مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد چهارم،
شماره دوم، زمستان ۱۳۸۷ (صفحه۱٤۰- ۱۵۰)

ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های رشد نامحدود سویا در مراحل گلدهی و دانه‌بندی

مسلم عبدی‌پور[1*]، عبدالحمید رضایی [2]، سعدالله هوشمند[3] و گودرز باقری فرد[1]

۱- دانش آموخته سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان(اصفهان)

۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۸٦/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش:۸۷/٤/۳۱

چکیده

کم آبی اولین عامل محدود کننده تولید سویا در مناطق نیمه‌خشک 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 ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های رشد نامحدود سویا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: ٦ ژنوتیپ سویا و ۳ سطح تنش خشکی (شاهد، مراحل گلدهی و دانه‌بندی). شش شاخص تحمل به خشکی شامل: میانگین حسابی بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، تحمل(TOL)، شاخص حساسیت به تنش(SSI)، شاخص تحمل به تنش(STI) و میانگین هارمونیک (HARM) بر اساس عملکرد دانه در دو محیط تنش و بدون تنش محاسبه شد. شدت تنش(SI) برای مرحله گلدهی پایین (۰/۲۹۱) در حالیکه برای مرحله دانه‌بندی بالا (۰/٤۲۹) بود. بر پایه نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، دو مؤلفه اول در مجموع ۹۹/۹ 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 شدند. بر اساس نتایج همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در محیط تنش و بدون تنش شاخص‌هایMP،GMP، HARM وSTI به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند. باتوجه به ترسیم بای پلات در مرحله گلدهی ارقام Williams و Hack و در مرحله دانه‌بندی رقم Williams به عنوان ارقام متحمل به تنش شناخته شدند.

کلمات کلیدی: **تنش، سویا، شاخص تحمل به خشکی، عملکرد، بای پلات**

[*]نویسنده مسئول: Email: m_abdipur@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کشور ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد، لذا وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان زراعی امری اجتناب ناپذیر است (۳). کرت و همکاران (۱۳) بیان کردند ویژگی‌های خاص مناطق نیمه‌خشک از جمله میزان کم نزولات آسمانی، پراکنش نامنظم آن و دمای بالا در این مناطق سبب شده است تا آب به عنوان اولین عامل محدود کننده تولید سویا در این مناطق معرفی گردد. نیاز رطوبتی سویا در طول دوره رشد بایستی ازطریق آب آبیاری تأمین گردد، با توجه به محدودیت آبی، امکان طولانی شدن دوره‌های آبی و یا به تعویق افتادن دو یا سه آبیاری درطی مراحل حساس رشد سویا یعنی مراحل گلدهی و دانه‌بندی بسیار محتمل است.

تاکنون رهیافت‌های متعددی برای انتخاب تحمل به خشکی در سویا بکار گرفته شده که شامل: اندازه‌گیری عملکرد در شرایط تنش خشکی در طی فصل رشد (۲۰)، ارزیابی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های کنترل شده نظیر گلخانه و آزمایشگاه (۱۶ ، ۱۷) و استفاده از آبیاری تکمیلی برای ایجاد محیط‌های رطوبتی مختلف برای مقایسه تظاهر ژنوتیپ‌ها (۱۷) بوده‌اند. با این حال کارتر (۹) معتقد است بسیاری از رهیافت‌ها دارای محدودیت‌های مختلف و عدم پیشرفت ظاهری در تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در سویا بوده، لذا این محقق ارزیابی عملکرد دانه را مطمئن‌ترین راه در تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در سویا می‌داند. در این راستا، اصلاح و انتخاب ارقام سویای متحمل به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های مناسبی که قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش باشند، همواره مورد توجه اصلاح‌گران بوده است. تمامی شاخص‌های تحمل به خشکی که برای غربال ارقام متحمل به تنش تعیین شده‌اند بر اساس عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش می‌باشند.

شاخص تحمل (TOL) توسط روزیل و همبلین (۱۵) پیشنهاد شد، که به صورت اختلاف بین عملکرد در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) تعیین می‌گردد. مقادیر زیاد TOL بیان کننده حساسیت بیشتر به تنش است. بنابراین مقادیر کوچکتر TOL مطلوب و مناسب می‌باشد. فرناندز (۱۱) معتقد است این شاخص در تشخیص ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بیشتری دارند (گروه A) از ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند (گروه C) ناتوان است.

