Archive of SID

بررسی مقاومت به خشکی گلرنگ‌های بهاره در مناطق مختلف

سیدسعید پورداد[۱*]، خشنود علیزاده[۲]، رضا عزیزی نژاد[۳]، عبداله شریعتی[۴]، مسعود اسکندری[۵]، مجید خیاوی[۶] و عزت‌اله نباتی[۷]

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

چکیده

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) بومی ایران بوده و با شرایط آب و هوایی کشور سازگاری خوبی دارد. ۱۶ ژنوتیپ گلرنگ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شش ایستگاه تحقیقاتی سرارود (کرمانشاه)، مراغه، قاملو (کردستان)، خدابنده (زنجان)، شیروان (خراسان شمالی) و کوهدشت (لرستان) به‌صورت دو آزمایش جداگانه در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی در بهار کشت گردید. شاخص‌های کمّی 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 برآورد این ضریب از میانگین کل ایستگاه‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌هایGila، CW-4440 وPI-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. پایدای 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 بالایی نشان داده بودند. بنابراین آزمون پایداری غشا می‌تواند به‌عنوان 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)، پایداری غشا (CMS) و عملکرد در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی ژنوتیپ‌های تحت بررسی را به سه گروه تقسیم نمود. 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 دیگر روش‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، 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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی با ریشه اصلی عمیق و اکثراً دارای برگ‌های خاردار است که این دو ویژگی توانایی تحمل خشکی و گرما را در آن ایجاد نموده است(۲۶). گلرنگ در مناطق گرم و خشک به‌عنوان یک دانه روغنی، دانه‌پرندگان تهیه رنگ از گل‌ها و یا مصارف دارویی کشت می‌شود(۲۳). این گیاه در سه دهه اخیر به‌عنوان یک دانه روغنی مورد بهره برداری قرار گرفته و دامنه روغن دانه آن از ۲۰ تا ۴۵ درصد است. خاورمیانه و به ویژه ایران یکی از مراکز تنوع این گیاه است(۴). گلرنگ 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 دزفولی (۲۲) در بررسی اثرات تنش خشکی روی گلرنگ نشان داد که سطح برگ، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه و تعداد قوزه در اثر خشکی کاهش یافته و علی رغم کاهش ماده خشک ساقه و ریشه نسبت ریشه به ساقه افزایش یافت . برای اصلاح گیاهان مقاوم به خشکی برخی از محققان به گزینش ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب (بدون تنش) اعتقاد دارند (۱۳ و۲۹) و برخی نیز بر گزینش در شرایط تنش تأکید دارند (۱۶ و ۳۰) ولی بیشتر محققان گزینش ژنوتیپ‌ها 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 ژنوتیپ‌ها به تنش رطوبت است. انتخاب ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش سبب تجمع آلل‌های مطلوب شده و ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر انتخاب می‌شوند(۳۱). روزیل و هامبلین (۳۲) اختلاف بین عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش را TOL (Tolerance) نامیده و به‌عنوان شاخص تحمل خشکی معرفی کردند. مقادیر بالای این شاخص نشانه حساسیت نسبی ژنوتیپ‌ها به تنش بوده، بنابراین مقادیر کم TOL مطلوب است. ژنوتیپ‌های 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 به‌صورت متوسط جمع جبری عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش تعریف می‌شود. فرناندز (۱۹) شاخص STI (Stress Tolerance Index) را به‌عنوان معیاری برای گزینش ارقام متحمل به خشکی پیشنهاد نمود. مقادیر بالای STI نشان دهند تحمل زیاد تنش و عملکرد بالقوه زیاد است. ارقام دارای STI زیاد ژنوتیپ‌هایی 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 ژنوتیپ‌ها قدرت بیشتری دارد. شاخص SSI (Stress Susceptibility Index) توسط فیشرومورر(۲۰) پیشنهاد شد، مقادیر کم SSI بیانگر تغییرات کم عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش و پایداری بیشتر ژنوتیپ است. ریچارد (۳۱) عقیده دارد انتخاب ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی سبب تجمع آلل‌های مطلوب شده و ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر گزینش می‌شوند. پاتیل و همکاران (۲۷) هفت واریته گلرنگ 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 ژنوتیپ‌ها و نیز ژنوتیپ× محیط وجود داشت. در این آزمایش ژنوتیپ‌های مطلوب برای هر یک از شرایط آبی و دیم مشخص گردید. ابوالحسنی (۱) در بررسی ۱۵ لاین بومی گلرنگ 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

