ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های گلرنگ براساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش رطوبتی

خیراله ابولحسنی و قدرت اله سعیدی[۱]

چکیده

به منظور ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های انتخاب شده از توده‌های بومی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)، آزمایشی در سال ۱۳۸۱ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. در این آزمایش ۱۲ لاین اصلاحی انتخاب شده از توده‌های بومی گلرنگ همراه با دو رقم خارجی و یک توده بومی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو رژیم رطوبتی شامل آبیاری بر اساس ۵۰٪ و ۸۵٪ تخلیه رطوبت از خاک مزرعه، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در هر دو رژیم رطوبتی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از لحاظ عملکرد دانه بین ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید. اثر متقابل بین ژنوتیپ و رژیم رطوبتی نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (روش اسنلر و دمبک) نشان داد که در بین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ H۲۷ بیشترین واکنش تحمل را دارا بود و در رژیم‌های آبیاری ۵۰٪ و ۸۵٪ تخلیه رطوبتی به ترتیب دارای عملکرد دانه برابر ۳۳۵۳ و ۳۰۷۲ کیلوگرم در هکتار بود. رقم مورد کشت در اصفهان (توده کوسه) بیشترین واکنش حساسیت به خشکی را نشان داد و در این رژیم‌های رطوبتی به ترتیب دارای عملکرد دانه برابر ۳۵۲۵ و ۲۳۹۴ کیلوگرم در هکتار بود. با بررسی شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به تنش رطوبتی (SSI، STI، TOL، GMP و MP)، به نظر می‌رسد که STI مناسب‌ترین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل‌تر بود و بر اساس این شاخص، لاین E۲۴۲۸ به عنوان متحمل‌ترین و رقم خارجی Ac-Sunset (از کشور کانادا) به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ معرفی شدند. عملکرد دانه ژنوتیپ E۲۴۲۸ در رژیم‌های آبیاری مذکور به ترتیب برابر ۴۱۷۴ و ۳۴۵۸ کیلوگرم در هکتار و برای ژنوتیپ Ac-Sunset به ترتیب برابر ۲۰۰۴ و ۱۴۳۸ کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: گلرنگ، ژنوتیپ، تحمل، خشکی

مقدمه

گیاهان دانه روغنی از نظر تأمین انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند و یکی از با ارزش‌ترین محصولات بخش کشاورزی به شمار می‌روند (۴). افزایش تقاضا برای روغن نباتی در بازارهای جهانی و روند افزایش مصرف سرانه آن موجب اهمیت و لزوم توسعه کشت دانه‌های روغنی و گسترش برنامه‌های علمی – تحقیقاتی در مورد این محصولات شده است (۱). خشکسالی وتنش

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

Archive of SID

www.SID.ir

حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در کشور ما، خصوصاً در منطقه اصفهان با محدودیت روبه‌رو می‌سازد. استفاده از گونه‌های گیاهی مناسب و ارقام اصلاح شده‌ای که دارای عملکرد مطلوب و هم‌چنین متحمل به شرایط تنش رطوبتی باشند، امکان استفاده بهتر از منابع آب موجود را میسر نموده و موجب توسعهٔ سطح زیر کشت گیاهان و افزایش بازده تولید می‌گردد.

گلرنگ به عنوان یک گیاه بومی ایران و به دلیل ویژگی‌های مطلوب و خاص نظیر استفاده‌های دارویی و غذایی از گل‌های آن، تولید روغن نباتی با کیفیت بالا که به دلیل وجود بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع، خصوصاً اسید اولئیک و اسید لینولئیک در روغن می‌باشد، تولید کنجاله به عنوان مکمل غذایی مناسب برای دام، مقاومت نسبتاً زیاد آن به تنش‌های غیر زنده از جمله شوری، خشکی و سرمای زمستانه، از اهمیت خاصی برای تأمین دانه‌های روغنی مورد نیازکشور خصوصاً در استان اصفهان برخوردار است. به‌طور کلی دانهٔ گلرنگ دارای ۲۵ تا ۴۰ درصد (در ارقام جدید ۴۵ درصد) روغن و ۱۲ تا ۲۲ درصد پروتئین است. وجود توده‌های متنوع محلی و انواع تیپ‌های وحشی گلرنگ نشان از سازگاری آن با شرایط آب و هوایی مناطق وسیعی از کشور ما دارد (۱، ۲ و ۳).

تحقیقات متعددی برای ارزیابی عملکرد گیاهان زراعی در شرایط تنش رطوبتی انجام شده و به همین منظور نیز شاخص‌های مختلفی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و متحمل به تنش برای کشت در شرایط دارای تنش رطوبتی پیشنهاد شده است (۸). روزیل و همبلین (۱۱) شاخص تحمل (TOL) (Tolerance) و شاخص میانگین تولید (Mean Productivity) (MP) را پیشنهاد نمودند و معتقدند که انتخاب بر مبنای مقادیر کمتر TOL به گزینش ژنوتیپ‌هایی منجر می‌شود که عملکرد آنها در محیط تنش‌دار نسبت به محیط بدون تنش، کاهش کمتری داشته و دارای ثبات عملکرد خواهند بود. نتایج بعضی از تحقیقات (۱۰) نشان داده است که این شاخص در تشخیص ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند، از ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط تنش عملکرد نسبتاً بالایی تولید می‌کند، ناتوان است. روزیل و همبلین (۱۱) نیز بر این عقیده‌اند که انتخاب بر مبنای شاخص MP به گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا ولی با تحمل به تنش پایین منجر می‌شود.

فیشر و مورر (۹) با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index) (SSI) جهت ارزیابی تحمل به خشکی مشاهده کردند که در بین ارقام گندم مورد بررسی، تنوع ژنتیکی وجود دارد و بعضی از ژنوتیپ‌ها کمترین حساسیت را به خشکی نشان دادند. این شاخص قادر نیست که ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی را از آنهایی که دارای پتانسیل عملکرد پایین هستند، تفکیک نماید. بنابراین انتخاب بر اساس SSI به گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد پایین منجر می‌شود. محدودیت استفاده از شاخص SSI هم‌چنین توسط کلارک و همکاران (۶)، اشنایدر و همکاران (۱۲) نیز گزارش شده است.

