

## تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن و پروتئین ارقام مختلف سویا (*Glycine max L.*)

نیلوفر وحدی<sup>۱</sup>، اسماعیل قلی نژاد<sup>۲\*</sup>، سیروس منصوری فرد<sup>۳</sup>، لایلا غیرتی آرانی<sup>۲</sup>، مهدی رحیمی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه پیام نور، تهران

<sup>۲</sup> استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران

<sup>۳</sup> کارشناسی ارشد زراعت و مدرس هنرستان کشاورزی ارومیه

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: [gholinezhad1358@yahoo.com](mailto:gholinezhad1358@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۴

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف رژیم آبیاری بر عملکرد دانه و صفات کیفی ارقام مختلف سویا در منطقه ارومیه، به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا شد. در این بررسی سه سطح آبیاری مطلوب ۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A، تنش ملایم ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A و تنش شدید ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک کلاس A در کرت‌های اصلی و سه رقم سویا کلارک، ویلیامز و آنیون در کرت‌های فرعی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر صفات عملکرد دانه، روغن و پروتئین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد روغن و پروتئین به ترتیب در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید به دست آمد. با این حال از نظر محتوای رطوبت نسبی برگ و کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تنش خشکی شدید، عملکرد دانه را نسبت به آبیاری مطلوب و تنش ملایم به ترتیب ۶۳ و ۴۵ درصد کاهش داد. در هر شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی شدید بیشترین عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین از رقم آنیون حاصل شد. رقم کلارک کمترین میزان عملکرد دانه را در شرایط تنش شدید نسبت به دیگر ارقام داشت.

کلمات کلیدی: دانه روغنی، صفات کیفی، کمبود آب

## مقدمه

خاطر کاهش پتانسیل آب برگ در طی تنش کمبود آب می‌باشد (سینگ<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۵، چاپارزاده<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). لذا کاهش محتوی نسبی آب در بین گونه‌های مختلف و در بین هیبریدهای مختلف یک گونه به شکل معنی‌داری متفاوت بوده و ارقامی که از افت محتوی نسبی آب کمتری در اثر تنش کمبود آب برخوردار هستند، ثبات عملکرد بالاتری را نشان می‌دهند. تغییرات محتوای رطوبتی برگ و کلروفیل به‌عنوان یک واکنش کوتاه مدت به تنش و معیاری از توان حفظ قدرت منبع در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (احمدی و سی و سه مرده، ۱۳۸۳). اعمال تنش در مراحل مختلف رشد سویا باعث کاهش معنی‌دار عملکرد محصول شده است (آبایومی<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). محققان در بررسی اثر تنش خشکی و کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی سویا نشان دادند که با افزایش شدت تنش آبی، درصد روغن دانه‌ها کاهش و درصد پروتئین دانه‌ها افزایش یافت (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸۶). برخی پژوهشگران گزارش نمودند که درصد روغن با درصد پروتئین همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (سیک دست و همکاران، ۱۳۸۷). برخی محققان با بررسی اثرات محدودیت آب بر روند ذخیره‌سازی روغن، پروتئین و عملکرد دانه در دو رقم سویا نشان دادند که با افزایش تنش آبی درصد روغن کاهش یافت و درصد پروتئین دانه افزایش یافت (بهتاری<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه در آفتابگردان درصد روغن را افزایش داد در حالی که تنش خشکی در مرحله گلدهی در گیاه آفتابگردان باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد (اسماعیلیان<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). در شرایط تنش کم‌آبی با کوچک شدن اندازه دانه سویا، روغن و پروتئین حجم بیشتری از فضای دانه را نسبت به شرایط غیر تنش اشغال نموده‌اند (کارگر و همکاران، ۱۳۸۳؛ دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱؛ امینی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). با افزایش میزان تنش آبی، درصد روغن دانه

خشکی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی غیرزنده است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته است (نقه‌الاسلامی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸) و تقریباً در هر جنبه‌ای از رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (اسلام<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). ایران نیز با میانگین بارش سالانه ۲۴۰ میلی‌متر جزء مناطق کم باران طبقه‌بندی می‌شود (گارسیا دل مورال<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۳). دانه‌های روغنی پس از غلات دومی دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند این محصولات علاوه بر دارا بودن اسیدهای چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند. از آنجایی که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی در ایران از طریق واردات تأمین می‌شود، تولید دانه‌های روغنی در سال‌های اخیر از سوی مسئولان وزارت جهاد کشاورزی در اولویت بیشتری قرار گرفته است. سویا از گیاهان با ارزش خانواده دانه‌های روغنی است که با داشتن حدود ۲۰٪ روغن و ۴۰٪ پروتئین در بین دانه‌های روغنی در سطح دنیا بیشترین سطح زیر کشت یعنی ۱۱۱/۲۶ میلیون هکتار و تولید ۲۷۶ میلیون تن در سال ۲۰۱۳ را دارا می‌باشد (فائو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳). زراعت این گیاه در ایران از نظر تأمین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت خاصی برخوردار است (خواجه‌ویی نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). وجود پروتئین گیاهی در سویا و استفاده از آن به جای گوشت و افزایش تقاضا برای فرآورده‌های مختلف آن‌ها از جمله شیر و پنیرسویا، سبب اهمیت روزافزون این محصول شده است. به بیان برخی محققان، محتوای نسبی آب معرف بسیار خوبی از وضعیت آبی گیاه است که به‌عنوان یک شاخص انتخاب جهت تحمل به کمبود آب نیز پیشنهاد شده است (نقه‌الاسلامی و همکاران، ۲۰۰۸، تیلیت<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۷، مرادی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). برخی محققان اظهار داشتند که محتوای نسبی آب برگ در طول دوره کمبود آب کاهش می‌یابد و این مسئله به

