Archive of SID

ارزیابی برخی صفات زراعی و برآورد شاخص‌های مقاومت به خشکی برای عملکرد لاین‌های خویش آمیخته آفتابگردان در شرایط با و بدون تنش رطوبتی

فرشاد ناصر قدیمی[۱]، سدابه جهانبخش*[۲]، مهدی غفاری[۳]، علی عبادی[۲]

۱-دانشجوی دکترای اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲-گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳-موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

به منظور ارزیابی تحمل خشکی و تعیین شاخص مناسب برای ارزیابی تحمل لاین‌های خویش‌آمیخته آفتابگردان به شرایط خشکی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تکرار طی دو سال ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی انجام شد. تعداد ۲۰ لاین آفتابگردان در دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود ارزیابی شد. تنش خشکی از طریق قطع آبیاری از مرحله R4 تا مرحله R6 اعمال شد. براساس نتایج حاصل، تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع و قطر ساقه، وزن صددانه، قطر طبق، طول دوره رشد و عملکرد دانه لاین‌های آفتابگردان شد. اختلاف آماری معنی‌داری بین لاین‌ها از نظر خصوصیات مذکور وجود داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه در لاین‌های RGK55، BGK375 و BGK1 در شرایط بدون تنش و در لاین‌های BGK1 و BGK375 در شرایط تنش به‌دست آمد. برای ارزیابی لاین‌ها، شاخص‌های مقاومت به خشکی شامل میانگین عملکرد (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، میانگین هارمونیک بهره‌وری (HARM)، شاخص پایداری عملکرد(YSI) ، شاخص خشکی حساس (SDI)، شاخص خشکی نسبی (RDI) ، درصد حساسیت به تنش خشکی (SSPI)، شاخص تحمل به خشکی اصلاح‌شده در شرایط آبیاری مطلوب (K1STI) و شاخص تحمل به خشکی اصلاح‌شده در شرایط تنش (K2STI) محاسبه شد. برطبق این شاخص‌ها و همچنین همبستگی ساده، شاخص‌های STI, K1STI, K2STI، MP، GMP و HARM مناسب‌ترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های آفتابگردان از نظر تحمل خشکی بودند. بر این اساس لاین‌های BGK1 و BGK375 به عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها و لاین‌های RGK23 و RGK26 حساس‌ترین لاین‌ها به تنش خشکی بودند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تنش خشکی، شاخص تحمل، لاین خویش‌آمیخته

* نگارنده مسئول: *jahanbakhsh@uma.ac.ir* *تاریخ دریافت*: ۱۳۹۵/۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۳

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

روغن‌های خوراکی یکی از نیازهای اصلی غذایی کشور است که همواره تامین نیاز داخلی آن با صرف هزینه‌های هنگفت از طریق واردات تأمین می‌شود. لذا سرمایه‌گذاری برای تولید دانه‌های روغنی و از جمله آفتابگردان که در طرح خودکفایی دانه‌های روغنی بعد از کلزا اهمیت خاصی دارد، مورد توجه است. آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) به عنوان یکی از چهار گیاه مهم زراعی تامین کننده روغن و پروتئین، اگرچه یک گیاه متحمل به خشکی نیست ولی معمولا در مناطق خشک، جایی که سایر محصولات به شدت از کمبود آب آسیب می‌بینند عملکرد رضایت بخشی دارد(Stone *et al.*, 2002). آفتابگردان در اکثر کشورها در شرایط نیمه خشک، جایی که هر ساله یک یا چند نوع تنش غیر زیستی به عنوان عامل محدود کننده تولید وجود دارد، کشت می‌شود. با وجود این در میان گیاهان زراعی بخوبی قادر است تا شرایط تنش را تحمل نماید که آن هم به علت ساختمان بوته آفتابگردان می‌باشد (Skoric, 2009). در مجموع مزیت‌های نسبی آفتابگردان در مقایسه با گیاهان دیگر روغنی عبارت است از طول دوره رویش کوتاه، رشد و نمو سریع، سازگاری با شرایط آب و هوایی، تحمل نسبی به تنش خشکی، درصد بالای روغن با کیفیت بسیار خوب و بی‌تفاوت بودن به طول روز (مقدم خمسه و همکاران، ۱۳۸۸).

تنش معمولا به عنوان یک عامل بیرونی که اثرات سوء برگیاهان به جا می‌گذارد تعریف می‌شود (کافی و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۹). گیاهان در طول دوره رشد خود در معرض تنش‌های گوناگون قرار دارند و در این میان کمبود آب بزرگترین چالش در تولید محصولات کشاورزی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران می‌باشد (Munns, 2002). میزان عملکرد در شرایط تنش معیار مناسبی برای بررسی مقاومت ارقام به شرایط تنش محسوب نمی‌شود، بلکه پایداری عملکرد و مقایسه میزان عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش، به عنوان معیارهای مناسب‌تری برای واکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی می‌باشد. بر این اساس شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی مقاومت ارقام و ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی ارائه شده است.

شاخص حساسیت به تنش (SSI)[1] توسط فیشر و مورر(۱۹۷۸) پیشنهاد شد. مقادیر کوچک‌تر این شاخص، بیانگر تحمل بیشتر گیاه به تنش است. شاخص تحمل به خشکی (TOL)[2] و میانگین حسابی بهره‌وری (MP)[3] توسط روسیلی و هامبلین (۱۹۸۱) ارائه شد. مقادیر بالای TOL نشانه حساسیت گیاه به شرایط تنش است، پس بنابراین انتخاب بر اساس مقادیر کم‌تر این شاخص صورت می‌گیرد. شاخص MP نیز معیار گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌باشد که عملکرد بالایی در شرایط مطلوب و عملکرد پایینی در شرایط تنش دارند. فرناندز (۱۹۹۲) شاخص دیگری به نام میانگین هندسی بهره وری (GMP)[4] را پیشنهاد کرد و بر اساس آن شاخص تحمل به تنش (STI)[5] را بنا نهاد. همبستگی بین این دو شاخص بسیار بالا و نزدیک یک می‌باشد. شاخص دیگری به نام شاخص هارمونیک (HARM) نیز پیشنهاد شده

1- Stress Susceptibility Index (SSI)
2 -Tolerance(TOL)
3- Mean Productivity (MP)
4- Geometric Mean Productivity (GMP)
5- Stress Tolerance Index (STI)