فرناندز (۸) نیز با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش (Stress Tolerance Index) (STI) و میانگین هندسی تولید (Geometric Mean Productivity) (GMP) همراه با شاخص‌های دیگر برای ارزیابی لاین‌های اصلاحی ماش (*Vigna radiata* L.) مشاهده نمود که از لحاظ کلیه شاخص‌ها، در بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد و این‌طور نتیجه‌گیری نمود که شاخص STI بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و نیز دارای عملکرد بالا می‌باشد. بر اساس روش فرناندز (۸)، ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر توان عملکرد و تحمل به تنش به چهار گروه A (ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند)، B (ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط محیطی بدون تنش عملکرد بالایی دارند)، C (ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند) و گروه D (ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد پایینی دارند)، تفکیک می‌شوند.

رامیرز- والجو و کلی (۱۰) از شاخص‌های GMP و SSI

Archive of SID

www.SID.ir

برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی در گیاه لوبیا استفاده نمودند و ضمن مشاهده تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها، نتیجه‌گیری کردند مؤثرترین روش برای اصلاح مقاومت به خشکی در لوبیای معمولی، انتخاب بر مبنای مقادیر بالای GMP و مقادیر کم SSI می‌باشد. اشنایدر و همکاران (۱۲) با به‌کارگیری شاخص‌های GMP و SSI برای ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.)، شاخص GMP را شاخص مناسبی برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش معرفی کردند. کلارک و همکاران (۶) نیز شاخص SSI را برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش رطوبتی در گندم به‌کار بردند و از لحاظ این شاخص در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تنوع زیادی مشاهده گردند. فرزر و همکاران (۷) نیز با استفاده از شاخص SSI برای ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، تنوع ژنتیکی زیادی را برای مقاومت به خشکی در این گیاه گزارش نمودند.

اسنلر و دمبک (۱۳) با بررسی نحوه واکنش ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در سویا (*Glycin max* L.) بیان کردند که بعضی از ارقام این گیاه از توانایی تحمل به تنش بالایی برخوردارند. هدف از این پژوهش، ارزیابی عملکرد و تحمل به خشکی لاین‌های انتخاب شده از توده‌های بومی گلرنگ با استفاده از شاخص‌های مختلف بود تا بتوان ژنوتیپ‌های برتر و همچنین شاخص بهتر را برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل‌تر به شرایط تنش رطوبتی معرفی نمود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۱ به منظور ارزیابی لاین‌های حاصل از توده‌های بومی گلرنگ در دو رژیم رطوبتی مختلف در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در منطقه شرودان از توابع شهرستان فلاورجان واقع در ۳۰ کیلومتری اصفهان انجام شد. خاک مزرعه دارای بافت لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و متوسط pH آن برابر ۷/۳ می‌باشد. در این آزمایش ۱۲ لاین اصلاحی انتخاب شده از توده‌های بومی گلرنگ همراه با دو رقم خارجی و یک توده بومی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو رژیم رطوبتی شامل آبیاری بر اساس ۵۰٪ و ۸۵٪ تخلیه رطوبت از خاک، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌ها شامل لاین‌های اصلاحی و انتخاب شده $C_{۱۲۸}$ ، $C_{۱۱۶}$ و $C_{۱۱۱}$ از تودهٔ کوسه اصفهان، $S_{۱۴۹}$ و $S_{۳۱۱۰}$ ازتوده خراسان، $E_{۲۴۱۷}$ و $E_{۲۴۲۸}$ از یک توده دیگر از اصفهان، $M_{۴۲۰}$ از توده استان مرکزی، $K_{۱۲}$ از توده کردستان، $A_۱$ و $A_۲$ از توده آذربایجان غربی، $H_{۲۷}$ از توده همدان، دو رقم اصلاح شده از کانادا به نام‌های Ac-Sunset و Ac-Stirling و واریته مورد کشت در اصفهان (توده کوسه) به عنوان شاهد بودند. هرکرت آزمایشی شامل ۵ ردیف به طول ۵ متر و با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. قبل از آزمایش، زمین به‌صورت آیش بود و بعد از آماده سازی زمین، ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم قبل از کاشت با خاک مخلوط شد. کود اوره نیز به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و به‌صورت سرک در اوایل مرحلهٔ ساقه رفتن گیاه به زمین داده شد. کاشت به صورت جوی و پشته در تاریخ ۲۰ اسفند ۱۳۸۰ انجام شد و گیاهان استقرار یافته با فاصلهٔ ۷ سانتی‌متر تنک گردیدند. برای تعیین زمان‌های آبیاری در رژیم‌های مورد نظر، پس از آماده سازی زمین و قبل از کاشت، در سه بخش از مزرعه و از عمق‌های ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری، ۶ نمونه خاک تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. پارامترهای فیزیکی مورد نیاز نمونه‌های خاک از قبیل بافت، وزن مخصوص ظاهری خاک و همچنین درصد رطوبت خاک در گنجایش زراعی (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP) با استفاده از دستگاه صفحه فشاری (Pressure Plate) تعیین گردید. رطوبت خاک برای اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری در نقطه FC به ترتیب ۲۷/۱۶٪ و ۳۰/۷۵٪ و برای PWP به ترتیب برابر ۱۵٪ و۱۷٪ درصد به دست آمد. آبیاری اول بلافاصله بعد از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به نمونه‌گیری از خاک مزرعه آزمایش و بر اساس مصرف ۵۰ و ۸۵ درصد آب قابل استفاده خاک انجام شد. بنابراین، وقتی

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبت خاک مزرعه در اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری در آزمایش بدون تنش به ترتیب به ۲۱/۰۳ و ۲۳/۹ درصد و در آزمایش دارای تنش رطوبتی به ترتیب به ۱۵ و ۱۷ درصد می‌رسید، آبیاری انجام می‌شد. علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی کنترل شدند. عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها بر مبنای عملکرد دانهٔ برداشتی از ۳ ردیف وسط هر واحد آزمایش و با رطوبت حدود ۱۰٪ تعیین گردید.

