اثر پلیمر سوپرجاذب A200 بر روی خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان روغنی تحت شرایط تنش کم آبی در مزرعه

A200 super absorbent polymer effect on quantitative and qualitative characteristics of oil sunflower under water deficit conditions in field

مهری هاشمی[۱]، حمیدرضا توحیدی‌مقدم[۲] و فرشاد قوشچی[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین- ایران.
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین- ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: hamid_tohidi2008@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر مصرف سوپرجاذب بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان روغنی در شرایط تنش کمبود آب، به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد ورامین (پیشوا) اجرا گردید. آبیاری به عنوان عامل اصلی (عدم تنش، تنش در مرحله چهارمین و پنجمین زوج برگ (مرحله رویشی)، تنش در مرحله گل‌دهی (مرحله زایشی)، تنش در مرحله چهارمین و پنجمین زوج برگ و گلدهی (رویشی و زایشی) و عامل غلظت پلیمر سوپر جاذب (صفر، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تنش کم آبی به ویژه در مرحله گل‌دهی سبب کاهش عملکرد دانه، میزان کلروفیل برگ، درصد روغن و محتوی آب نسبی برگ شد، با مصرف سوپر جاذب اثرات منفی تنش کم آبی کاهش یافت و میزان این صفات افزایش داشت. تنش خشکی موجب افزایش درصد پروتئین دانه گردید. نتایج نشان داد مرحله گل‌دهی و دو بار تنش در مرحله (رویشی و زایشی) حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی و کاربرد سوپر جاذب ۳۰ کیلوگرم در هکتار برای کاهش اثرات تنش کم آبی به عنوان بهترین تیمار می‌باشد.

واژگان کلیدی: آفتابگردان، تنش کم آبی، پلیمر سوپر جاذب، عملکرد دانه، درصد روغن.

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیر زنده است که بسته به فصل، شدت و زمان وقوع می‌تواند به‌صورت جدی، موجب کاهش عملکرد در گیاهان زراعی شود (Majer *et al*., 2008). خشکی یکی از پر اهمیت‌ترین عوامل محدود کننده‌ی محصولات گیاهی در مناطق خشک می‌باشد(نورجو و همکاران، ۱۳۸۵). دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این گیاهان از نباتات مهم زراعی هستند که با تأمین روغن، پروتئین و کنجاله در استقلال کشور نقش اساسی دارند. عمـده روغـن مورد نیـاز داخل،از طریق واردات تأمین می‌گردد وتنها بخش کوچکی از آن (۱۵ درصد) از منابع داخلی حاصل می‌شود (رودی و همکاران، ۱۳۸۲). روغن آفتابگردان یکی از سالم‌ترین روغن‌های نباتی است. این روغن به‌دلیل غنی بودن از اسیدهای چرب غیراشباع برای سلامتی مفید و در تثبیت کلسترول خون موثر است (Starner *et al*., 2002). گومز-سانچـز و همـکاران (Gomes-Sanchez *et al*,. 2000) نتیجه گرفتند که تنش کم آبی در مراحل رشد رویشی منجر به کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شد و کاهش عملکرد نتیجه کاهش معنی‌دار تعداد دانه و وزن دانه‌ها است. غفاری‌پور (۱۳۸۳) گزارش کرد که تیمارهای با آبیاری مطلوب دارای میزان روغنی بالاتر از تیمارهای تحت تنش هستند. حلاجی (۱۳۸۳) بیان نمود که سطوح مختلف تنش آبی موجب کاهش درصد روغن گردید. تحقیقات نشان داد اعمال تنش خشکی در طی پر شدن دانه محتوای روغن بذر و عملکرد روغن دانه آفتابگردان را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در حالی که درصد پوسته با تنش خشکی افزایش داشت. پژوهشگران در یک تحقیق اثر آبیاری در سه مرحله تشکیل طبق، گل‌دهی و دانه دادن در آفتابگردان را بررسی نمودند و مشخص شد که بیش‌ترین عملکرد در حالتی است که آبیاری در هر سه مرحلـه رشد انجام شود و این سه مرحله به‌عنوان ضروری‌ترین مراحل آبیاری برای گیاه آفتابگردان گزارش شد (Gksoy *et al*., 2004). نتایج تحقیقات خانی و همکاران (۱۳۸۴) بر آفتابگردان نشان داد که اعمال تنش بر اساس آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر، سبب کاهش عملکرد، تعداد دانه‌های پر در طبق، وزن هزار دانه و قطر طبق شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی – آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا گردید. این محل از نظر طول جغرافیایی ۳۹ و۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۱۹ و ۳۵ شمالی با ارتفاع ۸۹۰ متر از سطح دریا است. متوسط بارندگی سالیانه بر طبق میانگین ۳۰ ساله اخیر اداره هواشناسی ورامین، ۱۷۵ میلی‌متر، که پراکنش آن معمولا از اواخر مهرماه تا اواسط بهار ادامه داشت. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود که عامل اصلی در این آزمایش آبیاری (I) در چهار سطح (I_0) آبیاری مطابق عرف منطقه، قطع آبیاری در مرحله رویشی (تشکیل چهارمین و پنجمین زوج برگ) (I_1)، قطع آبیاری در مرحله زایشی (شروع گلدهی) (I_2)، قطع آبیاری در دو مرحله رویشی و زایشی (در مرحله تشکیل چهارمین و پنجمین زوج برگ و در مرحله شروع گلدهی) (I_3). عامل فرعی پلیمر سوپر جاذب (S) در سه سطح، عدم کاربرد پلیمر سوپر جاذب (S_0) و کاربرد پلیمر سوپر جاذب ۱۵ کیلوگرم در هکتار (S_1) و کاربرد پلیمر سوپر جاذب ۳۰ کیلوگرم در هکتار (S_2) بود. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول یک آمده است پخش کود سرک در سه مرحله انجام شد و بعد از سبز شدن طی دو مرحله یکی در مرحله سه برگی و دیگری در مرحله پنج برگی وجین و تنک صورت گرفت و تراکم‌ها در حد مورد نظر تنظیم شد.کاربرد غلظت سوپرجاذب به‌صورت ردیفی در خطوط کاشت بود بدین ترتیب که به‌مقدار ۱۶/۵ و ۳۳ گرم سوپر جاذب برای هر شیار در نظر گرفته شد که پس از انجام محاسبات در هر سطل به‌طور جداگانه سوپرجاذب‌ها در مقدار مورد نظر آب ریخته شد، مدت نیم ساعت اجازه داده شد تا سوپر جاذب‌ها به‌طور کامل آب را جذب کرده و سپس به‌طور یکنواخت در سراسر خطوط کاشت ریخته و پس از آن با خاک روی بذور پوشانده شد. طول هر خط کاشت شش متر و فاصله دو ردیف کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته ۲۰ سانتی‌متر بود. در این آزمایش فاصله بین دو کرت فرعی دو خط نکاشت و فاصله بین دو کرت اصلی دو متر و فاصله بین دو تکرار دو متر به‌عنوان راهرو در طـراحی شد. آبیاری به‌صورت قطره‌ای بود. تیمارهای آبیاری معمولی تا انتهای مرحله رشد مطابق