فیشر و مورر (۱۲) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را معرفی کردند. مقادیر کوچکتر SSI نشان دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش می‌باشد، بنابراین انتخاب بر اساس SSI منجر به گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد کم می‌شود. بنابراین SSI در تشخیص ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C ناتوان است (۱۱). یکی از مهم‌ترین معایب شاخص SSI این است که این شاخص نسبت عملکرد در شرایط تنش به شرایط بدون تنش را برای هر ژنوتیپ در مقایسه با این نسبت برای کل ژنوتیپ‌های موجود در آزمایش اندازه‌گیری می‌کند. لذا دو ژنوتیپ با عملکرد بالا و پایین می‌توانند مقدار SSI یکسانی داشته باشند، چون اختلاف عملکرد بین شرایط تنش و بدون تنش برای هر دو ژنوتیپ می‌تواند یکسان باشد. از سوی دیگر انتخاب بر اساس SSI باعث کاهش پتانسیل عملکرد در محیط‌های مناسب و بدون تنش می‌شود (۱۰).

شاخص میانگین حسابی بهره‌وری (MP) بر اساس میانگین عملکرد در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) تعیین می‌گردد. این شاخص که توسط روزیل و همبلین (۱۵) پیشنهاد شده است، منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا ولی با تحمل به تنش پایین می‌شود. فرناندز (۱۱) معتقد است انتخاب بر اساس MP باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و انتخاب براساس SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و

Archive of SID

www.SID.ir

با عملکرد پایین می‌گردد. زینالی خانقاه و همکاران (٦) و زارع و همکاران (٥) نیز شاخص MP را با توجه به همبستگی بالا با عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش در مقایسه با شاخص‌های TOL و SSI شاخص بهتری در غربال ارقام متحمل به تنش خشکی در سویا معرفی نمودند.

شاخص MP بر اساس میانگین حسابی می‌باشد. بنابراین یک اریبی به سمت بالا دارد که به اختلاف نسبتاً زیاد بین Yp و Ys مربوط می‌شود، در صورتیکه میانگین هندسی (GMP) حساسیت کمتری به مقادیر بسیار زیاد دارد. بنابراین به نظر می‌رسد GMP نسبت به MP شاخص بهتری برای جداکردن ژنوتیپهای گروه A از سایر گروهها باشد (١١). اشنایدر و همکاران (١٩) پیشنهاد دادند که برای بهبود مقاومت به خشکی در گیاه لوبیای معمولی به ترتیب اهمیت، انتخاب براساس GMP و یا انتخاب بر اساس عملکرد در شرایط تنش مؤثرتر می‌باشد. اکوستا و آدامز (٨) بیان کردند که ترتیب طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس GMP با ترتیب طبقه بندی بر اساس شاخص SSI متفاوت است. بنابراین انتخاب برای تحمل به تنش زمانی ارزشمند است که محیط مورد نظر دارای شرایط تنش باشد (٢١). کارگر و همکاران (٧) در ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های سویا، شاخص GMP را در مقایسه با شاخص‌های TOL، SSI و MP شاخص بهتری در شناسایی ارقام متحمل به تنش خشکی با پتانسیل عملکرد بالا معرفی کردند.

شاخص STI بدین منظور معرفی شده است که قادر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با پتانسیل عملکرد بالا و تحمل بیشتر به تنش می‌باشد (١١). مقادیر بالای شاخص STI برای یک ژنوتیپ، نشان دهنده تحمل بیشتر به تنش و پتانسیل عملکرد بالاتر می‌باشد. چون شاخص STI، شدت تنش (SI) و مقادیر عملکرد در شرایط تنش (YS) و بدون تنش (YP) را در نظر می‌گیرد، بنابراین انتظار می‌رود که بر خلاف SSI، قادر به تشخیص ژنوتیپ‌های گروه B و C باشد. ایزانلو و همکاران (٢) شاخص STI را در کنار شاخص GMP به عنوان برترین شاخص‌ها در جداسازی ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها شناسایی نمودند.

