

## بررسی مقاومت به خشکی گلنگ‌های بهاره در مناطق مختلف

سیدسعید پورداد<sup>۱\*</sup>، خشنود علیزاده<sup>۲</sup>، رضا عزیزی نژاد<sup>۳</sup>، عبدالله شریعتی<sup>۴</sup>، مسعود اسکندری<sup>۵</sup>، مجید خیاوی<sup>۶</sup> و عزت‌الله نباتی<sup>۷</sup>

(تاریخ دریافت: ۸۶/۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۲۹)

### چکیده

گلنگ (*Carthamus tinctorius* L.) بومی ایران بوده و با شرایط آب و هوایی کشور سازگاری خوبی دارد. ۱۶ ژنوتیپ گلنگ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شش ایستگاه تحقیقاتی سرارود (کرمانشاه)، مراغه، قاملو (کردستان)، خدابنده (زنگان)، شیروان (خراسان شمالی) و کوهدهشت (لرستان) به صورت دو آزمایش جداگانه در شرایط تشن و بدون تشن رطوبتی در بهار کشت گردید. شاخص‌های کسی مقاومت به خشکی شامل شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، شاخص متوسط محصول‌دهی (MP)، شاخص تحمل به خشکی (STI)، میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) و شاخص تحمل (TOL) برای عملکرد دانه و نیز پایداری غشای ژنوتیپ‌ها محاسبه گردید. نتایج نشان داد که شاخص تحمل به خشکی (STI) مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها بوده و برآورده این ضریب از میانگین کل ایستگاه‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های Gila، CW-4440 و PI-537598 با بیشترین میزان STI دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط رطوبتی بودند. انحراف معیار STI این سه ژنوتیپ نشان داد که Gila پایداری کمتری از نظر این شاخص داشته و نهایتاً دو ژنوتیپ دیگر شایستگی بیشتری برای گزینش داشتند. تجزیه واریانس شاخص پایداری غشای (CMS) نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. رقم S-541 دارای بیشترین پایداری غشای و رقم KINO-76 دارای کمترین میزان پایداری غشا بود. پایداری غشا با شاخص‌های STI, MP, GMP هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. یعنی ژنوتیپ‌های دارای غشای پایدارتر در شرایط واقعی و محیط طبیعی نیز مقاومت به خشکی بالای نشان داده بودند. بنابراین آزمون پایداری غشا می‌تواند به عنوان یک روش سریع برای غربال ژنوتیپ‌ها در مراحل اولیه اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. تجزیه کلاستر براساس سه ضریب مقاومت به خشکی (STI, MP, GMP)، عملکرد در دو شرایط تشن و بدون تشن خشکی ژنوتیپ‌های تحت بررسی را به سه گروه تقسیم نمود. گروه‌بندی حاصل از تجزیه کلاستر نیز توانست چهار ژنوتیپ برتر Gila، PI-537598 و CW-4440 و S-541 را شناسایی کرده و تأکیدی بر نتایج حاصل از دیگر روش‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: گلنگ، شاخص‌های مقاومت به خشکی، عملکرد دانه، پایداری غشا

۱. استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود)، کرمانشاه

۲. استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

۳. دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

۴. محقق دانه‌های روغنی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان

۵. عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی

۶. محقق دانه‌های روغنی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان

۷. محقق دانه‌های روغنی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sspourdad@yahoo.com

## مقدمه

تنش و بدون تنش را TOL (Tolerance) نامیده و به عنوان شاخص تحمل خشکی معرفی کردند. مقادیر بالای این شاخص نشانه حساسیت نسبی ژنتیپ‌ها به تنش بوده، بنابراین مقادیر کم TOL مطلوب است. ژنتیپ‌های گزینش شده براساس این شاخص اگر چه در شرایط بدون تنش عملکرد نسبی کم ولی در شرایط تنش عملکرد نسبی زیادی دارند. شاخص میانگین محصول دهی (MP) نیز توسط این دو محقق ارائه گردید که به صورت متوسط جمع جبری عملکرد یک ژنتیپ در شرایط تنش و بدون تنش تعریف می‌شود. فرناندز (۱۹) شاخص STI (Stress Tolerance Index) را به عنوان معیاری برای گزینش ارقام متحمل به خشکی پیشنهاد نمود. مقادیر بالای STI نشان دهنده تحمل زیاد تنش و عملکرد بالقوه زیاد است. ارقام دارای STI زیاد ژنتیپ‌هایی هستند که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. شاخص دیگری که توسط فرناندز (۱۹) ارائه شد، میانگین هندسی محصول دهی (GMP) (Geometric Mean Productivity) بود. این شاخص در مقایسه با MP در تفکیک ژنتیپ‌ها قدرت بیشتری دارد. شاخص SSI (Stress Susceptibility Index) توسط فیشر و مورر (۲۰) پیشنهاد شد، مقادیر کم SSI بیانگر تغییرات کم عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش و پایداری بیشتر ژنتیپ است. ریچارد (۳۱) عقیده دارد انتخاب ژنتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی سبب تجمع آللهای مطلوب شده و ژنتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر گزینش می‌شوند. پاتیل و همکاران (۲۷) هفت واریته گلنگ را در ۵ منطقه تحت شرایط دیم و ۸ واریته را در ۴ منطقه تحت شرایط آبیاری (بدون تنش رطوبتی) ارزیابی کردند. تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه بین ژنتیپ‌ها و نیز ژنتیپ × محیط وجود داشت. در این آزمایش ژنتیپ‌های مطلوب برای هر یک از شرایط آبی و دیم مشخص گردید. ابوالحسنی (۱) در بررسی ۱۵ لاین بومی گلنگ در شرایط تنش و بدون تنش خشکی نشان داد که تنش خشکی روی وزن دانه تأثیر منفی و شدیدی داشته و صفت تعداد دانه در قوزه در شرایط تنش ۷۱٪ و در شرایط بدون تنش

گلنگ (Carthamus tinctorius L.) گیاهی با ریشه اصلی عمیق و اکثرًا دارای برگ‌های خاردار است که این دو ویژگی توانایی تحمل خشکی و گرم را در آن ایجاد نموده است (۲۶). گلنگ در مناطق گرم و خشک به عنوان یک دانه روغنی، دانه‌پرندگان تهیه رنگ از گل‌ها و یا مصارف دارویی کشت می‌شود (۲۳). این گیاه در سه دهه اخیر به عنوان یک دانه روغنی مورد بهره برداری قرار گرفته و دامنه روغن دانه آن از ۴۵ تا ۴۵ درصد است. خاورمیانه و به ویژه ایران یکی از مراکز تنوع این گیاه است (۴). گلنگ گیاه مناسبی برای کشت در شرایط دیم و در تناوب با گندم و جو در شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای می‌باشد (۲۸ و ۳۸).