عرف منطقه آبیاری شد و بقیه تیمارها هم با توجه به نقشه آزمایشی در مراحل مربوطه نسبت به قطع آبیاری آنها اقدام و سپس آبیاری گشت. وزن ۱۰۰ دانه با استفاده از توزین نمونه حاوی ۱۰۰ بذر از هر طبق در هر تیمار از سه تکرار، عملکرد دانه در تک بوته بر اساس وزن دانه‌های پر در سطح تک بوته بر حسب گرم، عملکرد دانه در واحد سطح بر اساس وزن دانه‌های پر در سطح برداشت مربوطه با اعمال تراکم در واحد سطح بر حسب کیلوگرم، درصد روغن بر اساس اندازه‌گیری درصد روغن از یک نمونه تقریبا ۱۰ گرمی درتمامی تیمارها به‌روش N.M.R و محتوی نسبی آب برگ از طریق فرمول زیر:

RWC = وزن تر برگ - وزن خشک برگ / وزن اشباع برگ – وزن خشک برگ × 100

و همچنین برای سنجش میزان کلروفیل از روش کلوادوا و همکاران (Kolvaduo *et al*., 1999) محاسبه گردید.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. The results of soil analysis in experimental field

هدایت الکتریکی	اسیدیته	روی	منگنز	پتاسیم	آهن	فسفر	مس	شن	رس	مواد خنثی شونده	سیلیت
Ec	PH	Zn	Mn	K	Fe	P	Cu	Sand	Clay	T.N.V	Silt
(ds/m)		(PPM)	(PPM)	(PPM)	(PPM)	(PPM)	(PPM)	(٪)	(٪)	(٪)	(٪)
1.4	6.48	50.58	6.65	350.45	16.8	23.91	1.13	21	26	19	50

