

مقایسه صفات کمی و کیفی و شاخص‌های تحمل ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی و بدون تنش

سید علی طباطبایی^{۱*} و احسان شاکری^۲

۱- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، یزد، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ وصول: ۹۱/۵/۸

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۴

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر صفات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان روغنی و تعیین بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ارقام متحمل و حساس به خشکی طی آزمایشی در بهار سال ۱۳۸۹ در شرایط مزرعه به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد اجرا شد. فاکتور اصلی در دو سطح آبیاری نرمال (بدون تنش) و شرایط تنش در نظر گرفته شد و فاکتور فرعی شامل شش سطح شامل ارقام تجاری آفتابگردان به ترتیب آلستار، هایسون ۲۵، آذرگل، مستر روسی، سوپرگروس، ایریفلور بود. هر واحد آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و فواصل خطوط کاشت، ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که صفات فنولوژی (طول دوره رویشی و زایشی) صفات مورفولوژی (تعداد برگ، ارتفاع بوته، قطر طبق، قطر ساقه، تعداد دانه در طبق، وزن دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد دانه‌های پوک و نارس و عملکرد)، کارایی آب مصرفی، درصد روغن و ارقام به طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. همچنین بر اساس شاخص‌های تحمل، در شرایط تنش رقم آذرگل با متوسط ۱۸۷۴ کیلوگرم در هکتار به عنوان رقم برتر و مقاوم و رقم سوپر گروس با متوسط ۷۵۷ کیلوگرم در هکتار به عنوان حساس‌ترین رقم نسبت به شرایط تنش خشکی معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، آبیاری نرمال، شاخص‌های متحمل به خشکی، آفتابگردان

مقدمه

همچنین سوریانو و همکاران (۲۰۰۴) نیز کاهش معنی دار شاخص برداشت را در اثر تنش آبی گزارش کردند. یگاپان و همکاران (۱۹۸۲) در آزمایش‌های خود روی آفتابگردان مشاهده کردند که تنش کمبود آب در همه تیمارها (قبل از گلدهی و بعد از گلدهی) وزن پسته را در تمامی نقاط طبق کاهش داد.

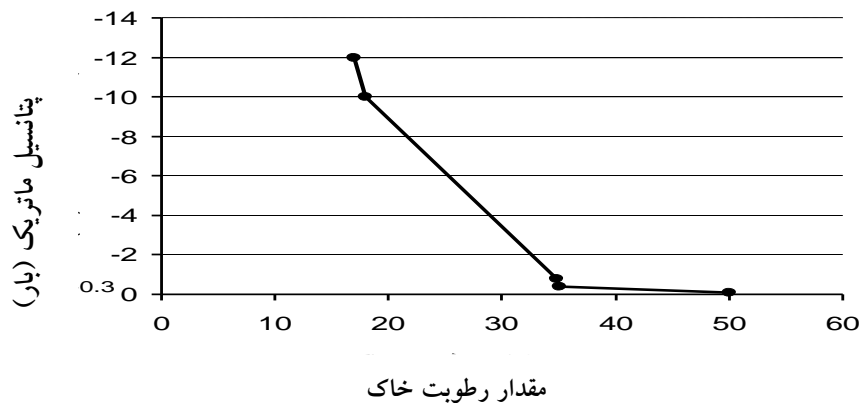
در مورد شاخص‌های تحمل به خشکی، شاخص تحمل^۱ (TOL) و میانگین بهره‌وری^۲ (MP) بوسیله روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) ارائه شد. مقادیر بالای شاخص تحمل نمایانگر حساسیت بیشتر هیبریدها به خشکی بوده و هرچه میزان این شاخص پایین‌تر باشد، مطلوب‌تر خواهد بود. در مورد شاخص (MP) می‌توان گفت هرچه مقدار آن بیشتر باشد مطلوب‌تر است (۱). شاخص حساسیت به تنش (SSI) را نیز فیشر و موور (۱۹۷۸) ارائه نمودند که هرچه مقدار آن کوچکتر باشد میزان تحمل به خشکی بالاتر است. فرناندز (۱۹۹۲) نیز شاخص تحمل به تنش^۲ (STI) را معرفی کرد که مقادیر بالای آن برای یک هیبرید، نشان دهنده تحمل به خشکی بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن هیبرید است.

