اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر کمیت و کیفیت دانه تولیدی در سه رقم سویا

خدیجه آقائی‌فرد[۱]، مرتضی برمکی*[۲]، احمد توبه[۲]، کمال شهبازی هومونلو[۳]، نسرین رزمی[٤]، یاور درگاهی[۱]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، پارس آباد، ایران

٤- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* مسوول مکاتبه: barmakimorteza@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۱۹**

چکیده

به منظور مطالعه عملکرد کمی و کیفی دانه سه رقم سویا تحت تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری، آزمایشی به صورت کرت-های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی پارس آباد در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ اجرا گردید. در این پژوهش، چهار تیمار آبیاری (I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب، آبیاری پس از ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان عامل اصلی و سه رقم سویا (ویلیامز، لینفورد و L17) به عنوان عامل فرعی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه، درصد پروتئین، درصد روغن، عملکرد پروتئین و عملکرد روغن تأثیر معنی‌دار داشت. در بین ارقام اختلاف معنی‌داری از نظر درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین مشاهده شد. اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم در مورد صفات عملکرد دانه و عملکرد پروتئین معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در سطح آبیاری I_1 به دست آمد که بالاترین مقدار (۳۷۸۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم ویلیامز بود. با افزایش کمبود آب، عملکرد دانه ارقام کاهش پیدا کرد. بالاترین عملکرد پروتئین در هر سه رقم (ویلیامز، لینفورد و L17)، در سطوح آبیاری I_1 و I_3 حاصل شد. همچنین، بیشترین عملکرد روغن در سطح آبیاری I_2 و به میزان ۷۸۱/۸۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در سطح آبیاری I_4 به میزان ٤۱۰/۷۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده، رقم ویلیامز با داشتن عملکرد دانه و پروتئین دانه بالا در شرایط آبیاری کامل و محدود، رقم برتر به نظر می‌رسد. همچنین، آبیاری سویا بعد از هر ۹۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A می‌تواند توصیه گردد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، تنش خشکی، روغن، سویا، عملکرد.

مقدمه

سویا (*Glysine max* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که از منابع عمده تولید روغن نباتی و پروتئین گیاهی محسوب می‌شود (خواجه‌پور، ۱۳۹۱). از مهم‌ترین اجزای کیفیت دانه سویا میزان روغن و پروتئین آن است (گریشاپ و فاهی، ۲۰۰۱؛ بلالوئی و منگیستو، ۲۰۰۸). زراعت این گیاه در ایران از نظر تامین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (خواجوئی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸٤). بخش اعظم اراضی ایران در نواحی خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند، بنابراین تعیین ارقام مقاوم به خشکی در گیاهان زراعی از جمله سویا اهمیت زیادی دارد.

خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که آثار مخرب و زیان‌آوری روی مراحل مختلف رشدی گیاه، ساختار اندام و فعالیت آن‌ها دارد (باجی و همکاران، ۲۰۰۱). خواجوئی‌نژاد و همکاران (۱۳۸٤) با اعمال رژیم-های مختلف آبیاری در ارقام سویا، بیان کردند که عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر رژیم‌های آبیاری قرار می‌گیرد. بابازاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که با افزایش کمبود آب، عملکرد و درصد روغن دانه سویا کاهش و درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از کارهای دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که اثر متقابل تنش کم‌آبی و ژنوتیپ در سویا تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در واحد سطح، میزان روغن و پروتئین دانه داشت. همچنین، کم‌آبی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد روغن و پروتئین دانه داشت و بیشترین کاهش این صفات در شرایط تنش شدید کم‌آبی بود. ملکی و همکاران (۲۰۱۳) و دمیرتاش و همکاران (۲۰۱۰) با اعمال تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد ارقام سویا گزارش کردند که بیشترین کاهش در عملکرد دانه در مراحل پر شدن دانه و گلدهی و کمترین آن در مرحله چهار برگی اتفاق افتاد. همچنین، کمترین میزان روغن و پروتئین دانه در مرحله پر شدن دانه به دست آمد. محمدی نسب و همکاران (۲۰۰۵) با به کار بردن سطوح مختلف آبیاری در دو رقم سویا، گزارش کردند که در بین ارقام مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه، درصد روغن و پروتئین دانه مشاهده شد. نتایج نشان داد که بر اثر کمبود شدید آب، از میزان این صفات در واحد سطح کاسته شد. اسپچ و همکاران (۲۰۰۱) و فرانکلین و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی‌های خود نشان دادند که کمبود شدید آب منجر به کاهش میزان پروتئین دانه در سویا می‌شود. دورنبوس و مولن (۱۹۹۲) نیز گزارش کردند که کمبود شدید آب میزان پروتئین و روغن دانه سویا را به ترتیب به میزان ٤/٤ درصد افزایش و ۲/۹ درصد کاهش داد. ولی، نتایج تحقیقات لی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که آبیاری هیچ اثر معنی‌داری روی تجمع اسیدهای چرب غیراشباع در ژنوتیپ‌های دانه سویا نداشت. ابراهیم و کاندیل (۲۰۰۷) در آزمایشات خود بر روی سویا، هیچ تفاوت معنی‌داری در بین رژیم‌های آبیاری از نظر عملکرد و اجزای عملکرد به جز در عملکرد روغن سویا پیدا نکردند.

با توجه به محدودیت منابع آبی و همچنین، به دلیل قرار گرفتن منطقه مغان در اقلیم گرم و نیمه خشک، این مطالعه با هدف بررسی ارقام سویا از نظر عملکرد کمی و کیفی دانه تحت تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و مشخص کردن ارقام مناسب برای کشت در شرایط آب و هوایی این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی سه رقم سویا به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی پارس آباد واقع در ۱۳ کیلومتری جاده پاس آباد – اردبیل با عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳٦ دقیقه و طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ٤٦ دقیقه و ارتفاع ۷۲/٦ متر از سطح دریا و با بافت خاک رسی لومی در سال زراعی ۸۸–۱۳۸۷ انجام شد. بر اساس تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن، منطقه مذکور دارای اقلیم کشاورزی نیمه خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های کمی سرد است. در جدول ۱ داده‌های هواشناسی پارس‌آباد در طول فصل رشد گیاه نشان داده شده است.

عامل اصلی سطوح آبیاری، شامل I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب آبیاری پس از ٦۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و عامل فرعی سه رقم سویا شامل ارقام ویلیامز، لینفورد و L17 بود. پس از عملیات تهیه زمین و بلوک‌بندی، کاشت به صورت خطی در تاریخ

۲۵ خرداد ماه (کشت دوم در منطقه مغان) انجام شد. هر کرت فرعی شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۵ متر و عرض ۲/۵ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و تراکم بوته‌ها ۶۰ بوته در هر متر مربع تنظیم شد. قبل از کاشت بذور با باکتری*Bradyrhizobium japonicum* تلقیح شدند.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی منطقه پارس‌آباد مغان از تیرماه تا پایان آبان‌ماه سال ۱۳۸۸

پارامترها	ماه				
	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
حداقل مطلق دمای هوا (درجه سانتیگراد)	۱۶/۰	۱۶/۰	۱۲/۰	۹/٤	۷/۸
حداکثر مطلق دمای هوا (درجه سانتیگراد)	۳۹/۸	۳۷/٤	۳۲/٤	۲۷/۰	۲٤/٤
متوسط حداقل دمای هوا (درجه سانتیگراد)	۱۹/۸	۱۹/۸	۱۷/۸	۱۳/۰	۱۰/۷
متوسط حداکثر دمای هوا (درجه سانتیگراد)	۳٤/۹	۳۵/۳	۲۷/٦	۲۳/٤	۱٦/۸
متوسط کل دمای هوا (درجه سانتیگراد)	۲۷/٤	۲۷/۵	۲۲/۷	۱۸/۲	۱۳/۸
بارندگی (میلی متر)	٦/٦	۲/۳	٤۸/۳	۷٤/۳	۸٤/۲
متوسط رطوبت نسبی (درصد)	۵۵/۰	۵۵/۹	٦۸/۱	۷٦/۱	۸۳/۵
متوسط تبخیر (میلی‌متر در روز)	۸/۲	۹/۲	۵/۰	۱/۹	۰/۹
متوسط ساعت آفتابی (ساعت در روز)	۸/٤	۱۰/۷	۷/۳	۷/۱	۲/٤