هر عاملی که مراحل متابولیکی طبیعی یک گیاه را متوقف و یا محدود کند، تنش محسوب می‌شود. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که در بسیاری از مناطق جهان و به ویژه مناطق خشک و گرم باعث محدود شدن عملکرد گیاهان زراعی می‌شود. هاشمی ذوفولی (۲۲) در بررسی اثرات تنش خشکی روی گلنگ نشان داد که سطح برگ، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و تعداد قوزه در اثر خشکی کاهش یافته و علی‌رغم کاهش ماده خشک ساقه و ریشه نسبت ریشه به ساقه افزایش یافت. برای اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی برحی از محققان به گزینش ژنتیپ‌ها در شرایط مطلوب (بدون تنش) اعتقاد دارند (۱۳ و ۲۹) و برحی نیز بر گزینش در شرایط تنش تأکید دارند (۱۶ و ۳۰) ولی بیشتر محققان گزینش ژنتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را توصیه می‌کنند. سینمنا و همکاران (۳۴) اظهار نمودند که پتانسیل عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار مقاومت به خشکی محسوب نشده و پایداری عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش معیار مناسب‌تری برای واکنش ژنتیپ‌ها به تنش رطوبت است. انتخاب ژنتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش سبب تجمع آللهای مطلوب شده و ژنتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر انتخاب می‌شوند (۳۱). روزیل و هامبلین (۳۲) اختلاف بین عملکرد یک ژنتیپ در شرایط

سلولی تحت تنش رطوبتی به عنوان یک جز اصلی تحمل به خشکی گزارش شده است(۱۴). میزان خسارت به غشاها سلولی به وسیله خشکی را می‌توان از طریق اندازه‌گیری الکترولیکیج سلول‌ها (نشت سلولی) ارزیابی نمود. فوکار و همکاران (۲۱) گزارش کردند که بین کاهش وزن دانه در هر خوش و درصد خسارت به غشا سلولی هم‌بستگی منفی بالایی (\*\*=۰/۹۷) وجود دارد. وینسلو و اسمیرنف (۳۷) نشان دادند، ژنتیپ‌هایی که تحمل به تنش خشکی دارند، تخریب غشای سیتوپلاسمی کمتری را نشان دادند. کوچوا و جورجیف (۲۴) با ایجاد تنش خشکی از طریق محلول PEG6000 و غوطه‌ور کردن ریشه دو واریته جو در این محلول نشان دادند که محتوای نسبی آب برگ‌ها در شرایط تنش کاهش یافته و با افزایش تنش پایداری غشا نیز کاهش یافت.

این بررسی به‌منظور بررسی مقاومت به خشکی در ژنتیپ‌های تحت بررسی گلرنگ بهاره و شناسایی ژنتیپ‌های مقاوم از طریق پارامترهای تبیین شده و نیز پایداری غشای سلولی صورت گرفت. در این بررسی هم‌چنین به‌منظور دقیق‌تر در برآورد پارامترهای مقاومت به خشکی آزمایش در شش منطقه کشور به‌طور همزمان صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۱۶ رقم و لاین گلرنگ به اسامی ۶,۶۹۷, Syrian, CW-74, LRV-51-51, Kino-76, S-541, Hartman, PI-250536, Cyprus bregon, Dincer, Lesaf, Gila, PI-250537, PI-537598, و محلی اصفهان در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در شش ایستگاه سرار و در (کرمانشاه)، مراغه، قاملو (کردستان)، خدابنده (زنجان)، کوهدهشت (لرستان) و شیروان (خراسان) و در بهار سال ۱۳۸۱ بررسی شدند. هر کرت شامل ۵ خط ۶ متری با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. در آزمایش بدون تنش رطوبتی پس از قطع بارندگی بهاره زمانی که رطوبت خاک به ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه رسید اقدام به آبیاری شد. به‌طوری‌که چهار نوبت آبیاری

خشکی ۷۰٪ از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه می‌نماید. جمشید‌مقدم و پورداد (۱۰) با بررسی ۱۵ ژنتیپ ایرانی و خارجی گلرنگ تحت تنش رطوبتی در شرایط کنترل شده و مزرعه اعلام نمودند که در شرایط تنش -۰/۸- مگا پاسکال طول ریشه چه ژنتیپ‌ها افزایش نموده و با کاهش رطوبت رشد ساقه چه حساسیت بیشتری نسبت به ریشه چه نشان داد. اکثر ژنتیپ‌های ایرانی در مرحله جوانه‌زنی عکس‌عمل بهتری نسبت به ژنتیپ‌های خارجی تحت بررسی در شرایط تنش نشان دادند

در شرایط تنش رطوبتی یکی از اولین بخش‌های گیاهی که آسیب می‌بیند غشای پلاسمایی است (۲۵) که در اثر آن تراویس غشای سلولی افزایش می‌یابد و باعث می‌شود الکترولیت‌های موجود در داخل سلول به سمت بیرون از سلول نشست کنند(۱۵). یکی از استراتژی‌های مهم در اصلاح برای افزایش مقاومت به خشکی این است که غشای سلولی پس از مواجه شدن با استرس آبی انسجام خود را حفظ کند و واپاشیده نشود. آزمایش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری پایداری غشای سلولی (Cell Membrane Stability) (CMS) مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌توانند تا حدودی مقاومت به خشکی را در گیاهان مشخص نمایند (۱۲ و ۳۶). در اکثر این روش‌ها یک ژنتیپ را در دو شرایط متفاوت (تشخیصی و کنترل) قرار می‌دهند و سپس با یک روش خاص (مثلاً اندازه‌گیری EC) مقدار الکترولیت‌هایی که از آن ژنتیپ هم در شرایط تنش و هم در شرایط کنترل تراویش نموده است را اندازه‌گیری می‌کنند. با مقایسه این دو مشخص می‌شود که کدام ژنتیپ‌ها در شرایط تنش توانسته‌اند غشای سلولی خود را بهتر حفظ کنند و الکترولیت‌های کمتری از آنها نشست نموده است (۳۶). کوچوا و جورجیف (۲۴) در ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام جو، تخریب کمتری در غشاها سلولی ارقام مقاوم‌تر به خشکی مشاهده کردند. آنها هم‌چنین با توجه به نتایج این آزمایش‌ها این مسئله را مطرح کردند که پرولین آزاد ممکن است باعث پایداری غشا در طول دوره تنش خشکی باشد. پایداری غشای

برگ‌ها شستشو داده شد و در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۲۵ درجه نگهداری شدند. سپس اولین قرائت EC از آب مقطر حاوی نمونه انحصار شد. قرائت اول EC برای تیمارهای تحت تنش (PEG ۰٪) را  $T_1$  و برای تیمارهای شاهد (PEG ۰٪) را  $C_1$  می‌نامیم. سپس نمونه‌ها را در دمای ۱۲۰ درجه و فشار یک اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو کرده و قرائت دوم نمونه‌ها در آب مقطر صورت گرفت. قرائت دوم EC برای تیمارهای تحت تنش (PEG ۰٪) را  $T_2$  و برای تیمارهای تحت شاهد (PEG ۰٪) را  $C_2$  می‌نامیم.

