مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد اول، شماره چهارم، زمستان ۸۷
۱-۱۷
www.ejcp.info

قابلیت استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی در هیبریدهای آفتابگردان

*حمید جباری[۱]، غلامعباس اکبری[۲]، جهانفر دانشیان[۳]، ایرج‌اله دادی[۲] و نسترن شهبازیان[٤]

[۱]دانشجوی دکتری زراعت پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، [۲]دانشیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، [۳]استادیار پژوهش موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و [٤]استادیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۳/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۸۸/۱/۳۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی قابلیت استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی از قبیل شاخص عملکرد (YI)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، متوسط عملکرد یا میانگین بهره‌وری تولید (MP)، میانگین هندسی قابلیت تولید (GMP) و شاخص مقاومت به تنش (STI) در هیبریدهای آفتابگردان سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. در آزمایش اول که در شرایط مطلوب اجرا گردید، گیاهان براساس ٦۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر آبیاری شدند، در حالی‌که در آزمایشات دوم و سوم که به‌ترتیب در شرایط تنش متوسط و شدید خشکی اجرا گردیدند آبیاری به‌ترتیب براساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که در هر دو تیمار تنش متوسط و شدید خشکی تنها شاخص STI به‌واسطه دارا بودن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه برای شناسایی هیبریدهای پر محصول و متحمل به تنش خشکی مؤثرتر می‌باشد. ارزیابی هیبریدها براساس شاخص‌های مقاومت به خشکی نیز نشان داد که هیبرید آلستار با دارا بودن بیشترین شاخص سطح برگ و عملکرد دانه در شرایط تنش متوسط و شدید خشکی به‌ترتیب به‌میزان ۱٦۷۱ و ۷۰۱ کیلوگرم در هکتار، برتر از سایر هیبریدهای مورد بررسی بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص‌های مقاومت به خشکی، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه

*- مسئول مکاتبه: shenghar021@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) پنجمین گیاه مهم تولید روغن خوراکی (بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی) در جهان می‌باشد (فائو، ۲۰۰۵). در طی بیست سال گذشته زراعت آفتابگردان به‌دلیل مقاوم بودن به تنش‌های رطوبتی در اراضی دارای تنش خشکی افزایش یافته‌است و یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل است که شناخت و درک این موضوع که هر یک از گیاهان یا ژنوتیپ‌ها چگونه با تنش مقابله می‌کنند، حائز اهمیت می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۲۰۰۵). در این زمینه گوکسوی و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی اثر آبیاری در سه مرحله رشدی تشکیل طبق، گل‌دهی و دانه‌دهی آفتابگردان نتیجه گرفتند که بیشترین عملکرد دانه زمانی به‌دست می‌آید که آبیاری در هر سه مرحله رشد انجام بگیرد. در آزمایشات چیمنتی و همکاران (۲۰۰۲) و اردم و همکاران (۲۰۰٦) اعمال تنش خشکی در گیاه آفتابگردان سبب کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه گردید. کرم و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که اعمال محدودیت در آبیاری سبب کاهش شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان شد.

در مطالعات زیادی به ارزیابی درجه تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مختلف برای اندازه‌گیری تحمل به خشکی پرداخته شده‌است (کاتیولی و همکاران، ۲۰۰۸). تا به حال شاخص‌های متعددی برای تشریح پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش و شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا ارائه شده‌است. فیشر و مائورر (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش (SSI) را برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد کردند، در حالی‌که فرزز و همکاران (۱۹۸٦) این شاخص را به‌واسطه نداشتن همبستگی معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب، مناسب برای گزینش ارقام آفتابگردان متحمل به تنش ذکر نکردند. همچنین شاخص‌های تحمل (TOL) و بهره‌وری متوسط (MP) توسط روسیلی و هامبلین (۱۹۸۱) و شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) توسط فرناندز (۱۹۹۲) برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوبی تولید می‌کنند، پیشنهاد شدند. دانشیان و جنوبی (۲۰۰۸) گزارش کردند که به‌منظور ارزیابی تحمل به تنش کم‌آبی در هیبریدهای آفتابگردان شاخص‌های MP، GMP و STI مناسب می‌باشند. این در حالی است که راضی و آساد (۱۹۹۸) و غفاری (۲۰۰۸) این گونه بیان کردند که تنها شاخص STI گزینش را به سمت انتخاب ارقام آفتابگردانی با عملکرد مطلوب و نیز مقاوم به خشکی

Archive of SID

www.SID.ir

سوق می‌دهد. برای اولین بار بوسلاما و اسچاپااوگ (۱۹۸٤) شاخص پایداری عملکرد و گاووزی و همکاران (۱۹۹۷) شاخص عملکرد را به‌منظور گزینش ارقام معرفی نمودند. در واقع شاخص پایداری عملکرد نشان‌دهنده میزان مقاومت ژنتیکی رقم به تنش خشکی می‌باشد و در نتیجه رقمی با میزان بالای شاخص عملکرد باید عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش تولید نماید (بوسلاما و اسچاپااوگ، ۱۹۸٤). این در حالی است که شاخص عملکرد موجب رتبه‌بندی ارقام بر حسب میزان عملکرد تولیدی آنها در محیط تنش می‌گردد (سی و سه مرده و همکاران، ۲۰۰٦).

