

مجله پژوهش در علوم کشاورزی، سال سوم،
شماره دوم، زمستان ۱۳۸۶ (صفحه ۱۷۱-۱۶۲)

تأثیر آبیاری محدود بر خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی هیبریدهای آفتابگردان

حمید جباری^{۱*}، غلامعباس اکبری^۲، جهانفر دانشیان^۳، ایرج اله دادی^۲ و نسترن شهبازیان^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران

۲- استادیار پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران

۳- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری محدود بر خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی نه هیبرید آفتابگردان، سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. در آزمایش اول که در شرایط مطلوب اجرا گردید، گیاهان بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر آبیاری شدند، در حالی که در آزمایشات دوم و سوم در شرایط محدود اجرا گردیدند آبیاری براساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A صورت پذیرفت. نتایج آزمایش اثرات معنی‌دار آبیاری محدود را بر صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، قطر طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح یک درصد نشان داد. تعداد روز تا رسیدن به مرحله پر شدن دانه در سطح یک درصد تحت تأثیر آبیاری محدود قرار گرفت ولی اثر آبیاری بر تعداد روز تا رسیدن به مرحله غنچه‌دهی معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (شاهد) به میزان ۲۹۳۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و در شرایط محدودیت شدید در آبیاری عملکرد با افت ۸۳ درصدی به ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت. هیبریدهای مورد بررسی نیز در تمامی صفات تفاوت معنی‌دار داشتند. همچنین بیشترین عملکرد دانه در سطوح آبیاری محدود از هیبرید آلستار (به ترتیب ۱۶۷۱ و ۷۰۱ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط آبیاری مناسب از هیبرید مهر (۳۸۶۱ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد.

کلمات کلیدی: آبیاری محدود، آفتابگردان، مرحله پر شدن دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن

مقدمه

عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های آفتابگردان را در واکنش به تنش خشکی گزارش کرده‌اند. در بررسی گوکسوی و همکاران (۱۲) اثر آبیاری در سه مرحله رشدی تشکیل طبق، گل‌دهی و دانه‌دهی آفتابگردان ارزیابی گردید و بیشترین عملکرد دانه در بین تیمارها به میزان ۴۰۵۶ کیلوگرم در هکتار از آبیاری در هر سه مرحله رشدی به دست آمد و این سه مرحله به عنوان ضروری‌ترین مراحل آبیاری برای آفتابگردان شناخته شدند. اردم و همکاران (۷) نیز کاهش معنی‌دار ارتفاع، قطر طبق و عملکرد آفتابگردان را در شرایط تنش کم آبی گزارش کردند. رشدی و همکاران (۲) در آزمایشاتی اثر تنش کم آبی را بر صفاتی نظیر قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن آفتابگردان ارزیابی کردند. نامبردگان اظهار داشتند که تنش اثر معنی‌داری بر صفات مذکور داشته و باعث کاهش آن‌ها شده است.

با توجه به اینکه تنش خشکی و کم آبی مهمترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در جهان به شمار می‌رود (۱۵،۱۰) ارزیابی اثرات آبیاری محدود بر خصوصیات مختلف گیاه آفتابگردان و شناسایی ارقام مقاوم مهم می‌باشد. بنابراین در این تحقیق ضمن شناسایی هیبریدهایی که در شرایط آبیاری محدود از تحمل و پایداری مطلوبی برخوردارند صفات مرتبط با تحمل در آنها نیز ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر آبیاری محدود بر خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی هیبریدهای آفتابگردان سه آزمایش در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با همکاری پردیس ابوریحان در سال ۱۳۸۵ اجرا گردید. بدین منظور سه آزمایش به صورت مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد و در هر آزمایش نه هیبرید آفتابگردان مورد ارزیابی قرار

آبیاری یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید در کشاورزی در طی دوره گرم و خشک می‌باشد (۶) کمبود آب و کاهش سریع منابع آن به طور فزاینده‌ای مهمترین موضوع در بسیاری از نقاط جهان بویژه نواحی خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می‌شود (۱۹ و ۲۰). تا وقتی که بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در جهان است، کارایی استفاده از آب در کشاورزی نیازمند حفاظت منابع محدود آن می‌باشد. افزایش کارایی استفاده از آب می‌تواند با استراتژی‌های بسیاری حاصل گردد که یکی از این راه‌کارها تغییر توان گیاهان زراعی برای تولید عملکرد قابل قبول تحت شرایط کم آبیاری و آبیاری محدود است (۲۰).

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) یک محصول زراعی متحمل به خشکی با سیستم ریشه‌ای عمیق و جستجوگر می‌باشد (۱۲،۴). به این دلیل همواره کشت آن به اراضی دیم و نیمه خشک اختصاص یافته است. در اوایل دهه ۱۹۷۰ با معرفی اولین هیبریدهای آفتابگردان (۱۴) تحول عظیمی در زمینه کشت و کار این گیاه صورت پذیرفت. با توجه به متحمل بودن هیبریدهای آفتابگردان به شرایط کم آبی و خشکی، پژوهش‌های زیادی در مورد اثرات تنش کم آبی و محدودیت در آبیاری بر خصوصیات فنولوژیک توسط دانشیان (۱)، مورفولوژیک توسط گوکسوی و همکاران (۱۲)، فیزیولوژیک توسط کیانی و همکاران (۱۳) و زراعی توسط رشدی و همکاران (۲) و فلاجلا و همکاران (۹) صورت گرفته است.

نتایج تحقیقات دانشیان (۱) در ارزیابی عکس العمل لاین‌های والدی آفتابگردان در سطوح خشکی ۶۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر نشان داد که تنش در کلیه تیمارها سبب تأخیر در زمان نمو زایشی آفتابگردان می‌شود. وزین و زمانی (۳) تفاوت‌های درون گونه‌ای در فنولوژی آفتابگردان را به دلیل اختلافات ژنتیکی و حساسیت آن‌ها به طول روز و دما بیان کردند. گیمنز و فررز (۱۱) نیز کاهش معنی‌دار اجزاء

میلر (۱۸) صورت پذیرفت. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه از هر کرت آزمایشی شش طبق به طور تصادفی برداشت گردید و قطر آن‌ها به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان قطر طبق منظور گردید. تعداد کل برگ در گیاه در پایان گرده افشانی شمارش گردید و ارتفاع گیاه نیز از سطح زمین تا نوک طبق، از شش بوته انتخابی از هر کرت در هنگام رسیدگی گیاه اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی وزن هزار دانه پس از توزین دو نمونه ۱۰۰ دانه‌ای از هر کرت، میانگین نمونه‌ها در عدد ۱۰ ضرب شده و به عنوان وزن هزار دانه در نظر گرفته شد. همچنین، سه متر مربع از هر کرت جهت ارزیابی عملکرد دانه برداشت گردید و درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اندازه‌گیری و عملکرد روغن از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن محاسبه شد. نتایج حاصل از آزمایشات جداگانه به صورت تجزیه مرکب ادغام گردید. ولی قبل از انجام آن، آزمون یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت نرم افزار SAS بین سه آزمایش آبیاری مطلوب، آبیاری محدود پس از ۱۲۰ میلی‌متر و آبیاری محدود پس از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به عمل آمد. در این بررسی تمام صفات اندازه‌گیری شده از یکنواخت بودن اشتباهات آزمایشی در هر سه آزمایش برخوردار بودند، بنابراین تجزیه مرکب داده‌ها با فرض ثابت بودن محیط و تیمار توسط نرم افزار SAS صورت گرفت و میانگین‌ها نیز به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه گردیدند.

گرفتند. آزمایش اول در شرایط آبیاری مناسب (مطلوب) اجرا شد و زمان آبیاری کلیه کرت‌ها بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A از زمان کاشت تا پایان دوره رشد گیاه بود. آزمایش دوم و سوم در شرایط آبیاری محدود اجرا گردید و زمان آبیاری کلیه کرت‌های آزمایشی به ترتیب بر اساس ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر انجام شد. زمان اعمال محدودیت در آبیاری بر اساس روش پیشنهادی چیممتی و هال (۵) پس از استقرار گیاه در مرحله ۶ تا ۸ برگی در کرت‌های آزمایشی بود. هیبریدهای مورد استفاده در این طرح شامل هیبریدهای زودرس $A74 \times R95$ ، $CMS26 \times R10$ ، آلستار و هیبریدهای متوسط رس و دیررس ایروفولور، هایسان ۳۳، مهر، آزرگل، هایسان ۳۶ و بروکار بودند. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی، وزن مخصوص ظاهری $1/43$ گرم بر سانتی‌متر مکعب، میزان هدایت الکتریکی $1/4$ میلی‌موس بر سانتی‌متر و میانگین اسیدیته خاک تا عمق ۸۰ سانتی‌متری حدود $7/8$ بود. قبل از آماده سازی زمین جهت تعیین کود مصرفی نمونه برداری مرکب از خاک انجام شد 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 با دستگاه فاروئر جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید. البته برای تهیه زمین اجرای آزمایش ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان دار و بعد از آن دو دیسک عمود بر هم اعمال گردید. هر کرت آزمایشی دارای چهار خط به طول پنج متر و با فاصله ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت نیز ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین آزمایشات جداگانه ۶ متر و فاصله بین تکرارها سه متر تعیین گردید. در طول دوره رشد، یادداشت برداری های لازم از مراحل فنولوژیک گیاه شامل مراحل غنچه‌دهی و پر شدن دانه، هر سه روز یک بار و بر اساس روش اشنایدر و

نتایج و بحث

تأثیر تنش بر فنولوژی گیاه

آبیاری محدود تعداد روز از سبز شدن تا مرحله غنچه دهی گیاه را تحت تأثیر خود قرار نداد و هر سه میزان آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱ و ۲). این در حالی است که تعداد روز تا مرحله پر شدن دانه در سطح یک درصد تحت تأثیر آبیاری محدود قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین در جدول ۲ نشان داد که آبیاری محدود منجر به افزایش پنج درصدی تعداد روز تا شروع پر شدن دانه گردید. عدم وجود رطوبت کافی در مرحله گلدهی باعث کاهش سرعت گلدهی، طولانی‌تر شدن این دوره و تأخیر در ورود به مرحله پر شدن دانه شد.

نتایج تحقیقات دانشیان (۱) در ارزیابی عکس العمل لاین‌های والدی آفتابگردان در سطوح خشکی ۶۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر نیز نشان داد که تنش در کلیه تیمارها سبب تأخیر در زمان نمو زایشی آفتابگردان گردید. هیبریدهای بررسی شده در این آزمایش از نظر خصوصیات فنولوژیک ذکر شده در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۱). تفاوت بین هیبریدها از نظر تعداد روز تا مرحله غنچه‌دهی با تفاوت بین تعداد روز تا مرحله پر شدن دانه هماهنگ بود (جدول ۲). هیبریدهای هایسان ۳۳ و $A_{74} \times R_{95}$ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد روز از سبز شدن تا مرحله غنچه‌دهی و پر شدن دانه را دارا بودند (جدول ۲). تفاوت‌های درون گونه‌ای در فنولوژی آفتابگردان به دلیل اختلاف ژنتیکی بین هیبریدهای مورد مطالعه می‌باشد (۳). اثرات متقابل آبیاری و هیبرید فقط بر مرحله غنچه‌دهی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در شرایط آبیاری بعد از ۶۰ میلیمتر تبخیر بیشترین و کمترین تعداد روز تا مرحله غنچه‌دهی به ترتیب به هیبریدهای هایسان ۳۳ با ۳۸ روز و $A_{74} \times R_{95}$ با ۲۸/۶ روز تعلق داشت (جدول ۳). در تیمار آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلیمتر تبخیر نیز هیبرید هایسان ۳۳ با ۳۹/۳ روز بیشترین و

هیبرید $A_{74} \times R_{95}$ به ترتیب با ۲۸ روز کمترین تعداد روز تا مرحله غنچه‌دهی را دارا بودند (جدول ۳). همچنین در تیمار آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر هیبرید هایسان ۳۳ با ۳۹/۳ روز بیشترین و هیبرید $A_{74} \times R_{95}$ به ترتیب با ۲۹/۳ روز کمترین تعداد روز تا مرحله غنچه‌دهی را دارا بودند (جدول ۳). نتایج نشان داد که اعمال آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر باعث افزایش تعداد روز تا غنچه‌دهی تمام هیبریدهای مورد بررسی اعم از دیررس و زودرس گردید، در حالی اعمال آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر با وجود افزایش تعداد روز تا غنچه‌دهی هیبریدهای دیررس و متوسط‌رس، کاهش تعداد روز تا مرحله غنچه‌دهی سه هیبرید زودرس $A_{74} \times R_{95}$ ، $CMS_{26} \times R_{103}$ و آلتار را در پی داشت (جدول ۳).

تأثیر تنش بر مورفولوژی گیاه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تعداد کل برگ تحت تأثیر آبیاری محدود قرار نگرفته است (جدول ۱). همان‌طور که انتظار می‌رفت تعداد کل برگ به دلیل اعمال محدودیت در آبیاری از مرحله هشت برگی گیاه تغییر محسوسی نکرد. قبلاً نیز ثابت ماندن تعداد کل برگ آفتابگردان در شرایط آبیاری محدود و تنش خشکی در آزمایشات گیمنز و فررز (۱۱) و گوکسوی و همکاران (۱۲) تأیید شده است.

هیبریدهای مورد بررسی از لحاظ تعداد برگ اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۱). در این آزمایش هیبریدهایی با طول دوره رشد طولانی (دیررس) تعداد برگ بیشتری از هیبریدهایی با طول دوره رشد کوتاه (زودرس) داشتند (جدول ۲). گیمنز و فررز (۱۱) نیز بیان کردند که تعداد برگ در هیبریدهای دیررس در حدود ۳۰ درصد بیشتر از هیبریدهای زودرس می‌باشد. اثرات متقابل آبیاری و هیبرید بر تعداد کل برگ معنی‌دار نبود (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها تفاوت معنی‌داری را بین سطوح آبیاری از نظر ارتفاع نهایی گیاه در سطح احتمال

ژنتیکی گیاه می‌باشد. اثر متقابل آبیاری و هیبرید بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و مشخص گردید که هیبریدهای دیررس هم در شرایط آبیاری مطلوب و هم در شرایط آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر برتری محسوسی نسبت به هیبریدهای زودرس از نظر ارتفاع گیاه داشتند که با نتایج رابینسون (۱۶) مطابقت دارد. این درحالی است که در شرایط آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر هیبرید زودرس $A_{74} \times R_{95}$ ارتفاع بیشتری نسبت به سایر هیبریدها داشت (جدول ۳). در شرایط آبیاری نرمال هیبریدهای دیررس مثل هیبرید مهر بیشترین ارتفاع گیاه را به میزان ۱۶۲ سانتیمتر دارا بودند، در حالی که کمترین ارتفاع گیاه در شرایط نام‌برده به هیبرید $CMS_{26} \times R_{103}$ با ۱۰۸/۱ سانتیمتر تعلق داشت (جدول ۳). بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه در شرایط آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر به ترتیب به هیبریدهای آذرگل با ۱۱۰/۷ سانتی‌متر و ایروفلور با ۸۶/۲ سانتی‌متر تعلق داشت (جدول ۳). در شرایط آبیاری

یک درصد نشان داد و اعمال محدودیت در آبیاری باعث کاهش معنی‌دار این صفت مورفولوژیک گردید (جدول ۱ و ۲). کاهش ۳۴ درصدی ارتفاع نهایی گیاه (جدول ۲) به موازات افزایش کاهش رطوبت خاک در تیمار محدودیت شدید در آبیاری را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به واسطه تنش کم‌آبی 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. گوکسوی و همکاران (۱۲) نیز تأثیر منفی آبیاری محدود را بر ارتفاع گیاه گزارش کرده‌اند.

در این آزمایش هیبریدهای مورد بررسی از نظر ارتفاع نهایی گیاه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱) که وجود تفاوت‌های ذاتی و ژنتیکی باعث به وجود آمدن این اختلافات گردید. در مطالعه اخیر هیبرید مهر از ارتفاع بیشتری برخوردار بود (جدول ۲) که دلیل آن دیررس بودن، داشتن تعداد گره بیشتر و عوامل

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	مرحله غنچه دهی	مرحله پر شدن دانه	تعداد کل برگ	ارتفاع نهایی گیاه	قطر طبق	عملکرد دانه	عملکرد روغن
آبیاری	۲	۱۰/۳۳	۶۶ **	۵۱/۷	۹۵۴۷ *	۱۶۹/۷ **	۳۹۰۴۶۰۱۶ **	۸۳۸۷۱۸۲ **
خطای الف	۶	۴/۴	۲/۴۵	۱۴/۱	۳۹۸/۹	۲/۲	۲۷۸۶۸۰	۷۰۲۴۰
هیبرید	۸	۱۲۲ **	۹۴/۴ **	۳۶/۸ **	۶۱۹/۶ **	۴/۷ **	۶۲۲۶۸۱ **	۱۳۴۱۰۳ **
آبیاری × هیبرید	۱۶	۳/۱ *	۲/۴	۶/۸	۳۲۴/۱ *	۲/۳ *	۳۳۴۶۷۰ *	۸۱۳۲۳ *
خطای ب	۴۸	۱/۳	۲/۳	۳/۹	۱۴۹/۹	۱/۲	۱۶۵۰۹۰	۳۶۷۶۸
ضریب تغییرات		۳/۳	۲/۵	۷/۶	۱۱/۱	۱۰/۶	۲۸/۳	۳۰/۴

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

آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر بود. در تحقیقات رشدی و همکاران (۲) و فررز و همکاران (۸) نیز کاهش معنی‌دار قطر طبق آفتابگردان در شرایط تنش کم آبی گزارش شده است. در این مطالعه بیشترین قطر طبق به هیبرید آلتار به میزان ۱۱/۹ سانتیمتر تعلق داشت (جدول ۲). هیبرید آلتار علاوه بر تحمل به خشکی بالا و زودرس بودن، با کارایی بالا در تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام زایشی خود توانست بالاترین قطر طبق را در میان سایر هیبریدها کسب نماید. بررسی سطوح اثرات متقابل در جدول ۳ نشان داد که بیشترین قطر طبق در سطوح آبیاری بعد از ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر، به هیبرید آلتار به ترتیب با ۱۵/۲، ۱۰/۵ و ۹/۲ سانتیمتر تعلق داشت. این در حالی است که کمترین قطر طبق در سطوح آبیاری نام‌برده به ترتیب به هیبریدهای آذرگل (۱۱/۵ سانتی‌متر)، هایسان ۳۶ (۷/۴ سانتی‌متر).

محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر نیز هیبرید A74×R95 با ۱۰۹/۸ سانتیمتر حائز بیشترین ارتفاع گیاه شد و هیبرید ایروفلور با ۷۴/۵ سانتیمتر کمترین ارتفاع گیاه را به خود اختصاص داد (جدول ۳). بنابراین نتایج حاصل نشان می‌دهد که هیبریدهای دیررس آزمایشی حساسیت بیشتری به شرایط آبیاری محدود از نظر ارتفاع گیاه داشتند.

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر آبیاری، اثر هیبرید و اثرات متقابل آن‌ها بر قطر طبق معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت در جدول ۲ نشان می‌دهد که آبیاری محدود در شدیدترین سطح اعمال شده آن (آبیاری بعد از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر) باعث کاهش معنی‌دار قطر طبق نسبت به تیمار شاهد و سطح دیگر آبیاری محدود گردید، به طوری که کمترین قطر طبق با ۴۰ درصد کاهش نسبت به شرایط آبیاری مطلوب مربوط به تیمار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری و هیبریدهای آفتابگردان

مرحله	مرحله پر	تعداد کل	ارتفاع	قطر	عملکرد دانه	عملکرد روغن	تیمارها
(روز)	شدن دانه (روز)	برگ	نهایی گیاه (سانتیمتر)	طبق (سانتیمتر)	(کیلوگرم در هکتار)	(کیلوگرم در هکتار)	
۳۳/۸ a	۵۸/۴ b	۲۵/۶ a	۱۳۷/۷ a	۱۳/۰ a	۲۹۳۲ a	۱۳۱۹ a	۶۰
۳۴/۲ a	۶۱/۳ a	۲۴/۲ a	۹۹/۳ b	۹/۲ b	۱۰۰۴ b	۴۳۳ b	۱۲۰
۳۵/۰ a	۶۰/۸ a	۲۷/۷ a	۹۰/۷ b	۷/۷ c	۵۰۰ c	۱۹۴ c	۱۸۰
هیبرید							
۲۸/۶ g	۵۵/۴ d	۲۵/۰ bc	۱۱۶/۶ abc	۱۰/۶ b	۱۶۳۴ ab	۷۱۴۴ ab	A74×R95
۲۹/۸ f	۵۶/۲ d	۲۰/۹ d	۹۵/۴ d	۱۰/۰ bc	۱۱۳۸ cd	۴۴۶ cd	CMS26×R103
۳۷/۰ b	۶۲/۲ b	۲۷/۲ ab	۹۶/۲ d	۹/۹ bc	۱۶۹۲ ab	۷۵۰ ab	ایروفلور
۳۱/۰ e	۵۸/۲ c	۲۶/۳ abc	۱۰۷/۵ bcd	۱۱/۹ a	۲۰۱۲ a	۸۸۰ a	آلتار
۳۸/۸ a	۶۴/۲ a	۲۸/۶ a	۱۱۳/۴ abc	۹/۷ bc	۱۳۹۵ bc	۶۰۲ bcd	هایسان ۳۳
۳۷/۵ b	۶۴/۱ a	۲۴/۱ c	۱۲۸/۲ a	۹/۶ bc	۱۴۰۲ bc	۶۵۹ b	مهر
۳۵/۴ c	۶۱/۲ b	۲۴/۱ c	۱۲۴/۳ ab	۱۰/۲ bc	۱۳۱۲ bcd	۵۹۵ bcd	آذرگل
۳۶/۷ b	۶۱/۷ b	۲۸/۸ a	۱۰۳/۲ cd	۹/۶ bc	۹۲۳ d	۴۰۶ d	هایسان ۳۶
۳۴/۱ d	۵۸/۷ c	۲۶/۵ abc	۱۱۰/۰ bcd	۹/۲ c	۱۴۱۶ bc	۶۱۵ bc	بروکار

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که حداقل در هر بخش دارای یک حرف مشترک هستند مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

بعد از ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر هیبرید آلتار بیشترین عملکرد دانه (به ترتیب ۱۶۷۱ و ۷۰۱ کیلوگرم در هکتار) را به دست آورد. با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که با افزایش تخلیه رطوبت خاک، هیبریدهای دیررس به دلیل ناتوانی در تطبیق مراحل فنولوژیک خود و نیاز آبی بیشتر نسبت به هیبرید زودرس آلتار، با شیب کاهش عملکرد شدیدتری مواجه شدند، به طوری که هیبرید آلتار در هر دو سطح آبیاری محدود بیشترین عملکرد دانه را کسب نمود (جدول ۳). تغییرات فنولوژیک ایجاد شده در گیاه به دلیل ایجاد مقاومت بیشتر در برابر خشکی و کاهش اثرات مخرب آن نقش مهمی را در پایداری عملکرد دارا می‌باشد (۱۷). همچنین هیبرید هایسان ۳۳ در تیمارهای آبیاری مطلوب و آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر کمترین عملکرد دانه را کسب نمود که نشان دهنده پتانسیل پایین عملکرد این هیبرید حتی در شرایط آبیاری مطلوب می‌باشد (جدول ۳). این در حالی است که در تیمار آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر هیبرید ایروفولور با وجود عملکرد بالا در شرایط آبیاری مطلوب حائز کمترین عملکرد دانه بود که نشان دهنده حساسیت بالای این هیبرید آفتابگردان به محدودیت شدید در آبیاری است (جدول ۳).

عملکرد روغن

در این پژوهش اثر آبیاری محدود و اثر هیبرید بر عملکرد روغن در سطح یک درصد و اثر متقابل آن‌ها بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که با افزایش تخلیه رطوبتی خاک در شرایط آبیاری محدود عملکرد روغن کاهش می‌یابد، به طوری که اعمال آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر باعث کاهش ۸۵ درصدی عملکرد روغن گردید (جدول ۲). نتایج حاصل با گزارشات منتشر شده در این زمینه توسط گیمنز و فررز (۱۱) و گوکسوی و همکاران (۱۲) مطابقت دارد. همچنین در میان هیبریدهای مورد

و مهر (۶/۲ سانتی‌متر) تعلق داشت (جدول ۳). حساسیت بیشتر هیبریدهای دیررس به کمبود رطوبت خاک و تخصیص ماده خشک کمتر به طبق آن‌ها (۱۱) باعث نتایج حاصله گردید.

عملکرد دانه

همان‌طور که در جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود عملکرد دانه تحت تأثیر آبیاری محدود قرار گرفت و با افزایش تخلیه رطوبتی خاک، به شدت کاهش یافت. بیشترین عملکرد دانه از آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر به میزان ۲۹۳۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و در شرایط آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد با افت ۸۳ درصدی به ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار تقلیل یافت (جدول ۲). نتایج تحقیقات مختلفی کاهش عملکرد دانه آفتابگردان را در شرایط آبیاری محدود بیان کرده است (۷، ۱۱ و ۱۲). در این تحقیق هیبریدهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه داشتند (جدول ۱). هیبرید آلتار با عملکرد ۲۰۱۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در بین هیبریدهای مورد بررسی کسب نمود (جدول ۲). هیبرید آلتار با توجه به طول دوره رشد نسبتاً کوتاه به عنوان مکانیسمی برای فرار از خشکی و قطر طبق نسبتاً بزرگ که باعث افزایش تعداد دانه در طبق- به عنوان مهمترین جزء عملکرد- می‌شد، توانست عملکرد دانه مطلوبی را کسب نماید. تنوع زیادی در میان هیبریدهای مورد بررسی از نظر پاسخ به سطوح مختلف آبیاری وجود داشت (جدول ۱). فررز و همکاران (۸) نیز تنوع ذاتی میان ژنوتیپ‌های آفتابگردان را هم در واکنش عملکردشان نسبت به خشکی و هم پتانسیل عملکردشان در شرایط آبیاری مطلوب مشاهده کردند. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مناسب متعلق به هیبریدهای مهر و ایروفولور به ترتیب به میزان ۳۸۶۱ و ۳۶۹۹ کیلوگرم در هکتار بود، ولی در تیمارهای آبیاری

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری سرکار خانم معصومه نعیمی و آقایان علیرضا مقدم خمسه، رضا امیری، امیر حسین شیرانی راد و ابراهیم فرخی در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد

بررسی هیبرید آلتار به دلیل دارا بودن عملکرد دانه بالاتر، عملکرد روغن بیشتری نیز داشت (جدول ۲). گیمز و فررز (۱۱) نیز تفاوت از نظر میزان روغن دانه را در بین ارقام آفتابگردان بیان کرده‌اند. بررسی سطوح اثرات متقابل در این آزمایش نشان داد که هیبرید مهر در تیمار آبیاری شاهد به دلیل دارا بودن درصد روغن بالا، عملکرد روغن بیشتری (۱۸۶۹ کیلوگرم در هکتار) نیز داشت، در حالی که در تیمارهای آبیاری محدود، هیبرید آلتار با توجه به عملکرد دانه بالاتر نسبت به سایر هیبریدها توانست بیشترین عملکرد روغن (به ترتیب ۷۳۷ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) را کسب نماید (جدول ۳). همچنین هیبرید هایسان ۳۳ در تیمارهای آبیاری مطلوب و آبیاری محدود بعد از ۱۲۰ میلی‌متر کمترین عملکرد روغن را کسب نمود که به دلیل عملکرد دانه بسیار پایین این هیبرید در شرایط نام‌برده می‌باشد (جدول ۳). این در حالی است هیبرید ایروفلور با وجود عملکرد روغن بالا در شرایط آبیاری مطلوب حائز کمترین عملکرد روغن در تیمار آبیاری محدود بعد از ۱۸۰ میلی‌متر بود (جدول ۳). به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که هیبریدهای آفتابگردان عکس‌العمل‌های متفاوتی به سطوح مختلف آبیاری محدود از منظر مورفو- فنولوژیکی می‌دهند و صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه نظیر قطر طبق و عملکرد دانه بیشتر تحت تأثیر آبیاری محدود قرار می‌گیرند.