سپس با استفاده از فرمول زیر مقدار پایدار غشا را اندازه‌گیری شد که هر چه میزان آن بالاتر باشد، نشان دهنده پایدار بودن غشای یک ژنتوتیپ در برابر تنش اسمزی است (۱۵).

$$CMS = \frac{1 - \frac{T_1}{T_2}}{1 - \frac{C_1}{C_2}}$$

روش‌های آماری تجزیه واریانس، تجزیه مرکب واریانس، همبستگی ساده و تجزیه کلاستر با استفاده از نرم افزارهای STATISTICA و SPSS، MSTAT-C انجام شد.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه در شرایط بدون تنش خشکی (جدول ۱) نشان داد که در ایستگاه‌های تحقیقاتی کرمانشاه، شیروان و کوهدهشت در سطح احتمال پنج درصد و در کردستان در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری بین ژنتوتیپ‌ها وجود داشت. در دو ایستگاه زنجان و مراغه این اختلافات غیر معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس در شرایط بدون تنش خشکی (جدول ۲) نشان داد که در ایستگاه‌های تحقیقاتی کرمانشاه و کردستان در سطح احتمال یک درصد و در زنجان و کوهدهشت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بین ژنتوتیپ‌ها وجود داشت. در دو ایستگاه شیروان و مراغه این اختلافات غیر

صورت گرفت. در حالی که در آزمایش با تنفس رطوبتی هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد.

در طول فصل زراعی از صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، رسیدن کامل، تعداد غوزه در بوته، تعداد دانه در غوزه، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته یادداشت برداری شده و پس از برداشت نیز عملکرد دانه محاسبه گردید.

شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI) طبق رابطه ۱، شاخص تحمل به تنش (TOL) طبق رابطه ۲، متوسط محصول دهی (MP) طبق رابطه ۳، شاخص تحمل به تنش (STI) طبق رابطه ۴ و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) طبق رابطه ۵ محاسبه شدند:

$$SSI = \frac{1 - (Y_s / Y_p)}{1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)} \quad [۱]$$

$$TOL = Y_p - Y_s \quad [۲]$$

$$MP = \frac{(Y_p + Y_s)}{2} \quad [۳]$$

$$GMP = \sqrt{(Y_s)(\bar{Y}_p)} \quad [۴]$$

$$STI = \left( \frac{Y_p}{\bar{Y}_p} \right) \left( \frac{Y_s}{\bar{Y}_s} \right) \left( \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p} \right) = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p)} \quad [۵]$$

که:

$Y_s$  = عملکرد ژنتوتیپ در شرایط تنش

$Y_p$  = عملکرد ژنتوتیپ در شرایط بدون تنش

$\bar{Y}_s$  = میانگین عملکرد ژنتوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش

$\bar{Y}_p$  = میانگین عملکرد ژنتوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش

به منظور اندازه‌گیری پایداری غشا از روش بلوم و ابرکان (۱۵) اقدام به کاشت ژنتوتیپ‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۵×۱۵ متر تکرار در گلخانه شد. در هر گلدان به ابعاد ۱۵ سانتی‌متر تعداد ۲۰ بذر کشت گردید و زمانی که اغلب گیاهچه‌ها از حالت روزت خارج شدند برگ‌های هم اندازه و هم سن انتخاب و چیده شدند. برگ‌های هر ژنتوتیپ به دو قسمت مساوی تقسیم و در محلول‌های PEG ۰٪ و ۴۰٪ و در دمای ۲۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. سپس

جدول ۱. تجزیه واریانس ساده (میانگین مربعات) عملکرد دانه در شرایط بدون تنفس خشکی برای شانزده رقم و لاین گلرنگ در شش منطقه

منابع تغییر	درجه آزادی	کرمانشاه	زنجان	شیروان	مراغه	کردستان	کوهدشت	میانگین مربعات
تکرار	۲	۲۱۴۵۳۴/۷**	۲۶۴۷۶/۲ns	۳۸۶۰۷۶/۵**	۳۵۰۰۱۴/۰**	۱۴۵۰/۹ ns	۷۶۳۱۰۸/۰*	۷۶۳۱۰۸/۰*
ژنتیپ	۱۵	۷۰۰۱۸/۹*	۴۰۷۹۵۴/۰ ns	۲۳۱۲۹/۱*	۳۰۰۹۸/۸ ns	۳۸۴۹۳۶/۱**	۲۱۱۶۵۶/۰ *	۲۱۱۶۵۶/۰ *
اشتباه	۳۰	۳۰۹۲۰/۲	۲۵۲۳۷۹/۸	۱۱۹۰۷/۶	۱۹۸۰۵/۰	۲۷۷۹۶/۵	۱۰۰۰۵۳/۰	۱۰۰۰۵۳/۰

\*\* و \* و ns : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

جدول ۲. تجزیه واریانس ساده (میانگین مربعات) عملکرد دانه در شرایط تنفس خشکی برای شانزده رقم و لاین گلرنگ در شش منطقه

منابع تغییر	درجه آزادی	کرمانشاه	زنجان	شیروان	مراغه	کردستان	کوهدشت	میانگین مربعات
تکرار	۲	۲۵۸۳۲۶/۱ **	۱۱۹۷۴/۸ ns	۹۶۶۶۱/۵**	۹۸۱۸۶/۵**	۲۱۶۳/۸ ns	۳۵۱۵۵/۰ ns	۳۵۱۵۵/۰ ns
ژنتیپ	۱۵	۴۴۰۸۲/۶ **	۱۰۷۱۹/۳*	۶۴۰۵/۹ ns	۱۰۱۲۸/۱ ns	۲۵۰۰۲/۱**	۵۵۱۶۰/۲*	۵۵۱۶۰/۲*
اشتباه	۳۰	۱۵۰۳۹/۰	۴۳۱۴/۵	۴۱۲۲/۲	۸۹۸۵/۴	۸۰۵/۳	۲۶۷۵۳/۱	۲۶۷۵۳/۱

\*\* و \* و ns : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عملکرد دانه در شرایط تنفس و بدون تنفس خشکی برای شانزده رقم و لاین گلرنگ.

منابع تغییر	درجه آزادی	شرایط تنفس	شرایط بدون تنفس	میانگین مربعات
مکان	۵	۲۸۳۹۲۷۵/۷**	۳۵۳۶۶۸۸۷/۷**	۳۵۳۶۶۸۸۷/۷**
اشتباه ۱	۱۲	۸۴۲۶۴/۶	۲۸۸۱۲۹/۰	۲۸۸۱۲۹/۰
ژنتیپ	۱۵	۳۰۴۹۸/۱*	۲۸۶۴۱۸/۲*	۲۸۶۴۱۸/۲*
ژنتیپ × مکان	۷۵	۱۴۵۱۸/۵ns	۱۴۲۵۳۳/۳**	۱۴۲۵۳۳/۳**
اشتباه ۲	۱۸۰	۱۹۹۰۵/۱	۸۳۴۳۹/۰	۸۳۴۳۹/۰

\*\* و \* و ns : به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

شاخص‌های مقاومت به خشکی برای عملکرد دانه در هر منطقه محاسبه و سپس با درنظر گرفتن مکان‌ها به عنوان تکرار تجزیه واریانس صورت گرفت (جدول ۴). نتایج نشان داد که بین میانگین مکان‌ها (تکرارها) از نظر تمامی شاخص‌ها به جز شاخص حساسیت به خشکی (SSI) اختلاف معنی داری وجود داشت. این امر نشان می‌دهد که برآورد شاخص‌های مقاومت به خشکی در یک مکان می‌تواند متفاوت از مکان دیگر باشد. بنابراین برآورد این شاخص‌ها در یک مکان ممکن است قضاوت ما را در مورد

معنی دار بود. تجزیه واریانس مرکب در دو شرایط تنفس و بدون تنفس خشکی صورت گرفت (جدول ۳) و آزمون F تست بر اساس امید ریاضی و محاسبه درجه آزادی منع تغییر ژنتیپ بر اساس فرمول ساترویت نیز نشان داد که در هر دو شرایط تنفس و بدون تنفس خشکی بین ژنتیپ‌های تحت بررسی اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد ولی اثر مقابل ژنتیپ × مکان تنها در شرایط بدون تنفس معنی دار گردید.

