Archive OF SID

مطالعه شاخص‌های تحمل به خشکی در برخی ارقام پاییزه کلزا (*Brassica napus* L.)

فرنوش ملک شاهی[۱]، حمید دهقانی[۱*] و بهرام علیزاده[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۸/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۳/۹)

چکیده

کلزا (*Brassica napus* L.) از جمله گیاهان دانه روغنی می‌باشد و به دلیل داشتن درصد بالای روغن و کیفیت مناسب در سال‌های اخیر مورد توجه واقع شده است. به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی در ژنوتیپ‌های کلزا از نظر عملکرد دانه، مطالعه شاخص‌های کمی تحمل به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۵ ژنوتیپ در ۴ تکرار در دو شرایط تنش و بدون تنش در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی توسط شاخص‌های کمّی تحمل به خشکی شامل میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی (GMP)، تحمل به تنش (STI) و شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI) و تحمل (TOL) صورت گرفت. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین ارقام کلزا از نظر کلیه شاخص‌ها و عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو شرایط محیطی در سطح احتمال ۱٪ نشان داد. با توجه به تحلیل هم‌بستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص‌های MP، GMP و STI به عنوان شاخص‌های برتر جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل انتخاب گردیدند. نتایج نشان داد مناسب‌ترین ژنوتیپ بر اساس شاخص‌های فوق ژنوتیپ Vectra بود که از نظر میانگین عملکرد در شرایط تنش با شرایط بدون تنش در وضعیت مناسبی قرار داشت. نمودار چند متغیره بای پلات نیز نشان داد که شاخص‌های MP، GMP و STI نسبت به یکدیگر دارای بالاترین ضریب هم‌بستگی بودند و ژنوتیپ‌های متحمل در مجاورت شاخص‌های تحمل قرار گرفتند. هم‌چنین بر اساس نتایج به دست آمده از نمودارهای پراکنش سه بعدی و تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های Modena، Jura، Eshydromel، Vectra، Dante، Zarfam، Esbetty و Olano به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های Olphi، RG4504، GKHelena و Olpop به عنوان ژنوتیپ‌های حساس شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: بای پلات، تجزیه خوشه‌ای، تنش خشکی، شاخص تحمل خشکی، کلزا

مقدمه

مناطق خشک و نیمه خشک جهان تقریباً ۴۴/۷ میلیون کیلومتر مربع بوده و ۳۹ درصد آن جزء مناطق نیمه خشک به حساب می‌آیند (۱). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده است که بسیاری از مناطق مختلف دنیا از آن صدمه می‌بینند. سهم عمده کاهش عملکرد و تولیدات در اثر تنش خشکی می‌باشد که با به کارگیری راه‌کارها و تحقیقات مناسب می‌توان تا حدودی این کاهش عملکرد را مرتفع نمود (۱).

۱. به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: dehghanr@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive OF SID

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. به عنوان یکی از گیاهان زراعی مقاوم به خشکی شناخته شده است (۶) و دارای صفات مطلوبی از جمله، کیفیت بالای روغن دانه، افزایش درصد اسیدهای چرب به ویژه اسید اولئیک و لینولئیک در روغن و صفات زراعی مناسبی مانند مقاومت به سرما، کم آبی، شوری، دارا بودن ژنوتیپ‌های بهاره و پاییزه، استفاده بهینه از رطوبت و بارندگی، هزینه کمتر تولید و عملکرد بیشتر روغن در واحد سطح نسبت به دیگر دانه‌های روغنی مورد کشت در کشور بوده و کشت این گیاه در اکثر نقاط کشور توصیه می‌شود (۱).

ارقام مختلف کلزا از سال‌های گذشته وارد کشور شده و تحقیقات بسیاری روی آن انجام گرفته است. در سال‌های اخیر به دلیل توجه بیشتر به توسعه و ترویج کلزا، خوشبختانه سطح زیر کشت آن در کشور افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده است، به طوری که در حال حاضر این سطح به بیش از ۸۰ هزار هکتار رسیده است (۹).

مطالعات زیادی در زمینه تنش خشکی در کلزا صورت گرفته است و شماری از ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک مؤثر در تحمل به تنش خشکی گزارش شده است (۱۸ و ۲۱). در گیاه کلزا حساس‌ترین زمان برای آبیاری مرحله گل‌دهی و اوایل تشکیل خورجین شناخته شده است. تنش کمبود آب در کلزا باعث کاهش عملکرد، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین می گردد (۴). نتایج پژوهش‌های کیفوما و همکاران (۲۱) روی کلزا نشان داد، تنش کمبود آب در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه تأثیر منفی روی عملکرد دانه دارد. در طول دوره تنش خشکی تعداد گل در هر بوته، تعداد و اندازه بذر کاهش می‌یابد (۲۰). هم‌بستگی مثبت بین تعداد خورجین در هر گیاه با عملکرد دانه نشان داده است که تعداد کمتر خورجین در هر گیاه منجر به عملکرد پایین دانه خواهد شد (۲۳).

ارقامی که در شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد یکسانی هستند و یا تفاوت عملکرد کمی دارند، دارای تحمل نسبی به خشکی هستند. یکی از مسایل مهم در ارزیابی ارقام برای تحمل به خشکی، اندازه‌گیری کمی معیارهای تحمل به خشکی است (۱۴). در یک پژوهش نحوه عمل ژن، وراثت‌پذیری عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در کلزا مطالعه و مشخص شد که از میان شاخص‌های تحمل به تنش خشکی، تنها دو شاخص پاسخ به خشکی (Drought Response Index) DRI و متوسط بهره‌وری از وراثت‌پذیری خصوصی بالایی برخوردار بودند (۳). در مناطق نیمه خشک که پراکنش بارندگی متناسب نیست، پتانسیل عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار تحمل به خشکی محسوب نمی‌شود بلکه پایداری عملکرد، مقایسه میزان عملکرد در شرایط تنش و مطلوب به عنوان معیار مناسب‌تری برای واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش رطوبتی پذیرفته می‌شود (۲۴).

همواره هدف از تهیه ارقام متحمل به خشکی، معرفی ارقامی بوده که به طور نسبی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها تنش را بهتر تحمل کرده و در شرایط یکسان افت عملکرد کمتری داشته باشند (۲۶). شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین تحمل و حساسیت آنها ارائه شده است. روزیل و هامبلین (۲۲) شاخص تحمل(Tolerance Index) TOL و شاخص متوسط بهره‌وری (Mean productivity) MP را معرفی نمودند. مقدار بالای TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش است، بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کم TOL است. فیشر و مائوررر(۱۶) شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index) SSI را پیشنهاد نمودند. مقدار کمتر SSI نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد. فرناندز (۱۵) شاخص تحمل تنش (Stress Tolerance Index) STI را معرفی نمود. ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند.