به طور کلی شناسایی و اصلاح ارقام پر محصول و با میزان روغن بالای آفتابگردان که به تنش‌های رطوبتی تحمل داشته باشند و ارزیابی صفات مرتبط با تحمل به خشکی بسیار مهم است. در نتیجه اهداف کلی این طرح، شناسایی ارقام و همچنین بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک ارقامی که در تنش خشکی تحمل بالاتری داشتند و همچنین شاخص‌های مناسب برای گزینش ارقام آفتابگردان با عملکرد بالا و متحمل به خشکی بود.

میزان آبیاری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده برای کشاورزی در طی دوره گرم و خشک تابستان می‌باشد. محدودیت در دسترسی آب نیازمند تغییرات اساسی در مدیریت آبیاری یا کاربرد شیوه‌هایی است که در آن منابع آب بهتر حفظ شود (۹). این مسئله در کشور ایران که در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و آب مورد نیاز گیاهان زراعی به علت کمبود نزولات آسمانی و توزیع نامتناسب آن عمدتاً از طریق آب آبیاری تأمین می‌شود بسیار حایز اهمیت است (۱۷). از دیدگاه تنش رطوبتی، هدف از آبیاری نگه داشتن سطحی از آب در خاک است که حداکثر عملکرد گیاه حاصل شود و با این کار فشار زیادی بر ذخایر منابع آب و آبیاری وارد می‌شود (۶).

آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) به عنوان یکی از چهار گیاه مهم زراعی تأمین کننده روغن و پروتئین که اگرچه یک گیاه بسیار متحمل به خشکی نیست ولی معمولاً در مناطق خشک، جایی که سایر محصولات به شدت از کمبود آب آسیب می‌بینند اغلب تولید رضایت بخشی دارد (۲۰). در مجموع مزیت‌های نسبی آفتابگردان در مقایسه با برخی دیگر از گیاهان روغنی عبارتند 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 بی تفاوت بودن به طول روز (۳). به طور کلی در بین مراحل رشد، مرحله گلدهی حساس‌ترین مرحله به تنش کمبود آب محسوب می‌شود (۱۴) بنا بر این مدیریت آبیاری در این گیاه از اول گلدهی تا زمان رسیدن آفتابگردان بیشترین اهمیت را دارد (۷). در مورد تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان گزارش شده است که تنش خشکی به طور معنی داری ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن را کاهش داد (۱۸).

1 - Tolerance Index 2- Mean Productivity 3 - Stress Susceptibility Index 4- Stress Tolerance Index



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک مزرعه

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸۹ بصورت کرت‌های خرد شده (اسپلت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام شد. آبیاری بعنوان فاکتور اصلی در دو سطح تنش (آبیاری بر اساس میزان ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) (a₁) و عدم تنش (آبیاری بر اساس میزان ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) (a₂) در نظر گرفته شد. فاکتور فرعی نیز در شش سطح شامل ارقام تجاری آفتابگردان روغنی آلسنار (b₁)، هایسون ۲۵ (b₂)، هیبرید آذرگل (b₃)، مسترروسی (b₄)، سوپرگروس (b₅)، و ایریفلور (b₆) بود. تیمار تنش براساس منحنی رطوبتی خاک در طول دوره آزمایش اعمال گردید بطوری که قبل از هر آبیاری با تهیه نمونه خاک از عمق توسعه ریشه ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ میزان رطوبت خاک با استفاده دستگاه صفحه فشاری^۲ در مکش‌های ۰/۳ تا ۱۰- Bar اتمسفر قرار گرفت تا میزان پتانسیل آب مشخص گردد (شکل ۱).