جدول ۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعت) شاخص‌های مقاومت به خشکی برای عملکرد دانه و پایداری غشای سلولی شانزده رقم و لاین گلنگ

CMS	STI	SSI	TOL	GMP	MP	آزادی <sup>‡</sup>	منابع تغییر درجه
۳۸/۷۵ <sup>ns</sup>	۱/۲۷**	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۱۴۲۴۴۴۳۸/۱**	۱۱۱۱۹۱۷/۲**	۲۶۷۳۸۷۸/۳**	(۲) ۵	تکرار
۴۰۱۵۸/۰۲**	۰/۰۲۵**	۰/۱۷۱ <sup>ns</sup>	۷۱۲۹۸/۹ <sup>ns</sup>	۱۸۴۸۵/۱ <sup>ns</sup>	۳۴۷۸۷/۰*	(۱۵) ۱۵	ژنوتیپ
۲۲/۷۲	۰/۰۱۵	۰/۱۴۰	۵۹۸۲۷/۸	۱۱۶۴۷/۵	۱۷۱۸۸/۶	(۳۰) ۷۵	اشتباه

\*\* و \* ns : بهتر ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار. MP: میانگین محصول دهی، GMP: میانگین هندسی محصول دهی،

SSI: شاخص حساسیت به خشکی، TOL: شاخص تحمل، STI: شاخص تحمل به خشکی، CMS: پایداری غشای سلولی

<sup>‡</sup>: اعداد داخل پرانتز مربوط به CMS است.

جدول ۵. برآورد میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی برای عملکرد دانه و مقایسه میانگین پایداری غشای ارقام و لاین‌های گلنگ

CMS	TOL	SSI	STI	GMP	MP	Ys	Yp	ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ
۰/۸۸۷۲۶ <sup>ab</sup>	۱۰۶۶/۳۵	۱/۰۰۱	۰/۳۵۳	۹۷۱/۳۳	۱۱۰۸/۰۳	۵۷۴/۸۷	۱۶۴۱/۲۰	LRV-51-51	۱
۰/۷۰۷۴۶ <sup>bc</sup>	۱۱۲۶/۹۳	۱/۰۴۶	۰/۳۳۱	۹۴۰/۰۲	۱۰۹۵/۹۵	۵۳۲/۰۰	۱۶۵۹/۴۰	Cyprobregon	۲
۰/۷۲۴۹۸ <sup>abc</sup>	۱۰۳۴/۳۳	۱/۰۲۰	۰/۳۰۹	۹۰۸/۱۶	۱۰۴۵/۰۸	۵۲۷/۹۲	۱۵۶۲/۲۵	Hartman	۳
۰/۷۸۲۶۵ <sup>abc</sup>	۱۰۳۹/۴۷	۰/۹۹۶	۰/۳۴۳	۹۵۶/۴۳	۱۰۸۸/۰۱	۵۶۸/۷۸	۱۶۰۸/۴۵	697	۴
۰/۵۶۵۶۶ <sup>c</sup>	۱۰۳۳/۴۷	۱/۰۳۵	۰/۲۹۰	۸۸۰/۴۸	۱۰۲۰/۹۱	۵۰۴/۱۸	۱۵۳۷/۶۵	Kino-76	۵
۰/۹۷۳۴۲ <sup>a</sup>	۱۱۰۵/۱۷	۰/۹۸۸	۰/۳۹۹	۱۰۳۲/۷۶	۱۱۷۱/۳۰	۶۱۸/۷۲	۱۷۲۳/۸۸	S-541	۶
۰/۷۲۹۴۱ <sup>abc</sup>	۹۵۳/۲۵	۰/۹۵۱	۰/۳۴۲	۹۵۵/۷۲	۱۰۶۷/۹۷	۵۹۱/۳۵	۱۵۴۴/۶۰	Syrian	۷
۰/۸۶۴۵۵ <sup>ab</sup>	۸۴۱/۴۳	۰/۹۲۳	۰/۲۹۶	۸۸۸/۸۶	۹۸۳/۴۰	۵۶۲/۶۸	۱۴۰۴/۱۲	Dincer	۸
۰/۸۶۴۳۰ <sup>ab</sup>	۱۱۰۱/۶۰	۱/۰۰۸	۰/۳۶۸	۹۹۰/۷۱	۱۱۳۳/۵۳	۵۸۲/۷۳	۱۶۸۴/۳۳	PI-250537	۹
۰/۸۹۴۴۲ <sup>ab</sup>	۱۲۶۲/۴۸	۱/۰۴۶	۰/۴۱۵	۱۰۵۲/۹۴	۱۲۲۷/۶۶	۵۹۶/۴۲	۱۸۵۸/۹۰	PI-537598	۱۰
۰/۸۹۹۸۵ <sup>ab</sup>	۱۰۶۳/۵۷	۰/۹۹۴	۰/۳۶۰	۹۸۰/۷۹	۱۱۱۵/۶۸	۵۸۳/۹۰	۱۶۴۷/۴۷	Isfahan Local	۱۱
۰/۷۱۵۷۴ <sup>bc</sup>	۹۴۳/۹۳	۰/۹۸۷	۰/۲۹۲	۸۸۲/۴۸	۱۰۰۰/۷۶	۵۲۸/۸۰	۱۴۷۲/۷۳	PI-250527	۱۲
۰/۹۵۸۱۳ <sup>ab</sup>	۱۱۰۰/۶۷	۰/۹۶۷	۰/۴۲۹	۱۰۷۰/۶۴	۱۲۰۳/۸۰	۶۵۳/۴۷	۱۷۵۴/۱۳	CW-4440	۱۳
۰/۷۱۵۷۶ <sup>bc</sup>	۱۱۳۱/۰۲	۱/۰۴۹	۰/۳۲۹	۹۳۷/۸۲	۱۰۹۵/۱۲	۵۲۹/۶۲	۱۶۶۰/۶۳	Lesaf	۱۴
۰/۸۶۵۷۴ <sup>ab</sup>	۹۳۲/۳۰	۰/۹۳۷	۰/۳۴۴	۹۵۸/۴۸	۱۰۶۵/۸۲	۵۹۹/۶۷	۱۵۳۱/۹۷	CW-74	۱۵
۰/۹۵۳۴۳ <sup>ab</sup>	۱۲۳۷/۶۰	۱/۰۲۷	۰/۴۳۰	۱۰۷۱/۰۴	۱۲۳۶/۹۵	۶۱۸/۱۵	۱۸۰۵/۷۵	Gila	۱۶

Ys: عملکرد در شرایط تنفس (کیلوگرم در هکتار) Yp: عملکرد در شرایط بدون تنفس (کیلوگرم در هکتار)، CMS: پایداری غشا، MP: میانگین محصول دهی، GMP: میانگین هندسی محصول دهی، SSI: شاخص حساسیت به خشکی، TOL: شاخص تحمل، STI: شاخص تحمل به خشکی CMS پایداری غشای سلولی.

