

بررسی تحمل به خشکی ارقام گلرنگ بهاره در منطقه اصفهان

احمدرضا گل پرور^{۱*} و عبدالله قاسمی پیربلوطی^۲

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۲۸

چکیده

به منظور تعیین مناسبترین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم، تعداد ده رقم گلرنگ بهاره در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان واقع در منطقه خاتون‌آباد کشت شدند. تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار و تنوع ژنتیکی بین ارقام از نظر این شاخص‌ها بود. بررسی همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد ارقام در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی نشان‌دهنده این بود که شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و تحمل به تنش (STI) قادر به شناسایی ارقام دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی بوده و لذا به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل شناخته شدند. مقایسه میانگین ارقام مختلف از نظر بهترین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و همچنین نمایش گرافیکی بای‌پلات مبین این مطلب بود که ارقام استرلینگ، نبراسکا ۱۰، محلی کوسه و Gila متحمل‌ترین و رقم U.S.10 حساس‌ترین رقم نسبت به تنش خشکی می‌باشند. نتایج حاصل از دسته‌بندی ارقام با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که تلاقی بین رقم U.S.10 با ارقام اصفهان ۲۸، اراک ۲۸۱۱ و C111 که دارای بیشترین فاصله ژنتیکی می‌باشند به عنوان والدین بهترین تلاقی‌ها در جهت بهبود ژنتیکی تحمل به تنش خشکی در ارقام گلرنگ بهاره قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: گلرنگ، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل، بای‌پلات، تجزیه خوشه‌ای

مقدمه

نتایج مطالعات محققین (۱۹، ۱۸) نشان می‌دهد که در مناطق دارای تنش خشکی، مطمئن‌ترین راه برای بهبود تحمل به خشکی در غلات دانه‌ریز، ادامه اصلاح برای افزایش پتانسیل عملکرد است. از این طریق، عملکرد حتی در محیط‌هایی که تنش بسیار شدید است افزایش نشان داده است.

ریچارد (۱۹) بیان کرد که انتخاب بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان در هر دو محیط تنش و بدون تنش، باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شود، چرا که آلل‌های مطلوب تحت شرایط تنش خشکی انتخاب شده و در همین زمان پاسخ به انتخاب در شرایط بدون تنش به دلیل وراثت‌پذیری بالاتر عملکرد حداکثر است. بر این اساس شاخص‌های متفاوتی ارائه شده که می‌توان از آنها در تعیین ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی استفاده نمود.

فیشر و مورر (۱۳) شاخص حساسیت به تنش، روزیل و هامبلین (۲۰) شاخص‌های تحمل و میانگین حسابی بهره‌وری و فرناندز (۱۲) شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی ارائه نمودند. ابوالحسنی و سعیدی (۸) با انجام تحقیقی بر روی لاین‌های گلرنگ در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی در منطقه اصفهان به اثر متقابل معنی‌داری بین ژنوتیپ و رژیم‌های رطوبتی دست یافتند. در این میان ارقام E2428 و Ac-Sunset به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تحمل نسبت به تنش خشکی بودند. در این مطالعه شاخص تحمل به تنش به عنوان بهترین شاخص تحمل به خشکی در جهت تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل و حساس شناخته شد.

همچنین استفاده از ترسیم بای پلات به همراه شاخص‌های تحمل به خشکی به عنوان روشی مؤثر در جداسازی ژنوتیپ‌های متحمل معرفی شده است. نتایج اکثر مطالعات کارآئی شاخص‌های تحمل تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را به اثبات رسانده‌اند (۸، ۱۱).