نتایج و بحث

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای قطع آبیاری و سوپر جاذب در سطح آماری یک درصد معنی‌دار گردید ولی اختلافات به‌وجود آمده بین تیمارهای اثرات متقابل معنی‌دار نشد (جدول دو). نتایج مقایسات میانگین اثرات ساده قطع آبیاری (جدول سه) نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه با متوسط ۶۴/۰۸ گرم از تیمار عدم تنش و کمترین وزن هزار دانه از تیمار توقف آبیاری در مراحل رویشی و زایشی به میزان۴۳/۰۱ گرم بود. همچنین بیش‌ترین مقدار وزن هزار دانه را تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب با میانگین ۵۶/۴۹ گرم و کم‌ترین آن را عدم مصرف سوپرجاذب با متوسط ۴۸/۰۰ گرم به‌دست آورد. وزن هزار دانه از اجزای مهم عملکرد است که همبستگی بالایی با عملکرد دانه دارد و با افزایش آن عملکرد نیز افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد تعرق با افزایش دما بیش‌تر می‌شود و در تنش خشکی تعرق نسبت به جذب آب افزایش یافت و از درصد حجم مواد فتوسنتزی انتقالی به دانه و بازده فتوسنتز کاست و اندازه دانه به‌عنوان مخزن فیزیولوژیکی کاهش یافت در نتیجه ازمیزان وزن هزار دانه کاسته شد. مقدار رطوبت اثر غیر مستقیم بر وزن هزار دانه دارد. قطع آبیاری اثر معنی‌داری بر کاهش وزن هزار دانه گذاشت که علت آن کاهش آسمیلات‌های تولیدی و انتقال آن به دانه است. کاربرد سوپرجاذب با توجه به قابلیت آن در نگهداری آب باعث شد تا از اثرات تنش خشکی کاسته شود. نتایج به‌دست آمده با نتایج رضایی (۱۳۸۶)، مرادی‌اقدم و همکاران (۱۳۸۶)، خانی و همکاران (۱۳۸۴) مطابقت داشت. رضایی (۱۳۸۶) علت کاهش معنی‌دار عملکرد آفتابگردان در تنش خشکی را کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اعلام نمود. مرادی اقدم و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند که بر اثر اعمال تنش، اتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه پر در طبق و وزن هزار دانه کاهش، ولی درصد پوکی دانه افزایش یافت. خانی و همکاران (۱۳۸۴) اعلان نمودند که اعمال تنش بر اساس آبیاری بعد از ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر، سبب کاهش عملکرد دانه آفتابگردان، تعداد دانه‌های پر در طبق، وزن هزاردانه و قطر طبق شد.

عملکرد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد دانه از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید ولی اختلافات به‌وجود آمده بین تیمارهای اثرات متقابل عوامل مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول دو). نتایج مقایسات میانگین اثرات ساده (جدول سه)

نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن عملکرد دانه با میانگین ۶۴۳۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم تنش و کم‌ترین عملکرد دانه متعلق به تیمار توقف آبیاری در مراحل رویشی و زایشی با متوسط ۴۰۳۳ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان عملکرد دانه را به ترتیب تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب با متوسط ۵۹۳۲ کیلوگرم در هکتار و عدم مصرف سوپرجاذب با میانگین ۴۹۹۲ کیلوگرم در هکتار به دست آورد. نتایج این پژوهش با یافته‌های قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۲)، جعفرزاده و همکاران (Jafarzadeh-Kenarsari *et al.*, 1998)، خماری و همکاران (۱۳۸۴) و سیزن و همکاران (Sezen *et al*, 2011) مطابقت داشت. حداکثر تبخیر و تعرق در مرحله گل‌دهی اتفاق می‌افتد و محدودیت آب و تنش خشکی در زمان ظهور گل‌دهی سبب کاهش فعالیت برگ و پیری زودرس می‌شود که تأثیر نهایی آن را بر عملکرد دانه است. مطالعات جعفرزاده و همکاران (Jafarzadeh-Kenarsari *et al.*, 1998) بر گیاهان زراعی مختلف، کاهش وزن دانه را بر اثر محدودیت آب به‌ویژه در مرحله گل‌دهی تأیید کردند. قطع آبیاری موجب کاهش تعداد دانه در طبق و افزایش تعداد دانه‌های پوک شده گردید که این مساله عامل اصلی کاهش عملکرد دانه در این تیمارها بود. علت دیگر کاهش عملکرد دانه، کاهش فتوسنتز جاری و کاهش پتانسیل آب برگ بود که موجب کاهش قدرت مخزن برای ذخیره مواد فتوسنتزی گردید در نهایت با کاهش دانه در طبق و کاهش وزن دانه‌ها، میزان عملکرد دانه کاسته شد. سوپرجاذب با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد خود توانست از اثرات تنش بکاهد و عملکرد دانه را در شرایط قطع آبیاری بهبود بخشید. از آن‌جا که تأمین آب در دوره گل‌دهی در آفتابگردان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، سوپرجاذب با فراهمی آب و در دسترس قراردادن آن برای گیاه به‌ویژه در شرایط خشکی، از افت عملکرد دانه جلوگیری کرد. خماری و همکاران(۱۳۸۲) تشریح کردند که طول دوره رشد، دوره گل‌دهی تحت تأثیر محدودیت آب قرار گرفت. عملکرد دانه در رژیم‌های مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری داشت و در شرایط آبیاری محدود، عملکرد دانه کاهش یافت. در نهایت مشخص گردید که مرحله گل‌دهی در آفتابگردان بسیار حساس به تنش کمبود آب می‌باشد و وقوع تنش در این دوره منجر به کاهش شدید تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه گردید. دادی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثرات تنش آبی بر خصوصیات زراعی هیبریدهای آفتابگردان، مشاهده نمودند که اثر تنش کم آبی بر وزن هزار دانه، تعداد دانه در گیاه و عملکرد دانه، معنی‌دار بود. در شرایط تنش کم آبی عملکرد ۸۳ درصد کاهش یافت و محصول دانه ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که ناشی از کاهش وزن (۵۰ درصد) و تعداد دانه در گیاه (۵۴ درصد) بود. در بررسی دیگر گومز-سانچز و همکاران (Gomes-sanchez *et al.*, 2000) نتیجه گرفتند که تنش آبی در مراحل رویشی منجر به کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز گردید که ممکن است به کاهش عملکرد دانه منجر شود و در این صورت کاهش عملکرد نتیجه کاهش معنی‌دار تعداد و وزن دانه می‌باشد که در این تحقیق مصرف سوپرجاذب مانع از کاهش عملکرد دانه در تنش رشد رویشی و گل‌دهی گردید که با نتایج اسپچت و همکاران (Specht *et al*., 2000) مطابقت دارد.

درصد روغن

نتایج جدول دو نشان داد اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر درصد روغن از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و اثرات متقابل عوامل مورد بررسی بر درصد روغن تاثیر معنی‌داری نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول سه) نشان داد که بیش‌ترین میزان روغن با متوسط ۴۷/۸۶ درصد از تیمار عدم تنش و کم‌ترین درصد روغن از تیمار توقف آبیاری در مراحل رویشی و زایشی به‌میزان۳۲/۵۱ درصد حاصل شد. بیش‌ترین درصد روغن را تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب با متوسط ۴۱/۸۶ درصد و کم‌ترین آن را عدم مصرف سوپرجاذب با ۳۷/۹۹ درصد دارا بود. تنش موجب کاهش فعالیت برگ‌ها و پیری زودرس آنها و تأثیر نهایی در کاهش درصد روغن دانه شد. همچنین اعمال تنش در زمان رشد رویشی و زایشی از میزان درصد روغن دانه کاست. در آزمایشات انجام شده مشخص گردید که با کاربرد سوپرجاذب در تیمارهای حاوی این پلیمر، کاهش درصد روغن به حداقل رسید و تأثیر مثبت سوپرجاذب کاملا مشهود است. با توجه به خاصیت سوپرجاذب در نگهداری آب، تبادل یونی بالا و جلوگیری از شستشو و

نگهداری عناصر غذایی از میزان خسارت تنش تا حد مطلوبی کاست. نتایج حاصله با گزارش‌های رحیمی (۱۳۸۵)، صفری (Safari, 2006) و سالرا (Salera, 2001) مطابقت داشت اما کلهری و همکاران (۱۳۸۱) نظری مغایر با این بیان کردند. پاتال و همکاران (Petal *et al.*, 1996) و رحیمی (۱۳۸۵) نیز نتایج فوق را تأیید کردند. این محققان عنوان نمودند مصرف سوپرجاذب باعث افزایش عملکرد روغن دانه و درصد روغن دانه شد که با نتایج دادی (۱۳۸۶) مطابقت دارد. در این رابطه گزارش سالرا (Salera, 2001) ضمن تأیید نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آبیاری در طول دوره گل‌دهی سبب افزایش تعداد وزن هزار دانه در طبق شد و همچنین درصد روعن دانه را افزایش داد و بوناری و همکاران (Bonari *et al.*, 1992) ابراز داشتند که محدودیت آب و تنش خشکی در آفتابگردان در زمان ظهور گل سبب کاهش فعالیت برگ و پیری زودرس برگ‌ها شد و تأثیر نهایی آن در کاهش عملکرد دانه و درصد روغن مشهود بود.