غیر معنی دار بود. محاسبه میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی (جدول ۵) نشان داد که رقم Gila دارای بیشترین شاخص تحمل به خشکی (STI) برابر ۰/۴۳۰ بود. این رقم در هر دو محیط‌های تنفس و بدون تنفس خشکی دارای میانگین

ارقام مقاوم به خشکی و گزینش آنها با اشتباه همراه سازد. اختلاف بین ارقام و لاین‌ها نیز از نظر شاخص‌های متوسط محصول دهی (MP) و تحمل به خشکی (STI) بهتر ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار و برای سایر شاخص‌ها

تفکیک نماید. سی و سه مرده و همکاران (۳۵) در بررسی ارقام دیم گندم اعلام نمودند که شاخص SSI مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ارقام مقاومت به خشکی در شرایط تنش شدید و MP، GMP و STI شاخص‌های مناسبی برای شرایط تنش ملایم خشکی است. لیراوی (۹) با برآورد شاخص‌های مقاومت به خشکی در گلرنگ پاییزه نشان داد که استفاده از دو شاخص STI و TOL ژنتیپ‌های مقاوم را از سایر ژنتیپ‌ها بهتر تفکیک نمودند. صبا و همکاران (۳۳) با بررسی مشخصات ژنتیکی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم پاییزه اعلام داشتند که وراثت پذیری خصوصی برای SSI و TOL پایین و برای MP، GMP و STI متوسط بود. اشکانی و پاک نیت (۲) با ارزیابی ژنتیکی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گلرنگ بهاره نشان دادند که MP بیشترین و کمترین وراثت پذیری را داشته و انتخاب براساس STI عملکرد روغن در شرایط تنش را بهبود می‌بخشد.

محاسبه شاخص تحمل به خشکی در شش مکان (جدول ۶) نشان داد که سه لاین و رقم CW-4440 Gila در بیشتر مکان‌ها دارای STI بالا بودند اما انحراف PI-537598 معیار STI برای رقم Gila از سایر ژنتیپ‌ها بیشتر بود و نشان داد که پایداری این شاخص در رقم Gila کمتر از سایر ژنتیپ‌ها بوده است. اگر وضعيت ژنتیپ‌ها در کل مکان‌ها مورد نظر باشد رقم CW-4440 و لاین PI-537598 دارای انحراف معیار کمتری بوده و شایستگی بیشتری برای گزینش دارند. عزیزی نژاد (۸) با بررسی پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گلرنگ اعلام نمود که ژنتیپ PI-537598 با بیشترین عملکرد دانه سازگارترین ژنتیپ با پایداری عملکرد بالا بوده است.

عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس شاخص STI (نمودار ۱) نشان داد که ژنتیپ‌های Gila, CW-4440, PI-537598 و S-541 دارای بالاترین عملکرد دانه در هردو شرایط تنش و بدون تنش بوده و دارای شاخص تحمل به خشکی بالایی نیز بودند.

ضرایب همبستگی (جدول ۷) نشان داد که سه شاخص

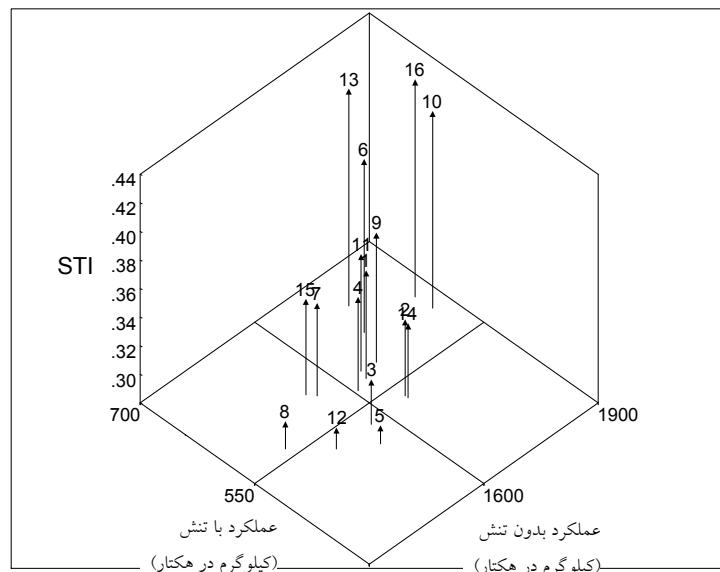
عملکرد دانه بالا بود (به ترتیب ۶۱۸/۱ و ۱۸۵۵/۷ کیلوگرم در هکتار). هم‌چنین دارای بیشترین میانگین محصول‌دهی (MP) و نیز بیشترین میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) بود. از طرف دیگر رقم Kino-76 با کمترین میزان شاخص تحمل به خشکی (STI) برابر ۰/۲۹۰، کمترین میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی (۰/۴۲۰ کیلوگرم در هکتار) و نیز کمترین میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) را داشت. رقم CW-4440 و لاین PI-537598 نیز از نظر شاخص تحمل به خشکی (STI) به رقم Gila بسیار نزدیک بودند (به ترتیب ۰/۴۱۵ و ۰/۴۲۹). رقم CW-4440 بیشترین میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش (۰/۴۲۹ کیلوگرم در هکتار) و PI-537598 بیشترین میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش را دارا بودند (۰/۴۱۵ کیلوگرم در هکتار).

محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی از میانگین مناطق مختلف نشان داد که شاخص تحمل به خشکی (STI) بخوبی (Gila) توانست رقمی که در هر دو محیط عملکرد بالای داشته (Gila) و نیز ارقامی با بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط تنش و یا بدون تنش (به ترتیب CW-4440 و PI-537598) را شناسایی نماید. کمترین مقدار این ضریب نیز توانست رقم دارای کمترین عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را شناسایی کند. فرشادفر و شوتکا (۱۸) نیز STI را به عنوان مطلوب ترین شاخص مقاومت به خشکی در ارزیابی مقاومت به خشکی لاین‌های جانشینی گندم معرفی کرده اند. کلاول (۱۷) برای لاین‌های مقاوم به خشکی بادام زمینی از شاخص STI که تلفیقی از کاهش عملکرد و پتانسیل عملکرد است، استفاده کرد و مشاهده کرد STI با عملکرد تحت هر دو شرایط هم‌بستگی بالایی نشان می‌دهد. تاری نژاد (۶) مشاهده کرد که شاخص تحمل به خشکی STI نشان دهنده تحمل نسبی به تنش و پتانسیل عملکرد بیشتر است و در جدا سازی ژنتیپ‌های پر محصول و پایدار مؤثرتر از سایر شاخص‌ها بود. شاخص‌های MP و GMP نیز تا حدودی در شناسایی این ارقام و لاین‌ها موفق بودند ولی شاخص‌های SSI و TOL نتوانستند ارقام را به خوبی از هم

**جدول ۶: میانگین عملکرد آنده زنوبهای گلرنگ در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص تحمل به خشکی در شش منطقه تحت بررسی**