فرناندز (۱۵) با بررسی عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش ارقام ماش (*Vigna radiata* L.) از نظر واکنش به دو محیط به ۴ گروه تقسیم بندی نمود: الف) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر یکسانی را در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا

www.SID.ir

Archive OF SID

هستند (گروه A)، ب) ژنوتیپ‌هایی که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش دارند (گروه B)، ج) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی را در محیط دارای تنش هستند (گروه C) و د) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی را در هر دو محیط دارا هستند (گروه D). هم‌چنین وی اظهار داشت که مناسب‌ترین معیار انتخاب برای تنش، شاخصی است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. بنابراین برای شناسایی ارقام گروه A، این محقق، شاخص تحمل به تنش را ارائه نمود. مقدار بالای این شاخص برای ژنوتیپ نمایانگر تحمل به خشکی بیشتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ است. شاخص‌های حساسیت و تحمل قادر به تفکیک گروه A از C نمی‌باشند، در حالی‌که شدت استرس در محاسبه شاخص تحمل به تنش منظور شده، بنابراین قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه‌های B و C است.

فرناندز (۱۵) و کریستین (۱۹) جهت تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش به دلیل تفاوت شدت تنش خشکی در سال‌های مختلف از میانگین هندسی ژنوتیپ‌ها GMP (Geometric Mean Productivity) در دو محیط استفاده کردند.

بررسی ژنوتیپ‌های کلزا از نظر تحمل به خشکی براساس شاخص‌های تحمل به خشکی، تعیین بهترین شاخص‌های تحمل و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از اهداف مهم این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۲۵ رقم کلزای تیپ دو صفر زمستانه (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ مورد بررسی قرار گرفتند. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۵۱ درجه و ۶۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۳۱ متر و با متوسط بارندگی ۲۴۲ میلی‌متر، جزء مناطق خشک و نیمه خشک است. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ آمده است. کاشت بذرها در تاریخ ۱۰ مهرماه به صورت هیرم کاری انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف ۵ متری به فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. پس از عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و ماله، بر اساس نتایج آزمایش‌های تجزیه خاک، ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص (ثلث اول هنگام کاشت، ثلث دوم در مرحله روزت و ثلث باقی‌مانده در مرحله قبل از گل‌دهی) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و علف کش ترفلان به صورت یک‌نواخت در سطح مزرعه پخش شد و به وسیله دیسک سبک، کود و علف کش با خاک مخلوط گردید (۱۰). در مرحله شش برگی در صورت نیاز وجین به صورت دستی انجام شد. آبیاری به صورت نشتی و با کمک سیفون انجام شد. در آزمایش بدون تنش، آبیاری طی پنج نوبت به ترتیب در مراحل کاشت، روزت، شروع گل‌دهی، تشکیل خورجین و توسعه دانه انجام گردید. در وضعیت تنش، گیاهان تنها در مرحله جوانه‌زنی ۲ بار آبیاری گردیدند و پس از زمستان‌گذرانی آبیاری انجام نشد. برای اندازه‌گیری رطوبت عمق خاک بعد از اعمال تنش، توسط اوگر از دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک از هر دو آزمایش طی چهار نوبت نمونه‌گیری شد. بعد از اندازه‌گیری وزن تر، نمونه‌ها در آون در درجهٔ حرارت $110^{\circ}C$ به مدت ۴۸ ساعت خشک و وزن خشک نمونه برای به دست آوردن درصد رطوبت خاک توزین شد.

در مرحله برداشت، کلیه گیاهان موجود در سطحی معادل ۴ متر مربع هر کرت پس از حذف اثر حاشیه توزین و عملکرد بیولوژیک برحسب تن در هکتار ثبت شد، پس از کوبیدن محصول و تمیز کردن بذرها به وسیله کمباین، وزن دانه‌ها با ترازوی دقیق و با دقت یک هزارم گرم توزین و عملکرد دانه بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید. سپس با استفاده از عملکرد دانه گیاهان در شرایط تنش و بدون تنش خشکی شاخص‌های کمی تحمل به خشکی برای هر ژنوتیپ محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول ۱. اسامی و منشاء ارقام کلزای پاییزه مورد استفاده در آزمایش

کد ژنوتیپ	ژنوتیپ	منشاء	کد ژنوتیپ	ژنوتیپ	منشاء
۱	Eldo	فرانسه	۱۴	Zarfam	ایران
۲	Essafir	فرانسه	۱۵	Okapi	فرانسه
۳	Esbetty	فرانسه	۱۶	Modena	روسیه
۴	Olano	فرانسه	۱۷	KN1	روسیه
۵	Ella	فرانسه	۱۸	KN2	روسیه
۶	Jura	فرانسه	۱۹	KN3	روسیه
۷	Elvis	فرانسه	۲۰	KN4	آلمان
۸	Olpop	فرانسه	۲۱	Vectra	آلمان
۹	Olphi	فرانسه	۲۲	Opera	آلمان
۱۰	Eshydromel	فرانسه	۲۳	Dante	آلمان
۱۱	GKHelena	مجارستان	۲۴	Feredric	آلمان
۱۲	GKH305	مجارستان	۲۵	RG4504	آلمان
۱۳	GKH 1103	مجارستان			

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق‌های مختلف

خصوصیات فیزیکی						خصوصیات شیمیایی			
عمق نمونه‌برداری (cm)	بافت خاک	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	pH اشباع	هدایت الکتریکی (mmohs/cm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)
۰-۳۰	لومی	۲۱	۳۷	۴۲	۷/۸	۷	۱۹۰	۰/۵۰	۴/۶
۳۰-۶۰	لومی	۱۵	۴۳	۴۲	۸/۰	۶	۵۰	۰/۰۳	۰/۸
۶۰-۹۰	لومی	۲۳	۴۵	۳۲	۸/۱	۵	۳۰	۰/۰۳	۰/۳

شاخص حساسیت به تنش (SSI) به شرح زیر محاسبه شد:

$$SSI = [1- (Ys/Yp)]/SI$$
$$SI =1- (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$$

در این فرمول‌ها، Ys، Yp، $\bar{Y}s$ ، $\bar{Y}p$ و SI به ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش، بدون تنش، میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط بدون تنش، تنش و شدت تنش را نشان می‌دهد.

