دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی ژنوتیپ‌های جدید سویا (*Glycine max* L.) از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی

ابوالفضل فرجی

دانشیار، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، گرگان، (نویسنده مسوول: abolfazlfaraji@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۴

چکیده

به منظور ارزیابی واکنش ۲۰ ژنوتیپ سویا به تنش خشکی آزمایشی در طی دو سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان انجام شد. به این منظور دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. زمان آبیاری در آزمایش اول بر اساس ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و در شرایط تنش بر اساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر در نظر گرفته شد. نتایج این مطالعه دو ساله نشان داد که کاهش رطوبت خاک و ایجاد شرایط تنش خشکی توانست سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شود، اگرچه شدت این کاهش در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. بیشترین عملکرد دانه، تحت شرایط شاهد مربوط به ژنوتیپ DPX×Fora (1) با میانگین ۲۶۱۵ و تحت شرایط تنش مربوط به ژنوتیپ DPX×Sepideh (10) با میانگین ۲۲۹۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. با توجه به شاخص‌های STI و MP تحمل به تنش در ژنوتیپ‌های DPX×Sepideh (5)، DPX×K778 (10) و DPX×Fora (1) بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. شاخص‌های SSI و TOL نیز نشان دادند که از نظر تحمل به خشکی، ژنوتیپ Fora×Epps (1) متحمل‌ترین ژنوتیپ می‌باشد. ژنوتیپ‌های برتر می‌توانند پس از اجرای طرح‌های تحقیقاتی تکمیلی برای کشت در شرایط مختلف استان توصیه شده و نیز در برنامه‌های تحقیقاتی به‌نژادی نیز مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: سویا، شاخص‌های تحمل به تنش خشکی، ژنوتیپ، عملکرد دانه

مقدمه

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران می‌باشد. میزان شدت کاهش عملکرد بسته به شدت تنش در طول دوره رشد و تحمل رقم زراعی متفاوت است. افزایش دمای هوا در طول فصل رشد به ویژه در ماه‌های تابستان سبب افزایش شدت تنش کم آبی در گیاه می‌شود. بنابراین انتخاب ارقامی که از تحمل بیشتری نسبت به کم آبی برخوردار باشند، دستیابی به عملکرد بالاتر را تضمین خواهد نمود (۶). وایت هد و آلن (۲۰) اثر متقابل ژنوتیپ×تنش بر عملکرد دانه سویا را معنی‌دار گزارش کردند و دریافتند بعضی لاین‌ها عملکرد نسبتاً خوبی در شرایط تنش شدید، تعدادی دیگر در تنش خفیف و بعضی دیگر در هر دو محیط تنش داشتند. بومن و همکاران (۳) در آزمایشات انجام شده در شرایط آبیاری و دیم گزارش دادند که اثر متقابل آبیاری×رقم در هفت گروه از ارقام سویا معنی‌دار بود. تابادا (۱۹) در بررسی تاثیر تنش خشکی بر سویا گزارش نمود که طول ساقه اصلی، توسعه سطح برگ، زمان گل‌دهی و نمو غلاف در شرایط تنش به طور معنی‌داری کاهش یافت. سه هفته بعد از تنش مقدار کلروفیل برگ‌های گسترش یافته به مقدار قابل توجهی کاهش یافت. آروس و همکاران (۱) شاخص خشکی یا به عبارتی نسبت عملکرد در شرایط تنش به عملکرد در شرایط رطوبت مناسب را در ۱۱ رقم سویا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که این شاخص تخمین صحیحی از تحمل ارقام نسبت به خشکی ارائه می‌دهد.

