Archive of SID

نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۲۹ / شماره ۱ / ۱۳۹٤

ارزیابی تحمل تنش خشکی در برخی ارقام سویا

نیلوفر وحدی و اسماعیل قلی نژاد[۱]*

کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه پیام نور.

nilufarvahdi@yahoo.com

استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

gholinezhad1358@yahoo.com

چکیده

به منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های رشد نامحدود سویا در منطقه ارومیه، آزمایشی به صورت کرت-های یک بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا شد. تیمار اصلی در این بررسی شامل سه سطح تنش آبی (بدون تنش، تنش متوسط و شدید که در آنها به ترتیب آبیاری در زمان وقوع ۶۰، ۱۱۰ و ۱۶۰ میلی مترتبخیر از سطح تشتک کلاس A ، انجام شد) و تیمار فرعی شامل سه رقم سویا (کلارک، ویلیامز و آنیون) بود. پنج شاخص تحمل به خشکی شامل: شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل به خشکی (STI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین بهره وری یا تولید (MP) و شاخص میانگین بهره وری (GMP) بر اساس عملکرد دانه در دو محیط تنش و بدون تنش محاسبه شد. شدت تنش (SI) برای تنش ملایم ۰/۴۴ بود در حالی که برای تنش شدید ۰/۶۲ بود.کمترین میزان شاخص SSI و TOL در هر دو شرایط تنش در این آزمایش مربوط به رقم ویلیامز بود. در شرایط آبیاری بعد از ۱۶۰میلی‌متر رقم ویلیامز در سه شاخص MP، GMP، STI پایین‌ترین رتبه را دارا بود و حساسیت زیادی به تنش خشکی داشت. در این آزمایش رقم آنیون با دارا بودن بیشترین میزان شاخص‌های MP، GMP، STI در شرایط تنش ملایم و تنش شدید نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها متحمل به تنش بود.

واژه‌های کلیدی: کمبود آب، شاخص تحمل خشکی، عملکرد.

۱- آدرس نویسنده مسئول: ارومیه ، خیابان ۸ شهریور، دانشگاه پیام نور مرکز ارومیه

*- دریافت: تیر ۱۳۹۳ و پذیرش: اسفند۱۳۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سویا از گیاهان با ارزش تولید کننده دانه‌های روغنی می‌باشد که با داشتن حدود ۲۰٪ روغن و ٤۰٪ پروتئین در بین دانه‌های روغنی در سطح دنیا بیشترین سطح زیر کشت یعنی ۱۱۱/۲٦ میلیون هکتار و تولید ۲۷٦ میلیون تن در سال ۲۰۱۳ را دارا می باشد (فائو، ۲۰۱۳). زراعت این گیاه در ایران از نظر تأمین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت خاصی بر خوردار است (خواجویی نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). رشد و نمو گیاهان زراعی به طور دائمی تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی قرار می‌گیرند و تنش‌های محیطی نیز از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در جهان هستند (فرانکلین و همکاران، ۲۰۱۰). یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سرتاسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی، کمبود آب است (بنایان و همکاران، ۲۰۰۸) که به کارخانه محدودیت بقا در مناطق خشک و نیمه خشک معروف شده است (چاوز، ۲۰۰۳).

ژنوتیپ‌های گیاهی را بر اساس عملکرد در شرایط محیطی تنش‌دار و بدون تنش به چهار گروه تقسیم می‌کنند: گروه یک شامل ژنوتیپ‌هایی با عملکردکم در هر دو شرایط با و بدون تنش، گروه دو شامل ژنوتیپ‌هایی که تنها در محیط مطلوب برتر بوده و در شرایط تنش‌جزء ژنوتیپ‌هایی با عملکرد کم هستند، گروه سه شامل ژنوتیپ‌هایی دارای عملکرد نسبتاً زیاد تنها در شرایط تنش، به طوری که در شرایط بدون تنش در گروه ارقام با عملکرد کم قرار می‌گیرند و گروه چهار شامل ژنوتیپ‌های که در هر دو محیط، برتر بوده و عملکرد بیشتری دارند (مقدم و هادی زاده، ۱۳۸۱).

شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی ارقام در شرایط تنش خشکی معرفی شده است. فیشر و موور (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به خشکی (SSI)[1]، روسیلی و هامبلین (۱۹۸۱) شاخص تحمل (TOL)[2] را به همراه میانگین تولید (MP)[3] و فرناندز (۱۹۹۲) شاخص تحمل به خشکی (STI)[4] را برای ارزیابی ارقام از نظر تحمل به خشکی معرفی کرده‌اند. گوتری و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه روی گندم با استفاده از شاخص SSI پیشنهاد کردند که شاخص بزرگتر از یک حساسیت بالا به تنش خشکی و کوچکتر از یک نشان دهنده حساسیت کمتر به تنش خشکی می‌باشد.

فرناندز (۱۹۹۲) در معرفی شاخص‌های کمی تحمل به خشکی اظهار داشت که هر چه Ys[5] (عملکرد تحت شرایط تنش) به Yp[6] (عملکرد تحت شرایط مطلوب) نزدیک‌تر باشد، حساسیت رقم به خشکی کمتر بوده و در نتیجه مقدار Yp و به تبع آن شاخص حساسیت به تنش (SSI) آن کمتر می‌شود. تحمل یا حساسیت نسبی ارقام به خشکی را می‌توان از مقایسه مقادیر SSI آنها تعیین کرد.

در مطالعه احمدی و همکاران (۱۳۸٤) شاخص میانگین تولید (MP) از جمله شاخص‌هایی بود که ارقام گندم دارای عملکرد زیاد در هر دو شرایط تنش و عدم تنش را متمایز نمود. جمشید مقدم و همکاران (۱۳۸۱) جهت گزینش برای تحمل به خشکی در ارقام نخود زراعی عنوان کردند که تحلیل همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و میانگین عملکرد در شرایط دیم و آبی نشان می‌دهد که سه شاخص MP، STI و GMP[7] مناسب ترین شاخص‌ها هستند. ولیلو و پاک نیت (۱۳۸۱) در بررسی شاخص‌های کمی مقاومت به تنش خشکی در ارقام جو اظهار داشتند که همبستگی چهار شاخص GMP، HAR، MP و STI با همدیگر و با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود بنابراین نتیجه گیری کردند که چهار شاخص مذکور برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌ها مناسب‌ترند. در آزمایش بتوراک (۱۳۸۱) که

1- Stress Susceptibility Index
2- Stress Tolerance

3 - Mean Productivity
4- Tolerance Index Stress
5 - Yield Stress
6- Yield Potential
7- Geometric Mean Productivity

www.SID.ir

Archive of SID

روی هشت ژنوتیپ آفتابگردان انجام شد مشخص شد که در شرایط تنش در مرحله دانه بستن کارآئی شاخص-های GMP، MP و STI در شناسایی هیبریدهای با عملکرد زیاد و تحمل به تنش خشکی بهتر بود و هم چنین در محیط تنش در مرحله گل‌دهی تنها شاخص MP شاخص برتر بود. شفازاده و همکاران (۱۳۸۳) به منظور بررسی تحمل به تنش خشکی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امید بخش گندم زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص-های حساسیت و تحمل به تنش، آزمایشی را انجام دادند و گزارش نمودند که نتایج رتبه بندی ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص میانگین هندسی (GMP) و میانگین حسابی (MP) یکسان بود و از طرفی همبستگی STI با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی مثبت و معنی‌دار بود آنها پیشنهاد کردند که سه شاخص مذکور برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های گندم مناسب‌تر می‌باشند.

بهمرام و همکاران (۲۰۰٦) در گزارش‌های خود در زمینه ارزیابی تحمل به خشکی ارقام بهاره کلزا عنوان کردند که شاخص STI بهتر از شاخص‌های TOL و SSI می‌تواند در ارزیابی تحمل به خشکی ارقام کاربرد داشته باشد. سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که شاخصMP زمانی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش کارآیی دارد که تنش زیاد نبوده و اختلاف بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش نیز خیلی زیاد نباشد. ایزانلو و همکاران (۱۳۸٤) به منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی، طی تحقیقی روی ارقام تجارتی سویا، دریافتند که عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در گیاه و طول دوره پر شدن دانه نسبت به صفات مانند شاخص برداشت و ارتفاع بوته آسیب بیشتری می‌بینند.

