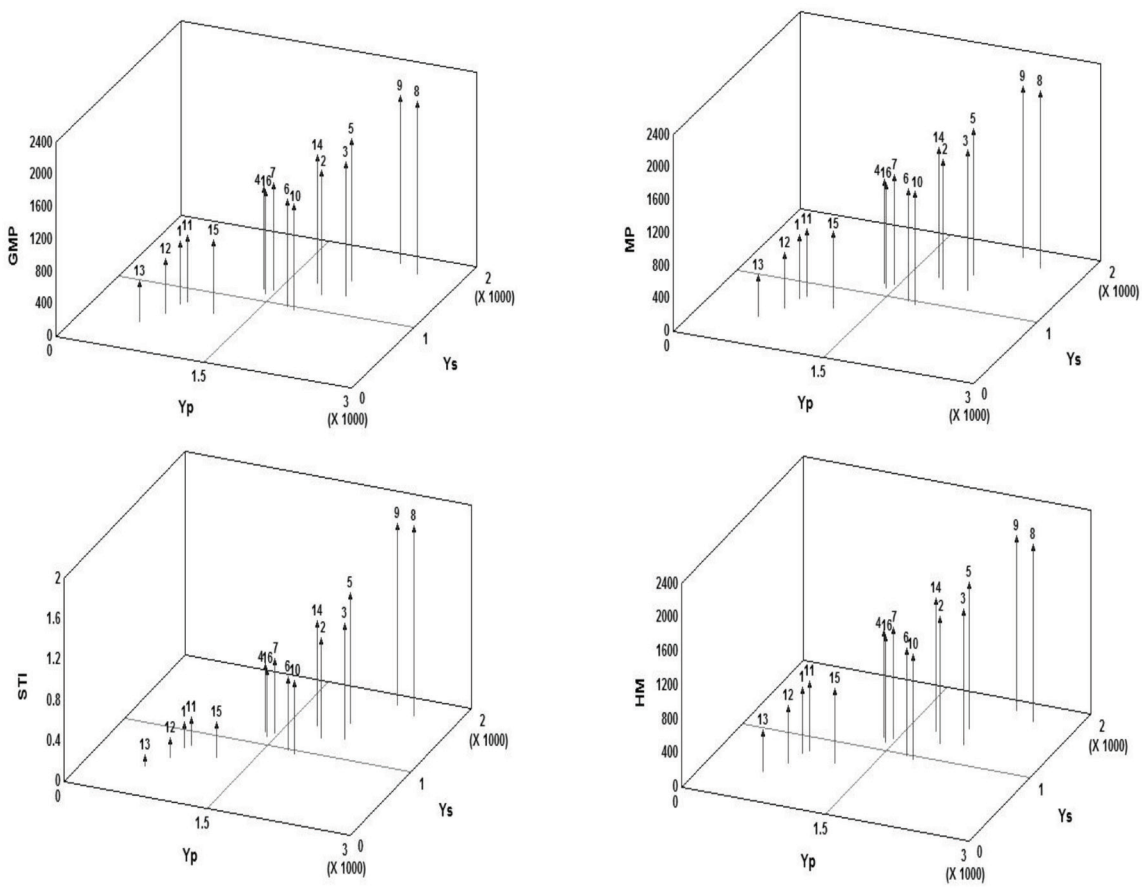
| | $Y_p$ | $Y_s$ | MP | GMP | HM | STI | TOL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Y_s$ | ۰/۹۰۸** | | | | | | |
| MP | ۰/۹۸۵** | ۰/۹۶۷** | | | | | |
| GMP | ۰/۹۷۷** | ۰/۹۷۷** | ۰/۹۹۹** | | | | |
| HM | ۰/۹۶۷** | ۰/۹۸۵** | ۰/۹۹۶** | ۰/۹۹۹** | | | |
| STI | ۰/۹۴۹** | ۰/۹۶۸** | ۰/۹۷۹** | ۰/۹۸۲** | ۰/۹۸۳** | | |
| TOL | ۰/۸۰۶** | ۰/۴۸۳ns | ۰/۶۹۱** | ۰/۶۶** | ۰/۶۲۸** | ۰/۶۱۶* | |
| SSI | ۰/۳۸۸ns | -۰/۰۱۱ns | ۰/۲۳۲ns | ۰/۱۹۴ns | ۰/۱۵۷ns | ۰/۱۶۳ns | ۰/۸۲۴** |

ns، * و **. به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.$Y_S$ عملکرد در شرایط تنش، $Y_P$ عملکرد در شرایط آبیاری معمولی، HM میانگین همساز، GMP میانگین هندسی بهره وری، MP میانگین بهره روی، TOL تحمل تنش، SSI شاخص حساسیت به تنش و STI شاخص تحمل تنش.