انحراف معیار	میانگین کرمداشنه	زمینه زیست	شیروزان	کردستان	مراغه	کوهدشت	زنگنه	رودبار				
									STI	Yp	Ys	STI
۰/۱۴۴۰	۱۶۴۱/۲	۵۷۴/۹	۱۰۸۰/۹	۱۰۴۷/۶	۰/۷۸۲۴	۷۰۵۹/۷	۳۷۸۸/۳	۳۳۹۹/۱	۰/۷۱	۵۱۰/۴	۱۳۴۲/۹	۰/۳۰۳/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۹/۴	۵۷۲/۵	۱۳۰۰/۶	۱۰۳۰/۴	۰/۸۵۵	۲۲۵۹/۷	۲۸۱۲/۰	۰/۴۷	۴۵۶/۹	۱۱۷۵/۰	۰/۲۱۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۰۸۰	۱۶۵۲/۸	۵۷۲/۹	۹۵۷/۲	۸۹۰/۷	۰/۵۴۲	۲۱۵۹/۰	۳۷۰/۰/۷	۰/۱۰۵	۵۰۴/۹	۱۳۱۴/۸	۴۴۰/۷	۰/۲۱۲
۰/۱۲۸۰	۱۶۰۰/۰	۵۷۸/۸	۱۱۷۷/۰	۰/۹۰۳	۲۹۹۳/۷	۲۱۵/۳	۰/۱۳۸	۰/۱۳۸	۲۱۵۱	۱۴۱۶/۷	۰/۴۰۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۵۷۷/۶	۵۷۲/۲	۱۳۱۲/۰	۰/۸۰۷	۲۹۸۸/۰	۲۱۳/۰	۰/۱۴۹	۰/۱۴۰	۲۱۶/۴	۱۲۸/۰	۰/۳۰۸/۰	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۳۸۰	۱۷۷۳/۹	۵۷۸/۹	۱۲۳۸/۹	۰/۹۴۴	۲۶۹۷/۰	۲۱۵/۳	۰/۱۲۴	۰/۱۰۹	۹۹۵۳	۴۵۱/۹	۱۰/۰۹	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۴۰	۱۵۴۴/۶	۵۷۱/۳	۱۱۷۶/۵	۰/۴۶۴	۲۷۵۹/۷	۲۱۹/۰	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۵۱۳/۸	۰/۶۹۹	۰/۳۰۸/۰	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۳۰۰	۱۴۰۰/۱	۵۷۲/۸	۱۲۵۲/۷	۱۰۰۲/۶	۰/۸۰۳	۲۶۹۰/۳	۳۳۳/۷	۰/۰۹۸	۵۵۰/۷	۳۸۰/۹	۰/۷۸۹	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۸۰	۱۶۸۴/۲	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۳۳۰	۱۸۰۵/۹	۵۷۶/۴	۱۴۲۸/۷	۱۰۲۰/۴	۰/۹۴۸	۲۳۴۸/۷	۶۹۶/۷	۰/۱۱۱	۶۲۲/۲	۳۶۹/۴	۰/۹۰	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۳۰۰	۱۶۴۷/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۴۷۲/۸	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۸۰۵/۹	۵۷۶/۴	۱۴۲۸/۷	۱۰۲۰/۴	۰/۹۴۸	۲۳۴۸/۷	۶۹۶/۷	۰/۱۱۱	۶۲۲/۲	۳۶۹/۴	۰/۹۰	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۳۰۰	۱۶۴۷/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۴۷۲/۸	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۴۷۲/۸	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۰۰/۹	۵۷۲/۷	۱۱۱۲/۹	۰/۸۶۴	۲۶۴۲/۷	۴۲۳/۷	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۴۹۹/۱	۳۹۹/۱	۰/۷۸۲	۰/۳۰۸/۰
۰/۱۲۵۰	۱۶۵۲/۰	۵۷۳/۹	۱۳۰۲/۷	۱۰۰۵/۹	۰/۸۸۷	۲۷۴۱/۳	۲۷۴۱/۰	۰/۱۰۹	۵۹۰/۷	۳۴۲/۷	۰/۷۸۷	۰/۳۰۸/۰
۰/												

نام ژنتیک	شماره
LRV-51-51	۱
Cyprobregon	۲
Hartman	۳
697	۴
Kion-76	۵
S-541	۶
Syrian	۷
Dincer	۸
PI-250537	۹
PI-537598	۱۰
Isfahan local	۱۱
PI-250536	۱۲
CW-4440	۱۳
Lesaf	۱۴
CW-74	۱۵
Gila	۱۶



نمودار ۱. وضعیت ارقام و لاین های گلرنگ بر اساس عملکرد تنش، بدون تنش و شاخص تحمل به خشکی (STI)

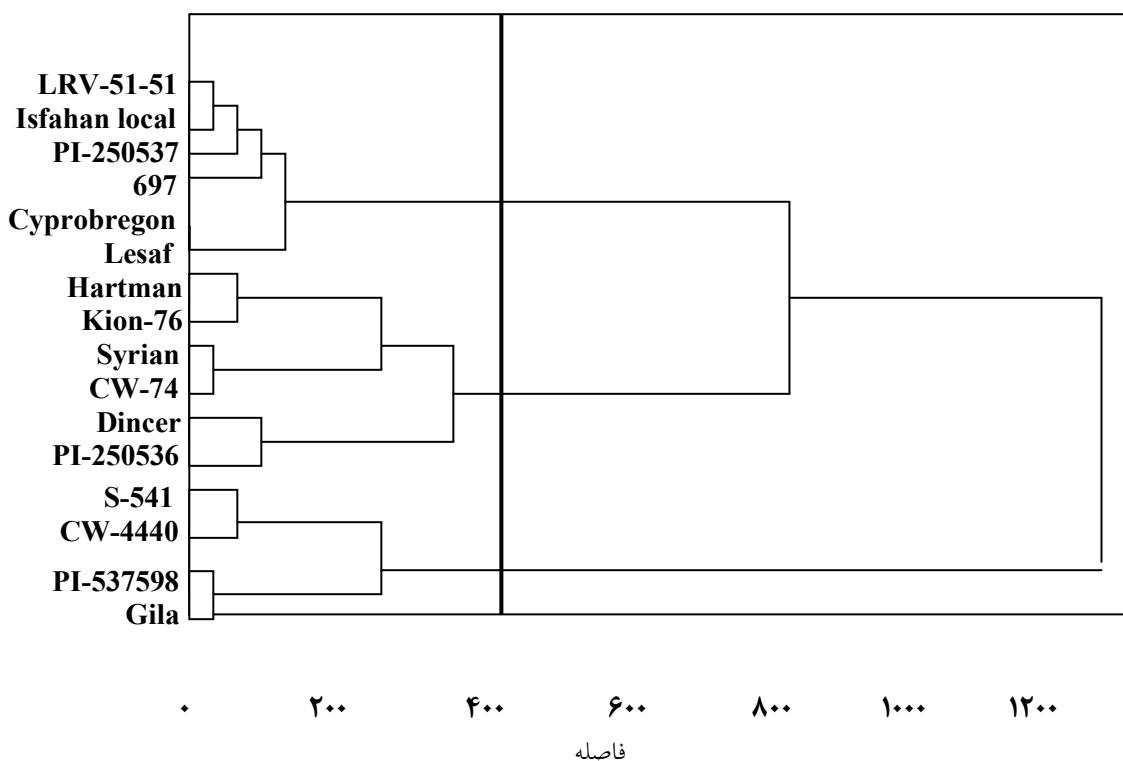
جدول ۷. همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و پایداری غشا در ژنتیک‌های گلرنگ

MP	GMP	STI	SSI	TOL	
۰/۷۳**	۰/۸۷**	۰/۸۷**	-۰/۳۹	۰/۲۷	YS
۰/۹۸**	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۵۴*	۰/۹۵**	YP
۰/۶۶**	۰/۸۱**	۰/۸۹**	۰/۲۲	۰/۳۱	CMS

\* و \*\*: معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. YS : عملکرد در شرایط بدون تنش YP : عملکرد در شرایط تنش CMS: پایداری غشا  
GMP: میانگین محصول دهی، MP: میانگین هندسی محصول دهی، SSI: شاخص حساسیت به خشکی، TOL: شاخص تحمل، STI: شاخص تحمل به خشکی.