<sup>1</sup> Seghatoleslami

<sup>2</sup> Aslam

<sup>3</sup> Garcia Del Moral

<sup>4</sup> FAO

<sup>5</sup> Teulate

<sup>6</sup> Moradi

<sup>7</sup> Singh

<sup>8</sup> Chaparzade

<sup>9</sup> Abayomi

<sup>10</sup> Behtari

<sup>11</sup> Esmailian

(تنش ملایم) ۱۱۰ میلی‌متر (تنش شدید) ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و فاکتور فرعی در سه رقم کلارک، ویلیامز و آنیون که مشخصات آن‌ها در جدول ۳ آورده شده است مورد بررسی قرار گرفت. این بذور از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. زمین آزمایش ابتدا در پاییز سال قبل شخم عمیق و مجدداً در بهار ۱۳۹۱ شخم سطحی زده شد و سپس در دو نوبت و به‌طور عمود بر هم دیسک زده و با لولر اقدام به تسطیح زمین گردید. سپس با استفاده از ردیف کار، ردیف‌هایی با فاصله ۵۰ سانتیمتر ایجاد شد و قبل از کاشت بر اساس نتایج تجزیه خاک مزرعه در آزمایشگاه و توصیه کودی مقدار ۵۰ کیلوگرم کود اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار در زمین اجرای آزمایش توزیع شد. ۲۷ کرت به ابعاد ۴×۳/۵ مترمربع ایجاد شد و فواصل بین بلوک‌ها چهار متر در نظر گرفته شد. بذور در کرت‌هایی با شش ردیف به فواصل ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع در عمق ۳-۵ سانتی‌متر خاک به‌صورت دستی کشت شدند. زمان آبیاری در کرت‌های شاهد و تنش از روش کسر رطوبتی اتمسفر و از تشت تبخیر کلاس A استفاده گردید. زمانی که تبخیر به ۶۰ میلی‌متر رسید، آبیاری تیمار شاهد انجام گرفت. آبیاری کلیه کرت‌های مورد آزمایش تا مرحله قبل از گل‌دهی مطابق شاهد انجام شد و پس از آن تیمارهای کم‌آبی اعمال شدند. بر این اساس زمان آبیاری تنش ملایم و شدید خشکی به ترتیب پس از تبخیر ۱۱۰ و ۱۶۰ میلی‌متر از تشت تبخیر انجام شدند که در مجموع برای تیمار آبیاری مطلوب هشت نوبت، تیمار تنش ملایم چهار نوبت و برای تیمار تنش شدید دو نوبت آبیاری انجام شد. طی فصل رشد در مواقع لزوم وجین با دست صورت گرفت. بیماری خاصی در مزرعه مشاهده نشد عملیات برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (۱۲۰ روز پس از کاشت) به‌صورت دستی انجام گرفت.

سویا کاهش یافت و بیشترین مقدار از سطح آبیاری کامل و کمترین مقدار از سطح تنش در آبیاری بخشی در حد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک به دست آمد (بابازاده و همکاران، ۱۳۸۹). تنش خشکی بدون توجه به زمان وقوع آن درصد روغن را دانه‌های سویا کاهش داد (شاهمرادی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به افزایش جمعیت، نیاز به افزایش تولید روغن گیاهی امری ضروری است. هر چند که سطح زیر کشت سویا در ایران کم است ولی می‌توان با افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق عملیات پیشرفته زراعی و گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول و مقاوم به انواع تنش‌ها و معرفی ارقام مناسب، میزان تولید آن را در واحد سطح افزایش داد. لذا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف رژیم آبیاری بر عملکرد دانه و صفات کیفی ارقام مختلف سویا در منطقه ارومیه انجام گرفت.

#### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی هنرستان کشاورزی در پانزده کیلومتری ارومیه اجرا شد. این منطقه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۱۲ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۸۴ متر به استناد آمار ۳۶ ساله با میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۵ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس آمار هواشناسی منطقه با داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد. برخی از پارامترهای هواشناسی از کاشت تا برداشت در سال زراعی ۱۳۹۱ در جدول (۲) ارائه گردیده است. با توجه به آمار هواشناسی بلندمدت در ارومیه، متوسط بارندگی سالیانه ۳۹۰ میلی‌متر، متوسط دما ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۷۵ درصد می‌باشد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. در این تحقیق از طرح آزمایشی کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. فاکتور اصلی در سه سطح (آبیاری مطلوب) ۶۰ میلی‌متر

<sup>1</sup> Shahmoradi

وحدی و همکاران: تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن و پروتئین ارقام...

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	EC (dS m <sup>-1</sup> )	pH	درصد اشباع	آهک	رس	لای	شن	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
							درصد				میلی‌گرم در کیلوگرم	
۰-۳۰	لوم-لومی رسی	۰/۶۷	۸/۰۳	۴۸	-	۳۴	۴۲	۲۴	۱/۲۲	۰/۱۲	۴/۶۲	۲۳۲

جدول ۲- مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت هوا در طی فصل رشد سویا

ماه					
شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	پارامترهای هواشناسی
۲۸/۶	۳۳/۱	۳۰/۱	۲۸/۲	۲۳/۳	حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)
۱۳/۱	۱۶/۲	۱۵/۳	۱۱/۹	۸/۳	حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)
۲۰/۹	۲۴/۶	۲۲/۷	۲۰	۱۵/۸	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)
۸/۴	۱/۸	۹/۲	۱۸/۸	۱۵	مجموع بارندگی (میلی‌متر)
۲۰۰/۴	۲۶۳/۴	۲۶۹/۳	۲۵۵/۹	۱۸۱/۹	کل تبخیر (میلی‌متر)
۵۲	۴۶	۵۲	۴۸	۵۶	میانگین رطوبت (درصد)

جدول ۳- مشخصات زراعی و گیاه‌شناسی ارقام مورد مطالعه سویا

خصوصیات رقم	گروه رسیدگی	طول دوره رشد (روز)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	تیپ رشدی	رنگ گل	رنگ کرک	ارتفاع اولین غلاف	وزن صد دانه (گرم)	مقاومت به خوابیدگی	مقاومت به ریزش	ارتفاع (سانتی‌متر)	نوع شاخه بندی	درصد روغن	درصد پروتئین
کلارک	۴	۱۳۰	۳/۵	نامحدود	بنفش	طلایی	۱۰	۱۳	مطلوب	مطلوب	۱۰۰	چند شاخه	۲۱	۳۷
ویلیامز	۳	۱۲۰	۲/۵	نامحدود	سفید	طلایی	۱۰	۱۵	مطلوب	مطلوب	۱۱۰	تک شاخه	۲۱	۳۷
آنیون	۳	۱۲۰	۳	نامحدود	سفید	طلایی	۱۰	۱۵	مطلوب	مطلوب	۱۱۰	تک شاخه	۲۲	۳۷

