

ارزیابی تحمل برخی ژنوتیپ‌های سویا به تنش خشکی

مهدی زارع^۱، حسن زینالی خانقاه^۲ و جهانفر دانشیان^۳

۱، دانشجوی دوره دکتری واحد علوم و تحقیقات تهران.

۲، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۳، عضو هیأت علمی و محقق بخش تحقیقات دانه های روغنی - مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۱۰/۱۷

خلاصه

کم آبی اولین عامل محدود کننده تولید سویا در مناطق نیمه خشک می‌باشد. بنابراین، افزایش عملکرد سویا مستلزم انتخاب ارقام مقاوم و سازگار با شرایط اقلیمی خشک یا کم آب ایران می‌باشد. در این تحقیق، به منظور تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ارقام و لاین‌های سویا، دو آزمایش مجزا در قالب طرح لاتیس ۵×۵ در شرایط تنش و آبیاری کامل انجام شد. پس از انجام تجزیه واریانس بر اساس طرح لاتیس ساده، سودمندی نسبی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی، کمتر برآورد گردید. بنابراین تجزیه آماری داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. بر اساس نتایج حاصل از همبستگی بین شاخص‌ها، شاخص‌های میانگین هارمونیک^۱ تحمل به تنش^۲، میانگین هندسی بهره‌وری^۳ و میانگین حسابی بهره‌وری^۴ به عنوان بهترین شاخص‌ها شناسایی شدند. بر پایه نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه اول در مجموع ۹۳/۷۲ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند. مؤلفه اول به عنوان مؤلفه تحمل به خشکی و مؤلفه دوم به عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از شاخص‌های مقاومت به خشکی و ترسیم بای‌پلات مشخص گردید که رقم Williams مقاوم‌ترین رقم در بین ارقام مورد مطالعه نسبت به خشکی است و ارقام L₁₁، Delsoy4210، A3237 و Linford به عنوان ارقام دارای عملکرد بالقوه در هر دو محیط شناسایی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: شاخص، تنش، سویا، خشکی، عملکرد

مقدمه

از میان تنش‌های زیستی و محیطی که گیاهان زراعی طی فصل رشد در معرض آنها هستند، کمبود رطوبت نتیجه به مراتب شدیدتری بر کاهش عملکرد دارد (۶). اکثر محصولات زراعی در مراحل مختلف رشد و نمو، تنش آب را تجربه می‌کنند و تغییرات روزانه رطوبت را در وضعیت داخلی آب خود، حتی تحت شرایط آبیاری نشان می‌دهند (۲). کم آبی اولین عامل محدود کننده تولید سویا در مناطق نیمه خشک می‌باشد (۱۲).

کشور ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌لیتر در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد (۳). لذا، افزایش عملکرد سویا مستلزم انتخاب ارقام مقاوم و سازگار با شرایط اقلیمی خشک یا کم آب ایران می‌باشد. میزان تحمل گیاه سویا به شرایط خشکی، بستگی به تاریخ کشت و استقرار گیاه، گروه رسیدگی، زمان و طول مدت وجود شرایط خشکی

1. Harmonic Index (HARM)

2. Stress Tolerance Index (STI)

3. Geometric Mean Productivity (GMP)

4. Mean Productivity (MP)

استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم بای پلات مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ دو آزمایش مجزا در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی در کرج اجرا گردید. در این آزمایش، ۲۵ رقم و لاین سویا که در سه گروه رسیدگی II، III و IV قرار داشتند، مورد مطالعه قرار گرفتند. هر آزمایش در قالب طرح لاتیس ۵ × ۵ اجرا گردید. آزمایش اول در شرایط آبیاری کامل و آزمایش دوم در شرایط تنش خشکی صورت گرفت. هر کرت آزمایشی دارای ۴ خط به طول ۴ متر بود. فاصله بین خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته روی خطوط کاشت ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فهرست اسامی ارقام و لاین‌های تحت بررسی، در جدول ۱ آمده است.

تاریخ کاشت در هر دو آزمایش، ۲۸ اردیبهشت سال ۱۳۸۰ بود. قبل از کاشت، بذور با باکتری بردی ریزوبیوم جاپونیکوم تلقیح شدند. عملیات کاشت برای هر دو آزمایش یکسان و به صورت دستی انجام گرفت. عملیات آبیاری در آزمایش اول (شاهد) بر اساس ۶۰ میلی‌لیتر تبخیر از تشتک تبخیر در تمام طول دوره رشد و آزمایش دوم (شرایط تنش)، تا قبل از مرحله نمو زایشی، مشابه با آزمایش اول و از زمان ورود به مرحله نمو زایشی تا زمان برداشت، بر اساس ۱۵۰ میلی‌لیتر تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت.