www.SID.ir

Archive of SID

خشکی ۷۰٪ از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه می‌نماید. جمشیدمقدم و پورداد (۱۰) با بررسی ۱۵ ژنوتیپ ایرانی و خارجی گلرنگ تحت تنش رطوبتی در شرایط کنترل شده و مزرعه اعلام نمودند که در شرایط تنش ۰/۴- و ۰/۸- مگا پاسکال طول ریشه چه ژنوتیپ‌ها افزایش نموده و با کاهش رطوبت رشد ساقه چه حساسیت بیشتری نسبت به ریشه چه نشان داد. اکثر ژنوتیپ‌های ایرانی در مرحله جوانه‌زنی عکس‌العمل بهتری نسبت به ژنوتیپ‌های 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 اثرآن تراوایی غشای سلولی افزایش می‌یابد و باعث می‌شود الکترولیت‌های موجود در داخل سلول به سمت بیرون از سلول نشت 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 ژنوتیپ را در دو شرایط متفاوت (تنش خشکی وکنترل) قرار می‌دهند و سپس با یک روش خاص (مثلاً اندازه‌گیری EC) مقدار الکترولیت‌هایی که از آن ژنوتیپ هم در شرایط تنش و هم در شرایط کنترل تراوش نموده است را اندازه‌گیری می‌کنند. با مقایسه این دو مشخص می‌شود که کدام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش توانسته‌اند غشای سلولی خود را بهتر حفظ کنند و الکترولیت‌های کمتری از آنها نشت نموده است(۳۶). کوچوا و جورجیف (۲۴) در ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام جو، تخریب کمتری در غشاهای سلولی ارقام مقاوم‌تر به خشکی مشاهده کردند. آنها هم‌چنین با توجه به نتایج این آزمایش‌ها این مسأله را مطرح کردند که پرولین آزاد ممکن است باعث پایداری غشا در طول دوره تنش خشکی باشد. پایداری غشای سلولی تحت تنش رطوبتی به عنوان یک جز اصلی تحمل به خشکی گزارش شده است(۱۴). میزان خسارت به غشاهای سلولی به وسیله خشکی را می‌توان از طریق اندازه‌گیری الکترو لیکیج سلول‌ها (نشت سلولی) ارزیابی نمود. فوکار و همکاران (۲۱)گزارش کردند که بین کاهش وزن دانه در هر خوشه و درصد خسارت به غشا سلولی هم‌بستگی منفی بالایی($r=۰/۹۷^{**}$)وجود دارد. وینسلو و اسمیرنف (۳۷) نشان دادند، ژنوتیپ‌هایی 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 ژنوتیپ‌های تحت بررسی گلرنگ بهاره و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم از طریق پارامترهای تبیین شده و نیز پایداری غشای سلولی صورت گرفت. در این بررسی هم‌چنین به‌منظور دقت بیشتر 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 697, Syrian, CW-74, S-541, LRV-51-51, Kino-76, Hartman, PI-250536, CW-4440, 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 سرارود (کرمانشاه)، مراغه، قاملو (کردستان)، خدابنده (زنجان)، کوهدشت (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

www.SID.ir

Archive of SID

صورت گرفت. در حالی که در آزمایش با تنش 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 یادداشت‌برداری 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 محصول‌دهی (MP) طبق رابطه ۳، شاخص تحمل به تنش (STI) طبق رابطه ۴ و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) طبق رابطه ۵ محاسبه شدند:

$$SSI = \frac{1-(Ys/Yp)}{1-(\bar{Y}s/\bar{Y}p)} \quad [1]$$

$$TOL = Yp - Ys \quad [2]$$

$$MP = \frac{(Yp+Ys)}{2} \quad [3]$$

$$GMP = \sqrt{(Y_s)(Y_p)} \quad [4]$$

$$STI = \left(\frac{Y_p}{\bar{Y}_p}\right)\left(\frac{Y_s}{\bar{Y}_s}\right)\left(\frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}\right) = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p^2)} \quad [5]$$

که:

Ys= عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش

Yp= عملکرد ژنوتیپ در شرایط بدون تنش

$\bar{Y}s$ = میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش

$\bar{Y}p$ = میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش

به‌منظور اندازه‌گیری پایداری غشا از روش بلوم و ابرکان (۱۵) اقدام به کاشت ژنوتیپ‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه شد. در هر گلدان به ابعاد ۱۵×۱۵×۲۵ سانتی‌متر تعداد۲۰ 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 ژنوتیپ به دو قسمت مساوی تقسیم و در محلول‌های PEG ۰٪ و PEG ۴۰٪ و در دمای ۲۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت نگه‌داری شدند. سپس 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 انحام شد. قرائت اول EC برای تیمارهای تحت تنش (PEG ۴۰٪) 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 ۴۰٪) 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 ژنوتیپ 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 MSTAT-C، SPSS و STATISTICA 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 کوهدشت در سطح احتمال پنج درصد و در کردستان در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. در دو ایستگاه زنجان و مراغه این اختلافات غیر معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس در شرایط تنش خشکی (جدول ۲) نشان داد که در ایستگاه‌های تحقیقاتی کرمانشاه و کردستان در سطح احتمال یک درصد و در زنجان و کوهدشت در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. در دو ایستگاه شیروان و مراغه این اختلافات غیر