www.SID.ir

Archive of SID

است. هر چه مقدار این شاخص بالاتر باشد، نشان دهنده تحمل به خشکی بیشتر آن ژنوتیپ است (فرشاد فر و همکاران، ۲۰۱۳). شاخص پایداری عملکرد (YSI)[1] توسط باسلاما و شاپاق (۱۹۸۴) ارائه شد. شاخص خشکی حساس (SDI)[2] توسط فرشادفر و جوادی نیا (۱۳۹۰) معرفی شد. شاخص تحمل تنش خشکی اصلاح شده در شرایط آبیاری مطلوب (K1STI)[3] و شاخص تحمل تنش خشکی اصلاح شده در شرایط آبیاری محدود (K2STI) [4] توسط فرشادفر و سوتکا (۲۰۰۲) پیشنهاد گردیدند. موسوی و همکاران (۲۰۰۸) درصد حساسیت به تنش خشکی (SSPI) [5] را برای غربالگری ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در شرایط تنش و بدون تنش ارائه کردند. فیشر و همکاران (۱۹۹۸) شاخص خشکی نسبی (RDI) [6] را که برای نشان دادن تحمل تنش شاخص مثبتی است، پیشنهاد کردند. کاظمی تبار و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه بر روی آفتابگردان گزارش کردند که در شرایط تنش در مرحله گلدهی شاخص MP و در شرایط تنش در مرحله دانه بستن شاخص‌های GMP، MP و STI در شناسایی هیبریدهای با عملکرد بالا و متحمل به تنش بهتر عمل کردند. غفاری (۱۳۸۶) گزارش کرد که شاخص STI برای انتخاب ارقام آفتابگردان با عملکرد بالا و نیز متحمل به خشکی مناسب می‌باشد. اورکی و همکاران (۱۳۸۸) در شرایط تنش خشکی متوسط شاخص‌های MP و GMP و در شرایط تنش خشکی شدید شاخص‌های GMP و STI را برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی ژنوتیپ‌های آفتابگردان معرفی کردند. به طور کلی شناسایی و اصلاح ارقام پر محصول آفتابگردان که به تنش‌های محیطی تحمل داشته باشد از نظر توسعه سطح کاشت این گیاه مهم است. هدف ازانجام این تحقیق ارزیابی اثر تنش خشکی بر ۲۰ لاین خویش‌آمیخته آفتابگردان و بررسی میزان تحمل به تنش آنها با استفاده از شاخص‌های تحمل خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی دو سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در شش تکرار و دو سال متوالی در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی انجام گرفت. مکان اجرای آزمایش در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۵ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۱۰۳ متری از سطح دریا قرار گرفته است. گلدان‌های آزمایش با مخلوطی از خاک مزرعه، کود دامی و ماسه بادی به نسبت مساوی و مقدار ۱۰۰ گرم از کودهای فسفات دی‌آمونیوم، سولفات پتاسیم و اوره پر شدند. ۳۰ گرم از کود اوره در مرحله ۸ برگی و ۳۰ گرم بعدی در مرحله ۱۶ برگی بین کیسه‌ها توزیع و آبیاری شد. کاشت بذور در اوایل تیر ماه در گلدان‌هایی با قطر ۲۵ سانتی‌متر و طول ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. در هر گلدان سه بذر کشت و بعد از سبز شدن یک بوته در هر گلدان باقی ماند. ۲۰ لاین خویش‌آمیخته آفتابگردان درشرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود قرار گرفتند. در شرایط

1- Yield Stability Index (YSI)
2- Sensitive Drought Index (SDI)
3- Modified Stress Tolerance Index in Optimum Irrigation (K1STI)
4- Modified Stress Tolerance Index in Moderate and Severe Stress (K2STI)
5- Stress Susceptibility Percentage Index (SSPI)
6 - Relative Drought Index (RDI)

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری مطلوب آبیاری گیاهان به طریقه دستی و ۳ بار در هفته انجام شد و در تیمار آبیاری محدود قطع آبیاری قبل از شروع گلدهی و از مرحله R4 (اشنایتر و میلر، ۱۹۸۱) تا مرحله R6 اعمال شد. بنا به گفته اسکوریچ (۲۰۰۹) میزان تاثیر تنش خشکی به مرحله نموی بستگی دارد و بیش‌ترین کاهش عملکرد موقعی است که تنش خشکی در مرحله گلدهی تا پرشدن دانه اتفاق بیفتد. در طی آزمایش عملیات معمولی زراعی شامل تنک کردن، وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و کوددهی بر اساس ضرورت انجام گرفت. در پایان آزمایش خصوصیات مهم زراعی شامل عملکرد دانه، قطر ساقه، ارتفاع بوته، قطر طبق، وزن صد دانه و طول دوره رشد اندازه گیری و ثبت شد.

برای ارزیابی لاین‌ها از نظر میزان تحمل به خشکی شاخص‌های زیر مورد بررسی قرار گرفت:

$$YSI = \frac{YS}{YP}$$

$$SDI = \frac{YP-YS}{YP}$$

$$RDI = \frac{\frac{YS}{YP}}{\frac{\ddot{Y}S}{\ddot{Y}P}}$$

$$SSPI = \frac{YP-YS}{2\times\ddot{Y}P} \times 100$$

$$K1STI = \frac{YP^2}{\ddot{Y}P^2} \times STI$$

$$K2STI = \frac{YS^2}{\ddot{Y}S^2} \times STI$$

$$TOI = YP-YS$$

$$MP = \frac{YP+YS}{2}$$

$$GMP = \sqrt{YP \times YS}$$

$$STI = (YP \times YS)/\ddot{Y}P^2$$

$$SSI = \frac{1-\frac{YS}{YP}}{SI} \quad , \quad SI = 1 - \frac{\ddot{Y}S}{\ddot{Y}P}$$

$$HARM = \frac{2\times(YP)(YS)}{YP+YS}$$

که در این روابط YP، YS، $\ddot{Y}P$ و $\ddot{Y}S$ به ترتیب عملکرد در شرایط بدون تنش، عملکرد در شرایط تنش، میانگین عملکرد ارقام در شرایط بدون تنش و میانگین عملکرد ارقام در شرایط تنش می‌باشد. پس از محاسبه شاخص‌های تحمل به خشکی مناسب‌ترین شاخص‌ها جهت انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی و دارای پتانسیل عملکرد بالا بر اساس محاسبه همبستگی آنها با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش انتخاب و معرفی شدند. در نهایت با استفاده از نرم افزار SAS صفات مورد مطالعه تجزیه آماری شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد و برخی خصوصیات لاین‌های آفتابگردان تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است. در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بین لاین‌ها از نظر صفات اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌ها است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط آبیاری محدود عملکرد و وزن صد دانه در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب کاهش می‌یابد (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و محدود به ترتیب در لاین‌های RGK55 و BGK1، و کم‌ترین عملکرد در

www.SID.ir

Archive of SID

لاین RGK23 در هر دو شرایط مشاهده شد. تقوایی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که تنش خشکی از گرده افشانی تا رسیدگی موجب کاهش طول دوره رشد و سرعت پرشدن دانه می‌شود که در نهایت منجر به کاهش وزن دانه و عملکرد می‌شود. تنش خشکی در مرحله گرده افشانی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود و همچنین رسیدن دانه‌ها را تسریع می‌نماید. درویش‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) در آزمایشات خود نشان دادند که در شرایط تنش خشکی میانگین برآوردهای ژنوتیپ‌های آفتابگردان در همه خصوصیات مطالعه شده کاهش یافت. به گزارش پورداد و همکاران(۱۳۹۲) میانگین عملکرد رگه‌ها و تاپ‌کراس‌های آفتابگردان در محیط بدون تنش بیش از دو برابر محیط تنش رطوبتی بود.