شاخص تحمل و هم‌چنین متوسط محصول‌دهی یک ژنوتیپ در هر دو شرایط تنش و غیر تنش بر اساس روابط زیر محاسبه شدند (۲۲).

$$TOL = Yp-Ys$$
$$MP = (Yp + Ys)/2$$

شاخص GMP و شاخص تحمل به تنش (STI) به شرح زیر محاسبه شدند.

$$GMP = \sqrt{(Y_p . Y_s)}$$
$$STI = (Y_p / \bar{Y}_p) (Y_s / \bar{Y}_s) (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p) = (Y_p) (Y_s) / (\bar{Y}_p)^2$$

تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی مقادیر کمی شاخص‌های محاسبه شده برای هر ژنوتیپ در ۴ تکرار انجام شد و مقایسات میانگین شاخص‌ها به روش LSD صورت گرفت. هم‌بستگی‌های ساده بین شاخص‌های تحمل و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه و با توجه به هم‌بستگی بین این شاخص‌ها و عملکرد دانه، مناسب‌ترین

www.SID.ir

Archive OF SID

شاخص‌های تحمل به خشکی انتخاب شدند.

جهت تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی با عملکرد مناسب در هر دو محیط از روش نمودار پراکنش سه بعدی استفاده شد (۱۳). به منظور مطالعه هم‌زمان بیش از سه متغیر از نمایش دو بعدی بر مبنای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ تحمل به خشکی توسط روش تجزیه کلاستر (روش UPGMA) و با استفاده از معیار فاصله اقلیدوسی انجام شد. برای تعیین نقطه برش با در نظر گرفتن گروه‌ها به عنوان تیمار و ژنوتیپ‌های درون هر گروه به عنوان تکرار پس از انجام تجزیه واریانس چند متغیره با استفاده از مقایسه آماره ویلکس لامبدا انجام شد و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها انجام گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SPSS، Statistica و GGEbiplot استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ بین ژنوتیپ‌ها و از نظر کلیه شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در دو شرایط محیطی تنش و بدون تنش نشان داد (جدول ۳) که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان گزینش برای تحمل به خشکی است. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها به روش LSD و در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ نشان داد که در شرایط عدم تنش بیشترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۳ (۲/۵۸ تن در هکتار) و در شرایط تنش متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۲ (۱/۴۷تن در هکتار) بود و این در حالی است که ژنوتیپ شماره ۲۱ از نظر میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش با شرایط تنش در وضعیت مناسبی قرار داشت. صفت عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و کاهش یافت. از بین ژنوتیپ‌های ارزیابی شده ژنوتیپ‌های ۸، ۹، ۱۱ و ۲۵ دارای کمترین مقدار عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بودند(جدول۴). به نظر می‌رسد که عملکردهای بالاتر با تعداد غلاف بیشتر در بوته همراه است، زیرا مساحت خورجین در بوته به عنوان یک سطح فتوسنتزی فعال، نقش مؤثری در عملکرد دانه کلزا دارد. بنابراین کمبود آب در طول دوره تشکیل، رشد و نمو خورجین‌ها در کلزا با ایجاد محدودیت در فتوسنتز، نسبت تعداد خورجین واقعی به پتانسیل را کاهش می‌دهد. تنش کمبود آب در ابتدا و انتهای مرحله رویشی و مرحله گل‌دهی روی گیاه کلزا، عملکرد، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین را کاهش می‌دهد (۴).

از نظر شاخص‌های کمی تحمل به خشکی نیز بیشترین مقدار شاخص تحمل تنش، میانگین بهره‌وری و میانگین هندسی بهره‌وری متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۱ بود و کمترین مقدار برای شاخص‌های حساسیت نسبی و تحمل متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۱۵ و ۱۲ بود. با توجه به این که ژنوتیپ شماره ۶ از نظر عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در وضعیت مطلوبی قرار گرفته است و از نظر شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش با ژنوتیپ شماره ۱۵ در یک گروه قرار دارد، بدین لحاظ دارای وضعیت مناسبی است که می‌توان آن را مناسب‌ترین ژنوتیپ برای کشت در شرایط تنش و بدون تنش در نظر گرفت (جدول ۴). شاخص MP تحت تأثیر مقادیر بالای عملکرد دانه در شرایط غیرتنش قرار می‌گیرد و در تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از B ناتوان است (۱۵). نتایج آزمایش نشان می‌دهد که براساس شاخص MP ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۲۱ که عملکرد دانه بیشتری در شرایط غیر تنش دارند، به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند، در حالی‌که در شرایط تنش ژنوتیپ شماره ۱۲ دارای بیشترین عملکرد دانه بود. شاخص‌های TOL و SSI در تشخیص گروه A از C ناتوان هستند و بیشتر تحت تأثیر عملکردهای بالا در شرایط تنش قرار می‌گیرند (۱۵). براساس این دو شاخص ژنوتیپ شماره ۱۲ متحمل‌ترین ژنوتیپ به تنش خشکی است. در ضمن هر چه مقدار شاخص‌های حساسیت TOL و SSI کمتر باشند، نشان‌دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ نسبت به خشکی است و می توان آن ژنوتیپ را مناسب برای کشت در شرایط تنش معرفی نمود. ولی لازم به ذکر است که صرفاً پایین بودن مقادیر شاخص‌های

www.SID.ir

Archive OF SID

جدول ۳. تجزیه واریانس شاخص‌های کمّی مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		YP	YS	ToL	MP	GMP	STI	SSI
تکرار	۳	۰/۱۵۷^{ns}	۰/۰۰۴$^{n.s}$	۰/۰۰۷$^{n.s}$	۰/۰۰۷ $^{n.s}$	۰/۰۰۶ $^{n.s}$	۰/۰۰۶ $^{n.s}$	۰/۰۲۳$^{n.s}$
تیمار	۲۴	۱/۰۹۹**	۰/۰۴۲**	۰/۱۱۳**	۰/۰۴۷**	۰/۰۴۵**	۰/۰۳۸**	۰/۱۷۷**
اشتباه	۷۲	۰/۱۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۳۴
CV%		۱۸/۸۲	۱۴/۴۷	۸/۰۸	۳/۷۳	۳/۷۷	۶/۵۲	۱۲/۱۳

* و **: به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش به روش LSD و در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد در ژنوتیپ‌های کلزا