در حال حاضر حدود ۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور از خارج وارد می‌شود که این امر سبب وابستگی شدید به واردات روغن می‌شود. همچنین به‌دلیل تحمل به خشکی آفتابگردان شناسایی و اصلاح ارقام پر محصول مقاوم به تنش‌های رطوبتی ضروری می‌باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، مطالعه تأثیر اندازه منبع و تغییرات آن بر عملکرد دانه در شرایط مختلف رطوبتی، ارزیابی تحمل به تنش خشکی در میان هیبریدهای آفتابگردان با استفاده از شاخص‌های مختلف و انتخاب بهترین معیار گزینش بوده‌است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی قابلیت استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی در هیبریدهای آفتابگردان، سه آزمایش به‌صورت مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی واقع در شهرستان کرج اجرا گردید. در آزمایش اول که در شرایط آبیاری مطلوب (شاهد) اجرا شد، زمان آبیاری کلیه کرت‌ها براساس ٦۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود و در آزمایش‌های دوم و سوم که به‌ترتیب در شرایط تنش متوسط و شدید خشکی اجرا گردیدند آبیاری به‌ترتیب براساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت پذیرفت. زمان اعمال تیمار تنش خشکی پس از استقرار گیاه در مرحله ۸-٦ برگی در کرت‌های آزمایشی بود (چیمنتی و همکاران، ۲۰۰۲). هیبریدهای مورد بررسی در این آزمایش شامل دو گروه هیبریدهای

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط رس و دیررس (ایروفلور، هایسان ۳۳، هایسان ۳٦، مهر، آذرگل و بروکار) و هیبریدهای زودرس ($CMS_{26}\times R_{103}$، $A_{74}\times R_{95}$ و آلستار) بودند.

خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی بود و سایر خصوصیات آن در جدول ۱ ارائه شده‌است. کود مورد نیاز (۱۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) براساس تجزیه نمونه مرکب خاک و همچنین توصیه مؤسسه خاک و آب، به زمین داده شد. مقدار ۱۰۰ کیلوگرم اوره قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم نیز به‌عنوان سرک در مرحله هشت برگی گیاه به زمین اضافه گردید. سپس اقدام به ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر گردید.

عملیات کاشت در تاریخ ۸۵/۳/۱ در هر سه آزمایش به‌طور هم‌زمان انجام شد. زمان برداشت برای هر هیبرید در شرایط مختلف آبیاری متفاوت بود، ولی برداشت از ۸۵/٦/۱٦ آغاز و تا اواسط مهرماه و براساس زمان رسیدگی هر هیبرید ادامه داشت.

هر کرت آزمایشی دارای چهار خط به‌طول پنج متر با فاصله ٦۰ سانتی‌متر بود و فاصله بوته‌ها روی خطوط نیز ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. سطح برگ براساس روش گوکسوی و همکاران (۲۰۰٤) از چهار بوته در هر کرت در طول دوره زایشی توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (T Area Meter $\Delta HVN_{12}23$) اندازه‌گیری شد. وزن خشک طبق در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی با نمونه‌برداری از چهار گیاه در هر کرت و خشک نمودن آنها در دمای ۷۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. جهت ارزیابی اجزای عملکرد صفات تعداد دانه در تک گیاه و وزن هزار دانه محاسبه گردیدند. عملکرد دانه (با رطوبت دانه ۱۳ درصد) از ٤/۵ مترمربع خطوط میانی هر کرت پس از حذف حاشیه، تعیین شد.

جدول ۱- تجزیه خاک محل مورد آزمایش.

عمق خاک	هدایت الکتریکی (EC)	اسیدیته کل اشباع(pH)	کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
(سانتی‌متر)	(دسی‌زیمنس بر متر)			(درصد)		(میلی‌گرم در کیلوگرم)
۳۰-٦۰	۱/٤۳	۷/۹	۰/٤۰	۰/۰٦	۲/۰	۱۵۰
۰-۳۰	۱/٤۲	۷/۸	۰/۵۱	۰/۰۷	۳/۱	۳۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی تحمل هیبریدها در شرایط تنش نسبت به آبیاری کامل (مطلوب) توسط شاخص‌های ذیل انجام شد:

۱- شاخص حساسیت به تنش[1] (فیشر و مائورر، ۱۹۷۸):

$$SSI = (1-Y_S/Y_P) / SI$$

$$SI = 1 - \bar{Y}_S / \bar{Y}_P$$

Y_P= عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Y_S= عملکرد ژنوتیپ در محیط دارای تنش، $\bar{Y}_P$= متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش، $\bar{Y}_S$= متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش و SI= شاخص تنش[2].

۲- شاخص تحمل[3] و متوسط عملکرد یا میانگین بهره‌وری تولید[4] (روسیلی و هامبلین، ۱۹۸۱):

$$MP= (Y_P + Y_S) / 2$$

$$TOL=Y_P - Y_S$$

۳- میانگین هندسی قابلیت تولید[5] (فرناندز، ۱۹۹۲):

$$GMP = \sqrt{Y_p . Y_s}$$

٤- شاخص تحمل به تنش[6] (فرناندز،۱۹۹۲):

$$STI = Y_P . Y_S / (\bar{Y}_p)^2$$

۵- شاخص عملکرد[7] (گاووزی و همکاران، ۱۹۹۷):

$$YI = Y_S / \bar{Y}_S$$

٦- شاخص پایداری عملکرد[8] (بوسلاما و اسچاپااوگ، ۱۹۸٤):

$$YSI = Y_S / Y_p$$

به‌منظور تعیین مناسب‌ترین شاخص برای تشخیص ارقام و لاین‌های متحمل به تنش همبستگی ساده بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش (شاهد) و شاخص‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS محاسبه شد و شاخص‌هایی که در هر دو محیط دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد

1- Stress Susceptibility Index (SSI)
2- Stress Index (SI)
3- Tolerance (TOL)
4- Mean Productivity (MP)
5- Geometric Mean Productivity (GMP)
6- Stress Tolerance Index (STI)
7- Yield Index (YI)
8- Yield Stability Index (YSI)

Archive of SID

www.SID.ir

دانه بودند به‌عنوان بهترین شاخص (ها) شناسایی گردیدند (فرناندز، ۱۹۹۲). همچنین آنالیز داده‌ها (تجزیه مرکب) و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