خشکی معمولاً به عنوان شایع‌ترین تنش غیر زنده که گیاهان زراعی آنرا تجربه می‌کنند شناخته می‌شود. در مناطقی که میزان بارندگی سالانه کاهش یافته و پراکنش آن الگوی مشخصی ندارد، خشکی مهم‌ترین تنش محیطی است که تولید گیاهان زراعی را شدیداً کاهش می‌دهد. در این مناطق منابع آب غیر کافی، دماهای بالای هوا و بادهای گرم عواملی هستند که در مجموع باعث کاهش شدید عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند. با توجه به کاهش بارندگی‌های سالانه و افزایش خشکی و دمای هوا، ایجاد ارقام متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای اصلاحگران اهمیت بسیاری دارد (۱۹).

گلرنگ گیاهی از خانواده آستراسه^۱ می‌باشد که خصوصیات مطلوب و خاص این گیاه نظیر استفاده‌های طبی، صنعتی و غذایی از گلبرگ‌های آن، وجود کنجاله به عنوان غذایی مناسب برای دام‌های نشخوارکننده، کیفیت بالای روغن دانه به جهت وجود بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع، مقاومت نسبتاً بالا به شوری و خشکی، سازگاری وسیع به درجه حرارت پائین زمستان و بالای تابستان و فصل رشد کوتاه در کشت تابستانه همواره از جمله مواردی است که آن را به عنوان گیاه روغنی با ارزشی مطرح ساخته است (۲، ۶، ۱۷).

گلرنگ در ایران تاکنون در مساحت‌های محدود و مزارع پراکنده در استانهای خراسان، کرمان و فارس کشت می‌شده است. ولی اخیراً کشت این گیاه در استان اصفهان که دارای اقلیم خشک بسیار گرم می‌باشد رونق زیادی یافته و کشت تابستانه آن در مرکز تحقیقات کشاورزی استان در حال بررسی می‌باشد. همچنین، گلرنگ به واسطه مقاومت به خشکی امروزه به عنوان یک گیاه زراعی در تناوب دیم‌زارهای مناطق کوهستانی کشور مطرح می‌باشد (۹).

1- Asteraceae

تشخیص والدین بهترین تلاقی‌ها در جهت بهبود ژنتیکی تحمل به تنش خشکی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این طرح تحقیقاتی، تعداد ۱۰ رقم گلرنگ بهاره (اصفهان ۲۸، محلی کوسه، استرلینگ، اراک ۲۸۱۱، نبراسکا ۱۰، U.S.10، S149، S3110، C111 و Gila) در تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۸۴ به عنوان تیمارهای مورد بررسی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی در مزرعه آموزشی - تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان به صورت کاملاً مجزا کشت گردیدند. دلیل انتخاب ۱۰ رقم اهمیت ارقام مورد نظر بوده و از طرفی به دلیل استفاده از تجزیه‌های آماری خاصی مانند تجزیه و تحلیل بای پلات^۱ امکان بررسی تعداد زیاد رقم از نظر تحمل به تنش خشکی وجود ندارد.

کشت به صورت سه ردیفه بوده و فاصله بین ردیف‌ها و بوته‌ها روی ردیف به ترتیب ۵۰ و ۵ سانتی‌متر انتخاب گردید تا به این ترتیب تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار حاصل شود. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم بندی کوپن خشک بسیار گرم با تابستانهای خشک بوده، میانگین دراز مدت بارندگی و درجه حرارت سالانه به ترتیب ۱۲۰ میلی‌متر و ۱۶ درجه سانتی‌گراد و منطقه در فاصله زمانی تیرماه تا اواسط مهر فاقد بارندگی بود. بافت خاک سیلتی - لومی با ۱ درصد کربن آلی و اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۳/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متر می‌باشد.

در محیط بدون تنش و تنش خشکی آبیاری به ترتیب بر اساس ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A صورت گرفت. بارندگی بهاره در این منطقه تا پایان فروردین ماه ادامه داشت. در مجموع تا پایان دوره رشد گیاهان، در

پورداد (۱) با انجام تحقیقی بر روی ارقام گلرنگ بهاره به این نتیجه رسید که شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل تنش شاخص‌های مناسبی در رابطه با شناسائی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل در گلرنگ می‌باشند. اشکانی و همکاران (۱۱) و ارسلان (۱۰) در مطالعه بر روی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره، شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی معرفی نموده و بر لزوم استفاده از این شاخص‌ها در نسل‌های پیشرفته اصلاحی به منظور گزینش ژنوتیپ‌های متحمل تأکید نمودند.