www.SID.ir

Archive of SID

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

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کرمانشاه	زنجان	شیروان	مراغه	کردستان	کوهدشت
تکرار	۲	۲۱۴۵۳۴/۷**	۲۶۴۷۶/۲ns	۳۸۶۰۷۶/۵**	۳۵۵۰۱۴/۰**	۱۴۵۰/۹ ns	۷۶۳۱۰۸/۰*
ژنوتیپ	۱۵	۷۰۰۱۸/۹*	۴۰۷۹۵۴/۰ ns	۲۳۱۲۹/۱*	۳۰۰۹۸/۸ ns	۳۸۴۹۳۶/۱**	۲۱۱۶۵۶/۰ *
اشتباه	۳۰	۳۰۹۲۰/۲	۲۵۲۳۷۹/۸	۱۱۹۰۷/۶	۱۹۸۰۵/۰	۲۷۷۹۶/۵	۱۰۰۵۵۳/۰

** و * و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

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

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

** و * و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

جدول۳ . تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی برای شانزده رقم و لاین گلرنگ.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		شرایط تنش	شرایط بدون تنش
مکان	۵	۳۸۳۹۲۷۵/۷**	۳۵۳۶۶۸۸۷/۷**
اشتباه ۱	۱۲	۸۴۲۶۴/۶	۲۸۸۱۲۹/۰
ژنوتیپ	۱۵	۳۰۴۹۸/۱*	۲۸۶۴۱۸/۲*
ژنوتیپ × مکان	۷۵	۱۴۵۱۸/۵ns	۱۴۲۵۳۳/۳**
اشتباه ۲	۱۸۰	۱۹۹۰۵/۱	۸۳۴۳۹/۰

** و * و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار

معنی‌دار بود. تجزیه واریانس مرکب در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی صورت گرفت (جدول ۳) و آزمون F تست بر اساس امید ریاضی و محاسبه درجه آزادی منبع تغییر ژنوتیپ بر اساس فرمول ساترویت نیز نشان داد که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی بین ژنوتیپ‌های تحت بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود دارد ولی اثر متقابل ژنوتیپ × مکان تنها در شرایط بدون تنش معنی‌دار گردید.

شاخص‌های مقاومت به خشکی برای عملکرد دانه در هر منطقه محاسبه و سپس با درنظر گرفتن مکان‌ها به‌عنوان تکرار تجزیه واریانس صورت گرفت (جدول۴). نتایج نشان داد که بین میانگین مکان‌ها(تکرارها) از نظر تمامی شاخص‌ها به جز شاخص حساسیت به خشکی (SSI) اختلاف معنی‌داری 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