کد ژنوتیپ	ژنوتیپ	YS	YP	TOL	MP	GMP	STI	SSI
۱	Eldo	۰/۸۵	۱/۸۹	۱/۰۴	۱/۳۷	۱/۶۵	۱/۴۳	۱/۳۲
۲	Essafir	۱/۰۳	۱/۵۸	۰/۵۵	۱/۳۱	۱/۶۶	۱/۴۳	۰/۸۷
۳	Esbetty	۱/۲۶	۲/۳۹	۱/۱۳	۱/۸۳	۱/۷۹	۱/۵۸	۱/۱۵
۴	Olano	۱/۳۸	۲/۰۴	۰/۶۵	۱/۷۱	۱/۷۷	۱/۵۷	۰/۸۴
۵	Ella	۱/۴۳	۱/۲۸	۰/۱۴	۱/۲۱	۱/۶۴	۱/۴۱	۰/۰۸
۶	Jura	۱/۳۸	۱/۸۴	۰/۴۸	۱/۶۱	۱/۷۵	۱/۵۳	۰/۶۲
۷	Elvis	۱/۱۲	۲/۴۶	۱/۳۵	۱/۷۹	۱/۷۷	۱/۵۶	۱/۳۷
۸	Olpop	۰/۷۰	۱/۵۸	۰/۸۷	۱/۱۴	۱/۵۹	۱/۳۶	۱/۳۸
۹	Olphi	۰/۶۷	۱/۸۷	۱/۲۶	۱/۲۴	۱/۶	۱/۳۷	۱/۶۸
۱۰	Eshydromel	۱/۳	۱/۹۹	۰/۶۸	۱/۶۴	۱/۷۶	۱/۵۳	۰/۸۴
۱۱	GKHelena	۰/۵۴	۱/۱۳	۰/۵۹	۰/۸۴	۱/۵۱	۱/۳۱	۱/۳۱
۱۲	GKH305	۱/۴۷	۱/۳۶	−۰/۰۲۵	۱/۴۲	۱/۷	۱/۴۷	−۰/۲۶
۱۳	GKH 1103	۱/۲۹	۱/۳۸	۰/۰۹	۱/۳۴	۱/۶۸	۱/۴۵	۰/۱۶
۱۴	Zarfam	۱/۲۱	۲/۲۱	۱/۰۰	۱/۷۱	۱/۷۶	۱/۵۵	۱/۱۵
۱۵	Okapi	۱/۱۲	۱/۱۴	۰/۲۲	۱/۱۳	۱/۶۲	۱/۳۸	۰/۰۴
۱۶	Modena	۱/۱۸	۱/۷۷	۰/۵۹	۱/۴۸	۱/۷۱	۱/۴۸	۰/۷۶
۱۷	KN1	۰/۹۸	۰/۸۸	−۰/۰۹	۰/۹۳	۱/۵۵	۱/۳۳	−۰/۲۸
۱۸	KN2	۰/۹۹	۱/۵۸	۰/۵۹	۱/۲۹	۱/۶۵	۱/۴۲	۰/۹۳
۱۹	KN3	۱/۲۵	۱/۶	۰/۳۵	۱/۴۳	۱/۷۱	۱/۴۷	۰/۵۲
۲۰	KN4	۱/۲۷	۰/۴۲	۰/۱۹	۰/۳۷	۱/۳۶	۱/۲۴	۱/۰۳
۲۱	Vectra	۱/۴	۲/۵۶	۱/۱۶	۱/۹۸	۱/۸۴	۱/۶۴	۱/۱۵
۲۲	Opera	۱/۱۵	۱/۶۹	۰/۵۴	۱/۴۲	۱/۷	۱/۴۷	۰/۸۰
۲۳	Dante	۱/۱۲	۲/۵۸	۱/۴۲	۱/۸۵	۱/۷۸	۱/۵۷	۱/۴۲
۲۴	Feredric	۱/۰۲	۱/۸۶	۰/۸۴	۱/۴۴	۱/۶۹	۱/۴۶	۱/۰۷
۲۵	RG4504	۰/۴۵	۲/۱۱	۱/۶۲	۱/۲۸	۱/۵۷	۱/۳۵	۱/۹۹
	LSD(٪۵)	۰/۳۱۴۲	۰/۴۵۴۵	۰/۴۸۹۴	۰/۳۰۴۵	۰/۰۸۶۲	۰/۰۹۶۸	۰/۶۳۴۲
	LSD(٪۱)	۰/۴۱۷۰	۰/۶۰۳۲	۰/۶۴۹۵	۰/۴۰۴۲	۰/۱۱۴۴	۰/۱۲۸۵	۰/۸۴۱۸

Ys: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش محیطی، Yp: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط مطلوب، T0L: شاخص تحمل، MP: شاخص بهره‌وری متوسط، GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، STI: شاخص تحمل تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.

www.SID.ir

Archive OF SID

TOL و SSI برای یک ژنوتیپ به منزله مناسب بودن آن جهت کشت در شرایط تنش نیست، زیرا ژنوتیپ‌هایی یافت می‌شوند که دارای حساسیت کمی نسبت به خشکی می باشند، اما عملکرد کم نیز دارند (۲۲). بدیهی است هر شاخصی که با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش هم‌بستگی بالا و یکسان داشته باشد، به عنوان بهترین شاخص محسوب می‌گردد (۱۵)، که با توجه به وضعیت هم‌بستگی عملکرد دانه در دو شرایط تنش و غیرتنش ($r = ۰/۴۲۱, P \leq ۰/۰۵$) مشخص گردید که به طور کلی گزینش بر اساس عملکرد در هر دو شرایط می‌تواند ژنوتیپ‌های پرمحصول و با پایداری عملکرد خوب را حاصل نماید (جدول ۵). با توجه به نتایج ضرایب هم‌بستگی بین شاخص‌ها (جدول ۵)، هم‌بستگی بسیار معنی‌داری بین شاخص‌های تحمل STI، GMP و MP با عملکرد دانه در هر دو محیط و در سطح احتمال ۱٪ دیده شد. بنابراین شاخص‌های مذکور می‌توانند برای تخمین پایداری و عملکرد و هم‌چنین دست‌یابی به ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط مورد استفاده قرار گیرند.

گزینش شاخص‌های میانگین هندسی و تحمل به تنش با یافته‌های فرناندز (۱۵) مطابقت دارد. هم‌چنین انتخاب شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی و تحمل به تنش به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در این تحقیق با نتایج احمدی (۲)، سوری (۷)، شمس الدین سعید (۸) و سی و سه مرده (۲۵) مطابقت دارد. در حالی‌که شاخص‌های TOL و SSI هم‌بستگی منفی و بالایی با عملکرد در شرایط تنش و هم‌بستگی مثبت و بالا با عملکرد در شرایط بدون تنش داشتند (۲ و ۷).

برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای شاخص‌های میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) از تجزیه خوشه‌ای و روش UPGMA استفاده شد. دندروگرام مربوطه در شکل ۱ نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های ۳، ۶، ۱۶، ۴، ۱۳، ۱۰، ۱۴، ۲۳ و ۲۱ در یک گروه قرار دارند که در نمودار سه بعدی این ارقام در ناحیه A قرار گرفتند. این ارقام دارای بالاترین مقادیر برای شاخص‌های STI، GMP و MP و متحمل به تنش هستند. ژنوتیپ شماره ۲۰ در گروه دیگر قرار دارد. این ژنوتیپ دارای کمترین مقدار شاخص‌های تحمل بوده و عملکرد پایینی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را داراست. ژنوتیپ‌های ۲۵، ۲۴، ۱۸، ۵، ۱۷، ۸ ، ۱۵ و ۱۱ در گروه سوم قرار دارند که دارای مقادیر متوسط تا پایین شاخص‌های تحمل به تنش بوده و ژنوتیپ‌های چندان مناسبی به شمار نمی‌روند. گروه‌بندی بعدی شامل ژنوتیپ‌های ۱۹، ۹، ۲۲، ۱۲، ۷، ۲ و ۱ می‌باشد که دارای مقادیر متوسط تا بالای شاخص‌های تحمل و مقادیر متوسط مؤلفه اول در نمودار بای پلات هستند، پس این ژنوتیپ‌ها دارای تحمل نسبی به تنش می‌باشند. تجزیه خوشه‌ای به طور گسترده‌ای برای تشریح تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی جوامع براساس صفات مشابه مورد استفاده قرار گرفته است (۷، ۱۱ و ۱۷).

در بررسی نمودار سه بعدی (شکل ۲) بر اساس شاخص میانگین هندسی بهره وری مشاهده شد که ژنوتیپ‌های ۲۱، ۳، ۲۳، ۱۰، ۴، ۱۶، ۶ و ۱۴ در گروه A قرار می‌گیرند یعنی دارای تحمل به خشکی و عملکرد بالا در دو محیط هستند. ژنوتیپ‌های ۲۵، ۹ و ۸ که در ناحیه B قرار گرفتند، ژنوتیپ‌هایی بودند که در محیط بدون تنش آبی عملکرد بسیار بالایی تولید نمودند. در این گروه از ژنوتیپ‌ها، لاین شماره ۲۵ دارای عملکرد بالایی در بین ژنوتیپ‌ها در شرایط عدم تنش بود با این وجود این ژنوتیپ را می‌توان برای شرایط کشت در محیط بدون تنش آبی معرفی کرد. ژنوتیپ‌های ۱۵و ۱۷ در گروه C قرار گرفتند. بدین معنی که این ژنوتیپ‌ها سازگاری شدیدی فقط با محیط تنش داشته و در این شرایط عملکرد بالاتری نسبت به شرایط بدون تنش تولید کرده‌اند. ژنوتیپ‌های ۲۰ و۱۱ دارای عملکرد پایینی در هر دو شرایط آزمایشی هستند. می‌توان نتیجه گرفت که پایداری محیطی این ژنوتیپ‌ها زیاد است. این ژنوتیپ‌ها برای اصلاح در جهت تحمل به خشکی و تولید عملکرد بالا در شرایط خشکی مناسب نیستند. نتایج حاصله از نمودارهای سه بعدی بر اساس پتانسیل عملکرد و عملکرد در شرایط تنش با شاخص‌های تحمل تنش و

www.SID.ir

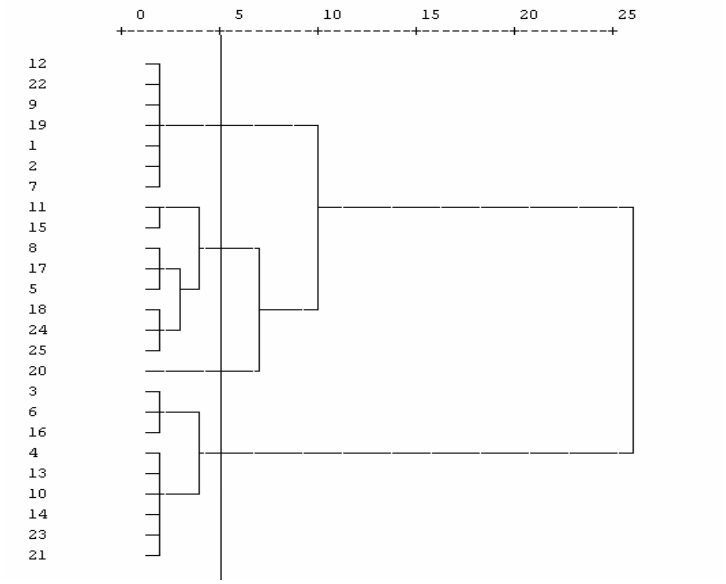
Archive OF SID

جدول۵. ضرایب هم‌بستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های کلزا

شاخص	YP	YS	SSI	STI	TOL	MP	GMP
YP	۱						
YS	۰/۴۲۱*	۱					
SSI	۰/۵۴۴**	-۰/۴۶۷*	۱				
STI	۰/۸۱۶**	۰/۸۲۰**	۰/۰۸۱	۱			
TOL	۰/۸۰۱*	-۰/۲۰۳	۰/۹۰۸**	۰/۳۵۴	۱		
MP	۰/۹۱۷**	۰/۷۴۸**	۰/۱۸۸	۰/۹۵۶**	۰/۴۹۶*	۱	
GMP	۰/۸۲۸**	۰/۸۵۴*	۰/۰۳۹	۰/۹۷۸**	۰/۳۳۶	۰/۹۸۱**	۱

* و ** : به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

YS: عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش محیطی، YP: عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط مطلوب، TOL: شاخص تحمل، MP: شاخص بهره‌وری متوسط، GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، STI: شاخص تحمل تنش و SSI: شاخص حساسیت به تنش.



