دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره سیزدهم، شماره چهل و هفتم، ۱۴۰۰

تاثیر قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر خصوصیات مورفولوژیک، کمی و کیفی دانه آفتابگردان

رضوان کرمی برزآباد[۱]، بابک پیکرستان[۲]، ابوالفضل باغبانی آرانی[۳]

دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۲

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تاثیر قطع آبیاری و مصرف سوپرجاذب استاکوسورب بر ویژگی‌های مورفولوژیک، کمی و کیفی آفتابگردان رقم پروگرس به‌صورت اسپیلت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور میلاجرد، اراک، اجرا گردید. آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی (۴۵ روز پس از کاشت) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی (۵۵ روز پس از کاشت) و مصرف سوپرجاذب به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل عدم مصرف سوپرجاذب، مصرف ۶۰،۳۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد بالاترین میزان عملکرد روغن و دانه و اجزای عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل و مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و به ترتیب کمترین میزان این صفات در تیمار قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی و عدم مصرف سوپرجاذب (بدست آمد. همچنین بالاترین درصد پوکی دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و تیمار بدون مصرف سوپرجاذب مشاهده گردید. با توجه به اهمیت صفت اقتصادی عملکرد روغن در آفتابگردان، به‌ترتیب تنش قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و گلدهی سبب کاهش (۲۰/۷ و ۸/۳ درصدی) آن گردید که این اثرات منفی تنش کم‌آبی، با کاربرد سوپرجاذب تعدیل گردید به‌طوری‌که مقادیر بالای سوپرجاذب (۹۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین تاثیر را در بهبود صفات مورد بررسی تحت شرایط کم‌آبی (به‌ترتیب در مرحله غنچه‌دهی و گلدهی) به میزان (۷/۳۶ و ۶/۷۳ درصد) داشتند.

واژه‌های کلیدی: استاکوسورب، تنش کم‌آبی، عملکرد روغن، غنچه‌دهی و گلدهی.

کرمی برزآباد، ر.، ب. پیکرستان و ا. باغبانی آرانی. ۱۴۰۰. تاثیر قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر خصوصیات مورفولوژیک، کمی و کیفی دانه آفتابگردان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۳(۴۷): ۴۴-۳۲.

۱- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. – مسئول مکاتبات. R.karami@pnu.ac.ir

۲- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

مقدمه

دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی موردنیاز جوامع انسانی به‌شمار می‌روند. آفتابگردان یکی از دانه‌های روغنی عمده در جهان می‌باشد که به‌دلیل دوره رشد کوتاه، عملکرد بالای روغن، بالا بودن ارزش غذایی، سطح زیر کشت آن افزایش یافته‌است. اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک و اولئیک که از اسیدهای چرب ضروری بوده، حدود ۹۰ درصد از اسیدهای چرب روغن آفتابگردان را تشکیل می‌دهند (ایزکویردو و آگویررزابال، ۲۰۰۸). آفتابگردان از جمله گیاهان زراعی است که ضمن بالا بودن نیاز آبی آن دارای دامنه سازگاری اقلیمی گسترده بوده و بهتر از سایر گیاهان زراعی قادر به تحمل کم‌آبی است. توانایی آفتابگردان در تحمل دوره‌های کوتاه تنش کمبود آب با عملکرد قابل قبول، یک ویژگی ارزشمند در شرایط کمبود آب محسوب می‌شود. اگرچه نتیجه مستقیم کم‌آبیاری کاهش عملکرد در واحد سطح است ولی کاهش هزینه‌های تولید و بهینه شدن سود خالص، موجب جبران کاهش عملکرد می‌گردد (قدمی فیروز آبادی و همکاران، ۱۳۹۳).

آفتابگردان یک محصول زراعی متحمل به خشکی با سیستم ریشه‌ای عمیق است (اسکوریج و همکاران، ۲۰۰۹)، به طوری‌که این عامل سبب شده تا کشت این گیاه به اراضی دیم و نیمه خشک دنیا گسترش پیدا کند. اثرات تغییر اقلیم از جمله افزایش امواج گرمایی و از طرفی کاهش بارندگی در بسیاری از نقاط جهان و ایران خصوصاً مناطق عرض‌های میانی، دسترسی فصلی و حجم منابع آبی را تغییر داده است (طیبی و همکاران، ۲۰۱۲). تولید محصول در چنین شرایطی به علت کمبود نزولات آسمانی و توزیع نامناسب آن، متکی بر آبیاری بوده و در عین حال محدودیت منابع آب از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده بویژه در خصوص محصولات تابستانه می‌باشد (سپاسخواه و خواجه عبدالهی، ۲۰۰۵).

آفتابگردان دارای تحمل نسبی به تنش خشکی است ولی در شرایط تنش خشکی شدید عملکرد دانه آن به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (مبشر و همکاران، ۲۰۱۸). گزارش‌های متعددی در خصوص تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد و کیفیت روغن آفتابگردان وجود دارد (سلیمان زاده و همکاران، ۲۰۱۰؛ ابراهیم و همکاران، ۲۰۱٦؛ اورکی و آقاعلیخانی، ۲۰۱۲)، اما حساسیت آفتابگردان به تنش خشکی در همه مراحل رشدی آن مشابه نیست (مبشر و همکاران، ۲۰۱۸). حساسیت آفتابگردان به تنش خشکی عمدتاً از مرحله شروع گلدهی تا پرشدن دانه می‌باشد (گارسیا-لوپز و همکاران، ۲۰۱٤). تنش خشکی در مراحل رشدی جوانه‌زنی، گرده‌افشانی و پرشدن دانه می‌تواند تا ۵۰ درصد سبب کاهش عملکرد دانه آفتابگردان شود (کلارانی و همکاران، ۲۰۰٤؛ حسین و همکاران، ۲۰۱٦).

در حال حاضر کاهش نزولات جوی و کمبود منابع آبی در کشور، یکی از عوامل اصلی محدود کننده توسعه کشاورزی به‌شمار می‌رود، لذا استفاده بهینه از منابع آب موجود به‌عنوان یکی از محورهای مهم در کشاورزی پایدار است. مدیریت صحیح و به کارگیری روش‌های پیشرفته به‌منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک، از جمله اقدامات موثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ باغبانی آرانی و همکاران، ۲۰۱۷).

برای مقابله با شرایط کم‌آبی و کاهش اثر سوء تنش خشکی بر گیاه، کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب به‌عنوان مواد افزایش دهنده ظرفیت نگهداری آب در خاک، رو به گسترش است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ مرتضوی و همکاران، ۱۳۹٤). پلیمرهای سوپرجاذب توانایی نگهداری ٤۰۰ الی ۵۰۰ گرم آب به ازای هر گرم وزن خود دارند (بومن و ایوانز، ۱۹۹۱). از مزایای پلیمرها می‌توان افزایش ظرفیت حفظ آب و مواد غذایی خاک برای مدت طولانی، کاهش تعداد نوبت آبیاری تا حد ۵۰ درصد، مصرف یکنواخت آب برای گیاهان، رشد سریع‌تر و مطلوب‌تر ریشه با کاهش شستشوی آب و موادغذایی موجود در خاک را نام برد (ارشاین و همکاران، ۲۰۰٦). پلیمرهای سوپرجاذب، ژل‌های آب دوستی هستند که پس از جذب آب و در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به‌تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی مرطوب می‌ماند (راجو و همکاران، ۲۰۰۲). در تحقیقی مرادی قهدریجانی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم سوپرجاذب در آفتابگردان توانست حتی بهتر از زئولیت، اثرات منفی تنش کم‌آبی بر عملکرد بیولوژیک و دانه و اجزای عملکرد، درصد و عملکرد روغن را بکاهد. همچنین در تحقیقی دیگر گزارش گردید که استفاده از سوپرجاذب به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور نسبی می‌تواند اثرات منفی حاصل از تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیکی آفتابگردان را کاهش دهد (زارعی سیاه بیدی و رضایی زاد، ۱۳۹۷). مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب مقدار مناسبی جهت تعدیل اثر سوء خشکی و در نتیجه بهبود رشد و صفات زراعی گیاه ماش گزارش گردید و مصرف بیشتر از مقدار بهینه، علاوه بر افزایش هزینه تولید، باعث کاهش کارایی