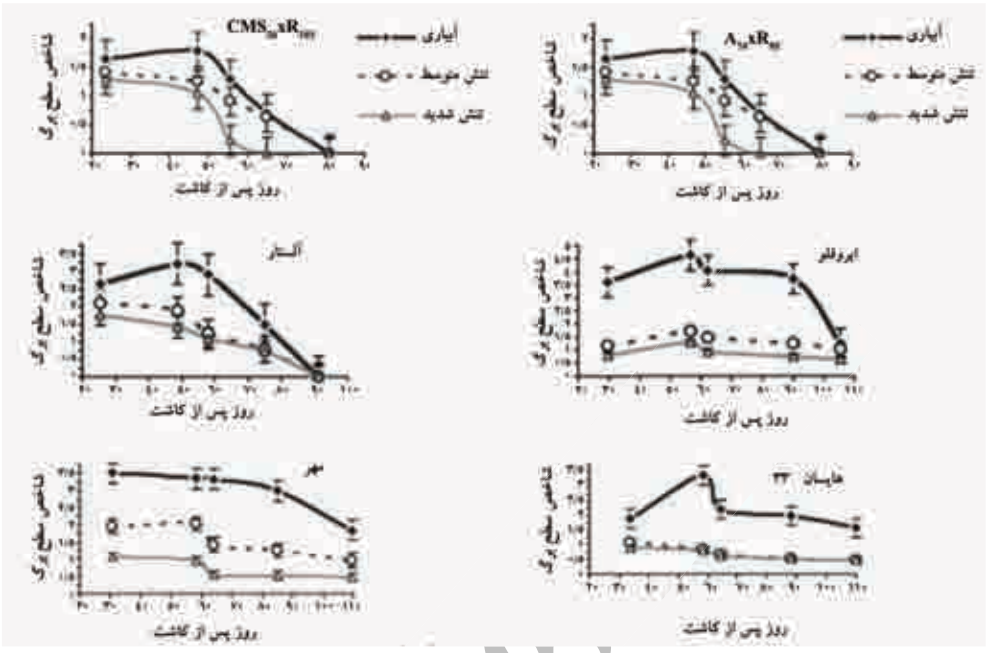
نتایج و بحث

تغییرات شاخص سطح برگ که یک کمیت اساسی برای نشان دادن وضعیت رشدی آنها می‌باشد (یائو و همکاران، ۲۰۰۸) تحت‌تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری در اشکال ۱ و ۲ ارائه شده‌است. شاخص سطح برگ هیبریدهای مورد آزمایش در مراحل اولیه رشد زایشی در تیمار تنش متوسط خشکی به‌طور میانگین ٤۳ درصد و در تیمار تنش شدید خشکی در حدود ۳٦ درصد نسبت به شرایط آبیاری مطلوب کمتر بود. نتایج آزمایشات گوکسوی و همکاران (۲۰۰٤) و کرم و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داد که شاخص سطح برگ آفتابگردان در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد. شاخص سطح برگ هیبریدها دیررس نظیر ایروفلور، بروکار و هایسان ۳٦ در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین مقدار بود و هیبریدهای زودرسی نظیر $A_{74}\times R_{95}$ و $CMS_{26}\times R_{103}$ (به‌جز هیبرید آلستار) کمترین میزان را داشتند. افزایش شدت تنش موجب کاهش شاخص سطح برگ هیبریدهای دیررس در تنش‌های متوسط و شدید خشکی نسبت به هیبریدهای زودرس شد. گیمنز و فرز (۱۹۸٦) نیز بیان داشتند که شاخص سطح برگ ارقام دیررس در شرایط تنش خشکی بیشتر از ارقام زودرس آفتابگردان کاهش می‌یابد. هیبرید آلستار در تنش‌های متوسط و شدید از بیشترین شاخص سطح برگ در مراحل اولیه دوره رشد زایشی برخوردار بود (شکل ۱).

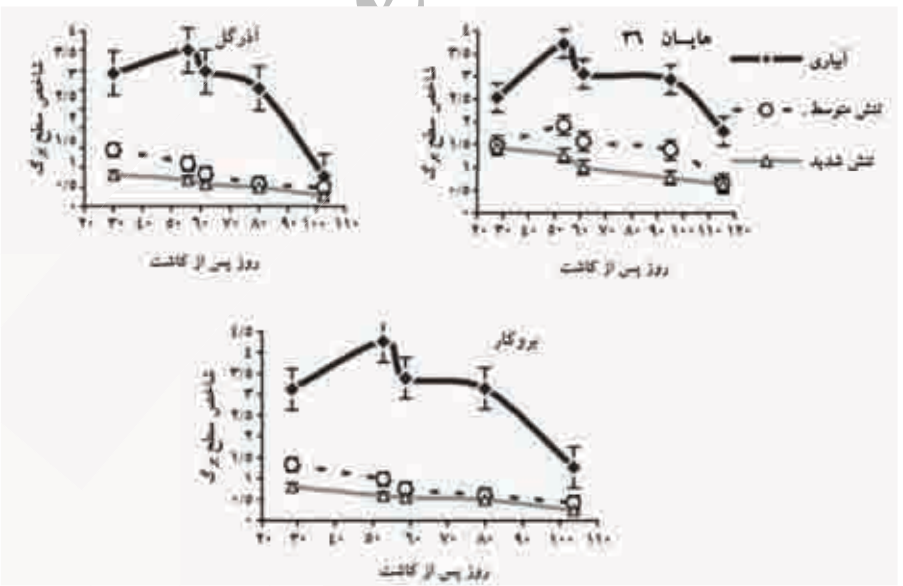
وزن خشک طبق تحت‌تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۲). به‌طوری‌که بیشترین ماده‌خشک طبق در تیمار آبیاری مطلوب حاصل شد و اعمال تنش متوسط و شدید خشکی به‌ترتیب سبب کاهش ۵۱ و ٦۹ درصد وزن خشک طبق گردید (جدول ۳). برمنر و پرستون (۱۹۹۰) نیز کاهش شدید تولید فرآورده‌های فتوسنتزی و وزن اندام‌های هوایی (ساقه، برگ و طبق) را در نتیجه محدودیت آب در طی دوره رشد گیاه تأیید کرده‌اند. در میان هیبریدهای مورد بررسی از نظر وزن خشک طبق تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). با این حال هیبرید آلستار بیشترین وزن خشک طبق را به‌میزان ٤۳/۵ گرم دارا بود (جدول ۳). درودریگوئز و همکاران (۲۰۰۲) تجمع ماده‌خشک در گیاه را وابسته به ژنوتیپ‌های آفتابگردان دانسته‌اند. اثرات متقابل تنش و هیبرید در مورد این صفت معنی‌دار نبود (جدول۲).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ – روند تغییرات شاخص سطح برگ برخی از هیبریدهای آفتابگردان در طول دوره رشد زایشی در تیمارهای مختلف آبیاری



شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ برخی از هیبریدهای آفتابگردان در طول دوره رشد زایشی در تیمارهای مختلف آبیاری.

www.SID.ir

وزن هزار دانه مهم‌ترین جزء عملکرد آفتابگردان، تحت‌تأثیر تنش قرار گرفت (جدول ۲) و اعمال تنش خشکی وزن هزار دانه در تیمارهای آبیاری بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر باعث کاهش ۳۷ و ٤۹ درصد نسبت به آبیاری مطلوب گردید (جدول ۳).

گزارشات مشابه متعددی در زمینه کاهش وزن هزار دانه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی وجود دارد (چیمنتی و همکاران، ۲۰۰۲؛ گوکسوی و همکاران، ۲۰۰٤). تفاوت زیادی از نظر وزن هزار دانه در میان هیبریدهای مورد بررسی وجود داشت (جدول ۲) و بیشترین وزن هزار دانه از هیبرید $A_{74}\times R_{95}$ به‌میزان ٤۲/۰ گرم به‌دست آمد (جدول ۳). گیمنز و فررز (۱۹۸٦) نیز مقدار وزن هزار دانه ارقام زودرس را بیشتر از ارقام دیررس آفتابگردان گزارش کرده‌اند که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی دارد. اثر متقابل تنش و هیبرید بر وزن هزار دانه در سطح آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲).

تعداد دانه در تک گیاه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر آبیاری قرار گرفت (جدول ۲) و اعمال تنش متوسط و شدید خشکی به‌ترتیب باعث کاهش ۳٤ و ٥٤ درصدی تعداد دانه در تک گیاه در مقایسه با تیماری آبیاری مطلوب گردید (جدول ۳). تغییرات تعداد دانه گیاه آفتابگردان در تیمارهای مختلف آبیاری توسط گوکسوی و همکاران (۲۰۰٤) نیز بیان شده‌است. در این آزمایش درمیان هیبریدهای مورد بررسی و اثرات متقابل آنها با تنش آبیاری تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در تک گیاه مشاهده نشد (جدول۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در این آزمایش.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک طبق (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در تک گیاه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
تنش	۲	۱۲۱٥٥**	٤۲٤٥/۰**	۱۲۰۱۳۲۷**	٤۰۷٦۲٤۲۹**
خطای a	٦	۱۷۷	۱٥/۹	٤٦۰٤۹	۲۷۸٦۸۰
هیبرید	۸	۹٥	۱٦۱/۰**	۲۰٤٥٥	٦۲۲٦۸۱**
تنش × هیبرید	۱٦	۱٦۰	۲۰/۷	۲۸۹۸۸	۳۳٤٦۷۰*
خطای b	٤۸	۱۰٥	۲٥/۱	۱۹۹۱۷	۱٦٥۰۹۰
ضریب تغییرات	____	۲۸/۰	۱۳/۹	۲٤/۷	۲۸/۳

*و** به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه به‌شدت تحت‌تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری مطلوب و به‌میزان ۲۹۳۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و در شرایط تنش شدید خشکی عملکرد با افت ۸۳ درصدی به ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت (جدول ۳). این کاهش شدید را می‌توان به کاهش ٤۹ درصدی وزن هزار دانه و ٥٤ درصدی تعداد دانه نسبت داد (جدول۳). گوکسوی و همکاران (۲۰۰٤) و اردم و همکاران (۲۰۰٦) نیز نتایج مشابهی را در این زمینه گزارش کرده‌اند. در میان هیبریدهای مورد بررسی آلستار با میانگین ۲۰۱۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشت (جدول ۳) که احتمالاً مربوط به بیشترین شاخص سطح برگ، وزن خشک طبق و تعداد دانه در تک گیاه می باشد (جدول ۳). همچنین هیبرید هایسان ۳٦ با دارا بودن وزن هزار دانه بسیار کم، کمترین عملکرد دانه را تولید کرد. بررسی سطوح اثرات متقابل در خصوص عملکرد، در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان.