کریستین و همکاران (۱۴) در ارقام لوبیا، فرشادفر و همکاران (۴) در ارقام نخود و همچنین نورمند مؤید و همکاران (۷) در ارقام گندم نان، نتیجه گرفتند که شاخص‌های تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و میانگین حسابی بهره‌وری همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد ارقام در شرایط تنش و بدون تنش خشکی داشته و به همین دلیل مناسبترین شاخص‌ها برای غربال کردن ارقام دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی می‌باشند.

دانشمند و همکاران (۳) در مطالعه‌ای بر روی ارقام کلزا شاخص‌های تحمل تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را به عنوان بهترین شاخص‌ها در زمینه بررسی تحمل به تنش خشکی در ارقام کلزا معرفی نمودند.

مریل و همکاران (۱۶) در مطالعات خود دریافتند که گلرنگ به واسطه سیستم ریشه‌ای عمیق بعد از آفتابگردان، کلزا، کرامپ و گندم بهاره قرار دارد. همچنین گزارش نمودند که مقاومت به خشکی گلرنگ کمی از جو کمتر بوده و کشت دیم گلرنگ در مناطق با بارش ۳۰۰ میلی‌متر در طی فصل رشد امکان‌پذیر می‌باشد.

هدف از این مطالعه تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ارقام گلرنگ بهاره در منطقه اصفهان، شناسائی ارقام متحمل و نهایتاً دسته‌بندی ارقام به منظور

1- Biplot

پس از محاسبه شاخص‌های تحمل، مقایسه میانگین ارقام از نظر این شاخص‌ها به کمک آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شده تا بدینوسیله ارقام متحمل و حساس نسبت به تنش خشکی براساس بهترین شاخص‌های تحمل شناسائی گردند. نتیجه حاصل از این قسمت به کمک نمایش گرافیکی بای‌پلات که براساس تحلیل چند متغیره تجزیه به مؤلفه‌های اصلی^۶ استوار است نیز مورد بررسی بیشتر و دقیقتر قرار گرفت (۱۲).

در نهایت تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی از نظر شاخص‌های تحمل با روش UPGMA به منظور دسته‌بندی آنها و تشخیص بهترین تلاقی‌ها در جهت بهبود ژنتیکی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی و عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی (جدول ۱) بیانگر این مطلب بود که تنها شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) دارای همبستگی معنی‌دار با عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط بوده و لذا قادر به شناسائی ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی می‌باشند (۱۲). به همین دلیل این دو شاخص به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره قابل معرفی و توصیه می‌باشند. نتایج اکثر مطالعات در مورد انواع گیاهان زراعی نیز این نتیجه را تأیید می‌نماید (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴).

مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی از نظر شاخص‌های تحمل و به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد (جدول ۲) نشان‌دهنده وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین ارقام از نظر تمامی شاخص‌ها به جز شاخص حساسیت به تنش

محیط بدون تنش ۱۰ نوبت و در محیط تنش ۶ نوبت آبیاری مزرعه انجام شد. پس از رشد گیاهان و در زمان رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌ها، اندازه‌گیری عملکرد بوته بر روی ۱۰ بوته که از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شده بودند صورت گرفته و سپس با میانگین‌گیری عملکرد تک بوته به دست آمد.