غریب عشقی و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که دو شاخص STI وGMP مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی مقاومت به خشکی در سویا بوده و می‌توانند برای شناسایی ارقام دارای عملکرد زیاد در هر دو شرایط مورد استفاده قرار داده شوند. حیدری (۱۳۸٦) و جعفری (۱۳۸٦) چهار شاخص MP، GMP، HARM و STI را به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در سویا معرفی کردند. دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند با وقوع تنش از عملکرد دانه کاسته شد، به طوری که گیاهان در شرایط تنش متوسط و شدید ۲۹ و ٤۳ درصد عملکرد کمتری نسبت به آبیاری مطلوب داشتند. زارع و همکاران (۱۳۸۳) در ارزیابی عکس‌العمل ۲۵ ژنوتیپ سویا نسبت به تنش خشکی در کرج گزارش کردند که ارقام دلسوی ٤۲۱۰، ال. دی۳، ال۱۱، لینفورد با بیش از دو تن در هکتار، از عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر تیمارها در شرایط کم آبی و آبیاری کامل برخوردار بودند.

امروزه با توجه به شرایط اقلیمی کشور و نیاز مبرم به روغن خوراکی، شناسایی ارقام مقاوم به خشکی از اهمیت خاصی برخوردار است لذا این تحقیق با هدف ارزیابی عکس‌العمل ارقام سویا در برابر تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی و معرفی ارقام متحمل به تنش خشکی در ارومیه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی شهید بهشتی در پانزده کیلومتری ارومیه اجرا شد.براساس آمار هواشناسی منطقه با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. بر اساس نتایج آزمایش تجزیه خاک، بافت خاک محل اجرای آزمایش لوم- لومی رسی بوده که pH آن برابر ۸/۰۳ و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) آن ۰/٦۷ دسی زیمنس بر متر می-باشد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. با توجه به آمار هواشناسی بلند مدت در ارومیه، متوسط بارندگی سالیانه ۳۹۰ میلیمتر، متوسط دما ۱۱/۳ درجه سانتیگراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۵ درصد می‌باشد. برخی از پارامترهای

www.SID.ir

Archive of SID

هواشناسی از کاشت تا برداشت در سال زراعی ۱۳۹۱ در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول۱- مشخصات خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	رطوبت اشباع (%)	آهک (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر میلی‌گرم در کیلوگرم	پتاسیم میلی‌گرم در کیلوگرم
۳۰-۰	لوم -لومی رسی	۰/۶۷	۸/۰۳	۴۸	-	۳۴	۴۲	۲۴	۱ /۲۲	۰ /۱۲	۴/۶۲	۲۳۲

جدول۲- مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش، تبخیر و رطوبت هوا در طی فصل رشد سویا در منطقه مورد مطالعه

	ماه				
پارامترهای هواشناسی	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	۲۳/۳	۲۸/۲	۳۰/۱	۳۳/۱	۲۸/۶
حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	۸/۳	۱۱/۹	۱۵/۳	۱۶/۲	۱۳/۱
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۵/۸	۲۰	۲۲/۷	۲۴/۶	۲۰/۹
مجموع بارندگی (میلی‌متر)	۱۵	۱۸/۸	۹/۲	۱/۸	۸/۴
کل تبخیر(میلی‌متر)	۱۸۱/۹	۲۵۵/۹	۲۶۹/۳	۲۶۳/۴	۲۰۰/۴
میانگین رطوبت (٪)	۵۶	۴۸	۵۲	۴۶	۵۲

در این تحقیق از طرح آزمایشی اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. فاکتور اصلی در سه سطح ٦٠ میلی متر (آبیاری مطلوب)، ۱۱۰ میلی متر (تنش ملایم) و ١٦٠ میلی متر(تنش شدید) تبخیر از سطح تشتک کلاس A و فاکتور فرعی شامل سه رقم کلاک، ویلیامز و آنیون بود که هر سه رقم جزء گروه رشد نامحدود و گروه رسیدگی III که تحت شرایط عرض‌های جغرافیایی کمتر از ۳۵ درجه بطور عمده توسط دما تعیین می‌گردد می‌باشند. این بذور از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردیدند. تعداد ۲۷ کرت با ابعاد ٤×۳/۵ مترمربع ایجاد شد و فواصل بین بلوک‌ها چهار متر در نظر گرفته شد.

