مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد سوم، شماره دوم، ۱۳۹٤
٤١-٥٣
www.jcri.ir

تعیین شاخص‌های مناسب برای ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های پنبه

*سامان صدیق[۱]، محمد ضابط[۲]، محمدقادر قادری[۳]، علی‌رضا صمدزاده[۳]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات دانشگاه بیرجند
[۲]عضو هیات‌علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی
[۳]عضو هیات‌علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۱

چکیده

به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. دو آزمایش مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۴ ژنوتیپ پنبه به اجرا در آمد. ژنوتیپ‌های پنبه شامل ارقام: ارمغان، اولتان، بختگان، ساحل، ساری اکرا، شیرپان ۶۰۳، خرداد، دلتاپاین ۲۵، مهر، ورامین و لاین‌های: N-200، SB35، SP731، 84-39-T3 بودند. آبیاری در شرایط مطلوب و تنش به‌ترتیب پس از ۱۰۰ و ۲۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A اعمال شد. نتایج حاصل از بررسی و محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که شاخص‌های تحمل به خشکی (STI)، میانگین حسابی بهره‌وری (MP) و میانگین هندسی بهره‌وری مناسب (GMP)، شاخص اصلاح شده STI برای شرایط بدون تنش (K1STI) و شاخص اصلاح شده STI برای شرایط تنش (K2STI) به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول و مقاوم به تنش شناساسایی شدند. مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های فوق به ترتیب ژنوتیپ‌های دلتاپاین ۲۵، بختگان و SP731 بود. گروه بندی ژنوتیپ‌ها با روش تجزیه خوشه‌ای نشان داد که ژنوتیپ‌های دلتاپاین ۲۵، بختگان و SP731 پرمحصول و متحمل به تنش آبی بوده و ژنوتیپ‌های SB35، N-200 و سای اکرا به‌عنوان حساس‌ترین ارقام نسبت به تنش خشکی بودند. بای پلات چند متغیره ژنوتیپ‌ها نتایج تجزیه خوشه‌ای را تأیید کرد.

واژه‌های کلیدی: بای پلات، پنبه، تجزیه خوشه‌ای، تحمل به خشکی.

*نویسنده مسئول: m_zabet2000@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

پنبه یکی از مهمترین و ارزشمندترین گیاهان زراعی است که اهمیت اقتصادی و موقعیت کشاورزی، تجاری ویژه‌ای در جهان و ایران یافته است (مس و هافمن، ۱۹۷۷). بذر پنبه به‌عنوان دومین منبع پروتئین پس از سویا و پنجمین منبع روغن پس از آفتابگردان می‌باشد (ارشد و همکاران، ۱۹۹۳). باتوجه به این‌که پنبه ماده اولیه صنایع نساجی را تشکیل می‌دهد و این صنایع اشتغال‌زا است، اهمیت پنبه در شرایط کنونی کشور آشکار است. این گیاه همچنین یکی از محصولات صادراتی بخش کشاورزی به شمار می‌آید (فریادرس و همکاران، ۲۰۰۲).

تولید پنبه در ایران از ابتدای قرن ۲۱ روند کاهشی نشان داده و از ۲۹۰ هزار تن در سال ۲۰۰۰ به ۱۱۰ هزار تن در سال ۲۰۱۰ رسیده است (فائو، ۲۰۱۲) این گیاه قادر به تحمل خشکی در مناطق با محدودیت رطوبت در مرحله رویشی و تا قبل از گلدهی بوده و از طریق تنظیم رشد رویشی منجر به بهبود عملکرد می‌شود (گانوتیسی و انجلز، ۱۹۹۰). تنش رطوبتی در اوایل فصل موجب ریزش غنچه‌ها می‌شود و در نتیجه کاهش میزان تولید گل را به‌همراه دارد، در اواسط فصل موجب کاهش نگهداری قوزه‌ها و تسریع در بریدگی (توقف موقتی رشد و گل‌دهی) و در اواخر فصل موجب ریزش و کور شدن قوزه‌های جوان و زودرس شدن قوزه‌های قدیمی می‌گردد (جریمز و همکاران، ۱۹۷۸). یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل و زودرس است و شناخت این موضوع که هر یک از گیاهان یا ژنوتیپ‌ها چگونه با تنش مقابله می‌کنند، حائز اهمیت است (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۶).

تاکنون روش‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها ارائه، و مورد استفاده اصلاح گران قرار گرفته است. فرناندز در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط (شرایط تنش و شرایط عادی) واکنش گیاهان را به چهار گروه تقسیم کرد: ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط عملکرد بالایی دارند (A)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط عادی عملکرد بالایی دارند (B)، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد خوبی دارند (C) و ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط دارای عملکرد پایینی هستند (D). بهترین شاخص آن است که بتواند گروه A را از سه گروه دیگر متمایز کند (فرناندز، ۱۹۹۲). روزیلی و هامبلین شاخص‌های تحمل (Tol[1]) و میانگین حسابی بهره‌وری (MP[2]) را معرفی کردند. مقدار بالای Tol نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب بر اساس مقادیر کمتر این شاخص و مقادیر بالای MP انجام می‌شود. MP قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از B نیست (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱).