مصرف و سایر صفات زراعی گیاه ماش می‌شود (سهیل نژاد و همکاران، ۱۳۹٦). در تحقیقی دیگر (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹٤) کاربرد سوپرجاذب در شرایط دیم، باعث افزایش جذب آب توسط گیاه گندم و افزایش محتوای نسبی آب برگ گردید که با افزایش شاخص سطح برگ و شاخص کلروفیل موجب افزایش قدرت منبع شد و در نتیجه موجب افزایش عملکرد و اجزای آن در گندم گردید. همچنین گزارش گردید با کاربرد ۷۵ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار در سورگوم به ۲۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب با عملکرد مشابه در کشت آبی آن رسید (فاضلی رستم‌پور، ۱۳۹۷). در مقابل، در تحقیقی (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳) گزارش گردید که اثر پلیمر سوپرجاذب و نیز اثر متقابل سوپرجاذب و آبیاری بر روی صفات اندازه‌گیری شده در پنبه معنی‌دار نشد و بیان داشتند که استفاده از سوپرجاذب در مزارع پنبه تنها در شرایط کم‌آبی و تنش خشکی توصیه می‌گردد. در این راستا، فاضلی رستم‌پور (۱۳۹۷) نشان داد که کاربرد سوپرجاذب اگرچه در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری بر عملکرد ماده خشک و کارآیی مصرف آب سورگوم تاثیری نداشت اما در سایر تیمارهای آبیاری باعث افزایش عملکرد ماده خشک و کارایی مصرف آب گردید.

با توجه به خشکسالی‌های چند سال اخیر و کاهش شدید منابع آب، زراعت آفتابگردان در مقاطعی از دوره

رشد ممکن است دچار تنش خشکی شود، بنابراین شناسایی و معرفی مراحلی از رشد آفتابگردان که کمترین تاثیر منفی را از قطع آبیاری ببیند، می‌تواند ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، از افت عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان نیز به شدت کاست. همچنین، با توجه به اهمیت دانه‌های روغنی در تامین غذای مردم و واردات بیش از ۹۰ درصدی آن و نظر به گستردگی اقلیم خشک و گرم و خشک در کشور و کمبود بررسی‌های انجام شده بر روی اثرات پلیمر سوپرجاذب در آفتابگردان، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی کارایی و تعیین بهترین مقدار مصرف سوپرجاذب استاکوزورب در کاهش اثرات تنش خشکی بر خصوصیات کمی، زراعی و کیفی دانه گیاه آفتابگردان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری و مصرف سوپرجاذب استاکوزورب بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان رقم پروگرس آزمایشی به‌صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور میلاجرد واقع در شمال غرب اراک با مختصات عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۳۷ دقیقه و طول جغرافیایی ٤۹ درجه و ۱۲ دقیقه و ارتفاع ۱٦۷۵ متر از سطح دریا اجرا گردید. حداقل درجه حرارت ۱/٤ درجه سانتی‌گراد و حداکثر درجه حرارت محل انجام آزمایش، ۳۵/٤ درجه سانتی‌گراد با میانگین بارندگی ۲۸۰ میلی‌متر در سال می‌باشد.

جدول ۱- دمای کمینه و بیشینه و بارندگی ماهانه از کاشت تا برداشت آفتابگردان در منطقه مورد مطالعه

ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
دمای بیشینه (C^0)	۲۵/٦	۳۳/۵	۳۵/۸	۳۰/۸
دمای کمینه (C^0)	۱۱	۱۵/۳	۱۸/۸	۱۳
بارندگی (mm)	۳۱/۹	۱/۵	۰/٦	۰/۷

تیمارهای آزمایشی شامل تیمار آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری کامل I0، قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی I1 و قطع آبیاری از مرحله گلدهی I2 و تیمار مصرف سوپرجاذب به عنوان تیمار فرعی شامل چهار سطح عدم مصرف سوپرجاذب، مصرف ٦۰،۳۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار (S0، S1، S2و S3) بود. هر کرت (کرت فرعی با ابعاد ۲/٤*۵ متر) آزمایشی شامل ٤ خط کاشت به فواصل ٦۰ سانتی‌متر و به طول ۵ متر بود و فواصل کشت بذر روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله دو تکرار از یکدیگر ۱ متر و فاصله بین کرت‌های اصلی به اندازه ۳ خط نکاشت در نظر گرفته شد. مراحل تهیه زمین شامل شخم، دیسک و لولر انجام شد. کودهای پایه بر اساس نتایج آزمون خاک به زمین اضافه گردید. کودهای پایه بر اساس توصیه آزمایشگاه به زمین اضافه گردید. بدین منظور ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره که نصف آن قبل از کاشت و مابقی در مرحله ۸ برگی گیاه، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به زمین

داده شد. برای آماده سازی زمین ابتدا یک شخم نیمه عمیق با گاوآهن برگردان‌دار زده شد و پس از تسطیح با دستگاه فاروئر جوی و پشته روی زمین ایجاد گردید.

به منظور ارزیابی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل، قبل از توزیع کود نمونه خاکی به طور متوسط از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه و به آزمایشگاه خاک شناسی استان مرکزی ارسال و طبق جدول (۲) دارای مشخصات ذیل می‌باشد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش

بافت	سیلت (٪)	رس (٪)	شن (٪)	شوری (dS/m)	pH	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
لومی	۳۲	۳۰	۳۸	۱/۳۳	۸	۰/۶۳	۰/۱۷	۲۶/۰۸	۳۸۸

عملیات کاشت با توجه به درجه حرارت محیط در ۳۱ اردیبهشت ماه انجام گردید. آبیاری مزرعه با توجه به شرایط جوی حاکم در منطقه هر ۷ روز یکبار بصورت آبیاری بارانی تا قبل از انجام تیمار تنش کمبود آب انجام شد. در این آزمایش از پلیمر سوپرجاذب استاکوسورب (تولید شده توسط شرکت رهاب زرین در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران) استفاده گردید. پلیمر استاکوسورب از پلی اکریلات پتاسیم و کوپلیمر اکریلیک اسید ساخته شده که دارای ظرفیت بالایی در جذب و نگهداری آب می‌باشد. این سوپرجاذب از نظر اسیدیته (pH) خنثی بوده و از اینرو در کاربردهای متوالی هیچ‌گونه تغییری در اسیدیته خاک بوجود نمی‌آورد. قبل از کاشت و به همراه کودهای پایه، مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب استاکوسورب به صورت نواری و در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری هر ردیف به کار برده شد (طبق پروتکل شرکت سازنده) و پس از عملیات کاشت آبیاری به صورت بارانی به منظور متورم نمودن ذرات پلیمر سوپرجاذب انجام گردید (زارعی سیاه بیدی و رضایی زاد، ۱۳۹۷).

