ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد هیبریدهای جدید آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش کم‌آبی

علیرضا مقدم خمسه[۱،*] ، مجید امینی دهقی[۲] ، جهانفر دانشیان[۳] و حمید جباری[٤]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

۲. استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

۳. استادیار پژوهش، موسسهٔ اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

٤. دانشجوی دکتری زراعت(فیزیولوژی)، دانشکده ابوریحان، دانشگاه تهران

تاریخ وصول: ۱۳۸۷/۰۹/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۲/۰۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات زراعی و عملکرد هیبریدهای جدید آفتابگردان در شرایط تنش کم‌آبی در سال ۱۳۸۵، سه آزمایش جداگانه روی ۹ هیبرید آفتابگردان در سه رژیم آبیاری (آبیاری پس از ٦۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. نتایج آزمایش اثرات معنی‌دار تنش کم‌آبی را بر روی صفاتی نظیر تعداد برگ، ارتفاع نهایی گیاه، قطر ساقه، قطر طبق، قطر پوکی طبق، وزن طبق، وزن ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن در سطح یک درصد نشان داد. همچنین مراحل فنولوژیکی گیاه در سطح یک درصد تحت تأثیر تنش کم‌آبی قرار گرفت. هیبریدهای مورد بررسی در همه صفات بجز وزن طبق با هم تفاوت معنی‌دار داشتند. بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری شاهد به میزان ۲۷۷۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و در شرایط تنش متوسط و شدید کم‌آبی بترتیب ٦۲ و ۸۱ درصد کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه از هیبریدهای $A_{75}\times R_{196}$ و $A_{46}\times R_{73}$ به‌ترتیب با ۱٦۸۷ و ۱٦۳۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. مقایسه سطوح اثر متقابل تنش و هیبرید نشان داد که در کلیه صفات مورد بررسی، تنش کم-آبی تاثیر منفی بر گیاه داشت، عکس‌العمل هیبریدها نسبت به تنش متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در سطوح آبیاری شاهد از هیبرید $A_{112}\times R_{82}$ به‌میزان ۳٤۸۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد، هیبرید $A_{148}\times R_{65}$ در سطح تنش متوسط و هیبرید $A_{75}\times R_{196}$ در سطح تنش شدید کم‌آبی به‌ترتیب با ۱۳۹٤ و ٦٤۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را به‌دست آوردند.

واژه‌های کلیدی: تنش کم‌آبی، عملکرد دانه، هیبریدهای آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

*نویسنده مسئول e-mail: Moghaddamkh@yahoo.com

مقدمه

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 می‌گردد (۱۲). با اینکه آبیاری یک شیوه مؤثر در کشاورزی برای از عهده بر آمدن افزایش تقاضا برای غذا و فیبر در جهان می‌باشد (۱۳). ترس از رشد سریع معضل کاهش آب و منابع آن بویژه در نواحی خشک و نیمه خشک دنیا وجود دارد (۲۳). با نگرشی از دیدگاه تنش رطوبتی، هدف از آبیاری نگه داشتن سطحی از آب در خاک است که حداکثر عملکرد گیاه حاصل می‌شود و با این کار فشار زیادی بر ذخایر منابع آب و آبیاری وارد می‌شود (۸).

رشد جمعیت، بهبود سطح تغذیه، جایگزین شدن مصرف روغن‌های گیاهی به جای روغن‌های حیوانی، همراه با توسعه دامداری‌ها، مرغداری‌ها و افزایش مصرف کنجاله دانه‌های روغنی در تغذیه دام و طیور، نیاز به دانه‌های روغنی را در جهان به شدت افزایش داده است. ارزش غذایی فراوان دانه‌های روغنی به عنوان سرشارترین منابع تولید روغن و پروتئین گیاهی در طبیعت، توجه بیشتر کشورهای پیشرفته صنعتی را به تولید این گیاهان معطوف داشته است. آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) پنجمین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی در جهان به حساب می‌آید. کل سطح زیر کشت این گیاه در جهان در سال ۲۰۰٦ برابر با ۲۸۵۰۹ هزار هکتار و تولید جهانی آن برابر با ۱۹٤۷۵هزار تن بوده است. 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، بی‌تفاوت بودن نسبت به طول روز (۱٦).

نیاز آبی آفتابگردان بین ٦۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیمتر متغیر است (۷). تنش کم‌آبی در خلال مراحل گلدهی تا رسیدن گیاه بیشتر از مراحل دیگر فنولوژیکی گیاه تأثیر منفی بر عملکرد آفتابگردان می‌گذارد، بنابراین مدیریت آبیاری در این گیاه از اول گلدهی تا زمان رسیدن آفتابگردان بیشترین اهمیت را دارا می‌باشد. میزان رطوبت خاک در زمان گلدهی آفتابگردان باید حدود ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک مزرعه باشد و در بقیه مراحل رشد گیاه (مراحل فنولوژیکی گیاه) این میزان رطوبت می‌تواند حدود ۷۰ درصد ظرفیت زراعی خاک مزرعه باشد (۹). در گیاه آفتابگردان در مرحله R2 که زمان ایجاد غنچه در گیاه می‌باشد رطوبت کافی مورد نیاز است. همچنین در مرحلهR5 (مرحله گرده‌افشانی) اگر رطوبت مورد نیاز گیاه تأمین نشود، گرده‌افشانی متوقف شده و بذرهای وسط طبق آفتابگردان تشکیل نخواهند شد و دانه‌ها پوک می‌شوند (۲۰). به‌دلیل وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف در صورت مشخص شدن دقیق ماهیت مکانیسم‌های سازگاری می‌توان از این مکانیسم‌ها در جهت تهیهٔ ارقام به خشکی بهره‌برداری نمود. از آنجایی که در طول بیست سال گذشته زراعت آفتابگردان به دلیل تحمل آن به تنش‌های رطوبتی به اراضی دارای آبیاری محدود و دیم تمایل یافته است شناسایی و اصلاح ارقام پر محصول و پر روغن که به تنش‌های رطوبتی تحمل داشته باشند سبب افزایش تولید آن در این گونه اراضی خواهد شد. بنابراین شناسایی هیبریدهایی که در شرایط تنش کم‌آبی از تحمل و پایداری مطلوبی برخوردارند و ارزیابی صفات مرتبط با تحمل در آنها بسیار مهم می‌باشد. اهداف اجرایی این طرح را می‌توان به صورت شناسایی هیبریدهایی که در شرایط کم‌آبی از عملکرد بالاتری برخوردارند و بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک هیبریدهایی که در شرایط تنش کم‌آبی از تحمل بالاتری برخوردارند بیان نمود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی عملکرد و خصوصیات زراعی هیبریدهای جدید آفتابگردان در شرایط تنش کم‌آبی آزمایشی در سال ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات دانه-های روغنی واقع در شهرستان کرج اجرا گردید. این تحقیق با ۹ تیمار شامل هیبریدهای مختلف آفتابگردان (جدول ۱) در سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای هر آزمایش به اجرا در آمد. آزمایش اول در شرایط آبیاری مطلوب (عادی) اجرا شد و زمان آبیاری کلیه کرت‌ها بر اساس ٦٠ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود. آزمایش دوم و سوم در شرایط تنش کم‌آبی اجرا گردید و زمان آبیاری کلیه کرت‌های آزمایشی به ترتیب بر اساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. میزان تبخیر با نصب تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه به طور روزانه اندازه‌گیری شد و آبیاری هر تیمار، پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر صورت گرفت. مبداء زمانی تبخیر از زمان اتمام آبیاری بود. همچنین زمان اعمال محدودیت در آبیاری بر اساس زمان پیشنهادی (۱۰) و (۱۱) پس از استقرار گیاه در مرحله ۸-٦ برگی در کرت‌های آزمایشی بود.

خصوصیات هیبریدهای مورد بررسی در آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج آزمایش خاک بافت خاک لومی شنی، وزن مخصوص ظاهری ۱/٤۳ گرم بر سانتیمتر مکعب، میزان هدایت الکتریکی آن ۱/٤ میلی موس بر سانتی‌متر و میانگین اسیدیته خاک تا عمق ۸۰ سانتی متری حدود ۷/۸ بود. پس از تسطیح زمین با توجه به آزمون خاک کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمین پخش و با دستگاه فارور جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع فسفات آمونیوم و اوره نصف قبل از کاشت و نصف در مرحله ٦ الی ۸ برگی به زمین داده شد.

جدول ۱. اسامی و خصوصیات هیبریدهای مورد بررسی در آزمایش

شماره	هیبرید	مبدأ	تیپ رشدی
۱	$A_{148}\times R_{65}$	ایران	متوسط رس
۲	$A_{184}\times R_{30}$	ایران	خیلی زودرس
۳	$A_{46}\times R_{73}$	ایران	متوسط رس
۴	$A_{148}\times R_{105}$	ایران	زود رس
۵	$A_{75}\times R_{196}$	ایران	زود رس
۶	$A_{168}\times R_{25}$	ایران	متوسط رس
۷	$A_{112}\times R_{82}$	ایران	متوسط رس
۸	$A_{74}\times R_{218}$	ایران	زود رس
۹	$A_{2}\times R_{58}$	ایران	زود رس

برای تهیه زمین اجرای آزمایش ابتدا یک شخم نیمه عمیق در بهار با گاوآهن برگردان دار زده شد و بعد از آن دو دیسک عمود بر هم زده شد و همراه با دیسک از علفکش ترفلان به میزان ۲ لیتر در هکتار جهت کنترل علف‌های هرز استفاده شد. هر کرت آزمایشی دارای ٤ خط به طول ۵ متر بوده و فاصله خطوط ٦۰ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۲۵ سانتیمتر در نظر گرفته‌شد. همچنین فاصله بین دو تکرار مجاور ٦ متر و فاصله بین تکرارها ۳ متر تعیین گردید. در طول دوره رشد، یادداشت برداری های لازم از مراحل فنولوژیک گیاه شامل مراحل ستاره ای شدن، غنچه دهی، پنج درصد گلدهی، ۷۵ درصد گلدهی، پر شدن دانه و رسیدن فیزیولوژیک، هر سه روز یک بار و بر اساس روش اشنایکر و میلر (۱۹۸۱) صورت گرفت (۲۳). همچنین خصوصیات مورفولوژیک شامل ارتفاع گیاه، قطر ساقه و تعداد برگ در هر کرت آزمایشی انجام گردید و در پایان دوره رشد قطر طبق، عملکرد و اجزای آن مورد بررسی قرار گرفت. در طول دوره رشد در مراحل ستاره‌ای شدن و شروع پر شدن دانه، نمونه برداری

از ٤ گیاه از هر کرت انجام گرفت، به این منظور پس از کف بر کردن گیاهان هر کرت از سطح خاک، نمونه ها در آون با دمای ۷۵–۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. جهت ارزیابی اجزای عملکرد از هر کرت آزمایشی ٦ بوته به طور تصادفی انتخاب و خصوصیات رویشی و زایشی شامل تعداد برگ، ارتفاع گیاه از سطح خاک، قطر ساقه، قطر طبق، قطر پوکی، وزن ساقه، وزن طبق، تعداد دانه در تک بوته و وزن دانه در طبق محاسبه شد. در هر کرت، قطر ٦ طبق پس از رسیدن به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد و میانگین آن به عنوان قطر طبق منظور گردید. تعداد برگ در گیاه در پایان گرده افشانی شمارش گردید. مساحت ۳ متر مربع از هر کرت جهت ارزیابی عملکرد برداشت گردید. برای ارزیابی وزن هزار دانه نیز پس از وزن دو تکرار ۱۰۰ دانه‌ای از هر کرت، میانگین آنها به عنوان وزن هزار دانه در نظر گرفته شد و درصد روغن دانه تیمارهای مورد بررسی با استفاده از دستگاه NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اندازه گیری شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت پذیرفت. به دلیل انجام سه آزمایش به صورت جداگانه نیاز به تجزیه مرکب داده‌ها بود.

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات فنولوژیک و مورفولوژیک تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر طبق	قطر پوکی طبق	نسبت قطر پوکی طبق به قطر طبق	تعداد دانه پر در تک گیاه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	٪ روغن دانه
آبیاری	۲	۱۴۱/۶۲**	۲/۲۹**	۰/۱۵**	۷۴۹۵۳۹/۱۱**	۴۲۱۵/۴۴**	۳۵۰۳۸۵۸۲/۰۲**	۲۴۳/۷۲**
خطای a	۶	۲/۷۴	۰/۰۶	۰/۰۰۵	۱۸۶۸۸/۶۵	۲۴/۷۰	۱۸۹۲۵۰/۸۸	۶/۷۷
هیبرید	۸	۲/۷۹**	۰/۸۵**	۰/۰۰۲	۵۱۸۹۹/۰۸**	۲۱۶/۱۹**	۲۰۷۲۶۲/۵۶	۳۲/۳۶**
تنش × هیبرید	۱۶	۲/۱۳**	۰/۴۴**	۰/۰۰۳*	۲۶۷۴۲/۹۶*	۳۰/۳۲	۳۱۳۴۸۷/۸۵*	۳/۵۰
خطای b	۴۷	۰/۶۸	۰/۱۲	۰/۰۰۲	۱۲۶۰۱/۲	۱۷/۴۵	۱۳۴۲۳۹/۲۷	۱/۹۹
ضریب تغییرات		۷/۹۲	۸/۵۴	۱۰/۱۹	۱۹/۳۶	۱۱/۴۷	۲۵/۵۵	۳/۵۴

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳. تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

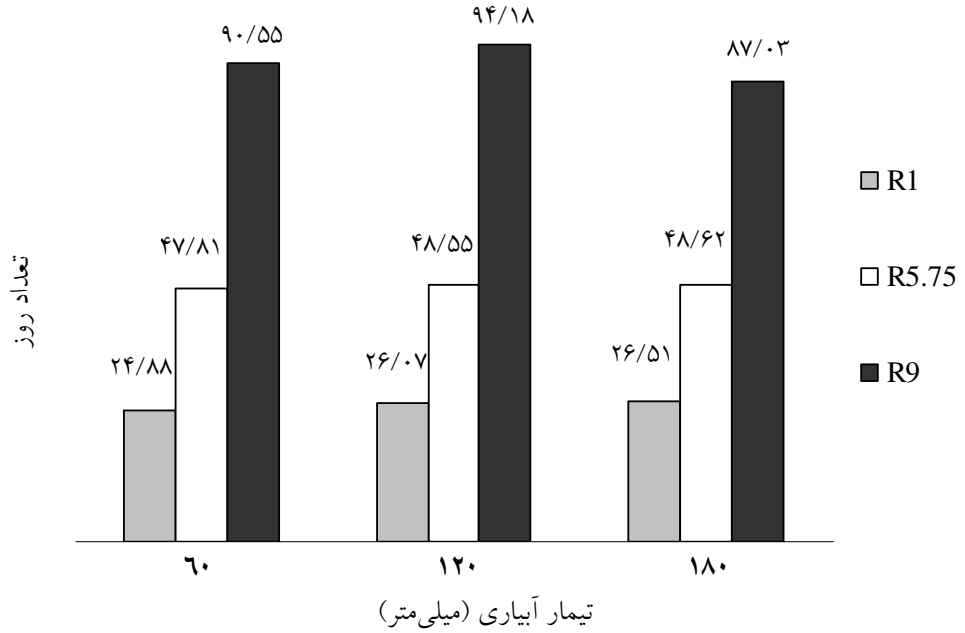
منابع تغییرات	درجه آزادی	ستاره‌ای شدن	۷۵ درصد گلدهی	رسیدن فیزیولوژیک	تعداد برگ	ارتفاع نهایی گیاه	قطر بالای ساقه	قطر پایین ساقه
آبیاری	۲	۱۹/۱۶*	۵/۴۸	۳۴۴/۹۲	۷۲/۲۹*	۷۲۰۱/۶۲**	۱/۱۷**	۰/۳۱**
خطای a	۶	۲/۱۳	۴/۶۵	۱۲۰/۲۴	۳/۸۹	۱۱۸/۴۴	۰/۰۱	۰/۰۰۳
هیبرید	۸	۲۷/۳۶**	۱۵/۰۸**	۶۵۴/۸۹**	۲۹/۶۴**	۵۱۵/۷۰**	۰/۰۳**	۰/۰۴**
تنش × هیبرید	۱۶	۳/۰۲	۱/۶۰	۵۳/۲۴	۴/۵۸	۱۸۴/۲۴*	۰/۰۱**	۰/۰۱
خطای b	۴۷	۲/۰۶	۱/۶۴	۵۰/۹۸	۵/۸۵	۷۱/۲۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات		۵/۵۶	۲/۶۴	۷/۸۸	۹/۶۳	۷/۶۹	۷/۲۱	۷

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد و محاسبه همبستگی‌های ساده بین صفات نیز با استفاده از میانگین آن‌ها توسط نرم افزار SAS صورت گرفت. برای رسم نمودارها نیز از Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

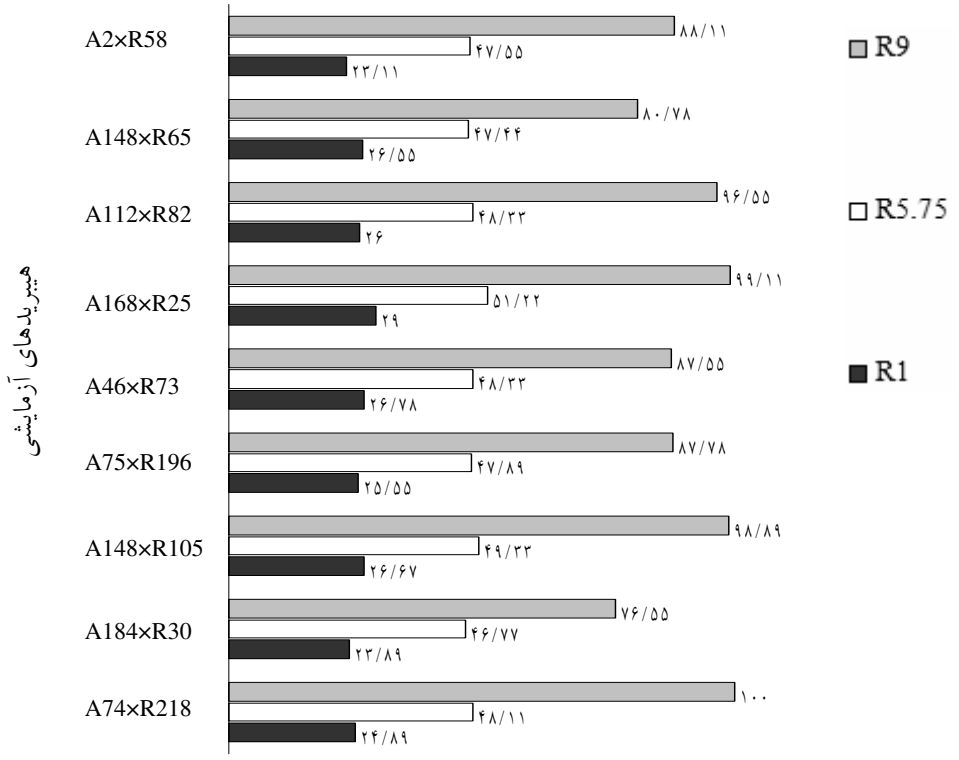
مرحله ستاره‌ای شدن (R_1) در سطح پنج درصد تحت تأثیر تنش کم‌آبی قرار گرفت(جدول ۲). تنش کم‌آبی باعث به تعویق افتادن ناچیز ورود گیاه به مرحله (R_1) گردید، به طوری که آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر با ۲۶/۵ روز طولانی‌ترین زمان لازم را برای ورود به فاز زایشی کسب نمود. این در حالی است که کمترین زمان لازم برای ورود به مرحله ستاره‌ای شدن متعلق به آبیاری بعد از ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر (شرایط آبیاری نرمال) به میزان ۲۴/۹ روز بود (نمودار ۱). طولانی‌تر شدن زمان لازم برای رسیدن به مرحله ستاره‌ای شدن در هیبرید-های تنش دیده را می‌توان به کاهش فتوسنتز، عدم تولید آسیمیلات‌های کافی جهت رشد و نمو و در نتیجه کاهش نسبی رشد گیاه نسبت داد. هیبریدهای مورد بررسی نیز در سطح آماری یک درصد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). هیبرید $A_{168}\times R_{25}$ با ۲۹ روز بیشترین و هیبرید $A_2\times R_{58}$ با ۲۳/۱ روز کمترین تعداد روز از سبز شدن تا مرحله (R_1) را دارا بودند (نمودار ۲).



نمودار ۱. مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیک مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری.

وزین و زمانی (۱۳۸٤) دلیل این امر را اختلاف ژنتیکی هیبریدهای مورد مطالعه و حساسیت آن‌ها به طول روز و دما ذکر کرده‌اند. نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی باعث افزایش طول دوره رشد رویشی هیبریدهای دیررس گردید، درحالی‌که هیبریدهای زودرس کمتر تحت تأثیر تنش کم‌آبی قرار گرفتند (نمودار ۲). تنش کم‌آبی باعث تأخیر در رسیدن به ۷۵ درصد گلدهی ($R_{5/75}$) گردید، به‌طوری‌که آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر با ٤٨/٦ روز بیشترین و آبیاری بعد از ٦٠ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر با ٤٧/٨ روز کمترین تعداد روز از سبز شدن تا مرحله ($R_{5/75}$) را داشتند (نمودار ۱). این مرحله حساسیت ویژه‌ای به کمبود رطوبت خاک دارد و بالاترین نیاز رطوبتی گیاه در این

مرحله ذکر شده است (۱۸). هیبریدهای بررسی شده در این آزمایش از نظر تعداد روز از سبز شدن تا مرحله ($R_{5/75}$) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). هیبرید $A_{168}\times R_{25}$ با ۵۱/۲ و هیبرید $A_{184}\times R_{30}$ با ٤٦/٨ روز بیشترین وکمترین تعداد روز را از سبز شدن تا رسیدن به مرحله ($R_{5/75}$) نیاز داشتند (نمودار ۲). هال (۲۰۰٤) نیز واکنش زمان گلدهی آفتابگردان را مرتبط با ژنوتیپ، دما و دوره نوری بیان کرده است.



نمودار ۲. مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیک مورد بررسی در هیبریدهای آفتابگردان

نتایج مرحله رسیدن فیزیولوژیک (R_9) بیانگر این مطلب است که گیاهان در شرایط تنش کم‌آبی با سرعت بیشتری بعد از مرحله پر شدن دانه نسبت به مراحل قبل وارد مرحله رسیدگی شده‌اند که می‌تواند یک مکانیسم فرار از خشکی در شرایط تنش کم‌آبی باشد (نمودار ۱).

دانشیان (۱۳۸۱) در ارزیابی عکس العمل۱۱ لاین والدی آفتابگردان در سطوح خشکی ٦۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر گزارش داد که در کلیه تیمارها تنش سبب کاهش رشد گیاه و تأخیر در زمان نمو زایشی آفتابگردان گردید، اما زمان رسیدن را تسریع کرد. هیبریدهای مورد بررسی در سطح یک درصد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). هیبرید $A_{148}\times R_{65}$ با۱۰۰ روز بیشترین و هیبرید $A_{184}\times R_{30}$ با ۷٦/۵ روز کمترین تعداد روز را برای رسیدن به مرحله رسیدن فیزیولوژیک نیاز داشتند. تفاوت‌های ژنتیکی در میان هیبریدها باعث به وجود آمدن ۲۳/۵ روز اختلاف در رسیدگی فیزیولوژیک در بین آن‌ها گردید (نمودار ۲). نتایج بر کوتاه شدن دوره رشد و نمو هیبرید $A_{184}\times R_{30}$**در** شرایط تنش کم‌آبی دلالت می‌کند که واکنشی در جهت فرار از خشکی به شمار می‌آید (جدول ٤ و نمودار ۲). گیمنز و فررز (۱۹۸٦) نیز زودرسی هیبریدهای

زودرس را در شرایط کم‌آبی نوعی مکانیسم فرار از خشکی بیان کردند.

کم‌آبی بر ارتفاع بوته، قطر بالای ساقه، قطر پایین ساقه، قطر طبق، قطر پوکی و نسبت قطر پوکی به قطر طبق، تعداد دانه پر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه در سطح یک درصد و بر تعداد کل برگ در سطح پنج درصد تاثیر داشت (جداول ۲ و ۳). هیبریدهای مورد بررسی از نظر ارتفاع بوته، تعداد کل برگ، قطر بالای ساقه، قطر پایین ساقه، قطر طبق، قطر پوکی و نسبت قطر پوکی طبق به قطر طبق، تعداد دانه پر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه نیز در سطح آماری یک درصد با هم اختلاف معنی‌دار داشتند (جداول ۲ و ۳). اثر متقابل کم‌آبیاری و هیبرید بر قطر بالای ساقه، قطر طبق، قطر پوکی طبق و نسبت قطر پوکی طبق به قطر طبق در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد دانه پر و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جداول ٤ و ٥).

آبیاری پس از ٦٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر سبب دستیابی به حداکثر ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه پر در گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد روغن دانه گردید. آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر باعث کاهش در صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه ، قطر طبق، تعداد دانه پر در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه نسبت به آبیاری بعد از ٦٠ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر شد. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب از تیمار آبیاری بعد از ٦٠ میلیمتر تبخیر از تشتک به میزان ۱۳۱/٤ سانتیمتر و تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر به میزان ۹۲/۱ سانتیمتر حاصل شد. کاهش ارتفاع بوته به موازات افزایش تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه و نهایتاً عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع نسبت داد. گزارشات مختلفی مبنی بر کاهش ارتفاع گیاه آفتابگردان در شرایط تنش کم‌آبی منتشر شده است (١٤/٤). آبیاری بعد از ٦٠ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر با ۱/۲۹ سانتیمتر بیشترین و آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر با ۰/۸۸ سانتیمتر کمترین قطر بالای ساقه را کسب نمود. سادراس و همکاران (۱۹۹۳) ضمن مطالعه تأثیر چهار رژیم آبیاری بر گیاه آفتابگردان دریافتند که قطر ساقه به میزان ۲۱ تا ٤٨ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته است. سادراس و همکاران (۱۹۹۳) نیز در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد و روابط مخزن- منبع در آفتابگردان تحت شرایط تنش آبی اعلام کردند که آسیمیلات‌های قبل از گلدهی نقش مهمی را در پر شدن دانه به ویژه در شرایط تنش دارد و در این بین، ساقه‌ها ساختارهای عمده ذخیره این مواد هستند. دانشیان و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که تنش کم‌آبی باعث کاهش ۱۵ درصدی قطر پایین ساقه آفتابگردان می‌شود که با نتایج حاصل از این بررسی مطابقت دارد. بررسی نتایج نشان دهنده بیشتر تحت تأثیر قرار گرفتن قطر بالای ساقه نسبت به قطر پایین ساقه در شرایط تنش کم‌آبی بود که می-توان آن را به کاهش بیشتر تخصیص آسیمیلات‌ها به قطر بالای ساقه نسبت به قطر پایین ساقه در شرایط کم‌آبی نسبت داد. مظفری و همکاران (۱۳۷۵) نیز تنوع ژنتیکی زیادی برای صفاتی چون قطر ساقه پیدا کردند. بنابراین احتمالاً تفاوت‌های ژنتیکی میان هیبریدها باعث نتایج حاصله گردید. تعداد دانه پر در آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر نسبت به آبیاری بعد از ٦٠ میلیمتر تبخیر ٤٢/٢ درصد کاهش یافت. عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر تنش کم‌آبی قرار گرفت و تنش با تأثیر بر صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و اجزاء عملکرد که به آنها اشاره شد منجر به کاهش عملکرد گردید. بیشترین عملکرد دانه از آبیاری بعد از ٦٠ میلیمتر تبخیر به میزان ۲۷۷۷/۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و در شرایط کم‌آبیاری، عملکرد با افت ٨١/٤٦ درصدی به ٥١٥ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت.

استون و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که میزان دسترسی به رطوبت خاک مهمترین عامل در تعیین عملکرد گیاهان زراعی در مناطق نیمه خشک می باشد. فلاجلا و همکاران (۲۰۰۲) نیز ۷۰ درصد افزایش عملکرد تیمارهای آبیاری را به افزایش وزن هزار دانه و تعداد دانه نسبت دادند بیشتر محققین کاهش معنی‌دار عملکرد دانه آفتابگردان را در شرایط تنش رطوبتی گزارش کرده‌اند (۲۱ و ۱۸). اعمال تنش پس از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر باعث کاهش ۱٤/۳۷ درصدی روغن دانه نسبت به شرایط آبیاری مطلوب (شاهد) گردید.

جدول ٤. اثرات متقابل آبیاری × هیبرید بر برخی از صفات فنولوژیک مورد بررسی

آبیاری	هیبرید	مرحلهR_1	مرحله $R_{5/75}$	مرحلهR_9	ارتفاع گیاه	تعداد برگ	قطر طبق	قطر پوکی
	$A_{148}\times R_{65}$	۲۳/۳۳ g-j	۴۷/۷ cde	۱۰۲/۰ ab	۱۴۴/۴ a	۲۶/۱ a-f	۱۲/۷ bcd	۴/۲ b-f
	$A_{184}\times R_{30}$	۲۲/۳۳ ij	۴۵/۷ e	۷۹/۰ e-h	۱۳۳/۵ abc	۲۲/۶ c-g	۱۳/۲ abc	۴/۷ abc
	$A_{46}\times R_{73}$	۲۵/۰ e-i	۴۸/۷ bcd	۹۶/۳ a-d	۱۵۲/۱ a	۲۱/۵ d-g	۱۲/۱ cd	۳/۶ f-j
	$A_{148}\times R_{105}$	۲۵/۰ e-i	۴۸/۰ cde	۸۷/۳ c-g	۱۴۳/۲ a	۲۲/۲ c-g	۱۲/۸ bcd	۳/۷ f-j
۶۰	$A_{75}\times R_{196}$	۲۶/۷ b-f	۴۸/۳ bcd	۹۱/۳ a-e	۱۳۸/۵ ab	۲۸/۱ abc	۱۲/۳ cd	۳/۹ e-i
	$A_{168}\times R_{25}$	۲۸/۳ abc	۵۰/۰ bc	۹۴/۰ a-d	۱۳۳/۱ abc	۲۰/۵ fg	۱۳/۸ ab	۴ d-h
	$A_{112}\times R_{82}$	۲۵/۰ e-i	۴۷/۳ de	۹۰/۳ a-f	۱۰۸/۵ d-h	۲۵/۵ b-g	۱۴/۴ a	۵/۳ a
	$A_{74}\times R_{218}$	۲۷/۰ a-e	۴۷/۳ de	۸۳/۰ d-h	۱۰۸/۷ d-h	۲۴/۱ b-g	۱۱/۶ de	۳/۲ ij
	$A_2\times R_{58}$	۲۱/۳ j	۴۷/۳ de	۹۱/۷ a-e	۱۲۰/۱ b-e	۲۴/۲ b-g	۱۴/۲ ab	۴/۳ b-f
	$A_{148}\times R_{65}$	۲۵/۳ d-h	۴۸/۳ bcd	۱۰۴/۳ a	۱۰۵/۵ d-i	۲۴/۲ b-g	۹/۵ f-i	۴/۶ bcd
	$A_{184}\times R_{30}$	۲۵/۳ d-h	۴۷/۰ de	۷۷/۳ fgh	۱۱۴/۴ c-g	۲۲/۴ c-g	۱۰/۲ efg	۴/۴ b-e
	$A_{46}\times R_{73}$	۲۸/۰a-d	۵۰/۰ bc	۱۰۴/۰ a	۱۱۸/۰ c-f	۲۶/۹ a-e	۹/۵ f-i	۴ d-h
	$A_{148}\times R_{105}$	۲۵/۳ d-h	۴۷/۷ cde	۸۷/۳ c-g	۹۹/۴ f-k	۲۰/۹ fg	۱۰/۱ fgh	۴/۸ ab
۱۲۰	$A_{75}\times R_{196}$	۲۷/۷a-e	۴۷/۳ de	۹۴/۷ a-d	۱۲۲/۴bcd	۲۶/۴ a-f	۸/۷ ghi	۴ d-h
	$A_{168}\times R_{25}$	۲۹/۰ab	۵۳/۰ a	۱۰۴/۰ a	۹۹/۷ e-k	۱۹/۷ g	۹/۴ f-i	۳/۹ d-h
	$A_{112}\times R_{82}$	۲۶/۰c-g	۴۸/۷ bcd	۱۰۲/۷ ab	۸۴/۱ jk	۲۷/۹ abc	۱۰ fgh	۴/۳ b-f
	$A_{74}\times R_{218}$	۲۵/۳ d-h	۴۷/۷ cde	۸۴/۳ d-h	۱۰۲/۳ d-k	۲۴/۴ b-g	۸/۸ f-i	۴/۱ c-g
	$A_2\times R_{58}$	۲۲/۷hij	۴۷/۳ de	۸۹/۰ b-f	۱۰۱/۷ e-k	۲۱/۴ d-g	۹/۴ f-i	۴/۱ c-g
	$A_{148}\times R_{65}$	۲۶/۰c-g	۴۸/۳ bcd	۹۳/۷ a-d	۸۶/۷ ijk	۲۸/۵۰ abc	۹/۵۵ f-i	۳/۸۶ e-i
	$A_{184}\times R_{30}$	۲۴/۰ f-i	۴۷/۷ cde	۷۳/۳ h	۸۳/۴ k	۲۲/۸ c-g	۹/۱۲ f-i	۳/۷ f-j
	$A_{46}\times R_{73}$	۲۷/۰ a-e	۴۹/۳ bcd	۹۶/۳ a-d	۱۰۴/۷ d-j	۲۷/۸ abc	۸/۰۰ i	۳/۹۰ e-i
	$A_{148}\times R_{105}$	۲۶/۳ b-f	۴۸/۰ cde	۸۶/۷ b-g	۸۵/۵ ijk	۲۶/۹ a-e	۸/۳۴ i	۳/۴۴ hij
۱۸۰	$A_{75}\times R_{196}$	۲۶/۰c-g	۴۹/۳ bcd	۷۶/۷ fgh	۹۷/۸ f-k	۳۱/۵ a	۸/۵۹ hi	۳/۵۵ g-j
	$A_{168}\times R_{25}$	۲۹/۷a	۵۰/۷ b	۹۹/۳ abc	۹۹/۵ e-k	۲۴/۳ b-g	۶/۶۱ j	۳/۱۳ j
	$A_{112}\times R_{82}$	۲۷/۰ a-e	۴۹/۰ bcd	۹۹/۷ a-d	۹۶/۲ g-k	۲۹/۶ ab	۸/۷۱ ghi	۴/۲۲ b-g
	$A_{74}\times R_{218}$	۲۷/۳a-e	۴۷/۳ de	۷۵/۰ gh	۸۲/۱ k	۲۷/۹ abc	۹/۲۵ f-i	۳/۸۳ e-i
	$A_2\times R_{58}$	۲۵/۳ d-h	۴۸/۰ cde	۸۳/۷ d-h	۹۲/۵ h-k	۲۷/۴ a-d	۱۰/۴۲ ef	۳/۹۳ e-h

اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، در گروه آماری مشابه براساس دانکن (۵٪) قرار دارند.

نتایج حاصله نشان‌دهنده پایداری بیشتر درصد روغن دانه نسبت به عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی می‌باشد که احتمالاً به دلیل تأثیر پذیری کمتر روغن دانه از شرایط محیطی است.

جدول ۵. اثرات متقابل آبیاری × هیبرید بر برخی از صفات مرتبط با عملکرد و اجزاء عملکرد

آبیاری	هیبرید	تعداد دانه پر در تک گیاه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین	درصد روغن
	$A_{148}\times R_{65}$	۷۵۳ a-d	۴۵/۸de	۲۷۵۰bcd	۲۰/۰۶j	۴۳/۵۷b
	$A_{184}\times R_{30}$	۸۷۲ abc	۳۸/۸efg	۱۹۷۹ ef	۲۴/۱۲c-g	۳۸/۷۸e-i
	$A_{46}\times R_{73}$	۶۴۱d-g	۵۸/۹ab	۳۳۰۱ ab	۱۹/۸۴j	۴۳/۸۳b
	$A_{148}\times R_{105}$	۷۰۲b-e	۵۳/۸ ab	۲۸۵۲ a-d	۲۰/۰۲j	۴۳/۶۱b
۶۰	$A_{75}\times R_{196}$	۶۶۵ c-f	۴۷/۱bcd	۲۴۷۷ cde	۲۱/۳۸ij	۴۲/۰۱bc
	$A_{168}\times R_{25}$	۷۰۷ b-e	۴۸/۵cd	۳۴۸۱ a	۱۷/۴۷k	۴۶/۶۲a
	$A_{112}\times R_{82}$	۹۳۰ a	۴۰/۳ef	۲۲۷۳ de	۲۱/۳۳ij	۴۲/۰۷bc
	$A_{74}\times R_{218}$	۷۰۲ b-e	۶۹/۳a	۲۴۹۵/۳ cde	۲۴/۳۸b-e	۳۸/۴۷f-i
	$A_{2}\times R_{58}$	۹۰۰ ab	۵۰/۴cd	۳۱۲۵ abc	۲۰/۹۰ij	۴۲/۵۷bc
	$A_{148}\times R_{65}$	۵۹۱ d-h	۳۵/۵fgh	۱۳۹۴/۳fg	۲۲/۶۲f-i	۴۰/۵۵c-f
	$A_{184}\times R_{30}$	۵۶۰d-h	۳۰/۲hi	۱۰۳۷ gj	۲۳/۱۷e-i	۳۹/۹۰c-g
	$A_{46}\times R_{73}$	۵۲۰ e-i	۴۰/۲ef	۱۲۱۳gh	۲۲/۴۶f-i	۴۰/۷۳c-f
	$A_{148}\times R_{105}$	۵۳۵ d-h	۳۱/۵ ghi	۱۰۲۸ gj	۲۱/۹۰g-i	۴۱/۳۹b-e
۱۲۰	$A_{75}\times R_{196}$	۵۰۳e-i	۳۲/۹f-i	۱۲۰۸/۳ gh	۲۱/۷۶hij	۴۱/۵۶bcd
	$A_{168}\times R_{25}$	۵۷۰d-h	۳۲/۳f-i	۷۳۶/۳ gj	۲۱/۴۲ij	۴۱/۹۶bc
	$A_{112}\times R_{82}$	۵۱۹ e-i	۲۵/۴ijk	۷۹۶/۳ gj	۲۰/۹۱ij	۴۲/۵۷bc
	$A_{74}\times R_{218}$	۴۳۲ghi	۳۹/۴efg	۸۹۸/۰ gj	۲۶/۴۰bc	۳۶/۰۹ij
	$A_{2}\times R_{58}$	۵۵۸ d-h	۲۸/۷hij	۱۰۹۷ghi	۲۳/۸۹d-h	۳۹/۰۵d-h
	$A_{148}\times R_{65}$	۵۴۵d-h	۲۶/۶ijk	۴۸۶ hij	۲۴/۴۹b-e	۳۸/۳۴f-i
	$A_{184}\times R_{30}$	۵۱۳ e-i	۲۱/۵ jk	۶۶۲ hij	۲۷/۰۵ab	۳۵/۳۲jk
	$A_{46}\times R_{73}$	۳۱۴ ij	۲۶/۸ijk	۳۷۷ ij	۲۴/۷۹be	۳۷/۹۸f-i
	$A_{148}\times R_{105}$	۴۲۴ ghi	۲۶/۱ijk	۴۴۹ ij	۲۵/۸۴bcd	۳۶/۷۵hij
۱۸۰	$A_{75}\times R_{196}$	۴۸۷e-i	۲۵/۴ijk	۵۶۹/۷ hij	۲۷/۱۳ab	۳۵/۲۳jk
	$A_{168}\times R_{25}$	۱۵۰ j	۲۶/۸ijk	۳۴۷ j	۲۴/۱۴c-g	۳۸/۷۶e-i
	$A_{112}\times R_{82}$	۴۰۶ hi	۲۰/۳k	۵۴۶/۳ hij	۲۵/۳۸b-e	۳۷/۳۱g-j
	$A_{74}\times R_{218}$	۴۷۵ f-i	۳۲/۳f-i	۵۶۰/۳ hij	۲۹/۰۴a	۳۲/۹۷k
	$A_{2}\times R_{58}$	۶۵۷ def	۲۴/۹ ijk	۶۴۳/۳ hij	۲۷/۲۲ab	۳۵/۱۲jk

اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، در گروه آماری مشابه براساس دانکن (۵٪) قرار دارند.

این نتایج با گزارشات گیمنز و فررز (۱۹۸٦) مطابقت دارد. هیبرید دیررس $A_{168}\times R_{25}$ درصد روغن بالاتری (٤۲/٤۵٪) نسبت به سایر هیبریدها داشت و در گروه آماری برتر قرار گرفت، در حالی‌که هیبرید زودرس $A_{184}\times R_{30}$ کمترین درصد روغن دانه(۳۵/۸۵٪) را به خود اختصاص داد. قبلاً نیز گزارش شد که هیبریدهای دیررس آفتابگردان ۲۵ تا ۳۰ درصد، روغن دانه بیشتری نسبت به هیبریدهای زودرس دارا می‌باشند (۱۷). همچنین به نظر می‌رسد که

اختلافات موجود بین هیبریدها در این خصوص ناشی از اختلافات ژنتیکی موجود بین هیبریدها باشد. بالاترین ارتفاع به میزان ۱۲٤/۹٦ سانتیمتر مربوط به هیبرید $A_{46}\times R_{73}$ بود و هیبرید $A_{112}\times R_{82}$ با ارتفاع ۹٦/۳ سانتیمتر دارای کمترین ارتفاع بوته بود. بیشترین تعداد کل برگ از هیبرید $A_{75}\times R_{196}$ به میزان ۲۸/۷ و کمترین آن از هیبرید $A_{168}\times R_{25}$ به میزان ۲۱/۹ برگ حاصل شد. گیمنز و فررز (۱۹۸٦) نیز بیان کردند که تعداد برگ در هیبریدهای دیررس در حدود ۳۰ درصد بیشتر از هیبریدهای زودرس می‌باشد که با نتایج این بررسی مطابقت دارد. هیبرید زودرس $A_{184}\times R_{30}$ با رشد رویشی سریع خود و تکمیل کردن مراحل نموی در اوایل فصل که با شدت تنش کمتر و رطوبت بیشتر خاک مواجه بود، بیشترین قطر بالای ساقه را در میان هیبریدها با ۱/۲۰ سانتیمتر به دست آورد. هیبرید $A_{184}\times R_{30}$ با ۱/٤۳ و هیبرید $A_{74}\times R_{218}$ با ۱/۲۱ سانتیمتر به ترتیب در رتبه اول و آخر قطر پائین ساقه قرار گرفتند. تعداد دانه پر در تک گیاه در هیبرید $A_2\times R_{58}$ بیشتر از سایر هیبریدها بود وزن هزار دانه هیبریدهای $A_{74}\times R_{218}$ و $A_{46}\times R_{73}$ بالاتر از سایر هیبریدها بود. در میان هیبریدهای مورد بررسی تنوع زیادی از نظر عملکرد دانه وجود داشت و هیبرید $A_2\times R_{58}$ با عملکرد ۱۳۸۷/٤ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را کسب نمود. همچنین هیبرید $A_{184}\times R_{30}$ با میانگین عملکرد ۱۱۳۱/۹ کیلوگرم در هکتار حایز کمترین مقدار بود که می‌تواند ناشی از پایین بودن وزن هزار دانه و قطر طبق در مقایسه با سایر هیبریدها باشد. بررسی اثرات متقابل نشان داد که در تمامی هیبریدها با افزایش شدت تنش میانگین قطر طبق کاهش معنی‌داری یافت (جدول ٤). قطر طبق از جمله صفاتی است که به دلیل تعیین تعداد دانه به عنوان مهمترین جزء عملکرد (۲٦) سهم زیادی در افزایش عملکرد دانه آفتابگردان دارد و در آزمایشات متعددی همبستگی معنی‌داری بین قطر طبق و عملکرد دانه گزارش شده است (۱). هیبرید $A_2\times R_{58}$ با کارایی بالا در تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام زایشی خود توانست بالاترین قطر طبق را در میان سایر هیبریدها کسب نماید.

نتایج به دست آمده از این آزمایش حاکی از آن بود که تنش خشکی بر روی اکثر صفات کمی وکیفی هیبریدهای آفتابگردان تاثیرگذار بوده و باعث کاهش اکثر آنها می گردد و آبیاری بعد از ٦۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر به دلیل افزایش چشمگیر وزن دانه می‌تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب در گیاه آفتابگردان قابل توصیه باشد. فلاجلا و همکاران (۲۰۰۲) نیز ۷۰ درصد افزایش عملکرد تیمارهای آبیاری را به افزایش وزن هزار دانه نسبت دادند. هیبرید $A_2\times R_{58}$ با توجه به به طول دوره رشد نسبتاً کوتاه و متحمل بودن در برابر کم آبی برای کشت در مناطقی از کشور که گیاه در طول فصل رشد با کمبود آب مواجه است، قابل توصیه می‌باشد.