1. Tolerance Index
2. Mean Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

فیشر و مورر شاخص حساسیت تنش (SSI[1]) را پیشنهاد کرد. انتخاب بر اساس این شاخص باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط عادی ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شود. این شاخص قادر به تفکیک گروه A از C نیست (فیشر و مورر، ۱۹۷۸). فرناندز شاخص تحمل به تنش (STI[2]) را معرفی کرد. مقادیر بالای این شاخص برای یک ژنوتیپ، نشان دهنده تحمل به خشکی بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ است. این شاخص قادر به تفکیک و جداسازی گروه A از گروه‌های B و C است (فرناندز، ۱۹۹۲). او شاخص دیگری تحت عنوان میانگین هندسی بهره‌وری (GMP[3]) ارائه کرد که حساسیت کمتری نسبت به عملکرد در شرایط نرمال و تنش دارد. میانگین هندسی در مقایسه با MP قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها دارد.

نادری و همکاران شاخص‌های تحمل به تنش تغیر شکل یافته (MSTI[4]) را برای غربال مواد ژنتیکی برای شرایط محیطی با تنش کم و زیاد معرفی کردند. این شاخص‌ها شامل K1STI و K2STI است که K1 و K2 به‌ترتیب ضرایب تعدیل کننده شاخص STI برای شرایط تنش و تنش رطوبتی هستند (نادری و همکاران، ۲۰۰۰). باسلاما و سکاپاق برای انتخاب و غربال‌گری ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در گونه‌های زراعی از شاخص پایداری عملکرد (YSI[5]) استفاده کردند (باسلاما و سکاپاق، ۱۹۸۴). موسوی و همکاران نیز ضمن بررسی شاخص‌های جدید بیان داشتند که شاخص‌های تحمل به تنش‌های غیرزنده (ATI[6]) و شاخص درصد حساسیت به تنش (SSPI[7]) توانایی جداسازی ژنوتیپ‌های نسبتاً متحمل را از غیر متحمل‌ها بهتر از شاخص‌های قبلی دارند و شاخص میزان محصول محیط غیر تنش و تنش (SNPI[8])، قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های گروه A است و تأکید بر عملکرد بالا و پایداری در دو محیط، به ویژه عملکرد محیط تنش دارد (موسوی و همکاران، ۲۰۰۸).

فرزز و همکاران معتقدند در بررسی واکنش ارقام نسبت به تنش خشکی باید بیشترین توجه را به حساسیت عملکرد آن‌ها نسبت به خشکی معطوف کرد (فرزز و همکاران، ۱۹۸۳). اما فرناندز معتقد است که به کمک شاخص‌ها می‌توان واکنش ارقام نسبت به خشکی را تعیین کرد و به جداسازی ارقام متحمل و حساس نسبت به خشکی پرداخت (فرناندز، ۱۹۹۲).

1. Stress Susceptibility Index
2. Stress Tolerance Index
3. Geometric Mean Productivity
4. Modified stress tolerance index
5. Yield Stability Index
6. Abiotic Tolerance Index
7. Stress Susceptibility Percentage Index
8. Stress Non-stress Production Index

Archive of SID

www.SID.ir

زنگی با بررسی شاخص‌های STI، SSI، GMP، MP، TOL و HMR در ارقام پنبه مشاهده کرد در بیشتر شاخص‌های مورد بررسی به جز شاخص TOL ارقام ساحل، سای اکرا و نارابرای بهتر از سایر ارقام بودند و در مورد شاخص تحمل به تنش خشکی مشاهده کرد ارقام B-557، HAR، بختگان، کرما و ورامین مطلوب هستند. همچنین مشاهده کرد بین عملکرد در محیط بدون تنش با همه شاخص‌ها همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد اما در محیط تنش عملکرد فقط با شاخص HMR همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (زنگی، ۲۰۰۵). همچنین عالیشاه و احمدی‌خواه در بررسی اثر تنش خشکی بر ارقام بهبود یافته پنبه مشاهده کردند که بر اساس شاخص STI ارقام سای اکرا-۳۲۴ و تابلادیلا مقاوم‌تر و پایدارتر از سایر ارقام بودند (عالیشاه و احمدی‌خواه، ۲۰۰۹).

با توجه به تحقیقات بسیار محدود در زمینه شاخص‌های مقاومت به خشکی در پنبه این تحقیق با هدف شناسایی بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی و معرفی بهترین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی از طریق شاخص‌های مقاومت به خشکی و ترسیم بای‌پلات انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی درسال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی بیرجند، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ از سطح دریا و در زمینی به مساحت حدود ۹۰۰ مترمربع صورت گرفت. مواد ژنتیکی شامل ۱۴ ژنوتیپ پنبه شامل ارقام: ارمغان، اولتان، بختگان، ساحل، ساری اکرا، شیرپان ۶۰۳، خرداد، دلتاپاین ۲۵، مهر، ورامین، N-200، SB35، SP371، 84-39-T3 بود. آزمایش در دو طرح جدا در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۱۴ رقم دردو شرایط آبیاری نرمال و تنش انجام گرفت که تیمار آبیاری شامل آبیاری نرمال (بر اساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و تنش آبی (بر اساس ۲۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) بود. تا زمان گلدهی هر دو طرح براساس ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A آبیاری شدند و از شروع گلدهی تیمارهای آبیاری اعمال شدند. در مرحله باز شدن قوزه‌ها و رسیدگی عملکرد وش در ۱۰ بوته از هر کرت (برحسب گرم) در شرایط تنش و نرمال برداشت و توزین شد. مقدار شدت تنش (SI) ۰/۰۷۸ اندازه‌گیری شد. سپس شاخص‌های تحمل به تنش با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شد:

(فیشر و مورر، ۱۹۷۸) SSI= 1-(Ys/Yp)/SI شاخص حساسیت به تنش.

