

استفاده از تلاش بازآوری، عملکرد کمی و کیفی برای شناسایی هیبریدهای آفتابگردان متحمل به تنش خشکی

حمید جبّاری^{۱*}، جهانفر دانشیان^۲ و حسین علی‌آبادی فراهانی^۳

۱- دانشجوی دکتری زراعت پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس

shenghar021@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

۳- دانشجوی دکتری زراعت، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس

چکیده

به منظور ارزیابی هیبریدهای آفتابگردان با خصوصیات مختلف رشدی در شرایط تنش کم‌آبی، سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. در آزمایش اول که در شرایط آبیاری مناسب اجرا شد، زمان آبیاری کلیه کرت‌ها بر اساس ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود و در آزمایش دوم و سوم که در شرایط تنش متوسط و شدید کم‌آبی اجرا گردید، زمان آبیاری کلیه کرت‌های آزمایشی به ترتیب براساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر انجام شد. همچنین در تیمارهای تنش کم‌آبی وزن خشک تک گیاه، عملکرد دانه، تلاش بازآوری، شاخص برداشت و عملکرد روغن کاهش معنی‌داری یافت. در میان هیبریدهای مورد بررسی آلتستار با دارا بودن بالاترین شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی، از بیشترین عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن نیز برخوردار بود. در شرایط آبیاری مناسب هیبریدهای دیررس شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به هیبریدهای زودرس داشتند و با اعمال تنش کم‌آبی شاخص سطح برگ در تمام هیبریدهای آفتابگردان کاهش یافت ولی میزان کاهش در هیبریدهای دیررس بسیار بیشتر از هیبریدهای زودرس بود. در شرایط آبیاری مناسب هیبریدهای دیررس به همراه هیبرید نسبتاً زودرس آلتستار از بیشترین وزن خشک گیاه برخوردار بودند، درحالی‌که در تیمار تنش کم‌آبی هیبریدهای زودرس برتر بودند. همچنین بیشترین عملکرد دانه در سطوح تنش متوسط و شدید کم‌آبی از هیبرید آلتستار به ترتیب به میزان ۱۶۷۱ و ۷۰۲ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبیاری مناسب از هیبرید مهر به میزان ۳۸۶۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

واژه های کلیدی: تنش کم‌آبی، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه، عملکرد روغن و هیبریدهای آفتابگردان.

مقدمه

غذایی انسان، ضرورت کشت دانه‌های روغنی و نزدیک شدن به خودکفایی در زمینه تولید روغن مورد نیاز کشور بسیار پر اهمیت می‌باشد. از میان دانه‌های روغنی گیاه آفتابگردان در مجموع از نظر محصول و تجارت جهانی به

در حال حاضر بیش از ۹۰٪ روغن خوراکی مورد نیاز کشور از خارج وارد می‌شود که این به نوبه خود باعث وابستگی شدید به واردات روغن و در نتیجه خروج ارز از کشور می‌گردد. بنابراین با توجه به اهمیت روغن در جیره

۱- آدرس نویسنده مسئول: تهران، پاکدشت، پردیس ابوریحان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت.

دریافت: ۸۹/۸/۲۶ و پذیرش: ۹۰/۱/۲۵*

۴۳۸۰ به ۱۸۳۰ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت. جباری و همکاران (Jabbari et al., 2008) نیز گزارش کردند که اعمال تنش کم آبی بر اساس آبیاری بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر، صفاتی چون وزن هزار دانه، تعداد دانه، تلاش بازآوری و شاخص برداشت هیبریدهای آفتابگردان را کاهش داد و وقوع تنش شدید (۱۸۰ میلی متر تبخیر) سبب کاهش قابل توجه عملکرد دانه با میانگین ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید که ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه (۵۴٪) و وزن هزار دانه (۵۰٪) بود. در آزمایشات Daneshian and Jonoubi (۲۰۰۸) اعمال تنش کم آبی باعث کاهش دوره رشد، صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد هیبریدهای آفتابگردان گردید. در مطالعاتی که Connor and Jones (۱۹۸۵) برای شناسایی واکنش مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان به آبیاری محدود انجام دادند، مشخص گردید که بیشترین تنظیمات گیاهی در شرایط آبیاری محدود از منظر مورفولوژیک می باشد. Angadi and Entz (۲۰۰۲) نیز در مطالعه‌ای بر روی دو رقم آفتابگردان با ارتفاع بوته کوتاه و معمولی دریافتند که واریته‌های پاکوتاه از تحمل بیشتری در برابر خشکی نسبت به واریته‌های با ارتفاع معمولی برخوردارند که این صفت در پایداری تولید در شرایط خشکی از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجایی که در طول بیست سال گذشته زراعت آفتابگردان به دلیل تحمل آن به تنش های رطوبتی به اراضی دارای آبیاری محدود و دیم تمایل یافته است شناسایی و اصلاح ارقام پر محصول و پر روغن که به تنش های رطوبتی تحمل داشته باشند سبب افزایش تولید آن در این گونه اراضی خواهد شد. بنابراین هدف از اجرای این طرح ارزیابی عکس العمل های هیبریدهای آفتابگردان با خصوصیات رشدی متفاوت از نظر شاخص سطح برگ و تخصیص ماده خشک به اندام زایشی در شرایط تنش کم- آبی و شناسایی هیبریدهای برتر از نظر عملکرد دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت بوده است.

عنوان پنجمین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی به حساب می آید (FAO, 2006). ارقام روغنی آفتابگردان شامل دو گروه ارقام آزاد گرده- افشان^۱ و هیبریدها می باشند که معرفی هیبریدهای آفتابگردان در دهه ۱۹۷۰ با توجه به مزایای بیشتری که نسبت به ارقام آزادگرده افشان دارند تحول عظیمی را در زمینه کشت و کار این گیاه ایجاد نمود (Lopez Pereira et al., 1999). در محیط های طبیعی همواره گیاهان در معرض تنش های مختلف قرار گرفته و رشد، متابولیسم و عملکرد آنها به شدت تحت تأثیر قرار می گیرد و مهمترین عامل محیطی که تولید گیاهان زراعی را در جهان محدود می سازد فراهمی آب یا به عبارتی تنش کم آبی می باشد (Flexas et al., 2004; Kokubun, 2008). زراعت آفتابگردان نیز به عنوان یک محصول زراعی متحمل به خشکی با سیستم ریشه ای عمیق و جستجوگر همواره در مناطق خشک و نیمه خشک گسترش یافته است (Angadi and Entz, 2002) و با توجه به اینکه پاسخ های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان اساس شناسایی اثرات تنش بر عملکرد نهایی آنها است (Prins and Verkaar, 1992)، آزمایشات متعددی به منظور شناسایی اثرات تنش کم آبی بر خصوصیات رویشی و زایشی هیبریدهای آفتابگردان و گزینش هیبریدهای متحمل به تنش کم آبی صورت گرفته است. در این زمینه Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی واکنش عملکرد ژنوتیپ های آفتابگردان به سطوح مختلف آبیاری گزارش کردند که عملکرد دانه با کاهش تعداد دفعات و حجم آبیاری به طور معنی داری کاهش می یابد، به طوری که عدم آبیاری در گیاه آفتابگردان به ترتیب باعث کاهش ۴۶ و ۴۷ درصدی عملکرد دانه و عملکرد روغن در هکتار نسبت به شرایط آبیاری کامل گردید. Erdem و همکاران (۲۰۰۶) ضمن بیان تأثیر معنی دار تنش خشکی بر عملکرد دانه آفتابگردان بیان نمودند که در شرایط تنش خشکی عملکرد با کاهش ۵۸ درصدی از