تیمار		وزن خشک طبق (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در تک گیاه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
تنش					
٦۰		٦۰/۲ a	٥۰/٦ a	۷۹٤ a	۲۹۳۲ a
۱۲۰		۲۹/٤ b	۳۲/۱ b	٥۲۳ b	۱۰۰٤ b
۱۸۰		۱۸/٤ c	۲٥/۸ c	۳٦۲ c	٥۰۰ c
هیبرید	$A_{74}\times R_{95}$	۳۹/۹ ab	٤۲/۰ a	٥۹۸ a	۱٦۳٤ ab
	$CMS_{26}\times R_{103}$	۳٤/۷ ab	۳٦/۲ bc	٥۱۰ a	۱۱۳۸ cd
	ایروفلور	۳۹/۲ ab	۳٤/۱ c	٦٤۷ a	۱٦۹۲ ab
	آلستار	٤۳/٥ a	۳۷/۹ abc	٦٥۱ a	۲۰۱۲ a
	هایسان ۳۳	۳۳/۳ ab	۳۳/۰ cd	٥۷٦ a	۱۳۹٥ bc
	مهر	۳٦/۲ ab	۳٦/٦ bc	٥۹۱ a	۱٤۰۲ bc
	آذرگل	۳۸/۷ ab	٤۱/۱ ab	٥۱٤ a	۱۳۱۲ bcd
	هایسان ۳٦	۳٤/۱ ab	۲۸/٤ d	٥۳٤ a	۹۲۳ d
	بروکار	۳۱/۷ b	۳٤/٥ c	٥۲۳ a	۱٤۱٦ bc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد) در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط آبیاری مطلوب هیبریدهای دیررس مهر و ایروفلور بیشترین عملکرد دانه را به‌ترتیب به‌میزان ۳۸٦۱ و ۳٦۹۹ کیلوگرم در هکتار تولید کردند، در حالی‌که در شرایط تنش متوسط و شدید خشکی هیبرید زودرس آلستار به‌دلیل شاخص سطح برگ بالا (شکل ۱)، بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ٤). انگادی و انتز (۲۰۰۲) نیز نتیجه گرفتند که در شرایط تأمین رطوبت کافی ارقام آفتابگردان با طول دوره رشد طولانی دارای بالاترین عملکرد دانه می‌باشند در حالی‌که هیبریدهای زودرس برای مناطق کم آب سازگاری بیشتری دارند.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه هیبریدهای آفتابگردان در تیمارهای آبیاری.

هیبرید	عملکرد دانه در آبیاری مطلوب	عملکرد دانه در تنش متوسط خشکی	عملکرد دانه در تنش شدید خشکی
	(کیلوگرم در هکتار)		
$A_{74}\times R_{95}$	۳۱۱۱ ab	۱۱۹٤ def	٥۹۷ fg
$CMS_{26}\times R_{103}$	۲٤۸٦ bc	۸۱٤ fg	٥٦٤ fg
ایروفلور	۳٦۹۹ a	۱۰٤٦ efg	۳۳۳ g
آلستار	۳۲۲٦ ab	۱٦۷۱ de	۷۰۱ fg
هایسان ۳۳	۲۸۱۰ b	۹٦۷ efg	٤۰۷ fg
مهر	۳۸٦۱ a	۷۱۷ fg	٤٤۸ fg
آذرگل	۲٦۳۸ b	۱۰٤٦ efg	٦۹۳ fg
هایسان ۳٦	۱۸۹۸ cd	٥۱۸ fg	۳۷۰ fg
بروکار	۲۷۲٦ b	۱۰٦٤ efg	٤٥۸ fg

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ٥ درصد) در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

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 به‌واسطه یک عامل نامطلوب محیطی و براساس میزان خسارت وارد شده به عملکرد می‌باشد (فرناندز، ۱۹۹۲)، در آزمایش آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر (۰/۸۲۹۱) به‌میزان ۲۱ درصد بیشتر از شاخص شدت تنش در آزمایش آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر (۰/٦٥۷۲) بود (جداول ٥ و ۷). رامیرز- والجو و کلی (۱۹۹۸)

Archive of SID

www.SID.ir

بیان کردند که وقتی شدت تنش محیطی در آزمایشات بالاتر از ۰/۷ باشد، تنش شدیدی بر گیاهان اعمال شده‌است.

در این آزمایش هیبرید آلستار با دارا بودن بیشترین میزان شاخص‌های MP، GMP، STI، YI و YSI (جدول ۵) متحمل به تنش بود و کمترین میزان شاخص SSI (کمتر از واحد) در این هیبرید نیز نشان‌دهنده تحمل بالای رقم نسبت به تنش است که نشان‌دهنده تحمل بالای آن به کمبود رطوبت و برتری محسوس نسبت به‌سایر هیبریدها می‌باشد (جدول ۵). ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص SSI مواد آزمایشی را براساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و از این شاخص صرفاً می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آنها مشخص کرد (نادری و همکاران، ۲۰۰۰؛ راضی و آساد، ۱۹۹۸؛ غفاری، ۲۰۰۸). استفاده از شاخص بهره‌وری متوسط (MP) نیز که مقادیر بالای عددی آن نشان‌دهنده تحمل نسبی به تنش می‌باشد، اغلب منجر به گزینش ارقامی با عملکرد بالا در شرایط عادی ولی تحمل کم به شرایط تنش می‌گردد (غفاری، ۲۰۰۸؛ روسیلی و هامبلین، ۱۹۸٤). در این آزمایش نیز شاخص MP در شرایط تنش متوسط خشکی شاخص مناسبی به حساب آمد که بنابر گزارشات سی و سه مرده و همکاران (۲۰۰٦) می‌تواند به‌دلیل بالا نبودن شدت تنش در این آزمایش باشد.

جدول ۵- ارزیابی هیبریدهای مورد بررسی از نظر شاخص‌های مقاومت به خشکی در شرایط تنش متوسط خشکی.