چهار شاخص MP, STI, GMP و TOL با عملکرد در شرایط تنش گزارش نمودند. مقدار عددی همبستگی‌ها برای STI و GMP کاملاً یکسان بود زیرا فرناندز شاخص STI را براساس GMP بنا گذاشت به طوری که صورت کسر فرمول محاسباتی GMP برابر توان دوم GMP است. دو شاخص دیگر تنها با عملکرد در شرایط بدون تنش همبستگی داشتند. هیچ یک از شاخص‌ها همبستگی معنی داری با پنج صفت زراعی اندازه‌گیری شده نشان ندادند. با توجه به این که سه شاخص

تحمل به خشکی (STI) میانگین محصول دهی (MP) و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) دارای همبستگی مثبت و قوی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش بودند. اینینیان و همکاران (۳) نیز در لوبيای معمولی بین سه شاخص STI و GMP با عملکرد دانه همبستگی بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی گزارش نمودند. دانشیان و همکاران (۱۱) در بررسی ارقام جو همبستگی بالا و مثبتی بین شاخص‌های GMP و STI را با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و بین



نمودار ۲. دندروگرام تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های STI، GMP، MP، CMS، پایداری غشا و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی

از PEG مقاومت بیشتری داشته‌اند در شرایط محیط طبیعی نیز مقاومت به خشکی بالایی نشان دادند. پورموسوی و همکاران (۵) در بررسی روی گیاه سویا اعلام نمودند که در شرایط تنش شدید پایداری غشای سلولی در مقایسه با تنش ملایم و عدم تنش خشکی بیشتر بوده و افزایش میزان کود مصرفی از پایداری غشا کاست. اندازه‌گیری پایداری غشا در برگ‌های گندم نیز به عنوان روشی سریع، ارزان و مطمئن در شناسایی ژنوتیپ‌های مقام به سرما معروفی شده است (۷).

تجزیه کلاستر بر اساس STI، GMP، MP، CMS، STI، MP، GMP، عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و برش دندروگرام در فاصله ۴۰۰ واحد (نمودار ۲) ژنوتیپ‌ها را به سه گروه تقسیم نمود. کلاستر اول دارای چهار ژنوتیپ، کلاستر دوم و سوم نیز هر یک دارای شش ژنوتیپ بودند. میانگین صفات کلاسترها (جدول ۸) نشان داد که کلاستر اول واجد ژنوتیپ‌های متتحمل به خشکی با پتانسیل عملکرد بالاست به‌طوری که دارای بیشترین میانگین عملکرد در هر دو شرایط رطوبتی، بیشترین

فوق با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی هم‌بستگی بالایی داشتند. بررسی بیشتر ضرایب هم‌بستگی نشان داد که بین عملکردها و صفات زراعی هم‌بستگی معنی‌دار وجود نداشته و شاید به همین علت هم‌بستگی معنی‌داری بین شاخص‌ها و صفات زراعی نیز وجود ندارد.

تجزیه واریانس پایداری غشا (CMS) (جدول ۴) نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که رقم ۵-541 دارای بیشترین پایداری غشا بوده و ژنوتیپ‌های CMS، محلی اصفهان و Gila، CW-4440، PI-537598 نیز دارای پایداری غشای بیشتری نسبت به سایر ارقام و لاین‌ها بودند. کم توان ترین ژنوتیپ در پایداری غشا KINO-76 بود. بین پایداری غشا با شاخص‌های SSI و TOL هم‌بستگی معنی‌داری وجود نداشته اما با شاخص‌های STI، MP و GMP هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری ملاحظه گردید (جدول ۷). یعنی ژنوتیپ‌هایی که دارای غشای پایدارتری بودند و در برابر تنش اسمزی حاصل

جدول ۸ میانگین گروه‌های تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های MP، GMP، STI پایداری غشاء و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی

گروه	میانگین گروه‌ها						ژنوتیپ
	CMS	STI	MP	GMP	Ys	Yp	
اول	۰/۹۴۴۸۵	۰/۴۱۸	۱۲۰۹/۹	۱۰۵۶/۸	۶۲۱/۷	۱۷۹۸/۲	Gila, PI-537598, CW-4440,S-541
دوم	۰/۷۴۴۱۸	۰/۳۱۲	۱۰۳۰/۷	۹۱۲/۴	۵۵۲/۳	۱۵۰۸/۹	PI-250536 Dincer, CW-74, Syrian, Kion-76, Hartman
سوم	۰/۸۰۹۵۵	۰/۳۴۷	۱۱۰۶/۱	۹۶۲/۸	۵۶۲/۱	۱۶۵۰/۲	Lesaf, Cyprobregon, 697, PI- 250537, Isfahan local, LRV-51-51

Ys : عملکرد در شرایط تنش (کیلوگرم در هکتار)، Yp : عملکرد در شرایط بدون تنش (کیلوگرم در هکتار)، CMS پایداری غشا، MP: میانگین محصول دهی، GMP: میانگین هندسی محصول دهی، SSI: شاخص حساسیت به خشکی، TOL: شاخص تحمل، STI: شاخص تحمل به خشکی.

STI این سه ژنوتیپ در مکان‌های مختلف حاکی از آن است که Pایداری کمتری از نظر این شاخص داشته و نهایتاً دو ژنوتیپ دیگر شایستگی بیشتری برای گزینش دارند. هم‌بستگی بالای پایداری غشا با STI نشان داد که آزمون پایداری غشا می‌تواند به عنوان یک روش سریع و ارزان جهت تشخیص ژنوتیپ‌های حساس و غربال ژنوتیپ‌ها در مراحل اولیه اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. گروه‌بندی حاصل از تجزیه کلاستر نیز توانست چهار ژنوتیپ برتر Gila, PI-537598, CW-4440 و S-541 را شناسایی کرده و تأکیدی بر نتایج حاصل از روش‌های دیگر باشد. چهار ژنوتیپ نام برده می‌تواند در برنامه اصلاح گلرنگ از نظر سازگاری و پایداری عملکرد بررسی شده و یا در برنامه‌های دورگ‌گیری با ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی برای بررسی ژنتیکی مقاومت به خشکی استفاده شوند.