زمین مورد نظر قبل از شروع آزمایش بصورت آیش بود که در اوایل پاییز شخم عمیق زده شد و در اوایل بهار عملیات تکمیلی از قبیل دیسک و تسطیح زمین انجام گردید. در هنگام تهیه زمین بر اساس نتایج آزمون خاک

(جدول ۱) مقدار ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم و ۲۵۰ کیلوگرم سولفات آمونیم به زمین داده شده و توسط دیسک با خاک مخلوط گردید و عملیات کرت بندی انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۶ متر و فواصل خطوط کاشت، ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. جهت جلوگیری از نفوذ آب در هنگام آبیاری به داخل کرت تیمار تنش و غیر تنش مجاور هم حدود یک متر فاصله بین کرت و بین تکرارها ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. کاشت در تاریخ ۲۵ خرداد انجام شد. در طی آزمایش عملیات معمول زراعی شامل تنک کردن، وجین، سله شکنی و کود دهی به روش سرک انجام شد. در طول دوره رشد گیاه تا مرحله رسیدگی طبق و دانه، صفات فنولوژی و مورفولوژی به صورت تصادفی و در مرحله برداشت میزان عملکرد و اجزای عملکرد برای هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری میزان آب مصرفی هر رقم با توجه به طول دوره رشد آن مقدار آب مصرف شده با استفاده از کنتور آب ورودی بداخل هر کرت در هر مرحله آبیاری اندازه‌گیری میزان آب مصرفی تا زمان رسیدگی محصول بر حسب متر مکعب در هکتار محاسبه شد (جدول ۲). کارآیی مصرف آب از طریق رابطه زیر بدست آمد.

2 - Pressure plate

جدول ۱- نتایج آزمون خاک

ترکیبات، عناصر	نیتروژن (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	اسیدیته (pH)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)	بافت خاک
مقدار	۰/۰۳	۴۸	۸۴	۷/۵	۰/۲۷	۳/۴	لومی-شنی

$$\text{عملکرد اقتصادی} = \frac{\text{میزان آب مصرفی}}{\text{کارایی مصرف آب}} \times 100$$

جدول ۲- مقدار آب مصرفی ارقام آفتابگردان در شرایط تنش و نرمال

ارقام	آبیاری	تنش (متر مکعب در هکتار)	نرمال (متر مکعب در هکتار)
آلستار	۵۴۰۰	۸۱۰۰	
هایسون ۲۵	۶۳۰۰	۹۰۰۰	
آذرگل	۷۲۰۰	۱۰۸۰۰	
مستر روسی	۶۳۰۰	۹۹۰۰	
سوپر گروس	۷۲۰۰	۱۰۸۰۰	
ایرفلور	۷۲۰۰	۱۰۸۰۰	

۳- شاخص حساسیت به تنش $SSI = 1 - (Y_s / Y_p) / D$ که در آن D (شدت تنش) از رابطه $D = 1 - (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p)$ محاسبه می‌شود و \bar{Y}_s و \bar{Y}_p میانگین عملکرد همه ارقام به ترتیب در شرایط آبیاری و تنش است (۱۱).

۴- شاخص متوسط بهره‌وری $MP = (Y_p + Y_s) / 2$

درصد روغن نیز با استفاده از روش سوکسله محاسبه شد. برای ارزیابی ارقام از نظر تحمل و حساسیت به خشکی، شاخص‌ها به صورت ذیل مورد بررسی قرار گرفت:

۱- شاخص تحمل به خشکی $TOL = Y_p - Y_s$ که در آن Y_p عملکرد رقم در شرایط نرمال و Y_s عملکرد رقم در شرایط تنش است.