آزمایشات براون (Brown, 2002) مشخص نمود که آبیاری ۱۶ روز پس از گل‌دهی در آفتابگردان سبب ۳۰ درصدی افزایش عملکرد دانه و ۴۸درصدی افزایش عملکرد روغن گشت. آبیاری نهایی ۲۲ روز بعد از اواسط گل‌دهی در مقایسه با آبیاری در اواسط گل‌دهی دانه را ۹۱درصد بیش‌تر کرد ولی با آبیاری در ۳۱ روز پس از گل‌دهی که مصادف با رسیدگی فیزیولوژیکی است، عملکرد بیش‌تری حاصل نشد.

پایداری غشای سلولی (EC)

اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب و اثرات متقابل عوامل مورد بررسی بر پایداری غشای سلولی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول‌دو). با توجه به جدول اثرات متقابل تنش خشکی و مصرف سوپرجاذب (جدول سه) مشاهده شد که تیمار توقف آبیاری در مراحل رویشی و زایشی و عدم مصرف سوپرجاذب در هکتار با داشتن ۹۷۴/۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بیش‌ترین پایداری غشای سلولی را داشت و کم‌ترین پایداری غشای سلولی به تیمار تنش درمرحله رویشی و مصرف ۳۰ کیلوگرم سوپرجاذب به‌میزان ۳۱۱/۱ میکروزیمنس بر سانتی‌متر است. با در نظر داشتن این نکته که پایداری غشای سیتوپلاسمی با میزان هدایت الکتریکی برگ نسبت عکس دارد می‌توان گفت که تنش کم آبی باعث شده که فسفولیپیدهای غشای سلولی حالت گرانوله شده و منافذی در ساختار غشای ایجاد می‌کند که این خود نیز موجب ناپایداری غشای سلولی گردید که نتیجه آن نشت محتویات درون سلولی به فضای بین سلولی است. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که مصرف سوپرجاذب در شرایط قطع آبیاری موجب فراهمی آب و رطوبت برای گیاه و کاهش خسارت ناشی از تنش کم آبی گردید. همچنین با توجه به این‌که تنش خشکی بیش‌ترین آسیب را به دیواره سلولی گیاه رسانده می‌توان چنین نتیجه گرفت در طی تنش خشکی بافت‌های گیاه فرسوده شده و گیاه قادر به بازسازی دیواره‌های سلولی آسیب دیده نمی‌باشد. نتایج به‌دست آمده با گزارش‌های پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت داشت. این محققان اظهار داشتند تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه و پایداری غشای سیتوپلاسمی می‌شود در حالی که مصرف پلیمر سوپر جاذب به‌دلیل کاهش اثرات تنش خشکی سبب افزایش عملکرد دانه و پایداری غشای سلولی شد. رفیعی (۱۳۸۴) معتقد بود که کمبود آب و تنظیم پتانسیل اسمزی برگ با ذخیره املاح و یون‌های معدنی و اسیدهای آلی و مواد قندی و رنگیزه‌های محلول در آب همراه است که تجمع این ترکیبات نوعی مقابله با کمبود آب را در گیاه القا می‌نماید که سبب افزایش EC و کاهش مقاومت غشای سیتوپلاسمی می‌شود.

محتوی آب نسبی برگ (RWC)

اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر محتوی آب نسبی برگ در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و اثرات متقابل عوامل مورد بررسی معنی‌دار نشد (جدول دو). نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول سه) نشان داد که بیش‌ترین میزان محتوی آب نسبی در برگ ۶۵/۹۲ درصد در تیمار عدم تنش و کم‌ترین محتوی آب نسبی برگ متعلق به تیمار توقف آبیاری در مراحل رویشی و زایشی به‌میزان ۳۳/۸۵ درصد بود. بیش‌ترین محتوی نسبی آب برگ را تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌مقدار ۱۸/ ۵۶ درصد و کم‌ترین آن را عدم مصرف سوپرجاذب با ۴۲/۷۵ درصد به‌دست آورد. اطلاعات به‌دست آمده با یافته‌های نظرعلی و همکاران

(Nazarali *et al*., 2010) و شکروی (۱۳۸۳) مطابقت داشت. به‌طور معمول ارقام متحمل به خشکی، در RWC و پتاسیل اسمزی پایین‌تر می‌توانند فعالیت فتوسنتزی بالاتری را نسبت به ارقام حساس داشته باشند در واقع تنظیم تورژسانس و حفظ محتوی نسبی آب برگ بالا، نقش مهمی را در نگهداری فتوسنتز در طول قطع آبیاری ایفا می‌کند. شکروی (۱۳۸۳) گزارش داد که با کاهش محتوی آب نسبی برگ آفتابگردان مقدار پروتئین کاهش می‌یابد. در بررسی‌های صورت گرفته کیم و همکاران (Keim *et al*., 2010) ظرفیت بالای نگهداری RWC حداکثر در ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی آفتابگردان را گزارش کردند که این ظرفیت بالا به دلیل تجمع قندهای محلول و کاهش پتانسیل اسمزی است. نظرعلی و همکاران (Nazarali *et al*., 2010) بیان کردند که محتوی نسبی آب برگ و کمبود آب اشباع و غلطت کلروفیل در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد.