جدول ۳- مشخصات سوپرجاذب مورد استفاده

نام سوپرجاذب	وزن مخصوص (g/l)	pH	ظرفیت قابل تبادل کاتیونی (CEC) (meq/100g)	مقدار جذب آب (در ارتباط با وزن سوپرجاذب	ماندگاری (سال)	ویژگیهای دیگر
استاکوسورب	٦٥٠	۸-۷/۵	٤٠٠	٤٠٠	۱۰-۷	شامل اسید آکریلیک، آکریلامید، پتاسیم و کلسیم

شاخص کلروفیل برگ

مبارزه با علف‌های هرز در طول اجرای آزمایش، بصورت مکانیکی و توسط نیروی انسانی در چهار نوبت، بر اساس نیاز مزرعه بوسیله وجین با دست انجام شد. پس از اینکه گیاه وارد مرحله چهار برگی شد، عملیات تنک صورت گرفت. فاصله بین بوته‌ها روی خطوط کشت پس از عملیات تنک ۲۰ سانتی‌متر انتخاب گردید. بدلیل عدم مشاهده آفت و بیماری‌های خاص در مزرعه، هیچ‌گونه سمپاشی صورت نگرفت. جهت جلوگیری از ریزش بذور و خسارت گنجشک، طبق‌های واقع در مزرعه پس از تکمیل گرده افشانی با پارچه توری پوشانیده شدند. عملیات برداشت گیاه، پس از رسیدن رقم مورد آزمایش بوسیله دست انجام شد. لازم به ذکر است که، پس از حذف حاشیه‌ها و از قسمتی که نمونه برداری نشده برداشت صورت پذیرفت و به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر انتقال یافتند. از هرکرت دو خط کناری به علت اثرات حاشیه‌ای حذف و از دو خط میانی پس از حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر خط کشت، پانزده بوته برداشت و به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری صفات و پس از خشک کردن بوته‌ها درآون وزن خشک آنها را با ترازوی دقیق توزین گردید و یادداشت برداری شد.

صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد دانه در هکتار، عملکرد روغن، درصد پوکی دانه بود. برای اندازه‌گیری وزن خشک کل گیاه و وزن هزار دانه از ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم استفاده شد. برای تعیین میزان درصد روغن، میزان ۵۰ گرم

از دانه‌های هر کرت به آزمایشگاه ملی دانه‌های روغنی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج ارسال گردید و درصد روغن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه (NMR) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن نیز از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه، برحسب کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

تمامی تجزیه‌های آماری صورت گرفته با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام پذیرفت. مقایسه‌ی میانگین تیمارهای آزمایشی پس از برش‌دهی به روش آزمون LSD محافظت شده انجام گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ٤)، اثرات اصلی تنش قطع آبیاری و اثر مصرف سوپرجاذب بر تمامی صفات مورد مطالعه به جز صفات مورفولوژیک (ارتفاع گیاه و تعداد برگ در زمان رسیدگی) و همچنین اثر برهمکنش آبیاری و سوپرجاذب بر تمامی صفات مورد مطالعه به جز درصد پوکی دانه معنی‌دار گردید.

جدول ٤- میانگین مربعات اثر قطع آبیاری و سوپرجاذب بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ در زمان رسیدگی	تعداد دانه در طبق	درصدپوکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	عملکرد روغن
تکرار	۳	۳۰/۵۸	۰/۰۸	۱٦۹/۸	۱/۰۷	۸٦٦۰/۲	۲/۳	۸/۵۳	٤۸/۵۷
آبیاری (I)	۲	۱۳٦/۸۰^{ns}	۸/۹۳^{ns}	۱٦٤۰۹۵/۰۸**	۱۰۵/۵**	۱۳۲۲٤۷۹/۳**	۱٦۱/۰٦**	۸٤۵/۹**	۳۱۷۱٦۰/۱**
خطا a	٦	۳۷/۹۸	۱/۰۰	۵۹	۰/۳	۱۹٦٤۵/٦	۱/۱۱	۱۳/۷۹	۲۸/٤۱
سوپرجاذب(S)	۳	۲۹/۸۳^{ns}	۱/٦٦^{ns}	۲۰۹۱۵/۰۲**	۱۲/۵۷**	۱۰٤٦۵٤۵/٤**	۳۳/٤۷**	۱۰۹/۸**	۱۸۵۷۱/۰۲**
I*S	٦	۳٤/۷۲^{ns}	۱/۱۰^{ns}	۵٤۰/۱٦**	۰/۱۳^{ns}	۱۹٦۵۷/۳**	۳/۵۳**	٤/۹۲*	۳۱۱/۱**
خطای b	۲۷	٤۲/۳۰	۰/۵۵	۳۱/٦۷	۰/۱۱	۳٤۱۷/۲	۰/۷۳	۲/۰۹	۸/۱۸
C.V (٪)		٦/۰۳	۱۳/۵۸	۱۱/۲٤	۱۳/۲۳	۱۱/۸۷	۹/۱٦	۸/۲٦	۱۰/۲۸

^{ns}،** و * به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

تعداد دانه در طبق

قطع آبیاری سبب کاهش تعداد دانه در طبق و مصرف سوپرجاذب حتی در شرایط آبیاری کامل نیز سبب افزایش این صفت گردید به گونه‌ای که بیشترین تعداد دانه در طبق با میانگین ۹۷۱/۳ عدد در تیمار آبیاری کامل با مصرف ۹۰ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار و کمترین میزان آن با ٦۷۰/۵ عدد دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و عدم مصرف سوپرجاذب بدست آمد (جدول ۵). همچنین نتایج برشدهی اثرات برهمکنش تیمار قطع آبیاری و سوپرجاذب حاکی از آن است که در تمامی ترکیبات تیماری آبیاری، به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در طبق در کرت‌هایی با بالاترین میزان مصرف سوپرجاذب و بدون مصرف آن مشاهده شد (جدول ۵).

می‌توان چنین تفسیر نمود که تنش کمبود آب سبب کاهش تعداد دانه در طبق گردید. طرح اولیه گلچه‌های وسط طبق در مرحله ۸ الی ۱۲ برگی ریخته می‌شود و تنش رطوبتی در طول دوره رشد، ریزش برگ‌های بوته را سبب شده، برگ‌ها جهت بقای خود رطوبت موردنیاز را از ساقه و حتی دمبرگ کسب می‌کنند و در نتیجه تشکیل طبق و رشد آن و دانه‌بندی و تعداد دانه در طبق به طور بارزی کاهش می‌یابد از طرفی دیگر، در شرایط کم شدن میزان رطوبت در گیاه به دلیل کاهش سطح برگ و ریزش آنها، منابع فتوسنتزی و تولید اسیمیلات‌ها و نیز فعالیت‌های آنزیم‌های موثر بر این فرآیند (تولید مواد فتوسنتزی) دچار نقصان و افت می‌شود.