جهت حذف گیاهان رقیب برای جذب آب در طی دوره رشد، ۵ بار وجین دستی و ۱ بار وجین ماشینی جهت مبارزه با علف‌های هرز انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل تعداد روز از کاشت تا شروع گلدهی (R_1)، تعداد روز از کاشت تا شروع تشکیل غلاف (R_2)، تعداد روز از کاشت تا شروع رسیدن (R_3)، تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل (R_4)، بر اساس تقسیم بندی ارائه شده توسط فهر و کاوینس (۴) اندازه گیری شدند. تعداد روز تا پایان گلدهی، تعداد روز از کاشت تا زمان $R_{5/5}$ می باشد. طول دوره گلدهی، از مرحله R_1 تا مرحله تعداد روز تا پایان گلدهی در نظر گرفته شد.

دارد (۱۶). تنش رطوبت در سویا از زمان استقرار گیاه تا گلدهی آنچنان اهمیتی ندارد (۱۰). تنش خشکی طی رشد و نمودار زایشی (پیش از رسیدگی فیزیولوژیک) عملکرد و اجزای عملکرد دانه را کاهش می‌دهد که بستگی به شدت و زمانی دارد که تنش صورت گرفته است (۲۰). کمبود آب در بسیاری از مراحل نمو سویا عملکرد را کاهش داده اما اثرات منفی تنش در طی گلدهی و تشکیل بذر و پرشدن دانه بسیار مهم می‌باشد (۱۷). سویا جهت جوانه زدن، به ۵۰٪ وزن خود آب نیازمند است و رطوبت اضافی برای بالا آمدن از سطح خاک، مورد نیاز می‌باشد (۱۰). مرحله R_1 همانند جوانه‌زنی جزء مراحل بحرانی رشد در سویا می‌باشد و خشکی می‌تواند کاهش شدیدی را در عملکرد بالقوه باعث شود (۱۵). مؤمن و همکاران (۱۹۷۹) گزارش کردند که گیاهانی که در مرحله R_1 در معرض تنش قرار گرفتند، پس از تنش به طور کامل بهبود یافتند. سمی سیکلاس و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که تنش خشکی اعمال شده در مرحله R_2 موجب کاهش تعداد دانه در مراحل بعدی رشد و نمو زایشی می‌شود. به علاوه اعمال تنش در R_2 وزن خشک بوته را نسبت به شاهد کاهش داد. این دوره یک مرحله بحرانی نسبت به تنش خشکی در ارقام محدود و نامحدود محسوب می‌شود (۱۱). وقوع خشکی طی رشد زایشی، به ویژه در مرحله غلاف‌دهی کامل، معمولاً کاهش‌های شدیدی را در عملکرد دانه به وجود می‌آورد (۱۷). مکمل و همکاران (۱۹۸۴) بیان کردند که تنش شدید در مرحله R_5 ، وزن بوته و عملکرد را به ترتیب به میزان ۵۰-۲۰ درصد و ۴۶ تا ۵۰ درصد بود. طبق بررسی دیلاچ (۱۹۸۰) تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه، نتیجتاً بذور چروکیده را پدید می‌آورد.

فرناندز (۱۹۹۲)، با استفاده از نتایج همبستگی بین شاخص‌های MP, TOL, SSI و STI با Y_p و Y_s نتیجه گرفت که STI ، شاخص عملکرد بالقوه و تحمل به تنش می‌باشد و قادر است که ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها جدا نماید. هدف از این تحقیق، تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ارقام و لاین‌های سویا می‌باشد. جهت رسیدن به این هدف، ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی، تعیین همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش و کاهش تعداد متغیرها با

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

شماره رقم	نام رقم	شماره رقم	نام رقم	شماره رقم	نام رقم	شماره رقم	نام رقم	شماره رقم	نام رقم
۱	Williams	۶	Charleston	۱۱	L 11	۱۶	Linford	۲۱	NMSB 5779
۲	Hamilton	۷	Probst	۱۲	Stressland	۱۷	5 wcne	۲۲	TN4.5612
۳	Steel	۸	William 82	۱۳	Mustang	۱۸	Iroquois	۲۳	Macon
۴	Harcor	۹	Cins 241105	۱۴	Salin	۱۹	NMSB 129	۲۴	Century
۵	LD ₃	۱۰	M ₁₂	۱۵	Brobst	۲۰	Delsoy 4210	۲۵	A3237