جدول ۵- مقادیر ویژه و بردارهای ویژهٔ ۸ شاخص مقاومت به خشکی برای ۱۶ رقم جو بهاره

| مؤلفه | مقادیر ویژه | درصد سهم تجمعی | $Y_P$ | $Y_S$ | MP | GMP | HM | STI | TOL | SSI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۶/۴۳۱ | ۸۰/۳۸۵ | ۰/۹۹۶ | ۰/۹۴۰ | ۰/۹۹۵ | ۰/۹۹۱ | ۰/۹۸۵ | ۰/۹۷۳ | ۰/۷۵۱ | ۰/۳۱۹ |
| ۲ | ۱/۴۹۶ | ۹۹/۰۸۵ | ۰/۰۸۱ | -۰/۳۳۷ | -۰/۰۹۰ | -۰/۱۳۰ | -۰/۱۷۰ | -۰/۱۶۵ | ۰/۶۴۳ | ۰/۹۳۸ |

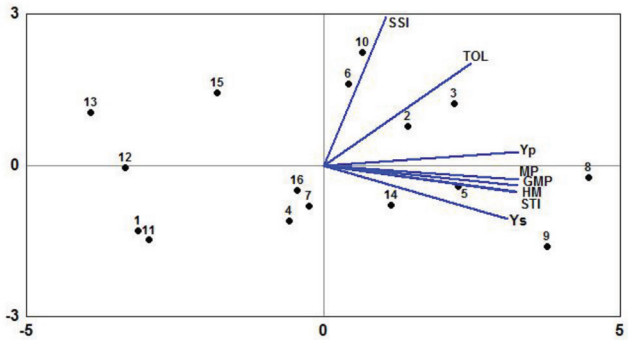
$Y_S$ عملکرد در شرایط تنش، $Y_P$ عملکرد در شرایط آبیاری معمولی،HM میانگین همساز، GMP میانگین هندسی بهره وری، MP میانگین بهره روی، TOL تحمل تنش، SSI شاخص حساسیت به تنش و STI شاخص تحمل تنش.



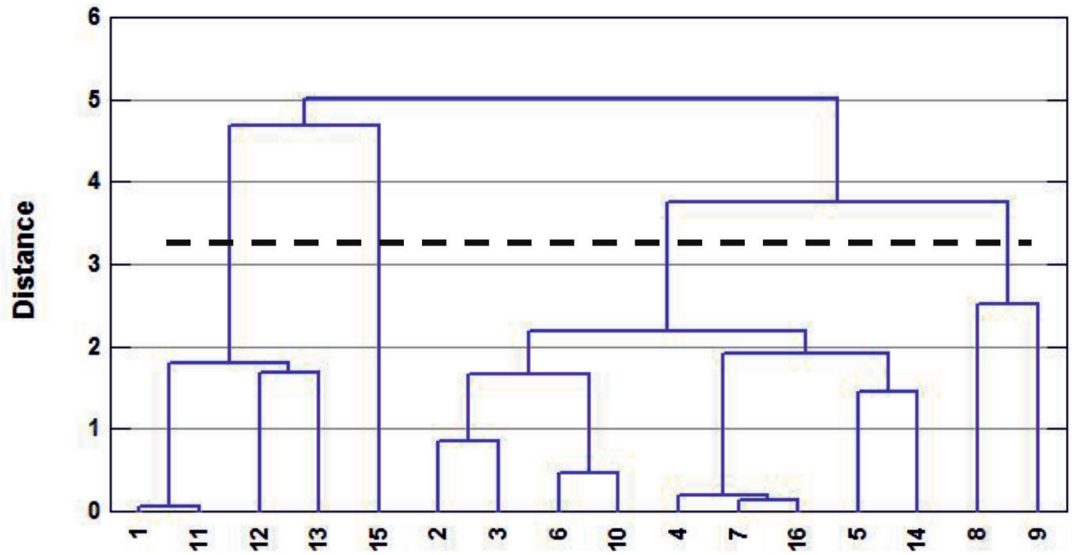

شکل ۱- نمودار پراکنش سه‌بعدی تعیین ارقام مقاوم به خشکی براساس عملکرد آبی (Yp)، عملکرد دیم (Ys) و شاخص های MP، GMP، HM و STI

Archive of SID






شکل ۲- نمایش بای پلات ۱۶ رقم جو بهاره در ۸ شاخص مقاومت به خشکی
بر اساس اولین و دومین مؤلفهٔ اصلی. اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره در جدول ۱ آمده است.




شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه ای بر اساس داده های مربوط به STI، MP، GMP و HM. اسامی ژنوتیپ‌ها بر اساس شماره در جدول ۱ آمده است.

هستند.

## منابع مورد استفاده


۱. امام جمعه، ع. (۱۳۷۸). تعیین فاصلهٔ ژنتیکی توسط RAPD–PCR، ارزیابی شاخص های مقاومت به خشکی و تحلیل سازگاری در نخود ایرانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه.

۲. اهدائی، ب. (۱۳۷۲). انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. اولین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۵- ۱۸ شهریور، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳. حصادی، پ. (۱۳۸۵). انتخاب برای تحمل به خشکی در لاین‌های جو در شرایط اقلیمی کرمانشاه. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۱۲، صفحه ۱۴۳- ۱۵۳.

۴. خدابنده، ن. (۱۳۶۹). غلّات، انتشارات دانشگاه تهران.

۵. عبدالشاهی، ر.، امیدی، م.، طالعی، ع. ر.، یزدی صمدی، ب. (۱۳۸۹). ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان از لحاظ تحمل به خشکی. ج ۳، صفحه ۱۵۹- ۱۷۱.

۶. عبدمیشانی، س. و جعفری شبستری، ج. (۱۳۶۷). ارزیابی ارقام گندم برای مقاومت به خشکی. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران. ج ۱۹، صفحه ۳۷-۴۳.

۷. فرشادفر، ع. (۱۳۷۹). انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین های نخود. مجلهٔ علوم کشاورزی ایران. ج ۳۲، صفحه ۶۵-۷۷.

۸. کوچکی، ع. (۱۳۷۳). زراعت در مناطق خشک: غلّات، حبوبات، گیاهان صنعتی و گیاهان علوفه ای(ترجمه)، چاپ چهارم، انتشارات جهاددانشگاهی مشهد.

۹. کرمی، ع.، قنادها، م. ر.، نقوی، م. ر. و مرادی م. (۱۳۸۵). شناسایی ارقام متحمل به خشکی در جو. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۳۷، صفحه ۳۷۱- ۳۷۹.

۱۰. معروفی، ا. (۱۳۷۸). تعیین محل کروموزومی شاخص های مقاومت به خشکی در گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه.

۱۱. نورمند مؤید، ف. (۱۳۷۶). بررسی تنوع صفات کمی و رابطهٔ آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی

Archive of SID



دانشگاه تهران.

12. Aspinall, D. (1965). The effects of soil moisture stress on the growth of barley: I. Vegetative development and grain yield. *Aust J Agric Res,* 15, 729-745.
13. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, FLPP, 38-78.
14. Fernandez, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of a symposium, Taiwan, 13-18 August. Pp. 257-27.
15. Fischer, R. A. and Maurer, R., (1978), Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. *Aust J Agric Res,* 29, 897-912.
16. Golparvar, A. R., Majidi Harvan, I. and Ghassemi Pirbaloti, E. (2003). Genetic improvement yield potential and water stress resistance in wheat genotypes (*Triticum aestivum*). *Aridity Seasonal and Agricultural Drought,* 13,13-21.
17. Kristin, A. S., Serna, R. R., Perez, F. I., Enriquez, B. C., Gallegos, J. A. A., Vallejo, P. R., Wassimi, N. and Kelley, J. D. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *Crop Sci,* 37, 43-50.
18. Reza Mohammadi, R., Haghparast, R. and Aghaee, M. (2005). Evaluation of bread wheat genotypes for drought tolerance under rainfed conditions. Theme 10. Application of new technologies and technology transfer and crop improvement for dry areas.
19. Rosielle, A. A. and Hambling, J. (1981), Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environments. *Crop Sci,* 21, 943-946.
20. Roustaii, M., Zadhehassan E. and Ketata H. (2005). Adaptability and stability analysis of grain yield in advanced bread wheat lines in cold and moderate dryland areas of Iran. Theme 10. Application of new technologies and technology transfer and crop improvement for dry areas.