۲- شاخص مقاومت به خشکی $STI = (Y_p \times Y_s) / \bar{Y}_p^2$

نتایج و بحث:

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر آبیاری و رقم بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد اثر متقابل تنش

در نهایت با استفاده از نرم افزار آماری SAS صفات مورد مطالعه تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و رسم نمودار نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

خشکی و رقم نیز بر تمامی صفات مورد بررسی به استثنای تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و اجزای آن پیش از این توسط محققین بسیاری گزارش شده است (۱۸ و ۱۰،۳). از دلایل مهم دیگری که می‌توان در این زمینه بیان نمود نقش هورمون‌ها در این زمینه است. در واقع در تیمارهای تحت تنش میزان هورمون ABA افزایش می‌یابد که این هورمون نیز به نوبه خود از فعالیت IAA و CK که تقسیم و افزایش طول سلول‌ها را بر عهده دارند جلوگیری می‌کند (۱۰). قطر ساقه به لحاظ ذخیره اسمیلات در طول دوره رویشی

و امکان انتقال این مواد در زمان پرشدن دانه‌ها نقش قابل ملاحظه‌ای دارد و هر قدر قطر ساقه بیشتر باشد، پتانسیل تولید مطلوب در گیاه افزایش می‌یابد. در این پژوهش بیشترین قطر ساقه (۲/۳ سانتی‌متر) در تیمار بدون تنش و رقم آذرگل به دست آمد (جدول ۴). بلوم و همکاران (۱۹۹۷) در نتایج خود نشان دادند که ژنوتیپ آذرگل بدلیل داشتن قطر ساقه بیشتر کمتر تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد. سادراس و همکاران (۱۹۹۸) دلیل کاهش قطر ساقه در اثر تنش خشکی را کاهش رشد رویشی و کاهش تقسیم سلولی بیان نمودند.

جدول ۳- میانگین مربعات جدول تجزیه واریانس صفات کمی ارقام آفتابگردان تحت اثر تیمارهای آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول دوره رویشی	طول دوره زایشی	درصد روغن	کارآیی مصرف آب	قطر ساقه	قطر طبق	تعداد برگ	تعداد دانه در طبق	وزن دانه در طبق	وزن هزار دانه	دانه‌های پوک و نارس	عملکرد دانه
بلوک	۲	۱۴/۵ ^{ns}	۷/۱۹ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۲۱۵ ^{ns}	۲/۰۵ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۱۳۲ ^{ns}	۲/۱۱ ^{ns}	۳۸۴/۵ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}	۵/۰۹ ^{ns}	۰/۱۹۴ ^{ns}	۳۵۹۲۶/۳ ^{ns}
آبیاری (a)	۱	۵۵۰/۶ ^{**}	۱۰۴۵/۴ ^{**}	۱۳۲۰/۱ [*]	۲۸۷/۸ [*]	۱۸/۰۲ [*]	۱/۶ ^{**}	۱۳۶/۱ ^{**}	۹۰/۲۵ [*]	۵۸۹۳۱۲/۱ ^{**}	۱۰۲۷/۲ ^{**}	۲۴۰۹/۱ ^{**}	۷۳۸/۰۲ ^{**}	۵۸۹۳۵۶۵/۴ ^{**}
خطای a	۲	۱۷/۳	۸/۵۲	۲۸/۷	۴/۱۸	۰/۵۵	۰/۰۰۴	۰/۴۶	۱/۳۳	۱۹۵۶/۰۲	۰/۱۹۷	۱۶/۰۹	۳/۰۲	۲۳۲۲۰/۳
رقم (b)	۵	۱۷۹۷/۹ ^{**}	۱۲۹/۵ ^{**}	۹۷/۹ ^{**}	۱۳۱/۹ ^{**}	۶۹/۹ ^{**}	۰/۳۱۸ ^{**}	۱۴/۹ ^{**}	۲۵/۲۲ ^{**}	۱۵۹۰۳۰/۱ ^{**}	۴۴۷/۶ ^{**}	۷۱۷/۹ ^{**}	۵۸۹/۸ ^{**}	۵۶۲۹۷۹/۸ ^{**}
a×b	۵	۱۵/۶ [*]	۶۸۴ ^{**}	۳۹/۰۴ ^{**}	۴/۴ ^{**}	۱۸/۸ ^{**}	۰/۴۸ ^{**}	۱/۰۶ ^{**}	۸/۹ ^{**}	۲۹۵۲/۹ ^{ns}	۷/۱ ^{**}	۸۸/۷۵ ^{**}	۴۰/۰۹ ^{**}	۲۳۴۹۶۲/۹ ^{**}
خطای b	۲۰	۱۱/۸	۲/۸	۸/۷	۰/۵۲۵	۰/۴۰	۰/۰۰۲۴	۰/۲۴	۱/۰۸	۱۳۱۳/۲۷	۰/۱۱۴	۴/۸۷۴	۲/۳۱	۱۹۳۱۵/۳۷
C. V.		%۲/۸	%۳/۵۶	%۱۰/۵۹	%۲	%۴/۹	%۶/۳۵	%۳/۳۷	%۸/۹	%۵/۴۴	%۴/۴۶	%۴/۷	%۷/۲	%۱۱/۰۷

ns- غیر معنی دار **- معنی دار در سطح احتمال ۱٪ *- معنی دار در سطح احتمال ۵٪

سلول است که این امر سبب کاهش طولی شدن ساقه، برگ و کاهش فتوسنتز می‌گردد. که نتیجه آن کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه است. کاهش حجم آبیاری از طریق کوتاه کردن دوره پرشدن دانه باعث کم شدن وزن هزاردانه می‌گردد (۴). از دلایل مهم کاهش عملکرد دانه در مواجهه با تنش خشکی مختل شدن فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه است (۱۳). به بیان بهتر تنش خشکی بواسطه تأثیر منفی بر شاخص سطح برگ، ارتفاع و سایر صفات رویشی موجب افت عملکرد خواهد شد (۲).

بیشترین تعداد برگ در شرایط آبیاری نرمال در رقم آذرگل با ۱۵/۶ عدد بیشترین برگ را دارا بود (جدول ۴). در مراحل نمو رویشی حتی تنش بسیار جزئی می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی رشد، تعداد برگ و شاخص سطح برگ را کاهش دهد (۱۰). قطر طبق از جمله صفاتی است که به دلیل تعیین تعداد دانه در طبق به عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد محسوب می‌شود (۲۱). با کمبود آب سلول‌های تازه تشکیل یافته رشد و گسترش کمتری پیدا می‌کنند (۱۶). به طور کلی از اثرات کمبود آب، کاهش توسعه سلول از طریق نقصان در آماس

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم بر صفات کمی مورد بررسی

آبیاری	ارقام	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (cm)	قطر طبق (cm)	تعداد برگ	تعداد دانه در طبق	وزن دانه در طبق (gr)	وزن هزار دانه (gr)	درصد دانه‌های پوک و نارس	عملکرد دانه (kg/ha)
	آلستار	۱۲۱d	۱/۵b	۱۶ bc	۱۲/۳cd	۱۰۶۰	۴۰ b	۴۷d	۱۱f	۱۹۵۵cd
	هایسون ۲۵	۱۲۸c	۱/۵b	۱۶/۵ b	۱۲/۳cd	۸۷۴	۳۸ b	۶۲b	۱۱f	۱۶۸۰de
	بدون آذرگل	۱۶۶a	۲/۳a	۱۹ a	۱۵/۶a	۹۹۹	۵۴ a	۷۲a	۱۶e	۲۴۷۶b
تنش	مستر روسی	۱۳۳c	۱/۶b	۱۵ bc	۱۵ab	۶۳۱	۲۸ c	۴۵de	۲۷c	۱۸۲۸d
	سوپرگروس	۱۴۱b	۱/۷b	۱۶ bc	۱۳/۶bc	۶۴۲	۳۳c	۴۱ef	۲۵c	۲۰۸۷c
	ایرفلور	۱۲۰d	۱/۵b	۱۵/۶bc	۱۰/۶de	۸۸۳	۳۹ b	۵۴c	۹f	۲۵۲۶a
	آلستار	۹۵h	۱/۲۶cd	۱۲ e	۹/۳ef	۷۲۶	۳۲ c	۴۰f	۱۴e	۱۳۸۲ef
	هایسون ۲۵	۱۰۶g	۱/۳ c	۱۳ d	۹/۶ef	۶۳۸	۳۰ c	۳۴g	۱۶e	۱۳۷۶ef
	آذرگل	۱۴۰b	۱/۲۶ cd	۱۵bc	۱۵/۶a	۷۵۸	۴۱ b	۵۸b	۲۲d	۱۸۷۴d
تنش	مستر روسی	۱۱۳f	۱/۲۶ cd	۱۰ f	۹ef	۴۰۰	۱۷ d	۲۸h	۳۹b	۹۸۵g
	سوپرگروس	۱۱۶de	۱/۲۶ cd	۱۱ f	۷/۶f	۴۳۰	۲۰ d	۲۹h	۴۲a	۷۵۷h
	ایرفلور	۹۱h	۱/۰۶d	۱۲e	۹/۳ef	۶۰۲	۲۹ c	۳۲gh	۱۸e	۱۳۲۲ef

داده‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد هستند.

صفات فنولوژیک و کیفی

دلیل تأثیر پذیری کمتر روغن دانه از شرایط محیطی است (۳). اندازه‌گیری راندمان آب مصرفی را می‌توان برای عملکرد اقتصادی و کل ماده خشک تولید شده مورد استفاده قرار داد راندمان مصرف آب از این جهت به عملکرد مربوط است که مقدار آبی که برای تولید ماده خشک (عملکرد اقتصادی) مصرف شده را نشان می‌دهد (۴). کاهش کارایی آب مصرفی در اثر افزایش درجه حرارت محیط و ناشی از تنش خشکی در ارقام آفتابگردان می‌باشد (۵).

نتایج نشان داد رقم ایریفلور و سوپرگروس در شرایط بدون تنش دارای بیشترین طول دوره رویش (۶۰ روز) بودند. همچنین رقم آذرگل و سوپرگروس در شرایط آبیاری بدون تنش دارای بیشترین طول دوره زایشی (۶۰/۳ روز) بودند (جدول ۵). کوتاه تر شدن زمان لازم برای رشد رویشی و زایشی گیاهان تنش دیده را می‌توان به کاهش فتوسنتز، عدم تولید اسیمیلیت‌های کافی جهت رشد و نمو گیاه نسبت داد (۳). درصد روغن در مقابل تنش خشکی پایدارتر از عملکرد دانه بود که احتمالاً به

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری و رقم بر صفات کیفی

آبیاری	ارقام	طول دوره رویشی (روز)	طول دوره زایشی (روز)	درصد روغن (%)	کارایی مصرف آب (kg/m ³)
	آلستار	۳۹/۶ef	۵۰/۳b	۳۹/۴a	۲۴bc
	هایسون ۲۵	۵۰/۳c	۵۱b	۳۵/۶b	۲۳/۲cd
بدون	آذرگل	۵۶b	۶۰/۳a	۳۹a	۲۲/۸cd
تنش	مستر روسی	۵۰c	۵۰b	۳۰d	۱۸/۴fg
	سوپرگروس	۶۰a	۶۰/۳a	۲۸/۶e	۱۹/۲fg
	ایریفلور	۶۰a	۵۹/۶a	۳۹/۸a	۲۳/۴ab
	آلستار	۴۰/۶e	۳۹/۶d	۳۳/۲c	۲۵/۵ab
	هایسون ۲۵	۴۰e	۴۴/۶c	۳۰/۲d	۲۱/۸dc
	آذرگل	۴۴/۶d	۵۰b	۳۶/۶c	۲۶a
تنش	مستر روسی	۴۰e	۴۰/۳d	۲۷/۵e	۱۵/۶h
	سوپرگروس	۴۰/۶e	۳۹/۳d	۲۱/۷f	۱۴/۶h
	ایریفلور	۴۵d	۴۵c	۳۲/۴c	۱۸/۳fg

داده‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد هستند.

شاخص‌های تحمل به خشکی

به منظور بررسی شاخص‌های تحمل به خشکی و تعیین بهترین شاخص‌ها ابتدا براساس میانگین عملکرد ارقام تحت شرایط تنش و غیر تنش، شدت خشکی محیط آزمایش طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$D = 1 - y_d / y_p = 1 - 1282 / 2127 = 0.4$$

هر چه مقدار D از 0.7 بزرگتر باشد تنش وارده شدید محسوب می‌شود.

بر اساس شاخص (SSI) و (STI) و (MP) رقم آذر گل حساسیت کمتری به شرایط تنش خشکی دارد (جدول ۶). بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی رقم

آلستار نسبت به سایر ارقام تحمل نسبی بیشتری به تنش خشکی دارد. در این بررسی شاخص STI برای شناسایی ارقام مقاوم به تنش و شاخص SSI برای معرفی ارقام حساس به شرایط تنش خشکی بهترین شاخص‌ها تشخیص داده شدند که در این آزمایش رقم آذرگل با میانگین 1874 کیلوگرم در هکتار یعنی با کاهش $24/4$ درصد نسبت به شرایط آبیاری نرمال براساس شاخص (STI) مقاوم‌ترین رقم و براساس شاخص (SSI) رقم سوپر گروس با میانگین عملکرد 757 کیلوگرم در هکتار و کاهش $63/8$ درصدی محصول نسبت به شرایط آبیاری نرمال حساس‌ترین رقم معرفی شدند (جدول ۶).

جدول ۶- مقادیر شاخص‌های تحمل به خشکی ارقام آفتابگردان در شرایط تنش خشکی

ارقام	Y_p	Y_s	SSI	STI	TOL	MP
آلستار	۱۹۵۵	۱۳۸۲	۰/۷۵	۰/۵۹	۵۷۳	۱۶۶۸/۵
هایسون ۲۵	۲۰۱۳	۱۳۷۶	۰/۸	۰/۶۱	۶۳۷	۱۶۹۴/۵
آذرگل	۲۴۷۶	۱۸۷۴	۰/۶۳	۱	۶۰۲	۲۱۷۵
مستر روسی	۱۸۲۸	۹۸۵	۱/۱۵	۰/۴	۸۴۳	۱۴۰۶/۵
سوپر گروس	۲۰۸۷	۷۵۷	۱/۶	۰/۳۵	۱۳۳۰	۱۴۲۲
ایرفلور	۲۴۰۵	۱۳۲۲	۱/۱۳	۰/۷	۱۰۸۴	۱۸۴۶

منابع

- agriculture and applied science, and U. S. department of agriculture cooperation.
- 8- Blum, A., Golan, G., Mayer, J., and Sinmena, B. 1997. The effect of dwarfing genes on sorghum grain filling from remobilized stem reserves under stress. *Field Crops Res.*, 52: 43-54.
- 9- Dagdelen, N., Yilmaz, E., Sezgin, F., and Gurbuz, T. 2006. Water-Yield relation and water use efficiency cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey Agri. *Water Management*, 82: 63-85.
- 10- D'Andria, R., Chiaranda, F. Q., Magliulo, V. and Mori, M. 1995. Yield and soil water uptake of sunflower sown in spring and summer. *Agronomy Journal*, 87: 1122-1128.
- 11- Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: *Proceedings of the Symposium of AVRDC*, 13-16 Aug. Taiwan.
- 12- Fisher, R. A., Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 897-912.
- 13- Howell, T. A., Tock, J. A., Schneider, A. D., and Evett, S. R. 1998. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. *Agron. J.*, 90: 3-9.
- 14- Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Kabalan, R., Breidi, J., Chalita, C., and Roupheal, Y. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agric. Water Manage*, 90: 213-223.
- 15- Rosielli, A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*, 21: 493-501.
- 16- Sadras, V. O., Connor, D. J. and Whitfield, D. M. 1998. Yield, yield components and source-sink relationships in water-stressed sunflower. *Field Crop Res.*, 31: 27-39.
- ۱ - چوگان، ر.، حیدری، ع. ر.، محمدی، ع. ا. و حدادی، م. ح.، ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به خشکی در هیبریدهای ذرت دانه ای با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی. نهال و بذر، جلد ۲۴، شماره ۳، صفحات ۵۴۳-۵۶۲.
- ۲ - رضایی سوخت آبدانی، ر.، چراتی آرائی، ع.، اکبری نودهی، د.، مبصر ح. ر. و رمضان، م.، ۱۳۸۷. تأثیر دور آبیاری و کاربرد مقادیر نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک و راندمان مصرف آب ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در استان مازندران. یافته های نوین کشاورزی، سال سوم، شماره ۲، صفحات ۱۲۲-۱۳۵.
- ۳ - مقدم خمسه، ع. ر.، امینی دهقی، م.، دانشیان، ج.، جباری، ح.، ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد هیبریدهای جدید آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش کم آبی. دانشور علوم زراعی، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۱-۱۲.
- ۴ - نخجوانی مقدم، م. م.، نجفی، ا.، صدرقائن، س. ح. و فرهادی، ا.، ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد و اجزا عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در ذرت دانه ای سینگل کراس ۲۰۲. مجله به زراعی نهال و بذر، جلد ۲۷-۲۸، شماره ۱، صفحات ۷۳-۹۰.
- 5- Allesi, S. 1977. Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing. *Agri. J.*, 3: 965-969.
- 6- Aujla, M. S., Thind, H. S., and Buttar, G. S. 2005. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. *Agriculture Water Management*, 71: 167-179.
- 7- Berglund, D. R. 2003. Water spouts (Irrigated Sunflower). NDSU extension service, North Dakota state university of