هیبرید	SSI	TOL	MP	GMP	STI	YI	YIS
$A_{74}\times R_{95}$	۰/٦٦٢^{bc}	۱۷۹۹^{abc}	۱٤٥۹^{ab}	۱۲٤۸^{ab}	۰/۲۷٦^{ab}	۱/۱۷۳^{ab}	۰/٤۱۷^{ab}
$CMS_{26}\times R_{103}$	۰/٦۳۰^{bc}	۱۱۷٥^{de}	۱۰۷۱^{c}	۹۳۳^{c}	۰/۱٥٥^{cd}	۰/۷۹۷^{bc}	۰/۳۹۳^{ab}
ایروفلور	۰/۷٤۳^{ab}	۲۲٦۰^{a}	۱٥۸۳^{a}	۱۲۷۱^{ab}	۰/۲۹۲^{ab}	۱/۰۲۷^{bc}	۰/۳۰۳^{ab}
آلستار	۰/٥٦٦^{c}	۱۸۲۷^{ab}	۱٦۱٤^{a}	۱٤۳٦^{a}	۰/۳٦۷^{a}	۱/٦٤۰^{a}	۰/٥٥۳^{a}
هایسان ۳۳	۰/٦۸۹^{abc}	۱٦۳۳^{bcd}	۱۲٤۸^{bc}	۱۰۷۳^{bc}	۰/۲۰٤^{bc}	۰/۹٥۰^{bc}	۰/۳٤۷^{ab}
مهر	۰/۸۲۹^{a}	۲۲٤۰^{a}	۱٥۲۰^{a}	۱۱۱۰^{bc}	۰/۲۲۲^{bc}	۰/۷۰۳^{bc}	۰/۲۱۰^{b}
آذرگل	۰/٦۷۲^{abc}	۱۳۳۹^{cd}	۱۱۸٤^{c}	۱۰۱۸^{bc}	۰/۱۸۷^{bc}	۱/۰۲۷^{bc}	۰/۳۱۰^{ab}
هایسان ۳٦	۰/٦۹۰^{abc}	۸٦۸^{e}	۷۳۳^{d}	٦۱٦^{d}	۰/۰٦۸^{d}	۰/٥۱۰^{c}	۰/۲۹۳^{ab}
بروکار	۰/٦۰۸^{bc}	۱٤٤٤^{bcd}	۱۲۳۷^{bc}	۱۱۱۹^{bc}	۰/۲۲۱^{bc}	۱/۰٤۳^{bc}	۰/۳۹۳^{ab}
شدت تنش (SI)				۰/٦٥۷			

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

راضی و آساد (۱۹۹۸) و غفاری (۲۰۰۸) اعلام داشتند که استفاده از شاخص تحمل به خشکی (STI) منجر به انتخاب هیبریدهایی می‌شود که هم مقاومت بالایی به خشکی دارند و هم در شرایط آبیاری کامل از عملکرد مطلوبی برخوردارند و بهترین شاخص برای گزینش ارقام آفتابگردان می‌باشد. برخی از محققان (دانشیان و جنوبی، ۲۰۰۸) معتقدند که علاوه‌بر این شاخص، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) نیز با توجه به همبستگی بالا و معنی‌دار با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش، شاخص مناسب دیگری برای گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب می‌باشد.

در شرایط آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر هیبرید هایسان ۳٦ در چهار شاخص MP، GMP، STI و YI پائین‌ترین رتبه را دارا بود که حساسیت بالایی به تنش خشکی داشت (جدول ٥) و از نظر شاخص TOL که مقادیر عددی پائین آن نشان‌دهنده تحمل نسبی ارقام می‌باشد، کمترین میزان را به‌خود 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 پائین باشد و در شرایط تنش نیز با افت کمتری همراه باشد، که باعث کوچک شدن شاخص TOL شود و در نتیجه این رقم به‌عنوان رقم متحمل معرفی گردد (مقدم و هادی زاده، ۲۰۰۲).

با توجه به نتایج مندرج در جدول ضرایب همبستگی، شاخص YI همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری (r=۰/۹۹) با عملکرد دانه در شرایط تنش متوسط خشکی داشت و شاخص‌های YSI، STI، GMP، MP و TOL به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ٦).

جدول ٦- ضرایب همبستگی موجود بین شاخص‌های مقاومت به خشکی در شرایط تنش متوسط خشکی.

	SSI	TOL	MP	GMP	STI	YI	YIS	Y_D	Y_N
SSI	۱								
TOL	۰/۸٤**	۱							
MP	۰/۸۳**	۰/۹٦**	۱						
GMP	۰/۷۸**	۰/۹۱**	۰/۹۸**	۱					
STI	۰/٦۱**	۰/۸۷**	۰/۹٤**	۰/۹٦**	۱				
YI	۰/۰۸	۰/٤۱*	۰/٥٦**	۰/٦٥**	۰/۷۸**	۱			
YIS	۰/۰٥	۰/۳۱	۰/٤۸*	۰/٥٦**	۰/٦٥**	۰/۸٥**	۱		
Y_D	۰/۰۸	۰/٤۰*	۰/٥٦**	۰/٦٥**	۰/۷۸**	۰/۹۹**	۰/۸٥**	۱	
Y_N	۰/۱۳	۰/۳۹*	۰/۲٤	۰/۱٦	۰/٤۱*	۰/۱۱	-۰/٤۰*	۰/۱۱	۱

Y_N و Y_D به‌ترتیب عملکردهای دانه در شرایط آبیاری مطلوب و شرایط تنش شدید خشکی می‌باشند.

*و** به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه در شرایط تنش متوسط خشکی با شاخص TOL نشان دهنده نامناسب بودن آن برای شناسایی هیبریدهای مقاوم به خشکی می‌باشد (فرناندز، ۱۹۹۲). این در حالی است که در این آزمایش شاخص‌های STI و TOL همبستگی مثبت و معنی‌دار و شاخص YSI نیز همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه در تیمار آبیاری مطلوب داشتند (جدول ٦). راضی و آساد (۱۹۹۸) و غفاری (۲۰۰۸) نیز بیان کردند که بین شاخص STI و عملکرد دانه در هر دو محیط تنش و بدون تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. این در حالی است که در آزمایش حاضر بین شاخص SSI و عملکرد دانه در هر دو محیط همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج فرزر و همکاران (۱۹۸٦) مطابقت دارد.