مقدار نسبی آب برگ معرف خوبی از وضعیت گیاه است که به‌عنوان یک شاخص جهت تحمل به خشکی استفاده می‌شود. ارقام متحمل به خشکی دارای فعالیت فتوسنتزی بالاتری هستند که این به‌دلیل داشتن محتوی نسبی آب برگ بالا و پتانسیل اسمزی پایین است. در نتیجه تنظیم فشار تورژسانس و میزان آب برگ باعث افزایش فتوسنتز در طول دوره تنش می‌شود که پلیمر سوپرجاذب با استفاده از خاصیت خود در نگهداری آب، این عمل را انجام داد و موجب حفظ آب برگ گردید و در نتیجه از میزان شدت تنش کاست.

کلروفیل کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول دو) نشان داد ساده تیمار قطع آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر کلروفیل کل در سطح یک درصد معنی‌دار گردید و اثرات متقابل عوامل مورد بررسی معنی‌دار نشد. نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول سه) نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن کلروفیل کل ۶۳/۴۲ میلی‌گرم در لیتر در تیمار عدم تنش و کم‌ترین کلروفیل کل متعلق به تیمار تنش در مرحله رویشی و زایشی با هم به میزان ۳۸/۲۷ میلی‌گرم در لیتر بود. بیش‌ترین کلروفیل کل را تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به‌مقدار ۵۷/۰۷ میلی‌گرم در لیتر و کم‌ترین آن را عدم مصرف سوپرجاذب با ۴۶/۷۵ میلی‌گرم در لیتر دارا می‌باشد. تنش خشکی موجب خشک شدن برگ‌ها و مانع ساخته شدن کلروفیل و در برخی موارد باعث تخریب کلروفیل موجود در برگ می‌شود که از عوامل آن قهوه‌ای شدن گیاه در طی دوره خشکی است. تنش خشکی منجر به کاهش میزان کلروفیل b می‌شود اما بر پایداری کلروفیل a می‌افزاید. این موضوع باعث کاهش مقدار کل کلروفیل می‌گردد. نتایج به‌دست آمده با نتایج نظرعلی و همکاران (Nazarali *et al*., 2010)، بابائیان و همکاران (۱۳۸۸)، نظری و همکاران (۱۳۸۶) و وزان (Vazan, 2000) مطابقت داشت. نتایج تحقیقات نظرعلی و همکاران (Nazarali *et al*., 2010) نشان داد که تنش آب به میزان قابل توجهی در کاهش محتوی کلروفیل و عملکرد دانه در آفتابگردان تأثیرگذار است.

به اعتقاد کانچوا (Kancheva, 2007) محتوی کلروفیل مقیاسی برای کارایی فتوسنتز است و می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی سلامت گیاه و شناخت عکس‌العمل گیاه به تنش خشکی مورد استفاده قرارگیرد. عوامل تنش‌زای گیاهی به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم دستگاه فتوسنتزی و محتوی کلروفیل را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بابائیان و همکاران (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که با اعمال تنش خشکی میزان فلورسانس کلروفیل و عدد کلروفیل متر تغییر یافت و بیش‌ترین مقادیر آنها در تیمار تنش خشکی در مرحله گل‌دهی به‌دست آمد. خلیل‌وند بهروزیار و همکاران (۱۳۸۸) و نظری و همکاران نتایج مشابهی را ذکر کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد اندازه‌گیری (میانگین مربعات)

Table 2. Analysis of variance of traits (mean square)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	وزن هزار دانه T.G.W	عملکرد دانه Y.G	درصد روغن P.O	پایداری غشای سلولی EC	محتوی نسبی آب برگ RWC	کلروفیل کل Chlorophyll
تکرار(R)	2	25.935	924158.333	0.299	499.425	119.830	13.607
تنش آبی(I)	3	790.806**	9838866.667**	388.040**	197352.773**	1631.189**	1010.458 **
(خطای عامل اصلیE)	6	81.912	79713.889	2.680	254.645	47.514	6.822
سوپر جاذب(S)	2	223.671 **	2673300**	46.431**	305494.675**	543.355**	329.494**
اثر متقابل تنش آبی و سوپر جاذب(I*S)	6	2.293 ns	62266.667 ns	0.443 ns	11796.589**	5.388 ns	9.370 ns
(خطای عامل فرعیE)	16	28.901	113425	0.316	451.304	25.917	6.136
ضریب تغییرات (c.v%)	-	10.38	6.19	1.41	3.75	10.23	4.82

*و**: به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی‌دار هستند.