برای بررسی نحوه واکنش ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از روش اسنلر و دمبک (۱۳) استفاده شد. بر اساس این روش، ژنوتیپ‌ها در سه تیپ گروه‌بندی می‌شوند. برای هر ژنوتیپ درصد مواردی که واکنش حساسیت و تحمل نشان می‌دهند، محاسبه شد.

در این تحقیق از شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به خشکی نیز برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها استفاده شد که عبارت‌اند از :

۱. شاخص‌های تحمل (TOL) و میانگین تولید (MP) که توسط روزیل و همبلین (۱۱) پیشنهاد گردیده است و به صورت $TOL = (Yp-Ys)$ و $MP=\frac{Yp + Ys}{۲}$ محاسبه می‌شوند. Yp و Ys به ترتیب عملکرد دانه یک ژنوتیپ را در شرایط بدون تنش و دارای تنش نشان می‌دهد. مقادیر زیاد TOL بیان کننده حساسیت بیشتر و مقادیر بالای MP نشان دهندهٔ تحمل بیشتر ژنوتیپ به شرایط تنش می‌باشد.

۲. شاخص حساسیت به خشکی (SSI) توسط فیشر و مورر (۹) پیشنهاد شده و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$SI = ۱ - \left(\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}\right) \qquad [۱]$$

و

$$SSI = \frac{۱ - \left(\frac{Ys}{Yp}\right)}{SI} \qquad [۲]$$

SI (Stress Intensity) برابر شدت تنش، $\overline{Ys}$ متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط دارای تنش رطوبتی و $\overline{Yp}$ برابر متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش می‌باشد. مقادیر کوچک‌تر SSI نشان دهندهٔ تحمل بیشتر ژنوتیپ به شرایط تنش است.

۳. میانگین هندسی عملکرد (GMP) در دو محیط بدون تنش و دارای تنش که توسط فرناندز (۸) پیشنهاد شده و به صورت $GMP = \sqrt{Yp \times Ys}$ محاسبه می‌شود و مقادیر بالای این شاخص برای یک ژنوتیپ، بیان کنندهٔ تحمل بیشتر آن به تنش می‌باشد.

۴. شاخص تحمل به تنش فرناندز (STI) (۹) که به صورت

$$STI = \left(\frac{Yp}{\overline{Yp}}\right)\left(\frac{Ys}{\overline{Ys}}\right)\left(\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}\right) = \frac{(Yp)(Ys)}{(\overline{Yp})^{۲}}$$

محاسبه می‌شود. مقادیر بالای STI برای یک ژنوتیپ، نشان دهنده تحمل بیشتر آن به تنش است.

با توجه به این‌که یک شاخص مناسب، شاخصی است که بتواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه‌های B و C تفکیک کند (۷)، بنابراین تفکیک دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها بر اساس نمودار سه بعدی x ، y و z صورت گرفت که بدین منظور از نرم‌افزار Sigma Plot استفاده شد. در این نمودار، x ، y و z به ترتیب عملکرد در شرایط تنش (Ys)، عملکرد در شرایط بدون تنش (Yp) و شاخص تحمل به تنش (STI) می‌باشد.

به منظور تعیین مؤلفه‌های اصلی برای ژنوتیپ‌ها، شاخص‌های مختلف به‌صورت یک ماتریس ۷×۱۵ (۱۵ ژنوتیپ و ۷ شاخص) و با استفاده از دستور Proc PRINCOMP در نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه قرار گرفتند. سپس با رسم بای پلات دو مؤلفه اول، ارتباط بین شاخص‌ها و سهم هر شاخص در مؤلفه تعیین شد و براساس آن مؤلفه‌ها نام گذاری شدند.

نتایج و بحث

بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌ها بر مبنای اثر متقابل ژنوتیپ با محیط

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در هر کدام از شرایط رطوبتی تنش دار و بدون تنش، نشان داد که از لحاظ عملکرد دانه، بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). بر

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی

ژنوتیپ	منشأ	عملکرد دانه در واحد سطح (kg/ha)	
		شرایط بدون تنش	شرایط دارای تنش
A۲	توده آذربایجان غربی	۳۷۶۸/۶ bcd	۲۸۵۹/۹ bcde
Ac-Sunset	کانادا	۲۰۰۴/۳ h	۱۴۳۷/۵ h
توده کوسه	توده اصفهان	۳۵۲۵/۱ cde	۲۳۹۴/۰ f
M۴۲۰	توده استان مرکزی	۳۵۰۱/۹ cd	۲۸۵۱/۵ bcde
C۱۱۶	توده کوسه	۳۸۶۱/۴ abc	۳۰۳۷/۹ bc
S۱۴۹	توده خراسان	۳۳۰۰/۷ ef	۲۷۸۶/۷ cde
E۲۴۲۸	توده اصفهان	۴۱۷۴/۱ a	۳۴۵۷/۶ a
S۳۱۱۰	توده خراسان	۴۰۲۱/۱ ab	۳۰۳۶/۳ bc
A۱	توده آذربایجان غربی	۳۸۴۱/۲ abc	۳۰۴۰/۹ bc
C۱۲۸	توده کوسه	۳۰۴۴/۸ fg	۲۷۶۴/۳ de
E۲۴۱۷	توده اصفهان	۳۴۲۹/۵ def	۲۶۸۷/۴ e
H۲۷	توده همدان	۳۳۵۲/۹ ef	۳۰۷۱/۹ b
Ac-Stirling	کانادا	۲۷۶۹/۵ g	۱۸۸۵/۷ g
K۱۲	توده کردستان	۳۶۱۰/۵ cde	۲۷۹۳/۴ cde
C۱۱۱	توده کوسه	۳۵۷۴/۵ cde	۳۰۱۹/۹ bcd
LSD(۰/۰۵)		۳۸۶/۲	۲۶۳/۲