- sorghum and sunflower. *Agron. J.*, 93: 1105–1110.
- 21- Vega, C. R. C., Andrade, F. H., Sadras, V. O., Uhart, S. A., and Valentinuz, O. R. 2001. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower and maize. *Crop Sci.*, 41: 748-754.
- 22- Yegappan, T., Paton, M., Gates, D. M., and Muller, W. J. 1982. Water stress in sunflower: Responses of Cypsela Size. *Annals Botany*, 49: 69-75
- 17- Sepaskhah, A. R., and Khajehabdollahi, M. H. 2005. Alternative furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (*Zea mays* L.). *Plant Prod. Sci.*, 8: 592–600.
- 18- Soleimanzadeh, H., Habibi, D., Ardakani, M. R., Paknejad, F. and Rejali, F. 2010. Response of sunflower (*Helianthus Annuus* L.) to drought stress under different potassium levels. *World Applied Sci J.*, 8(4): 443-448.
- 19- Soriano, M. A., Orgaz, F., Villalobos, F. J. & Federes, E. 2004. Efficiency of water use of early plantings of sunflower. *Euro. J. Agron.*, 21: 465–476.
- 20- Stone, L. R., Goodrum, D. E., Jaafar, M. N., and Khan, A. H. 2002. Rooting front and water depletion depths in grain

Comparison of qualitative and quantitative traits and tolerance indices of sunflower cultivars under drought stress and non-stress conditions

Ali Tabatabaei^{1*} and Ehsan Shakeri²

1-Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Yazd, Iran

2-M.Sc. student of Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

Received: 2012/09/11

Accepted: 2013/05/4

Abstract

In order to study the effect of drought stress on qualitative and quantitative traits of sunflower cultivars and use of drought tolerance stress to determine the most tolerant cultivar to drought stress, this experiment was conducted on six cultivars of sunflower under two irrigation regimes (normal irrigation and drought stress) at agricultural and natural resources center of Yazd in 2010. The experiment was carried out in split plot in randomized complete block design with three replications. Results showed that effect of drought stress was significant on all of the characteristics and cultivars. The highest seed yield was produced by Azargol cultivar (1874 kg/ha) and lowest seed yield was produced by super grows (757 kg/ha) in drought stress condition. Therefore results indicated that Azargol is the most resistant cultivar to drought stress and Supergrow is the most sensitive cultivar to drought stress.

Keywords: drought stress, normal irrigation, drought tolerance indices, sunflower

* Corresponding author

E-mail: tabataba4761@yahoo.com