برای تلقیح بذرها میزان هفت گرم مایه تلقیح که هر گرم آن دارای $۱۰^{۷}$ عدد باکتری زنده و فعال بود، به صورت بذرمال و دور از نور خورشید استفاده گردید. بلافاصله پس از کاشت و افزودن کود نیتروژنه (اوره ٤٦ درصد) به میزان ۵۰ کیلوگرم در هر هکتار، جهت سبز کردن یکنواخت کرت‌های آزمایشی، کلیه تیمارها آبیاری شدند. بقیه کود نیتروژنه به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمان ساقه رفتن گیاه، همراه با آبیاری مزرعه، به صورت سرک مصرف شد. در طول آزمایش در صورت لزوم با استفاده از وجین دستی با علف‌های هرز مبارزه شد. در زمان اعمال تیمارهای آبیاری بر اساس تقسیم‌بندی مراحل رشد و نمو سویا توسط فهر و همکاران (۱۹۷۱)، گیاهان در مرحله $V_٤$ (مرحله چهارمین گره) قرار داشتند. میزان تبخیر با نصب تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه به طور روزانه اندازه‌گیری شد و آبیاری هر تیمار پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر، در صبح روز بعد صورت گرفت. مبدا زمانی اندازه‌گیری تبخیر از زمان اتمام آبیاری بود. میزان آب مصرفی در هر مرحله آبیاری برای کرت اصلی، طبق رابطه (۱) محاسبه و استفاده شد (محلوجی و همکاران، ۱۳۷۹):

$$V_W= [(FC-SM). BD. D. A] \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه V_W حجم آب مصرفی در هر مرحله آبیاری (بر حسب لیتر)، FC درصد وزنی رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی، SM درصد وزنی رطوبت در هنگام نمونه‌برداری، BD وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، D عمق موثر توسعه ریشه گیاه (متر)، A مساحت کرت اصلی (متر مربع) است. میزان آب لازم برای هر مرحله آبیاری در تیمارهای مختلف طوری تعیین گردید تا عمق توسعه ریشه به حد ظرفیت زراعی برسد. رطوبت ظرفیت زراعی، در کرت‌های نکاشت اشباع و پوشانده شده با پلاستیک سیاه در سه عمق ۱۵، ٤۵ و ۷۵ سانتیمتری از سطح خاک اندازه‌گیری گردید و اندازه‌گیری رطوبت در روزهای متوالی تا خروج آب ثقلی و ثابت ماندن مقدار رطوبت ادامه یافت (کاوازا و همکاران، ۲۰۰۷). عمق توسعه ریشه با نمونه‌برداری به طور تصادفی از پلات‌های اصلی تعیین گردید (خواجوئی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸٤). به منظور مشخص کردن درصد وزنی رطوبت خاک و محاسبه میزان آب مورد نیاز، چند روز قبل از آبیاری و با نزدیک شدن مقدار تبخیر تشتک تبخیر به مقادیر تیماری مورد نظر، از سه قسمت مختلف هر کرت نمونه‌هایی تا عمق توسعه ریشه با آگر برداشت و بلافاصله وزن مرطوب آن توزین و به مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. وزن