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

اساس نتایج به دست آمده از تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد دانه مطابق روش اسنلر و دمبک (۱۳)، ژنوتیپ H۲۷ در ۶۴/۳ درصد موارد واکنش تحمل به تنش خشکی را نشان داد ولی در هیچ موردی واکنش حساسیت نداشت (جدول ۲). بنابراین به نظر می‌رسد براساس این روش، ژنوتیپ H۲۷ مناسب‌ترین ژنوتیپ برای شرایط تنش خشکی باشد. در ضمن از لحاظ عملکرد دانه نیز این ژنوتیپ یکی از بهترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش بود (جدول ۱). تودهٔ کوسه بیشترین واکنش حساسیت را دارا بود و در هیچ موردی واکنش تحمل نشان نداد (جدول ۲) و در شرایط بدون تنش با عملکرد ۳۵۲۵/۱ کیلوگرم در هکتار یکی از برترین ژنوتیپ‌ها بود، ولی در شرایط دارای تنش، عملکرد آن به میزان زیادی کاهش داشت. این امر نشان دهنده حساسیت توده کوسه به شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول ۱). عملکرد توده کوسه در شرایط دارای تنش نسبت به رقم خارجی AC-Sunset که در هیچ موردی واکنش حساسیت نداشت و رقم خارجی AC-Stirling که فقط در ۷/۱ درصد موارد واکنش حساسیت نشان داد، بیشتر بود (جدول ۲). ژنوتیپ‌های H۲۷ و E۲۴۲۸ دارای بیشترین میزان واکنش تحمل از نوع دوم بودند و براساس نظریه اسنلر و دمبک (۱۳) می‌توانند برای کشت در شرایط دارای تنش ناشی از کم آبی

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. درصد واکنش تحمل و حساسیت ژنوتیپ‌ها بر مبنای اثر متقابل ژنوتیپ و محیط

ژنوتیپ	منشأ	بدون اثر متقابل (درصد)	واکنش تحمل				واکنش حساسیت			
			نوع اول	نوع دوم	نوع سوم	درصد تحمل	نوع اول	نوع دوم	نوع سوم	درصد حساسیت
A۲	توده آذربایجان	۷۱/٤	-	۱	–	۷/۱	۳	–	–	۲۱/٤
Ac-Sunset	کانادا	۱۰۰	–	–	–	–	–	–	–	–
توده کوسه	اصفهان	۲۸/٦	–	–	–	–	–	۹	۱	۷۱/٤
M٤۲۰	توده مرکزی	۷۸/٦	–	۱	–	۷/۱	۲	–	–	۱٤/۳
C۱۱٦	توده کوسه	۷۱/٤	–	۱	–	۷/۱	۲	۱	–	۲۱/٤
S۱٤۹	توده خراسان	۵۷/۱	٤	۱	–	۳۵/۷	–	۱	–	۷/۱
E۲٤۲۸	توده اصفهان ۲	۷۸/٦	–	۳	–	۲۱/٤	–	–	–	–
S۳۱۱۰	توده خراسان	۵۷/۱	–	–	–	–	۵	۱	–	٤۲/۹
A۱	توده آذربایجان	۷۱/٤	–	۱	–	۷/۱	۲	۱	–	۲۱/٤
C۱۲۸	توده کوسه	۵۰	٤	۱	۱	٤۲/۹	–	۱	–	۷/۱
E۲٤۱۷	توده اصفهان ۲	۷۸/٦	–	۱	–	۷/۱	–	۲	–	۱٤/۳
H۲۷	توده همدان	۳۵/۷	٤	۵	–	٦٤/۳	–	–	–	–
Ac-Stirling	کانادا	۹۲/۹	–	–	–	–	–	۱	–	۷/۱
K۱۲	توده کردستان	۷۱/٤	۱	۱	–	۱٤/۳	۱	۱	–	۱٤/۳
C۱۱۱	توده کوسه	۷۱/٤	۱	۲	–	۲۱/٤	۱	–	–	۷/۱

Archive of SID

www.SID.ir

مورد توجه قرار گیرند. نتایج نشان می‌دهد که در بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ درصد واکنش تحمل به خشکی، تنوع وجود دارد و پتانسیل ژنتیکی تحمل به خشکی آنها متفاوت است (جدول ۲). بنابراین می‌توان برای شرایط تنش رطوبتی ژنوتیپ‌های مطلوب و متحمل‌تر را انتخاب نمود. اسنلر و دمبک (۱۳) نیز از لحاظ این صفت در بین ژنوتیپ‌های سویا تنوع زیادی را مشاهده نمودند و تلاش کردند که از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی سویا استفاده نمایند.

شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش کم آبی

شاخص‌های SSI، TOL، MP، GMP و STI بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط دارای تنش و بدون تنش رطوبتی و بر اساس شدت تنش (SI) برابر ۰/۲۳ محاسبه شدند. تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از لحاظ کلیه شاخص‌های مذکور بین ژنوتیپ‌ها دیده شد (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین شاخص‌ها (جدول ۳) نشان داد که براساس شاخص SSI، ژنوتیپ‌های C۱۲۸ و H۲۷ با مقادیر SSI کم، جزو متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش رطوبتی بودند و ژنوتیپ‌های Ac-Stirling، Ac-Sunset، A۲ و کوسه، جزو حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها محسوب شدند. مقدار این شاخص برای ژنوتیپ‌ها بین ۰/۳۵ تا ۱/۴۸ تغییرات داشت. رامیرز- والجو و کلی (۱۰) با ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی بیان کردند که مقدار این شاخص بین ۰/۴۶ تا ۱/۲۴ برای ژنوتیپ‌های مختلف متغیر بود. از لحاظ شاخص تحمل (TOL)، نیز ژنوتیپ‌های C۱۲۸ و H۲۷ با مقادیر کم TOL متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند و ژنوتیپ‌های کوسه و S۳۱۱۰ کمترین تحمل را به تنش رطوبتی داشتند. مقدار این شاخص بین ۲۳۱/۹ تا ۱۱۸۴ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۳). با توجه به شاخص میانگین تولید (MP)، ژنوتیپ E۲۴۲۸ با ۳۷۹۸/۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ AC-Sunset با ۱۷۱۸ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار این شاخص را به خود اختصاص دادند. در ضمن ژنوتیپ E۲۴۲۸ نیز با ۳۷۷۶/۸ کیلوگرم در هکتار و ژنوتیپ AC-Sunset با ۱۶۹۲/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار شاخص GMP را داشتند. ژنوتیپ‌های E۲۴۲۸ و AC-Sunset به ترتیب با مقدار شاخص تحمل به تنش (STI) برابر ۱/۲۰ و ۰/۲۷ متحمل‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ۳).