¹ Open pollination

مواد و روش ها

به منظور گزینش هیبریدهای آفتابگردان با خصوصیات مختلف رشدی در شرایط تنش کم آبی آزمایشاتی 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. عرض جغرافیایی محل آزمایش $35^{\circ}95'$ شمالی و طول جغرافیایی $51^{\circ}6'$ شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر می باشد. بدین منظور سه آزمایش به صورت مجزا در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و در هر آزمایش ۱۸ هیبرید آفتابگردان مورد ارزیابی قرار گرفت. اسامی هیبریدهای مورد بررسی در این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. در آزمایش اول که در شرایط آبیاری مناسب (شاهد) اجرا شد، زمان آبیاری کلیه کرت ها بر اساس ۶۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود و در آزمایش دوم و سوم که در شرایط تنش متوسط و شدید کم آبی اجرا گردید، زمان آبیاری کلیه کرت های آزمایشی به ترتیب بر اساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر انجام شد. زمان اعمال تنش کم آبی پس از استقرار گیاه در مرحله شش تا هشت برگی در کرت های آزمایشی بود (Chimenti et al., 2002). بر اساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک، این منطقه با داشتن ۱۸۰-۱۵۰ روز خشک، جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب، تابستان گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می شود. بر اساس اطلاعات ۳۰ ساله هواشناسی شهرستان کرج، متوسط بارندگی منطقه ۲۴۲ میلیمتر در سال است. ریزش باران عمدتاً در اواخر پائیز و اوایل بهار رخ می دهد. میانگین حداکثر حرارت سالانه در تیر ماه ۲۸ درجه سانتیگراد و میانگین حداقل حرارت یک درجه سانتیگراد است که در دی ماه اتفاق می افتد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی، وزن مخصوص ظاهری $1/43$ گرم بر سانتیمتر مکعب، میزان هدایت الکتریکی $1/4$ میلی موس بر سانتی متر و میانگین اسیدیته

خاک تا عمق ۸۰ سانتی متری حدود $7/8$ بود. برای تهیه زمین اجرای آزمایش ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاو آهن برگردان دار و بعد از آن دو دیسک عمود بر هم زده شد. سپس با نمونه برداری از خاک و بر اساس توصیه مؤسسه خاک و آب، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع فسفات آمونیوم قبل از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع فسفات آمونیوم و اوره (در دو مرحله، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله شش تا هشت برگی) در زمین پخش شد و توسط فاروئر جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. تاریخ کاشت در هر سه آزمایش همزمان و در تاریخ ۸۵/۳/۱ انجام شد. هر کرت آزمایشی دارای چهار خط به طول پنج متر و با فاصله ۶۰ سانتی متر بود. فاصله بوته ها روی خطوط کاشت نیز ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. همچنین فاصله بین آزمایش های جداگانه شش متر و فاصله بین تکرارها سه متر تعیین گردید. در طول دوره رشد یادداشت برداری های لازم از مراحل فنولوژیک گیاه شامل تعداد روز از سبز شدن تا مراحل ستاره ای شدن، ۷۵ درصد گل دهی و رسیدگی فیزیولوژیک بر اساس روش Schneider and Miller (۱۹۸۱) صورت گرفت. اندازه گیری سطح برگ بر اساس روش Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) از چهار بوته در هر کرت در مراحل نموی R5 (گل دهی)، R6 (پرزیدن دانه)، R7 (زرد شدن پشت طبق)، R8 (شروع رسیدگی) و R9 (رسیدگی فیزیولوژیک) برای هر هیبرید به صورت جداگانه و به وسیله دستگاه سطح برگ سنج مدل T.Area Meter HVN₁₂₂₃ Δ صورت پذیرفت. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک گیاه از هر کرت آزمایشی شش بوته برداشت گردید و مجموع وزن خشک طبق و وزن خشک ساقه آن -ها به عنوان وزن خشک گیاه در نظر گرفته شد. به این منظور پس از کف بر کردن گیاهان هر کرت از سطح خاک، نمونه ها در آون با دمای ۷۵-۷۰ درجه سانتی گراد خشک گردیدند. عملکرد دانه از هر کرت پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کشت، از خطوط میانی

روغن اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. این در حالی است که هیبریدهای مورد بررسی از نظر وزن خشک تک گیاه تفاوت معنی‌داری نداشتند. اثر متقابل تنش و هیبرید بر میانگین تعداد روز تا مرحله ۷۵ درصد گلدهی، تعداد روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، وزن خشک کل تک گیاه در مرحله پر شدن دانه، عملکرد دانه، تلاش بازآوری و عملکرد روغن معنی‌دار بود و هیبریدهای مورد بررسی تنها از نظر صفات مذکور عکس-العمل‌های متفاوتی به سطوح مختلف آبیاری نشان دادند. نتایج حاصل نشان داد که تنش کم‌آبی باعث تأخیر در رسیدن به مرحله ۷۵ درصد گلدهی گردید، به طوری که آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر با ۵۱/۷ روز بیشترین و آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر با ۵۰ روز کمترین تعداد روز تا مرحله ۷۵ درصد گلدهی را دارا بودند (جدول ۳). البته از این نظر بین تیمارهای آبیاری شاهد (آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر) و تنش متوسط کم‌آبی (آبیاری بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین هیبریدهای هایسان ۳۳ و مهر با ۵۸/۶ و ۵۸/۴ روز و هیبریدهای SHF8108 و SHF8133 با ۶۷/۷ و ۴۷/۲ روز به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روز تا مرحله ۷۵ درصد گلدهی را داشتند (جدول ۳). همچنین بررسی سطوح اثرات متقابل در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روز تا ۷۵ درصد گلدهی متعلق به هیبرید مهر در تیمار آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر با ۶۱/۳ روز و کمترین آن متعلق به هیبرید SHF8133 در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر با ۴۵/۶ روز بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که تنش متوسط کم‌آبی باعث تأخیر در رسیدن فیزیولوژیک گردید، به طوری که این تیمار آبیاری با ۹۷/۸ روز بیشترین و تیمارهای آبیاری بعد از ۶۰ و ۱۸۰ میلی‌متر (به ترتیب آبیاری مطلوب و تنش شدید کم‌آبی) با ۹۴ روز کمترین تعداد روز را برای وارد شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک داشتند (جدول ۳). هیبریدهای مورد بررسی از نظر تعداد روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (طول دوره رشد) اختلاف معنی‌داری با هم داشتند و ۳۹ روز اختلاف

انجام گرفت و در زمان برداشت، ۴/۵ متر مربع از هر کرت جهت ارزیابی عملکرد برداشت گردید. برای تعیین شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک در هنگام رسیدن گیاه استفاده شد و برای محاسبه تلاش بازآوری از روش ارایه شده توسط جباری و همکاران (۱۳۸۶) استفاده شد که در آن تلاش بازآوری از تقسیم وزن خشک کل اندام زایشی (طبق) بر وزن خشک کل گیاه حاصل می‌شود. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه^۱ NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اندازه‌گیری شد و از حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه در هکتار، عملکرد روغن در هکتار محاسبه گردید. در پایان پس از اطمینان از یکنواختی واریانس داده‌های آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت نرم افزار آماری SAS، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها صورت پذیرفت و میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها در جدول ۲ و نتایج مقایسه میانگین‌ها در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. براین اساس اثر تنش خشکی بر صفات تعداد روز تا مرحله ۷۵ درصد گلدهی و تعداد روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطح پنج درصد و وزن خشک تک گیاه، عملکرد دانه، تلاش بازآوری، شاخص برداشت و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین در میان هیبریدهای مورد بررسی از نظر تعداد روز تا مرحله ستاره‌ای شدن و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد، و از نظر تعداد روز تا مرحله ۷۵ درصد گلدهی، تعداد روز تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد دانه، تلاش بازآوری و عملکرد

¹ Nuclear Magnetic Resonance

برخوردار بودند، درحالی که در شرایط تنش متوسط و شدید کم‌آبی مقدار ماده خشک تولیدی در هیبریدهای دیررس به شدت کاهش یافته بود و اکثر هیبریدهای زودرس آزمایشی از وزن خشک بیشتری برخوردار بودند. عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۲) و اعمال تنش باعث کاهش معنی‌دار عملکرد گردید، به طوری که در شرایط تنش شدید کم‌آبی عملکرد با افت ۸۲ درصدی نسبت به تیمار آبیاری مطلوب به ۵۰۸ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین عملکرد دانه متعلق به هیبریدهای مهر و ایروفلور به ترتیب به میزان ۳۸۶۱ و ۳۶۹۹ کیلوگرم در هکتار بود، ولی در تیمار تنش متوسط کم‌آبی هیبرید آلستار و در تیمار تنش شدید کم‌آبی هیبرید آلستار و آذرگل بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۴). تنش کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار تلاش بازآوری گردید، به طوری که این صفت در شرایط آبیاری مطلوب از ۶۳٪ به ۵۴٪ در شرایط تنش شدید کم‌آبی تقلیل یافت (جدول ۳). میزان تغییرات تلاش بازآوری در برخی از هیبریدهای مورد بررسی در تیمارهای آبیاری در شکل ۳ ارائه شده است و در این آزمایش بیشترین میزان تلاش بازآوری در سطوح آبیاری مطلوب و تنش متوسط کم‌آبی به ترتیب به میزان ۰/۶۸ و ۰/۶۴ متعلق به هیبرید ایروفلور بود، درحالی که در شرایط تنش شدید کم‌آبی هیبرید زودرس SHF8185 بیشترین تلاش بازآوری را به میزان ۰/۶۳ دارا بود (شکل ۳). با توجه به شکل ۳ مشخص می‌گردد که با اعمال تنش شدید کم‌آبی، تلاش بازآوری در هیبریدهای زودرس و نسبتاً زودرس به میزان ۸ تا ۱۷٪ و در هیبریدهای دیررس به میزان ۱۹ تا ۲۵٪ کاهش یافت. در این مطالعه اعمال آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر سبب کاهش ۵۸ درصدی شاخص برداشت در مقایسه با تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلیمتر تبخیر شد و هیبرید آلستار بیشترین شاخص برداشت را به میزان ۳۱/۹٪ در میان سایر هیبریدها به دست آورد (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین‌ها در جدول ۳ نشان می‌دهد که اعمال

در رسیدگی فیزیولوژیک بین هیبریدهای مورد بررسی مشاهده گردید (جدول ۳). در این بررسی هیبرید آذرگل با ۱۱۵/۶ روز و هیبرید SHF8133 با ۷۶/۵ روز به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را دارا بودند (جدول ۳). در این آزمایش تنها روند تغییرات شاخص سطح برگ هفت هیبرید مورد بررسی با خصوصیات فنولوژیکی متفاوت ارائه شده است (شکل ۱). بر این اساس با افزایش طول دوره رشد اکثر هیبریدهای مورد بررسی بر میزان شاخص سطح برگ آن‌ها نیز افزوده می‌شد (شکل ۱)، به طوری که هیبریدهای دیررس آزمایش نظیر آذرگل، مهر و ایروفلور بیشترین شاخص سطح برگ را دارا بودند، درحالی که هیبرید بسیار زودرس SHF8133 از کمترین شاخص سطح برگ برخوردار بود (شکل ۱). در این آزمایش حداکثر شاخص سطح برگ در تمام هیبریدهای دیررس در مرحله پر شدن دانه (R6) حاصل گردید، درحالی که در هیبریدهای زودرس و نسبتاً زودرس SHF8168، SHF8133، CMS₂₆×R₁₀₃ و آلستار بیشترین شاخص سطح برگ از مرحله گلدهی (R5) به دست آمد (شکل ۱). روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش شدید کم‌آبی در برخی از هیبریدهای مورد بررسی در شکل ۲ درج شده است و بر این اساس در شرایط آبیاری مطلوب هیبریدهای دیررس از بیشترین شاخص سطح برگ برخوردار بودند و تنش کم‌آبی باعث کاهش چشمگیر شاخص سطح برگ گردید. همچنین در شرایط تنش شدید کم‌آبی هیبرید نسبتاً زودرس آلستار از بیشترین شاخص سطح برگ در فاصله بین مراحل گلدهی (R5) تا پر شدن دانه (R6) برخوردار بود (شکل ۲). در این بررسی تنش متوسط و شدید کم‌آبی به ترتیب باعث کاهش ۴۴ و ۵۹ درصدی وزن خشک تک گیاه نسبت به شرایط آبیاری مطلوب گردید (جدول ۳). بررسی سطوح اثرات متقابل در جدول ۴ نشان می‌دهد که در شرایط آبیاری مطلوب اکثر هیبریدهای متوسط‌رس و دیررس آزمایشی نظیر مهر، هایسان ۳۶ و ایروفلور به همراه هیبرید نسبتاً زودرس آلستار از بیشترین وزن خشک

دیگر نیز گزارش شده است (Connor and Hall, 1997, 2002, De Rodriguez et al., 1997). البته دوره نوری و دما نیز از عوامل مؤثر در شروع مراحل فنولوژیک در ژنوتیپ‌های آفتابگردان می‌باشد (Hall, 2004).

شاخص سطح برگ: شاخص سطح برگ یک کمیت اساسی برای نشان دادن وضعیت رشدی گیاهان زراعی در کشاورزی می‌باشد (Yao et al., 2008). در میان هیبریدهای مورد بررسی، آلتار با وجود نسبتاً زودرس بودن بالاترین شاخص سطح برگ را در مرحله گلدهی دارا بود و تا مرحله پر شدن دانه (R6) نیز از دوام شاخص سطح برگ بسیار بیشتری در مقایسه با سایر هیبریدهای زودرس آزمایشی برخوردار بود که می‌تواند صفت ممتازی به حساب آید (Lopez Pereira et al., 2008). در آزمایش حاضر شاخص سطح برگ هیبریدهای زودرس و نسبتاً زودرس مذکور در مرحله پایانی رشد (R9) به صفر تنزل یافت که می‌تواند ناشی از پیری سریع‌تر برگ آن‌ها در مقایسه با هیبریدهای دیررس آفتابگردان باشد (Karam et al., 2007). همچنین نتایج این آزمایش از نظر شاخص سطح برگ با نتایج Karam و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. همچنین شاخص سطح برگ هیبریدهای زودرس در شرایط تنش کم‌آبی کمتر از هیبریدهای دیررس آزمایشی کاهش یافت، به طوری که در شرایط تنش شدید کم‌آبی شاخص سطح برگ هیبریدهای دیررس مهر و ایروفلور در مرحله R6 نسبت به شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب ۷۳ و ۷۲ درصد کاهش یافت، در حالی که در مورد هیبریدهای زودرس SHF8133 و CMS₂₆×R₁₀₃ این میزان کاهش در مرحله R5 به ترتیب برابر با ۵۶ و ۴۵ درصد بود (شکل ۲). Gimenez and Fereres (۱۹۸۶) نیز بیان داشتند که شاخص سطح برگ ارقام دیررس آفتابگردان در شرایط تنش خشکی بیشتر از ارقام زودرس کاهش می‌یابد.

وزن خشک تک گیاه: نتایج بیانگر این مطلب بود که با اعمال تنش کم‌آبی به آفتابگردان وزن خشک تک گیاه به شدت کاهش می‌یابد ولی از طرفی با افزایش شدت تنش

تنش شدید کم‌آبی باعث کاهش ۸۵ درصدی عملکرد روغن نسبت به تیمار آبیاری مطلوب گردید. هیبریدهای مورد بررسی از نظر عملکرد روغن در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند و هیبرید آلتار بیشترین و هیبرید هایسان ۳۶ کمترین عملکرد روغن را تولید نمودند (جدول ۳). در بررسی سطوح اثرات متقابل در این آزمایش نیز همانند عملکرد دانه در تیمار آبیاری بعد از ۶۰ میلیمتر، هیبرید دیررس مهر با ۱۸۶۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن را به دست آورد (جدول ۴). این در حالی است که در تیمار تنش متوسط کم‌آبی هیبرید آلتار و در تیمار تنش شدید کم‌آبی هیبریدهای آذرگل و آلتار حائز بیشترین عملکرد روغن بودند.

فنولوژی: در این آزمایش نتایج بیانگر این مطلب است که گیاهان در تنش شدید کم‌آبی (آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر) بعد از مرحله ۷۵ درصد گلدهی نسبت به گیاهان تنش ندیده با سرعت بیشتری وارد مرحله رسیدگی فیزیولوژیک شده‌اند که با نتایج دانشیان (۱۳۸۱) مطابقت دارد. Rosales و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیان کردند که تغییرات فنولوژیک ایجاد شده در گیاه به دلیل ایجاد مقاومت بیشتر در برابر خشکی و کاهش اثرات مخرب تنش کم‌آبی می‌باشد. نتایج حاصل از این آزمایش بر کوتاه‌تر شدن طول دوره رشد هیبریدهای بسیار زودرس آزمایشی نظیر SHF8133، SHF8108 و CMS₂₆×R₁₀₃ در شرایط تنش کم‌آبی دلالت می‌کند که واکنشی در جهت فرار از خشکی به شمار می‌آید. گیمنز و فررز (Gimenez and Fereres, 1986) نیز زودرسی هیبریدهای زودرس را در شرایط کم‌آبی نوعی مکانیسم فرار از خشکی بیان کرده‌اند. این در حالی است که اکثر هیبریدهای دیررس با اعمال تنش کم‌آبی (علی‌الخصوص تنش متوسط کم‌آبی) با افزایش نسبی طول دوره رشد مواجه شدند که مطابق با نتایج Rosales و همکاران (۲۰۰۴) می‌باشد. تفاوت‌های ژنتیکی بین هیبریدهای مورد بررسی در این آزمایش باعث به وجود آمدن نتایج حاصل از نظر صفات فنولوژیک گردید که توسط برخی محققین

تلاش بازآوری: تلاش بازآوری معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به کل اندام زایشی می- باشد و احتمالاً کاهش معنی‌دار تلاش بازآوری در شرایط تنش کم‌آبی در این بررسی، به دلیل کاهش شدیدتر وزن خشک طبق نسبت به وزن خشک کل در راستای تنش کم- آبی بوده است. Jabbari و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتایج مشابهی را در این زمینه گزارش کرده‌اند. همچنین در بررسی‌ها مشخص گردید که پایین بودن تلاش بازآوری در بیشتر هیبریدهای متوسط رس و دیررس نظیر هیبریدهای هایسان ۳۶، بروکار، هایسان ۳۳ و مهر در مقایسه با هیبریدهایی با طول دوره رشد کوتاه، احتمالاً به دلیل تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به ساقه نسبت به طبق بوده است. به عبارت دیگر می‌توان گفت وجود ساقه‌های سنگین وزن نسبت به طبق‌هایی با وزن نسبتاً کم باعث کاهش تلاش بازآوری در هیبریدهای دیررس گردیده است که با نتایج Gimenez and Fereres (۱۹۸۶) همخوانی دارد.

شاخص برداشت: شاخص برداشت معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به دانه است. کاهش شدیدتر وزن دانه‌ها نسبت به کاهش اندام رویشی به دلیل کمبود مواد فتوسنتزی تولید شده در شرایط تنش کم- آبی باعث افت شدید شاخص برداشت در این آزمایش گردید. این نتایج مشخص می‌کند که سرعت کاهش عملکرد دانه بر اثر تنش کم‌آبی بیشتر از سرعت کاهش وزن خشک گیاه بوده است. کاهش شاخص برداشت در تعدادی از پژوهش‌ها از جمله در تحقیقات Gimenez and Fereres (۱۹۸۶) و Jabbari و همکاران (۲۰۰۸) ذکر شده است. احتمالاً پایین بودن شاخص برداشت در هیبرید دیررس هایسان ۳۶ در این آزمایش به دلیل تخصیص کمتر ماده خشک به اندام زایشی علی‌الخصوص دانه‌ها و تخصیص بیشتر آن به ساقه و برگ بوده است. در تحقیقات Gimenez and Fereres (۱۹۸۶) نیز بیان شده که در هیبریدهای دیررس آفتابگردان

در سطح بعدی آن، افت ماده خشک با شدت کمتری انجام می‌شود، به طوری که آبیاری بعد از ۱۲۰ میلیمتر تبخیر باعث افت ۴۴ درصدی وزن خشک گیاه نسبت به آبیاری بعد از ۶۰ میلیمتر تبخیر گردید درحالی که آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر فقط باعث افت ۲۵ درصدی وزن خشک گیاه نسبت به آبیاری بعد از ۱۲۰ میلیمتر تبخیر شد (جدول ۳). بررسی‌ها نشان داد که هیبریدهای بسیار زودرس و زودرس آفتابگردان با وجود عدم استفاده مناسب از شرایط مطلوب محیطی در تیمار آبیاری شاهد، با نامساعد شدن شرایط از نظر رطوبت خاک در شرایط تنش کم‌آبی از نظر تجمع ماده خشک برتر از هیبریدهای دیررس بودند. De Rodriguez و همکاران (۲۰۰۲) نیز تجمع ماده خشک گیاه را در شرایط مختلف رطوبت خاک وابسته به ژنوتیپ‌های آفتابگردان دانسته‌اند.

عملکرد دانه: بیشتر محققین کاهش معنی‌دار عملکرد دانه آفتابگردان را در شرایط تنش کم‌آبی گزارش کرده‌اند که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت (Goksoy et al., 2006; Erdem et al., 2004). براساس نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آبیاری مطلوب هیبریدهای دیررس بیشترین عملکرد را کسب کردند ولی با افزایش شدت تنش کم‌آبی هیبریدهای دیررس به دلیل ناتوانی در تطبیق مراحل فنولوژیک خود (Rosales et al., 2004) و احتمالاً نیاز آبی بیشتر (Schneider, 1992) نسبت به هیبرید نسبتاً زودرس آلتار، با شیب کاهش عملکرد شدیدتری مواجه شدند، به طوری که هیبرید آلتار در هر دو سطح تنش بیشترین عملکرد دانه را کسب نمود (جدول ۴). Rawson and Turner (۲۰۰۱) و Angadi and Entz (۲۰۰۲) نیز نتیجه گرفتند که در شرایط تأمین رطوبت کافی ارقام آفتابگردانی با طول دوره رشد طولانی مناسب‌ترند و دارای بالاترین عملکرد دانه می‌باشند در حالی که هیبریدهای پاکوتاه و زودرس برای مناطقی با فصل رشد کوتاه و کم‌آب، سازگاری بیشتری دارند.

در شرایط تنش شدید کم‌آبی هیبریدهای آلتار و آذرگل
بیشترین عملکرد دانه و روغن را کسب کردند.

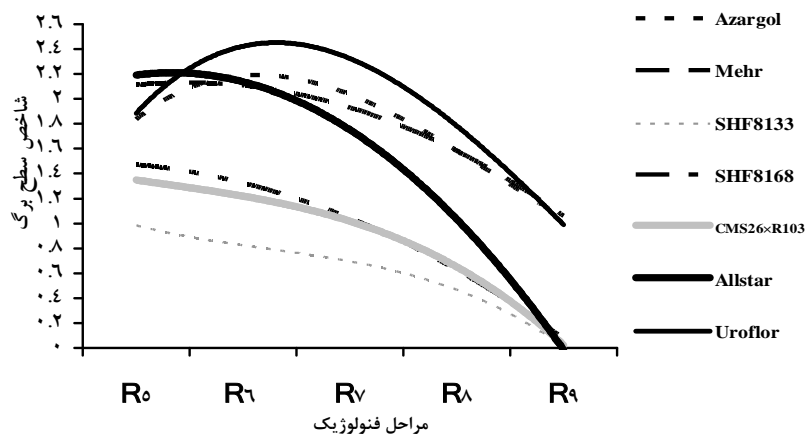
تخصیص ماده خشک به ساقه و برگ بیشتر از هیبریدهای
زودرس می‌باشد.

عملکرد روغن: نتایج نشان داد که عملکرد روغن در
هیبریدهای مورد بررسی تا حدودی مشابه با نتایج حاصل
در بخش عملکرد دانه بوده است، زیرا عملکرد روغن
همبستگی بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه دارد (Arnoux,
1978). Rawson and Turner (۲۰۰۱) نیز ارقام
دیررس آفتابگردان را از نظر عملکرد روغن برای شرایط
آبیاری مناسب دانسته‌اند. بیشترین بودن عملکرد روغن
هیبرید آلتار در تیمار تنش متوسط کم‌آبی و هیبریدهای
آذرگل و آلتار در تیمار تنش شدید کم‌آبی می‌تواند ناشی
از عملکرد دانه بیشتر یا درصد روغن دانه بالاتر آن‌ها در
این آزمایش باشد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که اختلافات
موجود بین هیبریدها در شرایط مختلف آبیاری بیشتر به
دلیل کاهش عملکرد دانه در تیمارهای تحت تنش کم‌آبی
بوده است، هر چند درصد روغن دانه هم عاملی مهم در
این زمینه می‌باشد (Goksoy et al., 2004). نتایج کلی
این بررسی مشخص کرد که هیبریدهای آفتابگردان با
خصوصیات مختلف رشدی عکس‌العمل‌های متفاوتی به
سطوح تنش کم‌آبی از منظرهای فنولوژیک، فیزیولوژیک و
زراعی نشان دادند و صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، وزن
خشک گیاه، عملکرد دانه و عملکرد روغن به شدت تحت
تأثیر تنش کم‌آبی قرار گرفت. همچنین اعمال تنش کم‌آبی
باعث کاهش معنی‌دار تخصیص ماده خشک به کل اندام
زایشی (طبق) و دانه گردید و هیبریدهای متحمل به تنش
کم‌آبی نظیر آلتار با شاخص سطح برگ بالا در خلال
مراحل گلدهی تا پر شدن دانه و کارایی بالاتر در تخصیص
مواد فتوسنتزی به اندام زایشی و دانه خود توانست از
عملکرد دانه، تلاش بازآوری و شاخص برداشت بالایی
برخوردار باشد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان
نمود که در شرایط آبیاری مطلوب هیبریدهای دیررس
آزمایشی نظیر مهر و ایروفلور با توجه به پتانسیل بالا در
تولید عملکرد دانه و روغن مناسب بودند، درحالی‌که در
شرایط تنش متوسط کم‌آبی هیبرید نسبتاً زودرس آلتار و

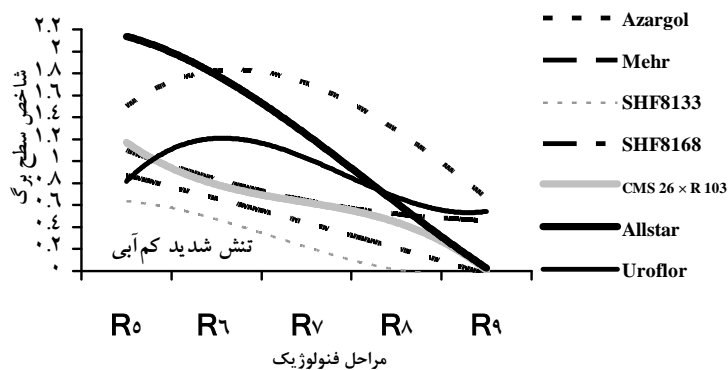
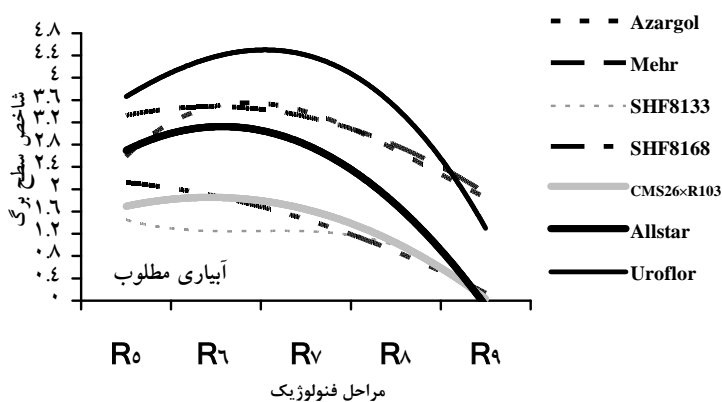
جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ستاره‌ای شدن	۷۵ درصد	رسیدگی فیزیولوژیک	وزن خشک تک گیاه	عملکرد دانه	تلاش بازآوری	شاخص برداشت	عملکرد روغن
آبیاری	۲	۴۸,۲	۴۳,۰ *	۲۵۲,۱ *	۴۰۹۵۹ **	۷۷۴۴۴۵۷۶ **	۰,۱۲۳ **	۶۲۷۷ **	۱۶۶۲۱۸۰۴ **
خطای الف	۶	۱۰,۰	۴,۸	۴۳,۵	۳۶۹	۳۵۱۷۱۴,۲	۰,۰۰۴	۱۷	۴۸۶۲۹
هیبرید	۱۷	۷۰,۳ *	۱۵۱,۲ **	۱۱۸۵,۳ **	۲۲۷	۳۹۱۳۶۲ **	۰,۰۰۵ **	۹۷ *	۱۱۶۴۹۵ **
آبیاری × هیبرید	۳۴	۳,۰	۳,۶ *	۶۹,۳ *	۲۲۷ *	۳۰۸۷۴۵ *	۰,۰۰۴ *	۷۶	۹۳۸۷۹ **
خطای ب	۱۰۲	۲,۵	۲,۲	۴۳,۸	۱۴۳	۱۴۹۱۴۹,۱	۰,۰۰۲	۵۵	۳۰۶۰۹
ضریب تغییرات (%)		۵,۸	۲,۹	۶,۹	۱۹,۶	۲۶,۹	۸,۵	۲۸,۵	۲۷,۹

*, ** به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۱. روند تغییرات شاخص سطح برگ در برخی از هیبریدهای مورد بررسی.



شکل ۲. مقایسه روند تغییرات شاخص سطح برگ برخی هیبریدها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش شدید کم آبی. (مراحل فنولوژیک به ترتیب برابر است با مرحله گل دهی (R5)، مرحله پر شدن دانه (R6)، مرحله زرد شدن پشت طبق (R7)، مرحله شروع رسیدگی (R8) و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (R9) می باشد).

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

تیمارها	ستاره‌ای شدن (روز)	۷۵ درصد گلدهی (روز)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز)	خشک وزن تک گیاه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تلاش بازآوری	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری (میلیمتر)								
۶۰	۲۵,۹ b	۵۰,۰ b	۹۴,۰ b	۹۱,۹ a	۲۸۵۲ a	۰,۶۳ a	۳۷,۷ a	۱۲۵۰ a
۱۲۰	۲۷,۴ ab	۵۰,۶ b	۹۷,۸ a	۵۱,۸ b	۱۰۲۳ b	۰,۵۹ b	۲۴,۱ b	۴۲۷ b
۱۸۰	۲۷,۷ a	۵۱,۷ a	۹۴,۱ b	۳۸,۹ c	۵۰۸ c	۰,۵۴ c	۱۶,۱ c	۱۹۲ c
هیبرید								
SHF8175	۲۴,۸ ghi	۴۸,۱ efg	۱۰۰,۰ cd	۵۶,۰ abc	۱۵۴۳ bcd	۰,۵۷۷ b-e	۲۶,۶ abc	۶۴۸ a-e
SHF8133	۳۳,۸ hig	۴۶,۷ g	۷۶,۵ i	۷۱,۵ a	۱۱۳۱ de	۰,۶۱۷ a-d	۱۹,۹ cd	۴۷۳ ef
SHF8182	۲۶,۶ ef	۴۹,۳ e	۹۸,۸ cd	۵۸,۳ abc	۱۶۳۰ abc	۰,۵۸۳ a-e	۲۸,۶ ab	۶۹۷ a-d
SHF8115	۲۵,۵ fg	۴۷,۸ efg	۸۷,۷ fgh	۶۳,۳ abc	۱۴۴۳ bcd	۰,۶۱۱ a-d	۲۴,۰ a-d	۶۱۱ b-e
SHF8108	۲۳,۴ ij	۴۷,۲ g	۸۱,۱ hi	۶۵,۵ abc	۱۶۳۴ abc	۰,۵۹۱ a-e	۲۷,۶ abc	۷۱۴ abc
SHF8130	۲۶,۷ ef	۴۸,۳ efg	۸۷,۵ fgh	۶۱,۰ abc	۱۴۱۸ bcd	۰,۵۶۶ cde	۲۶,۲ a-d	۵۸۳ c-f
SHF8190	۲۹,۰ cd	۵۱,۲ d	۹۹,۱ cd	۵۶,۰ bc	۱۵۲۱ bcd	۰,۵۴۳ e	۲۶,۵ ab	۶۸۸ a-d
SHF8184	۲۶,۰ efg	۴۸,۳ efg	۹۶,۵ de	۵۹,۲ abc	۱۲۰۵ cde	۰,۶۰۰ a-e	۲۳,۷ bcd	۵۰۳ def
SHF8168	۲۶,۵ efg	۴۷,۴ fg	۸۰,۷ i	۵۶,۹ bc	۱۳۱۷ bcde	۰,۶۳۶ a	۲۵,۲ a-d	۴۹۱ ef
SHF8185	۲۳,۱ j	۴۷,۵ fg	۸۸,۱ fg	۶۸,۵ ab	۱۶۷۷ ab	۰,۶۲۴ abc	۲۵,۴ a-d	۶۹۰ a-d
CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	۲۵,۲ fgh	۴۷,۳ Fg	۸۱,۸ ghi	۵۳,۹ c	۱۱۳۸ ed	۰,۶۲۸ ab	۲۵,۳ a-d	۵۰۸ def
ایروفلور	۲۹,۶ bc	۵۶,۵ b	۱۰۵,۴ bc	۶۱,۳ abc	۱۶۹۲ ab	۰,۶۱۰ a-d	۲۸,۳ abc	۷۴۹ abc
آلستار	۲۵,۴ fgh	۴۸,۸ ef	۹۱,۲ ef	۶۹,۷ ab	۲۰۱۲ a	۰,۵۹۶ a-e	۳۱,۹ a	۸۱۰ a
هایسان ۳۳	۳۳,۷ a	۵۸,۶ a	۱۰۹,۸ ab	۵۶,۳ bc	۱۳۹۵ bcd	۰,۵۷۳ b-e	۲۷,۱ abc	۶۰۲ b-e
مهر	۳۰,۰ b	۵۸,۴ a	۱۰۹,۶ ab	۶۰,۹ abc	۱۴۰۲ bcd	۰,۵۷۳ b-e	۲۵,۸ a-d	۷۹۳ ab
آذرگل	۲۷,۵ de	۵۳,۵ c	۱۱۵,۶ a	۶۱,۳ abc	۱۳۱۲ bcde	۰,۵۹۱ a-e	۲۹,۲ ab	۶۶۵ a-e
هایسان ۳۶	۳۰,۰ bc	۵۵,۶ b	۱۰۲,۵ cd	۵۷,۸ bc	۹۲۸ e	۰,۵۶۲ de	۱۸,۱ d	۴۰۶ f
بروکار	۲۸,۴ cd	۵۲,۸ c	۱۰۳,۶ bc	۵۴,۳ c	۱۴۱۶ bcd	۰,۵۷۱ b-e	۳۰,۱ ab	۶۱۵ b-e

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. اثرات متقابل آبیاری × هیبرید بر برخی از صفات مورد بررسی