www.SID.ir

Archive of SID

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

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

** و * و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار. 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

† : 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 گلرنگ

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	Yp	Ys	MP	GMP	STI	SSI	TOL	CMS
۱	*LRV-51-51*	۱۶۴۱/۲۰	۵۷۴/۸۷	۱۱۰۸/۰۳	۹۷۱/۳۳	۰/۳۵۳	۱/۰۰۱	۱۰۶۶/۳۵	۰/۸۸۷۲۶^{ab}
۲	Cyprobregon	۱۶۵۹/۴۰	۵۳۲/۵۰	۱۰۹۵/۹۵	۹۴۰/۰۲	۰/۳۳۱	۱/۰۴۶	۱۱۲۶/۹۳	۰/۷۰۷۴۶^{bc}
۳	Hartman	۱۵۶۲/۲۵	۵۲۷/۹۲	۱۰۴۵/۰۸	۹۰۸/۱۶	۰/۳۰۹	۱/۰۲۰	۱۰۳۴/۳۳	۰/۷۲۳۹۸^{abc}
۴	697	۱۶۰۸/۲۵	۵۶۸/۷۸	۱۰۸۸/۵۱	۹۵۶/۴۳	۰/۳۴۳	۰/۹۹۶	۱۰۳۹/۴۷	۰/۷۸۲۶۵^{abc}
۵	Kino-76	۱۵۳۷/۶۵	۵۰۴/۱۸	۱۰۲۰/۹۱	۸۸۰/۴۸	۰/۲۹۰	۱/۰۳۵	۱۰۳۳/۴۷	۰/۵۶۵۶۶^{c}
۶	S-541	۱۷۲۳/۸۸	۶۱۸/۷۲	۱۱۷۱/۳۰	۱۰۳۲/۷۶	۰/۳۹۹	۰/۹۸۸	۱۱۰۵/۱۷	۰/۹۷۳۴۲^{a}
۷	Syrian	۱۵۴۴/۶۰	۵۹۱/۳۵	۱۰۶۷/۹۷	۹۵۵/۷۲	۰/۳۴۲	۰/۹۵۱	۹۵۳/۲۵	۰/۷۲۹۴۱^{abc}
۸	Dincer	۱۴۰۴/۱۲	۵۶۲/۶۸	۹۸۳/۴۰	۸۸۸/۸۶	۰/۲۹۶	۰/۹۲۳	۸۴۱/۴۳	۰/۸۶۴۵۵^{ab}
۹	PI-250537	۱۶۸۴/۳۳	۵۸۲/۷۳	۱۱۳۳/۵۳	۹۹۰/۷۱	۰/۳۶۸	۱/۰۰۸	۱۱۰۱/۶۰	۰/۸۶۴۳۰^{ab}
۱۰	PI-537598	۱۸۵۸/۹۰	۵۹۶/۴۲	۱۲۲۷/۶۶	۱۰۵۲/۹۴	۰/۴۱۵	۱/۰۴۶	۱۲۶۲/۴۸	۰/۸۹۴۴۲^{ab}
۱۱	Isfahan Local	۱۶۴۷/۴۷	۵۸۳/۹۰	۱۱۱۵/۶۸	۹۸۰/۷۹	۰/۳۶۰	۰/۹۹۴	۱۰۶۳/۵۷	۰/۸۹۹۸۵^{ab}
۱۲	PI-250527	۱۴۷۲/۷۳	۵۲۸/۸۰	۱۰۰۰/۷۶	۸۸۲/۴۸	۰/۲۹۲	۰/۹۸۷	۹۴۳/۹۳	۰/۷۱۵۷۴^{bc}
۱۳	CW-4440	۱۷۵۴/۱۳	۶۵۳/۴۷	۱۲۰۳/۸۰	۱۰۷۰/۶۴	۰/۴۲۹	۰/۹۶۷	۱۱۰۰/۶۷	۰/۹۵۸۱۳^{ab}
۱۴	Lesaf	۱۶۶۰/۶۳	۵۲۹/۶۲	۱۰۹۵/۱۲	۹۳۷/۸۲	۰/۳۲۹	۱/۰۴۹	۱۱۳۱/۰۲	۰/۷۱۵۷۶^{bc}
۱۵	CW-74	۱۵۳۱/۹۷	۵۹۹/۶۷	۱۰۶۵/۸۲	۹۵۸/۴۸	۰/۳۴۴	۰/۹۳۷	۹۳۲/۳۰	۰/۸۶۵۷۴^{ab}
۱۶	Gila	۱۸۵۵/۷۵	۶۱۸/۱۵	۱۲۳۶/۹۵	۱۰۷۱/۰۴	۰/۴۳۰	۱/۰۲۷	۱۲۳۷/۶۰	۰/۹۵۳۴۳^{ab}

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 CMS پایداری غشای سلولی.

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) به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار و برای سایر شاخص‌ها غیرمعنی‌دار بود. محاسبه میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی (جدول۵) نشان داد که رقم Gila دارای بیشترین شاخص تحمل به خشکی (STI) برابر ۰/۴۳۰ بود. این رقم در هر دو محیط‌های تنش و بدون تنش خشکی دارای میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه بالا بود (به‌ترتیب 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 (۵۰۴/۲ کیلوگرم در هکتار) و نیز کمترین میانگین هندسی محصول دهی (GMP) را داشت. رقم CW-4440 و لاین PI-537598 نیز از نظر شاخص تحمل به خشکی (STI) به رقم Gila بسیار نزدیک بودند (به‌ترتیب ۰/۴۲۹ و ۰/۴۱۵). رقم CW-4440 بیشترین میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش (۶۵۳/۵ کیلوگرم در هکتار) و PI-537598 بیشترین میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش را دارا بودند (۱۸۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار).

محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی از میانگین مناطق مختلف نشان داد که شاخص تحمل به خشکی (STI) بخوبی توانست رقمی که در هر دو محیط عملکرد بالایی داشته (Gila) و نیز ارقامی با بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط تنش و یا بدون تنش (به‌ترتیبCW-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 شاخصSTI 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 ژنوتیپ‌های پر محصول و پایدار مؤثرتر از سایر شاخص‌ها بود. شاخص‌های MP وGMP نیز تا حدودی در شناسایی این ارقام و لاین‌ها موفق بودند ولی شاخص‌های SSI و TOL نتوانستند ارقام را به خوبی از هم تفکیک نماید. سی وسه مرده و همکاران(۳۵) در بررسی ارقام دیم گندم اعلام نمودند که شاخصSSI مناسبترین شاخص برای گزینش ارقام مقاومت به خشکی در شرایط تنش شدید وMP ، 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 ژنوتیپ‌های مقاوم را از سایر ژنوتیپ‌ها 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 SSI کمترین وراثت‌پذیری 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 Gila CW-4440 و PI-537598 در بیشتر مکان‌ها دارای STI بالا بودند اما انحراف معیار STI برای رقم Gila از سایر ژنوتیپ‌ها بیشتر بود و نشان داد که پایداری این شاخص در رقم Gila کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بوده است. اگروضعیت ژنوتیپ‌ها درکل 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 ژنوتیپ PI-537598 بابیشترین عملکرد دانه سازگارترین ژنوتیپ با پایداری عملکرد بالا بوده است.