مخصوص ظاهری خاک نیز با به کارگیری سیلندرهای نمونه‌برداری (با حجم تقریبی ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب) و تهیه نمونه دست نخورده و خشک کردن آن‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت محاسبه گردید (جاکوب و کلارک، ۲۰۰۲). همچنین، برای اعمال دقیق آب مورد استفاده در هر کرت از کنتور آب استفاده شد. موقع اعمال تیمارهای آبیاری، در هر دوره‌ای که مقدار بارندگی بیشتر از نیاز آبیاری گیاه بود مقدار نیاز آبیاری گیاه صفر در نظر گرفته شد. در نهایت در پایان فصل زراعی، پس از رسیدن کامل نیام‌ها (قهوه‌ای شدن حدود ۹۵ درصد آن ها)، برداشت از تاریخ ۱۰ لغایت ۲۰ آبان ماه انجام شد. جهت تعیین میزان عملکرد دانه از دو ردیف میانی با حذف سه ردیف کناری و همین‌طور حذف نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای هر ردیف کاشت، بوته‌ها برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و بر اساس ١٤ درصد رطوبت در نظر گرفته شد. پنجاه گرم بذر برای اندازه-گیری درصد روغن و پروتئین دانه‌ها به ترتیب با استفاده از دستگاه‌های سوکسله و کجلدال استفاده شد. از حاصل-ضرب عملکرد دانه در درصد روغن و درصد پروتئین به ترتیب عملکرد روغن و پروتئین دانه محاسبه شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام گرفت. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS-9.1 انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری از نظر صفات عملکرد دانه و عملکرد پروتئین در سطح احتمال یک درصد و در صفات درصد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اختلاف بین ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و از نظر درصد روغن و عملکرد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل بین آبیاری و رقم نیز در صفات عملکرد دانه و عملکرد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین مقدار عملکرد دانه برای هر سه رقم در سطح آبیاری I_1 به دست آمد که در رقم ویلیامز (۳۷۸۰/۷۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به ارقام لینفورد و L17 (به ترتیب ۳۳۷۳/۳۳ و ۳۱۵۱/۸۵ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود. با افزایش کمبود آب عملکرد دانه در ارقام مورد مطالعه کاهش یافت، ولی این روند کاهش برای هر سه رقم یکسان نبود و رقم ویلیامز توانست تا سطح آبیاری I_3 برتری خود را با اختلاف معنی‌داری نسبت به دو رقم دیگر حفظ کند.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری بر صفات مورد مطالعه سویا

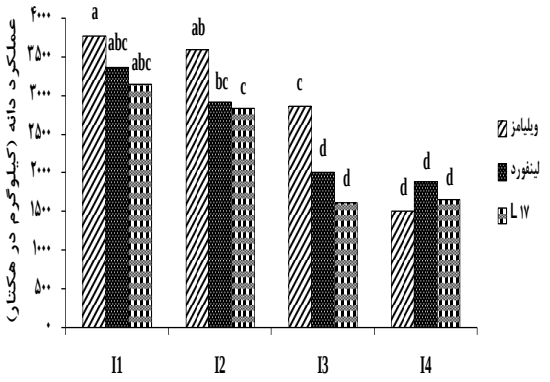
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		عملکرد دانه	درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد پروتئین	عملکرد روغن
تکرار	۲	٤٤٠٧١٤/٧٦	۲۹/۱۱	۳/٤۷	۷۲۵۸/۳۳	۸۳۱٦/۷۷
آبیاری (I)	۳	۵۹۱۹۰٤۷/۲۹**	۵۸/۰۲*	٦/۱۵*	٤۰٤۹۷۳/۹٦**	۲۷۲۰۸٤/۸۵*
خطای اصلی	٦	۱٦۱۰٤۳/۷۲	۱۰/۷۰	۱/۱۹	۳۸۸٦۷/۵۱	٤۹۸۸۲/۵۱
رقم (V)	۲	۱۱۸۱۵۳۰/۳۸**	۹/۵۰ns	۱/۲۵*	۹۲۰۲٦/۰۸*	۱۳۵۳۱/۳٦ns
I×V	٦	۳۱۸٦۷۸/۲۹*	۸/٤۱ns	۰/۱۸ns	۵٦۳۰۵/٦۰*	۳۹۱۹۱/٤۳ns
خطای فرعی	۱٦	۱۰۵۰٦۱/۹۸	۸/۳۱	۰/۲۳	۱۹٤۸۷/۹۷	۱٦۹۲۰/۰٤
ضریب تغییر (٪)		۱۲/٤٤	۹/۲٤	۲/۰۱	۱۷/٤۱	۲۱/٤۳