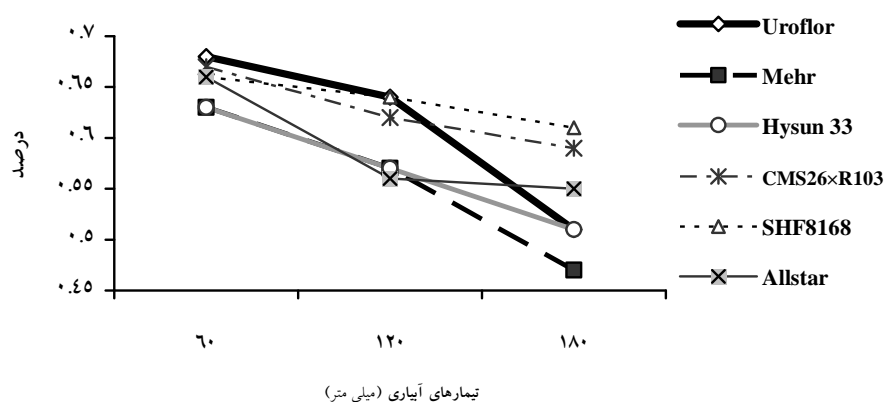
عملکرد روغن	عملکرد دانه	خشک تک گیاه وزن (گرم)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز)	۷۵ درصد گلدهی (روز)	هیبرید	آبیاری
(کیلوگرم در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)					
۱۱۹۷ def	۲۷۵۰ a--e	۸۷ b-e	۱۰۲,۰ c-j	۴۷,۶ m-q	SHF8175	
۷۶۶ ghi	۱۹۷۹ de	۹۸ abc	۷۹,۰ p-t	۴۵,۶ q	SHF8133	
۱۴۵۵ bcd	۳۳۰۱ abc	۸۹ b-e	۹۶,۳ el	۴۸,۶ m-q	SHF8182	
۱۲۴۱ def	۲۸۵۲ a--e	۸۸ b-e	۸۷,۳ k-s	۴۸,۰ m-q	SHF8115	
۱۴۱۱ bcd	۳۱۱۱ a--e	۸۳ b-e	۸۶,۶ k-s	۴۷,۰ opq	SHF8108	
۱۰۴۶ efg	۲۴۷۷ bcde	۸۵ b-e	۹۱,۳ h-p	۴۸,۳ m-q	SHF8130	
۱۶۲۱ abc	۳۴۸۱ abc	۹۲ a-d	۹۴,۰ f-n	۵۰,۰ l-o	SHF8190	
۹۶۲ fg	۲۲۷۳ cde	۹۱ a-e	۹۰,۳ i-q	۴۷,۳ n-q	SHF8184	
۹۶۴ fg	۲۴۹۵ bcde	۷۸ c-g	۸۳,۰ m-t	۴۷,۳ n-q	SHF8168	
۱۳۲۹ cde	۳۱۲۵ a--e	۱۰۰ abc	۹۱,۶ h-p	۴۷,۳ n-q	SHF8185	۶۰
۱۰۱۳ efg	۲۴۸۶ bcde	۸۳ b-e	۸۴,۳ l-t	۴۷,۳ n-q	CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	
۱۶۵۹ ab	۳۶۹۹ ab	۱۰۲ ab	۹۹,۶ d-k	۵۵,۰ e-j	ایروفلور	
۱۴۳۵ bcd	۳۲۲۶ abcd	۱۰۳ ab	۹۰,۳ i-q	۴۸,۶ m-q	آلستار	
۱۲۲۷ def	۲۸۱۰ a--e	۸۷ b-e	۱۰۷,۰ a-f	۵۷,۰ c-f	هایسان ۳۳	
۱۸۶۹ a	۳۸۶۱ a	۱۱۳ a	۹۸,۰ d-k	۵۶,۳ d-g	مهر	
۱۲۳۰ def	۲۶۳۸ a--e	۸۶ b-e	۱۱۴,۶ abc	۵۳,۶ g-j	آذرگل	
۸۵۷ gh	۱۸۹۸ e	۱۰۴ ab	۹۹,۰ d-k	۵۴,۳ f-j	هایسان ۳۶	
۱۲۲۲ def	۲۷۲۶ a--e	۸۰ b-f	۹۸,۰ d-k	۵۰,۳ lmn	بروکار	
۵۶۳ h-k	۱۳۹۴ ab	۵۸ g-k	۱۰۴,۳ b-h	۴۸,۳ m-q	SHF8175	
۴۱۸ j-n	۱۰۳۷ bc	۶۸ e-i	۷۷,۳ q-t	۴۷,۰ opq	SHF8133	
۴۹۵ i-m	۱۲۱۳ abc	۵۲ h-l	۱۰۴,۰ b-h	۵۰,۰ l-o	SHF8182	
۴۲۷ j-n	۱۰۲۸ bc	۶۰ f-j	۸۷,۳ k-s	۴۷,۶ m-q	SHF8115	
۵۱۶ i-l	۱۱۹۴ abc	۶۹ d-h	۸۱,۳ n-t	۴۶,۰ pq	SHF8108	
۵۰۴ i-l	۱۲۰۸ abc	۵۴ h-l	۹۴,۶ g-m	۴۷,۳ n-q	SHF8130	
۳۱۰ k-n	۷۳۶ cd	۵۰ h-m	۱۰۴,۰ b-h	۵۳,۰ ijk	SHF8190	
۳۳۹ k-n	۷۹۶ cd	۴۷ h-n	۱۰۲,۶ b-i	۴۸,۶ m-q	SHF8184	
۳۲۷ k-n	۸۹۸ bcd	۵۲ h-l	۸۴,۳ l-t	۴۷,۶ m-q	SHF8168	
۴۲۸ j-n	۱۰۹۷ bc	۴۹ h-n	۸۹,۰ j-r	۴۷,۳ n-q	SHF8185	۱۲۰
۳۱۲ k-n	۸۱۴ cd	۴۳ j-n	۸۰,۶ o-t	۴۷,۰ opq	CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	
۴۶۵ i-n	۱۰۴۶ bc	۴۸ h-n	۱۰۸,۳ a-e	۵۵,۳ e-i	ایروفلور	
۷۳۷ g-j	۱۶۷۱ a	۵۲ h-l	۹۱,۶ h-p	۴۸,۳ m-q	آلستار	
۴۱۲ j-n	۹۶۷ bcd	۴۴ i-n	۱۱۳,۰ abc	۵۸,۳ bcd	هایسان ۳۳	
۳۱۵ k-n	۷۱۷ cd	۴۳ j-n	۱۱۵,۳ ab	۵۷,۶ cde	مهر	
۴۶۸ i-n	۱۰۴۶ bc	۵۳ h-l	۱۱۴,۳ abc	۵۳,۶ g-j	آذرگل	
۲۲۰ h	۵۱۸ d	۳۵ k-n	۱۰۵,۳ a-g	۵۵,۳ e-i	هایسان ۳۶	
۴۵۳ i-n	۱۰۶۴ bc	۵۰ h-m	۱۰۳,۶ b-h	۵۲,۳ jkl	بروکار	