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

ضرایب هم‌بستگی (جدول ۷) نشان داد که سه شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گلرنگ در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص تحمل به خشکی در شش منطقه تحت بررسی

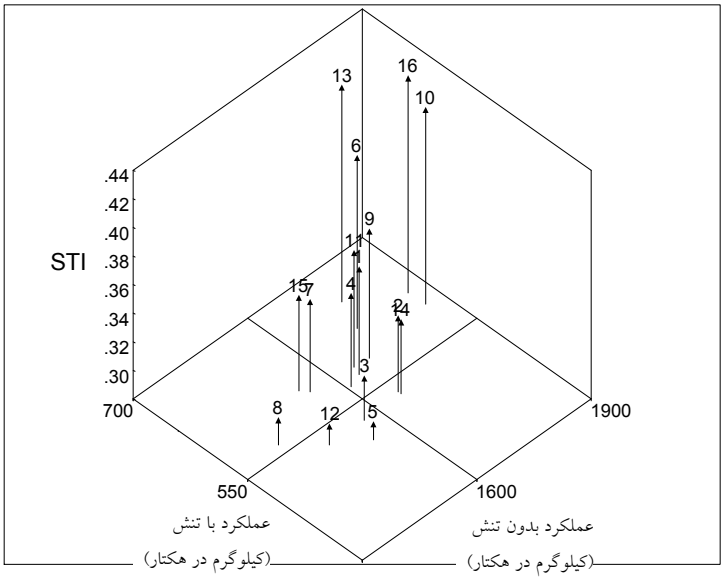
ژنوتیپ	کوهدشت			کردستان			مراغه			شیروان			زنجان			کرمانشاه			میانگین			انحراف معیار
	STI	Ys	Yp	STI	Ys	Yp	STI	Ys	Yp	STI	Ys	Yp	STI	Ys	Yp	STI	Ys	Yp	STI	Ys	Yp	STI
LRV-51-51	۰/۴۴۳	۶۳۷/۰	۱۷۴۳/۱	۰/۲۷۴	۵۱۳/۹	۲۳۴۰/۰	۰/۳۸۵	۵۳۳/۳	۱۳۴۲/۶	۰/۷۱	۳۳۹/۱	۵۸۰/۴	۰/۱۱۷	۳۷۸/۳	۲۷۵۹/۷	۰/۷۲۴	۱۰۴۷/۶	۱۰۸۰/۹	۵۷۴/۹	۱۶۴۱/۲	۰/۲۴۰
Cyprobregon	۰/۲۳۳	۵۰۰/۰	۱۱۶۷/۴	۰/۲۰۶	۳۷۷/۷	۲۳۹۷/۰	۰/۳۸۶	۵۲۲/۲	۱۳۷۵/۰	۰/۴۷	۲۸۲/۷	۴۵۶/۹	۰/۱۷۶	۴۸۲/۰	۳۲۵۹/۷	۰/۸۵۶	۱۰۳۰/۴	۱۳۰۰/۶	۵۳۲/۵	۱۶۵۹/۴	۰/۲۵۶
Hartman	۰/۵۴۷	۷۰۳/۶	۱۹۵۲/۶	۰/۲۰۹	۴۳۱/۶	۲۱۲۳/۰	۰/۳۱۲	۴۴۰/۷	۱۳۱۴/۸	۰/۶۱	۳۳۰/۲	۵۰۴/۹	۰/۱۰۵	۳۷۰/۷	۲۵۱۹/۰	۰/۵۴۶	۸۹۰/۷	۹۵۹/۲	۵۲۷/۹	۱۵۶۲/۲	۰/۲۰۸
697	۰/۴۵۱	۶۳۶/۷	۱۷۷۹/۰	۰/۱۵۵	۳۶۲/۱	۱۸۷۵/۰	۰/۴۰۲	۵۲۷/۸	۱۴۱۶/۷	۰/۴۴	۲۹۳/۸	۴۱۵/۱	۰/۱۳۸	۴۱۵/۳	۲۹۶۳/۷	۰/۹۰۳	۱۱۷۷/۰	۱۲۰۰/۰	۵۶۸/۸	۱۶۰۸/۲	۰/۲۷۷
Kino-76	۰/۳۷۸	۶۵۱/۸	۱۴۵۴/۸	۰/۰۷۱	۱۷۵/۱	۱۷۸۶/۰	۰/۳۶۴	۵۲۵/۹	۱۲۸۷/۰	۰/۴۰	۲۷۶/۴	۴۰۳/۱	۰/۱۴۹	۴۳۳/۷	۲۹۸۲/۰	۰/۸۰۷	۹۶۲/۲	۱۳۱۳/۰	۵۰۴/۲	۱۵۳۷/۶	۰/۲۵۷
S-541	۰/۴۹۲	۶۲۲/۹	۱۸۶۴/۴	۰/۲۳۶	۴۲۸/۵	۲۴۱۷/۰	۰/۴۵۰	۵۶۱/۱	۱۴۹۰/۷	۱/۰۹	۴۵۱/۶	۶۶۵/۳	۰/۱۲۴	۴۱۵/۳	۲۶۶۷/۰	۰/۹۴۴	۱۱۹۲/۹	۱۲۳۸/۹	۶۱۸/۷	۱۷۲۳/۹	۰/۳۸۵