در این تحقیق ضمن غربال ارقام متحمل به تنش توسط شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، کارایی شاخص‌های مورد استفاده سنجیده و در نهایت برترین شاخص‌ها در غربال ارقام متحمل به تنش شناسایی می‌شوند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ١٣٨٤ بصورت آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: ٦ رقم سویا (Steel، Zone، Century، Williams، Hack و Harcor) و سطوح تنش خشکی شامل: شاهد و تنش در مراحل گلدهی و دانه‌بندی. ارقام مورد استفاده در این تحقیق رشد نامحدود بوده و در گروههای رسیدگی ٢ و٣ (گروه‌های زودرس) طبقه‌بندی می‌شوند. بدین صورت که ارقام Century و Harcor در گروه رسیدگی ٢ و ارقام Steel، Zone، Williams و Hack در گروه رسیدگی ٣ قرار داشتند (٤). بذور مورد استفاده ازمؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی در کرج تهیه گردید. مخلوط خاک مورد استفاده ترکیبی از خاک، ماسه و کود حیوانی به ترتیب با نسبت‌های ١:٢:٣ بود. پس از تهیه مخلوط خاک آزمایش به منظور تعیین نقاط رطوبتی خاک آزمایش نمونه‌هایی از خاک تهیه و منحنی رطوبتی خاک آزمایش که شامل ٥ فشار مختلف است با استفاده از دستگاه صفحات فشاری[1] در آزمایشگاه خاکشناسی تعیین شدند. از آنجایی که ترسیم منحنی رطوبتی خاک آزمایش بر اساس رطوبت حجمی بود، لذا به منظور استفاده از منحنی رطوبتی در اعمال تنش، رطوبت حجمی به رطوبت وزنی

1– Pressure Plate

Archive of SID

www.SID.ir

تبدیل شده و با استفاده از رطوبت وزنی بدست آمده در فشارهای مختلف و از طریق توزین دقیق گلدانها با ترازوی دیجیتالی تنش خشکی در سطوح مورد نظر اعمال گردید.

به منظور کاشت بذور از گلدان‌های پلاستیکی ۱۶ کیلویی استفاده شد. بدین منظور ابتدا گلدانها به طور یکسان از مخلوط خاک آزمایش پرشدند، سپس با توجه به منحنی رطوبتی تعیین شده، آب مورد نیاز جهت اشباع گلدان‌ها تعیین و گلدان‌ها اشباع از آب شدند. پس از رسیدن به حالت ظرفیت زراعی[1] سه عدد بذر آغشته شده با باکتری مخصوص سویا[2] در مرکز هر گلدان کاشته شد، که در نهایت پس از اطمینان از سبز شدن بذور به یک عدد بوته در هر گلدان تنک شدند. درتیمار شاهد، آبیاری به صورت معمول از ابتدا تا زمان برداشت انجام گردید.

معیار ایجاد تنش بر اساس ۳۵ درصد آب قابل استفاده بود، بدین صورت که گلدان‌های تحت تنش تا قبل از رسیدن به معیار فوق آبیاری نشده و به محض رسیدن به ۳۵ درصد آب قابل استفاده که از طریق منحنی رطوبتی و با توزین گلدان‌ها تعیین می‌شد، آبیاری گلدان‌های فوق صورت می‌گرفت. طول دوره تنش در هر مرحله از تنش ۱۵ روز در نظر گرفته شد. سطوح تنش به ترتیب در مراحل گلدهی (به محض مشاهده یک گل باز شده در یکی از گره‌های ساقه اصلی) و مرحله دانه‌بندی (یکی از چهار گره انتهایی قابل شمارش ساقه اصلی، حامل غلاف با دانه ۳ میلی‌متری است) اعمال شد.

با توجه به اینکه ارقام مورد بررسی در این مطالعه در دو گروه رسیدگی ۲ و ۳ قرار داشتند، لذا به دلیل تفاوت بین ارقام در دو گروه رسیدگی از لحاظ زمان گلدهی و دانه‌بندی اعمال تنش در مراحل فوق در زمانهای متفاوت برای دو گروه رسیدگی اعمال شد. با توجه به تفاوت گروه رسیدگی ارقام مورد بررسی، برداشت غلاف در گروه رسیدگی ۲ و ۳ به ترتیب در اواسط و اواخر شهریور ماه انجام شد. در پایان فصل بخش‌های مختلف هرگیاه برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی گراد قرار داده شد و سپس وزن آنها با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. در این تحقیق از شش شاخص تحمل به خشکی شامل: میانگین حسابی بهره‌وری[3]، میانگین هندسی بهره‌وری[4]، تحمل[5]، حساسیت به تنش[6]، تحمل به تنش[7] و میانگین هارمونیک[8] برای تعیین میزان تحمل یا حساسیت ژنوتیپ‌ها استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۱۸) و مقایسات میانگین با آزمون حداقل معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جهت شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در دو محیط آزمایشی و بررسی روابط بین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌ها، از روش ترسیمی بای پلات، بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده گردید و بدین طریق متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی تعیین شدند، جهت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم بای پلات از نرم افزار آماری SAS استفاده شد. در نهایت به منظور تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی، همبستگی رتبه بین شاخص‌ها و عملکرد در محیط تنش و بدون تنش با استفاده از نرم افزار SPSS تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین برای تنش در مرحله گل‌دهی نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش در بین ارقام مورد بررسی در مرحله گلدهی در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس شاخص‌های TOL و SSI رقم Steel کمترین مقادیر (مقادیر بهینه)، را به خود اختصاص داده