در این تحقیق از شاخص‌های ارائه شده توسط فیشر و مورر (۱۳) تحت عنوان شاخص حساسیت به تنش^۱ (SSI)، روزیل و هامبلین (۲۰) با اسامی شاخص تحمل^۲ (TOL) و شاخص میانگین حسابی بهره‌وری^۳ (MP) و فرناندز (۱۲) تحت عنوان شاخص میانگین هندسی بهره‌وری^۴ (GMP) و شاخص تحمل به تنش^۵ (STI) که براساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش (ys) و بدون تنش (yp) تنظیم شده‌اند به منظور تعیین ژنوتیپ‌های متحمل استفاده گردید (روابط ۱ الی ۵).

$$\text{SSI} = \frac{1 - yp / ys}{1 - A / B} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\text{TOL} = |yp - ys| \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\text{MP} = \frac{yp + ys}{2} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\text{GMP} = \sqrt{yp \times ys} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\text{STI} = \frac{yp \times ys}{\beta} \quad \text{رابطه (۵)}$$

در این روابط A و B به ترتیب میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش بوده و β نیز مجذور B می‌باشد. به این منظور همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل و عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی نیز محاسبه و معنی‌داری آنها بررسی گردید.

^۱ - Stress susceptibility index

^۲ - Tolerance

^۳ - Mean of productivity

^۴ - Geometric mean of productivity

^۵ - Stress tolerance index

^۶ - Principal component analysis

که از حساسیت کمتری نسبت به تنش خشکی برخوردار می‌باشند. بنابراین می‌توان مؤلفه دوم را به عنوان مؤلفه حساسیت به تنش خشکی نامگذاری نمود. نتیجه مشابهی توسط فرشادفر و همکاران (۴) در مورد ارقام نخود گزارش شده است.

نمودار بای‌پلات (شکل ۱) نشان داد که ارقام استرلینگ، نبراسکا ۱۰، محلی کوسه و Gila در مجاورت بردارهای مربوط به بهترین شاخص‌های تحمل و در قسمت پایین سمت راست قرار گرفته‌اند که همان ناحیه مربوط به ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا (مقادیر بیشتر مؤلفه اول) و حساسیت کمتر نسبت به تنش خشکی (مقادیر کمتر مؤلفه دوم) می‌باشد. بنابراین، نتیجه انتخاب ارقام متحمل توسط بهترین شاخص‌های تحمل به وسیله نمایش گرافیکی بای‌پلات نیز تأیید می‌شود.

رقم U.S.10 که توسط شاخص‌های تحمل به عنوان رقم حساس شناخته شده بود در قسمت پایین سمت چپ قرار داشته که ناحیه دارای پتانسیل عملکرد پایین ولی حساسیت کم در برابر تنش خشکی است. این رقم دارای سازگاری به محیط‌های واجد تنش می‌باشد. البته می‌توان انتظار داشت که با بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد، این رقم نیز جزء ارقام متحمل قرار گیرد.

ارقام اصفهان ۲۸، اراک ۲۸۱۱، C111، S3110 در ناحیه دارای پتانسیل عملکرد بالا ولی حساسیت بیشتر نسبت به تنش خشکی قرار گرفته‌اند که به معنی بالا بودن عملکرد آنها تنها در شرایط آبی است. این ارقام دارای سازگاری خصوصی به محیط‌های آبی هستند.

رقم S149 در قسمت بالا سمت چپ قرار گرفته که ناحیه دارای پتانسیل عملکرد پایین و حساسیت زیاد نسبت به تنش خشکی می‌باشد که نشان‌دهنده عملکرد دانه پایین این رقم در هر دو محیط بوده و بنابراین جهت کشت قابل توصیه نمی‌باشد. بطور کلی می‌توان این نحوه توزیع ارقام در فضای بای‌پلات را حاکی از وجود تنوع ژنتیکی از نظر تحمل نسبت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی

(SSI) بود. براساس مقایسه میانگین ارقام از نظر بهترین شاخص‌های تحمل (STI, GMP) رقم U.S.10 به عنوان حساس‌ترین و ارقام استرلینگ، نبراسکا ۱۰، محلی کوسه و Gila به عنوان متحمل‌ترین ارقام شناخته شدند.