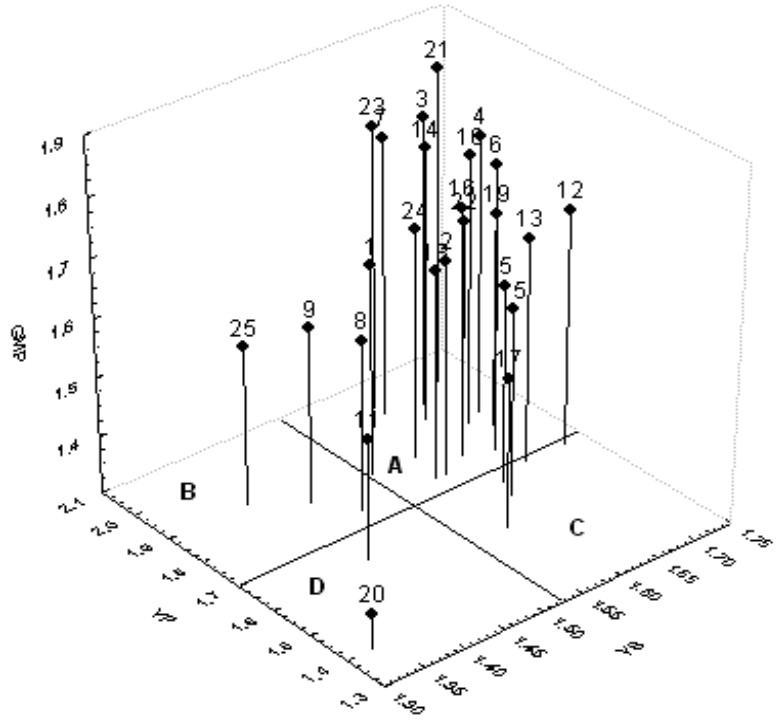
شکل ۱. دندروگرام حاصل تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس شاخص‌هایMP ، GMP وSTI

میانگین حسابی با توجه به هم‌بستگی بسیار بالای این دو شاخص با شاخص تحمل تنش عیناً شبیه نتایج ذکر شده در بالا بود (شکل ۳ و ۴). استفاده از نمودارهای سه بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها توسط احمدی (۲)، جزائری (۵)، سوری (۷)، فرناندز (۱۵)و یوسفی آذر (۱۲) مورد استفاده و تأیید قرار گرفته است.

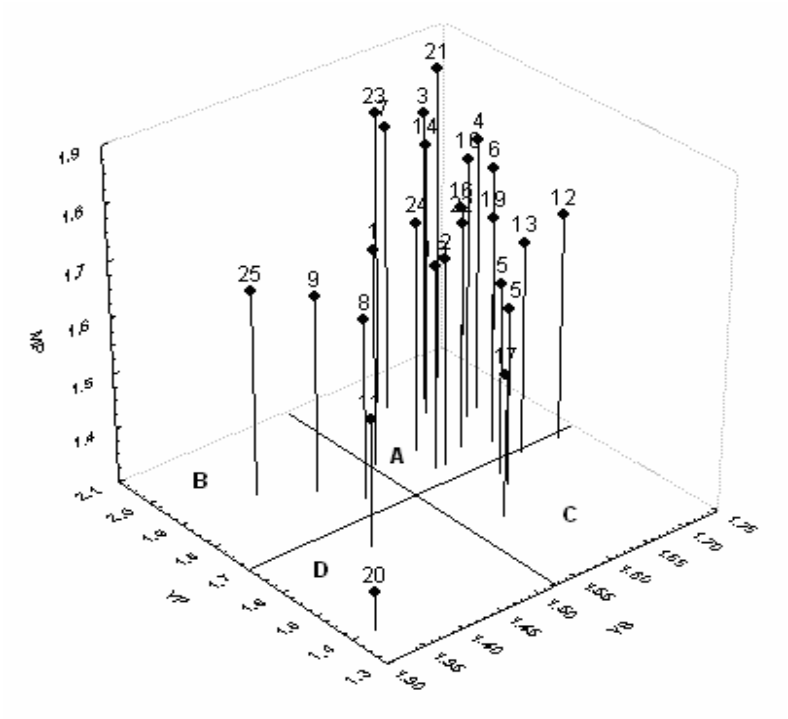
در این آزمایش پس از انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی پنج شاخص و دو صفت عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش در ۲۵ ژنوتیپ همان‌گونه که در (جدول ۶) ملاحظه می‌گردد دو مؤلفه اول با داشتن مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک مجموعاً ۹۸/۴۱۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان نمودند. لذا ترسیم دو بعدی بر اساس دو مؤلفه اول انجام شد. در این تحقیق اولین مؤلفه ۶۵/۷۴۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را بیان نمود و هم‌بستگی مثبت و بالایی با Yp، Ys، MP ، GMP و

www.SID.ir

Archive OF SID



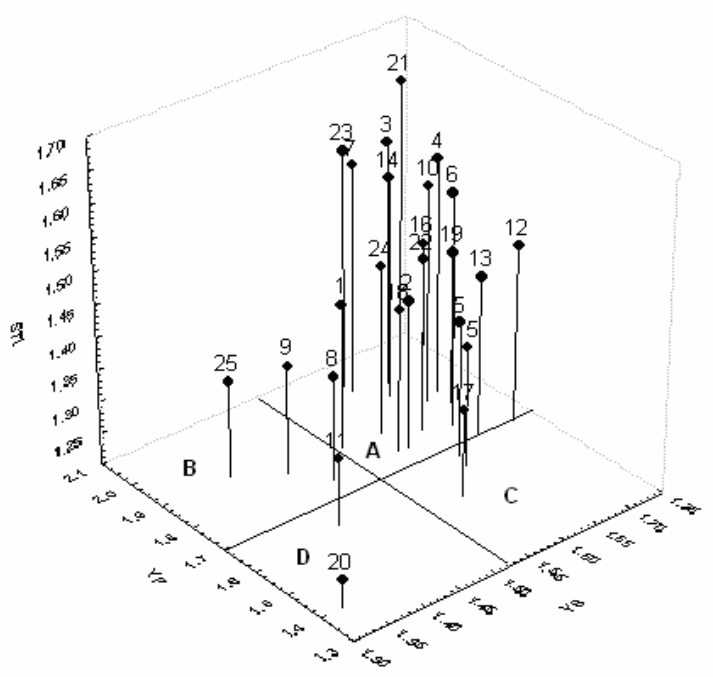
شکل ۲. نمودار تعیین ژنوتیپ‌های کلزا متحمل به خشکی بر اساس شاخص GMP