با توجه به شرایط آزمایشات مختلف، برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل و برتر تحت شرایط تنش خشکی، شاخص حساسیت به تنش SSI به وسیله فیشر و مورر (۹)، شاخص‌های تحمل TOL و بهره وری متوسط MP از سوی روزیل و هامبلین (۱۶) و شاخص‌های تحمل به تنش STI و میانگین هندسی بهره‌وری GMP از طرف فرناندز (۸) پیشنهاد شدند. معیار مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در شرایط تنش خشکی در مطالعه نارایان و میسرا (۱۵) شاخص SSI و در مطالعه کوچکی و همکاران (۱۱) شاخص‌های MP، GMP و STI تشخیص داده شد. نادری و همکاران (۱۴) اظهار داشتند که شاخص SSI می‌تواند ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرده و برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر تحت شرایط تنش کارایی بالایی دارد. به عبارت دیگر شاخص SSI می‌تواند ژنوتیپ‌ها را بر اساس تحمل و حساسیت آن‌ها نسبت به تنش تقسیم‌بندی کند.

شناسایی ارقام متحمل و استفاده از آن‌ها در بلوک‌های دورگ‌گیری شانس تولید ارقام متحمل به تنش خشکی را بالا خواهد برد (۴). با توجه به اهمیت و جایگاه سویا در زراعت منطقه و از آن جائی که گرم شدن هوا و کمبود آب در سال‌های اخیر موجب نگرانی کشاورزان و کارشناسان شده است، این تحقیق به منظور ارزیابی عملکرد و شاخص‌های تحمل به خشکی در ۲۰ ژنوتیپ برتر سویا در منطقه گرگان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی، ۲۰ ژنوتیپ سویا در دو آزمایش جداگانه نرمال و تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در طی دو سال زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله) مورد بررسی قرار گرفتند. جدول ۱ داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی هاشم‌آباد گرگان طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ را نشان می‌دهد. هجده لاین حاصل از آزمایشات مقدماتی با دو شاهد ساری و کتول (جدول ۲) در تاریخ ۲۴ خرداد ماه کشت شدند. زمان آبیاری تیمارهای شاهد و تنش به ترتیب برابر ۵۰ و ۱۲۰ میلی‌متر از تشتک تبخیر کلاس A بوده است. در هر نوبت آبیاری رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. در آزمایش تنش، تا زمان استقرار کامل گیاه (در مرحله تشکیل گره‌های ۵-۴ روی ساقه اصلی) آبیاری تمام تیمارها مشابه شاهد انجام گرفت و پس از آن تیمار تنش اعمال شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به طول ۵ متر با فاصله بوته ۵-۴ سانتی‌متر روی خطوط کاشت و فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. قبل از آماده‌سازی زمین نمونه‌برداری از خاک از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری برای آزمون خاک و تعیین کود مصرفی انجام شد. بذرها قبل ازکاشت با باکتری مخصوص سویا آغشته شده و سپس به‌صورت هیرم کاری کاشته شدند. در طول دوره رشد یادداشت برداری‌های لازم از مراحل فنولوژیک گیاه بر اساس الگوی فهر و کاوینس (۷) انجام شد. عملکرد دانه پس از حذف حاشیه از دو خط وسط انجام گرفت. برای مقایسه عملکرد، داده‌های به‌دست آمده از راه نرم‌افزار آماری SAS (۱۷) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده (۱۸) مقایسه شد.

جدول ۱- داده‌های هواشناسی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ ایستگاه هواشناسی گرگان

Table 1. Gorgan weather data for 2011 and 2012

ماه/ پارامتر	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)		مجموع بارندگی (میلی‌متر)		مجموع ساعات آفتابی		مجموع تبخیر پتانسیل (میلی‌متر)	
	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۹۱
فروردین	۱۴/۹	۱۵/۵	۱۰/۰	۱۲/۴	۱۶۷	۲۰۱	۸۷	۱۱۱
اردیبهشت	۱۸/۹	۲۱/۹	۳۳/۱	۲۳/۶	۱۳۰	۲۴۱	۱۰۱	۱۶۲
خرداد	۲۵/۷	۲۶/۶	۲۴/۵	۴۱/۴	۲۱۷	۲۷۰	۱۹۰	۲۵۳
تیر	۲۸/۹	۲۷/۳	۵۱/۲	۱۳۶/۹	۲۳۴	۲۱۲	۲۱۸	۱۷۷
مرداد	۳۰/۳	۲۹/۶	۴۳/۳	۰/۰	۲۶۰	۳۳۸	۲۴۵	۲۲۷
شهریور	۲۵/۲	۲۶/۸	۴۹/۳	۳۷/۵	۲۱۶	۲۴۸	۱۵۳	۱۸۳
مهر	۲۱/۱	۲۳/۲	۱۳۳/۷	۹۴/۵	۱۹۶	۲۵۳	۱۲۴	۱۲۸
آبان	۱۱/۶	۱۸/۰	۶۷/۶	۳۴/۱	۱۸۳	۱۸۳	۴۷	۷۳
آذر	۷/۳	۱۱/۳	۵۰/۸	۶۵/۵	۱۵۸	۱۵۸	۲۳	۳۸

جدول ۲- ارقام و لاین‌های مورد مطالعه

Table 2. Studied cultivars and lines

ردیف	نام لاین یا رقم	ردیف	نام لاین یا رقم
۱	Williams×Crawford(1)	۱۱	Sahar×Hamilton(1)
۲	Williams×Diana(1)	۱۲	Sahar×LBK(1)
۳	Fora×Epps(1)	۱۳	DPX×Fora(1)
۴	Sahar×Collombus(4)	۱۴	DPX×K778(7)
۵	Sahar×Coll ombus(13)	۱۵	DPX×K778(10)
۶	Sahar×Crawford(1)	۱۶	DPX×K188(6)
۷	Crawford×Diana(2)	۱۷	DPX×Sepideh(5)
۸	Black Williams×Lan(4)	۱۸	DPX×Sepideh(10)
۹	Black Williams×Epps(10)	۱۹	رقم کتول
۱۰	Sahar×K188(5)	۲۰	رقم ساری

شاخص‌های تحمل به تنش از روابط ارائه شده به وسیله فیشر و مورر (۹)، روزیل و هامبلین (۱۶) و فرناندز (۸) برآورد شد:

$$MP=\frac{YP+YS}{2} \qquad SI=1-(\frac{\overline{YS}}{\overline{YP}})$$

$$STI=\frac{YP*YS}{(\overline{YP})^2} \qquad SSI=\frac{1-(\frac{YS}{YP})}{SI}$$

$$TOL=YP-YS$$

که در آن YP عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، YS عملکرد دانه در شرایط تنش، $\overline{YP}$ میانگین عملکرد لاین‌ها در شرایط بدون تنش، $\overline{YS}$ میانگین عملکرد در شرایط تنش، SI شدت تنش، SSI شاخص حساسیت به تنش، TOL شاخص تحمل، STI شاخص تحمل به تنش، MP شاخص بهره‌وری متوسط و GMP میانگین هندسی بهره‌وری هستند.

نتایج و بحث

با توجه به معنی‌دار شدن اثر محیط (آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک تبخیر) برای عملکرد دانه، میانگین‌های فوق برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هر محیط به طور جداگانه بررسی گردیدند (۱۸) تا ژنوتیپ‌های برتر در دو شرایط نرمال و تنش مشخص شوند (جداول ۳ و ۴). نتایج نشان داد اگرچه شدت این کاهش در ژنوتیپ های مختلف متفاوت بود، کاهش رطوبت خاک و ایجاد شرایط تنش خشکی توانست سبب کاهش عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شود.اگرچه بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد اما تحت شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ DPX×Fora (1) با میانگین ۲۶۱۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید.

جدول ۳- میانگین مربعات عملکرد دانه در تجزیه مرکب دو سال

Table 3. Mean squares for seed yield in two year combined analysis

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۱۹۸۱۴۹۳۰۵**
محیط (تنش)	۱	۵۴۳۶۳۶۱**
سال×محیط	۱	۵۷۳۸۱^{ns}
خطا ۱	۸	۵۰۱۶۹۷
ژنوتیپ	۱۹	۵۸۰۰۱۳**
سال×ژنوتیپ	۱۹	۴۳۴۰۶۷**
تنش×ژنوتیپ	۱۹	۱۲۳۴۷۰^{ns}
سال×محیط×ژنوتیپ	۱۹	۹۶۷۲۲^{ns}
خطا ۲	۱۵۲	۱۸۲۰۴۱
ضریب تغییرات (٪)		۲۰/۹

ns: غیرمعنی‌دار و * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون F.

جدول ۴- میانگین‌های عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط رطوبتی مختلف

Table 4. Mean seed yields (kg/ha) under different water condition

لاین یا رقم	آبیاری بر اساس۵۰ میلی‌متر تبخیر	آبیاری بر اساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر
Williams×Crawford(1)	۲۳۰۱^{a}	۱۸۷۶^{er}
Williams×Diana(1)	۲۰۷۳^{a}	۱۹۵۳^{er}
Fora×Epps(1)	۱۸۶۹^{a}	۱۸۳۹^{erg}
Sahar×Collombus(4)	۱۹۷۸^{a}	۱۶۸۰^{ij}
Sahar×Collombus(13)	۱۹۳۸^{a}	۱۶۷۸^{ij}
Sahar×Crawford (1)	۲۱۶۰^{a}	۱۷۸۵^{gni}
Crawford×Diana (2)	۱۸۰۵^{a}	۱۷۱۶^{hij}
Black Williams×Lan (4)	۱۹۷۲^{a}	۱۷۲۶^{gni}
Black Williams×Epps (10)	۲۵۹۶^{a}	۱۷۵۹^{gni}
Sahar×K188 (5)	۲۳۴۶^{a}	۱۷۱۳^{hij}
Sahar×Hamilton (1)	۲۰۹۱^{a}	۱۶۹۰^{hij}
Sahar×LBK (1)	۲۱۲۰^{a}	۱۶۵۶^{ij}
DPX×Fora (1)	۲۶۱۵^{a}	۲۱۵۴^{abc}
DPX×K778 (7)	۱۷۴۵^{a}	۱۵۸۲^{j}
DPX×K778 (10)	۱۵۳۹^{a}	۲۲۵۸^{ab}
DPX×K188 (6)	۲۱۰۶^{a}	۲۰۳۲^{cde}
DPX×Sepideh (5)	۲۵۰۲^{a}	۲۱۶۶^{abc}
DPX×Sepideh (10)	۲۴۱۳^{a}	۲۲۹۴^{a}
رقم کتول	۲۲۱۸^{a}	۲۱۱۴^{bcd}
رقم ساری	۲۲۸۵^{a}	۱۹۷۹^{aer}

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

از طرفی، تحت شرایط تنش رطوبتی بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ DPX×Sepideh (10) با میانگین ۲۲۹۴ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد دانه در ارقام کتول و ساری در شرایط بدون تنش به‌ترتیب برابر ۲۲۱۸ و ۲۲۸۵ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش خشکی به ترتیب برابر ۲۱۱۴ و ۱۹۷۹ کیلوگرم در هکتار (به‌ترتیب کلاس آماری bcd و def) دیده شد. در ایران، گیاه سویا ممکن است در مراحل مختلف رشد و نمو، کم آبی را تجربه نماید. حتی در نواحی ساحلی دریای خزر که سویا با آب حاصل از بارندگی کشت می‌گردد، گیاه با تنش رطوبتی مواجه می‌گردد. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌هایی که در این شرایط از عملکرد دانه بالاتری برخوردار باشند، میزان خسارت به تولیدکنندگان سویا را کاهش خواهد داد.