بذور در کرت‌های خود در تاریخ هفده خرداد سال زراعی ۱۳۹۱ در شش ردیف به فواصل ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی متر با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع در عمق ۳-۵ سانتی‌متر خاک کشت شد. زمان آبیاری در کرت‌های شاهد و تنش از روش کسر رطوبتی اتمسفر استفاده گردید. به این جهت از تشتک تبخیر کلاس A استفاده گردید. زمانی که تبخیر به ٦٠ میلی متر رسید، آبیاری تیمار شاهد انجام گرفت. آبیاری کلیه کرت-های مورد آزمایش بعد از استقرار گیاه تا مرحله سه الی چهار برگی مطابق شاهد انجام شد و پس از آن تیمارهای کم آبی اعمال شدند.

بر این اساس زمان آبیاری تیمار دوم و سوم به ترتیب پس از تبخیر ۱۱۰ (تنش متوسط) و ١٦٠ (تنش شدید) میلی متر از تشتک تبخیر انجام شدند که در مجموع برای تیمار آبیاری مطلوب هشت نوبت، تیمار تنش ملایم چهار نوبت و برای تیمار تنش شدید دو نوبت آبیاری انجام شد که برای تیمار تنش شدید آبیاری برای نوبت سوم همزمان با روز برداشت بود که آبیاری انجام نشد. طی فصل رشد در مواقع لزوم وجین با دست انجام شد. بیماری خاصی در مزرعه مشاهده نشد.

عملیات برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک زمانی که غلاف‌ها رسیده، قهوه‌ای و یا زرد شدند در تاریخ ۱۵ مهرماه بصورت دستی انجام شد.صفات عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب،

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم خشکی، عملکرد دانه در شرایط تنش شدید خشکی و شاخص‌های تحمل به تنش خشکی مانند میانگین بهره‌وری، میانگین بهره‌وری هندسی، شاخص تحمل به خشکی، شاخص حساسیت به تنش و شاخص تحمل محاسبه شدند. به منظور مقایسه تیمارهای آزمایشی، تجزیه واریانس داده‌ها به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش خشکی مورد بحث و بررسی قرار گرفتند جدول (۳).

جدول ۳- شاخص‌های تحمل به تنش خشکی

کارآیی	نام شاخص	معادله	رفرنس
ارقام با مقادیر بالای این شاخص متحمل به خشکی خواهند بود.	میانگین بهره وری یا تولید (MP)	$MP = \frac{Y_S + Y_P}{2}$	(Rosielle and Hamblin, 1981)
ارقام با مقادیر بالای این شاخص متحمل به خشکی خواهند بود.	میانگین بهره وری هندسی (GMP)	$GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$	(Kristin *et al.*, 1997)
ارقام با مقادیر بالای این شاخص متحمل به خشکی خواهند بود.	شاخص تحمل به خشکی (STI)	$STI = \frac{(Y_S)(Y_P)}{(\overline{Y}_P)^2}$	(Fernandez, 1992)
ارقام با مقادیر پایین این شاخص در هر دو شرایط نرمال و تنش مناسب خواهند بود.	شاخص تحمل (TOL)	$TOL = Y_P - Y_S$	(Rosielle and Hamblin, 1981)
ارقامی که شاخص حساسیت به تنش آنها کوچکتر از یک باشد متحمل به خشکی خواهند بود.	شاخص حساسیت به تنش (SSI) شدت تنشSI	$SSI = \frac{1-(\frac{Y_S}{Y_P})}{SI}$, $SI = 1-(\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P})$	(Fischer and Maurer, 1978)

YS وYP به ترتیب عملکرد دانه در شرایط تنش و شرایط بدون تنش

$\overline{Y_S}$ و $\overline{Y_P}$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد.

نتایج و بحث

در شرایط آبیاری مطلوب، بیشترین میزان عملکرد (۳٦۳۰ کیلوگرم در هکتار) از رقم آنیون بدست آمد جدول (٤) این رقم همچنین در هر دو شرایط تنش ملایم و تنش شدید بیشترین عملکرد را نسبت به دو رقم کلارک و ویلیامز داشت. در شرایط تنش ملایم و تنش شدید کمترین عملکرد متعلق به رقم ویلیامز بود جداول (٤ و ۵).