جدول ۱: میانگین مربعات منابع تغییر در تجزیه مرکب صفات ارزیابی شده لاین‌های مختلف آفتابگردان

منبع تغییر	درجه آزادی	قطر طبق	قطر ساقه	ارتفاع بوته	وزن صد دانه	عملکرد تک بوته	دوره رشد
سال	۱	۴۱/۴**	۷۲/۲**	۴۸۶۸۲/۴**	۴/۰**	۴۹۰/۷**	۱۰۵۰/۲**
تنش	۱	۳۸۸۱/۷**	۱۱۶۸/۶**	۵۹۴۹۶/۵**	۲۰۹/۹**	۱۴۰۲۹/۸**	۱۸۰۱/۸**
سال × تنش	۱	۹۶/۳**	۱۷/۱**	۳۶۷۴/۱**	۴/۴**	۶/۵	۱/۴*
سال × تنش/تکرار	۲۰	۲/۸	۱/۸	۴۹۱/۷	۰/۲	۴/۹	۰/۴
لاین	۱۹	۵۰/۹**	۵۱/۵**	۱۴۳۷/۲**	۱۳/۲**	۸۸۶/۱**	۳۳/۶**
سال × لاین	۱۹	۷/۱**	۱۴/۳**	۴۹۱/۹**	۰/۷**	۱۱۳/۳**	۱۱/۶**
تنش × لاین	۱۹	۱۱/۹**	۸/۳**	۱۰۹/۳*	۱/۱**	۱۶۵/۴**	۷/۳**
سال × تنش × لاین	۱۹	۳/۸*	۳/۴**	۷۶/۶	۰/۳	۳۹/۲**	۱/۴**
اشتباه آزمایشی	۳۸۰	۲/۱	۱/۱	۶۱/۷	۰/۲	۱۰/۷	۰/۳
ضریب تغییرات		۱۴/۷	۸/۷	۷/۴	۱۲/۱	۱۴/۶	۰/۶

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

غفاری و همکاران (۱۳۹۳) نیز کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی را گزارش کردندوزن دانه لاین‌ها در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به آبیاری محدود اختلاف محسوسی نشان داد (جدول ۲و۳). بیش‌ترین وزن صددانه در شرایط آبیاری مطلوب با وزن ۷/۶ گرم متعلق به لاین BGK1 بود و کمترین وزن صددانه در این شرایط با وزن ۳/۸۹ گرم به لاین RGK19 تعلق داشت. در شرایط آبیاری محدود لاین BGK1 با وزن ۵/۴۴ گرم رتبه اول را به خود اختصاص داد و کم‌ترین وزن صددانه در این شرایط را لاین BGK41 با وزن ۲/۶۲ گرم تولید کرد. ملاحظه می‌شود که در شرایط آبیاری مطلوب و محدود بین لاین‌های برتر ۲/۱۶ گرم اختلاف وزن وجود دارد. به گزارش غفاری (۱۳۹۳) محدودیت آب در مرحله پرشدن دانه بیش‌ترین تاثیر را بر وزن هزاردانه داشته است. با کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی میزان ذخایر ساقه کم شده و ضمن تاثیر منفی بر پرشدن دانه، وزن دانه‌ها و در نهایت عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

دانه کاهش می‌یابد (غفاری، ۱۳۹۳). صفت ارتفاع بوته نیز در شرایط تنش کاهش یافت. بیشترین میزان این صفت در لاین BGK309 و BGK329 و کمترین آن در لاین‌های RGK23 و RGK26 به ترتیب در شرایط آبیاری مطلوب و محدود مشاهده شد (جدول۲و۳). انگادی و انتز (۲۰۰۲) گزارش کردند که هیبریدهای پاکوتاه در اثر تنش خشکی متحمل خسارت کمتری می‌شوند. اولین علامت کمبود آب در گیاهان کاهش فشار تورژسانس است که منجر به کاهش رشدونمو سلول‌ها مخصوصا درساقه و برگ می‌شود. کاهش رشد سلول برگ منجر به کاهش ارتفاع گیاه و کاهش اندازه برگ می‌شود. به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر روی گیاهان را می‌توان از اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع کم‌تر گیاهان تشخیص داد (Hong-bo *et al.,* 2008). تنش خشکی باعث کاهش پتانسیل آب سلول‌ها شده و در نتیجه طویل شدن سلول‌ها کند شده و منجر به کاهش فاصله میانگره‌ها و ارتفاع بوته می‌شود (Nezami *et al.,* 2008) . ارتفاع بوته، قطر ساقه و قطر طبق از جمله صفات مرتبط با تنش خشکی ذکر شده است (Ghaffari *et al.,* 2012).

.

جدول ۲ : مقایسه میانگین صفات لاین‌های مختلف آفتابگردان در شرایط آبیاری مطلوب

لاین	عملکرد بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	دوره رشد (روز)
BGK 1	۳۶/۶ b*	۷/۶۰ a	۱۱۲/۳ f-h	۱۲/۹ ef	۱۵/۴ ab	۹۲ ij
RGK 19	۱۷/۵ jk	۳/۸۹ hi	۱۱۶/۹ c-g	۱۲/۷ f	۱۰/۱ i	۹۳ f-h
RGK 23	۱۳/۹ l	۳/۹۲ hi	۱۰۴/۳ j	۱۰/۸ h	۱۰/۵ hi	۹۵ d
RGK 26	۱۶/۱ kl	۴/۱۲ gh	۱۰۴/۸ ij	۱۱/۳ gh	۱۱/۳ gh	۹۳ e
RGK 50	۳۱/۹ c-e	۴/۸۱ c-e	۱۱۴ d-h	۱۴/۵ bc	۱۲/۵ c-f	۹۵ cd
RGK 55	۴۲/۸ a	۵/۰۵ c	۱۱۳/۱ e-h	۱۶/۲ a	۱۵/۹ a	۹۵ bc
BGK 15	۲۹/۹ d-g	۴/۲۳ f-h	۱۱۸/۱ b-f	۱۶/۵ a	۱۱/۶ f-h	۹۲ hi
BGK 29	۳۲/۵ cd	۴/۵۳ ef	۱۱۳/۹ d-h	۱۳/۹ cd	۱۲/۳ d-g	۹۵ cd
BGK 37	۳۳/۷ c	۵/۴۱b	۱۲۲/۹ bc	۱۳/۴ d-f	۱۴/۸ b	۹۳ ef
BGK 39	۲۱/۹ hi	۴/۵۷ d-f	۱۱۹ b-e	۱۳/۷ de	۱۲/۳ d-g	۹۵ cd
BGK 41	۱۹/۶ ij	۳/۶۴ i	۱۱۹/۶ b-d	۱۱/۶ gh	۱۰/۱ i	۹۳ fg
BGK 43	۲۹/۳ fg	۴/۴۸ ef	۱۱۸/۸ b-e	۱۳/۶ de	۱۳/۳ cd	۹۵ d
BGK 45	۲۹/۶ e-g	۳/۷۱ i	۱۰۹/۴ h-j	۱۱/۶ g	۱۱/۷ fg	۹۳ ef
BGK 77	۲۳/۸ h	۴/۴۷ e-g	۱۱۰/۸ g-i	۱۳/۹ cd	۱۱/۳ gh	۹۵ cd
BGK 309	۲۸ g	۵/۰۹ bc	۱۳۴/۳ a	۱۶/۲ a	۱۶ a	۹۳ e-g
BGK 329	۳۱/۸ c-f	۴/۷۹ c-e	۱۳۱/۱ a	۱۵/۲ b	۱۴/۸ b	۹۶ ab
BGK 335	۲۳/۹ h	۴/۰۸ h	۱۱۷/۳ c-f	۱۳/۹ cd	۱۱/۸ e-g	۹۳ gh
BGK 357	۳۱/۳ c-f	۴/۹۲ cd	۱۲۳/۹ b	۱۵/۳ b	۱۲/۹ c-e	۹۶ ab
BGK 369	۲۳/۳ h	۴/۵۴ ef	۱۰۴/۵ j	۱۳/۴ d-f	۱۲/۳ d-g	۹۳ a
BGK 375	۳۷/۷ b	۴/۶۳ de	۱۲۱/۸ bc	۱۷ a	۱۳/۵ c	۹۲ ef

* : حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین لاین‌ها است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ : مقایسه میانگین صفات لاین‌های مختلف آفتابگردان در شرایط آبیاری محدود