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

ادامه جدول ۴. اثرات متقابل آبیاری × هیبرید بر برخی از صفات مورد بررسی

عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	خشک نک وزن گیاه (گرم)	رسیدگی فیزیولوژیک (روز)	۷۵ درصد گلدهی (روز)	هیبرید	آبیاری
۱۸۵ lmn	۴۸۶ no	۴۹ h-n	۹۳,۶ g-o	۴۸,۳ m-q	SHF8175	
۲۳۴ k-n	۶۶۲ mno	۴۸ h-n	۷۳,۳ t	۴۷,۶ m-q	SHF8133	
۱۴۳ mn	۳۷۸ o	۳۳ k-n	۹۶,۳ e-l	۴۹,۳ mno	SHF8182	
۱۶۴ lmn	۴۴۹ no	۴۰ j-n	۸۸,۶ k-r	۴۸,۰ m-q	SHF8115	
۲۱۶ k-n	۵۹۷ no	۴۳ j-n	۷۵,۳ st	۴۸,۶ m-q	SHF8108	
۲۰۰ lmn	۵۷۰ no	۴۳ j-n	۷۶,۶ rst	۴۹,۳ mno	SHF8130	
۱۳۵ n	۳۴۷ o	۲۵ n	۹۹,۳ d-k	۵۰,۶ klm	SHF8190	
۲۰۶ lmn	۵۴۶ no	۳۸ j-n	۹۶,۶ d-l	۴۹,۰ m-p	SHF8184	
۱۸۴ lmn	۵۶۰ no	۴۱ j-n	۷۸,۰ st	۴۷,۳ n-q	SHF8168	
۲۲۶ k-n	۶۴۳ mno	۵۶ g-l	۸۳,۶ l-t	۴۸,۰ m-q	SHF8185	۱۸۰
۲۰۰ lmn	۵۶۵ no	۳۴ k-n	۸۰,۶ o-t	۴۷,۶ m-q	CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	
۱۲۴ n	۳۳۳ o	۳۲ lmn	۱۰۸,۳ a-e	۵۹,۳ abc	ایروفلور	
۲۶۰ k-n	۷۰۲ mno	۴۵ i-n	۹۱,۶ hp	۴۹,۶ l-o	آلستار	
۱۶۶ lmn	۴۰۷ o	۳۷ j-n	۱۰۹,۶ a-d	۶۰,۶ ab	هایسان ۳۳	
۱۹۵ lmn	۴۴۸ no	۲۶ mn	۱۱۵,۶ ab	۶۱,۳ a	مهر	
۲۹۸ k-n	۶۹۴ mno	۳۵ k-n	۱۱۸,۰ a	۵۳,۳ hij	آذرگل	
۱۴۰ mn	۳۷۰ o	۳۴ k-n	۱۰۳,۳ b-i	۵۷,۳ cde	هایسان ۳۶	
۱۷۰ lmn	۴۵۸ no	۳۱ lmn	۱۰۹,۳ a-e	۵۶,۰ d-h	بروکار	

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۳. تغییرات تلاش بازآوری برخی از هیبریدهای مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری.

فهرست منابع:

۱. جباری، ح.، اکبری، غ. ع.، دانشیان، ج.، الهدادی، ا. و شهبازیان، ن.، ۱۳۸۶. اثرات تنش کم آبی بر خصوصیات زراعی هیبریدهای آفتابگردان. مجله کشاورزی، ۹ (۱): ۲۲-۱۳.
۲. دانشیان، ج.، ۱۳۸۱. گزینش لاین‌های متحمل به کم آبی آفتابگردان (گزارش نهایی). مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی.
3. Angadi, S.V. and Entz, M.H., 2002. Root system and water use patterns of different height sunflower cultivars. *Agronomy Journal*, 94: 136-145.
4. Arnox, M., 1978. Morphological and Physiological bases for the breeding of sunflower. *Helia*, 1:15-53.
5. 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.
6. Connor, D.G. and Jones, T.K., 1985. Response of sunflower to strategies of irrigation: II. Morphological and physiological responses to water stress. *Field Crops Res*, 12:91.
7. Connor, D.J. and Hall, A.J., 1997. Sunflower physiology: 113-182. In: Schneider, A. A., (Ed.). *Sunflower Technology and production*, Monograph No. 35. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, PP.
8. Daneshian, J. and Jonoubi, P., 2008. Evaluation of sunflower new hybrids tolerance to water deficit stress. 5th International Crop Science Congress & Exhibition, Jeju, Korea, April 13-18: 187.
9. De Rodriguez, J., Philips, D.B.S., Rodriguez-Garcia, R. and Angulo-sanchez, J.L., 2002. Grain yield and fatty acid composition of sunflower seed for cultivars developed under dry land Condition. P.139-142. In: Janick, J. and Whipkey, A., (Ed.). *Trends in new crops and new uses*. ASHS press, Alexandria, VA.
10. 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.
11. FAO. 2006. Oilseeds: world market and trades, Current World Production, Market and trade reports. <http://www.fas.usda.gov>.
12. Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G. and Sharkey, T. D., 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biol*, 6: 269-279.
13. 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.
14. 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 Research*, 87: 167-178.
15. Hall, A.J., 2004. Advances in the physiology of the sunflower crop: A ten-year progress report. 16th International sunflower conference, Fargo, ND USA. Pp: 29-41.
16. Jabbari, H., Akbari, G.H.A., Daneshian, J., Alahdadi, I., and Shahbazian, N., 2008. Effect of water deficit stress on agronomic characteristics of sunflower hybrids. 5th International Crop Science Congress & Exhibition, Jeju, Korea, April 13-18: 190.
17. Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O. and Rouphael, Y., 2007. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. *Agric. Water Manage*, 75: 226-244.
18. Kokubun, M., 2008. Crop breeding and cultural strategies for changing environments. 5th International Crop Science Congress & Exhibition, Jeju, Korea, April 13-18: 1.
19. Lopez Pereira, M., Sadras, V.O. and Trapani, N., 1999. Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. I. Yield and its components. *Field Crops Res*, 62: 157-166.

20. Lopez Pereira, M., Berney, A., Hall, A.J. and Trapani, N., 2008. Contribution of pre-anthesis photoassimilates to grain yield: Its relationship with yield in Argentine sunflower cultivars released between 1930 and 1995. *Field Crops Res*, 105: 88-96.
21. Prins, A.H. and Verkaar, H.J., 1992. Defoliation: do physiological and morphological responses lead to (over) compensatin? In: Ayres, P.G. (Ed.), *Pests and Pathogens. Plant Responses to Foliar Attack*. Bios Scientific Publishers. Oxford, UK, pp: 13-21.
22. Rawson, H.M. and Turner, N.C., 2001. Recovery from water stress in five sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. I. Effects of the timing of water application on leaf area and seed production. *Aust. J. Plant Physiol*, 9 (4):437-448.
23. Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-López, C., Ortiz-Cereceres, J. and Kelly, J.D., 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Res*, 85: 203-211.
24. Schneiter, A.A. 1992. Production of semidwarf and dwarf sunflower in the northern Great Plains of the United States. *Field Crops Res*, 30:391-401.
25. Schneiter, A.A. and Miller, J.F., 1981. Description of sunflower growth stages. *Crop Sci*, 21: 901-903.
26. Yao, Y., Liua, Q., and Li, X., 2008. LAI retrieval and uncertainty evaluations for typical row-planted crops at different growth stages. *Remote Sens Environ*, 112 (1): 94-106.