(فیشر و مورر، ۱۹۷۸) $SI= 1-(\overline{Ys}/\overline{Yp})$ شدت تنش.

(روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱) TOL= Yp-Ys شاخص تحمل.

(روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱) MP= (Yp+Ys)/2 شاخص میانگین حسابی بهره وری.

Archive of SID

www.SID.ir

(فرناندز، ۱۹۹۲) $STI= (Yp) (Ys)/ (\overline{Ys^2})$ شاخص تحمل به تنش.

(فرناندز، ۱۹۹۲)$GMP=\sqrt{(Ys) (Yp)}$ شاخص میانگین هندسی بهره وری.

(باسلاما و سکاپاق، ۱۹۸۴) $YSI=\frac{Ys}{Yp}$ شاخص پایداری عملکرد.

(نادری و همکاران، ۲۰۰۰) $K1STI=\frac{Yp^2}{\overline{Yp^2}} * STI$ شاخص تحمل به تنش تعدیل شده یرای شرایط بدون تنش رطوبتی.

(نادری و همکاران، ۲۰۰۰) $K2STI=\frac{Ys^2}{\overline{Ys^2}} * STI$ شاخص تحمل به تنش تعدیل شده یرای شرایط تنش رطوبتی.

(موسوی و همکاران، ۲۰۰۸) $ATI= [(Yp - Ys)/(\overline{Yp} - \overline{Ys})] * [\sqrt{Yp * Ys}]$ شاخص تحمل تنش‌های غیر زنده.

(موسوی و همکاران، ۲۰۰۸) $SSPI= [\frac{Y_{P-Y_S}}{2(\overline{Y_P})}] * 100$شاخص درصد حساسیت به تنش.

(موسوی و همکاران، ۲۰۰۸) $SNPI= [\sqrt[3]{(Yp + Ys)/(Yp - Ys)}] * [\sqrt[3]{Yp * Ys * Ys}]$ شاخص میزان محصول محیط تنش و غیر تنش.

در روابط فوق Ys عملکرد وش در شرایط تنش، Yp عملکرد وش در شرایط عدم تنش، $\overline{Ys}$ میانگین عملکرد ارقام در شرایط تنش و $\overline{Yp}$ میانگین عملکرد ارقام در شرایط عدم تنش می‌باشد. پس از اندازه‌گیری صفات تجزیه واریانس با نرم افزار SAS V8، تجزیه همبستگی و مؤلفه‌های اصلی با نرم افزار SPSS V22 و تجزیه خوشه‌ای و رسم بای پلات با نرم‌افزار Statgrapics انجام شد.

نتایج وبحث

نتایج تجزیه واریانس: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) برای صفت عملکرد وش نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال و تنش بین ژنوتیپ‌های مختلف اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد. اختلاف معنی‌دار دلیل بر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها است که امکان انتخاب را برای دستیابی به ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی امکان پذیر می‌سازد.

همبستگی ساده بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در دو محیط: با توجه به اینکه بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها آن‌هایی هستند که همبستگی بالا با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش دارند، لذا همبستگی بین عملکرد وش در هر دو شرایط نرمال و تنش با شاخص‌های تحمل به خشکی محاسبه شد. شاخص‌هایی که در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش همبستگی بالا و مثبتی با عملکرد دارند به‌عنوان بهترین شاخص‌ها انتخاب می‌شوند و ارقامی که دارای بیشترین مقدار از این شاخص‌ها باشند به عنوان ارقام برتر انتخاب می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفت عملکرد وش در دو شرایط نرمال و تنش.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد وش نرمال (YP)	عملکرد وش تنش (Ys)
تکرار	۲	۲۳۹^{ns}	۹۹۵*
رقم	۱۳	۲۰۷۹۹**	۱۶۰۵۰**
خطا	۲۶	۱۷۷	۲۸۱
ضریب تغییرات		۲/۷۳	۳/۷۳

^{ns}، *و** به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد

با توجه به نتایج جدول ۲ شاخص‌های میانگین حسابی‌بهره وری (MP)، شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) که همبستگی بالا و مثبت در سطح یک درصد با عملکرد در شرایط آبیاری نرمال (Yp) و تنش (Ys) داشتند به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در شرایط این تحقیق انتخاب شدند. این نتایج با نتایج خزایی و فومن (۲۰۱۲) در سورگوم دانه‌ای، ضابط و همکاران (۲۰۰۳) در ماش و قدرتی (۲۰۱۲) در کلزا، که بیان کردند شاخص‌های MP، STI و GMP مهمترین شاخص‌ها در انتخاب ارقام با عملکرد بالا و متحمل به تنش هستند مطابقت داشت. همچنین شاخص‌های K1STI و K2STI همبستگی بالا و معنی‌داری با Yp و Ys داشتند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که این شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالاتر و متحمل‌تر به تنش مناسب‌تر هستند، که با نتایج جهان‌بین و همکاران (۲۰۰۲) در جو و فرشادفر و همکاران (۲۰۱۳) در گندم مطابقت دارد.

شاخص‌های SSI، TOL و SSPI همبستگی منفی با عملکرد در شرایط تنش و شاخص ATI همبستگی پایین و غیر معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش داشتند، لذا ارقامی که دارای مقادیر کوچک‌تری از این شاخص‌ها هستند بایستی به عنوان ارقام نسبتاً متحمل انتخاب شوند. ارقامی که بر اساس این شاخص‌ها انتخاب شود دارای عملکرد پایداری در هر دو محیط تنش و نرمال هستند. نتیجه تحقیقات جلالی فر و همکاران (۲۰۱۲) در گندم نیز بر این موضوع تاکید دارد. این شاخص‌ها ژنوتیپ‌ها را بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش و بدون توجه به پتانسیل عملکرد آنها دسته بندی می‌کنند، بنابراین انتخاب فقط بر اساس این شاخص‌ها در بعضی از مواقع به‌نژادگران را به اشتباه می‌اندازد. همچنین شاخص‌های SNPI و YSI همبستگی معنی‌داری با عملکرد در شرایط نرمال و تنش نشان ندادند، بنابراین در این تحقیق شاخص مناسبی جهت تعیین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و متحمل به تنش شناسایی نشدند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- ضرایب همبستگی ساده بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال و تنش.

شاخص	YP	YS	SSI	GMP	MP	TOL	YSI	STI	K1STI	K2STI	SNPI	ATI	SSPI
Yp	۱												
Ys	۰/۸۷**	۱											
SSI	۰/۲۹	-۰/۱۹	۱										
GMP	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۰۵	۱									
MP	۰/۹۷**	۰/۹۶**	۰/۰۶	۱**	۱								
TOL	۰/۴۵**	-۰/۰۲	۰/۹۷**	۰/۲۲	۰/۲۳	۱							
YSI	-۰/۲۹	۰/۱۹	-۱**	-۰/۰۵	-۰/۰۶	-۰/۹۷**	۱						
STI	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۰۶	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۲۳	-۰/۰۶	۱					
K1STI	۰/۹۶**	۰/۸۷**	۰/۲۰	۰/۹۴**	۰/۹۵**	۰/۳۷*	-۰/۲۰	۰/۹۷**	۱				
K2STI	۰/۹۰**	۰/۹۵**	-۰/۰۴	۰/۹۶**	۰/۹۵**	۰/۱۱	-۰/۰۴	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۱			
SNPI	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۵	-۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۰	۱		
ATI	۰/۵۸**	۰/۱۱	۰/۹۱**	۰/۳۶**	۰/۳۷**	۰/۹۸**	-۰/۹۱**	۰/۳۷*	۰/۵۱**	۰/۲۵	۰/۰۷	۱	
SSPI	۰/۴۵**	-۰/۰۲	۰/۹۷**	۰/۲۲	۰/۲۳	۱**	-۰/۹۷**	۰/۲۳	۰/۳۷*	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۹۸**	۱

**معنی‌داری در سطح یک درصد، * معنی‌داری در سطح پنج درصد.

تعیین بهترین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های مقاومت به خشکی: نتایج حاصل از بررسی مقاومت ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش (جدول ۳) نشان داد که بر اساس صفت عملکرد در شرایط نرمال (Yp) ژنوتیپ دلتاپاین ۲۵ بهترین ژنوتیپ بود و در رتبه‌های بعدی ژنوتیپ‌های SB35، بختگان و SP731 قرار گرفتند. براساس صفت عملکرد در شرایط تنش (Ys) ژنوتیپ دلتاپان ۲۵ بهترین ژنوتیپ بود و در رتبه‌های بعدی ژنوتیپ‌های بختگان وSP731 قرار گرفتند. براساس شاخص‌های SSI، TOL، SSPI و ATI که مقادیر کمتر آنها بیانگر تحمل بالای رقم به تنش می‌باشد، ژنوتیپ 84-39-T3 که دارای مقادیر منفی از این شاخص‌ها بود به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش شناسایی شد،در ژنوتیپ 84-39-T3 شاخص Ys بیشتر از شاخص Ypبود، که نشان دهنده عملکرد بیشتر این رقم در شرایط تنش می‌باشد. همچنین ژنوتیپ SB35 حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش می‌باشد، این ژنوتیپ بیشترین کاهش عملکرد را در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال داشت.

انتخاب بر اساس شاخص MP که مقادیر بالای عددی آن نشان دهنده تحمل نسبی به تنش است و اغلب منجر به گزینش ارقام با عملکرد بالا در شرایط مطلوب ولی با تحمل کمتر به شرایط تنش می‌گردد (روزیلی و هامبلین، ۱۹۸۱)، نشان داد که ژنوتیپ دلتاپاین ۲۵ برترین ژنوتیپ و ژنوتیپ‌های بختگان، SP731 و SB35 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بر اساس شاخص‌های STI و GMP که مقادیر

Archive of SID

www.SID.ir

بالای عددی آن نمایان‌گر ژنوتیپ‌های متحمل به تنش است، ژنوتیپ دلتاپاین ۲۵ برترین ژنوتیپ و ژنوتیپ‌های بختگان، SP731 و SB35 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین انتظار می‌رود این ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری نرمال و تنش دارای عملکرد بیشتری باشند. شاخص تحمل به تنش اصلاح شده فرناندز K1STI و K2STI نشان داد ژنوتیپ دلتاپاین ۲۵ بیشترین مقادیر این دو شاخص را داشت، پس این ژنوتیپ هم در شرایط تنش و هم نرمال بیشترین عملکرد را داشت.