شکل ۳. نمودار تعیین ژنوتیپ‌های کلزا متحمل به خشکی بر اساس شاخص MP

www.SID.ir

Archive OF SID



شکل ۴. نمودار تعیین ژنوتیپ‌های کلزامتحمل به خشکی بر اساس شاخص STI

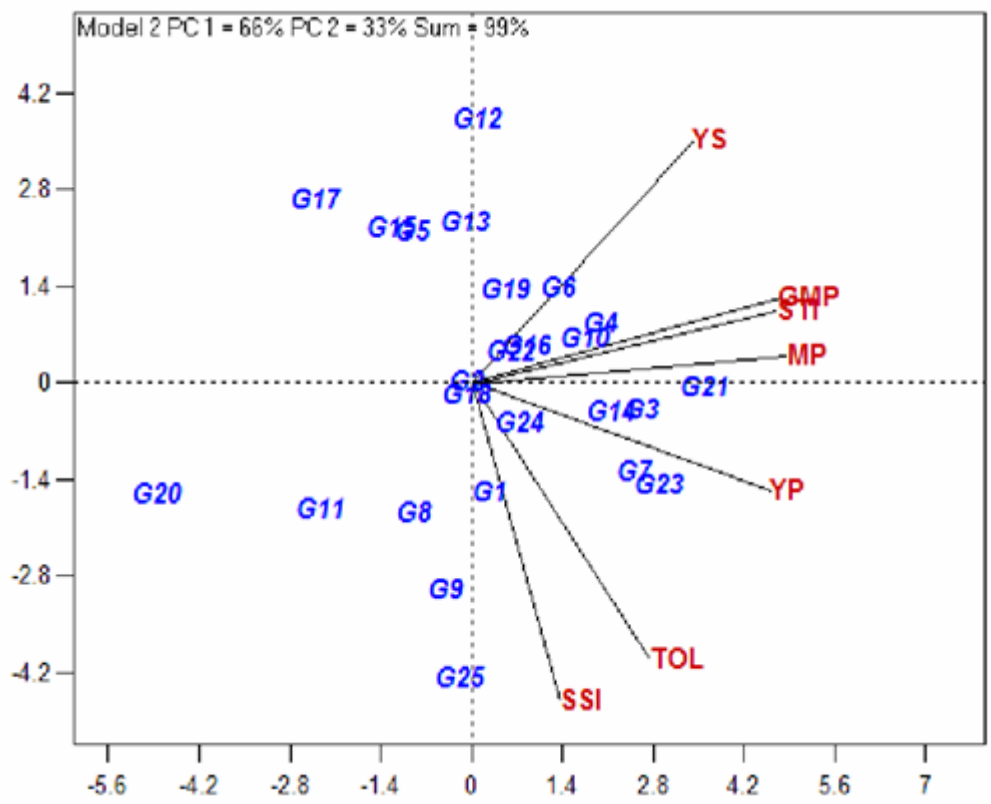
جدول۶. مقادیر ویژه، سهم تجمعی و بردارهای ویژه شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد کلزا در دو محیط

مؤلفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	YP	YS	TOL	MP	GMP	STI	SSI
۱	۴/۶۰۲	۶۵/۷۴۱	۰/۹۴۰	۰/۶۹۶	۰/۵۶۱	۰/۹۹۳	۰/۹۶۷	۰/۹۵۹	۰/۲۷۷
۲	۲/۲۸۷	۹۸/۴۱۲	۰/۳۲۱	-۰/۷۱۴	۰/۸۲۱	-۰/۰۸۱	-۰/۲۴۸	۰/۲۱۵	۰/۹۴۱

STI داشت. از این بابت به نام مؤلفه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی نام‌گذاری گردید. با توجه به این که میزان بالای این شاخص‌ها مطلوب است، بنابراین روی بای‌پلات حاصله با توجه به مقادیر مثبت و بالای این مؤلفه می‌توان ژنوتیپ‌هایی را که دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های MP ، GMP و STI بالا هستند، انتخاب کرد. دومین مؤلفه ۳۲/۶۷ درصد از کل تغییرات داده‌ها را بیان نمود و هم‌بستگی منفی بالا با عملکرد در شرایط تنش و هم‌بستگی مثبت بالا با شاخص‌های حساسیت و تا حدودی Yp و STI داشت. از این رو نامگذاری به نام مؤلفه حساسیت به تنش خشکی و پایداری عملکرد نامگذاری گردید. این مؤلفه می‌تواند ژنوتیپ‌های با پایداری عملکرد پایین و پتانسیل عملکرد متوسط را انتخاب کند و از آنجا که مقادیر کم شاخص‌های حساسیت مطلوب است پس اگر در بای‌پلات نواحی با میزان پایین این مؤلفه در نظر گرفته شود، می‌توان ژنوتیپ‌های با Ys بالا و شاخص‌های حساسیت پایین را انتخاب کرد. بر اساس دو مؤلفه فوق نمودار بای پلات ترسیم گردید. (شکل ۵) به طوری که ژنوتیپ‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار گرفتند که ارتباط آنها با عملکردهای تنش و بدون تنش و شاخص‌های مورد بحث به خوبی مشهود است. همان‌گونه که در (شکل ۵) ملاحظه می‌گردد ژنوتیپ‌های ۱۶، ۶، ۱۰، ۲۱، ۲۳، ۱۴، ۳ و ۴ که در ناحیه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی

www.SID.ir

Archive OF SID



شکل۵. نمایش بای‌پلات در هفت شاخص برای ژنوتیپ‌های کلزا بر اساس مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

(قسمت سمت راست) در مجاورت شاخص‌های تحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های ۹، ۲۵، ۱۱و ۸ در ناحیه حساسیت به تنش خشکی و عملکرد پایین (قسمت پایین) در مجاورت شاخص‌های حساسیت قرار گرفته‌اند و این عکس‌العمل‌های متفاوت نشانگر تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط خشکی است. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای پلات برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی با مطالعات احمدی (۲)، گل آبادی (۱۷)، گلستانی (۱۱)، سوری (۷) و یوسفی آذر (۱۲) در تطابق است. با توجه به این مطالب شاخص‌های MP، GMP و STI به خاطر هم‌بستگی مثبت بالا و یکسان با عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی گردیدند. با بررسی و مقایسه مقادیر به دست آمده این شاخص‌ها برای هر یک از ژنوتیپ‌ها و نتایج حاصله از (شکل ۵) در نهایت ۸ ژنوتیپ ۱۶، ۶، ۱۰، ۲۱، ۲۳، ۱۴، ۳ و ۴ که در ناحیه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی واقع شده‌اند و از مقادیر MP ، GMP و STI بالایی برخوردارند متحمل و ژنوتیپ‌های ۲، ۱۹، ۲۲ و ۱۸ که در مرز بین دو ناحیه پتانسیل و پایداری عملکرد و تحمل به خشکی بالا و پایین تا نواحی مرکزی واقع شده‌اند و مقادیر MP ، GMP و STI آنها نیز نسبت به ۸ ژنوتیپ مذکور کمتر بوده است، به عنوان نیمه متحمل شناسایی شدند.

بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق مشاهده شد که شاخص‌های STI ، MP و GMP در تفکیک ارقام متحمل به خشکی به طور مشابه‌ای عمل کردند و ژنوتیپ‌های یکسانی را در ارتباط با تنش شناسایی نمودند. بنابراین شاخص‌های مذکور که در شرایط اجرای این آزمایش هم‌بستگی بسیار بالایی با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش داشتند به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای شناسایی ارقام پر محصول با کمترین حساسیت نسبت به تنش خشکی شناخته شدند که با نتایج به دست آمده از پژوهش‌های احمدی(۲)، سوری(۷) و

www.SID.ir

Archive OF SID

گل آبادی(۱۷) مطابقت دارد. شاخص TOL ژنوتیپ‌هایی را که در شرایط تنش کاهش عملکرد داشته باشند، گزینش می‌کند. بنابراین ژنوتیپ‌های شناسایی شده توسط این شاخص عملکرد بالقوه پایینی خواهند داشت. از این شاخص می‌توان برای ارزیابی نهایی ارقامی که توسط سایر شاخص‌ها گزینش شده‌اند استفاده نمود (۱۵). استفاده از نمودار سه بعدی و روش ترسیمی بای‌پلات امکان گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا و متحمل به خشکی را از طریق استفاده از چند شاخص یا صفت متفاوت فراهم نمود. کاربرد نمودار سه بعدی از لحاظ سادگی کار در مقایسه با روش بای‌پلات که نیاز به انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی دارد، بیشتر است هر چند روش‌های بای‌پلات اطلاعات جامع مفیدتری را در اختیار قرار می‌دهد. نتایج به دست آمده از روش تجزیه خوشه‌ای نیز با سایر روش‌های استفاده شده در این تحقیق در توافق است. بنابراین ژنوتیپ‌های ۱۶، ۶، ۱۰، ۲۱، ۲۳، ۱۴، ۳ و ۴ به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و دارای عملکرد مناسب در دو شرایط تنش و بدون تنش شناخته شده، ارقام ۹، ۲۵، ۱۱و ۸ نیز با توجه به شاخص‌های محاسبه شده به عنوان ارقام حساس شناخته شده و ژنوتیپ‌های ۲، ۱۹، ۲۲ و ۱۸ دارای تحمل نسبی به خشکی هستند.

منابع مورد استفاده

۱. آلیاری، ه. و ف. شکاری. ۱۳۷۹. *دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی*. انتشارات عمیدی، تهران.

۲. احمدی، ج.، ح. زینالی خانقاه، م.ع. رستمی و ر. چوگان. ۱۳۷۹. بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی و استفاده از روش بای پلات در هیبریدهای ذرت دانه‌ای. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۱(۳): ۵۱۳- ۵۲۳.

۳. امیری اوغان، ح.، م. مقدم، م. ر. احمدی و س. ج. داوری. ۱۳۸۳. نحوه عمل ژن و وراثت پذیری شاخص های مقاومت به تنش خشکی در کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۵(۱): ۷۳-۸۳.

۴. پاسبان اسلام، ب.، م.ر. شکیبا، م.ر. نیشابوری، م. ر. مقدم و م. ر. احمدی. ۱۳۸۰. اثرات تنش کمبود آب بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا. مجله دانش کشاورزی ۱۰(۴): ۷۵- ۷۸.

۵. جزائری، م. ر. و ع. رضایی. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام یولاف در شرایط آب و هوایی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰(۳): ۳۹۳- ۴۰۴.

۶. خواجه پور، م. ر. ۱۳۷۰. تولید *نباتات صنعتی*. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه اصفهان.

۷. سوری، ج.، ح. دهقانی و س.ح. صباغ پور. ۱۳۸۴. مطالعه ژنوتیپ‌های نخود در شرایط تنش آبی. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۶): ۱۵۱۷-۱۵۲۷.

۸. شمس الدین سعید، م. و ح. فرح بخش. ۱۳۸۷. بررسی صفات کمی و کیفی کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۳): ۶۵- ۷۸.

۹. شیخ، ف. ۱۳۸۲. ارزیابی مقاومت به خشکی ارقام بهاره کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۱۰. عزیزی، م.، ا. سلطانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. *کلزا: فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی، تکنولوژی زیستی (ترجمه)*. چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۱. گلستانی، م. و ح. پاک نیت. ۱۳۸۶. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین های کنجد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۴۱): ۱۴۱- ۱۴۹.

www.SID.ir

Archive OF SID

۱۲. یوسفی آذر، م. و ع. رضایی. ۱۳۸۶. ارزیابی تحمل به خشکی در لاین‌های گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۴۲): ۱۱۳-۱۲۱.

13. Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Boca Raton, FL.
14. Clark, J. M., M. D. Ronald and T. F. Towenly-Smith. 1992. Evaluation of method for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Sci. 32:723-728.
15. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. PP. 257-270. *In*: C.G. Kuo. (Eds.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water-Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
16. Fischer, R and R. Mourer. 1987. Drought resistant in spring wheat cultivar. I. Grain responses Aust. Res. 29: 895-97.
17. Golabadi, M., A. Arzani and S.A.M. Mirmohamadi Maibody. 2006. Assesment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. Afr. J. Agric. 5: 162-171.
18. Kaiserlatif, CH. and H.A. Sadaqat. 2004. Potantial and genetic basis of drought tolerance in canola (*Brassica napus*) II. Heterosis manifestation in some morphophysiological traits in canola. Intl. J. Agri. Biol. 6(1): 82-85.
19. Kristin, A. S., R. R. Serna, F. I. Perez, B. C. Enriquez, J. A. A. Gallegos, P. R. Vallejo, N. Wassimi and J. D. Kelley. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
20. Malcom, J. M. and W.S. Doug. 2002. Heat stress during flowering in summer Brassica. Crop Sci. 42: 797-803.
21. Qifuma, Sh., R. Niknam and D.W. Turner. 2006. Resposes of osmotic adjustment and seed yield of Brassica napus and B. juncea to soil water deficit at different growth stages. Aust. J. Agric. Res. 57: 221-226.
22. Rosille, A. A. and J. Hambilin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 43-46.
23. Sadaqut, H. A., M. H. Nadeem tahir and M. T. Hussain. 2003. Physiological aspect of drought tolerance in canola (*Brassica napus*). Intl. Agric. Biol. 23: 1560-8530.
24. Simane, B., P. C. Struik, M. Nachit and J. M. Peacock. 1993. Ontogenetic analysis of yield omponents and yield stability of durum wheat in water limited environments. Euphytica 71: 211-219.
25. Siose Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Pustin and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Res. 98: 222-229.
26. Srivastava, J. P, E. Acevedo and S. Varma. 1987. Drought Tolerance in Winter Cereal. John Wiley Pub., USA.

www.SID.ir