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

در سطح آبیاری I_4 با افزایش شدت کمبود آب میزان عملکرد دانه در رقم ویلیامز در مقایسه با تیمار آبیاری کامل ۵۹/۷٦ درصد کاهش یافت که این کاهش نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود، هر چند که از لحاظ آماری اختلاف بین ارقام از نظر عملکرد در سطح آبیاری I_4

معنی‌دار نبود (شکل ۱). تاثیر تنش خشکی بر کاهش رشد و عملکرد سویا توسط طاهری و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. همچنین، سینجیک و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کمبود آب آبیاری موجب کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا شد، به طوری که عملکرد دانه در تیمار بدون آبیاری حدود ٤٥ درصد کمتر از عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل بود. برودان و اگلی (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که موقعی که سویا در شرایط مداوم کمبود آب قرار می‌گیرد، عملکرد آن به طور معنی‌داری در حدود ۳۹ درصد در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش می‌یابد.

بیشترین درصد پروتئین دانه در سطح آبیاری I_3 به میزان ٣٤/٤٥ درصد و کمترین آن در سطوح آبیاری I_1 و I_2 به ترتیب به میزان ۳۰/۲۱ و ۲۸/٤٥ درصد به دست آمد (جدول ۳). همچنین، در سطح آبیاری I_2 بیشترین درصد روغن دانه به میزان ۲۵/۰۵ درصد و کمترین آن در سطح آبیاری I_3 به میزان ٢٣/٦٤ درصد حاصل شد (جدول ۳). در بین ارقام نیز، بیشترین درصد روغن دانه متعلق به ارقام ویلیامز و L17 به ترتیب به میزان ٢٤/٣٦ و ٢٤/٥٦ درصد بود (شکل ۲).



شکل ۱- عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار در سطوح آبیاری I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب آبیاری پس از ٦٠، ٩٠، ١٢٠ و ١٥٠ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری بر درصد پروتئین، درصد روغن و عملکرد روغن ارقام سویا

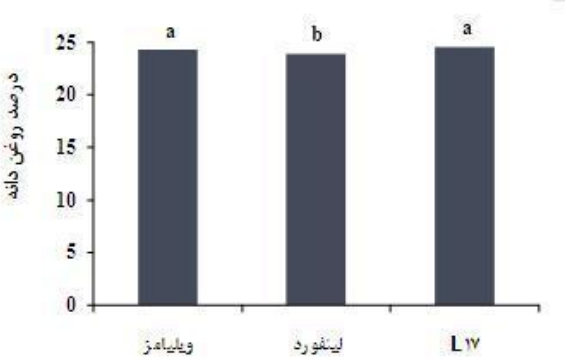
سطوح آبیاری	درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
I_1	۳۰/۲۱b	٢٤/٠٨ab	٧٢٠/٥٦ab
I_2	٢٨/٤٥b	٢٥/٠٥a	٧٨١/٨٩a
I_3	٣٤/٤٥a	٢٣/٦٤b	٥١٣/٦٧bc
I_4	٣١/٦٦ab	٢٤/٣٧ab	٤١٠/٧٨c

میانگین‌های با حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

قاسمی گلعذانی و فرشباف جعفری (۲۰۱۲) در پژوهش-های خود به این نتیجه رسیدند که کمبود آب در سویا منجر به کاهش درصد روغن و افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. لیو و همکاران (٢٠٠٤) گزارش کردند که با آبیاری و حصول حداکثر عملکرد، میزان روغن دانه افزایش، ولی درصد پروتئین دانه کاهش می‌یابد. محمدی نسب و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که این کاهش در نتیجه کاهش شدید فتوسنتز است. زیرا، فتوسنتز بر اثر تنش کم‌آبی کاهش می‌یابد و مواد لازم برای سنتز پروتئین تامین نمی‌شود و در نتیجه سنتز پروتئین کاهش می‌یابد یا متوقف می‌گردد. اسوینی و همکاران (۲۰۰۳) نیز اعلام کردند که آبیاری اثر خیلی کمی روی پروتئین و اثر متغیری روی روغن دانه داشت. این نتایج با یافته‌های بهتری و همکاران (۲۰۰۹) مغایرت دارد. آن‌ها اعلام کردند که کمبود آب اعمال شده در مراحل مختلف رشد سویا، اثر محسوسی بر درصد روغن و پروتئین دانه نداشت.