2– Field Capacity
3– *Bradyrhizobium Japonicum*

4– Mean Productivity
5– Geometric Mean Productivity
6– Tolerance
7– Stress Susceptibility Index
8– Stress Tolerance Index
9– Harmonic Mean

Archive of SID

www.SID.ir

است و از آنجایی که هر چه مقادیر حاصل از شاخص‌های TOL و SSI کوچکتر باشند، ژنوتیپ‌های موردنظر متحمل‌تر می‌باشند، لذا رقم Steel به عنوان متحمل‌ترین رقم تشخیص داده شد ولی از آنجایی که این دو شاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط بدون تنش و عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شوند(۱۱)، لذا نتایج حاصله دور از انتظار نبود. از سوی دیگر رقم Steel از لحاظ شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای کمترین مقادیر بوده است (جدول ۱).

اشنایدر و همکاران (۱۹) نیز معتقد بودند ژنوتیپ‌هایی که عملکرد پایین دارند و از نظر زراعی نامطلوب هستند، معمولاً دارای مقادیر SSI پایینی هستند. در این پژوهش نیز رقم Steel کمترین مقادیر SSI را داشت و جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد بسیار بالا نبود. لذا باتوجه به شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI که مقادیر بالای آنها دلالت بر تحمل ژنوتیپ‌های تحت بررسی دارد، می‌توان ارقام Williams و Hack را به عنوان ارقامی با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش و بدون تنش در این مرحله شناسایی نمود. از سوی دیگر می‌توان ارقامCentury و Zone را به دلیل داشتن مقادیر بالای شاخص‌های TOL و SSI و مقادیر پایین شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI به عنوان حساس‌ترین ارقام در این مرحله معرفی نمود.

نتایج مقایسه میانگین برای تنش در مرحله دانه‌بندی در مرحله دانه‌بندی نیز با وجود اینکه رقم Steel از لحاظ دو شاخص TOL و SSI دارای کمترین مقادیر (مقادیر بهینه)، بوده است و تحمل بالایی را از خود در محیط تنش نشان داده است، اما از آنجایی که این رقم از لحاظ شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای مقادیر پایینی بوده است، لذا نمی‌توان رقم Steel را به عنوان رقمی متحمل با عملکرد بالا در این مرحله معرفی نمود (جدول ۱).

از سوی دیگر رقم Williams به دلیل داشتن مقادیر بالای شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI به تنهایی به عنوان متحمل‌ترین رقم با عملکرد بالا در این مرحله معرفی می‌شود. رائو و همکاران (۱٤) معتقدند ممکن است در یک سطح یا یک مرحله از تنش یک رقم متحمل نشان دهد، درصورتیکه همان رقم در مرحله یا سطح دیگر تنش به عنوان یک ژنوتیپ متحمل عمل ننماید، لذا حساسیت رقم Hack در مرحله دانه‌بندی و متفاوت بودن سطح تحمل آن با مرحله گلدهی می‌تواند ناشی از این موضوع باشد. رقم Century نیز به دلیل داشتن مقادیر بالای شاخص‌های TOL و SSI و مقادیر پایین شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI به عنوان حساس‌ترین رقم در این مرحله شناسایی شد.

ضرایب همبستگی رتبه برای تنش در مرحله گلدهی

ضرایب همبستگی رتبه بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش و عملکرد در محیط‌های تنش و بدون تنش در مرحله گلدهی در جدول ۲ نشان داده شده است. در این مرحله عملکرد در محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۷۰۲*) را با یکدیگر نشان دادند، ضمن اینکه همبستگی بین عملکرد در محیط غیرتنش با شاخص TOL مثبت و بسیار معنی‌دار بوده است. از سوی دیگر شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با عملکرد در محیط تنش و بدون تنش بودند، ضمن اینکه شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند. بدیهی است شاخصی که با عملکرد در محیط تنش و بدون تنش همبستگی بالا و یکسانی داشته باشد به عنوان بهترین شاخص محسوب می‌شود. لذا شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI به دلیل داشتن همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار با عملکرد در محیط تنش و بدون تنش به عنوان بهترین شاخص‌ها در غربال ارقام متحمل به خشکی در این مرحله از تنش شناسایی شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱ – برآورد شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی بر اساس میانگین عملکرد ارقام در مراحل گلدهی و دانه‌بندی