بررسی دقیق تر تحمل به خشکی ارقام از طریق نمایش گرافیکی بای‌پلات و براساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که ۹۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها مربوط به دو مؤلفه اول می‌باشد (جدول ۳). بنابراین بای‌پلات مربوطه براساس این دو مؤلفه ترسیم گردید (شکل ۱). در فضای بای‌پلات ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخصی قرار گرفتند که مرتبط با پتانسیل عملکرد و تحمل آنها نسبت به تنش خشکی می‌باشد (۱۲). جدول ۴ نشان می‌دهد که ۶۵/۵ درصد از تغییرات کل داده‌ها مربوط به اولین مؤلفه بوده که دارای همبستگی مثبت با عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش و همچنین بهترین شاخص‌های تحمل (STI, GMP) می‌باشد. با توجه به اینکه بالا بودن این شاخص‌ها و مقادیر بالای عملکرد در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی باعث انتخاب ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی می‌گردد، لذا بر مبنای مقادیر بیشتر مؤلفه اول ژنوتیپ‌های انتخاب می‌گردند که دارای هر دو خصوصیت مورد نظر می‌باشند. به عبارت دیگر این مؤلفه قادر به جداسازی ارقام پر محصول از ارقام کم محصول می‌باشد. بنابراین، مؤلفه اول به عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش خشکی نامگذاری شد.

دومین مؤلفه، ۳۲/۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود. همانطور که در جدول ۴ دیده می‌شود این مؤلفه با عملکرد در شرایط تنش و همچنین بهترین شاخص‌های تحمل دارای همبستگی منفی و با شاخص حساسیت به تنش دارای همبستگی مثبت می‌باشد. با توجه به اینکه مقادیر بیشتر عملکرد و شاخص‌های STI و GMP و مقادیر کمتر شاخص SSI مورد نظر می‌باشد، لذا بر مبنای مقادیر کمتر مؤلفه دوم می‌توان ژنوتیپ‌های را انتخاب نمود

پایین در هر دو محیط (دارای پتانسیل عملکرد پایین و حساسیت بالا در برابر تنش خشکی) معرفی نمود. ارقام استرلینگ، نبراسکا ۱۰، محلی کوسه و Gila گروه سوم را تشکیل داده که همان گروه ارقام متحمل به خشکی (دارای پتانسیل عملکرد بالا و حساسیت کم در برابر تنش خشکی) است. در نهایت رقم U.S.10 به تنهایی در گروه چهارم قرار گرفته که همان گروه ارقام دارای سازگاری به محیط‌های واجد تنش (دارای پتانسیل عملکرد پایین و حساسیت کم در برابر تنش خشکی) می‌باشد. از نتایج تجزیه خوشه‌ای (شکل ۲) اینگونه استنباط می‌شود که حداکثر فاصله ژنتیکی بین ارقام اصفهان ۲۸، اراک ۲۸۱۱ و C111 (گروه اول) با رقم U.S.10 (گروه چهارم) وجود دارد. بنابراین، تلاقی بین ارقام گروه اول با تنها رقم متعلق به گروه چهارم به عنوان بهترین تلاقی‌ها در جهت بهبود ژنتیکی تحمل به تنش خشکی قابل توصیه و بررسی بیشتر با استفاده از روش‌های ژنتیک بیومتریک از جمله روش تجزیه و تحلیل میانگین نسل‌ها می‌باشد (۱۰، ۱۵، ۱۹).

دانست (۱۰، ۱۲). نمودار بای‌پلات همچنین زاویه بین بهترین شاخص‌های تحمل و عملکرد ارقام در شرایط تنش و بدون تنش خشکی را حاده نشان می‌دهد که دلالت بر وجود همبستگی بالا بین این شاخص‌ها دارد (۴، ۱۲). استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای‌پلات برای انتخاب ارقام متحمل به تنش خشکی در گلرنگ بهاره (۸، ۱۰، ۱۱)، در نخود (۴)، در گندم (۵، ۷) و در لوبیا (۱۴) مورد توجه و استفاده قرار گرفته است.