دربانی و همکاران (۱۳۹۹) تعداد دانه در طبق را به عنوان یک جزء مهم عملکرد آفتابگردان در شرایط نرمال و تنش خشکی معرفی کردند و اعلام کردند تعداد دانه در طبق نیز از جمه صفاتی بود که به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی شدید کاهش می‌یابد. جامی و همکاران (۱۳۹۵) دریافتند که کمبود آب در مرحله گلدهی و گرده افشانی آفتابگردان موجب خشک شدن دانه‌های گرده و کلاله مادگی و اختلال در گرده افشانی توسط حشرات شده که در نهایت منجر به کاهش تعداد گلچه‌های بارور در سطح طبق و در نهایت تعداد دانه در طبق

می‌گردد. در تحقیقی مرادی قهدریجانی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم سوپرجاذب در آفتابگردان توانست، اثرات منفی تنش کم‌آبی بر عملکرد بیولوژیک و دانه و اجزای عملکرد، درصد و عملکرد روغن را بهبود بخشد. پلیمرهای سوپرجاذب به‌دلیل طولانی نگهداشتن خاک و تخلیه تدریجی آب از این پلیمرها، سبب بهبود وضعیت رطوبتی خاک در دوران تنش آبی گردیده به همین دلیل سبب افزایش تعداد دانه در طبق گردیده است (راجو و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر برهمکنش قطع آبیاری و سوپرجاذب بر برخی صفات عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان

آبیاری	سوپرجاذب	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
I0	S0	۸۹۹d	۲۵٤۳d	۳۰/۲۷d	٦٦/۱c	۱۳۰۰d
	S1	۹۲۱/۵c	۳۰۰۵c	۳۵/۰۰c	۷۰/۱b	۱۳۲۳c
	S2	۹۵۲/۵b	۳۱۵۱b	۳۵/۸۹b	۷۳/۲۲ab	۱۳۷٤b
	S3	۹۷۱/۳a	۳۲۷۰a	۳٦/٦۳a	۷٤/۵۷a	۱٤۰٦a
I1	S0	٦۷۰/۵d	۲۰۷۸d	۲٦/٤۸b	۵۱/۸۳c	۱۰۳۱d
	S1	۷۲٦/۳c	۲۳۸۵c	۲۹/۷۸ab	۵۷/۷۸ab	۱۰۵۹c
	S2	۷٤۷/۵b	۲۵٤۸b	۳۱/۲۹ab	۵۸/۳ab	۱۰۷۹b
	S3	۷۹٤/۵a	۲٦۹۲a	۳۳/۰۳a	۵۹/۱a	۱۱۱۳a
I2	S0	۸۰٦/۸d	۲٤۲۸d	۳٤/۲۷ab	٦۳/۷c	۱۱۹۲c
	S1	۸۳۲/۳c	۲٦۳۲c	۳۲/۲٤ab	٦۵/۸۸b	۱۲۲۲b
	S2	۸۷٦b	۳۰۳٤b	۳٦/٦۰a	٦۷/۱۵ab	۱۲۳٤b
	S3	۹۰۱/۸a	۳۰۸٤a	۳٦/۲۳a	٦۸/۸۲a	۱۲۷۸a

I_0، I_1 و I_2: به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی و قطع آبیاری از مرحله گلدهی و تیمارهای S_0،S_1، S_2 و S_3: به ترتیب عدم مصرف سوپرجاذب، مصرف ٦۰،۳۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار.

حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات تیمار قطع آبیاری و سوپرجاذب بر صفت درصد پوکی دانه آفتابگردان

I0	۱۵/۰٦c
I1	۲۰/۱۹a
I2	۱۷/۳۱b
S0	۱۸/۷۵a
S1	۱۷/۸۳b
S2	۱۷/۱۷c
S3	۱٦/۳۳d

I_0، I_1 و I_2: به ترتیب آبیاری کامل، قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی و قطع آبیاری از مرحله گلدهی و تیمارهای S_0،S_1، S_2 و S_3: به ترتیب عدم مصرف سوپرجاذب، مصرف ٦۰،۳۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی نشان داد که تنش آبی خصوصا در مرحله غنچه‌دهی (I1) سبب کاهش ۲۰ درصدی نسبت به عدم تنش کم‌آبی (I0) و ۱٤ درصدی نسبت به تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی (I2) گردید و با کاربرد ۹۰ کیلوگرم سوپرجاذب در تیمار بدون تنش کم‌آبی بالاترین وزن هزار دانه (۷٤/۵۷ گرم) به دست آمد که با تیمار بدون تنش کم‌آبی و ٦۰ کیلوگرم سوپرجاذب تفاوت آماری معنی‌داری نداشت در حالی‌که کمترین میزان وزن هزار دانه در پلات‌هایی با تنش آبی در مرحله غنچه‌دهی بدون کاربرد سوپرجاذب ثبت

گردید (جدول ۵). همچنین نتایج جدول برشدهی اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی نشان داد که در تمامی سطوح تیماری آبیاری، بیشترین وزن هزاردانه متعلق به تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بود در حالی که بین کرت‌هایی ٦۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵).

به نظر می‌رسد در اثر افزایش میزان تبخیر و تعرق و کاهش پتانسیل آب در گیاه، راندمان فتوسنتز پایین آمده و تولید و انتقال مواد فتوسنتزی کاهش می‌یابد این امر حساسیت صفت فوق را به کمبود آب در مرحله پرشدن دانه نشان می‌دهد. احتمال دارد ادامه روند تنش کمبود آب روی انتقال جاری و مجدد مواد فتوسنتزی بوته‌ها تاثیر منفی گذاشته و در نهایت مواد منتقل شده به دانه کاهش یافته است و همین مساله منجر به چروکیدگی و کاهش وزن دانه‌ها گردیده است. محققین مختلفی به کاهش وزن هزار دانه آفتابگردان متاثر از تنش کم‌آبی اشاره داشته‌اند (نظرلی و همکاران، ۱۳۹٤؛ جامی و همکاران، ۱۳۹۵؛ مرادی قهدریجانی و همکاران، ۲۰۱۷).

در تحقیقی نظرلی و همکاران (۱۳۹٤) نشان دادند که تأثیر مقادیر مختلف آبیاری و کاربرد پلیمر و همچنین اثر برهمکنش آنها بر صفت وزن هزار دانه آفتابگردان بسیار معنی‌دار بود و بیان نمودند که وزن هزار دانه تابع سرعت و طول دوره پر شدن آن است و کاهش رطوبت خاک در طول دوره رشد به ویژه در مرحله زایشی باعث نقصان فتوسنتز و کاهش سرعت و طول دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه می‌شود که کاربرد پلیمر با تأمین رطوبت خاک، سرعت و طول مدت این دوره را افزایش می‌دهد. انتظار بر این بود که با کاهش تعداد دانه در طبق در تیمار تنش کمبود آب، دانه‌های سنگین‌تر و درشت‌تر حاصل شود ولی چنین روندی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که تنش کمبود آب از طریق کاهش سطح برگ، سبب کاهش هر دو صفت یعنی وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق گردیده است، به نظر می‌رسد دوره کمبود آب اثر منفی بر روی انتقال جاری و مجدد مواد فتوسنتزی ایجاد کرده و در نهایت مواد منتقل شده به دانه کاهش و در نتیجه سبب چروکیدگی و کاهش وزن دانه ها شده است. در این راستا، گومز و همکاران (۱۹۹۱) در مطالعات خود روی آفتابگردان و نخود، کاهش طول دوره رشد در شرایط تنش خشکی در ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس را نسبت به شرایط عادی گزارش کردند. یعنی گیاهان در شرایط تنش خشکی، بعد از مرحله پر شدن دانه با سرعت بیشتری نسبت به مراحل قبل وارد مرحله رسیدگی شده‌اند که می تواند یک مکانیسم فرار از خشکی منظور شود (اکبری و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج تحقیق، این نکته را خاطر نشان می‌کند که با افزایش مقدار پلیمر روند پیری برگ‌ها کندتر شده، پژمردگی به تعویق افتاده و امکان ادامه حیات افزایش می‌یابد. طول دوره رشد بیشتر، موجب تولید ماده خشک بیشتری در گیاه شده و در صورتی‌که شاخص برداشت یک رقم بالا باشد، عملکرد نهایی دانه نیز افزایش خواهد یافت. همچنین وقتی طول دوره رشد بیشتر باشد فرصت برای تکمیل رشد رویشی زیادتر است و با توجه به طول دوره پرشدن بالا، که در مقادیر سوپرجاذب بالا امکان‌پذیر می‌شود، وزن دانه‌ها و در نتیجه عملکرد دانه بالاتر خواهد بود. در واقع هرچه طول دوره رویش بیشتر می‌شود بر اثر فتوسنتز بیشتر، ماده غذایی بیشتری در دانه‌ها ذخیره شده و وزن دانه‌ها افزایش می‌یابد. گیاهان در شرایط آبیاری مطلوب به‌دلیل دیررس شدن از شرایط مطلوب محیطی به خوبی استفاده کرده و بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. نتایج آزمایش گلخانه‌ای روی گیاه آفتابگردان نشان داد که افزودن مقادیر پلیمر به خاک باعث گردیده که امکان ادامه حیات با توجه به مقدار ماده مصرفی به میزان ۱۲/۵ تا ۱۵/۵ درصد (نسبت به نوع خاک) افزایش یابد (کریمی و همکاران، ۱۳۸۷).