براساس نظر فرناندز (۱۹۹۲) شاخص‌های STI و GMP مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب می‌باشد. براساس نتایج بالا شاخص‌های MP، GMP، STI، K1STI و K2STI که همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد در شرایط نرمال و تنش داشتند به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و پر محصول انتخاب شدند و ژنوتیپ‌های دلتاپاین ۲۵، بختگان و SP731 که از نظر شاخص‌های Yp، Ys، MP، GMP و STI دارای بیشترین مقدار بودند، به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و پر عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش انتخاب شدند. همچنین بر اساس شاخص‌های K1STI و K2STI ژنوتیپ دلتاپاین ۲۵ به عنوان متحمل‌ترین و پرعملکردترین ژنوتیپ در هر دو محیط انتخاب شد.

زنگی (۲۰۰۵) مشاهده کرد در ارقام پنبه براساس شاخص‌های STI، MP، GMP، SSI و HAM ارقام سای اکرا، ساحل و نارابری برتر از سایر ارقام بودند و در مورد شاخص TOL ارقام B-577، HAR، Crema، بختگان و ورامین برتر بودند. در تحقیق حاضر بر خلاف تحقیق زنگی (۲۰۰۵) ارقام ساحل و سای اکرا جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین و غیر متحمل بودند. که این مطلب می‌تواند به خاطر اختلافات آب‌وهوایی در مکان‌ها و سال‌های مختلف و تاثیر بر این ژنوتیپ‌ها باشد. اما ارقام بختگان و ورامین همانند نتیجه تحقیقات زنگی در اینجا نیز از نظر شاخص TOL جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند، این موضوع می‌تواند در نتیجه پایداری این ارقام در سال‌ها و محیط‌های مختلف باشد.

تجزیه خوشه‌ای برای شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در دو محیط: گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها (شکل ۱) برای شاخص‌های SSI، STI، MP، GMP، TOL، K1STI، K2STI، SSPI، SNPI، ATI، YSI و صفت‌های Yp (عمکرد در شرایط نرمال) و Ys (عملکرد در شرایط تنش) براساس روش Ward انجام گرفت. در این گروه‌بندی ژنوتیپ‌های دلتاپاین ۲۵ که در یک گروه جدا قرار گرفت به عنوان گروه عملکرد بالا و متحمل به تنش نام گذاری شد. ژنوتیپ‌های N-200، SB35 و سای اکرا نیز در یک خوشه قرار گرفتند و از نظر شاخص‌های TOL و SSI دارای بیشترین مقدار بودند، آنها را گروه حساسیت به تنش نامیدیم. ژنوتیپ T3-39-84 نیز در یک گروه جدا قرار گرفت و از نظر شاخص‌های SSI، TOL، SSPI و ATI دارای کمترین مقدار بود، در شاخص‌های SSI، TOL، SSPI و ATI مقادیر کمتر بیانگر تحمل بالای رقم به تنش می‌باشد، بنابراین گروه تحمل به خشکی نامگذاری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌های شیرپان ۶۰۳، خرداد و ساحل در یک خوشه قرار گرفتند و از نظر Yp، Ys، MP، GMP، STI، K1STI و K2STI دارای کمترین مقدار بودند بر این اساس این خوشه، گروه عملکرد پایین نامگذاری شد. همچنین ژنوتیپ‌های اولتان، ورامین، مهر، ارمغان، بختگان و SP731 که در یک خوشه قرار گرفتند و گروه تحمل متوسط نامیده شد. تجزیه خوشه‌ای به طور گسترده‌ای برای تشریح تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به کار می‌رود.

جدول ۳- مقادیر شاخص‌های مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی پنبه (SI=0.078).

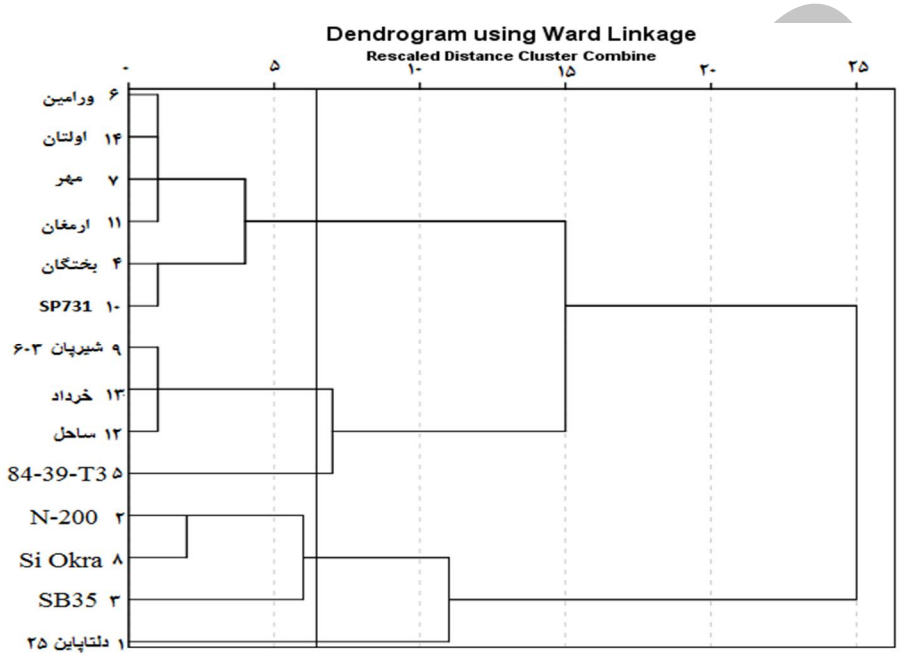
ژنوتیپ	Yp	Ys	SSI	GMP	MP	TOL	YSI	STI	K1STI	K2STI	SNPI	ATI	SSPI
دلتاپاین ۲۵	۶۵۲a	۵۸۲a	۱/۳۸	۶۱۶/۳۴	۶۱۷/۳۳	۷۰	۰/۸۹	۱/۶۰	۲/۸۷	۲/۶۹	۱۵۷۴	۱۱۳۵	۷/۱۸
N-200	۵۲۲d	۴۵۶de	۱/۶۳	۴۸۸/۳۷	۴۸۹/۵۰	۶۶/۳۴	۰/۸۷	۱/۰۱	۱/۱۵	۱/۰۳	۱۱۷۱	۸۵۲	۶/۸۱
SB35	۵۹۲b	۴۶۵cd	۲/۷۵	۵۲۵/۳۴	۵۲۹/۱۷	۱۲۷	۰/۷۸	۱/۱۶	۱/۷۲	۱/۲۵	۱۰۲۳	۱۷۵۵	۱۳/۰۳
بختگان	۵۵۳c	۵۴۵b	۰/۱۷	۵۴۹/۳۲	۵۴۹/۳۴	۷/۳۳	۰/۹۸	۱/۲۷	۱/۶۴	۱/۸۷	۲۹۱۱	۱۰۵	۰/۷۵
84-39-T3	۴۳۹f	۴۴۱de	-۰/۰۷	۴۴۰/۵۰	۴۴۰/۵۰	-۲/۳۴	۱/۰۰	۰/۸۲	۰/۶۶	۰/۷۹	-۳۱۸۵	-۲۷	-۰/۲۳
ورامین	۴۹۶e	۴۶۸cd	۰/۷۲	۴۸۱/۹۷	۴۸۲/۱۷	۲۷/۶۷	۰/۹۴	۰/۹۸	۱/۰۱	۱/۰۶	۱۵۵۹	۳۵۰	۲/۸۴
مهر	۴۵۰f	۴۳۴e	۰/۴۵	۴۴۲/۱۰	۴۴۲/۱۷	۱۵/۶۷	۰/۹۶	۰/۸۲	۰/۷	۰/۷۷	۱۶۸۵	۱۸۲	۱/۶۰
سای اکرا	۴۳۷f	۳۶۷f	۲/۰۶	۴۰۰/۹۶	۴۰۲/۵۰	۷۰/۳۴	۰/۸۳	۰/۶۸	۰/۵۴	۰/۴۵	۸۷۷	۷۴۲	۷/۲۲
شیرپان ۶۰۳	۳۵۷h	۳۳۶g	۰/۷۶	۳۴۶/۸۳	۳۴۷	۲۱/۳۴	۰/۹۴	۰/۵۱	۰/۲۷	۰/۲۸	۱۰۹۵	۱۹۴	۲/۱۹
SP731	۵۵۳c	۵۲۰b	۰/۷۷	۵۳۶/۲۵	۵۳۶/۵۰	۳۳	۰/۹۴	۱/۲۱	۱/۵۶	۱/۶۲	۱۶۹۴	۴۶۵	۳/۳۸
ارمغان	۵۰۰e	۴۸۹c	۰/۲۸	۴۹۴/۴۷	۴۹۴/۵۰	۱۱	۰/۹۷	۱/۰۳	۱/۰۸	۱/۲۲	۲۲۰۶	۱۴۳	۱/۱۲
ساحل	۴۰۵g	۳۶۵fg	۱/۲۸	۳۸۴/۶۴	۳۸۵/۱۷	۴۰/۳۳	۰/۹۰	۰/۶۲	۰/۴۳	۰/۴۱	۱۰۱۰	۴۰۸	۴/۱۴
خرداد	۳۷۸h	۳۵۷fg	۰/۶۹	۳۶۷/۶۹	۳۶۷/۸۴	۲۰/۳۳	۰/۹۴	۰/۵۷	۰/۳۴	۰/۳۶	۱۲۰۵	۱۹۶	۲/۰۸
اولتان	۴۸۰e	۴۵۶de	۰/۶۴	۴۶۸/۱۸	۴۶۸/۳۳	۲۴	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۹۵	۱۵۷۴	۲۹۵	۲/۴۶

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و بای پلات شاخص‌های مقامت به خشکی و عملکرد در دو محیط:
نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با توجه به جدول ۴ برای پنج شاخص تحمل به تنش و دو صفت عملکرد در شرایط تنش و نرمال نشان داد که دو مؤلفه‌ی اول در مجموع ۹۲/۱۷ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. مؤلفه‌ی اول ۵۹/۵۶ درصد از تغییرات را توجیه نمود، هرچقدر مقدار این مؤلفه بیشتر باشد مطلوب‌تر است. این مؤلفه همبستگی بالایی با شاخص‌های GMP، MP، STI، K1STI، K2STI، SNPI و صفات Yp و Ys داشت که مؤلفه پایداری عملکرد و تحمل به تنش نامگذاری شد. مقادیر بالای این شاخص‌ها برای ما مطلوب هستند با توجه به رابطه مثبت مؤلفه اول با این شاخص‌ها اگر

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌های انتخابی از میزان بالایی از این شاخص‌ها برخوردار باشند، ژنوتیپ‌های انتخابی دارای عملکرد بالا در هر دو محیط و GMP، MP، STI، K1STI، K2STI و SNPI بالایی هستند. این مؤلفه همچنین همبستگی منفی با شاخص SSI و همبستگی پایین با شاخص TOL داشت بنابراین می‌توان نتیجه گرفت این مؤلفه قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پر محصول از ژنوتیپ‌های حساس و کم محصول است.