میانگین پایداری غشا و نیز بیشترین میانگین از نظر هر سه ضریب مقاومت به خشکی بودند. کلاستر دوم دارای کمترین مقدار TOL, STI و کمترین پایداری غشا و نیز کمترین عملکرد در دو شرایط رطوبتی بود. کلاستر سوم از نظر شاخص‌های مقاومت به خشکی، پایداری غشا و عملکردها حد واسط کلاستر اول و دوم بود (جدول ۸).

به طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که با توجه به تجزیه واریانس شاخص‌های مقاومت به خشکی در مکان‌های مختلف بهتر است این شاخص‌ها در چند مکان و یا طی چند سال برآورد شوند، تا گزینش ارقام مناسب، با اطمینان بیشتری صورت گیرد. شاخص تحمل به خشکی (STI) مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های برتر در هر دو شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی بوده و ارقام Gila و CW-4440 و لاين PI-5375998 دارای بیشترین میانگین STI بودند. انحراف معیار

## منابع مورد استفاده

- ابوالحسنی، خ. ۱۳۸۱. ارزیابی لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گلرنگ در دو رژیم رطوبتی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- اشکانی، ج. و ح. پاک نیت. ۱۳۸۳. ارزیابی ژنتیکی شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در گلرنگ بهاره. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، رشت، ایران.
- امینیان، ر.، م. خدامباشی امامی و م. یادگاری. ۱۳۸۵. بررسی هم‌بستگی بین صفات مختلف و شاخص‌های مقاومت به خشکی در

- لوبیایی معمولی. خلاصه مقالات نهمین گنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، پر迪س ابوریحان، دانشگاه تهران.
۴. پورداد، س.س. ۱۳۸۵. گلنگ (تألیف: لی داجو و اچ. اچ. ماندل). انتشارات سپهر.
۵. پورموسی، س.م.، م. گلوی و ج. دانشیان. ۱۳۸۵. ارزیابی کود دامی بر میزان پایداری غشاء سلمل و محتوای کلروفیل برگ سویا در شرایط تنفس خشکی. خلاصه مقالات نهمین گنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پر迪س ابوریحان، دانشگاه تهران.
۶. تاری نژاد، آ. ۱۳۷۷. ارزیابی واکنش لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گندم پاییزه به شرایط آبی و تنفس کمبود آب. چکیده مقالات پنجمین گنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، ایران.
۷. عشقی، ا.غ.، ح. کاظمی، م. ولی زاده و ح. لسانی ۱۳۷۷. استفاده از متدهای فیزیولوژیکی در ارزیابی ژرم پلاسم‌های مقاوم به سرما. چکیده مقالات پنجمین گنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، ایران.
۸. عزیزی نژاد، ر. ۱۳۸۳. بررسی تجزیه پایداری و پلی مورفیسم با استفاده از RAPD-PCR در شانزده ژنوتیپ گلنگ تحت شرایط نرمال رطوبتی و تنفس خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه تهران.
۹. لیراوی، پ. ۱۳۸۴. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گلنگ پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.
۱۰. جمشید مقدم، م. و س. س. پورداد. ۱۳۸۵. ارزیابی ژنوتیپ‌های گلنگ تحت تنفس رطوبتی در شرایط کترل شده و مزرعه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۲): ۱۵۵-۱۶۸.
۱۱. دانشیان، ج.، س. غالی و پ. جنوبی. ۱۳۸۵. ارزیابی ضرب پاسخ عملکرد و شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی در ارقام جو. خلاصه مقالات نهمین گنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۸۵. پر迪س ابوریحان، دانشگاه تهران.
12. Bandurska H. 2000. Does proline accumulated in leaves of water stressed barley plants confine cell membrane injury? I. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants. *Acta Physiologiae Plantarum* 22: 409-415.
13. Betran, F.J., D. Beck, M. Benziger and G.O. Edmeades. 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci.* 43:807-817.
14. Bewly, J. D. 1979. Physiological aspects of desiccation tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 30: 195-238.
15. Blum, A. and A. Ebercon. 1980. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sci.* 21: 43-47.
16. Ceccarelli, S. and S. Grando. 1991. Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica* 57: 157-167.
17. Clavel, D. 2005. Analysis of early variations in responses to drought of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) for using as breeding traits. *Environ. Exp. Bot.* 54: 219- 230.
18. Farshadfar, E. and J. Shutka. 2003. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res. Commun.* 31 (1,2): 33-40.
19. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: proceeding of a symposium, 13-18 Aug., Taivan.
20. Fisher, R.A. and R. Maurrer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agri. Res.* 30:801.
21. Fokar, M., A. Blum. and H. T. Nguyen. 1998. Heat tolerance in spring wheat. II Grain filling. *Euphytica*. 104: 9-15.
22. Hashemi Dezfouli, A. 1994. Growth and yields of safflower as affected by drought stress. *Crop Res.* Hisar. 7(3): 313-319.
23. Knowles, P.F. 1969. Centers of plant diversity and conservation of crop germplasm: Safflower. *Econ. Bot.* 23:324-329.
24. Kocheva, K. and G. Georgiev. 2003. Evaluation of the reaction of two contrasting Barley (*Hordeum vuldar* L.) cultivars in response to osmotic stress with PEG6000. *BLUG. J. Plant Physiol.* 290-294.
25. Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Academic Press., New York.
26. Mündel, H.H., H.C. Huang, G.C. Kozub and D.J.S. Barr. 1995. Effect of soil moisture and temperature on seedling emergence and incidence of *Pythium* damping-off in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Can. J. Plant Sci.*

75:505-509.

27. Patil, P.S., A.M. Patil and A.B. Deokar. 1992. Stability of yield in rainfed and irrigated safflower. *J. Maharashtra Agric. Univ.* 17:66-69.
28. Pourdad, S.S. and A. Beg. 2003. Safflower: A suitable oilseed crop for dryland areas of Iran. *In:* proceeding of 7<sup>th</sup> International conference on development of dry lands. Sep. 14-17, Tehran, Iran.
29. Rajaram, S. and M. Van Ginkle. 2001. Mexico 50 years of international wheat breeding. PP. 579-604. *In:* Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds.), The world wheat book: A history of wheat breeding. Lavoisier Pub., Paris, France.
30. Rathjen, A.J. 1994. The biological basis of genotype × environment interaction: its definition and management. *In:* Proceedings of the Seventh Assembly of the Wheat Breeding Society of Australia, Adelaide, Australia.
31. Richarde, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Reg.* 20:157-166.
32. Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21: 943-946.
33. Saba, J., M. Moghaddam, K. Ghassemi and M.R. Nishabouri. 2001. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol. (JAST)*. 3:43-49.
34. Simmena, B., P.C. Struik, M.M. Nachit and J.M. Peacock. 1993. Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica* 71:211-219.
35. Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crop Res.* 98: 222-229.
36. Venkateswarlu, B. and K. Ramesh. 1993. Cell membrane stability and biochemical response of cultured cells of groundnut under polyethylene glycol – induced water stress. *Plant Sci.* 90: 179-185.
37. Winslowe, M.D. and N. Smirnoff. 1984. Techniques used to breeders nurseries for drought resistance. *Botany* 3: 45-46.
38. Yau, S.K. 2005. Yield increase of barley following safflower in a cool, semi-arid Mediterranean area. *In:* Proceeding of 6<sup>th</sup> International Safflower Conference. June 6-10, Istanbul, Turkey.