درصد پوکی

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، اثر تنش قطع آبیاری و اثر مصرف سوپرجاذب بر درصد پوکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید اما اثر برهمکنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ٤).

همانطور که در جدول مقایسه میانگین (۵) ملاحظه می‌شود در اثر تنش آبی بالاترین میزان درصد پوکی دانه ۲۰/۱۹ درصد در تیمار قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی و کمترین میزان ۱۵/۰٦ درصد در تیمار آبیاری کامل بدست آمد که حاکی از تاثیر تنش آبی بر این صفت و حساسیت بیشتر مرحله قطع آبیاری از غنچه‌دهی نسبت به مرحله گلدهی دارد.

همین طور در اثر مصرف سوپرجاذب در صفت پوکی دانه، بالاترین میزان (۱۸/۷۵ درصد) در تیمار عدم مصرف سوپرجاذب و کمترین میزان (۱٦/۳۳ درصد) در مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بدست آمد و با کاربرد بیشتر سوپرجاذب درصد پوکی دانه کاهش یافت (جدول ٦).

نتایج تحقیقی نشان داد که تنش خشکی سبب نزول شاخص برداشت آفتابگردان شد و علت آن هم افت تعداد دانه

در طبق، کاهش قطر طبق و افزایش درصد پوکی دانه‌ها شناخته شد (جامی و همکاران، ۱۳۹٦).

اگرچه آفتابگردان گیاهی است که تا حدودی به خشکی متحمل است، اما دستیابی به عملکردهای بالا مستلزم تأمین رطوبت کافی در تمام مراحل رشد گیاه است. همهٔ مراحل زندگی گیاه به نوعی به کم‌آبی حساسیت دارد. ولی سه هفته قبل از گلدهی تا سه هفته بعد، حساسترین زمان به کم‌آبی می‌باشد و کمبود آب در این فاصله خسارت جبران ناپذیری را بدنبال دارد. در مرحلهٔ تشکیل غنچه (یا ستاره سو) کم‌آبی باعث ریز شدن و پوکی دانه می‌گردد. در مرحلهٔ گلدهی، کم‌آبی باعث پوکی دانه می‌شود. عدم آبیاری به موقع در زمان پرشدن دانه که حساس‌ترین مرحله است سبب پوکی و لاغری دانه می‌شود. بطور کلی حساسیت به کم‌آبی در آفتابگردان از زمان تشکیل جوانه گل تا هنگام رنگ‌گیری کامل دانه‌ها زیاد است (سیاوشی و همکاران، ۱٤۰۰).

همچنین از دیگر عوامل پوکی دانه در آفتابگردان می‌توان به فقدان مواد غذایی در خاک و عدم انتقال موادغذایی، تراکم بالا و کمبود آب در منطقه ریشه، وزش بادهای گرم (بادهای ۳ – ۲ درجه گرمتر از محیط اطراف در موقع تشکیل دانه باعث پوکی آن و بعد از دانه بستن باعث لاغری دانه می‌شود) و عدم تلقیح به‌دلیل عدم وجود زنبور عسل و سایر حشرات گرده افشان نام برد (سیاوشی و همکاران، ۱٤۰۰).

به نظر می‌رسد در این تحقیق کاربرد سوپرجاذب از طریق بهبود وضعیت توسعه ریشه توانسته آب و موادغذایی بیشتری را در زمان‌های حساس پرشدن دانه به دانه انتقال دهد. محققین مختلفی به موضوع بهبود عملکرد ریشه در اثر کاربرد سوپرجاذب در گندم (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹٤)، سورگوم (فاضلی رستم پور، ۱۳۹۷) و آفتابگردان (نظرلی و همکاران، ۱۳۹٤؛ مرادی قهدریجانی و همکاران، ۲۰۱۷) اشاره داشته‌اند.

عملکرد دانه

با توجه به معنی‌داربودن اثر برهمکنش تیمار آبیاری و سوپرجاذب بر عملکرد دانه (جدول ٤) و جدول مقایسه میانگین اثر برهمکنش تیمارها (جدول ۵)، حاکی از تولید بالاترین میزان عملکرد دانه با ۳۲۷۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل و مصرف ۹۰ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه با ۲۰۷۸ کیلوگرم در هکتار در تیمار قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی و عدم مصرف سوپرجاذب بود که افزایش حدود ۵۷ درصدی عملکرد دانه را نشان داد (جدول ۵). همچنین نتایج برشدهی اثرات برهمکنش تیمارها حاکی از آن بود که در تمامی ترکیبات تیماری آبیاری، هرچه میزان مصرف سوپرجاذب بیشتر باشد عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد به‌گونه‌ای که بین سطوح مختلف میزان مصرف سوپرجاذب و مصرف و عدم مصرف سوپرجاذب، اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵).

نتایج نشان داد که با اعمال تنش کمبود آب، عملکرد دانه به‌عنوان مهمترین صفت مورد ارزیابی کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در اثر تنش کمبود آب به علت کاهش تعداد دانه و کاهش وزن هزار دانه بوده است. به نظر می‌رسد مصرف متعادل آب در دوران مختلف نمو آفتابگردان از جمله گلدهی و دانه‌بندی، منجر به بهبود عملکرد دانه می‌شود زیرا در طی این مراحل دو جز مهم عملکرد دانه یعنی تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه شکل می‌گیرد.

اصولا آفتابگردان دارای تحمل نسبی به تنش خشکی است ولی در شرایط تنش خشکی خصوصا مرحله زایشی عملکرد دانه آن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (مبشر و همکاران، ۲۰۱۸). حساسیت آفتابگردان به تنش خشکی عمدتاً از مرحله شروع گلدهی تا پرشدن دانه می‌باشد (گارسیا–لوپز و همکاران، ۲۰۱٤).