شکل ۱- دندوگرام تجزیه خوشه‌ای برای شاخص‌های تحمل به تنش خشکی با استفاده از روش WARD.

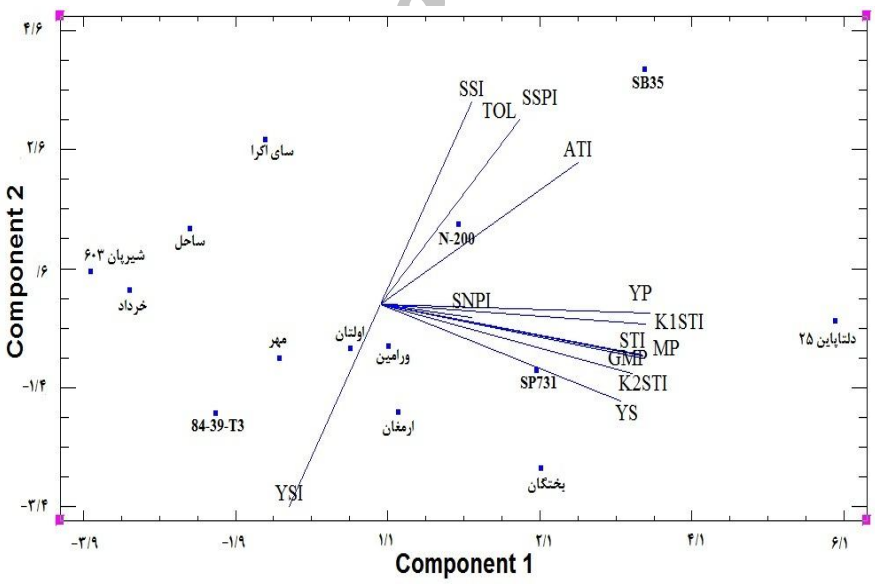
مؤلفه دوم ۳۲/۵۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود و همبستگی مثبت و بالایی با شاخص‌های SSI،TOL، SSPI و ATI داشت، این مؤلفه همچنین همبستگی بسیار بالا و منفی با شاخص YSI داشت. بنابراین مؤلفه دوم را می‌توان به عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری کرد. با توجه به آنکه مقادیر پایین این شاخص‌ها مد نظر ما هستند، برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و متحمل به تنش میزان این مؤلفه را باید پایین گرفت.

www.SID.ir

جدول ۴- مقادیر ویژه، سهم تجمعی و بردارهای ویژه شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد وش در دو محیط.

مؤلفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	Yp	Ys	SSI	GMP	MP	TOL	YSI	STI	K1STI	K2STI	SNPI	ATI	SSPI
اول	۷/۷۵	۵۹/۶۵	۰/۹۴	۰/۹۹	-۰/۰۱	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۱۷
دوم	۴/۲۲	۹۲/۱۷	۰/۳۱	-۰/۱۰	۰/۹۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۹۸	-۰/۹۹	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۹۳	۰/۹۸

با توجه به نتایج جدول ۴ و براساس رابطه مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد بررسی مقادیر بالاتر مؤلفه اول (مؤلفه پایداری عملکرد و تحمل به تنش) و مقادیر کم‌تر مؤلفه دوم (حساسیت به تنش نامگذاری) مد نظر می‌باشد. از این رو شاخص‌ها و ژنوتیپ‌هایی قرار گرفته در قسمت مثبت مؤلفه اول و پایین بای پلات(شکل ۲) مد نظر می‌باشد. بر این اساس ژنوتیپ‌های دلتاپاین ۲۵، SP731 و بختگان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش انتخاب شد این ژنوتیپ‌ها همچنین دارای عملکرد بالایی در شرایط تنش و نرمال بودند. همچنین SB35، N-200 و سای اکرا نیز که دارای بیشترین مقدار شاخص‌های SSI،TOL، SSPI و ATI بودند به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش شناسایی شدند. و شاخص‌های GMP، MP، K1STI،STI، K2STI و SNPI بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و متحمل به تنش انتخاب شدند.



شکل ۲-نمودار بای پلات عملکرد ژنوتیپ‌های پنبه در ۱۱ شاخص تحمل به خشکی بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم.

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر صفت عملکرد وش در هر دو شرایط آبیاری اختلاف معنی دار وجود دارد که می‌توان از بین آنها پر عملکرد ترین و مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها را به تنش برگزید. در نهایت سه شاخص میانگین حسابی (MP)، تحمل به تنش (STI)، میانگین هندسی بهره وری (GMP)، شاخص اصلاح شده STI برای شرایط بدون تنش (K1STI) و شاخص اصلاح شده STI برای شرایط تنش (K2STI) به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول و مقاوم به تنش انتخاب شدند. که با توجه به مقادیر این شاخص‌ها و نتایج تجزیه همبستگی، تجزیه خوشه‌ای و بای پلات شاخص ها ژنوتیپ‌های دلتاپاین ۲۵، بختگان و SP731 به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند و ژنوتیپ SB35 نیز به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ به تنش شناسایی شد.