به طور کلی بر اساس شاخص‌های TOL و SSI، ژنوتیپ‌های C۱۲۸ و H۲۷ بیشترین تحمل را به تنش رطوبتی داشتند (جدول۳)، ولی از لحاظ شاخص‌های MP و GMP جزء بهترین ژنوتیپ‌ها نبودند. با توجه به دو شاخص MP و GMP، ژنوتیپ E۲۴۲۸ بیشترین مقدار این شاخص‌ها را دارا بود، ولی این ژنوتیپ از نظر شاخص تحمل (TOL) در گروه متوسط قرار داشت. اشنایدر و همکاران (۱۲) معتقدند که ژنوتیپ‌هایی که عملکرد پایین دارند و از نظر زراعی نامطلوب‌اند، معمولاً دارای مقادیر SSI پایینی هستند. در این پژوهش نیز ژنوتیپ C۱۲۸ کمترین مقدار SSI را داشت و جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بسیار بالا نبود. فرناندز (۸) نیز بیان نمود که انتخاب بر اساس SSI و TOL منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط بدون تنش دارای عملکرد پایین‌ترند ولی در شرایط با تنش، عملکرد نسبتاً بالاتری دارند. درضمن شاخص SSI نمی‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌هایی را که پتانسیل عملکرد پایینی دارند از هم متمایز کند (۱۰). در این پژوهش نیز ژنوتیپ H۲۷ با مقدار SSI کم، دارای عملکرد دانه بالایی بود. انتخاب بر اساس شاخص تحمل (TOL) اغلب موجب انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط بدون تنش، عملکرد پایین‌تری دارند (۱۱). اکوستا گالگوز و آدامز (۵) بیان کردند که ترتیب طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس GMP با ترتیب طبقه‌بندی آنها بر اساس شاخص SSI متفاوت است. بنابراین انتخاب برای تحمل به خشکی زمانی ارزشمند است که ژنوتیپ متحمل در محیط دارای شرایط خشکی و تنش کشت شود (۱۴). یکی از معایب شاخص SSI این است که این شاخص نسبت عملکرد در شرایط دارای تنش به شرایط بدون تنش را برای هر ژنوتیپ در مقایسه با همین

Archive of SID

www.SID.ir

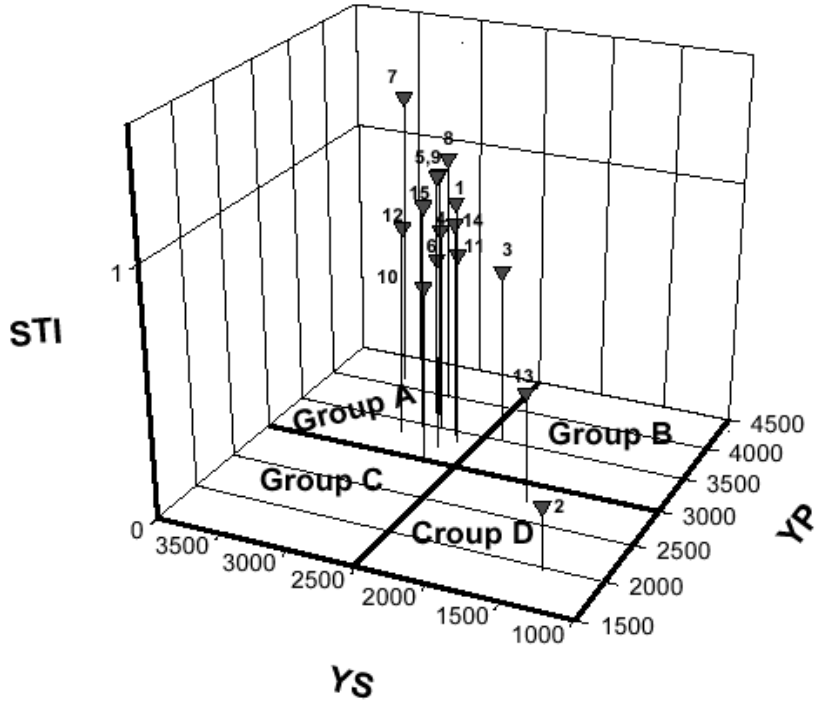
جدول ۳. مقادیر عمکرد ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش (Ys) و بدون تنش (Yp)، شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی همراه با رتبه ژنوتیپ‌ها (اعداد داخل پرانتز) و میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای هر صفت

شماره ژنوتیپ	ژنوتیپ	Ys	Yp	SSI	TOL	MP	GMP	STI
۱	A۲	۲۸۵۹/۹۳(۷)^{bcde}	۳۷۶۸/۶۰(۵)^{bcd}	۱/۲۶(۱۲)^{abcd}	۱۰۳۰/۹(۱۳)^{ab}	۳۲۵۳/۲(۵)^{cde}	۳۲۱۲/۱(۵)^{cde}	۰/۸۵ (۵)^{cd}
۲	Ac-Sunsct	۱۴۳۷/۵۳(۱۵)^{h}	۲۰۰۴/۲۷(۱۵)^{h}	۱/۲۷(۱۳)^{abc}	۵۷۲/۲۶(۳)^{def}	۱۷۱۸(۱۵)^{i}	۱۶۹۲/۳(۱۵)^{i}	۰/۲۷(۱۵)^{i}
۳	کوسه	۲۳۹۴(۱۳)^{f}	۳۵۲۵/۱۰(۸)^{cde}	۱/۴۶(۱۴)^{ab}	۱۱۸۴/۰(۱۵)^{a}	۲۹۳۳/۱(۱۲)^{g}	۲۸۶۸/۶(۱۳)^{g}	۰/۶۹(۱۳)^{g}
۴	M۴۲۰	۲۸۵۱/۴۷(۸)^{bcde}	۳۵۰۱/۹۰(۹)^{cde}	۰/۸۵(۵)^{de}	۷۱۰/۲(۵)^{bcd}	۳۱۴۶/۸(۸)^{defg}	۳۱۲۳/۵(۸)^{def}	۰/۸۲(۸)^{def}
۵	C ۱۱۶	۳۰۳۷/۹۰(۴)^{bc}	۳۸۶۱/۳۷(۳)^{abc}	۱/۱۱(۹)^{abcde}	۹۷۶/۷(۱۲)^{abc}	۳۳۷۰(۴)^{bcd}	۳۳۳۵/۲(۴)^{bcd}	۰/۹۳(۴)^{bc}
۶	S۱۴۹	۲۷۸۶/۷۰(۱۰)^{cde}	۳۳۰۰/۷ (۱۲)^{ef}	۰/۷۹(۴)^{ef}	۶۱۲/۷(۴)^{cde}	۲۹۹۴/۴(۱۱)^{fg}	۲۹۷۵/۹(۱۱)^{g}	۰/۷۵(۱۱)^{fg}
۷	E۲۴۲۸	۳۴۵۷/۵۷(۱)^{a}	۴۱۷۴/۱۳(۱)^{a}	۰/۷۴(۳)^{efg}	۷۵۰/۵(۶) ^{bcd}	۳۷۹۸/۹(۱)^{a}	۳۷۷۶/۸(۱)^{a}	۱/۲۰(۱)^{a}
۸	S۳۱۱۰	۳۰۳۶/۳۷(۵)^{bc}	۴۰۲۱/۱۳(۲)^{ab}	۱/۱۳(۱۰)^{abcde}	۱۰۶۰/۷(۱۴)^{ab}	۳۴۹۰/۸ (۲)^{b}	۳۴۴۶/۴(۲)^{b}	۱(۲)^{b}
۹	A۱	۳۰۴۰/۸۷(۳)^{bc}	۳۹۴۱/۲(۴)^{abc}	۰/۹۳(۶)^{cde}	۸۶۲/۷(۹)^{abcd}	۳۴۰۹/۹(۳)^{bc}	۳۳۷۷(۳)^{bc}	۰/۹۵(۳)^{bc}
۱۰	C۱۲۸	۲۷۶۴/۳۳(۱۱)^{de}	۳۰۴۴/۷۷(۱۳)^{fg}	۰/۳۵ (۱)^{g}	۲۳۱/۹(۱)^{f}	۲۸۲۹/۸ (۱۳)^{g}	۲۹۲۶/۵(۱۲)^{fg}	۰/۷۲(۱۲)^{fg}
۱۱	E۲۴۱۷	۲۷۶۴/۴۳(۱۲)^{e}	۳۴۲۹/۷(۱۰)^{def}	۱/۰۴(۷)^{cde}	۷۸۷/۹(۷)^{bcd}	۳۰۳۵/۵(۱۰)^{efg}	۳۰۰۹/۴(۱۰)^{efg}	۰/۷۶(۱۰)^{efg}
۱۲	H۲۷	۳۰۷۱/۹۳(۲)^{b}	۳۳۵۲/۸۷(۱۱)^{ef}	۰/۳۹(۲)^{fg}	۲۹۲(۲)^{ef}	۳۲۰۶/۹(۶)^{cdef}	۳۲۰۲/۶(۶)^{cde}	۰/۸۶(۶)^{cde}
۱۳	Ac-Stirling	۱۸۸۵/۷۰(۱۴)^{g}	۲۷۶۹/۵۳(۱۴)^{g}	۱/۴۸(۱۵)^{a}	۹۴۵/۴(۱۰)^{abcd}	۲۲۹۶/۸(۱۴)^{h}	۲۲۴۴/۳(۱۴)^{h}	۰/۴۲(۱۴)^{h}
۱۴	K۱۲	۲۷۹۳/۴۳(۹)^{cde}	۳۶۱۰/۵۳(۶)^{cde}	۱/۲۱(۱۱)^{abcd}	۹۶۲/۴(۱۱)^{abe}	۳۱۲۹/۴(۹)^{efg}	۳۰۹۱/۵(۹)^{ef}	۰/۸۱(۹)^{def}
۱۵	C۱۱۱	۳۰۱۹/۹۳(۶)^{bcd}	۳۵۷۴/۴۷(۷)^{cde}	۱/۰۵(۸)^{bcde}	۸۳۹/۵(۸)^{abcd}	۳۱۵۴/۷(۷)^{defg}	۳۱۶۲/۲(۷)^{def}	۰/۸۲(۷)^{bef}
	میانگین مربعات	۷۶۱۰۶۶/۸۲**	۸۷۲۸۹۲/۱۱**	۰/۳۴۱**	۲۲۰۵۱۲/۷۸**	۷۴۰۱۰۹/۹۴**	۷۴۴۸۹۵/۱۴**	۰/۱۵۴**
	LSD(۰/۰۵)	۲۶۳/۱۷	۳۸۶/۱۷	۰/۴۰۴	۳۷۳/۵۱	۲۳۶/۸۶	۲۲۱/۲۴	۰/۱۰۱

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. پراکنش ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد در محیط‌های دارای تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) و شاخص STI در شدت تنش برابر ۰/۲۳

نسبت برای کل ژنوتیپ‌های موجود در آزمایش اندازه گیری می‌کند. بنابراین دو ژنوتیپ با عملکرد زیاد و کم می‌توانند مقدار SSI یکسانی داشته باشند، چون اختلاف عملکرد بین شرایط دارای تنش و فاقد تنش برای هر دو ژنوتیپ می‌تواند یکسان باشد (۶). در این پژوهش نیز دو ژنوتیپ C۱۲۸ و H۲۷ دارای مقادیر SSI نسبتاً یکسانی هستند ولی از لحاظ میانگین تولید (MP) و عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) دارای تفاوت معنی‌دارند. انتخاب بر اساس SSI موجب گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و باعث کاهش پتانسیل عملکرد دانه در محیط‌های مطلوب و بدون تنش می‌شود (۶). در این پژوهش دو ژنوتیپ C۱۲۸ و H۲۷ دارای مقادیر پایین SSI بوده و بر اساس این شاخص، متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌باشند، ولی در شرایط بدون تنش جزء بهترین ژنوتیپ‌ها نبودند. با در نظر گرفتن مقادیر GMP و MP، ژنوتیپ‌های E۲۴۲۸ و S۳۱۱۰ را می‌توان جزء متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها در نظر گرفت. انتخاب براساس MP باعث گزیش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا می‌گردد. شاخص GMP برخلاف MP به مقادیر نسبتاً زیاد Ys و Yp حساسیت ندارد و در مقایسه با MP دارای اثر اریبی به سمت بالا نمی‌باشد (۸).

شاخص تحمل به تنش (STI) ژنوتیپ‌هایی را گزینش می‌کند که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند (۸). بنابراین طبق نظر فرناندز (۸) بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص STI می‌باشد، چون قادر است ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه B و C جدا نماید. لازم به توضیح است که ژنوتیپ‌های گروه A ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند. ژنوتیپ‌های گروه B شامل ژنوتیپ‌هایی است که فقط در شرایط محیطی بدون تنش عملکرد بالایی دارند. ژنوتیپ‌های گروه C نیز فقط در شرایط دارای تنش دارای عملکرد نسبتاً بالایی دارند. برخی از ژنوتیپ‌های گروه A (E۲۴۲۸ و S۳۱۱۰)، مقادیر بالای STI و سایر ژنوتیپ‌ها مقادیر حد واسط این شاخص را به خود اختصاص دادند (شکل ۱). در گروه B تنها تودهٔ کوسه، شاخص STI پایینی داشت. در گروه C هیچ ژنوتیپی قرار نگرفت و در گروه D ژنوتیپ‌هایی که در هر دو

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴. سهم هر مؤلفه در کل تغیرات مربوط به شاخص‌ها و مقادیر ضرایب شاخص‌ها برای هر مؤلفه

مؤلفه‌ها	سهم هر مؤلفه	ضرایب شاخص‌ها						
		Yp	Ys	MP	GMP	TOL	SSI	STI
PC۱	۰/۷۲	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۰۵	−۰/۱۸	۰/۴۴
PC۲	۰/۲۷	۰/۲۲	−۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۷۱	۰/۶۵	۰/۰۱

محیط تنش و بدون تنش، عملکرد پایینی دارند، (AC-Sunset و AC-Stirling) قرار گرفتند که مقدار STI آنها بسیار پایین بود. حدود۸۰ درصد ژنوتیپ‌ها نیز در گروه A قرار گرفتند. به عبارت دیگر به جز چند ژنوتیپ، بقیه دارای پتانسیل عملکرد بالا در هر دو محیط با تنش و بدون تنش بودند. تودهٔ کوسه در گروه B قرارگرفت که در محیط فاقد تنش، عملکرد مناسبی داشت، ولی در شرایط دارای تنش رطوبتی، عملکرد آن کاهش زیادی نشان داد (جدول ۱ و شکل ۱). بنابراین به نظر می‌رسد که این واریته برای شرایط دارای تنش رطوبتی مناسب نباشد. ژنوتیپ‌های گروه D ارقامی بودند که منشأخارجی داشتند (کشورکانادا) و به دلیل عدم سازگاری با شرایط محیطی منطقه، به‌طور کلی در هر دو رژیم رطوبتی دارای عملکرد پایین بودند.

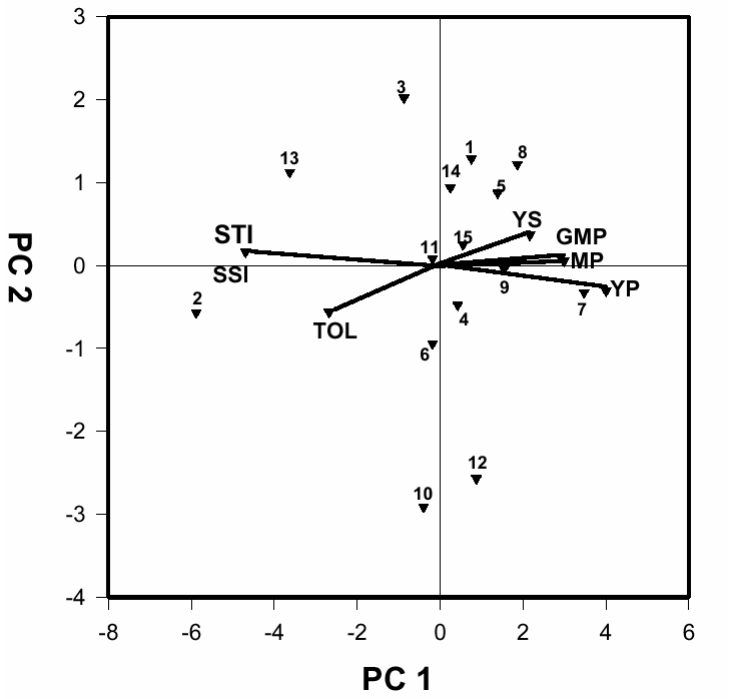
تجزیه مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش

به منظور درک بیشتر ارتباط بین شاخص‌ها از تجزیهٔ مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. دو مؤلفه اول جمعاً ۰/۹۹ از تغییرات مربوط به شاخص‌ها را توجیه نمود ولی سهم مؤلفه اول در تبیین تغییرات کل شاخص‌ها برابر با ۰/۷۲ بود(جدول ۴). در مؤلفه اول شاخص‌های Yp، Ys، MP، GMP و STI بیشترین ضرایب را به خود اختصاص داد و این مؤلفه به عنوان مؤلفه پتانسیل تولید معرفی گردید. بنابراین انتخاب بر اساس این مؤلفه، ژنوتیپ‌هایی را گزینش می‌کند که عملکرد بالایی در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش دارند. ژنوتیپ (E۲۴۲۸) دارای بالاترین مقدار مؤلفه اول (شکل ۲) و هم‌چنین مقادیر بالای Yp، Ys، MP و GMP بود (جدول ۳). با توجه به این‌که منشأ این لاین اصلاحی توده‌ای از اصفهان است، بنابراین دور از انتظار نیست که این ژنوتیپ دارای سازگاری بیشتری با شرایط محیطی منطقه باشد و توانسته است عملکرد مناسبی در هر دو محیط با تنش و بدون تنش تولید نماید. در مقابل، ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۳ (AC-Sunset، AC-Sterling) دارای کمترین مقدار مؤلفه اول بودند (شکل ۲) و پایین‌ترین مقادیر Yp، Ys، MP و GMP را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). این ژنوتیپ‌ها ارقام خارجی بودند و بنابراین با شرایط محیطی اصفهان، سازگاری خوبی نداشته و پتانسیل عملکرد آنها بسیار پایین بوده است.

مؤلفه دوم، ۲۷ درصد از تغییرات کل شاخص‌ها را توجیه نمود. در این مؤلفه شاخص‌های SSI و TOL نقش بیشتری داشتند (جدول ۴). بنابراین مؤلفه مذکور را می‌توان مؤلفه تحمل یا حساسیت به تنش نامید. انتخاب بر اساس مقادیر بیشتر این مؤلفه، موجب گزینش ژنوتیپ‌های حساس‌تر به تنش محیطی می‌شود. تودهٔ کوسه و ژنوتیپ‌های C۱۲۸ و H۲۷ به ترتیب دارای بالاترین و کمترین مقادیر این مؤلفه و هم‌چنین بیشترین و کمترین مقادیر TOL و SSI بودند (جدول ۴ و شکل ۲). بنابراین به نظر می‌رسد برای محیط‌های دارای تنش خشکی، ژنوتیپ‌های C۱۲۸ و H۲۷ مناسب‌تر باشد. فرناندز (۸) نیز بیان کرد که در شرایط تنش متوسط، مؤلفه اول ۶۹٪ از تغییرات مربوط به شاخص‌ها را در گیاه لوبیا توجیه نمود و در این

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. نمایش بای‌پلات واکنش ژنوتیپ‌ها و ۵ شاخص تحمل و حساسیت به تنش و عملکرد در محیط‌های تنش و بدون تنش

مولفه STI، MP و Yp بیشترین نقش را داشتند، بنابراین این مؤلفه را مؤلفه پتانسیل و مؤلفه دوم را که ۳۰٪ از تغییرات موجود را توجیه نموده بود و در آن شاخص‌های TOL، SSI وYs بیشترین نقش را داشتند، به نام مؤلفه تحمل به تنش نام‌گذاری کرد.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که لاین‌های انتخاب شده از توده‌های بومی گلرنگ از لحاظ عملکرد دانه در شرایط دارای تنش و بدون تنش و هم‌چنین از لحاظ تحمل به تنش رطوبتی دارای تفاوت معنی‌داری بودند و از این تنوع ژنتیکی می‌توان برای تولید ارقام اصلاح شده مناسب برای هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش رطوبتی استفاده نمود. در ضمن به نظر می‌رسد که STI، شاخص مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر باشد، زیرا انتظار می‌رود ژنوتیپ‌هایی که بر اساس این شاخص گزینش می‌شود دارای توان عملکرد بالاتری بوده و در ضمن از تحمل خوبی نسبت به شرایط تنش رطوبتی برخوردار باشد. در این پژوهش ژنوتیپ E2428 بر اساس شاخص STI بهترین ژنوتیپ بود و علاوه بر این‌که بیشترین تحمل را به تنش رطوبتی داشت، بیشترین عملکرد دانه را نیز در هر دو رژیم رطوبتی دارا بود (جدول ۳).

منابع مورد استفاده

۱. امیدی تبریزی، ا.ح. و م. ر. احمدی، ۱۳۷۹. مروری بر تحقیقات به‌نژادی و به‌زراعی گلرنگ در جهان و ایران. ماهنامه علمی ـ تخصصی زیتون ۱۴۲: ۱۴ – ۱۸.

۲. امیدی تبریزی، ا.ح.، م.ر. قنادها، م.ر. احمدی و ع. پیغمبری، ۱۳۷۸. بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ بهاره از طریق روش‌های چند متغیره آماری. علوم کشاورزی ایران ۳۰(۴): ۸۱۷–۸۲۶ .

۳. زینلی، ا. ۱۳۷۸. *گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف)*، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۴۴ صفحه.

Archive of SID
www.SID.ir

۴. ناصری، ف. ۱۳۷۰، *دانه‌های روغنی*. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

5. Acosta-Gallegos، J. A. and M. W. Adams. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean cultivars under drought stress. J. Agric. Sci. Camb. 117 : 213-219.
6. Clark، J. M, R. M. Depauw and T.F. Ownley-Smith. 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Sci. 32 : 723-728.
7. Fereres, E, C. Gimenez and J. M. Fernandez. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought, I: Yield relationships. Aust. J. Agric. Res. 37 : 573-582.
8. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In*: Kuo, C.C. (Ed.), Proc. of an International Symposium on Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
9. Fischer, R. A. and R. Mourer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivar, I: Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897- 912.
10. Ramirez-Vallejo, P. and J. D Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99 : 127-136.
11. Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21 : 943-946.
12. Schnider, K. A, R. Rosales-Serna, F. Ibarra-Perez, B. Cazares-Enriques, J. A., Acosta-Gallegos, P. Ramirez-Vallejo, N. Wassimi. and J. D. Kelly. 1997. Improvving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37 : 43-50.
13. Sneller, C. H. and D. Dombek. 1997. Use of irrigation in selection for soybean yield potential under drought. Crop Sci. 37 : 1141-1147.
14. Ud-Din, N, B. F. Carver, and A. C. Clutter. 1992. Genetic analysis and selection for wheat yield in drought- stressed and irrigated environments. Euphytica 62 : 89-96.

Archive of SID

www.SID.ir