گروه‌بندی ارقام با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و روش UPGMA و بر مبنای شاخص‌های تحمل به خشکی در شکل ۲ آورده شده است. همانطور که دیده می‌شود ارقام اصفهان ۲۸، اراک ۲۸۱۱ و C111 در گروه اول قرار دارند که گروه ارقام دارای سازگاری خصوصی به محیط‌های آبی (دارای پتانسیل عملکرد بالا و حساسیت زیاد در برابر تنش خشکی) را تشکیل می‌دهد. ارقام S3110، S149 در گروه دوم جای گرفته که البته این دو رقم در نمودار بای‌پلات در دو ناحیه مختلف و در عین حال نزدیک یکدیگر قرار داشته و می‌توان این گروه را به عنوان گروه ارقام دارای عملکرد

جدول ۱- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های تحمل به خشکی

متغیرها	Yp	Ys	SSI	Tol	MP	GMP	STI
Yp	۱						
Ys	۰/۱۹	۱					
SSI	۰/۸۹*	۰/۲۵	۱				
Tol	۰/۴۷	-۰/۷۱*	۰/۷۳*	۱			
MP	۰/۹۰**	۰/۵۹	۰/۶۲	۰/۰۸	۱		
GMP	۰/۸۷*	۰/۶۴*	۰/۵۸	۰/۰۱	۰/۹۹**	۱	
STI	۰/۸۶*	۰/۶۷*	۰/۵۴	-۰/۰۱	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

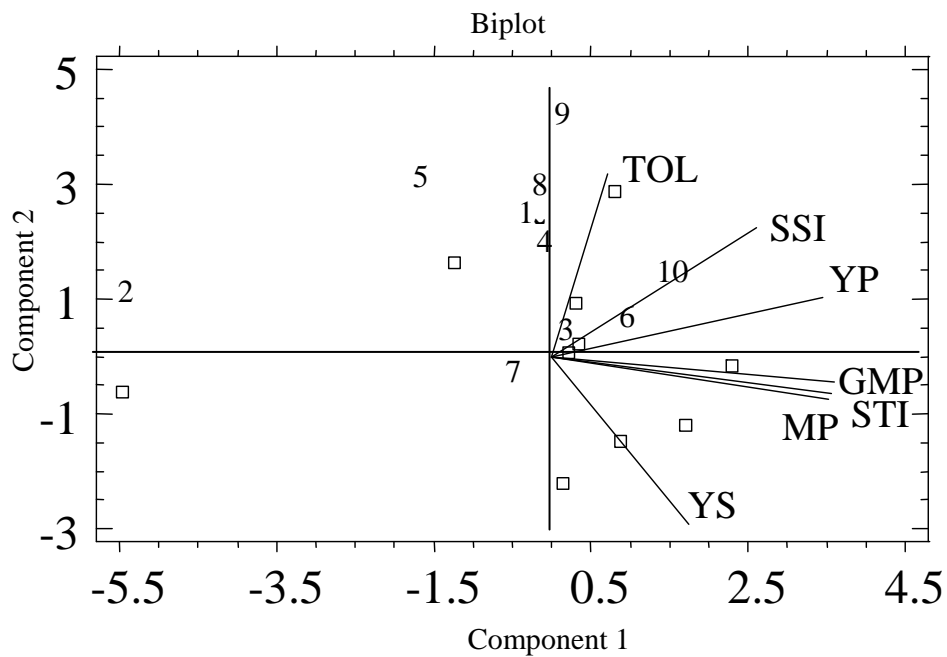
جدول ۲- مقایسه بین میانگین ارقام از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی

ارقام	اصفهان (۱)۲۸	US.10 (۲)	محلی کوسه(۳)	اراک(۴) ۲۸۱۱	S149 (۵)	نیراسکا (۶)	Gila(۷)	C111 (۸)	S2110 (۹)	استرلینگ (۱۰)	شاخصها
SSI	۱/۱۷ ^a	۱/۲۳ ^a	۰/۶۲ ^a	۱/۱۰ ^a	۱/۵۰ ^a	۰/۸۵ ^a	۰/۲۲ ^a	۱/۴۲ ^a	۲/۱۳ ^a	۱/۲۸ ^a	
TOL	۲۰/۵۲ ^b	۱۳/۷۷ ^b	۱۰/۶۲ ^b	۱۸/۹۷ ^{ab}	۲۴/۷۳ ^{ab}	۱۵/۴۰ ^{ab}	۳/۵۱ ^b	۲۵/۱۷ ^{ab}	۴۰/۷۳ ^a	۲۴/۵۷ ^{ab}	
MP	۹۹/۴۵ ^a	۷۷/۲۲ ^b	۱۰۲/۹۰ ^a	۹۹/۰۲ ^a	۹۱/۷۶ ^{ab}	۱۰۶ ^a	۱۰۰/۶۰ ^a	۹۸/۷۵ ^a	۹۹/۷۳ ^a	۱۰/۷۰ ^a	
GMP	۹۸/۹۲ ^{ab}	۷۶/۹۱ ^b	۱۰۲/۸۰ ^{ab}	۹۸/۵۶ ^{ab}	۹۰/۹۳ ^{ab}	۱۰۷/۰ ^a	۱۰۰/۶۰ ^{ab}	۹۷/۹۵ ^{ab}	۱۰۷ ^a	۹۷/۶۳ ^{ab}	
STI	۰/۸۶ ^{ab}	۰/۵۲ ^b	۰/۹۳ ^a	۰/۸۵ ^{ab}	۰/۷۲ ^{ab}	۰/۹۸ ^a	۰/۸۹ ^a	۰/۸۴ ^{ab}	۰/۸۴ ^{ab}	۱/۰۰ ^a	

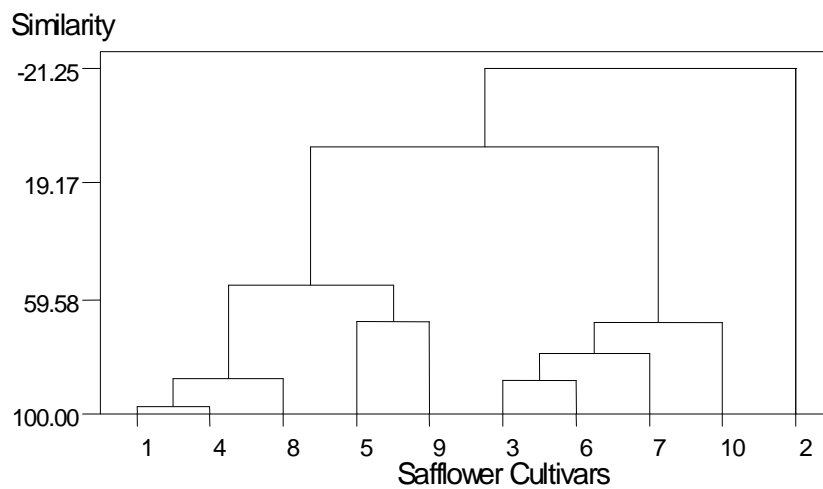
* اعداد هر ردیف که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۳- مقادیر ویژه، درصد تجمعی واریانس و بردارهای ویژه برای شاخص‌های تحمل به خشکی در ارقام گلرنگ بهاره

مؤلفه‌ها	مقادیر ویژه	درصد تجمعی واریانس (%)	Yp	Ys	SSI	TOL	MP	GMP	STI
۱	۴/۵۹۰	۶۵/۵۲۰	۰/۴۴۴	۰/۲۲۵	۰/۲۲۶	۰/۰۹۱	۰/۴۶۳	۰/۴۵۸	۰/۴۵۵
۲	۲/۳۰۰	۹۸/۳۷۰	۰/۲۰۱	-۰/۵۷۴	۰/۴۳۹	۰/۶۲۵	-۰/۰۸۶	-۰/۱۲۸	-۰/۱۴۶