با توجه به شاخص‌های STI و MP ژنوتیپ‌های با شاخص بزرگ‌تر تحمل بیشتری نسبت به تنش دارند، درحالی که با توجه به شاخص‌های SSI و TOL ژنوتیپ‌های با شاخص بزرگ‌تر تحمل کمتری نسبت به تنش دارند. با توجه به شاخص‌های STI و MP تحمل به تنش خشکی در

ژنوتیپ‌های DPX×Sepideh (5)، DPX×Sepideh (5)، DPX×K778 (10) و DPX×Fora (1) بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها می‌باشد (جدول ۵). شاخص‌های SSI و TOL نشان می‌دهد که از نظر تحمل به خشکی، ژنوتیپ Fora×Epps (1) متحمل‌ترین ژنوتیپ است. تعیین ارقام متحمل به تنش برای انتخاب حائز اهمیت است. ایزانلو (۱۰) به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص تحمل به خشکی، طی تحقیقی بر روی ارقام تجارتی سویا، دریافت که اکثر صفات مورد بررسی نسبت به خشکی واکنش منفی نشان می‌دهند که در این میان عملکرد دانه نسبت به دیگر صفات آسیب بیشتری نشان داد. دانشیان و همکاران (۴) نیز گزارش نمودند که بر اثر تنش خشکی در سویا عملکرد دانه کاهش یافت زیرا که ناشی از کاهش تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه بود. طی دوره گلدهی و پر شدن دانه، تنش خشکی می‌تواند سبب توقف گلدهی شده و در نتیجه تشکیل دانه، درصد روغن و عملکرد دانه کاهش یابد. ملک و همکاران (۱۲) پیشنهاد کردند از آن جایی که در ماه‌های تیر و مرداد احتمال مصادف شدن دماهای بالا و نامناسب با مرحله گلدهی در سویا وجود دارد، ترجیحاً از ارقامی استفاده شود که از دوره رویشی کوتاه‌تری برخوردار بوده و گلدهی آن‌ها کم‌تر در معرض تنش‌های دمائی قرار گیرد.

جدول ۵- برآورد شاخص‌های تحمل به تنش برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سویا

Table 5. The estimate of stress tolerance indices for seed yield in soybean genotypes

ژنوتیپ	YP	YS	SSI	TOL	STI	MP
Williams×Crawford(1)	۲۳۰۱	۱۸۷۶	۱/۳	۴۲۴	۰/۹۰	۲۰۸۸
Williams×Diana(1)	۲۰۷۳	۱۹۵۳	۰/۴۲	۱۱۹	۰/۸۵	۲۰۱۳
Fora×Epps(1)	۱۸۶۹	۱۸۳۹	۰/۱۲	۲۹/۶	۰/۷۲	۱۸۵۴
Sahar×Collombus(4)	۱۹۷۸	۱۶۸۰	۱/۱	۲۹۸	۰/۷۰	۱۸۲۹
Sahar×Collombus(13)	۱۹۳۸	۱۶۷۸	۰/۹۷	۲۶۰	۰/۶۸	۱۸۰۸
Sahar×Crawford (1)	۲۱۶۰	۱۷۸۵	۱/۳	۳۷۵	۰/۸۱	۱۹۷۲
Crawford×Diana (2)	۱۸۰۵	۱۷۱۶	۰/۳۶	۸۸/۳	۰/۶۵	۱۷۶۰
Black Williams×Lan (4)	۱۹۷۲	۱۷۲۶	۰/۹۱	۲۴۷	۰/۷۱	۱۸۴۹
Black Williams×Epps (10)	۲۵۹۶	۱۷۵۹	۲/۳	۸۳۷	۰/۹۶	۲۱۷۸
Sahar×K188 (5)	۲۳۴۶	۱۷۱۳	۱/۹	۶۳۴	۰/۸۴	۲۰۳۰
Sahar×Hamilton (1)	۲۰۹۱	۱۶۹۰	۱/۴	۴۰۲	۰/۷۴	۱۸۹۰
Sahar×LBK (1)	۲۱۲۰	۱۶۵۶	۱/۶	۴۶۸	۰/۷۴	۱۸۸۸
DPX×Fora (1)	۲۶۱۵	۲۱۵۴	۱/۳	۴۶۰	۱/۲	۲۳۸۵
DPX×K778 (7)	۱۷۴۵	۱۵۸۲	۰/۶۸	۱۶۳	۰/۵۸	۱۶۶۴
DPX×K778 (10)	۱۵۳۹	۲۲۵۸	۰/۸۰	۲۸۱	۱/۲	۲۳۹۸
DPX×K188 (6)	۲۱۰۶	۲۰۳۲	۰/۲۵	۷۳/۸	۰/۹۰	۲۰۶۹
DPX×Sepideh (5)	۲۵۰۲	۲۱۶۶	۰/۹۷	۳۳۶	۱/۲	۲۳۳۴
DPX×Sepideh (10)	۲۴۱۳	۲۲۹۴	۰/۳۶	۱۱۹	۱/۲	۲۳۵۴
رقم کتول	۲۲۱۸	۲۱۱۴	۰/۳۴	۱۰۴	۰/۹۸	۲۱۶۶
رقم ساری	۲۲۸۵	۱۹۷۹	۰/۹۷	۳۰۶	۰/۹۵	۲۱۳۲

YP عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، YS عملکرد دانه در شرایط تنش، SSI شاخص حساسیت به تنش، TOL شاخص تحمل، STI شاخص تحمل به تنش و MP شاخص بهره‌وری متوسط هستند.

دانشیان و همکاران (۴) با ارزیابی تحمل به کم‌آبی ۲۰ رقم و لاین سویا گزارش نمودند که تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش متوسط و شدید شاخص‌های MP، GMP و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. بر اساس شاخص میانگین حسابی، ارقام و لاین‌های Clark×M41، باتنی، کلارک، LH-2500، M9 و Tms، براساس میانگین هندسی، ارقام و لاین‌های LH-2500، Clark×M41، باتنی، M9، Essex×Hamilton، Williams×Ronak و کلارک و بر اساس شاخص تحمل به خشکی ارقام و لاین‌های LH-2500، Clark×M41، باتنی، M9، Essex×amilton، Williams×Ronak و کلارک برتر بودند. استفاده از این شاخص‌ها برای انتخاب ارقام و لاین‌های متحمل به کم آبی موثر بود.

مقدم و هادی زاده (۱۳) گزارش کردند، با توجه به این که شاخص SSI علاوه بر میزان عملکرد ارقام در شرایط تنش، کاهش عملکرد ارقام در اثر تنش را نیز مد نظر قرار می دهد، اگر رقمی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالاتری باشد، ولی درصد کاهش آن در شرایط تنش بیشتر باشد، رقم حساس شناخته می‌شود، به طوری که نتایج آن می‌تواند گمراه‌کننده باشد. امکان اشتباه در تعیین توانایی تحمل به تنش ارقام می‌تواند در اثر شاخص STI نیز صورت گیرد. با توجه به این که شاخص STI نتیجه حاصل ضرب YP×YS است، بنابراین می‌تواند نتایج گمراه‌کننده‌ای را به همراه داشته باشد. این مساله از آن جا ناشی می‌شود که حتی در شرایطی که عملکرد در شرایط تنش پایین باشد، در اثر زیاد بودن آن در شرایط بدون تنش، مقدار کمی این شاخص بزرگ‌تر می‌شود، که ظاهراً بیان‌کننده تحمل رقم به تنش است. همان‌طوری که به وسیله نادری و همکاران (۱۴) نشان داده شد، در صورتی می‌توان از شاخص STI در انتخاب ارقام متحمل به تنش استفاده کرد که رقم مربوطه عملکرد پایینی در شرایط تنش نداشته باشد.

نتایج این آزمایش با یافته‌های قبلی فرجی (۵) در منطقه گرگان مطابقت داشت. در آن مطالعه زمان آبیاری در آزمایش اول (شاهد) براساس ۵۰ میلی‌متر تبخیر و در شرایط تنش

متوسط و شدید به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در نظر گرفته شد. میانگین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش ۱۹۸۹ و در شرایط تنش شدید ۱۲۴۲ کیلوگرم در هکتاربود. تحت شرایط بدون تنش ژنوتیپ HT2 با ۲۵۶۹ کیلوگرم در هکتار، تحت شرایط تنش متوسط ژنوتیپ PE10 با ۲۲۲۲ کیلوگرم در هکتار و تحت شرایط تنش شدید رطوبتی ژنوتیپ WE6 با ۱۶۸۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. با توجه به شاخص‌های STI، MP و GMP، تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های PE10 و HT2 بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. شاخص SSI نشان داد که از نظر تحمل به خشکی ژنوتیپ L504 متحمل‌ترین و ژنوتیپ M9 دارای کم‌ترین تحمل می‌باشد. به همین ترتیب شاخص TOL نشان داد که از نظر تحمل به خشکی ژنوتیپ SG20 متحمل‌ترین و L17 دارای کم‌ترین تحمل می‌باشد.

به طور کلی میزان آب مصرفی سویا در طول فصل رشد با توجه به رقم و شرایط محیطی بین ۴۵۰ تا ۸۲۵ میلی متر متغیر بوده که اوج مصرف آن در دوره گلدهی و غلاف‌بندی دانه می‌باشد. میزان نیاز آبی سویا و تعداد دفعات آن به شرایط آب و هوایی، جنس خاک، روش آبیاری، ظرفیت نگهداری آب در خاک و عمق نفوذ ریشه بستگی دارد (۲). از آن جایی که بخش اعظم اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند، تعیین تحمل نسبی ارقام یا ژنوتیپ‌های گیاهی به خشکی در گیاهان زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و با ارزیابی ژنوتیپ‌هایی از هر گیاه که تحت شرایط کم آبی قادر به ارائه عملکرد نسبتا قابل قبول می‌باشند، می‌توان با اطمینان بیشتری آن‌ها را در نواحی خشک و نیمه خشک کشت نمود.

از آن جایی که در استان گلستان معمولاً گیاه سویا در مراحل مختلف رشد و نمو کم آبی را تجربه می‌نماید انتخاب ژنوتیپ‌هایی که در این شرایط از عملکرد دانه بالاتری برخوردار باشند، میزان خسارت را کاهش خواهد داد. با شناسایی ارقام متحمل به کم آبی و استفاده آن‌ها در ب لوک‌های دورگ‌گیری شانس تولید ارقام متحمل به کم آبی بالا خواهد رفت. نتایج این مطالعه دو ساله نشان داد که کاهش رطوبت خاک و ایجاد شرایط تنش خشکی توانست سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شود، اگرچه شدت این کاهش در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. تحت شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ DPX×Fora (1) با میانگین ۲۶۱۵ کیلوگرم در هکتار بود. از طرفی، تحت شرایط تنش رطوبتی بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ DPX×Sepideh (10) با میانگین ۲۲۹۴ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد دانه در ارقام کتول و ساری در شرایط بدون تنش به ترتیب برابر ۲۲۱۸ و ۲۲۸۵ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش خشکی به ترتیب برابر ۲۱۱۴ و ۱۹۷۹ کیلوگرم در هکتار بود. ژنوتیپ‌های برتر می‌توانند پس از اجرای طرح‌های تحقیقاتی تکمیلی برای کشت در شرایط مختلف استان توصیه شده و نیز در برنامه‌های تحقیقاتی به‌نژادی نیز مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

1. Arwooth, N.L., K. Supachi and C. Anek. 1987. Application of drought index in soybean improvement for north east Thailand. Thai Agricultural Research Journal, 5: 1-3.
2. Asadi, M.E. and A. Faraji. 2009. Applied principles of oilseeds cultivation. Soybean, cotton, canola and sunflower, 84 pp (In Persian).
3. Bowman, D., P. Raymer and D. Dombek. 1993. Crop performance trial under irrigated and dryland conditions. Agronomy Journal, 85: 610-614.
4. Daneshian, J., E. Majidi-Heravan, A.H. Hashemi Dezfoli and G. Nour Mohamadi. 1999. Evaluation the effect of drought stress on qualitative and quantitative traits of two soybean cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences, 1: 35-45 (In Persian).
5. Faraji, A. 2012. Evluation of quantitative traits and the response of high yielding soybean lines and cultivars to water deficit stress. Agriculture and Natural Resources Research Center of Golestan. Seed and Plant Improvement Department, 52 pp (In Persian).
6. Faraji, A., S. Raisi, E. Hezarjeribi and S. Mobaser. 2012. Oil crops. Noorozi Press, 542 pp (In Persian).
7. Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Cooperative Extension Service, Iowa State University, 11 pp.
8. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, pp: 257-270. In: Kuo, C.G. (ed.). Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 13-16 August.
9. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
10. Izanlo, A., H. Zainali Khaneghah, A. Hosain Zadeh and N. Majnon Hosaini. 2002. Determination the best drought tolerance indices in commercial soybean cultivars. The 7th International Conference on Agronomy and Plant improvement of Iran. Karaj, Seed and Plant Improvement Institute 553 pp (In Persian).
11. Kocheki, A.R., A. Yzdan-Sepas and H.R. Nik-khah. 2006. Effect of terminal drought stress on grain yield and some morphologic traits in wheat genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 8: 14-29. (In Persian)
12. Malek, M.M., S. Galeshi, E. Zeinali, H. Ajamnorozi and M. Malek. 2012. Investigation of leaf area index, dry matter and crop growth rate on the yield and yield components of soybean cultivars. Electronic Journal of Crop Production, 5: 1-17 (In Persian).
13. Moghaddam, A. and M.H. Hadizadeh. 2002. Response of corn (*Zea mays* L.) hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Seed and Plant Improvment Journal, 18: 255-272 (In Persian).
14. Naderi, A., E. Majidi-Heravan, A. Hashemi-Dezfuli, A.M. Rezaie and G. Nour-Mohamadi. 1999. Analyzing efficiency of stress tolerance indices of crops to environmental stresses, and introducing a new stress index. Seed and Plant Improvment Journal, 5: 390-402 (In Persian).
15. Narayan, D. and R.D. Misra. 1989. Drought resistance in varieties of wheat in relation to root growth and drought indices. Indian Journal of Agricultural Science, 59: 595-598.
16. Rosielle, A.T. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21: 493-501.
17. SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, 4th editions, SAS Inst., Inc., Cary, NC.
18. Soltani, A. 2006. Reconsider the application of statistical methods in agricultural research. Mashhad Jihad Daneshgahi Press, 74 pp (In Persian).
19. Tabada, R.A. 1992. Physiological responses of the soybean plant to drought and salinity stress. Asia Life Science (philipines), 1: 61-74.
20. Whitehead, W.F. and F.L. Allen. 1990. High vs. low stress yield test environment for selecting superior soybean lines. Crop Science, 30: 912-918.

Evaluation of Some Soybean Genotypes (Glycine max) under Salt Stress

Abolfazl Faraji

Associated Professor, Horticulture and Agronomy Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran (Corresponding author: abolfazlfaraji@yahoo.com)
Received: April 19, 2014 Accepted: July 26, 2014

Abstract

In order to evaluate the response of 20 lines and cultivars of soybean to water deficit stress, an experiment was conducted at Agricultural Research Station of Gorgan in 2011 and 2012. For this Purpose, 2 separate experiments was conducted, each one in randomized complete block design, with 3 replications. In first experiment, all soybean genotypes were irrigated based on 50 mm evaporation from evaporation pan, but in second experiment, the irrigation was conducted based on 120 mm evaporation from evaporation pan. The results showed that, low soil moisture and induced drought conditions decreased seed yield in the studied genotypes, although the amount of decreasing was different. DPX×Fora (1) (2615 kg/ha) and DPX×Sepideh (10) (2294 kg/ha) had the highest seed yield under control and stress conditions, respectively. According to MP and STI tolerance indices, drought stress tolerance of DPX×Sepideh (5), DPX×K778 (10) and DPX×Fora (1) genotypes were more than that of other genotypes. The SSI and TOL indices showed that Fora×Epps (1) had the highest tolerance to drought stress. The superior genotypes can be recommended in different conditions of the Golestan province after complementally projects and breeding research programs.

Keywords: Drought tolerance indices, Genotype, Seed yield, Soybean