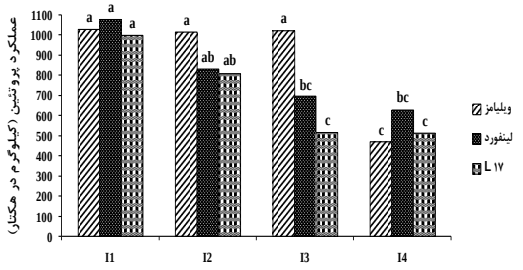
بالاترین عملکرد پروتئین در هر سه رقم (ویلیامز، لینفورد و L17) به طور مشترک، در سطح آبیاری I_1 (به ترتیب به میزان ١٠٢٩/٦٧، ١٠٧٩/٠٠ و ١٠٠١/٣٣ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. در سطوح آبیاری I_2 وI_3 و با افزایش کمبود آب، از میزان عملکرد پروتئین در ارقام لینفورد و L17 کاسته شد، در حالی که رقم ویلیامز از پایداری خوبی برخوردار بود و با داشتن بالاترین

عملکرد



شکل ۲- درصد روغن دانه در ارقام مورد مطالعه سویا

پروتئین دانه نسبت به دو رقم دیگر، توانست تا سطح آبیاری I_3 برتری خود را حفظ کند. افزایش شدت کمبود آب در سطح آبیاری I_4، تاثیر چندانی بر روند کاهش عملکرد پروتئین در ارقام لینفورد و L17 نداشت، در حالی که شدت این کاهش در رقم ویلیامز نسبت به دو رقم دیگر خیلی بیشتر بود و رقم لینفورد عملکرد پروتئین بالایی (۶۳۰/۳۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به دو رقم دیگر داشت (شکل ۳). بیشترین عملکرد روغن دانه نیز در سطح آبیاری I_2 (به میزان ۷۸۱/۸۹ کیلوگرم در هکتار) و کمترین آن در سطح آبیاری I_4 (به میزان ۴۱۰/۷۸ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های خواجوئی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۴) مطابقت دارد. قاسمی گلعذانی و فرشباف جعفری (۲۰۱۲) اعلام کردند که عملکرد روغن و پروتئین در واحد سطح ارتباط مثبتی با عملکرد دانه در واحد سطح دارد. بنابراین، کاهش عملکرد روغن و پروتئین در واحد سطح تحت تنش شدید کمبود آب، به دلیل کاهش زیاد در عملکرد دانه است. همچنین، بهتری و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقات خود نشان دادند که با افزایش کمبود شدید آب، از میزان عملکرد روغن و پروتئین دانه سویا در واحد سطح کاسته شد، به طوری که بیشترین آن در تیمار آبیاری مطلوب و کمترین آن در شرایط کمبود شدید رطوبت به دست آمد.



شکل ۳- عملکرد پروتئین بر حسب کیلوگرم در هکتار در سطوح آبیاری I_1، I_2، I_3 و I_4 به ترتیب آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش کمبود آب عملکرد دانه ارقام کاهش یافت. بیشترین درصد پروتئین دانه در سطح آبیاری I_3 و کمترین آن در سطوح آبیاری I_1 و I_2 به دست آمد. همچنین، در سطح آبیاری I_2 بیشترین درصد روغن دانه و کمترین آن در سطح آبیاری I_3 حاصل شد. بالاترین عملکرد پروتئین در هر سه رقم در سطح آبیاری I_1 حاصل شد. بیشترین عملکرد روغن دانه نیز در سطح آبیاری I_2 و کمترین آن در سطح آبیاری I_4 حاصل شد. با توجه به نتایج به دست آمده، رقم ویلیامز با داشتن عملکرد دانه و پروتئین دانه بالا در شرایط تنش و بدون تنش، جهت کشت در منطقه مغان و اقلیم‌های مشابه مناسب به نظر می‌رسد. با توجه به عملکرد روغن و پروتئین در هکتار، آبیاری مزرعه سویا در منطقه، بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A می‌تواند مد نظر قرار گیرد.