در مورد شاخص حساسیت به خشکی این‌گونه می‌توان اظهار داشت کمترین مقدار این شاخص در هر دو شرایط تنش ملایم و تنش شدید متعلق به رقم ویلیامز بود ولی بیشترین مقدار عددی حساسیت به خشکی در هر دو شرایط تنش خشکی مربوط به رقم آنیون بود، بنابراین رقم ویلیامز متحمل‌ترین رقم از نظر حساسیت به تنش می‌باشد و رقم آنیون کمترین تحمل را از نظر شاخص حساسیت به تنش نشان داد جداول(٤ و ۵). با دستیابی به نتایج فوق می‌توان این‌گونه اظهار نظر نمود که هر چه تفاوت عملکرد رقم در بین شرایط نرمال کاشت و تحت تنش بیشتر باشد نشان می‌دهد که آن رقم در برابر شرایط تنش حساس‌تر است. انتخاب بر اساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) به گزینش رقم‌های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد پایین منجر می‌شود.

بر اساس شاخص تحمل به تنش (STI) فرناندز (فرناندز، ۱۹۹۲)، ژنوتیپ‌های پایدارتر، دارای مقادیر بیشتر STI هستند. بنابراین انتظار می‌رود با استفاده از این شاخص امکان تشخیص رقم‌هایی که در هر دو شرایط (مطلوب و تنش‌زا) از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد زیادی تولید کنند، وجود داشته باشد. بر اساس شاخص تحمل به تنش فرناندز، رقم آنیون دارای بالاترین شاخص تحمل به تنش در هر دو شرایط تنش ملایم (۱/۰۰۲) و تنش شدید (۰/٦۵) نسبت به دیگر رقم‌ها بود

www.SID.ir

Archive of SID

جداول (٤ و ٥). بنابراین انتظار می‌رود براساس این شاخص، ژنوتیپ مذکور دارای پایداری عملکرد بیشتری تحت شرایط تنش خشکی باشد. عبدی‌پور و همکاران (١٣٨٩)، گزارش کردند بر اساس نتایج همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در محیط تنش و بدون تنش شاخص‌های STI، GMP و MP به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند.

در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص تحمل (TOL) که میزان زیاد این شاخص نشان دهنده حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها با مقدار کم آن نشان دهنده تحمل ژنوتیپ به تنش می‌باشد، مشخص شد که در هر دو شرایط تنش ملایم و شدید خشکی بیشترین و کمترین مقدار این شاخص به ترتیب به ارقام ویلیامز و آنیون مربوط بود جداول (٤ و٥).

بر اساس شاخص میانگین تولید (MP) که میانگین عملکرد ژنوتیپ در هر دو محیط تنش و نرمال می‌باشد، بالاترین میزان این شاخص در هر دو شرایط تنش ملایم و تنش شدید از رقم آنیون بدست آمد جداول (٤ و ٥). بکائی و همکاران (١٣٨٧) نتیجه گرفتند که با توجه به تجزیه بای پلات و همبستگی بین شاخص‌ها مشخص شد که بهترین شاخص‌های انتخاب STI، GMP و MP می‌باشند.

بر اساس شاخص تولید میانگین هندسی (GMP)، رقم آنیون در هر دو شرایط تنش ملایم و شدید از ارقام کلارک و ویلیامز برتر بود جداول(٤ و ٥). کارگر و همکاران (١٣٨٣) در بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی روی برخی ارقام سویا در شرایط آبیاری محدود نشان دادند که به دلیل وجود همبستگی بالا بین شاخص-های تحمل به خشکی و عملکرد دانه سویا در محیط تنش و بدون تنش شاخص‌های STI و GMP به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند. زارع و همکاران (١٣٨٣) در مطالعه ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی روی برخی ارقام سویا اظهار داشتند که شاخص‌های GMP،STI و MP به عنوان بهترین شاخص‌ها شناسایی شدند. همچنین شاهمرادی و همکاران (١٣٨٨)، در بررسی اثرات تنش خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا گزارش کردند شاخص‌های STI وGMP مناسب‌ترین شاخص‌ها برای مقایسه ارقام بودند.شاخص‌های مقاومت به خشکی برای هر آزمایش تنش به‌صورت جداگانه محاسبه گردید. شاخص شدت تنش (SI) که معیاری جهت ارزیابی میزان تنش وارد شده به یک جامعه گیاهی به واسطه یک عامل نامطلوب محیطی و بر اساس میزان خسارت وارد شده به عملکرد می‌باشد (فرناندز، ١٩٩٢)، شاخص شدت تنش در آزمایش آبیاری پس از ١٦٠ میلی‌متر (٠/٦٢) بیشتر از شاخص شدت تنش در آزمایش آبیاری پس از ١١٠میلی‌متر (٠/٤٤) بود جداول(٤ و٥).

رامیرز- والجو و کلی (١٩٩٨) بیان کردند که وقتی شدت تنش محیطی در آزمایشات بالاتر از ٠/٧ باشد، تنش شدیدی برگیاهان وارد شده است. در شرایط آبیاری بعد از ١٦٠میلی‌متر رقم ویلیامز در سه شاخص MP، GMP، STI پایین‌ترین رتبه را دارا بود که حساسیت بالایی به تنش خشکی داشت جدول (٥) و از نظر شاخص TOL که مقادیر عددی پایین آن نشان دهنده تحمل نسبی ارقام می‌باشد، کمترین میزان را به خود اختصاص داد.

در حقیقت ارقامی که دارای شاخص TOL کمتری هستند، در محیط تنش تغییر عملکرد کمتری از خود نشان می‌دهند و پایین بودن مقدار این شاخص الزاماً به معنای بالا بودن عملکرد رقم در محیط بدون تنش نمی‌باشد. چرا که ممکن است عملکرد رقمی در شرایط عادی پایین باشد و در شرایط تنش نیز با افت کمتری همراه باشد، که باعث کوچک شدن شاخص TOL شود و در نتیجه این رقم به عنوان رقم متحمل معرفی گردد (مقدم و هادی‌زاده، ١٣٨١).

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

به طور کلی ارقام انتخاب شده از لحاظ تحمل به تنش خشکی دارای تفاوت معنی‌داری بودند و از این تنوع ژنتیکی می‌توان برای تولید ارقام اصلاح شده مناسب برای هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش خشکی استفاده نمود. در این آزمایش رقم آنیون با دارا بودن بیشترین میزان شاخص‌های MP، GMP، STI، Y_P و Y_S متحمل به تنش بود. با توجه به ثبات روند تحمل به تنش رقم آنیون در هر دو سطح تنش، می‌توان این رقم را به عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش خشکی معرفی نمود. به نظر می‌رسد این رقم می‌تواند منبع مناسبی برای اصلاح ارقام سویای متحمل به تنش باشد. در مجموع استفاده از روش‌های ساده و قابل اطمینان برای انتخاب ارقام برتر در شرایط تنش خشکی مد نظر به‌نژادگران بوده است و استفاده از این شاخص‌ها برای گزینش ارقام برتر در آینده نیز توصیه می‌شود.

جدول ۴- برآورد شاخص‌های تحمل به تنش ارقام مورد مطالعه بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و تنش ملایم

ارقام	Y_p (کیلوگرم درهکتار)	Y_s (کیلوگرم درهکتار)	SI	SSI	STI	TOL (کیلوگرم درهکتار)	MP (کیلوگرم درهکتار)	GMP (کیلوگرم درهکتار)
کلارک	۲۱۳۱/۳۳ b	۱۳۷۲/۶۶ a	۰/۴۴ a	۰/۸۳۹ a	۰/۴۶۸ b	۷۵۸/۶۷ a	۱۷۵۱/۹۹ b	۱۷۱۰/۴۳ b
ویلیامز	۱۷۳۲/۰۰ b	۱۰۹۶/۰۰ a	۰/۴۴ a	۰/۸۳۴ a	۰/۳۰۴ b	۶۳۶/۰۰ a	۱۴۱۴/۰۰ b	۱۳۷۷/۷۷ b
آنیون	۳۶۳۰/۶۶ a	۱۷۲۳/۲۰ a	۰/۴۴ a	۱/۱۹۴ a	۱/۰۰۲ a	۱۹۰۷/۴۶ a	۲۶۷۶/۹۳ a	۲۵۰۱/۲۷ a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست.

شاخص‌های $\overline{Y_P}$ و $\overline{Y_S}$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام در شرایط آبیاری مطلوب (۲٤۲۳/۹۹کیلوگرم در هکتار) و تنش ملایم (۱۳۹۷/۲۸ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب = Y_p، عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم = Y_s، شدت تنش = SI، شاخص حساسیت به تنش = SSI، شاخص تحمل به خشکی = STI، شاخص تحمل = TOL، میانگین بهره‌وری یا تولید = MP، میانگین بهره‌وری هندسی = GMP

جدول ۵- برآورد شاخص های تحمل به تنش ارقام مورد مطالعه بر اساس عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و تنش شدید

ارقام	Y_p (کیلوگرم درهکتار)	Y_s (کیلوگرم درهکتار)	SI	SSI	STI	TOL (کیلوگرم درهکتار)	MP (کیلوگرم درهکتار)	GMP (کیلوگرم درهکتار)
کلارک	۲۱۳۱/۳۳ b	۸۶۹/۳۳ ab	۰/۶۲ a	۰/۹۵۵ a	۰/۲۹ b	۱۲۶۲ ab	۱۵۰۰/۳۳ b	۱۳۶۱/۱۸ b
ویلیامز	۱۷۳۲/۰۰ b	۸۱۱/۳۳ b	۰/۶۲ a	۰/۸۵۷ a	۰/۲۲ b	۹۲۰/۶۷ b	۱۲۷۱/۶۶ b	۱۱۸۵/۴۲ b
آنیون	۳۶۳۰/۶۶ a	۱۱۲۸/۰۰ a	۰/۶۲ a	۱/۱۱۱ a	۰/۶۵ a	۲۵۰۲/۶۶ a	۲۳۷۹/۳۳ a	۲۰۲۳/۷۰ a

در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست.

شاخص‌های $\overline{Y_P}$ و $\overline{Y_S}$ به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام در شرایط آبیاری مطلوب (۲٤۲۳/۹۹ کیلوگرم در هکتار) و تنش شدید (۹۳٦/۲۲ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب = Y_p، عملکرد دانه در شرایط تنش شدید = Ys، شدت تنش = SI، شاخص حساسیت به تنش = SSI، شاخص تحمل به خشکی = STI، شاخص تحمل = TOL، میانگین بهره‌وری یا تولید = MP، میانگین بهره‌وری هندسی = GMP

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. احمدی، ع.، م. سعیدی و ع. ع. زالی. ۱۳۸٤. مقاومت به خشکی و رابطه آن با عملکرد، سطح برگ و سرعت رشد در مرحله زایشی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم نان با زمینه متفاوت به‌نژادی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲: ۹۲-۸۲.

۲. ایزانلو، ع.، ح. زینالی خانقاه، ع. حسین زاده، ن. مجنون حسینی و م. سبکدست. ۱۳۸٤. بررسی عکس العمل ارقام، تجاری سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحله زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳٦ (٤): ۱۰۲۳-۱۰۱۱.

۳. بتوراک، س. ۱۳۸۱. ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان در شرایط تنش خشکی بر اساس شاخص‌های مقاومت و تجزیه علیت. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه مازندان.

٤. بکایی، ع. س.، ح. ر. بابایی، د. حبیبی، ف. جاویدفر و ع. محمدی. ۱۳۸۷. ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف سویا تحت شرایط تنش خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. ٤ (۱): ۳۸-۲۷.

۵. جعفری، ع. ۱۳۸٦. بررسی همبستگی‌های ژنوتیپی و فنوتیپی و تجزیه علیت صفات در هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

٦. جمشیدمقدم، م.، ح. پاک نیت و ع. فرشادفر. ۱۳۸۱. بررسی تغییرات صفات مهم زراعی و گزینش برای مقاومت به خشکی در ارقام نخود زراعی (*Cicer arientum* L.). خلاصه مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج. صفحه ۳٦۹.

۷. حیدری، ع. ر. ۱۳۸٦. بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۸. خواجویی‌نژاد ع.، ح. کاظمی، ه. آلیاری، ع. جوانشیر و س. م. ج. آروین. ۱۳۸٤. تاثیر رژیم‌های آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد، کارایی مصرف آب و کیفیت دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی کرمان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹ (٤) : ۱۵۱-۱۳۷.

۹. دانشیان، ج.، ح. هادی و پ. جنوبی. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم آبی. علوم زراعی ایران. ۱۱(٤): ٤۰۹-۳۹۳.

۱۰. زارع، م.، ح. زینالی خانقاه و ج. دانشیان. ۱۳۸۳. ارزیابی تحمل برخی ژنوتیپ‌های سویا به تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (٤): ۸٦۷-۸۵۹.

۱۱. شاهمرادی، ش.، ح. زینالی خانگاه، ج. دانشیان، ن. خدابنده و ع. احمدی. ۱۳۸٤. بررسی اثرات تنش خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا با تأکید بر شاخص‌های تحمل به تنش. علوم گیاهان زراعی ایران.٤۰ (۳) : ۲۲-۹.

۱۲. شفازاده، م. ک.، ا. یزدان سپاس، ا. امینی و م. ر. قنادها. ۱۳۸۳. بررسی تحمل به تنش خشکی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امید بخش گندم زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش. مجله نهال و بذر. ۲۰ (۱): ۸۳-۷۵.

۱۳. عبدی‌پور، م.، ع. رضائی، س. هوشمند و ف. رئیسی. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.(۱٤): ۱۳-۱.

www.SID.ir

Archive of SID

۱٤. غریب عشقی، ا.، ن. رزمی، ر. عادل زاده و ف. مددزاده. ۱۳۸۷. مطالعه کارآیی بعضی شاخص‌های خشکی در انتخاب لاین‌های سویا و ارقام تحت شرایط کمبود رطوبت در منطقه خزر با استفاده از تجزیه مولفه‌های اصلی. دهمین کنگره علوم گیاهی. کرج. ایران.

۱۵. کارگر، س. م. ع.، م. ر. قنادها، ر. بزرگی پور، ا. ع. خواجه احمد عطاری و ح. بابایی. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص-های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (۱): ۱٤۲-۱۲۹.

۱٦. مقدم، ع. و م. ح. هادی زاده. ۱۳۸۱. عکس العمل هیبریدهای ذرت و لاین های والدی آنها به خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش. مجله نهال و بذر. ۱۸ (۳): ۲۷۲-۲۵۵.

۱۷. ولیلو، ر. و ح. پاک نیت.۱۳۸۱. تعیین شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در ارقام جو زراعی (*Hordeum vulgare* L.). چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. صفحه ٤٦۱.

18. Bannayan, M., F. Nadjafi, M. Azizi, L. Tabrizi and M. Rastgoo. 2008. yield and seed quality of plant ago ovata and Nigella sativa under diferent irrigation treatments. Industrial Crop and Products. 27:11-16.
19. Behmaram, R., A. F. Faraji and H. Amiari-Oghan. 2006. Evaluation of drought tolerance in spring rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) The 9th Iranian Congress of Crop Science congress. Aboureyhan Campus- University of Tehran. P_p: 496.
20. Chaves, M. M., J. P. Maroco and J. S. Pereia. 2003. Understanding plant responses to drought frome genes to the whole plaut. Plant Biol. 30:239-204.
21. FAO. 2013. Fao statistic deviation, http://faostat.fao.org.
22. Fernandez, G. C. J. 1992. 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.
23. Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
24. Franklin, P., R. Gardner, B. Pearce and R. L. Mitchell. 2010. Physiology of crop plants. Scientific press. 336 Pp.
25. Guttieri, M. J., J. C. Stark, K. Brien and E. Souza. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Sci. 41: 327-335.
26. Kristin, A. S., R. R. Serna, F. I. Perez, B. C. Enriquez, J. A. A. Gallegos, P. R. Vallejo, N. Wassimi and J. D. Kelly. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 51-60.
27. Ramirez-Vallejo, P. and J. D. Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99: 127-136.
28. Rosielle, A. T. and J. Hambelen. 1981. Theorical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: P: 493.
29. Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. Field Crop Res. 222-229.

www.SID.ir