Syrian	۰/۴۱۲	۹۱۸/۵	۱۱۲۶/۶	۰/۱۹۸	۳۶۰/۶	۲۴۰۴/۰	۰/۳۵۸	۵۱۶/۷	۱۲۸۷/۰	۰/۶۹	۳۶۸/۹	۵۱۳/۸	۰/۱۲۹	۴۱۹/۰	۲۷۵۹/۷	۰/۷۲۵	۹۶۴/۴	۱۱۷۶/۵	۵۹۱/۳	۱۵۴۴/۶	۰/۲۴۶
Dincer	۰/۴۲۴	۷۵۵/۵	۱۴۰۸/۱	۰/۰۹۲	۳۰۸/۹	۱۳۱۸/۰	۰/۴۰۴	۵۹۴/۵	۱۲۶۳/۹	۰/۷۶	۳۸۰/۹	۵۵۰/۷	۰/۰۹۸	۳۳۳/۷	۲۶۳۰/۳	۰/۸۰۳	۱۰۰۲/۶	۱۲۵۳/۷	۵۶۲/۷	۱۴۰۴/۱	۰/۳۰۸
PI-250537	۰/۳۴۲	۵۶۲/۹	۱۵۲۳/۰	۰/۲۰۸	۴۰۵/۹	۲۲۴۶/۰	۰/۳۱۵	۴۷۲/۲	۱۲۴۰/۷	۰/۷۲	۳۹۹/۱	۴۹۹/۱	۰/۱۸۰	۴۶۳/۷	۳۴۶۳/۳	۰/۸۶۴	۱۱۹۲/۶	۱۱۳۳/۹	۵۸۲/۷	۱۶۸۴/۳	۰/۲۸۴
PI-537598	۰/۶۳۹	۸۷۴/۰	۱۸۳۴/۰	۰/۲۵۲	۴۴۹/۹	۲۴۶۰/۰	۰/۴۱۶	۵۳۷/۱	۱۴۳۹/۸	۰/۹۰	۳۹۶/۴	۶۲۲/۲	۰/۱۱۱	۲۹۶/۷	۳۳۴۸/۷	۰/۹۴۸	۱۰۲۴/۴	۱۴۴۸/۷	۵۹۶/۴	۱۸۵۸/۹	۰/۳۴۳
Isfahan Local	۰/۶۰۳	۸۷۴/۰	۱۷۳۲/۰	۰/۲۱۱	۴۵۲/۱	۲۰۴۹/۰	۰/۳۳۲	۴۲۰/۴	۱۴۶۷/۶	۰/۷۵	۳۴۸/۰	۵۹۰/۷	۰/۱۰۹	۳۵۶/۰	۲۷۴۱/۳	۰/۸۷۷	۱۰۵۲/۹	۱۳۰۳/۷	۵۸۳/۹	۱۶۴۷/۵	۰/۳۰۹
PI-250536	۰/۲۵۲	۵۷۴/۰	۱۱۰۳/۲	۰/۱۲۶	۲۸۲/۹	۱۹۴۹/۰	۰/۴۱۴	۶۱۸/۵	۱۲۴۵/۴	۰/۴۶	۳۱۹/۶	۳۹۶/۴	۰/۱۱۵	۳۵۲/۳	۲۹۲۶/۳	۰/۷۹۷	۱۰۵۲/۵	۱۲۱۶/۱	۵۲۸/۸	۱۴۷۲/۷	۰/۲۵۷
CW-4440	۰/۵۸۶	۸۹۲/۶	۱۶۴۸/۰	۰/۳۰۳	۵۰۳/۴	۲۶۳۶/۰	۰/۳۳۳	۴۹۲/۶	۱۲۵۴/۶	۰/۵۳	۳۳۶/۰	۴۳۱/۱	۰/۱۵۳	۴۰۴/۰	۳۳۸۹/۰	۰/۶۹۳	۱۲۹۲/۲	۱۱۶۶/۱	۶۵۳/۵	۱۷۵۴/۱	۰/۲۸۵
Lesaf	۰/۴۰۳	۶۲۵/۹	۱۶۱۶/۰	۰/۱۹۶	۴۰۱/۷	۲۱۳۷/۰	۰/۳۶۲	۴۵۰/۰	۱۴۹۵/۴	۰/۶۵	۳۴۳/۱	۵۲۵/۸	۰/۱۱۶	۳۶۷/۰	۲۸۳۳/۷	۰/۸۵۸	۹۹۰/۰	۱۳۵۵/۶	۵۲۹/۶	۱۶۶۰/۶	۰/۲۷۹
CW-74	۰/۵۷۴	۸۴۸/۰	۱۶۹۹/۲	۰/۱۹۵	۵۳۵/۰	۱۵۹۷/۰	۰/۳۰۹	۴۲۵/۹	۱۳۴۷/۲	۰/۸۱	۳۷۴/۷	۵۹۲/۴	۰/۰۹۱	۲۷۹/۰	۲۷۲۲/۷	۰/۸۸۱	۱۱۱۷/۴	۱۲۳۳/۳	۵۹۹/۷	۱۵۳۲/۰	۰/۳۲۹
Gila	۰/۵۷۲	۸۴۸/۱	۱۶۹۱/۸	۰/۱۶۱	۳۹۷/۸	۱۷۷۲/۰	۰/۴۵۹	۵۵۳/۷	۱۵۴۱/۷	۰/۷۷	۳۲۷/۶	۶۵۰/۷	۰/۱۱۸	۲۷۴/۳	۳۸۴۵/۰	۱/۳۶	۱۳۰۷/۴	۱۶۳۳/۳	۶۱۸/۱	۱۸۵۵/۷	۰/۴۵۸