نتایج و بحث

پس از نرمال کردن داده‌ها و آزمون یکنواختی واریانس‌ها، تجزیه واریانس بر اساس مدل طرح لاتیس ساده انجام گرفت. به علت یکنواختی ماده آزمایشی بلوک‌های ناقص در تکرارها، سودمندی نسبی طرح لاتیس نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی در اکثر صفات مورد تجزیه، کمتر برآورد گردید (جدول ۲) و بدین ترتیب تجزیه آماری داده‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی برای ارقام در (جدول ۳) آمده است. بر اساس دو شاخص SSI و TOL که هر چه مقدار حاصله کوچکتر باشند، ژنوتیپ مورد نظر متحمل‌تر می‌باشد، ارقام Charleston و Steel به عنوان متحمل‌ترین ارقام شناسایی می‌شوند و از آنجایی که این دو شاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط آبیاری کامل می‌شوند، لذا نتایج حاصله دور از انتظار نبود.

از طرف دیگر بر اساس شاخص‌های STI، MP، HARM و GMP که مقادیر بالای آنها دلالت بر تحمل ژنوتیپ تحت بررسی دارد، ارقام Williams و L₁₁ به عنوان ارقامی با عملکرد بالا در هر دو آزمایش شناسایی شدند. نتایج حاصل از بررسی میزان همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش و آبیاری کامل در جدول ۴ آورده شده است. همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش و آبیاری کامل برابر با (r=۰/۴۳۰) بود که در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل با شاخص‌های STI، GMP، SSI، MP، TOL، HARM و همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد و عملکرد دانه تحت شرایط تنش با شاخص‌های MP، HARM، STI، GMP همبستگی مثبت و

طول دوره زایشی، مرحله بین R_۱ و R_۸ است که از تفاضل R_۸ از R_۱ برآورد گردید. طول دوره رشد، تعداد روز از کاشت تا زمان برداشت می‌باشد. ارزیابی صفات ریخت‌شناسی و اجزاء عملکرد دانه بر اساس نمونه برداری از ۸ بوته تصادفی از هر کرت بدست آمد. بر این اساس صفات تعداد گره، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، فاصله اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف پوک شاخه فرعی، تعداد غلاف پوک ساقه اصلی، تعداد غلاف پوک بوته (مجموع تعداد غلاف پوک شاخه فرعی و ساقه اصلی)، تعداد غلاف شاخه فرعی، تعداد غلاف ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر شاخه فرعی، تعداد بذر ساقه اصلی، تعداد بذر در بوته، وزن غلاف شاخه فرعی، وزن غلاف ساقه اصلی، وزن غلاف بوته، وزن بذر شاخه فرعی، وزن بذر ساقه اصلی، وزن بذر بوته، وزن ساقه اصلی، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. کلیه توزین‌ها توسط ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم صورت گرفت. شاخص برداشت با تقسیم وزن دانه بوته بر مجموع وزن غلاف گیاه و وزن بوته، به دست آمد. برای اندازه‌گیری درصد روغن و پروتئین دانه در سویا از دستگاه NIR استفاده گردید. جهت برآورد درصد تغییرات از فرمول زیر استفاده گردید.

$$\times 100 = \frac{\text{میانگین صفت تحت شرایط تنش} - \text{میانگین صفت تحت شرایط بدون تنش}}{\text{میانگین صفت تحت شرایط بدون تنش}} = \text{درصد تغییر صفت}$$

پس از جمع‌آوری داده‌ها، آزمون ارزیابی نرمال بودن داده‌ها انجام گرفت و صفاتی که فراوانی آن‌ها از توزیع نرمال برخوردار نبود، با استفاده از تبدیل داده‌ها نرمال شدند.

جدول ۲- سودمندی نسبی طرح لاتیس ساده نسبت به طرح بلوک کامل تصادفی در شرایط تنش و آبیاری کامل در سویا

صفت	شرایط تنش	شرایط آبیاری کامل
تعداد روز از کاشت تا گلدهی (R_1)	۸۵/۱۶	۱۰۵/۱۱
تعداد روز از کاشت تا غلافدهی (R_2)	۱۲۰/۰۶	۷۴/۸۳
تعداد روز از کاشت تا دانه دهی (R_5)	۹۶/۸۰	۸۱/۷۰
تعداد روز تا پایان گلدهی	۱۰۲/۰۱	۷۹/۶۸
تعداد روز از کاشت تا شروع رسیدن (R_7)	۱۰۲/۸۴	۱۰۱/۵۳
تعداد روز از کاشت تا رسیدگی کامل (R_8)	۸۸/۹۱	۱۰۳/۰۳
طول دوره پر شدن فعال دانه (روز)	۸۳/۰۵	۸۳/۰۳
طول دوره گلدهی	۹۹/۳۲	۸۴/۰۵
طول دوره زایشی	۷۹/۷۶	۱۰۱/۵۲
طول دوره رشد	۱۰۰/۱۱	۱۱۲/۹۰
تعداد گره	۸۷/۵۰	۹۵/۳۷
ارتفاع بوته (سانتی متر)	۸۸/۶۸	۹۳/۹۱
تعداد شاخه فرعی	۸۲/۹۹	۷۵/۰۳
فاصله اولین غلاف از سطح زمین (سانتی متر)	۱۰۰/۰۷	۹۸/۱۷
تعداد غلاف پوک شاخه فرعی	۱۰۰/۷۶	۱۰۲
تعداد غلاف پوک ساقه اصلی	۱۰۱/۶۱	۸۱/۹۹
تعداد غلاف پوک بوته	۱۰۲/۷۹	۱۰۰/۰۱
تعداد غلاف شاخه فرعی	۱۱۰/۴۲	۹۶/۰۸
تعداد غلاف ساقه اصلی	۸۱/۶۹	۱۱۰/۵۲
تعداد غلاف در بوته	۸۸/۹۷	۱۰۹/۸۸
تعداد بذر شاخه فرعی	۱۰۴/۱۴	۷۷/۴۲
تعداد بذر ساقه اصلی	۹۳/۴۳	۷۶/۸۴
تعداد بذر در بوته	۱۰۳/۴۷	۷۷/۸۳
وزن غلاف شاخه فرعی (گرم)	۷۹/۲۵	۸۰/۰۷
وزن غلاف ساقه اصلی (گرم)	۸۶/۴۸	۹۲
وزن غلاف بوته (گرم)	۷۶/۸۶	۷۸/۲۴
وزن بذر شاخه فرعی (گرم)	۷۹/۴۷	۷۲/۶۸
وزن بذر ساقه اصلی (گرم)	۸۳/۱۳	۷۱/۷۰
وزن بذر بوته (گرم)	۷۶/۳۹	۸۰/۹۴
درصد روغن	۸۸/۵۳	۹۵/۳۶
درصد پروتئین	۸۹/۵۴	۱۰۰/۰۵
وزن ساقه اصلی (گرم)	۹۰/۰۵	۱۰۰/۰۹
وزن صد دانه (گرم)	۹۵/۵۶	۷۲/۶۷
شاخص برداشت	۱۰۰/۰۸	۹۱/۵۸
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۹۰/۰۵	۱۰۰/۰۹

معنی داری در سطح احتمال ۱٪ داشت. عملکرد دانه تحت تنش با شاخص SSI دارای همبستگی منفی و معنی داری در سطح احتمال ۱٪ ($r = -0/51$) و با شاخص TOL دارای همبستگی منفی و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بود ($r = -0/35$). به طور کلی شاخص‌هایی که در هر دو آزمایش دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشد به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند، چرا که این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط می‌باشند (۹).

در همین رابطه با توجه به نتایج ضرایب همبستگی شاخص‌های مختلف و عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های HARM، STI، GMP و MP به عنوان بهترین شاخص‌ها می‌توانند جهت دستیابی به ارقام پر محصول در هر دو شرایط محیطی به کار روند. فرشادفر (۱۳۷۶)، شاخص‌های MP، GMP و STI را به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش شناسایی نمود. فرناندز (۱۹۹۲) با استفاده از نتایج همبستگی بین شاخص‌های STI، MP، TOL، SSI و Y_p با نتیجه گرفت که STI، شاخص عملکرد بالقوه و تحمل به تنش می‌باشد و قادر است که ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها جدا نماید. محققینی نظیر خلیلی (۱۳۷۹) و سمیع زاده (۱۳۷۷) گزارش کردند که شاخص‌های MP و STI به عنوان بهترین شاخص‌ها می‌توانند جهت دستیابی به ارقام پر محصول در هر دو شرایط محیطی به کار روند. در این تحقیق، بای پلات ابزار مفیدی برای تجزیه اطلاعات بوده و ارزیابی نظری ساختار یک ماتریس بزرگ دو طرفه را ممکن می‌سازد. بدین منظور، ماتریس مورد نظر را که از اطلاعات جدول ۳ تشکیل شده بود، از طریق تکنیک تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، به هشت مؤلفه تقسیم شد که دو مؤلفه اول در مجموع ۹۳/۷۲ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند. استفاده از این دو مؤلفه و چشم پوشی از سایر مؤلفه‌ها، تنها موجب از دست رفتن بخش بسیار ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مؤلفه اول و دوم دارای کارایی بالا می‌باشد و بدین لحاظ ترسیم بر اساس دو مؤلفه اول صورت می‌گیرد. مقادیر ویژه دو مؤلفه اول در جدول ۵ ارائه شده است. مؤلفه اول ۶۲/۱۲ درصد از کل تغییرات را شامل شد. این مؤلفه همبستگی مثبت و بالایی را با شاخص‌های Y_p ، Y_s ، GMP، MP

می‌کند. لازم به توضیح است که تعیین بالا یا پایین بودن همبستگی هر شاخص با مؤلفه اول و دوم و با توجه به بالا یا پایین بودن وزنی که هر یک در معادله این مؤلفه‌ها به خود اختصاص داده‌اند و با در نظر گرفتن مقدار ۰/۳۵ به عنوان نقطه حد این تقسیم‌بندی در نظر گرفته شد.

و HARM نشان داد که شاخص‌های مرتبط با عملکرد دانه را در بر می‌گیرد. بنابراین، این مؤلفه به عنوان مؤلفه عملکرد بالقوه و تحمل به خشکی نامگذاری می‌شود. این مؤلفه ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد دانه بالا و متحمل به خشکی را از ژنوتیپ‌های با میانگین عملکرد دانه پایین و حساس جدا

جدول ۳- برآورد میزان حساسیت لاین‌ها توسط شاخص‌های تحمل به خشکی در سویا

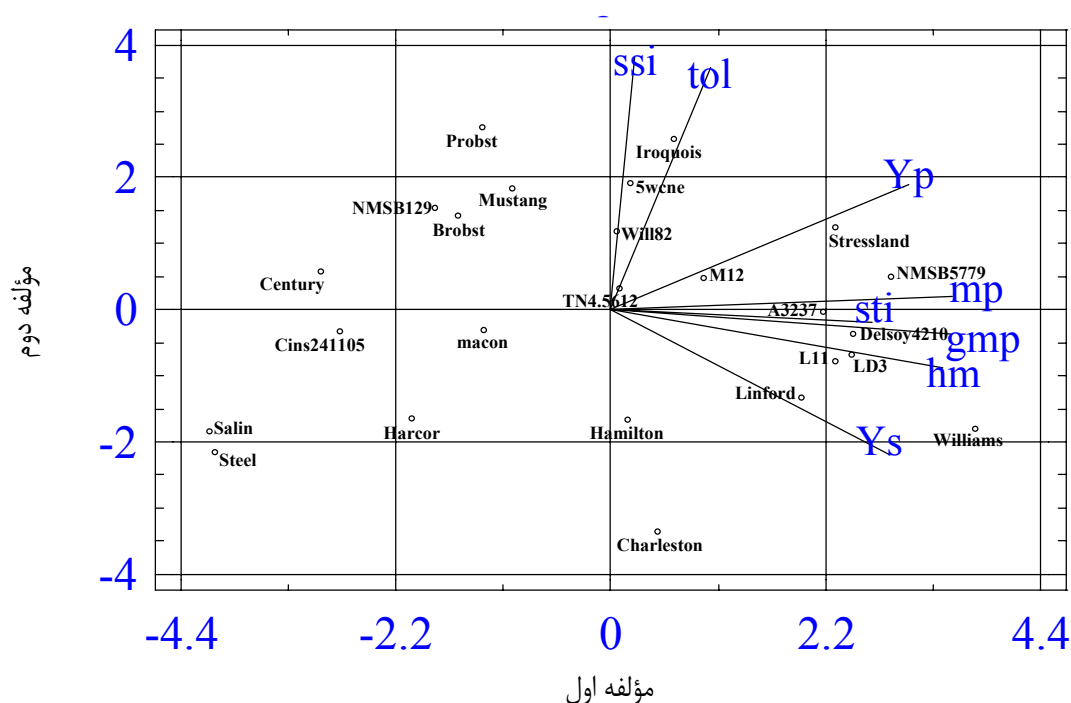
شاخص‌های تحمل به تنش خشکی								نام رقم	شماره رقم
(HARM)	(MP)	(TOL)	(SSI)	(STI)	(GMP)	(YS)	(Yp)		
۲۶۲۷/۹	۲۶۶۵	۶۲۸/۸۰	۰/۵۵۹۸	۱/۰۷۰۱	۲۶۴۶	۲۳۵۱	۲۹۷۹	Williams	۱
۲۰۵۳/۷	۲۰۷۸/۹	۴۵۷/۱۱	۰/۵۲۵۵	۰/۶۵۲۴	۲۰۶۶	۱۸۵۰	۲۳۰۷	Hamilton	۲
۱۳۵۰/۷	۱۳۵۳/۲	۱۱۵/۶۷	۰/۲۱۷۵	۰/۲۷۹۳	۱۳۵۲	۱۲۹۵	۱۴۱۱	Steel	۳
۱۶۸۵/۸	۱۷۰۲/۵	۳۳۷/۰۴	۰/۴۷۷۸	۰/۴۳۸۵	۱۶۹۴	۱۵۳۴	۱۸۷۱	Harcor	۴
۲۳۸۲/۲	۲۴۶۴/۸	۹۰۲/۲۰	۰/۸۲۰۷	۰/۸۹۷۲	۲۴۲۳	۲۰۱۴	۲۹۱۶	LD ₃	۵
۲۱۳۸/۳	۲۱۳۸/۳	۵/۴۰۵	۰/۰۰۶۷	۰/۶۹۸۷	۲۱۳۸	۲۱۳۶	۲۱۴۱	Charleston	۶