منابع

1. Alishah, O. and Ahmadikhah, A. 2009. The effects of drought stress on improved cotton varieties in Golestan province of Iran, 3(1): 1-10.
2. Arshad, M., Hanif, M, Noor, I. and Shah, S.M. 1993. Correlation studies on some commercial cotton varieties of G.hirsutum. Sarhad Journal of Agriculture, 9(1): 23-39.
3. Bouslama, M. and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybon. Part 1: Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933-937.
4. FAO. 2012. Food Outlook, Global Market Analysis. Available At: Http://www.Fao.food outlook.Com.
5. Faeshadfar, E., Poursiahbidi, M.M. and Andsafavi, S.M. 2013. Assessment of drought tolerance in had races of bread wheat based on resistance/ tolerance indices. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 1(2): 143-158.
6. Faryadras, V.A., Chyzari, A.H. and Moradi, E. 2002. Measure and compare the performance of cotton growers. Journal of Agricultural Economics and Development. 10(40): 89-102. (In Persian).
7. Fereres, E., Gimenz, C., Brenngena, J., Fernandez, J. and Domiguez, J. 1983. Genetic variability of sunflower cultivar in response to drought. Journal Helia, 6: 17-21.
8. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Pp. 257-270. In: Kuo, C.G. (Ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress, AVRDC Publication. Tainan, Taiwan.

Archive of SID

www.SID.ir

9. Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897- 912.
10. Ganotisi, N.D. and Angeles, H.L. 1990. Irrigation strategies for cotton under limited water supply. Journal of Cotton Research, 3: 20-31.
11. Ghodrati, Gh.R. 2012. Evaluation of terminal drought tolerance in spring Rapeseed (*Brassica napus* L.) promising lines. Seed and Plant Improvement Journal. 28(2): 225-237.
12. Grimes, D.W., Dickens, W.L. and Yamada, H. 1978. Early season water management for cotton.Journal of Agronomy and Crop Science, 70:1009-1012.
13. Jalalifar, S., Moosavi, S.S., Abdollahi, M.R., Chaichi, M. and Mazaherylaghab, H. 2012. Evaluation of Tolerance to Drought Stress in Some Bread Wheat Cultivars Using Old and New Indices. Plant Production Technology. 12(1): 15-26.
14. Jahanbin, S., Tahmasebi Sarvestani, Z. and Modarress, A.M. 2002. Study of some quantitative traits and responses of hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under terminal heat stress conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 4(4): 265-278.
15. Koocheki, A.R., Yazdansepas, A. and Nukkhah, H.R. 2006. Effects of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. . Iranian Journal of Crop Sciences. 8(1): 14-29.
16. Khazaei, A. and Fouman, A. 2012. Evaluation of drought tolerance in cultivars and advanced grain sorghum lines under low irrigation stress conditions. Journal of Plant Production Research. 5(3): 63-79.
17. Mass, E.V. and Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance current assessment. J. Irrig, 103: 115-134.
18. Moosavi, S.S., YazdiSamadi, B., Naghavi, M.R., Zali, A.A., Dashti, H. and Pourshahbazi, A. 2008. Introduction of new indices to identify drought tolerance and resistance in wheat genotypes. Desert, 12: 165-178.
19. Naderi, A., Majidi-Hervan, E., Hashemi-Dezfoli, A., Rezaei, A. and Nourmohammadi, G. 2000. Efficiency analysis of indices for tolerance to environmental stresses in field crops and introduction of a new index. Plant Seed Journal. 15: 390-402.
20. Rosielle, A.T. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Journal of Crop Sciences, 21: 943-945.
21. Zabet, M., Hosein, A. H., Ahmadi, A. and Khialparast, F. 2003. Effect of Water Stress on Different Traits and Determination of the best Water Stress Index in Mung Bean (Vignaradiata). Iranian Journal of Agricultural Sciences. 34(4): 889-898.
22. Zangi, M.R. 2005. Correlation between drought resistance indices and cotton yield in stress andnon-stress conditions. Asian Journal of Plant Sciences, 4(2): 106-108.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Cotton Researches
Vol. 3, No. 2, 2015
www.jcri.ir

Determination of the Suitable indices for drought tolerance in cotton genotypes

S. Sedigh[1], *M. Zabet[2], M.Gh. Ghaderi[3] and A.R. Samadzadeh[3]
[1]MSc. Student, Dept. of Plant Breeding, Birjand University
[2]Assistant Professor of Birjand University
[3]Assistant Professor of Birjand University
Received: 2015/4/7 ; Accepted: 2016/1/11

Abstract

To identify the drought tolerant genotypes an experiment was conducted in research farm of Faculty of Agriculture of Birjand University in 2014. Two separate experiments were conducted in a randomized complete blocks design with three replicates14 treatments. Cotton genotypes were: Armaghan, Oltan, Bakhtegan, Sahel, Si ecra, Shirpan 603, Khordad, Deltapine 25, Mehr, Varamin, N-200, SB35, SP371, 84-39-T3, respectively. Irrigations in normal and drought stress conditions were applied after 100 and 200 mm evaporation from class a tank. Comparison of different water stress indices showed that Stress Tolerance Index (STI), Mean Productivity (MP), Geometric Mean Productivity (GMP), Modified stress tolerance index for normal condition (K1STI) and Modified stress tolerance index for stress condition(K2STI) were the best indices that can be used to determine resistant genotypes. The most desirable genotypes at normal and stress conditions based on the above indices were Deltapine 25, Bakhtegan and SP731 respectively. Grouping of genotypes using cluster analysis method showed that Deltapine25, Bakhtegan and SP731 were water deficit tolerant genotypes with high yield and the SB35, N-200 and Si ocra genotypes were sensitive varieties to water deficit stress. Multivariate Biplot of genotypes confirmed the results of Classification of genotypes for identifying tolerant genotypes.

Keywords: Biplot, Cotton, Cluster analysis, Drought Tolerance.

*Corresponding author;m_zabet2000@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir