اثر رژیم‌های آبیاری روی برخی شاخص‌های رشد و عملکرد ارقام مختلف آفتابگردان روغنی

حسن ولی‌نژاد[۱] و نواب حاجی‌حسنی اصل[۲]

چکیده

تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در سال زراعی ۱۳۸۲ در مزرعه تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش سطوح آبیاری به عنوان عامل اصلی (آبیاری در ۷۰-۷۰-۷۰، ۹۰-۹۰-۹۰، ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰، ۹۰-۷۰-۹۰، ۱۱۰-۷۰-۱۱۰، ۱۱۰-۹۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر که به‌ترتیب از مرحله استقرار تا رویت طبق تا شروع گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک، اعمال گردیدند) و رقم به عنوان عامل فرعی در سه سطح (شامل رکورد، هایسان ۳۳ و آرماویرسکی) به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار پیاده شدند. با افزایش فواصل آبیاری، از وزن خشک برگ و ساقه به‌طور معنی‌داری در مراحل رویت طبق، شروع گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک کاسته شد. اختلاف بین تیمارهای آبیاری از نظر وزن خشک طبق در مرحله شروع گرده افشانی معنی‌دار نبود. افزایش فواصل آبیاری موجب کاهش معنی‌دار صفات فوق گردید. همچنین با افزایش بیشتر مقدار آب مصرفی، راندمان مصرف آب کاهش یافت. طوری که تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ ضمن داشتن بیشترین عملکرد، کمترین راندمان مصرف آب را داشت. ارقام مورد بررسی فقط از نظر وزن خشک برگ در مرحله رویت طبق تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند و آرماویرسکی کمترین وزن خشک برگ را در این مرحله داشت. بنابراین در مناطقی که کمبود آب مشکل عمده محسوب می‌شود، برای استفاده بهینه از منابع آب، آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر در تمام طول دوره رشد بر طبق نتایج این تحقیق مناسب می‌باشد.

کلمات کلیدی: *راندمان مصرف آب، شاخص سطح برگ، عملکرد و وزن خشک.*

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۳۰

۱- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد صوفیان و فرهیخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (نویسنده مسئول)
E- mail: hvalinajad@yahoo.com
۲- عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

از نظر کشاورزی پراکنش نزولات در مناطق خشک و نیمه خشک غالبا منطبق با نیازهای زراعی نبوده و محصولات دچار تنش‌های ممتد و یا موقت می‌شوند. لذا به کارگیری روش‌های به‌زراعی و نیز استفاده از ارقام مقاوم به خشکی، امکان استفاده بهینه از مناطق نیمه خشک را میسر نموده و به سطح زیر کشت و بازدهی این مناطق می‌افزاید (Mozafari et al., 1996). در مناطق خشک، معمولاً خشکی و گرما همراه با هم پدید می‌آیند. بنابراین، جدا کردن اثرات گرما و خشکی از هم‌دیگر مشکل است (Fehr, 1989). بنابراین شناخت ویژگی‌های مربوط به سازگاری گیاهان زراعی، به‌خصوص در رابطه با تنش خشکی، می‌تواند در گسترش سطح کشت و افزایش عملکرد تاثیر مهمی داشته باشد.

آفتابگردان گیاهی است یک ساله از تیره آفتابگردان یا کاسنی[1] که به صورت بوته‌ای استوار رشد می‌کند (Kochaki, 1996 ؛ Fehr, 1989 ؛ Khajepoor, 2005). آفتابگردان ریشه مستقیم و توسعه یافته‌ای دارد که عمق نفوذ آن بر حسب تراکم و ساختمان خاک متفاوت است و می‌تواند تا عمق ۳ متری خاک نفوذ کند، این ویژگی سبب می‌شود که ریشه گیاه رطوبت و مواد غذایی را از اعماق خاک جذب نموده و بهتر از بسیاری از گیاهان زراعی یک‌ساله قادر به تحمل خشکی باشد (Alyari et al., 2000؛ Khajepoor, 2005؛ Katerji et al., 1993 و Zaffaroni and Schneiter, 1989). نیاز آبی زراعت آفتابگردان در یک دوره رشدی در حدود ۵۰۰ میلی‌متر گزارش شده است (Alyari et al., 2000؛ Khajepoor, 2005 ؛ Orid, 1984).

اردم و همکاران (۲۰۰۱) اعلام کردند متوسط نیاز آبی آفتابگردان در شرایط ترکیه حدود ۸۵۰ میلی‌متر است (Erdem et al., 2001). بدیهی است که تعداد آبیاری در مرحله قبل از گل‌دهی بستگی به میزان و دفعات بارندگی دارد. شاخص سطح برگ مهم‌ترین ویژگی رشد رویشی آفتابگردان است که حداکثر حساسیت به کمبود آب خاک را نشان می‌دهد. بنابراین، نشانه اصلی تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی آفتابگردان، کاهش اندازه و تعداد برگ‌ها است (Khajepoor, 2005 و Arshi, 1994). وقوع تنش خشکی در مرحله ۴ تا ۸ برگی منجر به کوچک شدن برگ‌ها گردیده و شاخص سطح برگ را در دوره رسیدن محصول و همچنین میزان جذب نور توسط گیاه را کاهش داد (Kochaki and Sarmadniya. 2004). کمبود آب در ابتدای مرحله رویشی، وزن برگ، ساقه، عملکرد دانه و در اواخر مرحله رویشی وزن ساقه و عملکرد را کاهش می‌دهد (Eck, 1986). گمز و همکاران (Gomez et al., 1991)طی مطالعه خود مشاهده کردند که وقوع تنش خشکی در ابتدای رشد سبب کاهش طول دوره رویشی تا ۱۵ روز گردید. ترنر و سوبرادو (Turner and Sobrado, 1987) در

---

1 . Asteraceae

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش خود گزارش کردند که کمبود آب در آفتابگردان میزان فتوسنتز خالص و وزن خشک برگ‌ها را کاهش داده، ولی نسبت ریشه به اندام هوایی را به واسطه عمیق‌تر شدن ریشه‌ها افزایش داد.

سدراس و همکاران (Sadras et al., 1993) در دو آزمایش جداگانه در نواحی مدیترانه، یکی با آبیاری مطلوب و دیگری بدون آبیاری که تا مرحله ۱۶ برگی آبی به زمین داده نشده، مشاهده کردند که سطح برگ گیاهان تحت تنش تقریبا ۳۰ درصد کمتر از گیاهان با آبیاری مطلوب بود. کاهش سطح برگ آفتابگردان در اثر تنش خشکی در یافته‌های چیمنتی و همکاران (Chimenti et al. 2002) نیز مشاهده می‌شود. نتایج تحقیق رضایی‌زاد (۱۳۸۳) حاکی از آن بود که تنش خشکی سبب کاهش شدید شاخص برگ می‌شود (Rezayizad, 2004). یکی از اثرات کمبود آب، کاهش توسعه سلول به واسطه نقصان در آماس سلول است که این امر سبب کاهش طویل شدن ساقه، برگ و کاهش فتوسنتز در گیاه می‌گردد. بنابراین، تنش رطوبتی سبب کاهش ارتفاع ساقه اصلی می‌شود (Shirani Rad, 2000). آزمایش‌های مختلف (Cox and Jolliff, 1986؛ Jafar et al., 1993 و Unger, 1992) نشان دادند که وزن خشک ریشه و ارتفاع گیاه آفتابگردان در مرحله قبل از گل‌دهی به ماکزیمم خود رسیده و نسبت اندام هوایی در این مرحله خیلی کمتر از اوایل فصل رشد می‌باشد (Unger, 1992). دانشیان و همکاران (Daneshian et al., 2005) گزارش کردند که تنش کم آبی در مراحل مختلف نمو آفتابگردان شاخص سطح برگ گیاهان را کاهش داد.

میرحسینی ده‌آبادی (Mir Hossyni Dehabadi, 1997) سه مرحله ساقه‌روی، غنچه-دهی و دانه‌بندی را مراحل حساس کم آبی در آفتابگردان گزارش نمود. وی همچنین اظهار داشت که آبیاری در مرحله ساقه رفتن سبب ازدیاد شاخص سطح برگ شده، در نتیجه فتوسنتز به خوبی انجام می‌گیرد. آبیاری در مرحله غنچه دادن باعث انتقال مواد غذایی به غنچه‌ها شده و آبیاری آخر، پرشدن مطلوب دانه‌های آفتابگردان را سبب می‌شود. مراحل خمیری نرم و خمیری سخت دانه از نظر تنش رطوبتی خیلی بحرانی هستند. عدم آبیاری در مرحله خمیری نرم، سبب کاهش شدید عملکرد دانه تا ۲۵ درصد شد (Dihllon and Sidhu, 1995). وقوع تنش خشکی در مرحله دانه-بندی، عملکرد دانه را به شدت کاهش داد (Human et al., 1990). رشدی (Roshdi, 2006). طی آزمایشی بیان نمود که تنش کم آبی عملکرد دانه را کاهش داد و تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی-متر تبخیر بالاترین عملکرد دانه را به میزان ۵۱۲۵ کیلوگرم تولید نمود و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود در آزمایش کلهری (Kalhori, 2003) بالاترین عملکرد دانه به میزان ۳۴۲۸ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) بوده و قطع آبیاری و بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی کمترین

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه را تولید نمود. مظاهری لقب و همکاران (Mazahri Lagab et al., 2001) اثر آبیاری تکمیلی را بر ارقام مختلف آفتابگردان در شرایط دیم بررسی و مشاهده کردند که راندمان مصرف آب برای عملکرد دانه در مرحله گلدهی ۴۱ درصد و در مرحله دانه‌بندی ۴۰ درصد بود. هانگ و ایوانز (۱۹۸۵) نتیجه گرفتند که آفتابگردان و گلرنگ برای تولید حداکثر عملکرد، در کل مقدار آب مشابهی را مصرف کردند و افزایش آب آبیاری، باعث کاهش راندمان مصرف آب در هر دو گیاه شد (Hang and Evans, 1985). آبیاری آفتابگردان در مرحله غنچه‌دهی، میزان رشد رویشی را افزایش و راندمان مصرف آب را کاهش داد، ولی آبیاری در مرحله جوانه‌زنی و گل‌دهی حداکثر راندمان مصرف آب را داشت (Unger, 1992.). جعفرزاده کنارسری و پوستینی (Jafar Zadeh Kenarsare and Poostini, 1997) طی مطالعه‌ای که در کرج انجام دادند گزارش کردند که برای بالا بردن راندمان مصرف آب در زراعت آفتابگردان، انجام آبیاری در مراحل کاشت، اواخر دوره رویشی، مرحله گل‌دهی و گرده افشانی و اواسط دانه‌بندی در شرایط محدود بودن دسترسی به آب آبیاری ضروری به‌نظر می‌رسد.

هدف از انجام این آزمایش انتخاب رژیم آبیاری مناسب با هدف صرفه جویی در مقدار آب برای آفتابگردان، بدون کاهش عملکرد در منطقه خوی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان خوی واقع در ۳ کیلومتری شمال خوی اجرا گردید. مزرعه آزمایشی در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی واقع است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۵۷ متر می‌باشد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار پیاده گردید. دور آبیاری به عنوان عامل اصلی در شش سطح (جدول ۱) و رقم به عنوان عامل فرعی در سه سطح (شامل رکورد، هایسان ۳۳ و آرماویرسکی) بود. برای تعیین سطوح مختلف آبیاری از مقدار آب تبخیر شده از تشتک تبخیر کلاس A استفاده گردید. زمان اعمال تیمارهای آبیاری از مرحله ۲ تا ۴ برگی بوته‌ها بود. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کاشت ۴ متری به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و به صورت جوی و پشته بود.

جدول ۱- معیار آبیاری بر اساس میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

Tab 1- irrigation after mm evaporation on Pan class A

تیمار Treatment	مرحله رشدی Growth stage		
	استقرار تا رویت طبق	رویت طبق تا شروع گرده افشانی	شروع گرده افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک
1	70	70	70
2	90	90	90
3	110	110	110
4	90	70	90
5	110	70	110
6	110	90	110

Archive of SID

www.SID.ir

عملیات تهیه بستر شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره و تسطیح بود. کودپاشی قبل از کاشت و بر اساس نتایج تجزیه خاک انجام گرفت. برای کنترل حجم آب آبیاری در هر آبیاری از سرریزهایی که در ابتدای هر کرت اصلی نصب شده بود استفاده گردید. آبیاری پس از مقدار معینی تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و بر اساس تیمارها اعمال گردید. دبی آب با استفاده از سرریز مستطیلی شکل و فرمول $Q= ۰/۰۱۸۴ CH^{۳/۲}$ بود. در این رابطه، Q دبی آب بر حسب لیتر در ثانیه، C عرض سرریز بر حسب سانتی‌متر و H ارتفاع آب بر روی سرریز بر حسب دقیقه محاسبه شد و آب مورد نیاز هر کرت با استفاده از کورنومتر در اختیار گیاه قرار داده شد. برای تخمین توزیع آب در پروفیل خاک، درصد رطوبت خاک در دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متر منطقه توسعه ریشه با استفاده از روش وزنی، قبل و بعد از آبیاری تعیین گردید. برای این منظور از هر کرت دو نمونه خاک از عمق‌های مذکور تهیه و پس از توزین، در آون تهویه‌دار با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. نمونه‌ها پس از خشک شدن توزین و درصد رطوبت خاک به تفکیک عمق محاسبه شد. برای ارزیابی صفات مورد آزمون، نمونه‌برداری در مراحل رویت طبق، شروع گرده افشانی، شروع زرد شدن طبق و رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. در هر نمونه‌برداری ۵ بوته توالی از ابتدای خطوط کاشت وسطی با رعایت حاشیه از سطح خاک بریده شد. بوته‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و به ساقه، برگ و طبق تفکیک گردیدند. اجزای بوته‌ها پس از خشک کردن در آون تهویه‌دار با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، توزین شدند. برای تعیین شاخص سطح برگ در مرحله رویت طبق، طول و عرض کلیه برگ‌های نمونه‌برداری شده، اندازه‌گیری شد و سطح برگ با استفاده از ضریب ۰/۶۸ محاسبه گردید. شاخص سطح برگ با استفاده از میانگین سطح برگ هر بوته و سطح اشغال شده توسط هر بوته محاسبه گردید (Kochaki et al., 1994). عملکرد دانه در واحد سطح در حدود دو متر طولی از خطوط کاشت محاسبه گردید. راندمان مصرف آب نیز از طریق تقسیم میزان عملکرد تولیدی هر سطح به کل میزان آب مصرف شده همان سطح بدست آمد.

اعداد حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و STATGRAF مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیدند. برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک برگ: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای سطوح مختلف آبیاری از نظر وزن خشک برگ در مرحله رویت

Archive of SID

www.SID.ir

طبق اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۲). بیشترین وزن خشک (۳۱۴/۶ گرم) در این مـــرحله متعلق به تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین مقدار (۲۴۱/۲ گرم) آن متعلق به تیمار ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۳). وجود اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار به دلیل دسترسی کافی به مقدار رطوبت خاک از زمان سبز شدن تا مرحله رویت طبق در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بود. به عبارت دیگر، تیمارهایی که تا این مرحله، مقدار آب کمتری نسبت به تیمار ۷۰ میلی‌متر دریافت نموده بودند به نوعی دچار تنش خشکی یا کم آبی شده و در نتیجه وزن خشک برگ کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته بود. این یافته‌ها با نتایج حاصل از مطالعات ترنر و سوبرادو (Turner and Sobrado, 1987) مطابقت داشت. اثر رقم بر وزن خشک برگ در مرحله رویت طبق در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن خشک برگ مربوط به هیبرید هایسان ۳۳ (۲۸۲/۳ گرم) و کمترین میزان آن مربوط به رقم آرماویرسکی (۲۴۰/۶ گرم) بود. رقم رکورد و هایسان ۳۳ اختلاف معنی‌داری از نظر وزن خشک برگ در این مرحله نداشتند (شکل ۱). به نظر می‌رسد نوعی همبستگی بین تعداد و میزان برگ و زمان رسیدن آفتابگردان وجود داشته باشد، زیرا گیاهان دارای برگ‌های بیشتر معمولا دیرتر می‌رسند (Naseri, 1996).

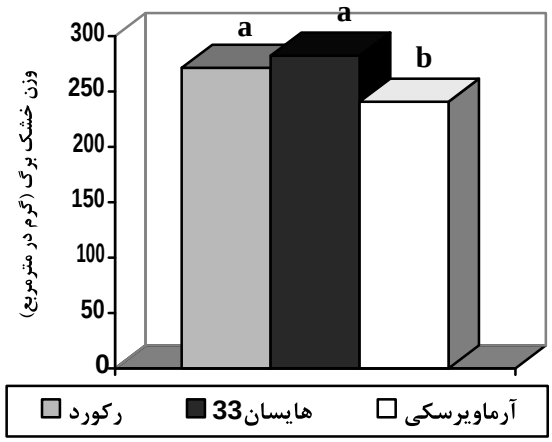
نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک برگ در مـــرحله شروع گرده افشانی را در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر با اختلاف فاحش و معنی‌دار بیشترین (۳۴۹ گرم) و تیمار ۱۱۰-۹۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر کمترین (۲۵۴/۴ گرم) وزن خشک برگ را تولید کردند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تامین یک نوبت آب بیشتر در شدیدترین تنش خشکی توانسته است وزن برگ را تا حد تنش ملایم افزایش دهد. به طوری‌که در رژیم آبیاری ۱۱۰-۹۰-۱۱۰ وزن خشک برگ حاصله به اندازه تنش ۹۰-۹۰-۹۰ بوده است. بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها در این مرحله حاکی از آن است که وزن خشک برگ همگام با افزایش رطوبت خاک طی دوره استقرار تا گرده‌افشانی افزایش یافته است. بررسی روند تغییرات وزن خشک برگ نشان داد که تامین مقدار بیشتری رطوبت در فاصله زمانی رویت طبق تا گرده افشانی نمی‌تواند اثر نامطلوب تنش وارده طی دوره استقرار تا رویت طبق را جبران نماید. اثر رقم بر وزن خشک برگ در مرحله گرده افشانی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

مطابق نتایج آنالیز واریانس اثر سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک برگ در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن خشک برگ (۳۲۰/۱ گرم) در این مرحله مـــربوط به تیمار

Archive of SID

www.SID.ir

۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین آن (۲۱۱/۱ گرم) مربوط به تیمار آبیاری ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود. با افزایش فاصله آبیاری‌ها از ۷۰ به ۹۰ و ۱۱۰ میلی‌متر در هر یک از رژیم‌ها مقدار وزن خشک برگ کاسته شد. این روند بیانگر آن بود که افزایش میزان تنش می‌تواند در کاهش شاخص سطح برگ و تعداد برگ و در نتیجه کاهش وزن خشک برگ‌ها موثر باشد. به‌طور کلی، وزن خشک برگ همگام با افزایش رطوبت خاک طی دوره رشد گیاه افزایش یافت (جدول ۳). نتایج حاصله با نتایج مطالعات مظفری و همکاران (Mozafari et al., 1996) مطابقت داشت. آنان نشان دادند وقوع تنش خشکی در مرحله رشد رویشی سبب کاهش وزن خشک برگ می‌شود.



شکل ۱- اثرات ارقام مختلف بر وزن خشک برگ در مرحله رویت طبق (گرم در مترمربع)

Fig 1- Effect of different variety on leaf dry weight in capitol stage (gr/m^2)

وزن خشک ساقه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک ساقه در مرحله رویت طبق، شروع گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین سطوح آبیاری، بیشترین وزن خشک ساقه در مرحله رویت طبق (۴۲۱/۱ گرم) متعلق به تیمار آبیاری ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین آن (۲۹۱/۹ گرم) متعلق به تیمار آبیاری ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه در مرحله شروع گرده افشانی مربوط به تیمار آبیاری ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر (۷۰۵/۱ گرم) و کمترین میزان آن (۵۰۷/۹ گرم) مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه (۶۹۷/۲ گرم) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک متعلق به سطح آبیاری ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین آن (۴۹۵/۵ گرم) متعلق به آبیاری ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش رشد ساقه در ابتدای رشد با تامین آب کافی در یک مرحله، جبران نمی‌شود. کاهش تنش خشکی در مراحل میانی رشد در رژیم‌های ۱۱۰-۹۰-۱۱۰، ۱۱۰-۷۰-۱۱۰ نتوانسته است وزن ساقه را در مقایسه با رژیم ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ تغییر دهد. همچنین مقادیر وزن خشک ساقه در این مرحله در رژیم‌های ۹۰-۹۰-۹۰ و ۹۰-۷۰-۹۰ از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳). تنش رطوبتی از طریق کاهش سطح فتوسنتزی و نیز آسیب بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها سبب کاهش وزن خشک ساقه گردیده

Archive of SID

www.SID.ir

است (Shirani Rad, 2000). اگر چه همراه با افزایش شدت تنش رطوبتی از وزن خشک ساقه کاسته شد، اما تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ با تیمارهای ۹۰-۷۰-۹۰ و ۹۰-۹۰-۹۰ تفاوت معنی‌داری نداشت. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که هر گونه تنش رطوبتی طی مراحل سبزشدن تا رویت طبق موجب کاهش وزن خشک ساقه گردیده و زیادی آبیاری پس از این مرحله نمی‌تواند آسیب وارده را جبران نماید. تیمارهایی که دوره استقرار تا رویت طبق بر اساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر آبیاری شده بودند به‌طور معنی‌داری وزن خشک ساقه بیشتری در مقایسه با تیمارهای آبیاری ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر طی همین دوره تولید کردند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که وزن خشک ساقه عمدتا توسط وضعیت رطوبتی خاک طی دوران قبل از رویت طبق تعیین می‌گردد و رژیم‌های رطوبتی دوران طبق تا گرده افشانی تاثیر قابل توجهی بر وزن خشک ساقه ندارند. به‌علاوه وقوع تنش رطوبتی پس از مرحله شروع گرده افشانی می‌تواند سبب کاهش فتوسنتز جاری شود و بخش بیشتری از وزن خشک ذخیره شده در ساقه، به دانه انتقال یابد و این امر سبب کاهش بیشتری در وزن خشک ساقه در تیمارهای تحت تنش آبی در مراحل استقرار تا رویت طبق و گرده افشانی تا رسیدگی گردد (Alyari et al., 2000). اثر رقم و اثر متقابل رقم در آبیاری بر وزن خشک ساقه در این مرحله معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی روی وزن خشک برگ و ساقه آفتابگردان در مراحل مختلف نمو

Tab 2- Variance analysis of the effect of experimental treatments on sunflower dry weight of leaf and stem in different growth stage

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight			وزن خشک ساقه Stem dry weight		
		رویت طبق Capitol	شروع گرده افشانی Pollination	رسیدگی فیزیولوژیک R_9 stage	رویت طبق Capitol	شروع گرده افشانی Pollination	رسیدگی فیزیولوژیک R_9 stage
تکرار (Rep)	2	6550/66	8045/33	2683/38	1312/35	3142/79	6352/31
سطوح آبیاری (Irrigation Levels)	5	9267/44**	11692/45**	24845/54**	26896/74**	80706/12**	87070/35**
خطا (a)	15	1735/23	1819/83	2446/18	986/80	9657/12	5200/21
رقم (Variety)	2	11210/86**	4594/71	4073/69	7528/83	5502/25	3236/86
سطوح آبیاری* رقم (Irrigation Levels*Variety)	10	3423/37	2499/03	1967/78	2073/93	2172/78	2512/48
خطا (b)	36	1752/32	5019/83	2457/09	3542/90	4978/94	4152/32
ضریب تغییرات (درصد) (C.V)		15/18	26/19	17/88	17/75	12/04	11/15

* و ** به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

* and ** = significantly at 5 and 1 percent, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه (گرم در مترمربع) در مراحل مختلف نمو

Tab 3- Mean comparison of sample effect of different irrigation levels on leaf dry weight and stem dry weight (gr/m2) in different growth stage

وزن خشک ساقه Stem dry weight			وزن خشک برگ Leaf dry weight			منابع تغییر S.O.V
رسیدگی فیزیولوژیک R_9 stage	شروع گرده افشانی Pollination	رویت طبق Capitol	رسیدگی فیزیولوژیک R_9 stage	شروع گرده افشانی Pollination	رویت طبق Capitol	
						سطوح آبیاری Irrigation levels
697/2 a	705/1 a	۱/۴۲۱ a	320/1 a	349/0 a	314/6 a	70-70-70
614/9 b	637/1 ab	337/7 b	276/8 bc	287/2 b	275/9 b	90-90-90
495/5 c	507/9 b	291/9 c	211/1 d	262/2 b	241/2 b	110-110-110
627/7 b	642/2 ab	343/0 b	284/1 ab	290/2 b	264/1 b	90-70-90
503/2 c	523/3 b	305/3 c	267/2 bc	271/7 b	248/9 b	110-70-110
496/3 c	518/0 b	293/0 c	238/9 cd	254/4 b	242/6 b	110-90-110

اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Number of column that have same letter are not significantly different

وزن خشک طبق: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری و رقم از نظر وزن خشک طبق در مرحله شروع گرده افشانی اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). ولی اثر سطوح آبیاری روی وزن خشک طبق در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن خشک طبق (۶۵۲/۶ گرم) در این مرحله مربوط به تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین مقدار آن (۵۴۶/۲ گرم) متعلق به تیمار ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۵). روند تغییرات وزن خشک طبق با شدت تنش رطوبتی و نیز روند تغییرات وزن خشک ساقه هماهنگ است. بر این اساس ممکن است نتیجه گرفت که تنش خشکی از طریق تاثیر بر رشد و انتقال مواد غذایی از ساقه به طبق در تعیین وزن طبق نقش داشته است.

شاخص سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص سطح برگ در مرحله شروع گرده افشانی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بالاترین شاخص سطح برگ (۴/۹۵۳) مربوط به تیمار ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین مقدار آن (۴/۲۵۹) مربوط به تیمار ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۵). به‌طور کلی، تغییرات شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

سطح برگ در مرحله گرده افشانی با میزان دسترسی گیاهان به آب هماهنگ است. عدم تفاوت بین تیمار آبیاری ۹۰-۹۰-۹۰ و ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از نظر شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که انجام آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر در فاصله رویت طبق تا گرده افشانی توانسته است تا حدی خسارت ناشی از ۹۰ میلی‌متر آبیاری از استقرار تا رویت طبق را جبران نماید. به عبارت دیگر بخش قابل توجهی از رشد برگ‌ها پس از رویت طبق اتفاق می‌افتد و عدم تنش رطوبتی پس از این مرحله برای ایجاد شاخص سطح برگ مناسب ضرورت دارد. شاخص سطح برگ یکسان تولید شده در تیمارهای ۹۰-۹۰-۹۰ و ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ نشان می‌دهد که این شاخص در برابر تنش‌هاش شدید در این مرحله ثابت بوده و تغییرات کمتری را نشان می‌دهد. مقایسه نتایج وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ در این مرحله نشان می‌دهد که تجمع اسیمیلات در برگ در برابر تنش کمبود آب حساس‌تر از سطح برگ است و در تنش‌های شدیدتر، گیاه برگ‌هایی با وزن کمتر توسعه می‌دهد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه سدرس و همکاران (۱۹۹۳) که اظهار داشتند بروز تنش خشکی در مرحله رشد رویشی سبب کاهش سطح برگ می‌شود، مطابقت داشت (Sadras et al., 1993). اثر رقم و اثر متقابل صفات بر شاخص سطح برگ در مرحله شروع گرده افشانی معنی‌دار نبود (جدول ۴).

عملکرد دانه در هکتار: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۴۹۷۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری پس از ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر و کمترین مقدار آن با میانگین ۳۵۷۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ میلی‌متر تبخیر بود (جدول ۵). عملکرد دانه فقط از تیمار آبیاری پس از ۱۱۰-۱۱۰-۱۱۰ دچار افت معنی‌داری شده است. با توجه به تغییرات وزن ساقه و عملکرد دانه می‌توان گفت که در تنش‌های ملایم (۹۰-۷۰-۹۰) انتقال مجدد مواد انباشته شده در ساقه مانع کاهش معنی‌دار عملکرد دانه شده است (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک طبق در مراحل مختلف نمو، شاخص سطح برگ در شروع گرده افشانی و عملکرد دانه

Tab 4- Variance analysis of the effect of experimental treatments on sunflower dry weight of Capitol, LaI in pollination and seed yield

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک طبق Capitol dry weight		شاخص سطح برگ (شروع گرده افشانی) LAI	عملکرد دانه Seed yield
		شروع گرده افشانی Pollination	رسیدگی فیزیولوژیک R_9 stage		
تکرار (Rep)	2	1316/11	4178/45	0/310	15664/17
سطوح آبیاری (Irrigation Levels)	5	816/05	23511/42**	0/651*	4064700/66**
خطا (a)	15	319/30	2675/23	0/220	220196/84
رقم (Variety)	2	156/57	511/32	0/314	86161/54
سطوح آبیاری* رقم (Irrigation Levels*Variety)	10	219/73	1848/59	0/030	43772/53
خطا (b)	36	712/86	3118/88	0/184	213649/65
ضریب تغییرات (درصد) (C.V)		18/40	9/05	9/42	10/66

* و ** به‌ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

* and ** = significantly at 5 and 1 percent, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف آبیاری بر وزن خشک طبق، شاخص سطح برگ در شروع گرده‌افشانی و عملکرد دانه

Tab 5- Mean comparison of sample effect of different irrigation levels on capitol dry weight, LaI in pollination and seed yield

منابع تغییر	وزن خشک طبق Capitol dry weight رسیدگی فیزیولوژیک R_9 stage	شاخص سطح برگ (شروع گرده افشانی) LAI	عملکرد دانه Seed yield
سطوح آبیاری Irrigation levels			
70-70-70	652/6 a	4/953 a	4976 a
90-90-90	622/2 a	4/486 b	4661 a
110-110-110	546/2 c	4/259 b	3575 c
90-70-90	637/3 a	4/647 ab	4832 a
110-70-110	609/2 ab	4/482 b	4248 b
110-90-110	584/2 bc	4/474 b	3738 c

اعداد هر ستون که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Number of column that have same letter are not significantly different

راندمان مصرف آب: راندمان مصرف آب با توجه به مقدار آب مصرف شده و نیز راندمان مصرف آب به دست آمده در هر یک از سطوح مختلف آبیاری در جدول ۶ ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

مختلف آبیاری می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدار آب مصرفی، عملکرد افزایش یافته است. ولی با افزایش دفعات آبیاری و در نتیجه افزایش بیشتر میزان آب مصرفی، راندمان مصرف آب سیر نزولی پیدا کرده است. طوری که بیشترین راندمان مصرف آب متعلق به تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین میزان آن متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر در تمام طول دوره رشد بوده است. نتایج مشابهی توسط مظفری و همکاران (۱۳۷۵) گزارش شده است (Mozafari et al., 1996).

جدول ۶- مقدار آب مصرفی و راندمان مصرف آب در تیمارهای متفاوت آبیاری

Tab 6- Amount of water use and WUE in different irrigation levels

تیمار treatment	تعداد دفعات آبیاری N. of Irrigation	مقدار کل آب مصرف شده (مترمکعب در هکتار) Total used water	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield	راندمان مصرف آب (درصد) WUE
70-70-70	13	9100	4976	55
90-90-90	10	7000	4661	67
110-110-110	8	5600	3575	64
90-70-90	11	7700	4832	43
110-70-110	10	7000	4248	61
110-90-110	9	6300	3738	59

نتیجه‌گیری

در بررسی صفات مورد ارزیابی، تیمار آبیاری ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر نسبت به سایر تیمارها برتری داشت. برتری این تیمار به دلیل تامین مقدار کافی رطوبت خاک در فاصله زمانی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک یا به عبارت دیگر در تمام دوره رشد گیاه بود. ولی در مورد عملکرد دانه، تیمارهای آبیاری ۹۰-۷۰-۹۰ و ۹۰-۹۰-۹۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب با میانگین ۴۸۳۲ و ۴۶۶۱ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری مشابهی با تیمار آبیاری پس از ۷۰-۷۰-۷۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۴۹۷۶ کیلوگرم در هکتار قرار گرفتند. همچنین از آن‌جایی که تیمار آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر، بالاترین راندمان مصرف آب را داشت، بنابراین به نظر می‌رسد برای استفاده بهینه از منابع آب و بالا بردن کارآیی استفاده از منابع آب و خاک، بتوان اقدام به آبیاری آفتابگردان در فواصل زمانی بیشتر از حد معمول آن، که تقریبا آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر می‌باشد، نمود. در این بررسی اثر رقم بر صفات وزن خشک طبق در دو مرحله، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه غیر معنی‌دار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده References

✓ Alyari, H., F. Shakari and F. Shakari. 2000. Oil seeds, agronomy and physiology. Amidy Publication, Tabriz. 182 Pp. (In Persian)

✓ Arshi, Y. 1994. Science and technology of sunflower. Cotton and Oil Seed Yield Institution Publisher, Iran. 780 Pp. (In Persian)

✓ Chimenti, C., A. Pearson. and J. Hall. 2002. Osmatic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crops Research. 75: 235-246.

✓ Cox, W.Y. and G.D. Jolliff. 1986. Growth and yield of sunflower, soybean under soil water deficits. Agronomy Journal. 78: 226- 230.

✓ Daneshian, J., M.R. Ardakani. and D. Habibi. 2005. Drought stress effects on yield, quantitative characteristics of new sunflower hybrids. The 2nd International Conference on Integrated Approaches to Sustain and Improve Plant Production Under Drought Stress. Roma. Italy. P: 406.

✓ Dihllon, A.D. and M.S. Sidhu. 1995. Impact of irrigation on sunflower productivity. Indian Journal of Plant Physiology. 34: 108- 113.

✓ Eck, H.V. 1986. Effect of water deficit on yield, yield component and water use efficiency of irrigation corn. Agronomy Journal. 78: 1035- 1040.