در تحقیقی زارعی سیاه بیدی و رضایی زاد (۱۳۹۷) گزارش کردند که به‌ترتیب تنش خشکی ملایم در سه رقم آفتابگردان فرخ، قاسم و شمس (۱۷، ۲٦ و ۲۸ درصد) و تنش خشکی شدید (٤٤، ٥٦ و ۵۷ درصد) نسبت به آبیاری کامل عملکرد دانه را کاهش داد و سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد دانه گردید که در ارقام مختلف این میزان افزایش عملکرد دانه، متفاوت بود که دلیل افزایش عملکرد در اثر کاربرد سوپرجاذب را جلوگیری از تلفات آب و فراهمی رطوبت در محیط ریشه، عملکرد دانه در کلیه هیبریدها معرفی نمودند و همچنین بهترین میزان مصرف سوپرجاذب را ۱۰۰ کیلوگرم بیان نمودند (سیاه بیدی و رضایی زاد، ۱۳۹۷). در آزمایشی دیگر، یعقوب زاده و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که در شرایط اقلیمی مشابه با شهرستان سبزوار استفاده از پلیمر سوپرجاذب به مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد در آفتابگردان می‌گردد و اگرچه افزایش دور آبیاری از ۱۲ به ۲٤ روز در زمان عدم مصرف و یا مصرف مقادیر کم سوپرجاذب، سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد به‌خصوص وزن صد دانه و تعداد دانه در طبق شد اما مصرف پلیمر سوپرجاذب به‌خصوص در مقادیر ۹۰ یا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، سبب کاهش اثرات تنش خشکی ناشی از

افزایش دور آبیاری شد. نظرلی و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش کردند که به‌ترتیب کمترین و بیشترین میزان عملکرد دانه آفتابگردان در شرایط تنش کم‌آبی شدید بدون کاربرد سوپرجاذب و در شرایط آبیاری کامل با بالاترین میزان سوپرجاذب به دست آمد که نتایج این تحقیق در مطابقت کامل با نتایج تحقیق نظرلی و همکاران، ۱۹۵؛ سیاه بیدی و رضایی زاده، ۱۳۹۷ و مرادی قهدریجانی و همکاران، ۲۰۱۷ می‌باشد. همچنین فاضلی رستم پور (۱۳۹۷) گزارش کرد در شرایط آبیاری مطلوب سوپرجاذب تنها با جذب مواد غذائی و جلوگیری از آبشوئی آنها توانسته تاثیر اندکی بر عملکرد داشته باشد، اما در تیمارهای کم آبیاری از طریق جذب آب و مواد غذائی و آزادسازی تدریجی آنها، باعث افزایش عملکرد شده است.

کاهش عملکرد دانه در شرایط آبیاری محدود را می‌توان به کاهش طول دوره رشد و پر شدن دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و افزایش درصد پوکی طبق نسبت داد (جامی و همکاران، ۱۳۹٦). همچنین گوکسوی و همکاران (۲۰۰٤) بیشترین عملکرد دانه را از آبیاری کامل، آبیاری محدود در مرحله غنچه‌دهی و ٦۰ درصد کم آبیاری در مرحله شیری شدن دانه بدست آوردند و گزارش کردند که عملکرد دانه با کاهش مقدار و تعداد آبیاری کاهش یافت به طوری که کمترین عملکرد دانه از تیمار بدون آبیاری بدست آمد و کمبود آب در زمان گلدهی به‌طور معنی‌داری عملکرد بذر را کاهش داد.

کرام و همکاران (۲۰۰۷) کاهش ۲۰ و ۱۵ درصدی عملکرد دانه را با کم آبیاری در اوایل و اواسط گلدهی آفتابگردان گزارش نمودند و همچنین آنها کاهش معنی‌دار عملکرد دانه را در تیمار کم آبیاری درمرحله دانه‌بندی مشاهده نکردند.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس حاکی از تاثیر معنی‌دار ($P\leq0.01$) تیمار قطع آبیاری و مقادیر سوپرجاذب بر شاخص برداشت آفتابگردان داشت (جدول ٤). همچنین اثر برهمکنش دو عامل مذکور روی این صفت معنی‌دار ($P\leq0.01$) گردید. بیشترین و کمترین مقادیر این صفت ۳٦/٦۳ و ۲٦/٤۸ درصد بود که به‌ترتیب در تیمار آبیاری کامل و سوپرجاذب ۹۰ کیلوگرم در هکتار (I0S3) و تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و فاقد سوپرجاذب (I1S0) به‌دست آمد (جدول ۵). می‌توان گفت در اثر مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و آبیاری کامل، شاخص برداشت به میزان ۳۷/۷۳ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف سوپرجاذب و قطع آبیاری از مرحله غنچه‌دهی افزایش یافت.

علت کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش کمبود آب، کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک بویژه در زمان گلدهی است. به نظر می‌رسدکاهش شاخص برداشت در مراحل مختلف تنش کمبود آب به دلیل کاهش معنی‌دار تعداد دانه و وزن هزار دانه صورت گرفته است (جامی و همکاران، ۱۳۹٦).

شاخص برداشت معیاری از کارایی انتقال و درصد تخصیص مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به اندام‌های زایشی می-باشد. جوادی (۱۳۹۸) گزارش کرد که قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه، سبب کاهش ۱۸/۲۹ شاخص برداشت آفتابگردان گردید. در تحقیقی دیگر، اکبری و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش ۵۲ درصدی در شاخص برداشت آفتابگردان شده و علت کاهش را کمبود رطوبت خاک، کاهش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی، کاهش تخصیص مواد به بخش‌های مختلف گیاه و در نتیجه نرسیدن گیاه به پتانسیل ژنتیکی خود عنوان کردند. کاهش شاخص برداشت در اثر تنش رطوبتی توسط محققان دیگر هم گزارش شده‌است و علت آن هم افت تعداد دانه در طبق، کاهش قطر طبق و افزایش درصد پوکی دانه‌ها شناخته شد (جامی و همکاران، ۱۳۹٦؛ یعقوب زاده و همکاران، ۱۳۹۹).

نتایج نشان داد که در مقایسه با صفت عملکرد دانه، تنش رطوبتی تاثیر منفی کمتری بر روی این صفت دارد. به نظر می‌رسد که سرعت کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی بیشتر از سرعت کاهش عملکرد بیولوژیک در گیاه آفتابگردان است. در تحقیقی مرادی قهدریجانی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند تنش کم‌آبی در هر دو مکان]زمایشی (اصفهان و تهران)، در شرایطی که هیچ ماده بهبود دهنده‌ای (زئولیت و سوپرجاذب) استفاده نشد، باعث کاهش ۱۷ تا ۳٤ درصدی شاخص برداشت گردید در حالی‌که مواد بهبود دهنده باعث جلوگیری از کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش شدید شدند. همچنین بیان داشتند که مواد بهبود دهنده گیاه که در شرایط بدون تنش و تنش متوسط اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشتند، در شرایط تنش شدید موجب افت کمتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد زیستی شدند که این موضوع باعث افزایش شاخص برداشت گردید. همچنین در موافقت با نتایج این تحقیق، مرتضوی و همکاران (۱۳۹٤) در تحقیقی گزارش کردند که کاربرد سوپرجاذب اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گندم در شرایط دیم داشت. به نظر می‌رسد پلیمر سوپرجاذب با فراهم نمودن رطوبت لازم برای گیاه در طی

پر شدن دانه، سبب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش شاخص برداشت می‌شود.

همچنین نتایج نشان داد که به‌ترتیب پلات‌هایی که با مقادیر مختلف سوپرجاذب (S1، S2 و S3) تیمار شده بودند نسبت به شرایط بدون کاربرد سوپرجاذب، منجر به افزایش شاخص برداشت به میزان (۱۳/۵، ۱۵/۵ و ۱۷/۳۶ درصد) گردیدند. در مطابقت با نتایج این تحقیق، گزارش کردند که تنش کم‌آبی، سبب کاهش شاخص برداشت دانه گندم شد و کاربرد سوپرجاذب، سبب افزایش ۱۰ تا ۲۰ درصدی این صفت نسبت به شرایط بدون تنش آبی گردید (هادی و همکاران، ۱۳۹۶).

عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد روغن نشان داد که بین مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب و تیمارهای قطع آبیاری از لحاظ تأثیر روی صفت مذکور اختلاف معنی‌داری ($P<0.01$) وجود دارد و همچنین اثر برهمکنش دو عامل مذکور بر صفت فوق نیز معنی‌دار بود (جدول ٤). به‌ترتیب بالاترین و کمترین عملکرد روغن مربوط به تیمار آبیاری کامل با ۹۰ کیلوگرم در هکتار (١٤٠٦ کیلوگرم در هکتار) و تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و فاقد سوپرجاذب (به میزان ۱۰۳۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۵). به‌ترتیب تنش قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و گلدهی سبب کاهش (۲۰/۷ و ۸/۳ درصدی) عملکرد روغن در آفتابگردان گردید. علاوه براین، داده‌های مقایسه میانگین صفت عملکرد روغن نشان داد که در تیمارهای مختلف آبیاری، از پلات‌هایی بیشترین عملکرد روغن حاصل شد که با بیشترین میزان سوپرجاذب تیمار شده بودند (جدول ۵). همچنین از جدول برش‌دهی اثر برهمکنش تیمارهای آزمایشی این نتیجه قابل برداشت است که در اکثر ترکیبات تیماری آبیاری، اختلاف آماری معنی داری بین سطوح مختلف کاربرد سوپرجاذب با همدیگر و با عدم کاربرد سوپرجاذب وجود دارد و تنش قطع آبیاری در مرحله گلدهی نسبت به مرحله غنچه‌دهی، تاثیر منفی بیشتری بر عملکرد روغن آفتابگردان دارد (جدول ۵).

عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و درصد روغن می‌باشد. کاهش این صفت در اثر تنش خشکی قابل پیش‌بینی بود. در تحقیقی گزارش گردید که تنش شدید کم‌آبی، سبب کاهش ۵۸ درصدی عملکرد روغن در آفتابگردان گردید و کاربرد پلیمر سوپرجاذب، سبب کاهش این میزان به کمتر از ۱۹ درصد گردید و کاربرد سوپرجاذب در تنش خشکی شدید دارای منفعت اقتصادی است (مرادی قهدریجانی و همکاران،۲۰۱۷). در همین رابطه محققین مختلفی، کاهش عملکرد روغن در اثر تنش خشکی در آفتابگردان را گزارش کردند (سزن و همکاران، ۲۰۱۱، غلامحسینی و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که آبسزیک اسید تولید شده در برگ‌های گیاهان در شرایط تنش به بذور در حال تکوین منتقل شده و باعث کاهش میزان و عمکرد روغن می‌شود (جامی و همکاران، ۱۳۹۶).

کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی، می‌تواند به‌علت اختلال در فرآیندهای متابولیک بذر و خسارت به انتقال آسیمیلات‌ها به دانه باشد (پارمر و همکاران، ۱۹۹۸). یکی از راهکارهای موثر در کاهش اثر سوء تنش خشکی بر گیاه، کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب به‌عنوان مواد افزایش دهنده ظرفیت نگهداری آب در خاک، رو به گسترش است (احمدی و همکاران، ۱۳۹٤؛ مرتضوی و همکاران، ۱۳۹٤).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، بیشترین و کمترین عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد روغن و شاخص برداشت آفتابگردان با آبیاری کامل با کاربرد ۹۰ کیلوگرم سوپرجاذب حاصل شد. به‌طور کلی تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تمامی صفات مورد مطالعه به جز صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته و تعداد برگ در زمان رسیدگی) گیاه آفتابگردان گردید و در تمامی ترکیبات تیماری آبیاری، کاربرد سوپرجاذب سبب بهبود اثرات منفی تنش قطع آبیاری گردید. با توجه به اهمیت صفت اقتصادی عملکرد روغن در آفتابگردان، به‌ترتیب تنش قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و گلدهی، سبب کاهش (۲۰/۷ و ۸/۳ درصدی) عملکرد روغن در آفتابگردان گردید که این اثرات تنش خشکی با افزایش مقادیر سوپرجاذب تعدیل گردید به‌طوری‌که مقادیر بالای سوپرجاذب (۹۰ کیلوگرم در هکتار) بهترین تاثیر را بر صفات مورد بررسی تحت شرایط کم آبیاری داشتند. همچنین با توجه به نتایج این تحقیق چنین استنباط می‌شود که در مناطقی که محدودیت آبی برای کشت آفتابگردان وجود دارد بهتر است قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد به همراه استفاده از سوپرجاذب جهت تعدیل اثرات منفی آن بر صفات زراعی و اقتصادی آفتابگردان استفاده گردد.

منابع

احمدی، س.م.، ب. سهرابی.، و ه. امین پناه. ۱۳۹۳. کاهش اثر سوء تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه با استفاده از سوپر جاذب. مجله پژوهشهای پنبه ایران. جلد ۲، شماره ۲: ۱۱۷-۱۰۷.

اکبری، غ.، ح. جباری.، ج. دانشیان.، ا. اله دادی و ن. شهبازیان. ۱۳۸۷. تاثیر آبیاری محدود بر خصوصیات فیزیکی دانه هیبریدهای آفتابگردان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ٤٥: ۵۲۳-۵۱۳.

جامی، م.ق.، ا. قلاوند.، س.ع.م. مدرس ثانوی، و ع. مختصی بیدگلی. ۱۳۹۵. ارزیابی صفات زراعی و کیفیت دانه آفتابگردان در واکنش به نیتروژن و زئولیت تحت رژیمهای مختلف آبیاری. مجله بهزراعی کشاورزی، جلد ۱۹، شماره ٤: ۱۰۳۲-۱۰۱۱.

جوادی، حامد (۱۳۹۸). تاثیر تنش خشکی و محلولپاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در کشت دوم. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۱(۳۹): ۱۱-۱.

دربانی، س.پ.، ع. اشرف مهرابی.، س.س. پورداد.، ع. ملکی، و م. فرشادفر. ۱۳۹۹. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های آفتابگردان (.Helianthus annuus L) به تنش رطوبتی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد ۱۳، شماره ٤: ۱۰۷٦-۱۰٦۳.

زارعی سیاه بیدی، ا و ع. رضایی زاد. ۱۳۹۷. اثر کم‌آبیاری و مصرف سوپرجاذب بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد دانه هیبریدهای جدید ایرانی (Helianthus annuus L.) آفتابگردان. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲۰، شماره ۳: ۲۳٦-۲۲۲.

سهیل نژاد، ع.، ع. مهدوی دامغانی.، ه. لیاقتی، و پ. پزشکپور. ۱۳۹٦. اثر مصرف سوپر جاذب هیدروژل آکوازورب بر کاهش اثر تنش خشکی، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب ماش (Vigna radiate L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۹، شماره ٤: ۳۷۵-۲٦۳.

سیاوشی، م.، آ. ترابی.، و ش. نجفیان. ۱٤۰۰. تکنولوژی محصولات کشاورزی و دامی. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۳۵٤ صفحه.

فاضلی رستم پور، م. ۱۳۹۷. بررسی عملکرد ماده خشک و کارآیی مصرف آب سورگوم علوفه‌ای در شرایط کم‌آبی و کاربرد سوپرجاذب. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، جلد ۱۰، شماره ۳۵: ۱۰-۲۸.

کریمی، ا.، م. نوشادی و م. احمدزاده. ۱۳۸۷. اثر کاربرد ماده اصلاحی ابر جاذب آب (ایگیتا) روی آب خاک، رشد گیاه و دور آبیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ٤٦: ٤۱٤-٤۰۳.

قدمی فیروز آبادی، ع.، م رائینی.، ع. شاه نظری.، و ح. زارع ابیانه. ۱۳۹۳. تغییرات شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و پارامترهای ریشه گیاه آفتابگردان در کم-آبیاری تنظیم شده و کم‌آبیاری ناقص ریشه. فن آوری تولیدات گیاهی، جلد ٦، شماره ۱: ۷۹-٦۹.

مرتضوی، س. م.، ا. توکلی.، م.ح. محمدی.، و ک. افصحی. ۱۳۹٤. تاثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم آذر ۲ در شرایط دیم. نشریه پژوهشهای کاربردی زراعی. جلد ۲۸، شماره ۱۰٦: ۱۲۵-۱۱۸.

نظرلی، ح.، ر. درویش زاده.، م.ر. زردشتی.، ح. حاتمی ملکی.، م. رسولی صدقیانی. و ف. قویدل. ۱۳۹٤. بررسی اثر کاربرد سوپرجاذب و کم آبیاری بر صفت های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). شماره ۲۳:۲۳-۱۷.

یعقوب زاده، ع.، م. آرمین و م. جامی معینی. ۱۳۹۹. تأثیر پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (. Helianthus annuus L) در شرایط تنش خشکی. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک، جلد ۲، شماره ۲: ۱٦۵-۱۵۵.

هادی، م.، س. جلیلی.، ا. مجنونی هریس.، و ر. دلیرحسن‌نیا. ۱۳۹٦. برهمکنش پلیمر سوپرجاذب و تکنیک آبیاری تکمیلی در افزایش عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری در کشت گندم دیم. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱۱، شماره ٤: ٦٦٦-٦۵۸.

Baghbani- Arani, A., S.A.M. Modarres-Sanavy, M. Mashhadi Akbar Boojar and A. Mokhtassi Bidgoli. 2017. Towards improving the agronomic performance, chlorophyll fluorescence parameters and pigments in fenugreek using zeolite and vermicompost under deficit water stress. Indust. Crops. Prod. 109: 346–357.

Boman, D.C. and R.Y. Evans. 1991. Calcium inhibition of poly acrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. Hort. Sci, 26, 1063-1065.

Dexter, S.T. and T. Miyamoto. 1995. Acceleration of water uptake and germination of seedballs by surface coatings of hydrophilic colloids. Agron. J, 51, 388-389.

Garcia-Lopez, J., I.J. Lorite., R. Garcia-Ruiz and J. Dominguez. 2014. Evaluation of three simulation approaches for assessing yield of rainfed sunflower in a Mediterranean environment for climate change impact modelling. Climate Cha, 124 (1–2): 147–162.

Gholamhoseini, M., A. Ghalavand., A. Khodaei-Joghan., A. Dolatabadian., H. Zakikhani and E. Farmanbar. 2013. Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. Soil. Tillage Res. 126, 193–202.

Gomez, D., O. Marinez, M. Arona and V. Castro. 1991. Generation a selection index for drought tolerance in sunflower. I. water use and consumption. Helia, 14(15): 65-70.

Hussain, R.A., R. Ahmad., F. Nawaz., M.Y. Ashraf and E.A. Waraich. 2016. Foliar NK application mitigates drought effects in sunflower (Helianthus annuus L.). Acta Physiol. Plantar, 38 (4): 1–14.

Ibrahim, M.F.M., A. Faisal and S.A. Shehata. 2016. Calcium chloride alleviates water stress in sunflower plants through modifying some physio-biochemical parameters. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci, 16 (4): 677–693.

Izquierdo, N.G. and L.A.N. Aguirrezabal. 2008. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. Field Crops Res, 106: 116–125.

Kalarani, M.K., A. Senthil and M. Thangaraj. 2004. Effect of water stress on morpho-physiological traits of sunflower (Helianthus annus L.) genotypes. Madras Agric. J, 91 (4–6): 239–24.

Karam, F., R. Lahoud., R. Masaad., R. Kabalan., J. Breidi., C. Chlita and Y. Rouphael .2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. Agric .Water Manag, 90: 213-223.

Moradi-Ghahderijani, M., S. Jafarian and H. Keshavarz. 2017. Alleviation of water stress effects and improved oil yield in sunflower by application of soil and foliar amendments. Rhizosphere, 4: 54–61.

Mubshar, H., F. Shahid., H. Waseem., U. Sami. T. Mohsin., F. Muhammad and N. Ahmad. 2018. Drought stress in sunflower, Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives. Agric. Water Manag, 201, 155-166.

Oraki, H. and M. Aghaalikhana. 2012. Effect of water deficit stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and grain yield of sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids. Afric. J. Biotech, 11 (1): 164–168.

Orzeszyna, H., D. Garlikowski and A. Pawlowski. 2006. Using of geocomposite with superabsorbent synthetic polymers as water retention element in vegetative layers. Int. Agrophysics, 20: 201-206.

Parmer, D.K., P.K. Sharma and T.R. Sharma. 1998. Integrated nutrient supply system for, DDP 68, vegrtable pea (Pisum sativum var arvense) in dry temperate zone of Himachal Pradesh. India. J. Agric. Sci. 68: 84-86.

Raju, K.M., M.P. Raju and Y.M. Mohan. 2002. Synthesis and water absorbency of cross linked superabsorbent polymers. J. Appl. Polymers Sci, 85: 1795-1801.

Sepaskhah, A.R. and M.H. Khajehabdollahi. 2005. Alternative furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (Zea mays L.). Plant Product. Sci. 8: 592-600.

Sezen, S.M., A. Yazar, B. Kapur, A. Teken. 2011. Comparison of drip and sprinkler irrigation strategies on sunflower seed and oil yield and quality under Mediterranean climatic conditions. Agric. Water Manage. doi: 10.1016/j.agat.2011.02.005.

Skorić, D., S. Jocić., Z. Sakac and N. Lecić. 2009. "Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils". Can. J. Physiol. Pharmacol, 86 (4): 215–21.

Soleimanzadeh, H., D. Habibi., M. R. Ardakani., F. Paknejad and F. Rejali. 2010. Response of sunflower (Helianthus Annuus L.) to drought stress under different potassium levels. World Appl. Sci. J, 8(4): 443-448.

Tayebi, A., H. Afshari., F. Farahvash., J. Masood sinki and S. Nezarat. 2012. Effect of drought stress and different planting dates on safower yield and its components in Tabriz region. Iran. J. Plant Physiol, 2(3): 445-453. Soci.

The effect of stopping irrigation and using superabsorbent on the morphological, quantitative and qualitative characteristics of sunflower grains

R. Karami Borz- Abad[1], B. Paykarestan[2], A. Baghbani- Arani[3]

Received: 2022-08-04 Accepted: 2023-02-01

Abstract

The present study was carried out in 2017 in the farm Milajard city, in order to investigate the effect of stopping irrigation and using Stacozorb superabsorbent on the morphological, quantitative and qualitative characteristics of Progress sunflower in the form of a split plot experiment based on a randomized complete block design with four replications. Irrigation treatment as the main factor in three levels of full irrigation, stop irrigation from the budding stage (45 days after planting) and stop irrigation from the flowering stage (55 days after planting) and use of super absorbent as a sub factor included four levels of no use of super absorbent, consumption of 30, 60 and 90 kg.ha. The highest yield of oil and grains and components of grain yield were obtained in the treatment of full irrigation and consumption of 90 kg.ha of superabsorbent, and the lowest amount of these traits in the treatment of interruption of irrigation was obtained from the stage of budding and no use of superabsorbent. Considering the importance of the economic characteristic of oil yield in sunflower, the stress of interrupting irrigation in budding and flowering stage caused a decrease, respectively, and these negative effects of water deficit stress were adjusted by using superabsorbent, so that the high amount of superabsorbent (90 kg.ha) had the greatest effect in improving the investigated traits under low irrigation conditions (according to the stress in budding and flowering stage) to the extent of (7.36 and 6.73 percent).

Keywords: Antioxidant enzymes, Drought stress, Osmolytes, Peanut, Seed yield

1- Assistant Professor, Department of Agriculture Science, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Agriculture Science, Payame Noor University, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agriculture Science, Payame Noor University, Tehran, Iran.