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تنش خشکی بر صفات شاخص کلروفیل، عملکرد دانه، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفت رطوبت نسبی برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر رقم نیز بر صفات درصد روغن، درصد پروتئین، عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید با این حال از نظر محتوای رطوبت نسبی برگ و شاخص کلروفیل برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اثر متقابل تنش خشکی و رقم تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین داشت (جدول ۴). میانگین شاخص کلروفیل برگ در رقم کلارک ۲۰/۹۶، ویلیامز ۲۰/۶۵ و آنیون ۲۴/۳۹ بود (جدول ۵). تنش خشکی باعث کاهش کلروفیل برگ از ۲۹/۵۵ در شرایط آبیاری مطلوب به ۲۳/۳۳ در شرایط تنش ملایم و به ۱۳/۰۸ در شرایط تنش شدید شد (جدول ۵). استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج یک روش بسیار سریع و غیر مخرب می‌باشد که به‌صورت گسترده‌ای توسط محققان برای تخمین مقدار کلروفیل گیاه رایج شده است (تامبو<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). محققان توانایی دستگاه کلروفیل‌سنج را برای اندازه‌گیری درصد نیتروژن گیاه نشان دادند و از داده‌های به دست آمده توسط دستگاه کلروفیل‌سنج برای تخمین مقدار نیتروژن برگ اسفناج استفاده کردند (لیو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد (گوش<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۴). سایر محققان گزارش کردند کاهش غلظت کلروفیل تحت شرایط تنش خشکی به‌واسطه اثر کلروفیل‌لاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل می‌باشد (احمدی و سی و سه مرده، ۱۳۸۳). کاهش معنی‌دار محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (سلیمان زاده و همکاران، ۱۳۸۸). در این بررسی بین کلروفیل و اکثر صفات به جز درصد

صفات اندازه‌گیری شده شامل محتوای رطوبت نسبی برگ<sup>۱</sup>، کلروفیل برگ، عملکرد دانه، درصد روغن دانه، عملکرد روغن دانه، درصد پروتئین دانه، عملکرد پروتئین دانه بودند. نمونه‌برداری در پایان مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌صورت تصادفی از میانگین ۵ بوته با حذف اثرات حاشیه از چهار خط باقیمانده به‌صورت دستی انجام گرفت. برای به دست آوردن وزن خشک اندام‌های گیاهی را به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه قرار داده و سپس نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی دقیق با دقت ۰/۰۱ توزین شدند.

جهت اندازه‌گیری محتوای رطوبت نسبی برگ از رابطه ۱ استفاده شد (ویکنز و آیشام<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸).

$$RWC = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

محتوای نسبی آب برگ  $RWC$  وزن تر برگ  $FW$

وزن خشک برگ  $DW$  وزن اشباع برگ  $TW$

جهت اندازه‌گیری شاخص کلروفیل<sup>۳</sup> از دستگاه کلروفیل‌متر (مدل OPTI SCIENCE CCM 200) استفاده شد. درصد روغن به‌وسیله دستگاه سوکسله (صفاری، ۱۳۸۴) اندازه‌گیری شد و جهت اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه، ابتدا درصد نیتروژن با استفاده از روش کج‌لدال (حسینی، ۱۳۷۳) اندازه‌گیری شد. بعد از آن، درصد پروتئین با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد: (خواجه پور، ۱۳۸۳)

$$\frac{5}{3} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین}$$

به‌منظور مقایسه تیمارهای آزمایشی، تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای کلیه صفات انجام گرفت. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ۱۶ و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

<sup>4</sup> Tumbo

<sup>5</sup> Liu

<sup>6</sup> Ghosh

<sup>1</sup> Relative Water Content

<sup>2</sup> Vikenz and Aysham

<sup>3</sup> Spad

رقم آنیون دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه نسبت به دیگر ارقام بود و رقم کلارک با عملکرد ۸۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار با رقم ویلیامز با عملکرد دانه ۸۱۱/۳۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش شدید در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند (شکل ۱). این نتیجه با گزارش‌های (ساماراه<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶) و (دمیرتاس<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۰) مطابقت دارد. محققان دیگر نیز نشان دادند تنش خشکی (آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A) به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه سویا را کاهش می‌دهد (یحیایی، ۱۳۸۶). به‌طور کلی ویژگی‌های غلاف مانند تعداد غلاف در مترمربع، تعداد گره و تعداد بذر در غلاف رابطه مستقیمی با عملکرد دانه دارند در واقع میزان محصول سویا تحت تأثیر تراکم گیاهی در واحد سطح، تعداد گره‌های ساقه اصلی روی هر بوته، تعداد شاخه‌ها، گلدهی، غلاف‌بندی، دانه‌بندی، پر شدن دانه و اندازه دانه می‌باشد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸). در اثر تنش خشکی، علاوه بر کاهش دوره مؤثر پر شدن دانه‌ها، میزان سقط غلاف‌ها نیز افزایش می‌یابد (لئو و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش سرعت سوخت و ساز کربن، کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و کاهش جذب آب در اثر کاهش رشد ریشه، از عوامل دخیل در کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی می‌باشند (لئو و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش نقل و انتقال ماده خشک در طول دوره تنش خشکی ناشی از کاهش توانایی مبدأ در تولید ماده خشک و کاهش قدرت مخزن در تجمع محصولات در اثر افزایش محدودیت رشد، می‌باشد. در واقع محدودیت منبع و نیز محدودیت مخزن باعث کاهش غلاف بندی در شرایط خشکی می‌شود (تارومینگ کنگ و کوتو، ۲۰۰۳). عملکرد دانه با تمام صفات اندازه‌گیری شده به‌جز محتوای رطوبت نسبی برگ، درصد روغن و درصد پروتئین همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت و بیشترین همبستگی بین عملکرد دانه و عملکرد روغن (I=۰/۹۹) و سپس با عملکرد پروتئین وجود داشت (جدول ۶). میرآخوری و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که عملکرد دانه با درصد روغن، عملکرد روغن و

روغن و درصد پروتئین همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد تنش خشکی شدید محتوای نسبی آب برگ را نسبت به آبیاری مطلوب ۲۴ درصد کاهش داد (جدول ۵). کاهش رشد و فعالیت ریشه و افزایش میزان تبخیر و تعرق از جامعه گیاهی از عوامل دخیل در کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ شناخته شده‌اند (تارومینگ کنگ و کوتو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). کاهش محتوای نسبی برگ موجب کاهش آسیمیلایسیون کربن در سلول‌های برگ می‌شود و در نتیجه، کاهش ذخیره دی‌اکسید کربن فعالیت آنزیم کلیدی فتوسنتز یعنی روبیسکو را محدود می‌سازد که این مسئله نیز به سبب تغییرات فیزیکی در ساختار سلول‌های درونی برگ در نتیجه چروکیدگی برگ‌ها در شرایط رطوبت نسبی آب کم، ایجاد می‌شود (لاولور<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). محققان گزارش کردند که میزان رطوبت نسبی برگ لوبیا در اثر خشکی کاسته می‌شود (کوستا-فرانکا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). کاهش محتوای رطوبت برگ با افزایش میزان تنش خشکی در نتایج سایر محققان نیز گزارش شده است (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸۶). کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی، دارای همبستگی مثبت و بالایی با محتوای رطوبت خاک می‌باشد (نایتی یال<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۲).

تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در ارقام مختلف سویا شد. به‌طوری که تنش خشکی ملایم و شدید نسبت به آبیاری مطلوب، عملکرد دانه ارقام سویا را به ترتیب به میزان ۴۴ و ۶۳ درصد کاهش داد. همچنین تنش خشکی ملایم در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب عملکرد دانه را در ارقام کلارک، ویلیامز و آنیون به ترتیب به میزان ۳۶، ۳۷ و ۵۳ درصد کاهش داد و تنش خشکی شدید نیز در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب عملکرد دانه را در ارقام کلارک، ویلیامز و آنیون به ترتیب به میزان ۶۰، ۵۴ و ۶۹ درصد کاهش داد (شکل ۱). در شرایط تنش ملایم ارقام در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند و در شرایط تنش شدید نیز

<sup>1</sup>Taruming Keng and Coto

<sup>2</sup>Lawlor

<sup>3</sup>Costa-Franca

<sup>4</sup>Nautiyal

<sup>5</sup> Samarah

<sup>6</sup> Demirtas

جدول ۴- تجزیه واریانس برخی صفات ارقام سویا تحت تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص کلروفیل	محتوای نسبی آب برگ	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین
تکرار	۲	۳۷/۹۹ <sup>ns</sup>	۸۲/۰۹ <sup>ns</sup>	۱۱۸۱۰۶/۶۷ <sup>ns</sup>	۱/۰۳ <sup>ns</sup>	۵۷۳۴/۲۲ <sup>ns</sup>	۴/۵۶ <sup>**</sup>
تنش	۲	۶۲۲/۷۹ <sup>**</sup>	۴۲۴/۳۶ <sup>*</sup>	۵۷۹۴۹۴۵/۸۷ <sup>**</sup>	۰/۹۲ <sup>ns</sup>	۲۴۹۹۴۵/۰۲ <sup>**</sup>	۱۸/۰۸ <sup>**</sup>
خطای اصلی	۴	۱۴/۳۱ <sup>ns</sup>	۹۲/۳۱ <sup>ns</sup>	۱۱۰۶۷۳/۵۶ <sup>ns</sup>	۰/۴۰ <sup>ns</sup>	۴۷۷۷/۸۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۷ <sup>ns</sup>
ژنوتیپ	۲	۳۸/۰۰۵ <sup>ns</sup>	۱۲/۲۲ <sup>ns</sup>	۲۱۷۷۴۴۴/۰۹ <sup>**</sup>	۷/۷۶ <sup>**</sup>	۱۱۹۹۰۵/۸۳ <sup>**</sup>	۱۷۴/۶۴ <sup>**</sup>
ژنوتیپ×تنش	۴	۲۹/۶۲ <sup>ns</sup>	۱۱۴/۴۰ <sup>ns</sup>	۵۷۹۴۹۴۵/۸۷ <sup>**</sup>	۰/۶۰۰۵ <sup>ns</sup>	۲۴۹۹۴۵/۰۲ <sup>**</sup>	۰/۵۶ <sup>ns</sup>
خطای فرعی	۱۲	۲۳/۳۸	۸۸/۲۳	۱۶۶۶۸۵/۱۳	۰/۸۳	۶۲۸۰/۳۲	۰/۲۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۱/۹۸	۷/۱۱	۲۵/۳۵	۴/۳۱	۲۳/۲۴	۱/۱۲

\* و \*\* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

پروتئین دانه را گزارش نموده‌اند (پاک‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۶؛ جانسیتون و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲).

عملکرد پروتئین همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که ارقام کلارک و آنیون دارای بیشترین درصد روغن به ترتیب ۲۱/۷۵ و ۲۱/۶۲ درصد بودند و رقم ویلیامز با ۲۰/۰۸ درصد، روغن دانه کمتری داشت (جدول ۵). برخی محققان گزارش نمودند با افزایش شدت تنش خشکی درصد روغن دانه سویا به شدت کاهش می‌یابد (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸۶؛ دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸). تأثیر معنی‌دار تنش خشکی، رقم و اثر متقابل تنش در رقم بر درصد روغن در سطح احتمال یک درصد نیز در آزمایش‌های دیگر گزارش شده است. (ملکی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲).

سیروس مهر و همکاران (۱۳۸۶) اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر درصد روغن را غیر معنی‌دار گزارش کردند. در این بررسی بین درصد روغن با عملکرد روغن همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد ولی درصد روغن با سایر صفات همبستگی خاصی نشان نداد (جدول ۶). اکثر پژوهشگران وجود همبستگی منفی بین درصد روغن و

<sup>2</sup> Johnsiton<sup>1</sup> Maleki

### وحدی و همکاران: تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و روغن و پروتئین ارقام...

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات ارقام سویا در سطوح مختلف تنش خشکی

تیمار	شاخص کلروفیل (SPAD)	محتوای نسبی آب برگ	درصد روغن درصد	درصد پروتئین
آبیاری				
آبیاری مطلوب	۲۹/۵۵ a	۴۹/۳۱ a	۲۰/۸۸ a	۴۲/۳۹ a
تنش ملایم	۲۳/۳۳ a	۴۹/۸۴ a	۲۱/۰۸ a	۴۰/۷۶ b
تنش شدید	۱۳/۰۸۴ b	۳۷/۶۹ a	۲۱/۵۰ a	۳۹/۵۶ c
رقم				
کلارک	۲۰/۹۶a	۴۴/۶۱a	۲۱/۷۵a	۳۶/۸۴c
ویلیامز	۲۰/۶۵a	۴۶/۸۹a	۲۰/۰۸b	۴۵/۵۸a
آنیون	۲۴/۳۹a	۴۵/۳۴a	۲۱/۶۲a	۴۰/۲۹b