✓ Erdem, T., D. Lokman. and A. Halim Orta. 2001. Water use characteristics of sunflower under deficit irrigation. Pakistan Journal of Biological Science. 4 (7): 766- 769.

✓ Fehr, W.R. 1989. Principles of cultivar development in Miller .J. F (ed) sunflower. Chapter 16. Me Millan. U.S.A. 226- 243.

✓ Gomez, D., O. Marinez., M. Arnon. and G. Castro. 1991. Generating a selection index for drought tolerance in sunflower. II. Water use and consumption. Helianthus. 15: 65- 70.

✓ Hang, A.N. and D.W. Evans. 1985. Deficit sprinkler irrigation of sunflower. Agronomy Journal. 77: 588- 592.

✓ Human. J., J.D. Dutit., H.D. Bezuidenhout. and L.P. Brujn. 1990. The influence of plant water stress on net photosynthesis and yield of sunflower. Crop Science. 164: 231- 241.

✓ Jafar, M.N. L.R. Stone. and D.E. Goodrum. 1993. Rooting depth and dry matter development of sunflower. Agronomy Journal. 85: 281- 286.

✓ Jafar Zadeh Kenarsare, M and K. Poostini. 1997. Study of drought stress effect in different groeth stage on some of morphological characters and sunflower yield components (Var. Record). J. of Iran. Agri. Sci. 29 (2): 353- 361. (In Persian)

✓ Kalhori, J. 2003. Study of irrigation cutting in different growth stage on yield and yield components in sunflower variety. Ms.c Thesis, Agriculture collage, Tehran University. 108 Pp. (In Persian)

✓ Katerji, J.W., A. Hamdy., F. Karam. and M. Mastriolly. 1993. Effect of salinity on emergence and on water stress and early seedling growth of sunflower and corn. Agriculture Journal. 26: 81- 91.

✓ Khajepoor, M.R. 2005. Industrial plant. Jahad Daneshgahi Publisher, Esfahan Industrial University, Iran. 564 Pp. (In Persian)

✓ Kochaki, A. 1996. Arid Zone Agronomy. Jahad Daneshgahi Publisher, Mashhad Ferdowsi University, Iran. 182 Pp. (In Persian)

✓ Kochaki, A, and G. H. Sarmadniya. 2004. Crop physiology. Mashhad Jahad Daneshgahi Publisher, Iran. 400 Pp. (In Persian)

✓ Kochaki, A., M. Hossyni and M. Naseri Mahalati. 1994. Relationship of water and soil in crop. Jahad Daneshgahi Publisher, Mashhad, Iran. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Mazahri Lagab, H., f. Noori., H. Zareh Abyaneh and M.H. Vafaie. 2001. Effect of enough irrigation on agronomical characters in 3 sunflower variety in dry farming. J. of Agri. Res. 3 (1): 33- 42. (In Persian)
✓ Mir Hossyni Dehabadi. S.R. 1997. Effect of different irrigation levels on 3 sunflower verity yields. Ms.c Thesis, Agriculture collage, Tarbiat Modares University, Tehran. 89 Pp.
✓ Mozafari, K., Y. Arshi and H. Zaynali Khanegah. 1996. Study of drought stress effect on some of morphological characters and sunflower yield components. J. of Seed and Plant Agri. Res. 12 (3): 24- 34. (In Persian)
✓ Naseri, F. 1996. Oil seeds. Astan Gods Razavi Publishers. 823 Pp.
✓ Orid, J.R. 1984. Yield, water –use efficiency, and oil concentration and quality of dry land sunflower growth in the southern high plains. Agronomy Journal. 76: 229- 235.
✓ Rezayizad, A. 2004. Study of drought stress effect on yield variance and its components in sunflower. Iranian 8th Agronomy and Plant Breeding Conference, Iran (Abs.) Agricultural Science collage, Gorgan University. Pp: 241. (In Persian)
✓ Roshdi, M. 2006. Study of water deficit effects on physiological and biochemical treats in sunflower variety. Agronomy Ph. D thesis, Islamic Azad University, Ulum Tahgigat, Tehran. (In Persian)
✓ Sadras, V.O., F.J. Villalobos. and E. Fereres. 1993. Leaf expansion in field grown sunflower in response to soil and leaf water status .Agronomy Journal. 85: 564- 571.
✓ Shirani Rad, A. H. 2000. Crop Physiology. Dibagaran Publication, Tehran. 182 Pp. (In Persian)
✓ Turner. N.C. and M. Sobrado. 1987. Photosynthesis, dry matter accumulation and distribution in the wild sunflower and the cultivated sunflower as influenced by water deficits. Field Crop Abstract. 44: 435- 438.
✓ Unger, P.W. 1992. Time and frequency of irrigation effect on sunflower production and water use. Soil Science. 46: 1072- 1076.
✓ Zaffaroni, E.J. and A.A. Schneiter. 1989. Water use-efficiency and light interception of semi-dwarf and standard height sunflower hybrids grown in different row arrangement. Agronomy Journal. 81: 831- 836.

Archive of SID

www.SID.ir