ژنوتیپ	Yp	Ys		TOL		SSI		MP		GMP		HARM		STI	
		گلدهی	دانه‌بندی	گلدهی	دانه‌بندی	گلدهی	دانه‌بندی	گلدهی	دانه‌بندی	گلدهی	دانه‌بندی	گلدهی	دانه‌بندی	گلدهی	دانه‌بندی
Steel	۸/٦۲ e	٦/٦۱ ed	٤/٤۰ c	۲/۰۱ b	٤/۲۲ b	۰/۷٥ c	۰/۸٤ c	۷/٦۱ d	٦/٥۱ d	۷/٥۲ d	٦/۱٤ d	۷/٤۳ d	٥/۷۹ d	۰/٤٦ d	۰/۳۱ d
Zone	۱۱/۰۲ c	۷/۲٤ cd	٤/٦۲ bc	۳/۷۸ a	٦/٤۰ a	۱/۲٤ a	۱/۰۲ b	۹/۱۳ c	۷/۸۲ c	۸/۹۲ c	۷/۱۳ c	۸/۷۲ c	٦/٥۱ c	۰/٦٦ c	۰/٤۲ c
Century	۹/۷۰ d	٦/۲۰ e	۳/۲۲ d	۳/٥۰ a	٦/٤۸ a	۱/۱۸ ab	۱/۱۷ a	۷/۹٥ d	٦/٤٦ d	۷/۷٥ d	٥/٥۸ e	۷/٥٦ d	٤/۸۳ e	۰/٤۹ d	۰/۲٥ e
Williams	۱۳/۳۰ a	۹/۸۷ a	٦/۳٥ a	۳/٤۳ a	٦/۹٥ a	۰/۸۹ bc	۰/۹۱ bc	۱۱/٥۸ a	۹/۸۲ a	۱۱/٤٤ a	۹/۱۸ a	۱۱/۲۹ a	۸/٥۹ a	۱/۰۸ a	۰/٦۹ a
Hack	۱۲/۱٥ b	۹/۰٤ b	٥/۰۲ b	۳/۱۱ ab	۷/۱۳ a	۰/۸۸ bc	۱/۰۲ b	۱۰/٥۹ ab	۸/٥۸ b	۱۰/٤۷ ab	۷/۸۱ b	۱۰/۳٦ ab	۷/۱۰ b	۰/۹۱ b	۰/٥۰ b
Harcor	۱۱/۲۰ c	۷/۸٥ c	٤/۷۰ bc	۳/۳٥ a	٦/٥۰ a	۱/۰۳ abc	۱/۰۱ b	۹/٥۲ c	۷/۹٥ c	۹/۳۷ c	۷/۲٤ c	۹/۲۲ c	٦/٦۰ c	۰/۷۲ c	۰/٤۳ c
LSD(5%)	۰/٦۸٥٦	۰/۷۹۲۹	۰/٤۲۸۷	۱/۱۰٤۰	۰/۹۲۱۲	۰/۳٤۲۰	۰/۱۱٤۹	۰/٤۹٤٦	۰/۳۳۸۸	۰/٥۱٦٤	۰/۳۳٥۳	۰/٥٤۷۷	۰/۳۹۰۱	۰/۰۹۳۲	۰/۰٤۰۷

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

Archive of SID

www.SID.ir

زارع و همکاران (۵) و زینالی خانقاه و همکاران (٦) نیز در مطالعات خود که به منظور تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در ارقام سویا انجام دادند، شاخص‌های فوق را به عنوان بهترین شاخص‌ها در غربال ارقام متحمل به تنش خشکی معرفی نمودند.

ضرایب همبستگی رتبه برای تنش در مرحله دانه‌بندی

در مرحله دانه‌بندی عملکرد در محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری (۰/۸۰۹**) را با یکدیگر نشان دادند (جدول ۲). ضمن اینکه در این مرحله همبستگی معنی‌داری بین عملکرد در محیط تنش و بدون تنش و شاخص‌های TOL و SSI دیده نمی‌شود. در این مرحله شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را با عملکرد در محیط تنش و بدون تنش نشان دادند، ضمن اینکه شاخص‌های فوق همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند، لذا در این سطح از تنش نیز شاخص‌های MP، GMP، HARM و STI به عنوان برترین شاخص‌ها در غربال ارقام متحمل به تنش شناخته شدند. احمدزاده (۱) نیز در مطالعه‌ای که به منظور تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در ارقام زودرس ذرت انجام داد، شاخص‌های فوق را به عنوان بهترین شاخص‌ها در غربال ارقام متحمل به خشکی معرفی نمود.