Ys :عملکرد در شرایط تنش(کیلوگرم در هکتار) Yp :عملکرد در شرایط بدون تنش (کیلوگرم در هکتار)، STI: شاخص تحمل به خشکی، STD: انحراف معیار.

www.SID.ir

Archive of SID

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



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 ژنوتیپ‌های گلرنگ

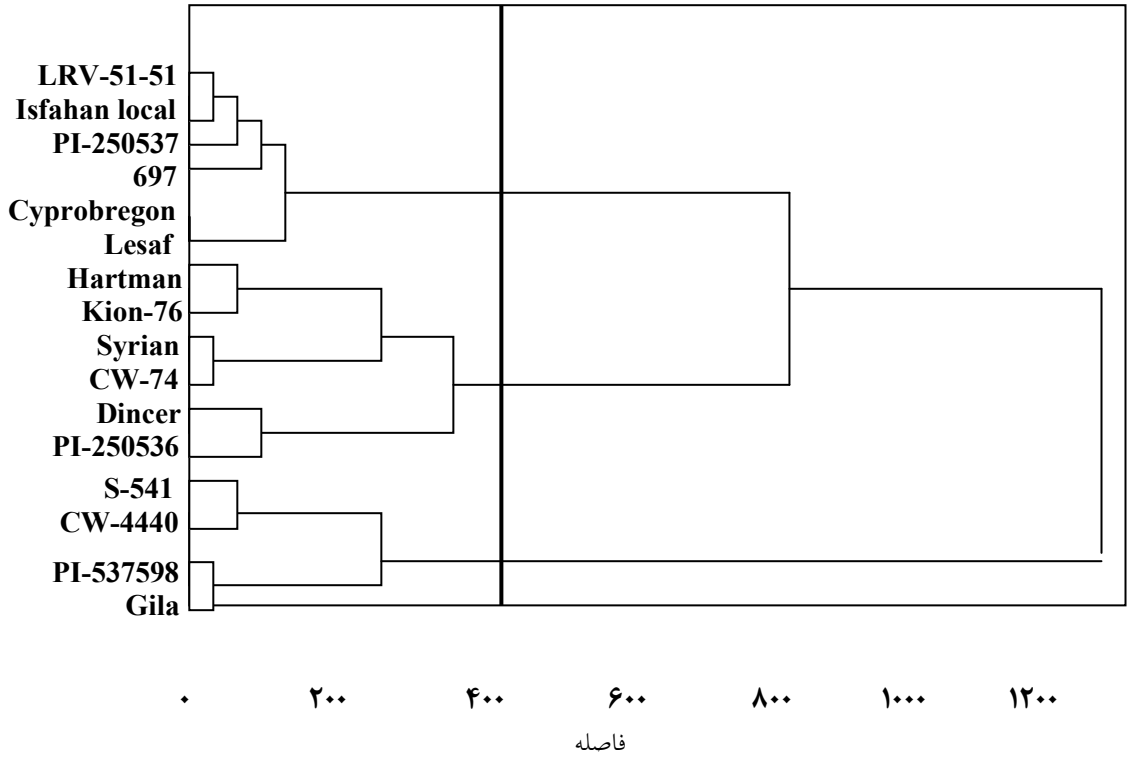
	TOL	SSI	STI	GMP	MP
YS	۰/۲۷	−۰/۳۹	۰/۸۷**	۰/۸۷**	۰/۷۳**
YP	۰/۹۵**	۰/۵۴*	۰/۸۹**	۰/۸۹**	۰/۹۸**
CMS	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۸۹**	۰/۸۱**	۰/۶۶**

* و** : معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. Ys : عملکرد در شرایط تنش Yp : عملکرد در شرایط بدون تنش، 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.