لاین	عملکرد بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قطر ساقه (میلی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	دوره رشد (روز)
BGK 1	۲۸/۷ a	۵/۴۴ a	۹۳/۷ e-h	۱۰/۱ fg	۸/۸ bc	۸۹ h
RGK 19	۱۴/۱ fg	۳/۲۸ de	۹۵/۸ d-g	۱۰/۱ fg	۷/۳ e-g	۸۸ k
RGK 23	۶ j	۲/۶۹ gh	۸۹/۴ h-k	۸/۳ i	۵/۵ jk	۸۸ jk
RGK 26	۱۱/۱ hi	۲/۹۰ fh	۸۰/۴ m	۹/۲ h	۵/۷ i-k	۸۹ hi
RGK 50	۱۳/۳ gh	۳/۲۶ de	۹۵/۴ e-h	۱۱/۸ b-d	۸ c-e	۸۹ h
RGK 55	۱۶/۴ ef	۲/۸۸ gh	۸۷/۱ i-l	۹/۵ gh	۶/۶ f-j	۹۱ c
BGK 15	۲۰/۷ bc	۳/۲۵ d-f	۸۹/۷ g-k	۱۲/۶ ab	۷/۸ c-e	۹۰ fg
BGK 29	۱۷/۶ de	۲/۸۸ gh	۹۷/۸ c-f	۱۱/۲ de	۶ h-k	۹۱ cd
BGK 37	۲۱ b	۴/۷۰ b	۱۰۳/۴ a-c	۹/۵ gh	۸/۶ b-d	۹۰ de
BGK 39	۱۵/۹ e-g	۳/۸۱ c	۹۸/۹ c-e	۱۱/۴ d	۶/۳ g-k	۹۲ a
BGK 41	۱۳/۳ gh	۲/۶۲ h	۹۹/۸ c-e	۹/۷ f-h	۵/۳ k	۹۰ ef
BGK 43	۱۶/۳ ef	۳/۲۸ de	۹۲/۶ f-i	۹/۶ gh	۶/۴ g-k	۹۲ b
BGK 45	۲۱/۳ b	۲/۷۶ gh	۸۳ lm	۱۰/۲ fg	۶/۳ g-k	۹۰ ef
BGK 77	۱۰/۸ hi	۲/۸۲ gh	۸۶/۳ j-m	۱۰/۶ ef	۵/۳ k	۹۱ c
BGK 309	۱۷/۲ de	۳/۵۰ cd	۱۰۶/۹ ab	۱۱/۳ de	۹/۹ a	۸۹ h
BGK 329	۱۹/۴ b-d	۳/۴۸ cd	۱۰۹/۳ a	۱۲/۴ bc	۷/۶ d-f	۹۲ ab
BGK 335	۱۸/۳ c-e	۳/۰۱ e-g	۹۸/۶ c-f	۱۱/۶ cd	۶/۷ f-i	۹۰ e-g
BGK 357	۲۰/۷ bc	۳/۴۱ d	۱۰۱/۹ b-d	۱۲/۴ bc	۶/۱ h-k	۹۲ ab
BGK 369	۱۰/۶ i	۲/۶۹ gh	۸۴/۱ k-m	۱۰/۱ fg	۷ e-h	۹۰ g
BGK 375	۲۶/۳ a	۳/۳۷ d	۹۱/۳ g-j	۱۳/۴ a	۹/۵ ab	۸۸ ij

* : حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بین لاین‌ها است.

بیش‌ترین قطر ساقه در لاین BGK375 در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود به دست آمد (جدول ۲و۳). قطر ساقه به لحاظ ذخیره آسیمیلات در طول دوره رویشی و امکان انتقال این مواد در زمان پرشدن دانه‌ها نقش مهمی دارد و هر چقدر قطر ساقه بیش‌تر باشد پتانسیل تولید مطلوب در گیاه افزایش می‌یابد (طباطبایی و شاکری، ۱۳۹۱). بلوم و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که در آفتابگردان ژنوتیپی که قطر ساقه بیش‌تر دارد کم‌تر تحت تاثیر شرایط تنش قرار می‌گیرد. دلیل کاهش قطر ساقه در اثر تنش کاهش رشد رویشی و کاهش تقسیم سلولی بیان شده است (Abdi *et al.*, 2013).

در این تحقیق بیش‌ترین قطر طبق در هر دو شرایط آبیاری در لاین BGK309 به‌دست آمد (جدول ۲و۳). قطر طبق از جمله صفاتی است که به دلیل تعیین تعداد دانه در طبق به‌عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد محسوب می‌شود (Vega *et al.*, 2001). در همین ارتباط کریم‌زاده اصل و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که تنش خشکی همواره بر قطر طبق آفتابگردان اثر منفی داشته و یکی از اهداف اصلاحی این گیاه انتخاب ژنوتیپ‌هایی با قطر طبق بیش‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

است. طول دوره رشد نیز تحت تاثیر لاین و تنش خشکی قرار گرفت. در همه لاین‌های مورد مطالعه طول دوره رشد در شرایط تنش کاهش یافت ولی این کاهش در همه لاین‌ها به یک میزان نبود. بیشترین طول دوره رشد در لاین‌های BGK329 و BGK357 با ۹۶ روزدر شرایط آبیاری مطلوب و کمترین دوره رشد در شرایط آبیاری محدود به مدت ۸۸ روز در لاین‌های RGK19، RGK23 و BGK375 به‌دست آمد (جدول ۲و۳). طباطبایی و شاکری (۱۳۹۱) نیز گزارش کردند که تحت شرایط تنش خشکی در ارقام آفتابگردان عملکرد، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، وزن هزاردانه و همچنین طول دوره رویشی و طول دوره زایشی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. کوتاه‌تر شدن زمان لازم برای رشد رویشی و زایشی گیاهان تنش‌دیده را می‌توان به کاهش فتوسنتز و کاهش تولید آسیمیلات کافی جهت رشد و نمو گیاه نسبت داد (Ali and El-Sadek, 2016).

شاخص‌های مقاومت به خشکی بر اساس عملکرد دانه لاین‌های آفتابگردان در دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود محاسبه و در جدول شماره ۴ ارائه شده‌اند. شاخص حساسیت به تنش (SSI) نشان می‌دهد که هر چه مقدار آن کم‌تر باشد حساسیت به تنش کم‌تر و در نتیجه تحمل تنش آن رقم بیش‌تر است. بر اساس این شاخص لاین‌های BGK19، BGK1 و BGK335 با کم‌ترین مقدار شاخص SSI متحمل‌ترین و لاین‌های RGK50، RGK55 و RGK23 با بیش‌ترین مقدار این شاخص حساس‌ترین لاین‌ها به تنش خشکی شناسایی شدند.

مقادیر بالای شاخص STI برای یک ژنوتیپ حاکی از آن است که آن ژنوتیپ تحمل به تنش بالاتر و پتانسیل عملکرد بیش‌تری دارد. در بین لاین‌های آفتابگردان مورد بررسی در این تحقیق لاین BGK1 و سپس BGK375 به ترتیب با مقدار عددی ۱/۳۶ و ۱/۲۸ بالاترین میزان این شاخص را داشتند. این شاخص زمانی قابل اعتماد است که با عملکرد بالا در شرایط تنش در نظر گرفته شود. به طور کلی عکس‌العمل گیاهان زراعی و ارزیابی آنها برای حداکثر عملکرد در شرایط محیطی متنوع وابسته به توانایی متفاوت آنها در استفاده از شرایط محیطی است. یک ژنوتیپ با عملکرد مناسب تحت شرایط مطلوب باید عملکرد خوبی هم در شرایط نامناسب داشته باشد تا بتوان به عنوان یک رقم مناسب در شرایط خشکی آن را معرفی کرد. پایین بودن مقادیر SSI به معنی بالا بودن عملکرد در شرایط تنش و یا بدون تنش نمی‌باشد(Blum *et al.*, 1998).