منابع

بابازاده، ح.، سرائی‌تبریزی، م.، پارسی‌نژاد، م.، مدرس‌ثانوی، س.ع.م. ۱۳۸۹. بررسی برخی صفات کیفی و کمی زراعی سویا (*Glycine max* L. Merrill) در شرایط تنش کم‌آبی. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲٤(۲): ۹۹-۱۰۹.

خواجوئی نژاد، غ.ر.، کاظمی، ح.ا.، آلیاری، ه.، جوانشیر، ع.، آروین، م.ج. ۱۳۸٤. تاثیر رژیم‌های آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و کیفیت دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹(٤): ۱۳۷-۱۵۱.

خواجه‌پور، م.ر. ۱۳۹۱. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.

دانشیان، ج.، حامد، ه.، جنوبی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم‌آبی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱(٤): ۳۹۳-٤۰۹.

محلوجی، م.، موسوی، س.ف.، کریمی، م. ۱۳۷۹. اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ٤(۱): ۵۷-٦۷.

Bajji, M., Lutts, S., Kinet, J.M. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Desf) cultivars performing differently in arid condition. *Plant Sci*. 160: 669-681.

Behtari, B., Behtari, B., Abadiyan, H. 2009. Quality and quantity responses of soybean (*Glycine max* L.) seeds to water deficit. P. 1-8. Proceeding of International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development. 6-8 Oct. University of Hamburg.

Bellaloui, N., Mengistu, A. 2008. Seed composition is influenced by irrigation regimes and cultivar differences in soybean. *Irrig Sci*. 26: 261-268.

Brevedan, R.E., Egli D.B. 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence and yield of soybean. *Crop Sci.* 43(6): 2083-2088.

Cavazza, L., Patruno, A., Cirillo, E. 2007. Field capacity in soils with a yearly oscillating water table. *Biosystems Eng*. 98:364-370.

Demirtas, C., Yazg, S., Candogan, B.N., Sincik, M., Buyukcangaz, H., Göksoy, A.T. 2010. Quality and yield response of soybean (*Glycine max* L. Merrill) to drought stress in sub-humid environment. *Afr J Biotechnol*. 9: 6873-6881.

Dornbos, D.L., Mullen, R.E. 1992. Soybean seed protein and oil contents and fatty-acid composition adjustments by drought and temperature. *J Am Oil Chem Soc*. 69: 228-231.

Fehr, W.R., Caviness, C.E., Burmood, D.T., Pennington, J.S. 1971. Stages of soybean development description for soybeans (*Glycine max* L. Merrill). *Crop Sci*. 11: 929-930.

Franklin, P., Gardner, R., Pearce, B., Mitchell, R.L. 2010. Physiology of crop plants. Scientific Press.

Ghassemi-Golezani, K., Farshbaf-Jafari, S. 2012. Influence of water deficit on oil and protein accumulation in soybean grains. *Int J Plant Anim Environ Sci.* 2 (3): 47-52.

Grieshop, C.M., Fahey, G.C. 2001. Comparison of quality characteristics of soybean from Brazil, China, and the United States. *Agric Food Chem.* 49: 2669-2673.

Ibrahim, S.A., Kandil, H. 2007. Growth, yield and chemical constituents of Soybean (*Glycine max* L.) plants as affect by plant spacing under different irrigation intervals. *Res J Agric Biol Sci.* 3 (6): 657-663.

Jacob, H., Clark, G. 2002. Methods of soil analysis, part 4, physical method. Soil Science Society of America, Inc, Madison, Wisconsin, USA.

Lee, J.D., Oliva, M.L., Sleper, D.A., Grover, S. 2008. Irrigation has little effect on unsaturated fatty acid content in soya bean seed oil within genotypes differing in fatty acid profile. *J Agron Crop Sci.* 194: 320-324.

Liu, F., Andersen, M.N., Jensen, C.R. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybeans during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. *Field Crops Res.* 85: 159-166.

Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., Maleki, R. 2013. Physiological performance of soybean cultivars under drought stress. *Bull Env Pharmacol Life Sci.* 2 (6): 38-44.

Mohammadi-Nasab, A.D., Ghasemigolezani, K., Ehtari, B., Zehtab-Salmasi, S. 2005. Influence of different irrigation times on grain yield and some traits of two soybean (*Glycine max* L.) varieties. Proceeding of the 2nd international conference on integrated approaches to sustain and improve plant production under drought stress. Italy.

Sincik, M., Candogan, B.N., Demirtas, C., Buyukcangaz, H., Yazgan, S., Goksoy, A.T. 2008. Deficit irrigation of soya bean [*Glycine max* (L.) Merrill] in a sub-humid climate. *J Agron Crop Sci.* 194: 200-205.

Specht, J.E., Chase, K., Macrander, M., Graef, G.L., Chung, J., Markwell, J.P., Orf, H.H., Lark, K.G. 2001. Soybean response to water: A QTL analysis of drought tolerance. *Crop Sci.* 41: 493-509.

Sweeney, D.W., Long, J.H., Kirkham, M.B. 2003. A single irrigation to improve early maturing soybean yield and quality. *Soil Sci Soc Am J.* 67: 235-240.

Taheri, N., Zarghalam, R., Oveysi, M., Tarighaleslami, M. 2012. Effect of irrigation stress and changes of source and destination on seed, oil and oleic acid yield of soybean. *Int J Agron Plant Prod.* 3 (2): 59-65.

Effect of Different Irrigation Regimes on Quantity and Quality of Produced Seed in Three Soybean Cultivars

Khadijeh Aghaei Fard[1], Morteza Barmaki[*2], Ahmad Tobeh[2], Kamal Shahbazi Homonlo[3], Nasrin Razmi[4], Yavar Dargahi[1]

1- Graduate Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- Assist. Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Scientific member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil, Parsabad, Iran.
4- Ph.D. Student, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
* For Correspondence: Barmakimorteza@gmail.com

Received: 26.02.14 **Accepted: 09.06.14**

Abstract

In order to study the quantity and quality of produced seed in soybean cultivars under different irrigation regimes, an experiment was conducted as split-plots based on randomized complete block design with three replications in Agriculture and Natural Resources Research Center in Parsabad in 2009. Treatments included irrigation regimes (I_1, I_2, I_3 and I_4: irrigation after 60, 90, 120 and 150 mm transpiration from class-A pan, respectively) as main plots and three soybean cultivars (Williams, Linford and L17) as sub plots. Analysis of variance showed that different irrigation levels had significant effect on soybean grain yield, protein and oil percentage, protein and oil yield traits. Significant difference was observed from the oil percentage, grain and protein yield among cultivars. Irrigation levels and cultivars had interactive effect with each other in grain and protein yield traits. The highest grain yield was obtained from I_1 treatment for Williams (3780.73 Kg ha^{-1}). With increasing water deficit, grain yield in cultivars was decreased. The highest protein yield in three cultivars was obtained from I_1 and I_2 irrigation levels. Also, the highest oil yield was obtained from I_2 irrigation level (781.89 Kg ha^{-1}) and the lowest one was gained from I_4 irrigation level (410.78 Kg ha^{-1}). So, Williams cultivar seems to be suitable for cultivation in Parsabad and similar climates because of having the highest grain and protein yield in complete and deficient irrigation. As well, irrigation after 90 mm transpiration from class-A pan in growing season is recommended.

Key words: Drought stress, oil, protein, soybean, yield.