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. امینیان و همکاران (۳) نیز در لوبیای معمولی بین سه شاخص STI،MP 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 STI و GMP را با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و بین چهار شاخص STI،MP ، TOL و GMP 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 به‌طوری‌که صورت کسر فرمول محاسباتی STI برابرتوان دوم GMP است. دو شاخص دیگر تنها با عملکرد در شرایط بدون تنش هم‌بستگی داشتند. هیچ یک از شاخص‌ها هم‌بستگی معنی‌داری با پنج صفت زراعی اندازه‌گیری شده نشان ندادند. با توجه به این که سه شاخص

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۲. دندروگرام تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌های MP ، GMP ،STI ، پایداری غشا و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی

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 S-541 دارای بیشترین پایداری غشا بوده و ژنوتیپ‌های CW-4440 , Gila ، محلی اصفهان وPI-537598 نیز دارای پایداری غشای بیشتری نسبت به سایر ارقام و لاین‌ها بودند. کم توان‌ترین ژنوتیپ در پایداری غشا KINO-76 بود. بین پایداری غشا با شاخص‌های SSI وTOL هم‌بستگی معنی‌داری وجود نداشته اما با شاخص‌هایSTI، MP وGMP هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری ملاحظه گردید(جدول ۷). یعنی ژنوتیپ‌هایی که دارای غشای پایدارتری بودند و در برابر تنش اسمزی حاصل ازPEG 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 معرفی شده است (۷).

تجزیه کلاستر بر اساس CMS ، GMP ، MP ، STI و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و برش دندوگرام 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 متحمل به خشکی با پتانسیل عملکرد بالاست به‌طوری که دارای بیشترین میانگین عملکرد در هر دو شرایط رطوبتی، بیشترین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ میانگین گروهای تجزیه کلاستر بر اساس شاخص‌هایMP، GMP، STI پایداری غشاء و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی

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

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.

میانگین پایداری غشا و نیز بیشترین میانگین از نظر هر سه ضریب مقاومت به خشکی بودند. کلاستر دوم دارای کمترین مقدار SSI، STI، TOL 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).

به‌طور 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 وCW-4440 و لاین PI-5375998 دارای بیشترین میانگین STI بودند. انحراف معیار STI این سه ژنوتیپ در مکان‌های مختلف حاکی از آن است که Gila پایداری 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 به‌عنوان 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.

منابع مورد استفاده

۱. 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.

۲. اشکانی ،ج. و ح. پاک نیت. ۱۳۸۳. ارزیابی ژنتیکی شاخص‌های کمّی مقاومت به خشکی در گلرنگ بهاره. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، رشت، ایران.

۳. امینیان، ر.، م. خدامباشی امامی و م. یادگاری. ۱۳۸۵. بررسی هم‌بستگی بین صفات مختلف و شاخص‌های مقاومت به خشکی در

www.SID.ir

Archive of SID

لوبیای معمولی. خلاصه مقالات نهمین گنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۴. پورداد، س.س. ۱۳۸۵. *گلرنگ* (*تالیف: لی داجو و اچ. اچ. ماندل*). انتشارات سپهر.

۵. پورموسوی، س.م.، م. گلوی و ج. دانشیان. ۱۳۸۵. ارزیابی کود دامی بر میزان پایداری غشاء سلمل و محتوای کلروفیل برگ سویا در شرایط تنش خشکی. خلاصه مقالات نهمین گنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

۶. تاری نژاد، آ. ۱۳۷۷ . ارزیابی واکنش لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گندم پاییزه به شرایط آبی و تنش کمبود آب. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت واصلاح 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 کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، ایران.

۸. عزیزی نژاد، ر. ۱۳۸۳. بررسی تجزیه پایداری و پلی مورفیسم با استفاده ازRAPD-PCR در شانزده ژنوتیپ گلرنگ تحت شرایط نرمال رطوبتی و تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه تهران.

۹. لیراوی، پ. ۱۳۸۴. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گلرنگ پاییزه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

۱۰.جمشید مقدم، م. و س. س. پورداد. ۱۳۸۵. ارزیابی ژنوتیپ‌های گلرنگ تحت تنش رطوبتی در شرایط کنترل شده و مزرعه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۲): ۱۵۵-۱۶۸.

۱۱.دانشیان، ج.، س. غالبی و پ. جنوبی. ۱۳۸۵. ارزیابی ضریب 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. پردیس 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. Physiologycal 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 hypogea* 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 symposiom, 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. Euphitca. 104: 9-15.
22. Hashemi Dezfouli, A. 1994. Growth and yields of safflower as affected by drought stress. Cop 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. Georgive.2003. Evaluation of the reaction of two contrasting Barly (*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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 7th 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 defination 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. Theoritical 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. Sinmena, 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 6th International Safflower Conference. June 6-10, Istanbul, Turkey.

www.SID.ir