بر اساس شاخص TOL لاین‌های RGK19 و RGK26 متحمل‌ترین لاین‌ها شرایط تنش و لاین‌های RGK55 و RGK50 حساس‌ترین آنها به شرایط تنش خشکی بودند. بر اساس این شاخص ارقامی که مقادیر کم‌تری داشته باشند نسبت به شرایط تنش متحمل‌تر می‌باشند. البته پایین بودن مقادیر این شاخص لزوما به بالا بودن عملکرد دلالت ندارد، بلکه ممکن است یک رقم خاص در شرایط عادی عملکرد پایینی داشته باشد و در شرایط تنش با کاهش عملکرد اندکی روبرو شود که موجب کوچک‌تر شدن شاخص TOL می‌شود. بنابراین، این شاخص زمانی معتبر خواهد بود که با عملکرد بالا در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش در لاین‌های آفتابگردان

No	Genotype	Yp	Ys	SSI	STI	TOL	MP	GMP	HARM	YSI	SDI	SSPI	RDI	K1STI	K2STI	HARM
۱	BGK 1	۳۶/۶	۲۸/۷	۰/۵۴	۱/۳۶	۷/۹	۵۰/۹۵	۳۲/۴۱	۳۲/۱۷	۰/۷۸	۰/۲۲	۱۴/۲۱	۱/۳۰	۲/۳۶	۳/۹۷	۳۲/۱۷
۲	RGK 19	۱۷/۵	۱۴/۱	۰/۴۹	۰/۳۲	۳/۴	۲۴/۵۵	۱۵/۷۰	۱۵/۶۱	۰/۸۱	۰/۱۹	۶/۱۲	۱/۳۳	۰/۱۳	۰/۲۲	۱۵/۶۱
۳	RGK 23	۱۳/۹	۶	۱/۴۴	۰/۱۰	۷/۹	۱۶/۹	۹/۱۳	۸/۳۸	۰/۴۳	۰/۵۷	۱۴/۲۱	۰/۷۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۸/۳۸
۴	RGK 26	۱۶/۱	۱۱	۰/۸۰	۰/۲۲	۵/۱	۲۱/۶	۱۳/۳۰	۱۳/۰۷	۰/۶۸	۰/۳۲	۹/۱۷	۱/۱۳	۰/۰۸	۰/۱۰	۱۳/۰۷
۵	RGK 50	۳۱/۹	۱۱/۱	۱/۶۶	۰/۴۵	۲۰/۸	۳۷/۴۵	۱۸/۸۱	۱۶/۴۶	۰/۳۵	۰/۶۵	۳۷/۴۱	۰/۵۸	۰/۶۰	۰/۲۰	۱۶/۴۶
۶	RGK 55	۴۲/۸	۱۶/۴	۱/۵۷	۰/۹۱	۲۶/۴	۵۱	۲۶/۴۹	۲۳/۷۱	۰/۳۸	۰/۶۲	۴۷/۴۸	۰/۶۳	۲/۱۵	۰/۸۷	۲۳/۷۱
۷	BGK 15	۲۹/۹	۲۰/۷	۰/۷۸	۰/۸۰	۹/۲	۴۰/۲۵	۲۴/۸۷	۲۴/۴۶	۰/۶۹	۰/۳۱	۱۶/۵۵	۱/۱۵	۰/۹۳	۱/۲۲	۲۴/۴۶
۸	BGK 29	۳۲/۵	۱۷/۶	۱/۱۶	۰/۷۴	۱۴/۹	۴۱/۳	۲۳/۹۱	۲۲/۸۳	۰/۵۴	۰/۴۶	۲۶/۸۰	۰/۹۰	۱/۰۱	۰/۸۱	۲۲/۸۳
۹	BGK 37	۳۳/۷	۲۱	۰/۹۶	۰/۹۱	۱۲/۷	۴۴/۲	۲۶/۶۰	۲۵/۸۷	۰/۶۲	۰/۳۸	۲۲/۸۴	۱/۰۳	۱/۳۵	۱/۴۳	۲۵/۸۷
۱۰	BGK 39	۲۱/۹	۱۵/۹	۰/۶۹	۰/۴۵	۶	۲۹/۸۵	۱۸/۶۶	۱۸/۴۲	۰/۷۳	۰/۲۷	۱۰/۷۹	۱/۲۰	۰/۲۸	۰/۴۰	۱۸/۴۲
۱۱	BGK 41	۱۹/۶	۱۳/۳	۰/۸۱	۰/۳۳	۶/۳	۲۶/۲۵	۱۶/۱۴	۱۵/۸۴	۰/۶۸	۰/۳۲	۱۱/۳۳	۱/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۱	۱۵/۸۴
۱۲	BGK 43	۲۹/۳	۱۶/۳	۱/۱۲	۰/۶۲	۱۳	۳۷/۴۵	۲۱/۸۵	۲۰/۹۴	۰/۵۶	۰/۴۴	۲۳/۳۸	۰/۹۲	۰/۶۹	۰/۵۸	۲۰/۹۴
۱۳	BGK 45	۲۹/۶	۲۱/۳	۰/۷۱	۰/۸۱	۸/۳	۴۰/۲۵	۲۵/۱۰	۲۴/۷۷	۰/۷۲	۰/۲۸	۱۴/۹۳	۱/۱۹	۰/۹۲	۱/۳۱	۲۴/۷۷
۱۴	BGK 77	۲۳/۸	۱۰/۸	۱/۳۹	۰/۳۳	۱۳	۲۹/۲	۱۶/۰۴	۱۴/۸۵	۰/۴۵	۰/۵۵	۲۳/۳۸	۰/۷۵	۰/۲۴	۰/۱۴	۱۴/۸۵
۱۵	BGK 309	۲۸/۰	۱۷/۲	۰/۹۸	۰/۶۲	۱۰/۸	۳۶/۶	۲۱/۹۴	۲۱/۳۰	۰/۶۱	۰/۳۹	۱۹/۴۲	۱/۰۲	۰/۶۳	۰/۶۵	۲۱/۳۰
۱۶	BGK 329	۳۱/۸	۱۹/۴	۰/۹۹	۰/۸۰	۱۲/۴	۴۱/۵	۲۴/۸۳	۲۴/۰۹	۰/۶۱	۰/۳۹	۲۲/۳۰	۱/۰۱	۱/۰۴	۱/۰۶	۲۴/۰۹
۱۷	BGK 335	۲۳/۹	۱۸/۳	۰/۵۹	۰/۵۶	۵/۶	۳۳/۰۵	۲۰/۹۱	۲۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۲۳	۱۰/۰۷	۱/۲۷	۰/۴۲	۰/۶۷	۲۰/۷۲
۱۸	BGK 357	۳۱/۳	۲۰/۷	۰/۸۶	۰/۸۴	۱۰/۶	۴۱/۶۴	۲۵/۴۵	۲۴/۹۱	۰/۶۶	۰/۳۴	۱۹/۰۶	۱/۰۹	۱/۰۶	۱/۲۷	۲۴/۹۱
۱۹	BGK 369	۲۳/۳	۱۰/۶	۱/۳۷	۰/۳۲	۱۲/۷	۲۸/۶	۱۵/۷۱	۱۴/۵۷	۰/۴۵	۰/۵۵	۲۲/۸۴	۰/۷۵	۰/۲۲	۰/۱۳	۱۴/۵۷
۲۰	BGK 375	۳۷/۷	۲۶/۳	۰/۷۶	۱/۲۸	۱۱/۴	۵۰/۸۵	۳۱/۴۸	۳۰/۹۸	۰/۷۰	۰/۳۰	۲۰/۵۰	۱/۱۵	۲/۳۶	۳/۱۴	۳۰/۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