ترسیم بای پلات

اگر قصد بررسی روابط بیش از سه متغیر مورد نظر باشد (همه شاخص‌ها با عملکرد در شرایط تنش و عدم تنش) اصولاً 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 ۱) تشکیل شده بود، از طریق تکنیک تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به پنج مؤلفه تقسیم شد که دو مؤلفه اول در مجموع ۹۹/۹ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۳)، لذا استفاده از این دو مؤلفه و چشم‌پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش ناچیزی از تغییرات شده و تفسیر نتایج بر اساس دو مؤلفه اول دارای کارایی بالا می‌باشد. بدین لحاظ ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه اول صورت گرفت. اولین مؤلفه در مرحله گلدهی ۷۷/٤٤ درصد و در مرحله دانه‌بندی ۷۸/۰۲ درصد از تغییرات را در ماتریس داده‌ها توجیه نمود و همبستگی بالایی با عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌هایMP، GMP، HARM و STI نشان داد. بنابراین این مؤلفه به عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد و تحمل به تنش خشکی شناخته می‌شود، ضمن اینکه این مؤلفه ارقام دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی را از ژنوتیپ‌هایی با متوسط عملکرد پایین و حساس جدا می‌کند. دومین مؤلفه به ترتیب ۲۲/٤۹ و ۲۱/۸۵ درصد از تغییرات را در مراحل گلدهی و دانه‌بندی توجیه نمود و همبستگی بالایی را با شاخص‌های TOL و SSI نشان داد، لذا این مؤلفه را می‌توان به عنوان مؤلفه حساسیت به تنش، که ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط تنش و مقادیر بالایTOL و SSI را جدا می‌کند، نامگذاری نمود.

با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش (جدول ۳)، که در ترسیم بای پلات (براساس دو مؤلفه اول و دوم)، استفاده شده است، می‌توان گفت که افزایش مؤلفه اول و کاهش مؤلفه دوم منجر به شناسایی ارقام متحمل با پتانسیل عملکرد بالا در محیط تنش و بدون تنش خواهد شد، بنابراین در مرحله گلدهی و براساس بای پلات (شکل ۱)، ارقام Williams و Hack در ناحیه پایین سمت راست (مقادیر بالای مؤلفه اول و پایین مؤلفه دوم)، قرار گرفته‌اند و به عنوان ارقام متحمل به خشکی در این مرحله شناسایی می‌شود. ضمن اینکه ارقام Century و Zone به دلیل قرار گرفتن در ناحیه بالا سمت راست (مقادیر پایین مؤلفه اول و بالای مؤلفه دوم) به عنوان حساس‌ترین ارقام به تنش خشکی در این مرحله شناخته شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ضرایب همبستگی رتبه بین شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش در مراحل گلدهی (اعداد بالای قطر اصلی جدول) و دانه‌بندی (اعداد پایین قطر اصلی جدول)

	Yp	Ys	TOL	SSI	MP	GMP	HARM	STI
Yp	۱	۰/۷۰۲*	۰/۷۹۹**	۰/۱۳۷n.s	۰/۹۵۷**	۰/۸۹۷**	۰/۸۲۸**	۰/۸۹۲**
Ys	۰/۸۰۹**	۱	۰/۱۳٤n.s	-۰/۵۹۹n.s	۰/۸۷۸**	۰/۹٤۳**	۰/۹۷۹**	۰/۹٤۳**
TOL	۰/٤۸۵n.s	۰/۱۱۹n.s	۱	۰/٦۹۷*	۰/۵۹۱n.s	۰/٤۵۳ n.s	۰/۳۲۷ n.s	۰/٤٤٦ n.s
SSI	۰/۱۲۸n.s	-۰/٤۰٦n.s	۰/۹۱۱**	۱	۰/۱۵۱ n.s	-۰/۳۰۵n.s	-۰/٤۳۰n.s	-۰/۳۰٦n.s
MP	۰/۹۵۷**	۰/۹٤٤**	۰/۱۲۰n.s	-۰/۱۵۸n.s	۱	۰/۹۸٦**	۰/۹۵۵**	۰/۹۸۲**
GMP	۰/۹٤۳**	۰/۹۵۸**	۰/۱٦۸ n.s	-۰/۲۰۰n.s	۰/۹۹۸**	۱	۰/۹۹۰**	۰/۹۹۸**
HARM	۰/۹۲۸**	۰/۹٦۹**	۰/۱۲٦ n.s	-۰/۲٤۰n.s	۰/۹۹۵**	۰/۹۹۹**	۱	۰/۹۸۷**
STI	۰/۹۲٦**	۰/۹٦۸**	۰/۱۲۵ n.s	-۰/۲۳۷n.s	۰/۹۹٤**	۰/۹۹٦**	۰/۹۹۷**	۱

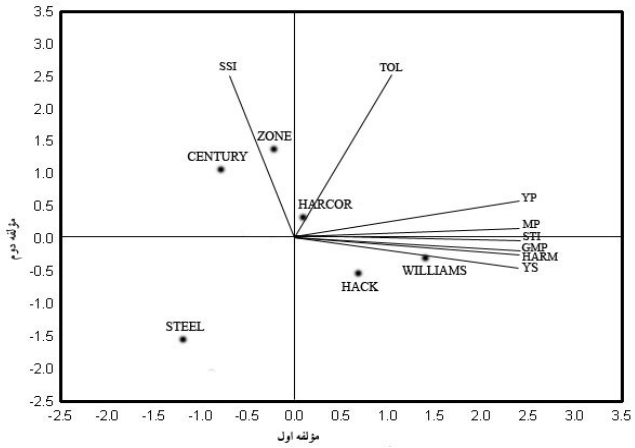
ns ، * و**به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳ - ضرایب شاخص‌ها، سهم نسبی و تجمعی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش در سطوح مختلف تنش خشکی

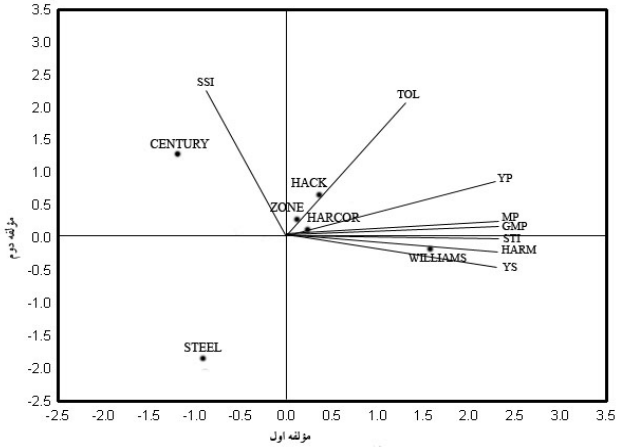
سطح تنش	مؤلفه‌ها	نسبت واریانس توجیه شده	نسبت واریانس تجمعی	ضرایب شاخص‌ها							
				Yp	Ys	TOL	SSI	MP	GMP	HARM	STI
مرحله گلدهی	مؤلفه اول	۷۷/٤٤	۷۷/٤٤	۰/۳۹٤	۰/۳۹۵	۰/۱۵٦	-۰/۱۳۷	۰/٤۰۲	۰/٤۰۲	۰/٤۰۱	۰/٤۰۱
	مؤلفه دوم	۲۲/٤۹	۹۹/۹۳	۰/۱٤٤	-۰/۱۲۹	۰/٦۸٦	۰/٦۹۹	۰/۰۱۸	-۰/۰۰۵	-۰/۰۲۹	**-۰/۰۲۵**
مرحله غلافدهی	مؤلفه اول	۷۸/۰۲	۷۸/۰۲	۰/۳۷۸	۰/۳۸۱	۰/۲۳٦	-۰/۱٤٦	۰/۳۹۸	۰/۳۹۹	۰/۳۹۵	**۰/۳۹۸**
	مؤلفه دوم	۲۱/۸۵	۹۹/۸۷	۰/۲٤٤	-۰/۲۲۸	۰/٦۰۹	۰/۷۰۲	۰/۰٦۹	-۰/۰۳٤۰	-۰/۱۲۱	-۰/۰۳۲

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- ترسیم گرافیکی بای‌پلات بر اساس مؤلفه اول و دوم برای ارقام سویا در مرحله گلدهی



شکل ۲ - ترسیم گرافیکی بای‌پلات بر اساس مؤلفه اول و دوم برای ارقام سویا در مرحله دانه‌بندی