با توجه به نتایج حاصله آبیاری بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر می‌تواند در رسیدن به عملکرد مطلوب در گیاه آفتابگردان قابل توصیه باشد. همچنین در این آزمایش هیبرید آلتار به دلیل قطر طبق نسبتاً بزرگ توانست بیشترین عملکرد دانه را در سطوح آبیاری محدود بدست آورد در حالی که در شرایط آبیاری مطلوب (مناسب) هیبرید مهر و ایروفلور حائز بیشترین عملکرد دانه گردید.

جدول ۳- اثرات متقابل آبیاری × هیبرید بر برخی از صفات مورد بررسی

عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	قطر طبق (سانتیمتر)	ارتفاع (سانتیمتر)	غنچه‌دهی روز	هیبرید	آبیاری
۱۴۱۱ bc	۳۱۱۱ ab	۱۲/۳ bc	۱۳۰/۴ bcd	۲۸/۶ i	A ₇₄ ×R ₉₅	
۱۰۱۳ de	۲۴۸۶ bc	۱۳/۲ b	۱۰۸/۱ c-g	۲۹/۰ i	CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	
۱۶۵۹ ab	۳۶۹۹ a	۱۳/۱ b	۱۲۷/۹ bcd	۳۶/۰ c-f	ایروفلور	
۱۴۳۵ bc	۳۲۲۶ ab	۱۵/۲ a	۱۱۴/۳ cde	۳۲/۰ h	آلستار	
۱۲۲۷ cd	۲۸۱۰ b	۱۲/۴ bc	۱۵۳/۰ ab	۳۸/۰ abc	هایسان ۳۳	۶۰
۱۸۶۹ a	۳۸۶۱ a	۱۳/۴ ab	۱۶۲/۰ a	۳۶/۶ b-f	مهر	
۱۲۳۰ cd	۲۶۳۸ b	۱۱/۵ bcd	۱۵۴/۹ ab	۳۵/۰ efg	آذرگل	
۸۵۷ ef	۱۸۹۸ cd	۱۳/۶ ab	۱۴۶/۵ ab	۳۶/۰ c-f	هایسان ۳۶	
۱۲۲۲ cd	۲۷۲۶ b	۱۲/۰ bc	۱۳۶/۲ abc	۳۳/۰ gh	بروکار	
۵۱۶ fgh	۱۱۹۴def	۱۰/۷ cde	۱۰۹/۵ c-g	۲۸/۰ i	A ₇₄ ×R ₉₅	
۳۱۲ h	۸۱۴ fg	۸/۸ efg	۸۶/۳ e-i	۲۸/۳ i	CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	
۴۶۵ gh	۱۰۴۶efg	۹/۶ def	۸۶/۲ e-i	۳۷/۶ a-d	ایروفلور	
۷۳۷ efg	۱۶۷۱ de	۱۰/۴ cde	۱۰۳/۰ d-i	۲۹/۰ i	آلستار	
۴۱۲ gh	۹۶۷ efg	۹/۲ efg	۱۰۸/۵ c-g	۳۹/۳ a	هایسان ۳۳	۱۲۰
۳۱۵ h	۷۱۷ fg	۸/۰ fgh	۱۰۶/۷ c-h	۳۸/۳ ab	مهر	
۴۶۸ gh	۱۰۴۶efg	۹/۶ def	۱۱۰/۷ c-f	۳۵/۶ def	آذرگل	
۲۲۰ h	۵۱۸ fg	۷/۴ fgh	۸۷/۱ e-i	۳۷/۳ a-d	هایسان ۳۶	
۴۵۳ gh	۱۰۶۴efg	۹/۱ efg	۹۹/۲ d-i	۳۴/۶ fg	بروکار	
۲۱۶ h	۵۹۷ fg	۸/۸ efg	۱۰۹/۸ c-g	۲۹/۳ i	A ₇₄ ×R ₉₅	
۲۰۰ h	۵۶۴ fg	۸/۱ fgh	۹۱/۹ e-i	۳۲/۳ h	CMS ₂₆ ×R ₁₀₃	
۱۲۴ h	۳۳۳ g	۷/۲ gh	۷۴/۵ i	۳۷/۳ a-d	ایروفلور	
۲۶۰ h	۷۰۱ fg	۹/۲ efg	۱۰۳/۳ d-i	۳۲/۰ h	آلستار	
۱۶۶ h	۴۰۷ fg	۷/۶ fgh	۷۸/۷ ghi	۳۹/۳ a	هایسان ۳۳	۱۸۰
۱۹۵ h	۴۴۸ fg	۶/۲ h	۸۲/۲ f-i	۳۷/۶ a-d	مهر	
۲۹۸ h	۶۹۳ fg	۷/۹ fgh	۱۰۷/۴ c-h	۳۵/۶ def	آذرگل	
۱۴۰ h	۳۷۰ fg	۷/۷ fgh	۷۶/۰ hi	۳۷/۰ b-e	هایسان ۳۶	
۱۷۰ h	۴۵۸ fg	۶/۵ h	۹۴/۷ e-i	۳۴/۶ fg	بروکار	

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

منابع

۱. دانشیان ج. ۱۳۸۱. گزارش نهایی گزینش لاین‌های متحمل به کم آبی آفتابگردان. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی.
۲. رشدی م.، ح. شریف آباد، م. کریمی ، ق. نور محمدی و ف. درویش. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام آفتابگردان. مجله علوم کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۰۹ تا ۱۲۲.
۳. وزین ف. و ا. زمانی. ۱۳۸۴. اثر تاریخ کاشت بر فنولوژی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه دو رقم آفتابگردان. مجله دانش کشاورزی ایران، جلد ۲، شماره‌های ۳ و ۴، صفحات ۵۹ تا ۷۳.
4. **Angadi S.V. and M.H Entz. 2002.** Root system and water use patterns of different height sunflower cultivars. *Agronomy Journal*, 94: 136-145.
5. **Chimenti C.A. and A.J. Hall. 1993.** Genetic variation and changes with ontogeny of osmotic adjustment in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Euphytica*, 71: 201-210.
6. **Dagdelen N., E. Yilmaz, F. Sezgin and T. Gurbuz. 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.
7. **Erdem T., Y. Erdem, A.H. Orta and H. Okursoy. 2006.** Use of a crop water stress index for scheduling the irrigation of sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 11-20.
8. **Fereres E., C. Gimenez and J.M. Fernandez. 1986.** Genetic variability in sunflower cultivars under drought. I-Yield relationships. *Australian Journal of Agricultural Research*, 37: 573-582.
9. **Flagella Z., T. Rutunno, E. Tarantino, R. Dicaterina and A. De Caro. 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.
10. **Flexas J., J. Bota, F. Loreto, G. Cornic and T.D Sharkey. 2004.** Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biology*, 6: 269-279.
11. **Gimenez C. and E. Fereres. 1986.** Genetic variability in sunflower cultivars under drought. II-Growth and water relations. *Australian Journal of Agricultural Research*, 37: 583-597.
12. **Goksoy A.T., A.O. Demir, Z.M. Turan and N. Dagustu. 2004.** Responses of sunflower to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Research*, 87: 167-178.
13. **Kiani P.S., P. Grieu, P. Hewezi, L. Gentsbittle and A. Sarrafi. 2007.** Genetic variability for physiological traits under drought conditions and differential expression of water stress-associated genes in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Theoretical and Applied Genetics*, 114: 193-207.
14. **Lopez Pereira M., V.O. Sadras and N. Trapani. 1999.** Genetic improvement of sunflower in Argentina between 1930 and 1995. I. Yield and its components. *Field Crops Research*, 62: 157-166.
15. **Reddy A.R., K.V. Chaitanya and M. Vivekanandan. 2004.** Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161: 1189-1202.
16. **Robenson R.G. 1971.** Sunflower phenology. Year, variety and date of planting effects on day and growing degree day summations. *Crop Science*, 11: 635-638.
17. **Rosales-Serna R., J. Kohashi-Shibata, J.A. Acosta-Gallegos, C. Trejo-Lopez, J. Ortiz-Cereceres and J.D. Kelly. 2004.** Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Research*, 85: 203-211.
18. **Schneiter A.A. and J.F. Miller. 1981.** Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, 21: 901-902.
19. **Sepaskhah A.R. and D. Akbari. 2005.** Deficit irrigation planning under variable seasonal rainfall. *Biosystems Engineering*, 92 (1): 97-106.
20. **Zwart S.J. and W.G.M. Bastiaanssen. 2004.** Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*, 69: 115-133.