منابع

۱- پورداد، س.، مقدم، م.، ۱۳۷۵. بررسی اثر محیط بر همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه در سه هیبرید آفتابگردان. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحهٔ ۱۳٤.

۲- دانشیان، ج.، ۱۳۸۱. گزینش لاین‌های متحمل به کم آبی آفتابگردان (گزارش نهایی). موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی.

۳- دانشیان. ج.، جباری .ح.، فرخی، ا.، ۱۳۸۵. اثر تنش کم آبی و تراکم گیاه بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی آفتابگردان در کشت دوم. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات• پردیس ابوریحان. صفحه ۵۰۰.

٤- رفیعی، ف.، کاشانی، ع.، مامقانی، ر.، گلچین، ا.، ۱۳۸٤. تأثیر مراحل آبیاری و کاربرد نیتروژن بر عملکرد و برخی خصوصیات مرفولوژیکی آفتابگردان. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۱. صفحه ۵۳-٤٤.

۵- مظفری، ک.، عرشی، ی.، ۱۳۷۵. بررسی اثر تنش خشکی در برخی از صفات‌مورفوفیزیولوژیکی و اجزای عملکرد آفتابگردان، نهال و بذر، جلد دوازدهم، شمارهٔ ۳،صفحات ۳۳-۲٤.

٦- وزین، ف.، زمانی، ا.، ۱۳۸٤. اثر تاریخ کاشت بر فنولوژی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه دو رقم آفتابگردان. مجله دانش کشاورزی ایران، جلد ۲، شماره‌های ۳ و ٤. صفحه ۷۳-۵۹.

7- AGLW water management. 2002. Crop water management – sunflower. Land and water development division.

8- 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. Agricultural Water Management, 71: 167-179.

9- Berglund, D. R., 2003 .Water spouts (Irrigated Sunflower). NDSU extension service, North Dakota state university of agriculture and applied science, and U.S department of agriculture cooperating.

10- Chimenti, C. A., and Hall, A. J., 1993. Genetic variation and changes with ontogeny of osmotic adjustment in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Euphytica, 71: 201-210.

11- 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.

12- Dagdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F. and Gurbuz, T., 2006. Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in western Turkey. Agricultural Water Management, 82: 63-85.

13- Taisheng, D., Kang, S., Zhang, J., Li, F., and Xiaotao, H., 2006. Yield and physiological responses of cotton to partial root-zone irrigation in the oasis field of northwest China. Agricultural Water Management, 84: 41-52.

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

15- Flagella, Z., Rutunno, T., Tarantino, E., Dicaterina, R., and de-Caro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy, 17: 331-334.

16- Foreign Agriculture Service (FAS). 2005. Oilseeds: world market and trades. Current World Production, Market and trade reports. http://www.fas.usda.gov.

17- Gimenez, C., and Fereres, E., 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought.II-Growth and water relations. Aust. J. Agric. Res., 37: 583-597.

18- 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. Filed Crop Res., 87: 167-178.

19- Hall, A. J., 2004. Advances in the physiology of the sunflower crop: A ten-year progress report. Proc. 16th International sunflower conference, Fargo, ND USA., Pp: 29-41.

20- Hedrich, N. 2001 .Grower experiences with sunflowers in eastern Washington, 1997-2000. Cooperative extension, Washington state university.

21- Poormohammad Kiani, S., Grieu, P., Hewezi, P., Gentzbittel, L., and Sarrafi, A., 2007. Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Theor. Appl. Genet., 114: 193–207.

22- Sadras, V. O., Connor, D. J., and Whitfield, D. M., 1993. Yield, yield components and source-sink relationships in water-stressed sunflower. Filed Crop Res., 31: 27-39.

23- Schneiter, A. A, and Miller, J. F., 1981. Description of sunflower growth stages. Crop Sci., 21: 901-903.

24- Sepaskhah, A. R. and Akbari, D. 2005. Deficit irrigation planning under variable seasonal rainfall. Biosystems Engineering, 92(1):97–106.

25- Stone, L. R., Goodrum, D. E., Jaafar, M. N. and Khan, A. H., 2001. Rooting front and water depletion depths in grain sorghum and sunflower. Agron. J., 93:1105-1110.

26- 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.

Agronomical Traits and Yield of Sunflower (*Helianthus annus* L.) New Hybrids under Drought Stress

A. Moghaddam Khamseh [1,*] M. Amini Dehaghi[2], J. Daneshian[3] and H. Jabbari[4]

1. MSc of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
2. Asistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
3. Staff Member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
4. PhD student of Agronimy (Physiology), Faculty of Agriculture, Tehran University, Pardis Aboreyhan, Iran

Received: 2008/12/30
Accepted: 2009/04/21

Abstract

In order to study the effects of drought stress on agronomical traits and seed yield of new hybrids of sunflower there individual experiments were conducted on nine hybrids of sunflowers under three irrigation regimes (irrigation after 60,120,180 mm evaporation from evaporation pan class A) in 2006. The experiment was a randomized complete block design with 3 replication, performed in the research field of Karaj Seedling and Seed Breeding Agency. Results showed drought stress had significant effects on some sunflower traits such as number of total and active leaves, final plant height, stalk diameter, head diameter, diameter of empty seed, head weight, stalk weight, 1000 seed weight, seed yield and oil seed percent at the level of 1%. Also the phenological processes of plant, were affected by water deficit stress at the level of 1%. Given hybrids showed significant differences in all traits except head weight. The highest yield was obtained from control trait at 2778 $kg.ha^{-1}$ decreasing by 62 and 81% under moderate and severe stress, respectively. The highest yield was obtained from $A_{75}\times R_{196}$ and $A_{46}\times R_{73}$ at 1687 and 1630 $kg.ha^{-1}$, respectively due to head diameter and seed number. Comparison of stress and hybrid interaction levels showed that water deficit had negative effect on all recorded traits. The highest yield was obtained from control trait $A_{112}\times R_{82}$ at 3482 $kg.ha^{-1}$. $A_{148}\times R_{65}$ and $A_{75}\times R_{196}$ resulted in the highest seed yield of 1394 and 643 $kg.ha^{-1}$ under moderate and sever drought stress, respectively.

Keywords: Drought stress, Hybrid, Seed yield, Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

*Correspondng author

e-mail: Moghaddamkh@yahoo.com