* .and**:Significant at 0.05 and 0.01 Probability level , respectively

جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات متقابل صفات مورد اندازه‌گیری

Table 3. Comparisons of mean interaction traits

تیمار آبیاری Treatment Irrigation	سوپر جاذب S	وزن هزار دانه T.G.W (gr)	عملکرد دانه Y.G (Kg.ha)	درصد روغن P.O (%)	هدایت الکتریکی EC (µs.cm)	محتوی آب نسبی برگ (٪) RWC	کلروفیل کل Chlorophyll (mg.lit $^{-1}$)
آبیاری معمول	(S_0)۰	59.87 bc	5987 bc	46.13 c	550.8 d	60.61 bc	57.75 cd
	(S_1)۱۵	62.67 ab	6287 b	47.59 b	451.4 f	64.55 ab	63.12 b
(I_0)	(S_2)۳۰	69.69 a	7037 a	49.86 a	311.1 g	72.58 a	69.38 a
توقف آبیاری در مرحله رویشی	(S_0)۰	49.62 defg	5557 cde	40.29 ef	546.4 d	45.66 de	52.14 ef
	(S_1)۱۵	54.28 bcde	5987bc	41.20 e	436.0 f	55.13 bcd	54.14 de
(I_1)	(S_2)۳۰	57.75 bcd	6387 b	43.23 d	337.9 g	59.54 bc	58.90 bc
توقف آبیاری در شروع گلدهی	(S_0)۰	42.83 fg	4987 ef	35.17 h	860.4 b	38.13 ef	42.12 g
	(S_1)۱۵	44.86 efg	5287.def	36.37 g	642.3 c	46.27 de	48.15 f
(I_2)	(S_2)۳۰	50.91 cdef	5627 cd	39.33 f	500.0 e	52.92 cd	56.26 cde
توقف آبیاری رویشی و شروع گلدهی	(S_0)۰	39.68 g	3437 g	30.36 j	974.9 a	26.60 g	34.98 h
	(S_1)۱۵	41.76 fg	3987g	32.14 i	666.3 c	35.28 fg	36.07 h
(I_3)	(S_2)۳۰	47.61 defg	4677 f	35.03 h	512.4 de	39.65 ef	43.75 g

حروف غیرمشترک بیانگراختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

Non-shared letters Byangrakhtlaf significant at 5% and 1% level of probability according to Duncan's test requirements.

منابع References

بابائیان، م.، حیدری م. و قنبری، آ. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در آفتابگردان (*Heliantus unnuusl.*) مجله علوم زراعی تهران.

پوراسماعیل، پ. ۱۳۸۵. بررسی تاثیرات سوپرجاذب برکارایی مصرف آب و عملکرد در لوبیای قرمز، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی کرج. دانشگاه آزاد اسلامی ۲۰۴ ص.

حلاجی، ح. ۱۳۸۳. اثرات تنش کمبود آب و تراکم برروی عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید آذرگل آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد. صفحه ۱۲۲.

خانی، م.، دانشیان، ح.، زینانی خانقاه، م. و قناد، م. ۱۳۸۴. تجزیه ژنتیکی عملکرد و اجزای آن درلاین‌های آفتابگردان با استفاده از طرح تلاقی لاین × تسلر در شرایط تنش و بدون تنش خشکی علوم کشاورزی ایران ۳۶(۲) ۴۴۵-۲۳۵.

خلیل‌وند بهروزیار ا.، یار نیا، م.، دل طلب، ب. و آقاسی، ا. ۱۳۸۸. اثر تنش کمبود آب و تراکم بوته بر عملکرد و برخی از صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز ۳۰(۱۱) ۳۷-۲۷.

خماری، س.، گلعذانی، ک.، آلیاری، آ.، زهتاب سلماسی، س. و دباغ محمدی‌نسب، ع. ۱۳۸۴. اثر زمان قطع آبیاری بر فنولوژی و عملکرد دانه سه رقم آفتابگردان در تبریز مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴_۶): ۳۳-۳۷.

دادی ،ا.، موذن قمصری، ب.، اکبری، غ.، و ظهوریان مهرم، ج. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر مقادیر سوپرجاذب آـ ۲۰۰ و سطوح مختلف آبیاری روی رشد و عملکرد ذرت، سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد کشاورزی هیدروژن‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر پتروشیمی ایران. تهران ۱۶ آبان (۱۳۸۴).

رحیمی، ح. ۱۳۸۵. ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی موثر بر مقاومت به تنش شوری در سورگوم علوفه‌ای پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

رضایی ا. دانشیان، ج.، رشدی، م.، غفاری، م. و حاجی‌محسنی‌اصل، ن. ۱۳۸۶. تاثیر کاربرد مواد ضد تعرق بر برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان آجیلی تحت آبیاری محدود چکیده مقالات دومین همایش کشاورزی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی خوی. ص ۳۰.

رفیعی، ف.، کاشانی، ع.، مامقانی، ا. وگلچین، ا. ۱۳۸۴. تاثیر مراحل آبیاری و کاربرد نیتروژن بر عملکرد برخی خصوصیات مورفولوژیک هیبریدگلشید آفتابگردان روغنی ، علوم زراعی ایران ۷(۱): ۵۳-۴۴.

رودی، د.، رحمان‌پور، س. و جاویدفر، ف. ۱۳۸۲. زراعت کلزا، تهران، دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی.

شکروی، م .۱۳۸۳. بررسی اثر کم آبی بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد مختلف آفتابگردان آجیلی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی ساوه.

غفاری‌پور ، ا. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی هیبریدهای جدید آفتابگردان.پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. صفحه۱۲۰.

کلهری، ح. ۱۳۸۱. بررسی قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دو اجزای عملکرد دانه ارقام آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگده کشاورزی تهران ۱۱۸ ص.

نورجو، ا.، عباسی، ف.، بقایی‌کیا، م. و جدایی، ع. ۱۳۸۵. تأثیر کم آبیاری بر کمیت و کیفیت چغندرقند در منطقه میاندوآب. چغندرقند.۲۲(۲):۶۶-۵۳.

Bonari, E., Pvannozi, G., Benrenuti, A., and Bladini, M. 1992. Modern expect of sunflower cultivation techniques.

Brown, C.L. 2002. Efect of final irrigation on yield and yield Components of sunflower in semi-arid environment .Aust. j. exp.Agric Anim. Husb. 17:482-488.

Gksoy A.T., Demiri, A., Turn, Z., and Dagustu, N. 2004. Responses of sunflower to Ful and Limited and irrigation and different growth stages.Filed Crops Research. 87:167-178.

Gomes-Sanchez, D., Vannozzi, G.P., Baldini, M., Tahamasebi Enferadi, S., and Dell vedove, G. 2000. Effects of soil water availability on sunflower lines derived from inter specific crosses. Italian Journal of Agronomy, Pp: 371-387.

jafarzadeh-kenarsari, M., and Postih, K. 1998. Inrestigating the effect of drought stress at different growth stages on some mor phological characteristics and yield components of sun flower.Iranian jornal of Agicultural science.299(2) : 353-362.

Kancheva, R.H., Borisova, D.S., Lliev., I.T. 2007.Chlorophyll fluorescence as a plant stress indicator. Bulgaria Academic of Sciences,pp.301-306

Keim, D.L. and Keronstad. W.E. 2010. Drought response of sun flower cultivarse grown under field stress condition. Aust.j.Agrid.Res.48:115-125.

Majer, P., Sass, L., Lelley, T., Cseuz, L., Vass, I., Dudits, D., and Pauk, J. 2008. Testing droughtolerance of wheat by a complex stress diagnostic system installed in greenhouse. ActaBiologica Szegediensis 52: 97-100

Nazarali, H., Zardashti, M., Darvish zade Najafi. R., 2010. The effect of water stress and superabsorbent on water use efficiency, yield and several morphological of sunflower under greenhouse condition. Cercetari Agronomic Moldova vol. XLIII, No.

Patel, P.G., and Patel, Z. 1996. Effect of irrigation methods and levels quality of sunflower. Jurnal of oilseed Research. 13:53-55.

Safari, M. 2006. the effect of irrigation cycle on yield and yield component sun flower. Iran. Tehran. The ninth congress of Agronomy and breeding,134p.

Ssalera, E. 2001.sunfbwer production respose to different irrigation regims in catch crop growing.proc.13,Int. sunflower conference. Pisa.Italy.26pp.

Sezen, S., Yazar, M.M., Kapur, A., and Tekin, S. 2011. Comparison of drip and sprinkler irrig a tion strategies on sunflower seed and oil yield and quality under mediterananen climatic condition,s.865p.

Specht, S. and Harvy, J. 2000. use of hydrogels to reduce leaf loss and haster root estahilishment forest research.

Starner, D.E., Hamama, A.A., Bhardwaj, H.L. 2002. Prospects of canola as an alternative winter crop in Virginia. Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA.

Vazan. S. 2000. Evalution chlorophyll fluorescence and photosynthesis efficiencies in Beta vulgaris genoty pes under drought and non drought stress.ph.D thesis , Islamic, Azad university.

Soriano, A., And Fereres, E. 2002. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower genotypes Field crop research.36:1-110.