شکل ۱- نمایش بای پلات ۱۰ رقم گلرنگ بهاره با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی



شکل ۲- گروه‌بندی ارقام گلرنگ بهاره بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی

منابع

۱. پورداد س.س. ۱۳۸۳. ارزیابی مقاومت به خشکی در ارقام و لاین‌های گلرنگ در کشت بهاره. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۲۴.
۲. خواجه پور م.ر. ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، ۲۵۱ صفحه.

۳. دانشمند ع.ر.، ا.ح. شیرانی راد، ف. درویش و م.ر. اردکانی. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک ارقام کلزا. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۲۳۵.
۴. فرشادفر ع.، م.ر. زمانی، م. مطلبی و ع. امام جمعه. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران، ۷۷-۶۵: ۳۲.
۵. گل‌پرور ا.ر. ۱۳۸۲. تجزیه ژنتیکی مقاومت به خشکی در ارقام گندم نان. رساله دکتری اصلاح نباتات. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲۸۶ صفحه.
۶. نادری درباغشاهی م.ر.، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی هروان، ف. درویش و ا.ح. شیرانی راد. ۱۳۸۳. ارزیابی عکس‌العمل سه لاین گلرنگ به شدتهای مختلف تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی، ۱۵-۳: (۴). ۱۰.
۷. نورمند مؤید ف.، م. رستمی و م.ر. قنادها. ۱۳۷۷. تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در گندم نان. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۲۴۳.
8. **Abolhasani Kh. and G. Saeidi. 2006.** Evaluation of drought tolerance of safflower lines based on tolerance and sensitivity indices to water stress. *Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 10 (3): 419-422.
9. **Akhtarbeg H.H. and M. Pala. 2001.** Prospects of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) production in dry land areas of Iran. Vth Int International Safflower Conference July, 23-27. Montana, USA.
10. **Arslan B. 2007.** Assessing of heritability and variance components of yield and some agronomic traits of different safflower cultivars. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6 (3): 554-557.
11. **Ashkani J., H. Pakniyat and V. Ghotbi. 2007.** Genetic evaluation of several physiological traits for screening of suitable spring safflower genotypes under stress and non-stress irrigation regimes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (14): 2320-2326.
12. **Fernandez G.C. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: proceeding of the 4th Symposium, Adaptation of crops to temperature and water stress, 13-18 Aug, Taiwan pp, 257-270.
13. **Fischer R.A. and R. Maurer. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. I, grown yield responses. *Australian Journal of Agricultural Sciences*, 29: 897-912.
14. **Kristin A.S., R.R. Serna, F.I. Perez, B.C. Enriquez, J.A.A. Gallegos, P.R. Vallejo, N. Wassimi and J.D. Kelley. 1997.** Improving common bean performance under drought stress. *Crop Science*, 37:43-50.
15. **Mather K and J.L. Jinks. 1982.** Biometrical Genetics. 3rd ed. Chapman & Hall. London. 396 p.
16. **Merill S.D., L. Tanaka, J.M. Krupinsky and R.E. Ries. 2002.** Safflower root growth and water use in comparison with other crops. Vth Int. Safflower Conf. July 23-27. Montana, USA.
17. **Mozaffari K. and A.A. Asadi. 2006.** Relationships among traits using correlation, principal components and path analysis in international safflower mutants sown in irrigated and drought stress condition. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5 (6): 977-983.
18. **Passioura J.B. 1996.** Drought and drought tolerance. *Plant Growth Regulation*, 20: 79-83.
19. **Richards R.A. 1996.** Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation*, 20: 157-166.
20. **Rosielle A.T. and J. Hambelen. 1981.** Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21: 943-945.