نظر گرفته شود (عباسی سیه جانی و همکاران، ۱۳۸۸). بیشترین مقادیر شاخص MP متعلق به لاین‌های RGK55 و BGK1 به ترتیب با مقادیر ۵۱ و ۵۰/۹۵ بودند و کمترین میزان شاخص MP با میزان ۱۶/۹ به لاین RGK23 تعلق داشت. با توجه به شاخص MP هر چه مقدار عددی یک رقم بالاتر باشد تحمل نسبی آن رقم به شرایط تنش بیش‌تر است. البته گزارش شده است که این شاخص در گزینش ارقام با عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی مناسب نیست زیرا اختلاف عملکرد زیاد در دو شرایط بدون تنش و تنش، باعث بالا رفتن میزان این شاخص می‌گردد (Fernandez, 1992 و Ajalli and Salehi, 2012). بر اساس شاخص GMP لاین‌های BGK1 و BGK375 متحمل‌ترین و لاین‌های RGK23 و RGK26 حساس‌ترین لاین‌ها به تنش بودند. هرچه میزان عددی این شاخص بیشتر باشد تحمل لاین به شرایط تنش بیشتر خواهد بود. همانند شاخص MP این شاخص نیز در گزینش ارقامی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش هستند، مناسب نیست (عباسی سیه جانی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج نشان داد که همانند شاخص GMP بر اساس شاخص HARM نیز لاین‌های BGK1 و BGK375 متحمل‌ترین لاین‌ها به شرایط تنش بودند و لاین RGK23 از نظر تحمل به تنش در رتبه آخر قرار گرفت. در خصوص شاخص پایداری عملکرد (YSI) لاین‌های با مقادیر بالای این شاخص برای هر دو شرایط تنش و بدون تنش مناسب هستند و بر این اساس لاین‌های RGK19 و BGK1 بیشترین مقادیر این شاخص را به خود اختصاص دادند و لاین‌های RGK50 و RGK55 دارای کمترین مقادیر شاخص پایداری عملکرد بودند. شاخص SDI برخلاف شاخص پایداری عملکرد بوده و لاین‌های با مقادیر کم‌تر این شاخص برای هر دو شرایط مناسب هستند و براساس این شاخص لاین‌های RGK19 و BGK1 واجد کم‌ترین مقادیر شاخص خشکی حساس بودند. شاخص RDI اگر بزرگ‌تر از یک باشد، ژنوتیپ تا حدودی مقاوم است و اگر کوچک‌تر از یک باشد، ژنوتیپ به تنش خشکی حساس است. بنابراین لاین‌های RGK19 و BGK1 دارای مقادیر بزرگ‌تر از یک و بزرگ‌تر از سایر شاخص‌ها بودند. در مورد شاخص SSPI لاین‌های با مقادیر کم‌تر این شاخص مد نظر هستند و لذا لاین‌های RGK19 و RGK26 مورد توجه واقع شدند. شاخص‌های K1STI و K2STI همانند شاخص STI بوده و لاین‌های با مقادیر بالای این شاخص برای هر دو شرایط انتخاب می‌شوند و از این لحاظ لاین‌های BGK1 و BGK375 هم دارای مقادیر بالای K1STI بوده و هم دارای مقادیر بزرگ‌تر K2STI بودند و به عنوان لاین‌های متحمل به خشکی معرفی می‌شوند.

عباسی سیه جانی و همکاران (۱۳۸۸) شاخص‌های STI، MP وGMP را برای گزینش عملکرد ارقام آفتابگردان تحت تنش خشکی گزارش کردند. همچنین اورکی و همکاران (۱۳۸۸) در شرایط تنش خشکی متوسط شاخص‌های MP و GMP و در شرایط تنش خشکی شدید شاخص‌های GMP و STI را برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی هیبریدهای آفتابگردان تشخیص دادند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. مطابق نتایج تحقیقات قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳) در توده‌های محلی آفتابگردان، همبستگی بین شاخص‌های SSPI و SDI با

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرددانه در شرایط تنش منفی ولی با عملکرددانه در شرایط مطلوب مثبت و معنی‌دار بود و بین شاخص‌های RDI و YSI با عملکرددانه در شرایط تنش خشکی، همبستگی مثبت و معنی‌دار و با عملکرد دانه در شرایط مطلوب ، همبستگی منفی و معنی‌داری داشتند و بنابراین شاخص‌های مناسبی برای انتخاب تحمل خشکی نیستند.

به‌طور کلی، شاخص‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند زیرا این شاخص‌ها قادر به جداکردن و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند (هاشم زهی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۱). بر این اساس ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود با شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی محاسبه و در جدول شماره ۵ آورده شده است. بر اساس این جدول همه شاخص‌ها به استثنای شاخص‌های SSI, YSI, SDI, RDI همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد در شرایط بدون تنش داشتند. همچنین شاخص‌های STI, MP, GMP, HARM,YSI, SDI, RDI, K1STI, K2STI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش داشتند و شاخص SSI, TOL , SSPI همبستگی منفی و معنی‌داری در این شرایط داشت. شاخص‌های HARM, MP, GMP, STI, K1STI, K2STI دارای همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود بودند، بنابراین شش شاخص مذکور برای ارزیابی تحمل به تنش خشکی در لاین‌های مورد ارزیابی آفتابگردان پیشنهاد می‌گردند. براساس نمودار بای‌پلات نیز مشاهده می‌شود که شاخص‌های K1STI, MP, GMP, STI, HARM, K2STI با همدیگر و با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارند و در مجاور این شاخص‌ها لاین‌های BGK1, BGK37, BGK329, BGK357, BGK375 قرار گرفتند که عملکرد خوبی را در شرایط تنش تولید نمودند.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد لاین‌های آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش

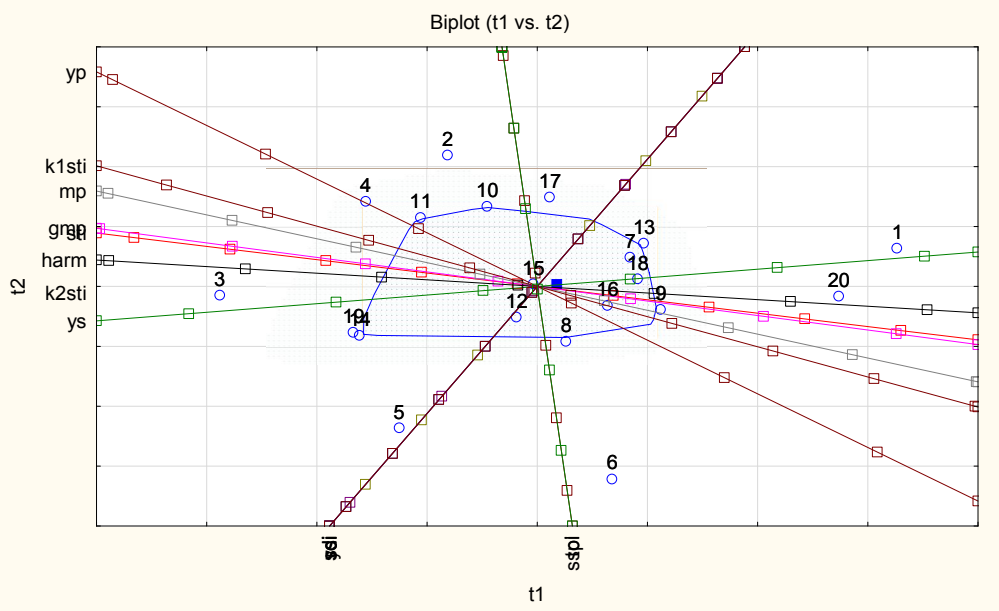
	Yp	Ys	SSI	STI	TOL	MP	GMP	HARM
Yp	۱	۰/۷۰**	۰/۱۴	۰/۸۶**	۰/۶۸**	۰/۹۴**	۰/۸۹**	۰/۸۳**
Ys	۰/۷۰**	۱	-۰/۵۷**	۰/۹۴**	-۰/۰۴	۰/۸۹**	۰/۹۴**	۰/۹۷**

ادامه جدول ۵

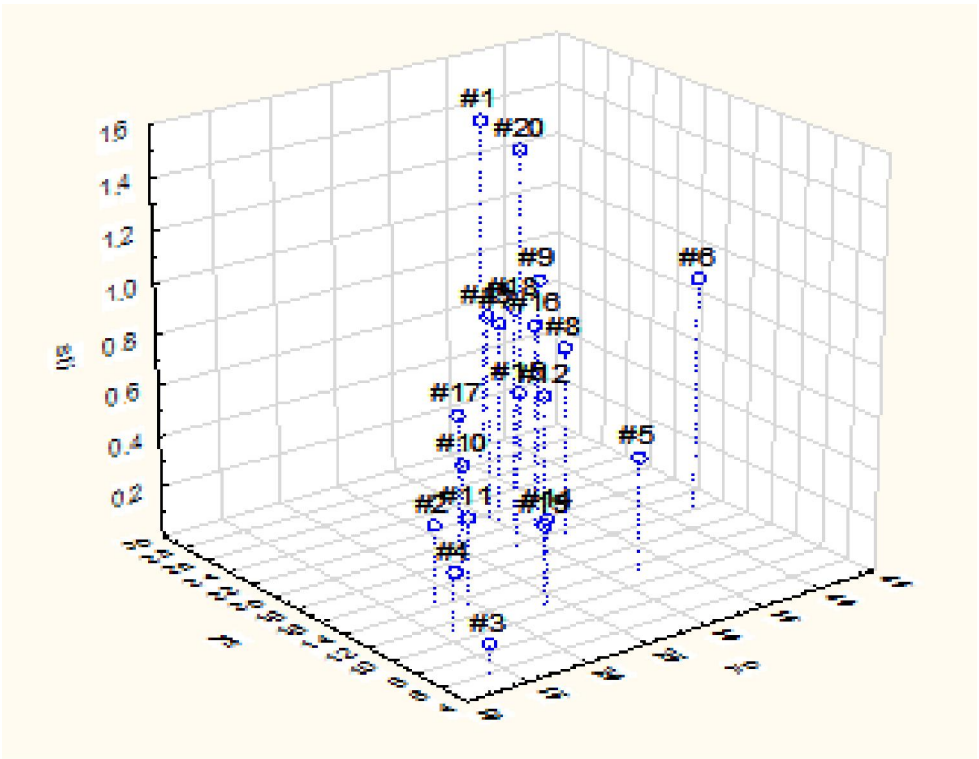
	Yp	Ys	YSI	SDI	SSPI	RDI	K1STI	K2STI
Yp	۱	۰/۷۰**	-۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۶۸**	-۰/۱۴	۰/۸۹**	۰/۶۵**
Ys	۰/۷۰**	۱	۰/۵۷**	۰/۵۷**	-۰/۰۴	۰/۵۸**	۰/۸۰**	۰/۹۰**

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- بای‌پلات ۲۰ لاین آفتابگردان و شاخص‌های مقاومت به خشکی در شرایط مطلوب و محدود



شکل ۲- نمودار سه‌بعدی عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) و شاخص تحمل به خشکی(STI)

براساس نمودار سه‌بعدی (شکل ۲) در گروه A لاین‌های BGK1, BGK15, BGK29, BGK37, BGK329, BGK357, BGK375 قرار گرفتند که هم در شرایط بدون تنش و هم در شرایط تنش عملکرد بالایی داشته و همچنین مقادیر شاخص تحمل به خشکی بزرگی را به خود اختصاص دادند و در بین آن‌ها لاین‌های BGK1 و BGK375 نسبت به سایرلاین‌ها مقادیر شاخص تحمل به خشکی

www.SID.ir

Archive of SID

بالاتری داشتند. با توجه به نتایج به‌نظر می‌رسد که لاین‌های BGK1 و BGK375 نسبت به بقیه مواد آزمایشی دارای تحمل به تنش بیش‌تری هستند و همچنین پتانسیل عملکرد مناسبی در شرایط تنش و بدون تنش دارند و بر اساس شاخص‌های STI, MP, GMP, HARM, K1STI, K2STI لاین‌های BGK1 و BGK375 به عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها و لاین‌های RGK23 و RGK26 جزو حساس‌ترین لاین‌ها محسوب می‌شوند.

قدردانی

از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی به خاطر واگذاری قطعه زمین و لوازم مورد نیاز و از تمامی کسانی که در اجرای آزمایش یاری نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

منابع

اورکی حسین، اله دادی ایرج، پرهیزکار خاجانی فتانه. ۱۳۸۸. ارزیابی شاخص‌های تحمل تنش خشکی در هیبریدهای آفتابگردان. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۱ (۴): ۲۲-۳۸.

پورداد سید سعید، ملک حسینی رضا، حاتم‌زاده حسین. ۱۳۹۲. بررسی ترکیب‌پذیری‌عمومی رگه‌های خویش‌آمیخته و میزان هتروزیس دورگ‌های آفتابگردان در دو شرایط رطوبتی متفاوت. نشریه زراعت دیم ایران. ۱(۴): ۸۳-۹۷

تقوایی منصور، چائی چی محمدرضا، شریف زاده فرزاد، احمدی علی. ۱۳۸۶. ارزیابی تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت به خشکی در رقم‌های لخت و پوشش‌دار جو. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۸(۱): ۶۷-۷۸.

طباطبایی سید علی، شاکری احسان. ۱۳۹۱. مقایسه صفات کمی و کیفی و شاخص‌های تحمل آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و بدون تنش. مجله دانش زراعت، ۵(۸):۱-۱۱.

عباسی‌سیه‌جانی ابراهیم، فرح وش فرهاد، خورشیدی بنا، محمدباقر، صادقی آیتک. ۱۳۸۸. کاربرد شاخص‌های مختلف ارزیابی تنش برای بررسی عملکرد ارقام آفتابگردان در شرایط خشکی. بوم‌شناسی گیاهان زراعی، ۶(۱۸):۵۵-۶۴.

غفاری مهدی. ۱۳۸۶. ارزیابی و انتخاب لاین‌های اینبرد آفتابگردان در شرایط معمولی و تنش خشکی. مجله نهال و بذر. ۲۳: ۶۳۳-۶۴۹.

غفاری مهدی. ۱۳۹۳. تأثیر محدودیت آب در مراحل مختلف نموی بر خصوصیات زراعی ارقام مختلف آفتابگردان. نشریه تولید گیاهان روغنی، شماره اول: ۱۳-۱.

غفاری مهدی، تورچی محمود، ولیزاده مصطفی، شکیبا محمد رضا. ۱۳۹۳. خصوصیات فیزیولوژیک پایدارکنندهٔ عملکرد دانهٔ آفتابگردان در شرایط آبیاری محدود. دانش کشاورزی پایدار، جلد ۲۴ شماره ۴: ۱۰۸-۹۷.

www.SID.ir

Archive of SID

فرشادفر عزت اله، جوادی نیا جواد. ۱۳۹۰. ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود(*Cicer arietinum L.*) از نظر تحمل به خشکی . مجله به نژادی نهال و بذر، جلد ۱-۲۷، (۴): ۵۱۷- ۵۳۷.

قلی‌نژاد اسماعیل، درویش‌زاده رضا، برنوسی ایرج، ۱۳۹۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل خشکی در توده‌های محلی آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) آجیلی ایران. فصل‌نامه پژوهش در اکوسیستم‌های زراعی، جلد ۱ف شماره ۴، ص: ۳۱-۴۷.

کافی محمد، مهدوی دامغانی عبدالمجید. ۱۳۸۹. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی(ترجمه). انتشارات دانشگاه مشهد. ص: ۵-۱۱.

کاظمی تبار سید کمال، بتوراک سامرند، فتوحی کیوان، رضایی محمد. ۱۳۸۶. شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) با استفاده از شاخص‌های مقاومت، نمودارهای پراکنش دو بعدی و سه بعدی. علوم کشاورزی ایران. ۳: ۳۵۷-۳۶۶.

کریم زاده اصل خلیل، مظاهری داریوش، پیغمبری سید علی. ۱۳۸۲. اثر چهار دور آبیاری بر عملکرد و صفات کمی سه رقم آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۲): ۲۹۳-۳۰۱.

مقدم خمسه علیرضا، امینی دهقی مجید، دانشیان جهانفر، جباری حمید. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد هیبریدهای جدید آفتابگردان در شرایط تنش کم آبی. دانشور علوم زراعی، ۲ (۳): ۱-۱۲.

هاشم‌زهی مهدی، مرادقلی ابوالقاسم، قاسمی احمد. ۱۳۹۲. ارزیابی واکنش ارقام ماش نسبت به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تنش خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۵(۱۲): ۱۱۲-۱۲۲.

Abdi N, Darvishzadeh R, MalekiHatami H. 2013. Effective selection criteria for screening drought tolerant recombinant inbred lines of sunflower. Genetika, 45: 153–166.

Ali MB, El-Sadek AN. 2016. Evaluation of drought tolerance indices for wheat (*Triticum aestivum L.*) under irrigated and rainfed conditions. Communications in Biometry and Crop Science, 11: 77–89.

Ajalli J, Salehi M. 2012. Evaluation of drought stress indices in barley (*Hordeum vulgare L.*). Annals of Biological Research, 3: 5515–5520.

Angadi SV, Entz MH. 2002. Water relations of standard height and dwarf sunflower cultivar. Crop Science, 42: 152-159.

Blum A, Mayer T, Golan G. 1998. The effect of grain number per ear on source activity and its water relations in wheat. Journal of Experimental Botany, 39: 106-114.

Bouslama M, Schapaugh WT. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933-937.

Darvishzadeh R, Maleki HH, Pirzad A, Kholghi M, Mandoulakani AB. 2014. Genetic analysis of yield and yield related traits in sunflower (*Helianthus annuus L.*) under well-watered and water-stressed conditions. Genetika, 46(2): 369-384.

Farshadfar E, Ghanadha M, Zahravi M, Sutka J. 2001.Genetic analysis of drought tolerance in wheat. Plant Breeding, 114: 542-544.

www.SID.ir

Archive of SID

Farshadfar E, Poursiahbidi MM, Safavi SM. 2013. Assessment of drought tolerance in landraces of bread wheat based on resistance/tolerance indices. International Journal of Advances in Biology and Biometry Research,1(2): 143-158.

Farshadfar E, Sutka J. 2002. Screening drought tolerance criteria in maize. Acta Agronomia Hungarica, 50(40): 411-416.

Fernandez GCJ. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan, p. 257-270

Fischer RA, Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I: grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.

Fisher RA, Rees D, Sayre KD, Lu ZM, Condon AG, Saavedra AL. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate and cooler canopies. Crop science, 38: 1467-1475.

Ghaffari M, Toorchi M, Valizadeh M, Shakiba MR. 2012. Morpho-physiological screening of sunflower inbred lines under drought stress condition. Turkish Journal of Field Crops, 17(2), 185-190.

Hong-Bo S, Li-Ye C, Cheruth AJ, Chang-Xing Z. 2008. Water deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Current Research in Biologies, 331: 215-225.

Moosavi SS, Yazdi Samadi B, Naghavi MR, Zali AA, Dashti H., Pourshahbazi A. 2008. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. Desert, 12: 165-178.

Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environment 25: 239 -250.

Nezami A, Khazaei HR, Boroumand Rezazadeh Z, Hosseini A. 2008. Effect of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus L.*) in controlled conditions. Desert, 12: 99-104.

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

Schniter AA, Miller JF. 1981. Description of sunflower growth stage. Crop Science, 21: 901-903

Skoric D. 2009. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. Helia, 32: 1-15.

Stone, LR, Goodrum DE, Jaafar MN, Khan AH. 2002. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. Agronomy Journal, 93: 1105–1110.

Vega CRC, Andrade FH, Sadras VO, Uhart SA,Valentinuz OR. 2001. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower and maize. Crop Science, 41: 748-754.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of some agronomic traits and estimation of drought resistance indices for seed yield in sunflower inbred lines under with and without water stress

F. Naser Gadimi[1], S. Jahanbakhsh[*2], M. Gaffari[3], A. Ebadi[2]

1- Phd Student of Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaggeg Ardabili, Ardabil, Iran

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaggeg Ardabili, Ardabil, Iran

3-Seed and Plant Improvement Institute Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Abstract

In order to evaluation and screening of drought tolerant sunflower inbred lines, an experiment was conducted in randomized complete block design (RCBD) with six replications at Khoy agriculture and natural resources station during 2014 and 2015. Twenty sunflower lines were evaluated in favored and limited irrigation conditions. Drought stress was imposed by water withholding in R4-R6 stages. The result showed that drought stress reduced plant height and stem diameter, seed weight, head diameter, growth duration and grain yield. Significant differences were observed among lines for these traits. Mean comparison showed that the highest seed yield was belonged to RGK55, BGK375 and BGK1 in non-stressed; and BGK1 and BGK375 in stressed conditions. For evaluation of drought stress tolerance indices such as mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), stress tolerance index (STI), tolerance index (TOL), stress sensitivity index (SSI), harmonic mean of productivity (HARM), yield stability index (YSI), sensitive drought index (SDI), stress susceptibility percentage index (SSPI), relative drought index (RDI), modified stress tolerance index in optimum irrigation (K1STI), modified stress tolerance index in moderate and severe stress (K2STI) were used. According to these indices and simple correlation, STI, MP, GMP and HARM were the most suitable indices for selection of genotypes under stress and non-stress conditions. Based on the results, BGK1 and BGK375 were determined as the most drought tolerant lines where as RGK23 and RGK26 had the lowest yield and most sensitive to drought stress.

Keywords: Drought stress, Inbred line, Sunflower, Tolerance index

[*] *Corresponding author: jahanbakhsh@uma.ac.ir* *Received: 2016/10/20 Accepted: 2017/02/21*

www.SID.ir