در مرحله دانه‌بندی و براساس بای پلات (شکل ۲)، رقم Williams به تنهایی در ناحیه پایین سمت راست (مقادیر بالای مؤلفه اول و پایین مؤلفه دوم) قرار گرفته است و به عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش خشکی در این مرحله شناسایی می‌شود. در این مرحله رقمCentury به دلیل قرار گرفتن در ناحیه بالا سمت راست (مقادیرپایین مؤلفه اول و بالای مؤلفه دوم) به عنوان حساس‌ترین رقم به تنش خشکی در این سطح شناخته شد. زارع و همکاران (۵) و زینالی خانقاه و همکاران (٦) نیز در بررسی‌های خود به منظور غربال ارقام سویای متحمل به تنش بوسیله بای‌پلات، رقم Williams را به عنوان متحمل‌ترین رقم در گروه‌های رسیدگی پایین معرفی نمودند. با توجه به ثبات روند تحمل به تنش رقم Williams در هر دو سطح تنش، می‌توان این رقم را به عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش خشکی در این بررسی معرفی نمود. به نظر می‌رسد این رقم می‌تواند منبع مناسبی برای اصلاح ارقام سویای متحمل به تنش باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. **احمدزاده ا. ۱۳۷٦**. تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در لاین‌های برگزیده ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۲. **ایزانلو ع.، ح. زینال خانقاه، ع. حسین زاده و ن. مجنون حسینی. ۱۳۸۱**. تعیین بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی در ارقام تجارتی سویا. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

۳. **خدابنده ن. و ع. جلیلیان. ۱۳۷٦** . بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه زنی و قدرت بذر سویا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۲۸، شماره۱، صفحات۱۸-۱۱.

٤. **خواجه‌پور م. ۱۳۷۵**. تولید نباتات صنعتی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. **زارع م.، ح. زینالی خانقاه، و ج. دانشیان. ۱۳۸۳**. ارزیابی تحمل برخی از ژنوتیپ‌های سویا به تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۳۵، شماره٤، صفحات ۸٦۷-۸۵۹.

٦. **زینالی خانقاه ح.، ع. ایزانلو، ع. حسین زاده، و ن. مجنون حسینی. ۱۳۸۳**. تعیین شاخص‌های مناسب مقاومت به خشکی در ارقام سویای وارداتی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۳۵، شماره٤، صفحات ۸۸۵-۸۷۵.

۷. **کارگر س. م.ع.، م. ر. قنادها، ر. بزرگی پور، ا. ع. خواجه احمد عطاری و ح. ر. بابایی. ۱۳۸۳**. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۳۵، شماره۱، صفحات ۱٤۲-۱۲۹.

8. Acosta-Gallegos J.A. and M.W. Adams. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean cultivars under drought stress. Journal of Agricultural Science, 117:213-219.

9. Carter T.E. Jr. 1989. Breeding for drought tolerance in soybean: where do we stand? In A.J. Pascale, (ed). Porceeding of World Soybean Conference, IV, Association de la Soja, Buenos Aires. pp. 1856.

10. Clarke J.M. and T.N. Caig. 1982. Excide leaf water retetion capability an indicator for drought resistance of *triticum* genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 62:571-578.

11. Fernandez G.C.J. 1998. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C.C. Kuo (ed.). Proceeding of International Symposium, Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.

12. Fischer R.A. and R. Mourer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivar. I: Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.

13. Korte L.L., J.H. Williams, J.E. Specht and R.C. Sorence. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. Crop Science, 23: 528-533.

14. Rao S., R. Shrivastava, S. Sharma and A.N. Sheivatacata. 2001 Genotype x environmental intraction for seed germination and cigore index various stress conditions in soybean. Legume Research, 24(12):112-114.

15. Rosielle A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 943-946.

16. Samnonsa D.J., D.B. Peters and T. Himowitz. 1979. Screening soybeans for drought resistance. II. Drought box procedure. Crop Science, 19: 719.

17. Samnonsa D.J., D.B. Peters and T. Himowitz. 1980. Screening soybeans for tolerance to moisture stress: a field procedure. Field Crop Research, 3:321.

18. SAS Institute. 1999. SAS Procedurey Guide, Version 8. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

Archive of SID

www.SID.ir

19. Schnider K.A., R. Rosales-Serna, F. Ibarra-Perez, B. Cazares-Enreques, J.A. Acosta-Gallegos, P. Ramirez-Vallejo, N. Wassimi and J.D. Kelly. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science, 37: 43-50.

20. Soliman-Mona M. 2003. Effect of some irrigation region on water consumptive use on growth analysis for some soybean cultivars. Agric. Mansora Univ. Journal of Agricultural Science, 28(6): 4849-4258.

21. 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