۱۵۲۱/۶	۱۹۱۱/۷	۱۷۲۷/۱	۱/۶۵۰۸	۰/۴۴۴۵	۱۷۰۶	۱۰۴۸	۲۷۷۵	Probst	۷
۱۸۸۴/۲	۲۰۹۴/۲	۱۳۲۶/۳	۱/۲۷۵۹	۰/۶۰۲۹	۱۹۸۶	۱۴۳۱	۲۷۵۷	Will 82	۸
۱۵۱۳/۳	۱۵۷۷/۸	۶۳۸/۱۳	۰/۸۹۲۳	۰/۳۶۴۸	۱۵۴۵	۱۲۵۹	۱۸۹۷	Cins 241105	۹
۲۰۷۸/۰	۲۲۳۰/۵	۱۱۶۶/۴	۱/۰۹۹۶	۰/۷۰۸۲	۲۱۵۳	۱۶۴۷	۲۸۱۴	M 12	۱۰
۲۵۸۲/۱	۲۶۶۰/۶	۹۱۴/۲	۰/۷۷۷۸	۱/۰۴۹۷	۲۶۲۱	۲۲۰۳	۳۱۱۸	L 11	۱۱
۲۲۳۶/۵	۲۴۷۴/۳	۱۵۳۴/۲	۱/۲۵۵۵	۰/۸۴۵۶	۲۳۵۲	۱۷۰۷	۳۲۴۱	Stressland	۱۲
۱۶۵۹/۳	۱۹۲۹/۴	۱۴۴۳/۸	۱/۴۴۴۴	۰/۴۸۹۲	۱۷۸۹	۱۲۰۸	۲۶۵۱	Mustang	۱۳
۱۳۳۴/۴	۱۳۴۰/۵	۱۸۱/۵	۰/۳۳۶۴	۰/۲۷۳۳	۱۳۳۷	۱۲۵۰	۱۴۳۱	Salin	۱۴
۱۶۰۳/۱	۱۸۲۱/۴	۱۲۶۱	۱/۳۶۴۲	۰/۴۴۶۲	۱۷۰۹	۱۱۹۱	۲۴۵۲	Brobst	۱۵
۲۲۳۰/۷	۲۳۷۷	۶۶۳/۷	۰/۶۴۹۹	۰/۸۴۶۵	۲۳۵۴	۲۰۴۵	۲۷۰۹	Linford	۱۶
۱۸۴۶/۶	۲۱۳۹/۵	۱۵۸۳	۱/۴۳۲۷	۰/۶۰۳۷	۱۹۸۸	۱۳۴۸	۲۹۳۱	5 wcne	۱۷
۱۸۵۷/۰	۲۲۴۰/۸	۱۸۵۴/۵	۱/۵۵۲۸	۰/۶۳۵۸	۲۰۴۰	۱۳۱۳	۳۱۶۸	Iroquois	۱۸
۱۵۵۵/۱	۱۷۸۲/۷	۱۲۷۴/۱	۱/۳۹۶۶	۰/۴۲۳۶	۱۶۶۵	۱۱۴۶	۲۴۲۰	NMSB 129	۱۹
۲۳۶۸/۷	۲۴۷۰/۷	۱۰۰۴/۴	۰/۸۹۶۲	۰/۸۹۴۳	۲۴۱۹	۱۹۶۹	۲۹۷۳	Delsoy 4210	۲۰
۲۳۷۹/۰	۲۵۵۰/۶	۱۳۲۳/۲	۱/۰۹۲۷	۰/۹۲۷۱	۲۴۶۳	۱۸۸۹	۳۲۱۲	NMSB 5779	۲۱
۱۹۴۸/۵	۲۰۸۱/۳	۱۰۵۱/۳	۱/۰۶۹۷	۰/۶۱۹۷	۲۰۱۴	۱۵۵۶	۲۶۰۷	TN4.5612	۲۲
۱۷۵۵/۸	۱۸۳۳/۳	۷۵۳/۹	۰/۹۰۴۷	۰/۴۹۱۹	۱۷۹۴	۱۴۵۶	۲۲۱۰	Macon	۲۳
۱۴۳۴/۴	۱۵۵۵/۱	۸۷۳/۹	۱/۱۶۳۶	۰/۳۴۰۴	۱۴۹۳	۱۱۱۸	۱۹۹۲	Century	۲۴
۲۳۰۲/۰	۲۴۲۵/۱	۱۰۹۲/۶	۰/۹۷۵۳	۰/۸۵۳۰	۲۳۶۳	۱۸۷۹	۲۹۷۱	A ₃₂₃₇	۲۵

جدول ۴- شاخص‌های تحمل به خشکی

	Yp	Ys	STI	GMP	SSI	TOL	MP	HARM
Yp	۱							
Ys	۰/۴۳۰*	۱						
STI	۰/۵۷۷**	۰/۵۷۹**	۱					
GMP	۰/۸۲**	۰/۸۷**	۰/۶۸۲**	۱				
SSI	۰/۵۴**	-۰/۵۱**	۰/۰۰۳	-۰/۰۲۷	۱			
TOL	۰/۷۲**	-۰/۳۵۱*	۰/۱۶۶	۰/۱۹۷	۰/۹۶**	۱		
MP	۰/۹۰**	۰/۷۹**	۰/۶۸۰**	۰/۹۹**	۰/۱۱۵	۰/۳۴۰	۱	
HARM	۰/۷۳۱**	۰/۹۲۳**	۰/۶۷۰**	۰/۹۹۰**	-۰/۱۵۶	۰/۰۶۲	۰/۹۵۷**	۱

* و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

بای - پلات



شکل ۱- ترسیم گرافیکی بای پلات بر اساس مؤلفه اول و دوم برای ارقام مورد مطالعه در سویا

اساس مؤلفه اول و دوم، بای پلات ترسیم گردید. همان طور که از شکل ۱ پیداست، با توجه به زوایای خطوطی که شاخص‌ها را نمایش می‌دهند، ملاحظه می‌شود که شاخص‌های TOL و SSI همبستگی منفی و معنی داری با عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) و همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Yp) دارند. این در حالی است که شاخص‌های MP، HARM، GMP و STI دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه در هر دو آزمایش هستند. در نمودار بای پلات ترسیمی (شکل ۱)

دومین مؤلفه ۳۱/۶۰ درصد از تغییرات کل را تفسیر نموده و همبستگی منفی بالا (-۰/۳۶) با عملکرد تحت شرایط تنش (Ys) و همبستگی مثبت بالا با شاخص‌های TOL و SSI داشت. بنابراین، مؤلفه دوم را می‌توان به عنوان مؤلفه حساسیت به تنش نامگذاری نمود که ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه پایین در شرایط تنش و مقادیر بالای TOL و SSI را جدا می‌کند. با توجه به دو مؤلفه، ژنوتیپ‌ها در درون گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند که مرتبط با میانگین عملکردشان و تحمل به تنش آنهاست. بر

عملکرد پایین بوده و جزء ارقام حساس به خشکی شناسایی شدند. با توجه به نتایج به دست آمده از شاخص‌های مقاومت به خشکی و ترسیم بای پلات مشخص گردید که رقم Williams مقاوم‌ترین رقم در بین ارقام مورد مطالعه نسبت به خشکی است و به دنبال آن ارقام LD₃، L₁₁، A₃₂₃₇، Delsoy₄₂₁₀ و Linford و عنوان ارقام متحمل به خشکی قابل شناسایی بودند.

ناحیه سمت راست پایین (مقادیر بیشتر مؤلفه اول و مقادیر کمتر مؤلفه دوم) به عنوان ناحیه مورد نظر انتخاب می‌شود. در بای پلات حاصل، ارقام Delsoy₄₂₁₀، LD₃، A₃₂₃₇، L₁₁، Williams و Linford در ناحیه مورد نظر قرار گرفته‌اند و به عنوان ارقام متحمل به خشکی شناسایی می‌شوند. ارقام Probest، Mustang، NMSB₁₄₉، Brobst و Century دارای

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. خلیلی، م.، ح. کاظمی اربط، م. مقدم، م. ر. شکبیا و ر. چوگان. ۱۳۷۹. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی در مراحل مختلف فنولوژیکی ژنوتیپ‌های ذرت. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. بابلسر. دانشگاه مازندران. ۱۳-۱۶ شهریور. صفحه ۱۰۹.
۲. رحیمیان، ح. و م. بنایان. ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۴۴ صفحه.
۳. سرمدنی، غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۱۸ - ۱۵ شهریور. صفحه ۱۷۲-۱۵۷.
۴. سمیع زاده، ح.، ع. ر. طالعی، ع. گرامی و ح. پوردوایی. ۱۳۷۷. بررسی تعیین مناسب‌ترین شاخص حساسیت به خشکی در ارقام نخود. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج - مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۳-۹ شهریور. صفحه ۲۴۸.
۵. فرشاد فر، ع. ۱۳۷۶. روش شناسی اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی. طاق بستان. ۶۱۶ صفحه.
6. Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. Science, 218:443.
7. Delouche, J.C. 1980. Environmental effects on seed development and seed purity. Hort Science. 15:775-80.
8. Fehr, W.R. & C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Iowa Agric. Exp Stn. Rep. SR-80.
9. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of an the sympo. Taiwan, 13-16 Aug. 1992. By C.G. 1993. AVRDC.
10. John M. G. 2001. Drought stress in soybeans. http://www.uwex.edu/ces/cty/mauitowoc/Ag_papers/Drought_stress_soybean.pdf.
11. Kadhem, F.A., J. E. Specht, & J. H. Williams. 1985. Soybean irrigation serially timed during stages R₁ to R₆. I. Agronomic responses. Agron. J. 77:299.
12. Korte, L.L., J.E. Specht, J.H. Williams, & R.C. Sorenson. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. Crop Sci. 23:528-533.
13. Meckel, L., D.B. Egli, R.E. Phillips, D. Radcliffe, & J.E. Leggett. 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. Agron. J. 76:647-650.
14. Momen, N.N., R.E. Carlson, R.H. Shaw, & O. Arjmand. 1979. Moisture stress effects on the yield components of two soybean cultivars. Agron. J. 71:86-90.
15. Palmer, J., E.J. Dunphy & P. Reese. 1995. Managing drought-stressed soybeans in the southeast. <http://www.Ces.Ncsu.Edu/drought/dro-24.Html>.
16. Sholar, R. & K. Keim. 1998. Effects of drought on soybeans. 1998. <http://www.okstate.edu/osu-Ag/odes/timely/soybean.htm>.
17. Sionit, N., & P. J., Kramer. 1977. Effect of water stress during different, stages of growth of soybean. Agron. J. 69:274-278.

18. Smiciklas. K.D., R.E. Mullen, Carlsbn, & A.D. Knapp. 1992. Soybean seed quality effect response to drought stress and pod position. *Agron. J.* 84: 2, 166-170; 25 ref.
19. Van doren, jr., D.M., & D.C. Reicosky. 1987. Tillage and irrigation. In: J.R. Wilcox(ed.) soybean: improvement, production and uses. 2nd ed. *Agronomy* 16:391-428.
20. Vieira, R.D., D.M. Tekrony, & D.B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 32:471-475.

An Evaluation of Tolerance of Some Soybean Genotypes to Drought Stress

M. ZARE¹, H. ZEINALI KHANEGHAH² AND J. DANESHIAN³

1, Ph.D. Student, Azad University, Tehran

2, Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Tehran,

3, Staff Member, Seed and Plant Improvement Institute,

Accepted. Jan. 7, 2004

SUMMARY

Water deficit is the prime limiting factor in soybean production in semi-arid regions. Therefore, increasing soybean seed yield requires the selection of resistant and adapted cultivars to dry or water deficit conditions of Iran. In this investigation, in order to study correlation and path coefficients on various traits in soybean, two separate experiments were performed in a 5x5 lattice design in stress and non-stress conditions. Following analysis of variance, which was based on lattice design, the relative efficiency of lattice design was estimated to be less than that of randomized complete block design. Therefore, data statistical analysis was performed in randomized complete block design. Based on the results of indices correlation, HARM, STI, MP & MP were determined as the most suitable drought resistance indices. Based on the results of principle component, two first components totally explained 93.72% of variation among data. The first and second components were named drought tolerance and stress susceptible respectively. Based on the results of drought resistance indices assessment and biplot analysis, Williams was determined to be the most resistant cultivars while Delsoy₄₂₁₀, LD₃, A₃₂₃₇, L₁₁ and Linford were the cultivars that exhibited potential seed yield in both environments.

Key words: Index, Stress, Soybean, Drought, Yield