در تیمار تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۸۰ میلی‌متر)، هیبرید آلستار با دارا بودن بیشترین میزان شاخص‌های GMP، STI، YI و YSI تحمل بالایی از خود نشان داد و برتری محسوسی نسبت به سایر هیبریدها داشت (جدول۷). هیبرید مهر نیز با کسب بالاترین رتبه در شاخص MP از برتری نسبی نسبت به‌سایر هیبریدها برخوردار بود. غفاری (۲۰۰۸) کارایی شاخص MP را به‌منظور گزینش هیبریدهای آفتابگردان متحمل به تنش خشکی بالا ندانستند زیرا این شاخص برای گزینش ارقامی که در شرایط تنش عملکرد بالایی تولید می‌کنند، چندان مناسب نمی‌باشد (فرناندز، ۱۹۹۲). همچنین هیبرید هایسان ۳٦ پائین‌ترین رتبه را در شاخص‌های MP، GMP و STI دارا بود و حساسیت بالایی به تنش رطوبتی از خود نشان داد.

جدول ۷- ارزیابی هیبریدهای مورد بررسی از نظر شاخص‌های مقاومت به خشکی در شرایط تنش شدید خشکی.

هیبرید	SSI	TOL	MP	GMP	STI	YI	YIS
$A_{74}\times R_{95}$	۰/٦٥٨^{abc}	١٤٦٠^{bc}	٢٥٨٠^{a}	٩٢٠^{a}	۰/١٥٠^{ab}	١/١٧٨^{ab}	۰/٢٠٣^{ab}
$CMS_{26}\times R_{103}$	۰/٦٠٣^{c}	٩٨٧^{cd}	١٩٥٣^{b}	٧٧٦^{bcd}	۰/١٠٦^{cde}	١/١١٤^{ab}	۰/٢٢٠^{a}
ایروفلور	۰/٧١٧^{a}	١٨٥٨^{ab}	٢٧٦٣^{a}	٧٥٨^{bcd}	۰/١٠٤^{cde}	۰/٦٥٧^{ab}	۰/۰٩٧^{b}
آلستار	۰/٦٤٥^{bc}	١٣١٥^{c}	٢٧١٥^{a}	٩٩٤^{a}	۰/١٧٧^{a}	١/٣٨٣^{a}	۰/٢٤٣^{a}
هایسان ۳۳	۰/٦٩٩^{ab}	١٢٦٨^{c}	٢١٣٢^{b}	٦٧٩^{d}	۰/۰٨٢^{ef}	۰/٨۰٤^{b}	۰/١٤٣^{ab}
مهر	۰/٧۰٩^{a}	٢۰٦٣^{a}	٢٨٦٤^{a}	٨٨٩^{ab}	۰/١٤١^{abc}	۰/٨٨٥^{ab}	۰/١٣۰^{ab}
آذرگل	۰/٦١٢^{c}	١١٦١^{cd}	٢١٩١^{b}	٨٦١^{abc}	۰/١٣٢^{bcd}	١/٣٦٨^{a}	۰/٢٣٣^{a}
هایسان ۳٦	۰/٦١٤^{c}	٧٧٤^{d}	١٣٧١^{c}	٥٢٥^{e}	۰/۰٤٩^{f}	۰/٧٣١^{b}	۰/٢١٣^{ab}
بروکار	۰/٦٦۰^{abc}	١۰٤٩^{cd}	٢۰٧٩^{b}	٧٤٦^{cd}	۰/۰٩٨^{de}	۰/٩۰٤^{ab}	۰/١٧۰^{ab}
شدت تنش (SI)				۰/٨٢٩			

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه ضرایب همبستگی در شرایط تنش شدید خشکی (جدول۸)، شاخص YI از همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری (r=۰/۹۹) با عملکرد دانه برخوردار بود و بعد از آن شاخص‌های YSI و STI بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. غفاری (۲۰۰۸) نیز بین شاخص STI و عملکرد دانه در هر دو محیط تنش و بدون تنش، همبستگی مثبت و معنی‌دار را گزارش کردند. از طرف دیگر، راضی و آساد (۱۹۹۸) بین شاخص SSI و عملکرد دانه در هر دو محیط همبستگی معنی‌دار مشاهده نکرد که نتایج آن مطابق با نتایج آزمایش حاضر است (جدول ۸).

جمع‌بندی نتایج حاصل از بررسی همبستگی عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش خشکی با شاخص‌های مقاومت به خشکی در این پژوهش نشان می‌دهد که در تیمارهای تنش متوسط و شدید خشکی تنها شاخص STI به‌واسطه دارا بودن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه هیبریدهای آفتابگردان در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی، به‌عنوان معیاری مناسب برای شناسایی هیبریدهای پر محصول و متحمل به تنش خشکی می‌باشد که با نتایج راضی و آساد (۱۹۹۸) و غفاری (۲۰۰۸) هم‌خوانی دارد. همچنین در هر دو تیمار تنش خشکی شاخص YIS از همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه برخوردار بود، در حالی‌که همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه در تیمار آبیاری مطلوب داشت. بنابراین نمی‌تواند شاخص مناسبی برای گزینش هیبریدهایی با پتانسیل عملکرد بالا در دو تیمار آبیاری مطلوب و تنش خشکی باشد (سی و سه مرده و همکاران، ۲۰۰٦). با توجه به این نکته که مبنای گزینش شاخص YIS نیز همانند شاخص TOL بر پایه میزان تغییر عملکرد در دو محیط بدون تنش و تنش می‌باشد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که شاخص YIS نیز فاقد توانایی لازم برای انتخاب ارقام با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند. در نهایت، هیبرید آلستار با توجه به شاخص‌های مذکور به عنوان متحمل‌ترین هیبرید آفتابگردان به شرایط تنش متوسط و شدید خشکی شناسایی گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸- ضرایب همبستگی موجود بین شاخص‌های مقاومت به خشکی در شرایط تنش شدید خشکی.