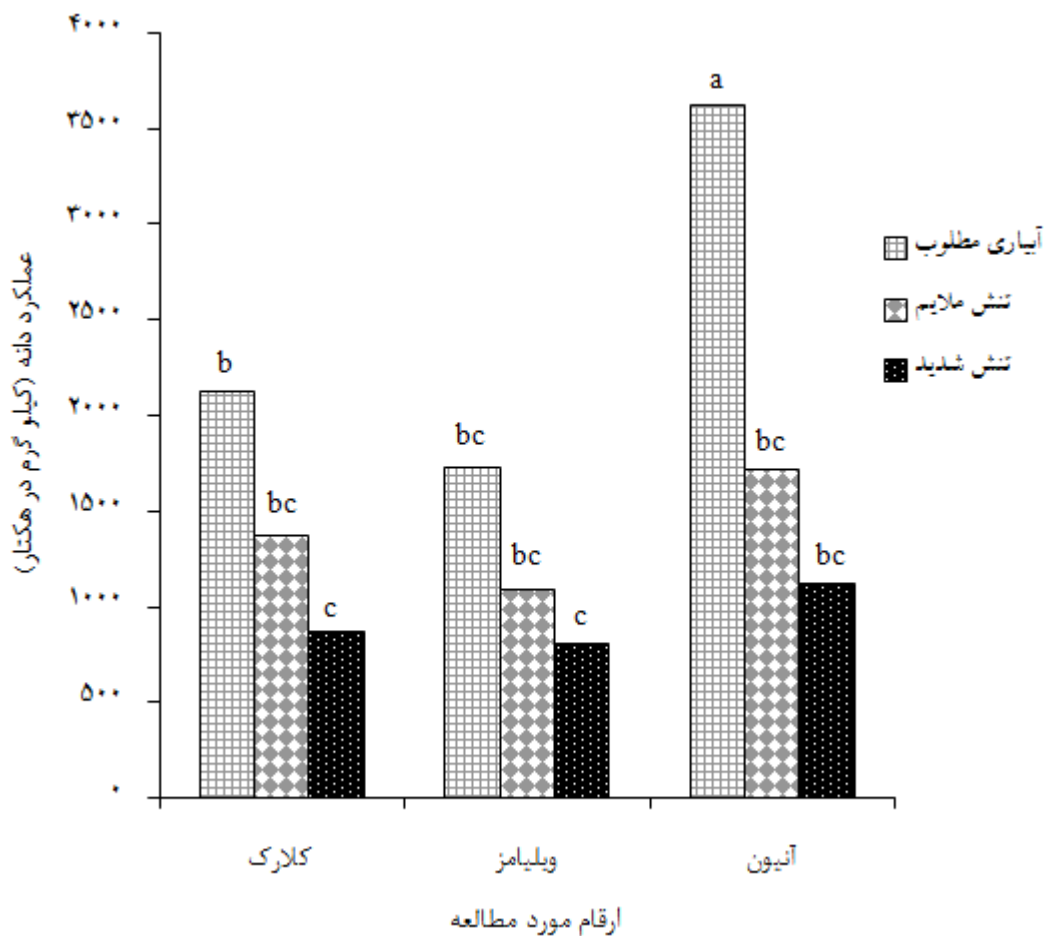
در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون توکی از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیست.

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

صفات اندازه گیری شده	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱- محتوای رطوبت نسبی برگ							
۲- کلروفیل	۰/۷۵*						
۳- عملکرد دانه	۰/۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۸۷**					
۴- درصد روغن	-۰/۳۸ <sup>ns</sup>	-۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۲ <sup>ns</sup>				
۵- عملکرد روغن	۰/۴۳ <sup>ns</sup>	۰/۸۵**	۰/۹۹**	۰/۱۸ <sup>ns</sup>			
۶- درصد پروتئین	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۶ <sup>ns</sup>	-۰/۸۸**	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>		
۷- عملکرد پروتئین	۰/۴۵ <sup>ns</sup>	۰/۸۷**	۰/۹۸**	-۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۹۷**	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۱

ns, \* و \*\* به ترتیب عدم تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

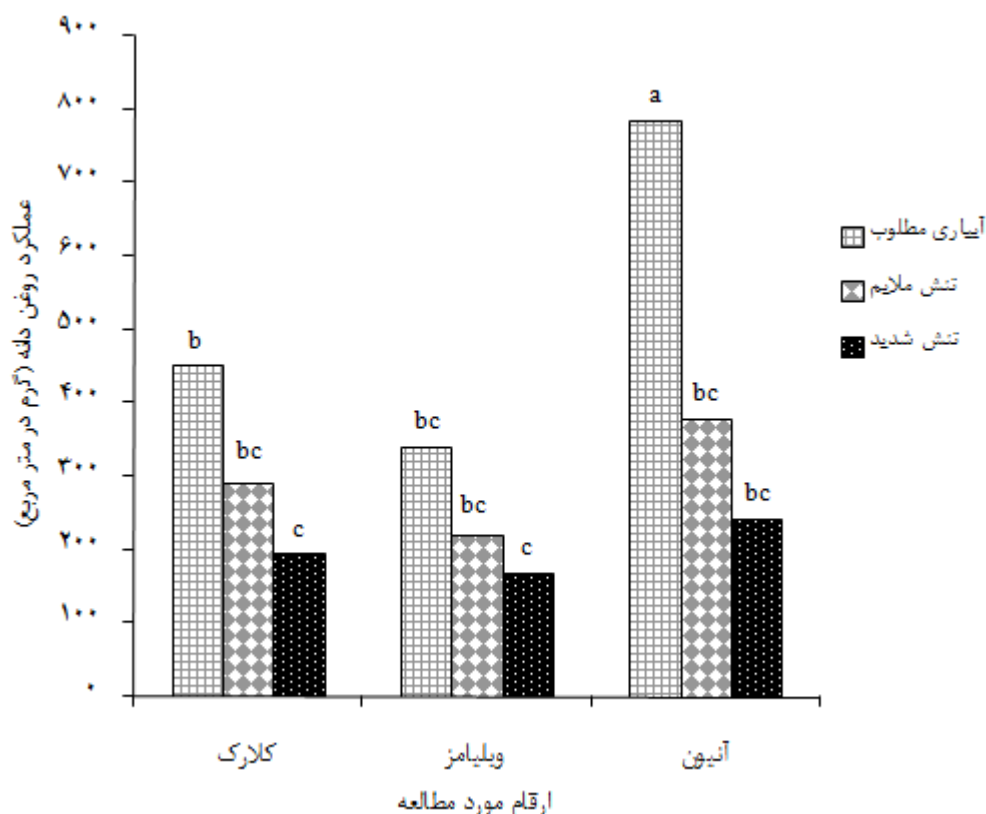




شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد دانه (ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت آماری معنی‌داری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵٪ ندارند).

کیلوگرم در هکتار بود که در شرایط تنش شدید با رقم کلارک در گروه آماری یکسانی قرار گرفتند. در مجموع، تنش باعث کاهش عملکرد روغن شد. کاهش زیاد عملکرد روغن به علت تأثیر تنش در کاهش ظرفیت دانه‌ها برای تجمع روغن و کاهش درصد روغن دانه‌ها، همچنین کاهش عملکرد دانه است. پژوهشگران دیگر نیز نشان داده‌اند تنش خشکی عملکرد روغن سویا را کاهش می‌دهد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸). برخی محققان گزارش کردند که وجود همبستگی خیلی زیاد و مثبت بین عملکرد دانه و عملکرد روغن، مؤید آن است که هر چه عملکرد دانه افزایش یابد، عملکرد روغن نیز افزایش پیدا می‌کند (میرزاخانی و همکاران، ۱۳۸۱).

صفت عملکرد روغن که حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد روغن دانه است، در مورد گیاهان روغنی از اجزای مهم کمیت عملکرد می‌باشد و در این مطالعه با افزایش شدت تنش مقدار آن کاهش یافت. به طوری که تنش خشکی ملایم و شدید نسبت به آبیاری مطلوب، عملکرد روغن ارقام سویا را به ترتیب به میزان ۴۴ و ۶۲ درصد کاهش داد. همچنین تنش خشکی ملایم در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب عملکرد روغن را در ارقام کلارک، ویلیامز و آنیون به ترتیب به میزان ۳۶، ۳۶ و ۵۲ درصد کاهش داد و تنش خشکی شدید نیز در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب عملکرد روغن را در ارقام کلارک، ویلیامز و آنیون به ترتیب به میزان ۵۷، ۵۱ و ۷۰ درصد کاهش داد (شکل ۲). در شرایط تنش ملایم ارقام در گروه آماری یکسانی قرار گرفتند و کمترین مقدار عملکرد روغن دانه مربوط به رقم ویلیامز با ۱۶۷/۵۴



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد روغن دانه (ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت آماری معنی‌داری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵٪ ندارند).

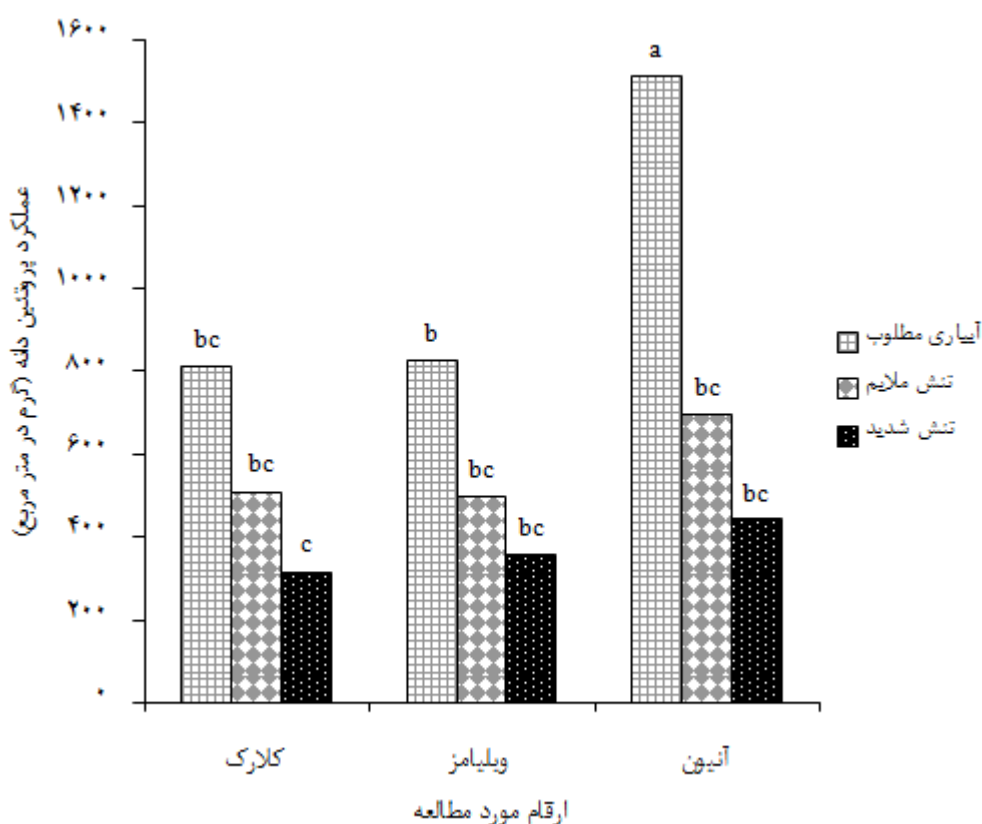
دارد. تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد پروتئین در ارقام مختلف سویا شد. به طوری که تنش خشکی ملایم و شدید نسبت به آبیاری مطلوب، عملکرد پروتئین دانه ارقام سویا را به ترتیب به میزان ۴۷ و ۶۵ درصد کاهش داد. همچنین تنش خشکی ملایم در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب عملکرد پروتئین دانه را در ارقام کلارک، ویلیامز و آنیون به ترتیب به میزان ۳۸، ۴۰ و ۵۵ درصد کاهش داد و تنش خشکی شدید نیز در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب عملکرد پروتئین دانه را در ارقام کلارک، ویلیامز و آنیون به ترتیب به میزان ۶۲، ۵۷ و ۷۱ درصد کاهش داد (شکل ۳). رقم آنیون در شرایط آبیاری مطلوب، بالاترین میزان عملکرد پروتئین دانه (۱۵۱۰/۳۶ کیلوگرم در هکتار) را داشت. در شرایط تنش متوسط ارقام در گروه آماری یکسانی قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند و میانگین مقدار عملکرد پروتئین دانه در رقم کلارک ۵۰۴/۵۳، ویلیامز

بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول نشان داد که عملکرد روغن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با صفات عملکرد دانه، کلروفیل و عملکرد پروتئین دارد (جدول ۶). بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به رقم ویلیامز (۴۵/۵۸ درصد) و کمترین درصد پروتئین به رقم کلارک (۳۶/۸۴ درصد) اختصاص داشت (جدول ۵). با افزایش شدت تنش، درصد پروتئین از ۴۲/۳۹ در شرایط آبیاری مطلوب به ۴۰/۷۶ در شرایط تنش ملایم و به ۳۹/۵۶ درصد در شرایط تنش شدید کاهش یافت (جدول ۵). وانگ و همکاران (۲۰۰۸) و سونگ<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۶) با افزایش تنش آبی کاهش درصد پروتئین دانه سویا را گزارش کردند. در این بررسی بین درصد پروتئین با درصد روغن همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۶). عملکرد پروتئین تابعی از دو عامل عملکرد دانه و درصد پروتئین می‌باشد و با هر دو عامل رابطه مستقیم

<sup>1</sup> Song

تنش شدید مشاهده شد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸). سایر محققان نیز نشان دادند که بین سطوح آبیاری و رقم‌ها از نظر عملکرد پروتئین، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (امینی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). عملکرد پروتئین با صفات عملکرد روغن، عملکرد دانه و کلروفیل رابطه مثبت و معنی‌دار داشت. بیشترین همبستگی مثبت بین عملکرد پروتئین دانه با عملکرد دانه ( $r=0/98$ ) مشاهده گردید (جدول ۶).

۴۹۷/۰۱ و آنیون ۴۹۲/۷۱ کیلوگرم در هکتار بود. در شرایط تنش شدید ارقام آنیون با ۴۴۰/۲۱ و ویلیامز با ۳۵۵/۸۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد پروتئین دانه را داشتند کمترین میزان عملکرد پروتئین دانه متعلق به رقم کلارک به میزان ۳۱۱/۸۲ کیلوگرم در شرایط تنش شدید بود (شکل ۳). با افزایش میزان شدت تنش میزان پروتئین دانه به‌شدت کاهش یافت. تنش کم‌آبی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد پروتئین دانه سویا داشت و بیشترین کاهش عملکرد پروتئین در شرایط



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد پروتئین دانه (ستون‌های دارای حروف مشابه تفاوت آماری معنی‌داری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵٪ ندارند).

روغن و عملکرد پروتئین در رقم آنیون در مقایسه با سایر ارقام در شرایط تنش خشکی ملایم و شدید نسبت به آبیاری مطلوب بیشتر بود ولی تحت هر سه شرایط مختلف رطوبتی خاک بیشترین مقدار عملکرد دانه، عملکرد روغن و عملکرد پروتئین از رقم آنیون به دست آمد که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش رطوبت خاک و ایجاد شرایط تنش خشکی توانست باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، روغن و پروتئین در ارقام مورد مطالعه گردد اگرچه شدت این کاهش در ارقام مختلف متفاوت بود. با وجود اینکه کاهش عملکرد دانه، عملکرد

## منابع

- احمدی، ع. و سی و سه مرده، ع. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی بر کربوهیدرات‌های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران. علوم کشاورزی ایران، ۳۵(۳): ۷۶۳-۷۵۳.
- امینی‌فر، ج.، بیگلویی، م. ح.، محسن آبادی، غ. و سمیع زاده، ح. ۱۳۹۱. اثرات کم آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های سویا در منطقه رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۲): ۹۳-۱۰۹.
- بابازاده، ح.، سرایی تبریزی، م.، پارس نژاد، م. و مدرس ثانوی، س. ع. م. ۱۳۸۹. بررسی برخی صفات کیفی و کمی زراعی سویا (*Glycine max L.*) در شرایط تنش آبی. پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۴(۲): ۱۰۹-۹۹.
- پاک‌نژاد، ف.، مجیدی هروان، ا.، نورمحمدی، ق.، سیادت، س. ع. و وزان، س. ۱۳۸۶. ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر صفات مؤثر بر انباشت مواد در دانه ارقام مختلف گندم. علوم کشاورزی، ۱۳(۱): ۱۴۹-۱۳۷.
- پورموسوی، س. م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشای سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۴): ۱۳۴-۱۲۵.
- حسینی، ز. ۱۳۷۳. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۲۱۰ صفحه.
- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.
- خواجویی نژاد، غ.، کاظمی، ح.، آلیاری، ه.، جوانشیر، ع. و آروین، م. ج. ۱۳۸۳. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا در کشت دوم. دانش کشاورزی، ۱۴(۲): ۷۰-۵۷.
- دانشیان، ج.، نورمحمدی، ق. و جنوبی، پ. ۱۳۸۱. تأثیر تنش خشکی و سطوح کود فسفر روی سویا. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. کرج.
- دانشیان، ج.، هادی، ح. و جنوبی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم‌آبی. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱(۴): ۴۰۹-۳۹۳.
- سبک دست نودهی، م.، زینالی خانقاه، ح. و خیال پرست، ف. ۱۳۸۷. بررسی ارتباط عملکرد و اجزای عملکرد دانه با میزان روغن، ترکیب اسیدهای چرب و پروتئین دانه سویا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۳۹(۱): ۲۲۰-۲۱۱.
- سلیمان‌زاده، ح.، میرمحمدی، ت.، شیرین زاده، ا. و مهری، س. ح. ۱۳۸۸. اثرات تنش خشکی روی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی سویا. همایش منطقه‌ای بحران آب و خشکی. رشت.
- سیروس مهر، ع. ر.، شکیبیا، م. ر.، آلیاری، ه.، تورچی، م. و دباغ محمدی نسب، ع. ۱۳۸۶. اثرات تنش کمبود آب و تراکم بوته بر عملکرد دانه، برخی اجزای عملکرد و میزان روغن سه رقم گلرنگ. دانش کشاورزی، ۱۷(۱): ۸۲-۶۹.
- صفاری، ح. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر روش و میزان بهینه کودهای ریزمغذی حاوی آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی روغن کلزا. مجموع مقالات اولین سمینار علمی کاربردی صنعتی روغن نباتی ایران. ۱۸۶-۱۸۳.
- کارگر، س. م. ع.، قنادها، م. ر.، بزرگی پور، ر.، خواجه، ا.، عطاری، ا. ع. و بابایی، ح. ر. ۱۳۸۳. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری محدود. علوم کشاورزی ایران، ۳۵(۱): ۱۴۲-۱۲۹.
- میرآخوری، م.، پاک‌نژاد، ف.، اردکانی، م. ر.، مرادی، ف.، ناظری، پ. و نصری، م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. بوم‌شناسی کشاورزی، ۲(۲): ۲۴۴-۲۳۶.

- میرزاخانی، م.، اردکانی، م. ر.، شیرانی راد، ا. ح. و عباسی فر، ا. ر. ۱۳۸۱. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره در استان مرکزی. مجله علوم زراعی ایران، ۴(۲): ۱۵۰-۱۳۸.
- یحیایی، س.غ.ر. ۱۳۸۶. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام رشد محدود و رشد نامحدود سویا. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۵): ۱۳۴-۱۲۴.
- Abayomi, A.Y. 2008. Comparative growth and grain yield response of early and late soybean maturity groups to induced soil moisture stress at different growth stage. *World Journal of Agriculture Science*, 4(1): 71-78.
- Aslam, M., Khan, I.A., Saleem, M., and Ali, Z. 2006. Asses sment of water stress tolerance in different maize accessions at germination and earli growth stage. *Pakistan Journal of Botany*, 38(5): 1571-1579.
- Behtari, B., Dabbagh Mohamadi Nasab, A., Gasemi Golazani, K., Zehtab Salmasi, S., and Turchi, M. 2008. Effect of water deficit on yield and yield components of two soybean cultivars. *Agricultural Science*, 18(3): 135-125.
- Chaparzade, N., Amico, M.L., Kavari-Nejod, R.A., Izzo, R., and Navari-Izzi, F. 2004. Antioxidative responses of calendula officinalis under solinity conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 42(9): 695-701.
- Costa-Franca, M.G., Pham-Thi, A.T., Pimentel, C., Pereyra-Rossiello, R.O., Zuily-Fodil, Y., and Laffray, D. 2000. Differences in growth and water relations among *Pharusalus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 43: 227-237.
- Demirtas, C., Yazgan, S., Candogan, B.N., Sincik, M., Buyukcangaz, H., and Gksoy, A.T. 2010. Quality and yield response of soybean (*Glycine max* L.) to drought stress in sub-humid environment. *African Journal of Biotechnology*, 9(41): 6873-6881.
- Esmailian, Y., Sirousmehr A.R., Asghripour, M.R., and Amiri, E. 2012. Copmarison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. *International Journal of Applied*, 2(3): 214-220.
- FAO. 2013. Food Agricultural Organization. <http://faostat.fao.org>.
- Del Moral, L.F., Rharrabit, Y., Villegas, D., and Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean condition. *Agronomy Journal*, 95(2): 266-274.
- Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K., and Hati, K.M. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and system performance. *Bioresource technology*, 95(1): 77-83.
- Johnsiton, A.M., Tanaka, D.L., Miller, P.R., Brandt, S.A., Nielson, D.C., Lafond, G.D., and Riveland, N.R. 2002. Oil seed crops for semiarid cropping systems in the northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 94(2): 231-240.
- Lawlor, D.W., and Mitchell, R.A.C. 2000. Crop ecosystems responses cambridge to climatic change: wheat. *Climate Change and Global Crop Productivity*, 57-80.
- Liu, F., Andersen, M.N., and Jensen, C.R. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. *Field Crop Research*, 85: 159-166.
- Maleki, A., Naderi, A., Siadat, A., Tahmasbi, A., and Fazel, SH. 2012. The effect of water stress on phonological stages on yield and yield components of soybean. *Journal of Crop Sciences*, 15: 71-82.

- Moradi, E., Ghorbani, J.M.A., Kbari, G.A., Allahdadi, I., and Khoshkholghsima, N.A. 2005. Drought tolerance in cut leaf medic (*Medicago laciniata* L. Mill) a morphological and physiological perspective. The 2nd International Conference on integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress. University of Rome "La Sapienza" Rome, Italy, 11-12.
- Nautiyal, P.C., Rachaputi, N.R., and Joshi, Y.C. 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf water content leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. *Field Crops Research*, 74(1): 67-79.
- Samarah, N.H., Mullen, R.E., Cianzio, S.R., and Scott, P. 2006. Dehydrin-like proteins in soybean seeds in response to drought stress during seed filling. *Crop Science*, 46(5): 2141-2150.
- Seghatoleslami, M.J., Kafi, M., and Majidi, E. 2008. Effect of drought stress at different growth stage on yield and water use efficiency of five proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 40: 1427-1432.
- Shahmoradi, Sh., Zeinali Khangah, H., Daneshian, J., Khodabandeh, N., and Ahmed, A. 2004. Effects of drought stress on soybean cultivars and advanced lines with emphasis on stress tolerance indices. *Journal of Crop Science*, 40(3): 22-9.
- Singh, G., Sekhon, H.S., and Kolav, J.S. 2005. *Pulses*. Publishing Academy, Udaipur, India. P: 354.
- Song, Q., Junyi, G., and Yuhua, M.A. 1996. Correlation analysis and path coefficient analysis of protein content, oil content and yield of summer soybean landrace population from mid-Yangze River valley. *Soybean Science China*, 15: 11-16.
- Taruming Keng, R.C., and Coto, Z. 2003. Effects of drought stress on growth and yield of Soybean. *Kisman, Science Philosophy*, P: 702.
- Teulate, B., Rekika, D., Nachit, M.M., and Monneveux, M. 1997. Comparative osmotic adjustments in barley and tetraploid wheats. *plant Breeding*, 116: 519-523.
- Tumbo, S.D., Wagner, D.G., and Heinemann, P.H. 2002. On-the-go sensing of chlorophyll status in corn. *Transactions of the ASAE*, 45(4): 1207-1215.
- Vikenz, J.E., and Aysham, N. 2008. *Echo physiological of Economic plants in arid and semi-arid and organisms adaptations of desert*. Translation: Zehtabian, G.H., Shahriari, A., Javadi, R. Tehran University Press, P: 370.
- Wang, C.F., Zhu, H.D., and Feng, L.J. 2008. Effect of Water and Fertilizer Level on Agronomic Characteristics and Quality of High Protein Soybean [J]. *Soybean Science*, 2: 016.

## Effect of drought stress on seed yield, oil and protein of soybean (*Glycine max* L.) different cultivars

Nilofar Vahdi<sup>1</sup>, Esmail Gholinezhad<sup>2,\*</sup>, Sirous Mansourifard<sup>2</sup>, Leyla Gheyrati Arani<sup>2</sup>, Mehdi Rahimi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M.Sc. Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Assistant professor, Department of Agronomy, Payame Noor University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> M.Sc. Agronomy, Agriculture School of Urmia, Urmia, Iran

\*Corresponding author E-mail address: [gholinezhad1358@yahoo.com](mailto:gholinezhad1358@yahoo.com)

Received: 2015.05.25

Accepted: 2015.08.01

### Abstract

This research in order to evaluate the effect of different levels of irrigation regime on yield and yield components of soybean in Urmia region at the Urmia agricultural high school Research during 2012 using split plot based on a randomized complete block design with three replications. Drought treatments (optimum irrigation 60 mm, moderate drought stress 110 mm and severe drought stress 160 mm evaporation by evaporation pan Class A) were included in main plots and the Cultivars (Clark, Williams and Onion) were allocated in subplots. The results of variance analysis showed that the effect of drought stress on seed yield, oil and protein content was significant ( $P < 0.01$ ), so that the maximum and minimum oil and protein value obtained by optimum irrigation and severe drought stress conditions, respectively. However, for relative water content and leaf chlorophyll, there was no significant difference. Severe drought stress reduced the grain yield by 63 and 45% compared to the optimum irrigation and moderate stress conditions, respectively. In optimum irrigation and severe drought stress conditions, the highest seed yield, oil yield and protein yield, obtained by Onion genotype. A Clark genotype in comparison with other cultivars had the minimum seed yield, in severe drought stress conditions.

**Keywords:** *Oily plant, Quality traits, Water deficit*