	SSI	TOL	MP	GMP	STI	YI	YIS	Y_D	Y_N
SSI	۱								
TOL	۰/۸٤**	۱							
MP	۹۲**	۰/۹۲**	۱						
GMP	۰/۸۹**	۰/۷۹**	۰/۹۵**	۱					
STI	۰/۷٤**	۰/۷۲**	۰/۸۹**	۰/۹۵**	۱				
YI	-۰/۰۱	-۰/۱٤	۰/۱۱	۰/۳۵	۰/٤۸*	۱			
YIS	-۰/۱٤	-۰/۳۷	-۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۷۵**	۱		
Y_D	-۰/۰۱	-۰/۱٤	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/٤۸*	۰/۹۹**	۰/۷۵**	۱	
Y_N	۰/۰۵	۰/٤۷*	۰/۲۸	۰/۱٤	۰/٤۰*	-۰/۱٤	-۰/٦۷**	-۰/۱٤	۱

Y_N و Y_D به‌ترتیب عملکردهای دانه در شرایط آبیاری مطلوب و شرایط تنش شدید خشکی می‌باشند.

* و ** به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار هستند.

فهرست منابع

Angadi, S.V., and Entz, M.H. 2002. Water relation of standard height and dwarf sunflower cultivars. Crop Sci. 42:125-159.

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

Bremner, P.M., and Preston, G.K. 1990. A field comparison of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in a long drying circle: II- Plant water relations, growth and yield. Aust. J. Agric. Res. 41: 463-478.

Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., and Michele Stanca, A. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. Field Crops Res. 105: 1-14.

Chimenti, C.A., Pearson, J., and Hall, A.J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crop Res. 75: 235-246.

Daneshian, J., and Jonoubi, P. 2008. Evaluation of sunflower new hybrids tolerance to water deficit stress. In proc, of the 5th International Crop Sci Congress. Jejo, Korea. Pp:189.

De Rodriguez, J., Philips, D.B.S., Rodriguez-Garcia, R., and and Angulo-sanchez, J.L. 2002. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land Condition. P139-142, In: Janick, J and A. whipkey (eds), Trends in new crops and new uses. ASHS press, Alexandria, VA.

Archive of SID

www.SID.ir

Erdem, T., Erdem, Y., Orta, A.H., and Okursoy, H. 2006. Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turk. J. Agric. For. 30: 11-20.

FAO. 2005. Oilseeds: world market and trades. Current World Production, Market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.

Fereres, E., Gimenez, C., and Fernandez, J.M. 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. I-Yield relationships. Aust. J. Agric. Res. 37: 573-582.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. P257-270, In: Kuo, C.G. (eds), proceedings of the international Symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress. Publication, Tainan, Taiwan.

Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G.L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Can. J. Plant Sci. 77: 523-531.

Ghafari, M. 2008. Evaluation and selection of sunflower inbred lines under normal and drought stress conditions. Plant and Seed J. 23: 633-649.

Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Res. 87: 167-178.

Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O., and Rouphael, Y. 2007. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agr. Water Manag. 75: 226-244.

Koocheki, A.R., Yazdansepas, A., and Nikkhah, H.R. 2005. Efeect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iran. J. Crop. Sci. 8: 14-29.

Moghaddam, A., and Hadizade, M.H. 2002. Response of corn (*Zea mays* L.) hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Plant and Seed J. 18: 255-272.

Ramirez-Vallejo, P., and Kelly, J.D. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99: 127-136.

Razi, H., and Assad, M.T. 1998. Evaluation variability of important agronomic traits and drought tolerant criteria in sunflower cultivars. J. Agric. Sci. Nat. Resour. 2: 30-43.

Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selectionfor yield in stress and non - stress environment. Crop Sci. 21: 943-946.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. Field Crop Res. 98: 222-229.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 1 (4): 1-17
www.ejcp.info

Utilization ability of drought resistance indices in sunflower (*Heliantus annus* L.) hybrids

H. Jabbari[1], G.A. Akbari[2], J. Daneshian[3], I. Alahdadi[2] and N. Shahbazian[4]

[1]Ph.D. Agronomy student, Dept. of Agronomy, College of Abureihan, University of Tehran. Pakdasht, Iran, [2]Associate Prof., Dept. of Agronomy, College of Abureihan, University of Tehran. Pakdasht, Iran, [3]Assistant Prof., Oil Seed Research Department, Seed and Plant Improvement institute. Karaj, Iran, [4]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, College of Abureihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran.

Abstract

In order to evaluate the utilization ability of drought resistance indices such as: yield index (YI), yield stability index (YSI), stress susceptibility index (SSI), tolerance (TOL), mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP) and stress tolerance index (STI) in sunflower hybrids, three separate experiments were conducted as randomized complete block design at the research field of Seed and Plant Improvement Institute in Iran-Karaj, in 2006. The first experiment was conducted at optimum conditions where plants were irrigated after 60 mm evaporation from evaporation pan, class A, whereas the second and third experiments were irrigated after 120 (mild drought stress) and 180 (sever drought stress) mm evaporation, respectively. The results showed that under mild and sever drought stresses only STI by having positive and significant correlation with seed yield under non-stress and stress conditions, was more effective in identifying the high yielding hybrids. The evaluation of hybrids using drought resistance indices indicated that Allstar hybrid had maximum leaf area index (LAI) and seed yield under mild and sever drought stress as 1671 and 701 kg.ha^{-1}, respectively, and was superior to others.

Keywords: Drought stress; Drought resistance indices; Leaf area index (LAI); Seed yield

*- Corresponding Author; Email: shenghar021@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir