



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۴۹۳-۴۸۱

بررسی اثر تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام سویا

مریم دیوسالار^{۱*}، زین‌العابدین طهماسبی سروسستانی^۲، سید علی محمد مدرس ثانوی^۳ و آیدین حمیدی^۴

۱. دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران
۳. استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران
۴. استادیار، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج - ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۳/۲۵

چکیده

به منظور بررسی واکنش دو رقم سویای تولید شده در دو منطقه کرج و مغان نسبت به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد زایشی و اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد، درصد روغن و پروتئین دانه، آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. چهار تیمار تنش خشکی به صورت قطع کامل آبیاری در مراحل زایشی شامل: تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، مرحله تشکیل غلاف و مرحله پر شدن دانه و شاهد (بدون قطع آبیاری)، اعمال شد و در کرت اصلی قرار گرفت. سایر تیمارها نیز شامل دو رقم سویا ('ویلیامز' و 'L17') و دو منشأ تولید بذر (مغان و کرج) بودند که در کرت فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی بر تعداد غلاف، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و همچنین درصد روغن و پروتئین دانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۲۶۲/۷۳ گرم بر مترمربع) در تیمار شاهد (عدم تنش) و کمترین عملکرد دانه (۱۶۲/۲۲ گرم بر مترمربع) هم در تیمار تنش در مرحله تشکیل غلاف مشاهده گردید. همچنین، اثر متقابل تنش خشکی و رقم و اثر متقابل تنش خشکی در منشأ بذر بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. کمترین درصد روغن (۱۸/۲۴ درصد) و بیشترین درصد پروتئین دانه (۳۷/۲۸ درصد) نیز در تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه به دست آمد. باتوجه به نتایج حاصل، آبیاری در مرحله تشکیل غلاف جهت جلوگیری از کاهش عملکرد دانه سویا یک امر ضروری است.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، روغن، رشد زایشی، غلاف، مرحله پر شدن دانه، وزن هزاردانه

۱. مقدمه

تنش رطوبت در مقایسه با سایر تنش‌های زیستی و محیطی که گیاهان زراعی طی فصل رشد در معرض آن‌ها هستند، به مراتب اثر شدیدتری بر کاهش عملکرد دارد. کم‌آبی اولین عامل محدودکننده تولید سویا در مناطق نیمه خشک می‌باشد [۱۱]. ایران جزء مناطقی است که نیاز رطوبتی سویا در طول دوره رشد، بایستی از طریق آبیاری تأمین گردد و در بسیاری از مناطق، طی بحرانی‌ترین مراحل رشد یعنی مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه، ممکن است هیچ‌گونه نزولات آسمانی وجود نداشته باشد. از طرف دیگر، این مراحل عموماً با شرایط آب و هوایی گرم و خشک تابستان مصادف می‌شوند، لذا امکان طولانی شدن دوره‌های آبیاری و یا به تعویق افتادن دو تا سه آبیاری در طی مراحل حساس رشد بسیار محتمل است. بنابراین، مطالعه واکنش سویا به تنش رطوبتی و تعیین مراحل حساس رشد آن می‌تواند به میزان قابل توجهی از کاهش محصول جلوگیری کند [۴]. کمبود آب در بسیاری از مراحل نمو سویا عملکرد محصول را کاهش داده، اما اثر منفی تنش در طی گل‌دهی و تشکیل دانه و پر شدن دانه بسیار مهم است [۱]. اعمال چهار رژیم مختلف آبیاری بر روی سویا نشان داد که با کاهش میزان آب مصرفی عملکرد سویا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و تنش خشکی با کاهش اجزای عملکرد سبب کاهش عملکرد سویا شد، به نحوی که کمترین عملکرد در تیمار بدون آبیاری حاصل شد [۳]. تنش خشکی در پنج مرحله از رشد زایشی سویا رقم 'مریل' شامل شروع گل‌دهی تا گل‌دهی کامل، شروع تشکیل غلاف، غلاف‌بندی کامل، شروع تشکیل دانه و دانه کامل اعمال شد. نتایج نشان داد که عملکرد اعمال تنش در مراحل شروع تشکیل، شروع تشکیل دانه و دانه کامل نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نشان دادند [۱۹].

تنش کم‌آبی اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع و عملکرد دانه داشت و در شرایط تنش شدید، رقم 'ویلیامز' بالاترین تعداد دانه در واحد سطح (۱۹۲۶) را داشت. همچنین در کلیه ژنوتیپ‌ها وقوع تنش باعث کاهش قابل توجه عملکرد دانه شد [۹].

اثر چهار رژیم آبیاری مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد سه ژنوتیپ سویا ('ویلیامز'، 'کینفورد' و 'ال۱۷') در منطقه مغان بررسی شد و اختلاف معنی‌داری تعداد غلاف و وزن هزاردانه در ارقام مورد بررسی وجود داشت [۱۰]. همچنین با اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد سویا به این نتیجه رسیدند که تنش در هر مرحله باعث کاهش معنی‌دار عملکرد شده است [۱۴]. اعمال پنج سطح تنش خشکی (در مراحل چهاربرگی، گل‌دهی، غلاف‌بندی، پر شدن دانه و شاهد (بدون تنش) بر روی سه رقم سویا ('ام ۷'، 'ام ۹' و 'هاییت') در منطقه ایلام نشان داد کمترین عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه (۲۶۸۲ کیلوگرم در هکتار) و گل‌دهی (۲۹۱۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد و کمترین میزان درصد روغن (۲۰/۸ درصد) مربوط به تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه بود [۱۳]. تنش خشکی طی پر شدن دانه سبب کاهش معنی‌دار روغن دانه سویا و تولید دانه‌های کوچکتر می‌شود که غالباً دارای پروتئین بیشتری هستند و دلیل این امر اثر کمتر تنش بر تجمع پروتئین نسبت به اجزای اصلی دیگر نظیر روغن می‌باشد [۲۸]. واکنش ارقام تجاری سویا را در اواخر رشد زایشی (مرحله پر شدن دانه) نسبت به تنش خشکی بررسی و مشاهده گردید که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به صفت تعداد غلاف در بوته و وزن صدانه بود [۴].

2. Williams
3. Linford
4. L17
5. M7
6. M9
7. Habit

1. Merrill

به‌زراعی کشاورزی

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. ابتدا بذرهای طبقه مادری دو رقم سویا ('ویلامز' و 'آل ۱۷') در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال (واقع در استان البرز) و همچنین مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان به منظور تولید بذر طبقه گواهی شده در دو منطقه با شرایط آب و هوایی کاملاً متفاوت و مقایسه اثر شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه تولید بذر بر عملکرد و واکنش بذرهای تولید شده نسبت به تنش خشکی در سال زراعی آبی، در شش خط به طول پنج متر، با فاصله ردیف ۰/۵ و فاصله بلوک ۲ متر در تاریخ ۲۰ خرداد سال ۱۳۹۲ کشت شدند (جدول ۱). برداشت بذرها پس از رسیدگی فیزیولوژیک در رطوبت ۱۴ درصد انجام شد که در کرج در تاریخ ۱۰ آبان و در مغان هم در تاریخ ۱۴ آبان برداشت شد. رطوبت دانه‌ها با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج پرتابل مدل Dickey-John Mini Gac در مزرعه اندازه‌گیری شد.

بذرهای تولید شده در دو منطقه در سردخانه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری و در خرداد ماه سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به صورت طرح اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. ابتدا، تعداد ۲۵۰ بذر برای هر تیمار شمارش شد و در هر کرت که شامل چهار ردیف به طول ۳ و فاصله ردیف‌ها نیز ۰/۵ متر بود، کشت گردید. تیمارهای مورد بررسی در سال دوم شامل چهار مرحله تنش خشکی به صورت قطع کامل آبیاری در کرت اصلی بود (قطع آبیاری از زمان شروع گل-دهی تا آغاز غلاف‌بندی یا R₁-R₃، قطع آبیاری از زمان شروع غلاف‌بندی تا آغاز دانه‌بندی یا مرحله R₃-R₅، قطع آبیاری از آغاز دانه‌بندی تا انتهای دانه‌بندی یا مرحله R₅-R₇

دوره‌های کوتاه مدت و طولانی مدت تنش خشکی طی پر شدن دانه سویا در مرحله R₆ (پر شدن دانه) را بر عملکرد دانه سویا بررسی و گزارش شد که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد و ایجاد دانه‌های کوچکتر شده و ضمناً در دوره پر شدن دانه اثر تنش بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نبود [۱۷]. تعداد غلاف و وزن دانه به شدت تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند [۲۲].

قدرت رویشی یا بنیه بذر یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفیت بذر می‌باشد و از طریق استقرار بوته، توانایی اثرگذاری بر عملکرد گیاه به‌ویژه در شرایط نامساعد محیطی دارد. توان رویش پایین بذرها از طریق کاهش قابلیت ظهور گیاهچه در مزرعه و کاهش تعداد بوته و تراکم نامطلوب گیاه سبب کاهش عملکرد می‌شود [۸]. در پژوهشی اثر تنش خشکی بر رشد سویای حاصل از بذر با قدرت رویش (بنیه) بالا و توان رویش کم بررسی و با اعمال تنش خشکی مشاهده شد که رشد گیاهان حاصل از هر دو سطح بنیه بذر کاهش یافت، اما گیاهان حاصل از بذر با بنیه بالا رشد بیشتری داشتند. همچنین، درصد استقرار بوته در بذرهای با بنیه بالا بیش از بذرهای با بنیه کم بود [۳۰]. بنیه بذر بر درصد، سرعت و یکنواختی ظهور گیاهچه در مزرعه اثر زیادی دارد و همه این عوامل بر تراکم بوته، تجمع ماده خشک توسط گیاه و در نهایت بر عملکرد اثر دارند [۳۱].

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی واکنش ارقام سویای تولید شده در دو منطقه کرج و مغان که دارای شرایط آب و هوایی کاملاً متفاوت هستند، نسبت به قطع آبیاری و تنش خشکی در مراحل مختلف رشد زایشی در سال زراعی بعد و اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن و ترکیب شیمیایی ذخیره‌ای دانه سویا در مراحل مختلف زایشی بود.

مریم دیوسالار و همکاران

و شاهد بدون قطع آبیاری)، دو رقم ('ویلیامز' و 'ال ۱۷') و برداشت از سطح یک مترمربع بوته‌های دو ردیف میانی در بذره‌های حاصل از دو منطقه تولید بذر (مغان و کرج) به عنوان منشأ بذری بود که در کرت فرعی قرار گرفتند. رطوبت ۱۵ درصد دانه انجام شد.

جدول ۱. شرایط آب و هوایی منطقه کرج و مغان در سال زراعی ۱۳۹۲

منطقه	ماه	بیشینه دما	کمینه دما	متوسط دما	متوسط بارندگی	بیشینه رطوبت نسبی	کمینه رطوبت نسبی
کرج	خرداد	۳۱/۶	۱۵/۶	۲۳/۶	۰/۱۸	۶۲/۳	۱۴/۲
	تیر	۳۵/۱	۱۸/۲	۲۶/۶	۰	۶۲/۷	۱۷/۳
	مرداد	۳۴/۹	۱۷/۶	۲۶/۳	۰/۰۸	۷۱/۳	۲۰
	شهریور	۳۳/۱	۱۷/۷	۲۵/۴	۰/۰۶	۵۹/۸	۱۶/۷
	مهر	۲۶/۱	۱۱/۸	۱۸/۹	۰	۶۵/۶	۲۰/۶
	آبان	۱۵/۹	۶/۷	۱۱/۳	۱/۱	۸۶/۴	۲۳/۹
مغان	خرداد	۳۰/۵	۱۳/۸	۲۳/۶	۳/۴۲	۹۰	۳۹/۹
	تیر	۳۲/۷	۲۰/۷	۲۶/۷	۰/۱۶	۸۶/۳	۶۲/۶
	مرداد	۳۳/۲	۲۰/۹	۲۶/۹	۰/۱	۸۹/۷	۶۴/۵
	شهریور	۳۰/۳	۱۸/۹	۲۴/۸	۰/۹	۸۶	۴۷
	مهر	۲۲/۷	۱۱/۶	۱۷/۲	۰/۸	۹۱	۵۱
	آبان	۱۶/۹	۷/۳	۱۲/۱	۰/۵	۹۲	۶۲

گیاچه‌ها، درصد استقرار بوته‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن و پروتئین دانه نیز حدود ۵۰ بذر از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب شده و پس از پودر کردن نمونه بذر، درصد روغن با روش سوکسله اندازه‌گیری شد [۲]. درصد پروتئین دانه نیز با روش کجلدال اندازه‌گیری شد، به این صورت که ابتدا محتوای نیتروژن نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری و سپس درصد پروتئین دانه با حاصل ضرب نیتروژن در عدد ۶/۲۵ محاسبه شد [۲ و ۳۳].

نتایج حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه شد و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح

صفات مورد بررسی شامل درصد استقرار بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه (در رطوبت ۱۲ درصد)، عملکرد دانه، درصد روغن و درصد پروتئین دانه بود. وزن هزاردانه هنگامی که رطوبت دانه‌ها به میزان رطوبت استاندارد سویا یعنی ۱۲ درصد رسید، با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد. به‌منظور تعیین درصد استقرار بوته‌ها در زمان کاشت، تعداد ۲۵۰ بذر در هر کرت، کشت شد. باتوجه به این که تیمارهای تنش در مرحله زایشی اعمال شد، داده‌ها برای این صفت به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه شد. پس از گذشت ۱۴ روز از زمان کاشت با شمارش

بررسی اثر تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام سویا

بود (جدول ۳). همچنین بذره‌های تولید شده در کرج نسبت به بذره‌های تولید شده در مغان دارای قدرت رویش بهتر و در نتیجه درصد استقرار بوته (تراکم بوته) بالاتری در واحد سطح بودند که دلیل آن شرایط آب و هوایی مناسب‌تر منطقه کرج برای تولید بذر نسبت به مغان، از جمله رطوبت نسبی پایین‌تر و همچنین عدم بارندگی در هنگام رسیدگی و برداشت بذرها در ماه مهر و اوایل آبان می باشد (جدول ۴). قدرت بالای رویش بذر به خصوص در شرایطی که تراکم بوته کمتر از حد مطلوب برای حداکثر عملکرد باشد، سبب افزایش عملکرد شده است [۳۱].

احتمال ۰/۰۵ انجام شد. رسم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel 2007 انجام گردید.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. درصد استقرار بوته

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای درصد استقرار بوته اثر رقم و منشأ بذر بر این صفت معنی دار بود (جدول ۲). رقم 'ویلیامز' دارای درصد استقرار بوته بالاتری (میانگین ۶۲/۴ درصد) نسبت به رقم 'ال ۱۷' (میانگین ۵۰/۴ درصد) بود و همچنین از قدرت رویش بذر بالاتری برخوردار و در نتیجه تراکم بوته در واحد سطح برای رقم 'ویلیامز' بیشتر

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس درصد استقرار بوته

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
درصد استقرار بوته			
۱۰۵/۱۲ ^{ns}	۲	بلوک	
۴۳۲/۰۰*	۱	رقم	
۲۲۱۹/۵۲**	۱	منطقه	
۱۲۲/۸۸ ^{ns}	۱	رقم × منطقه	
۵۸/۴۰	۴	خطا	
۱۳/۵۵		ضرایب تغییرات (%)	

*** و * - به ترتیب نشان‌دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می باشد.

ns - عدم معنی دار می باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین درصد استقرار بوته ارقام سویا

تیمار	درصد استقرار بوته
L ₁₇	۵۰/۴ ^b
ویلیامز	۶۲/۴ ^a

حروف مشابه نشان دهنده عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۴. مقایسه میانگین درصد استقرار بوته در بذره‌های تولید شده در دو منطقه

تیمار	درصد استقرار بوته
کرج	۷۰/۰۰ ^a
مغان	۴۲/۸ ^b

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد است.

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

۲.۳. عملکرد دانه و اجزای عملکرد

۱.۲.۳. تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش، رقم و همچنین منشأ بذر بر تعداد غلاف در بوته معنی دار شد (جدول ۵). همچنین، باتوجه به جدول مقایسه میانگین، کمترین تعداد غلاف در بوته (میانگین ۲۹/۶۱) در تنش خشکی در مرحله تشکیل غلاف و بیشترین تعداد غلاف در بوته در شاهد (۴۷/۵۸) و سپس در مرحله پر شدن دانه

(۴۳) به دست آمد (جدول ۶). کاهش تعداد غلاف در مرحله تشکیل غلاف به دلیل ریزش تعداد زیادی از غلاف‌ها در اثر تنش خشکی بوده است و نشان‌دهنده حساسیت این مرحله است. همچنین در مرحله گل‌دهی، ریزش تعداد زیادی از گل‌ها به دلیل خشکی سبب کاهش تعداد غلاف شده است، اما به دلیل رشد نامحدود بودن دو رقم، این خسارت تا حدی جبران و کاهش عملکرد به اندازه مرحله تشکیل غلاف نبوده است.

جدول ۵. جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تیمارهای تنش خشکی (قطع آبیاری) در مراحل مختلف رشد زایشی سویا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				ضرب تغییرات (%)
		تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه	عملکرد بذر	
بلوک	۲	۱۰۲/۰۵ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۲۸۳/۸۷ ^{ns}	۴۴۲/۷۴ ^{ns}	۵/۵۵
تنش	۳	۷۰۴/۴۱ ^{**}	۰/۰۸ ^{ns}	۲۴۸۴/۹۶ ^{**}	۲۱۱۳۵/۲۲ ^{**}	۲/۵۶
تنش × بلوک (خطای a)	۶	۲۵/۷۰	۰/۰۲	۹۵/۶۷	۹۶/۸۸	۶/۸۴
رقم	۱	۴۷۸/۷۶ ^{**}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۱۰/۵۸ ^{ns}	۳/۶۰ ^{ns}	۶/۷۳
منشأ بذر	۱	۲۶۱/۵۲ ^{**}	۰/۱۵ ^{ns}	۳۶/۷۱ ^{ns}	۳۵۴۴/۳۸ ^{**}	۱۲/۵۸
تنش × رقم	۳	۴۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۸/۷۴ ^{ns}	۱۰۴۹/۲۹ [*]	۵
تنش × منشأ بذر	۳	۶۵/۰۵ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۳۶/۸۸ ^{ns}	۲۵۷۴/۵۶ ^{**}	۱
منشأ بذر × رقم	۱	۳/۹۲ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۱۳۶/۱۰ ^{ns}	۱
تنش × منشأ بذر × رقم	۳	۴/۹۵ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۱۸۱/۷۰ ^{ns}	۳
خطای آزمایش	۲۴	۲۶/۵۱	۰/۰۵	۷۹/۹۶	۲۰۰/۳۶	۱/۱۱
		۱۲/۹۷		۱۲/۵۸	۶/۷۳	۵/۵۵

ns - عدم معنی دار بودن، * - به ترتیب نشان‌دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده در چهار سطح تنش خشکی

تیمار	تعداد غلاف در بوته	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (g/m ²)	درصد پروتئین	درصد روغن
شاهد	^a ۴۷/۵۸	^a ۱۴۰/۳۲	^a ۲۶۲/۷۳	^b ۳۵/۷۶	^a ۱۹/۲۴
تنش خشکی در مرحله گل‌دهی	^c ۳۸/۵۲	^a ۱۴۲/۳۷	^b ۲۰۸/۱۵	^b ۳۶/۴۰	^a ۱۹/۴۳
تنش خشکی در مرحله تشکیل غلاف	^b ۲۹/۶۱	^b ۱۳۶/۷۶	^d ۱۶۲/۲۲	^b ۳۶/۴۲	^a ۱۹/۲۳
تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه	^b ۴۳/۰۰۴	^c ۱۱۱/۴۱	^c ۱۹۳/۹۰	^a ۳۷/۲۸	^b ۱۸/۲۴

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد است.

بررسی اثر تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام سویا

داشت (جدول ۷). به علاوه تعداد غلاف در بوته‌های حاصل از بذره‌های مغان (میانگین ۴۲/۰۱) بیشتر از بوته‌های حاصل از بذره‌های تولید شده در کرج (میانگین ۳۷/۳۴) بود که دلیل این امر تراکم کمتر بوته در بذره‌های تولید شده مغان و کاهش رقابت و افزایش دسترسی به عناصر و مواد غذایی برای هر بوته بود (جدول ۸). ژنوتیپ‌های مختلف سویا تفاوت معنی داری از نظر تعداد غلاف در مترمربع نشان دادند [۹]. از نظر تعداد غلاف در ارقام مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود داشت و بیشترین تعداد غلاف مربوط به رقم 'ال ۱۷' و کمترین تعداد مربوط به رقم 'ویلیامز' بود [۱۰].

اثر تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مرحله R₁ را بر عملکرد سویا بررسی و اعلام شد که کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی عمدتاً به دلیل کاهش تعداد غلاف در واحد سطح بود [۲۷]. همچنین، کاهش عملکرد سویا در اثر خشکی عمدتاً به دلیل افزایش میزان ریزش گل و غلاف است [۲۴]. در بین اجزای عملکرد سویا، تعداد غلاف بیشترین حساسیت را نسبت به سایر اجزا در برابر تنش خشکی دارد [۲۳]. تنش کم آبی اثر معنی داری بر تعداد غلاف در مترمربع داشت. آن‌ها دلیل کاهش تعداد غلاف را ریزش گل و غلاف در اثر تنش خشکی ذکر نمودند [۴ و ۹].

باتوجه به نتایج، رقم 'ال ۱۷' (میانگین ۴۲/۸۴) تعداد غلاف بیشتری نسبت به رقم 'ویلیامز' (میانگین ۳۶/۵۲)

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر رقم بر تعداد غلاف در بوته سویا

تیمار	تعداد غلاف در بوته
L ₁₇	۴۲/۸۴ ^a
ویلیامز	۳۶/۵۲ ^b

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر منشأ بذر بر تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه سویا

تیمار	تعداد غلاف در بوته	عملکرد دانه (g/m ²)
مغان	۴۲/۰۱ ^a aa55v5vvvvvvvvv4445	۱۷۹/۵۸ ^b
کرج	۳۷/۳۴ ^b	۲۳۳/۹۲ ^a

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ است.

۲.۲.۳. تعداد دانه در غلاف

خشکی نشان داد و کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت، به دلیل این که این صفت بیشتر وابسته به ژنتیک می باشد [۲۲ و ۲۳]. تنش خشکی در مرحله تشکیل و پر شدن دانه سبب کاهش تعداد دانه در غلاف شده است [۲۶].

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش خشکی، رقم و منشأ بذر بر تعداد دانه در غلاف معنی دار نبود (جدول ۵). تعداد دانه در هر غلاف کمترین حساسیت را نسبت به تنش

۳.۲.۳. وزن هزاردانه

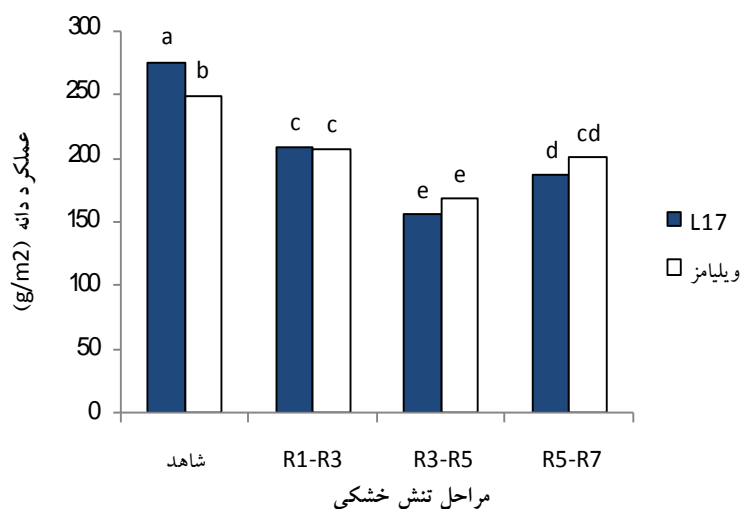
باتوجه به نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر وزن هزاردانه معنی دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه در دانه‌های حاصل از اعمال تنش خشکی در گل‌دهی (میانگین ۱۴۲/۳۷ گرم) و شاهد (۱۴۰/۳۱ گرم) به دست آمد، در حالی که کمترین میزان وزن هزاردانه (میانگین ۱۱۱/۴۱ گرم) با اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه مشاهده شد (جدول ۶). در تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه به دلیل کاهش فتوسنتز و کمبود مواد فتوسنتزی و همچنین کوتاه شدن دوره پر شدن دانه در اثر تنش، انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه دانه‌ها کوچک می‌شوند.

قطع آبیاری در مرحله R₅ سبب کاهش معنی‌دار وزن دانه (۱۰ درصد) نسبت به شاهد شد [۲۰]. تنش خشکی اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه داشت و وزن هزاردانه در اثر تنش خشکی بیشترین کاهش را در مراحل R₆ و R₃

نشان داد [۹ و ۱۹]. همچنین، تنش خشکی طولانی سبب تولید دانه‌های کوچکتر شد [۱۷].

۴.۲.۳. عملکرد دانه

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تنش خشکی و منشأ بذر بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و همچنین اثرهای متقابل تنش × رقم و تنش × منشأ بذر معنی‌دار شد (جدول ۵). باتوجه به نمودار اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد دانه، بالاترین عملکرد دانه (میانگین ۲۷۵/۹۶ گرم بر مترمربع) مربوط به رقم '۱۷' شاهد بود و کمترین عملکرد بذر هم در تیمار تنش خشکی در مرحله تشکیل غلاف در رقم '۱۷' (میانگین ۱۵۶/۰۵ گرم بر مترمربع) مشاهده شد که حدود ۳۹ درصد نسبت به بالاترین عملکرد (رقم '۱۷' شاهد) کاهش نشان داد (شکل ۱). عملکرد دانه دو رقم در تیمارهای تنش در مرحله گل‌دهی، غلاف‌دهی و پر شدن دانه، با یکدیگر تفاوتی نشان نداد.

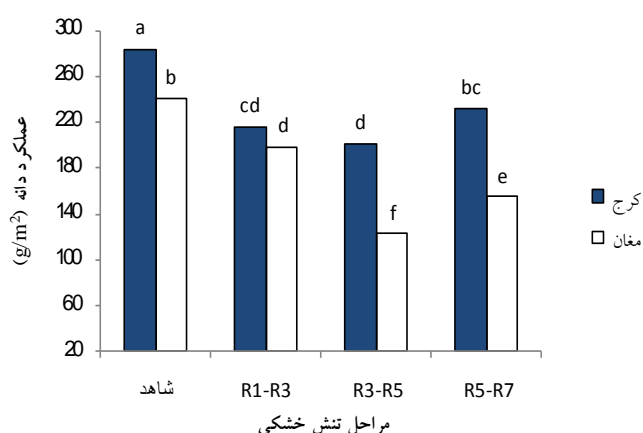


شکل ۱. اثر متقابل تنش خشکی و رقم بر عملکرد دانه (LSD = ۲۹/۲۰)

بررسی اثر تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام سویا

بذرهای تولید شده در کرج (میانگین ۲۸۴/۵۹ گرم بر مترمربع) و کمترین عملکرد دانه هم مربوط به تیمار تنش در مرحله تشکیل غلاف در بذرهای با منشأ مغان (میانگین ۱۲۲/۸۱ گرم بر مترمربع) بود (شکل ۲). در کلیه تیمارها بذرهای با منشأ کرج، عملکرد دانه بهتری را در مقایسه با بذرهای با منشأ مغان نشان دادند (شکل ۲).

ژنوتیپ‌های مختلف سویا تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی نشان می‌دهند [۹]. همچنین با بررسی ۲۵ لاین و رقم سویا شامل گروه‌های رسیدگی II، III و IV، مشاهده شد که رقم 'ویلیامز' مقاوم‌ترین رقم نسبت به تنش خشکی است [۱۱]. بالاترین میزان عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد با



شکل ۲. نمودار اثر متقابل تنش خشکی و منشأ بذر بر عملکرد دانه (LSD=۲۹/۲۰)

می‌کند که هر دو عامل ممکن است سبب کاهش میزان دسترسی مواد فتوسنتزی برای صدور به اندام‌های مخزن شود و از این‌رو میزان ریزش اندام‌های زایشی را افزایش می‌دهند [۲۱ و ۲۴].

۵.۲.۳. درصد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی بر درصد روغن دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). باتوجه به مقایسه میانگین‌ها، بذرهای حاصل از تیمار تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه با کمترین درصد روغن (میانگین ۱۸/۲۵ درصد) تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشتند، اما بین سایر تیمارها

هر گونه تنش در مرحله R₄ سویا بیشترین کاهش عملکرد را در پی دارد. کاهش عملکرد در این مرحله عمدتاً به دلیل کاهش تعداد غلاف است [۲۵]. مرحله R₃ (شروع غلاف‌دهی) در مقایسه با مرحله R₅ (شروع پر شدن دانه) از حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی برخوردار است [۱۹]. مراحل گل‌دهی و غلاف‌دهی سویا، حساس‌ترین مراحل زندگی این گیاه به تنش رطوبتی اعلام شد [۱۶ و ۱۸].

تنش خشکی در مرحله تشکیل غلاف سبب افزایش معنی‌دار میزان ریزش غلاف شده، بنابراین عملکرد نهایی دانه را کاهش می‌دهد. تنش خشکی میزان مواد فتوسنتزی را کم کرده و متابولیسم کربوهیدرات‌ها را در برگ‌ها مختل

به علاوه، حدود ۵۰ درصد نیتروژن مصرف شده طی دوره پر شدن بذر از طریق جذب نیتروژن خاک تأمین می‌شود و جذب نیتروژن غیرآلی از خاک نسبت به خشکی حساسیت کمتری در مقایسه با تثبیت بیولوژیک دارد. بنابراین جذب مداوم نیتروژن معدنی از خاک می‌تواند به سنتز پروتئین کمک کند [۲۷، ۳۱، ۳۲ و ۳۵].

نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج حاصل از این تحقیق، تنش خشکی در مرحله تشکیل غلاف بیشترین اثر منفی را بر عملکرد دانه سویا نشان داد و همچنین رقم 'ویلیامز' در مقایسه با رقم 'ال ۱۷' در شرایط تنش عملکرد بالاتری داشت. همچنین بنیه و قابلیت رویش بذره‌ای تولید شده در کرج نسبت به بذره‌ای مغان برتری نشان داد که در نتیجه بر تراکم بوته در واحد سطح و عملکرد دانه اثر قابل توجهی نشان داد. لذا توجه به شرایط آب و هوایی منطقه جهت تولید بذره‌ای با کیفیت و توان رویشی بالا و همچنین استفاده از بذره‌ای با کیفیت بالا در مناطقی که با تنش خشکی مواجه هستند، جهت حصول عملکرد قابل قبول سویا الزامی است.

منابع

۱. اکبری نودهی د (۱۳۹۱) تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب سویا در مازندران. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۱): ۲۳-۱۳.
۲. امیدیان، سیادت ع، ناصری ر و مرادی م (۱۳۹۱) اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۲۸-۱۶.
۳. امینی فرج، محسن آبادی غ، بیگلویی م و سمیع زاده ح

تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۶). کمترین درصد روغن (۲۰/۸ درصد) مربوط به تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه می‌باشد [۱۳]. همچنین، تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه سبب کاهش معنی‌دار روغن دانه سویا شد [۲۸]. کاهش درصد روغن دانه سویا در اثر تنش خشکی نیز مشاهده شده است که دلیل آنرا کاهش فتوسنتز جاری و کاهش طول دوره پر شدن دانه ذکر نمودند [۶، ۷، ۱۲، ۱۵، ۲۹، ۳۱ و ۳۵].

۶.۲.۳. درصد پروتئین دانه

باتوجه به جدول تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین در تیمار تنش در مرحله پر شدن دانه (میانگین ۳۷/۲۹ درصد) مشاهده شد که با تیمار شاهد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۶)، اما بین تیمار شاهد با تنش در مرحله گل‌دهی و مرحله غلاف‌بندی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

بین درصد پروتئین و روغن همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد [۱۲]. تنش خشکی در سویا سبب افزایش پروتئین دانه شد [۳، ۵، ۶، ۷ و ۱۵]. اما کاهش درصد پروتئین دانه سویا در اثر افزایش شدت تنش خشکی را گزارش شد [۲۵ و ۳۳]. تجمع لیپید و کربوهیدرات در دانه سویا در مقایسه با تجمع پروتئین، نسبت به به تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه حساس‌تر می‌باشد، به دلیل این‌که میزان پروتئین، بیشتر به انتقال مجدد کربن و نیتروژن از برگ‌ها بستگی دارد، ولی میزان روغن بیشتر به فتوسنتز جاری وابسته است. تنش خشکی سبب کاهش دوره پر شدن دانه می‌شود که سبب کاهش تجمع بسیاری از مواد می‌گردد، اما سنتز پروتئین به دلیل افزایش میزان انتقال مجدد نیتروژن، کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد.

- ۱۳۹۲) تأثیر کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب رقم T.215 سویا. مهندسی آبیاری و آب. ۱۱(۳): ۲۴-۳۴.
۴. ایزانلوع، زینالی خانقاه ح، حسین‌زاده ع، مجنون حسینی ن و سبکدست م (۱۳۸۳) بررسی عکس العمل ارقام تجارتي سویا در شرایط تنش رطوبتي در اواخر مرحله زایشی. علوم کشاورزی ایران. ۳۶(۴): ۱۰۲۴-۱۰۱۱.
۵. بابازاده ح، سرائی تبریزی م، پارسی نژاد م و مدرس ثانوی ع م (۱۳۸۸) بررسی برخی صفات کیفی و کمی زراعی سویا در شرایط تنش آبی. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۴(۲): ۹۹-۱۰۹.
۶. بهتری ب، قاسمی گلعدانی ک، دباغ محمدی نسب ع، زهتاب سلماسی س و تورچی م (۱۳۸۹) اثر تنش کم آبی بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و کارایی مصرف آب دو رقم سویا. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۰(۴): ۱۱-۲۰.
۷. پورموسوی م، گلوی م، دانشیان ج، قنبری ا و بصیرانی ن (۱۳۸۴) تأثیر کود دامی بر شاخص‌های رشد و ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش رطوبتی. دانشگاه زابل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت.
۸. خلیلی اقدم ن، سلطانی ا، لطیفی ن و قادری فر ف (۱۳۹۱) تأثیر شرایط محیطی بر بنه بذر سویای نواحی مختلف ایران. تولید گیاهان زراعی. ۵(۵): ۸۷-۱۰۴.
۹. دانشیان ج، هادی ح و جنوبی پ (۱۳۸۸) ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم آبی. علوم زراعی ایران. ۱۱(۴): ۳۹۳-۴۰۹.
۱۰. رستم‌زاده کلیسر م، فربودی م، حسین‌زاده مقبلی ا و رزمی ن (۱۳۹۰) اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد کشت دوم ارقام سویا در منطقه مغان. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۲۰: ۱۵-۲۸.
۱۱. زارع م، زینالی خانقاه ح و دانشیان ج (۱۳۸۳) ارزیابی تحمل برخی ژنوتیپ‌های سویا به تنش خشکی. علوم کشاورزی ایران. ۳۵(۴): ۸۶۷-۸۵۹.
۱۲. سبکدست م، زینالی خانقاه ح و خیال‌پرست ف (۱۳۸۷) بررسی ارتباط عملکرد و اجزای عملکرد با میزان روغن، ترکیب اسیدهای چرب و پروتئین دانه سویا. علوم گیاهان زراعی ایران. ۳۹(۱): ۲۲۰-۲۱۱.
۱۳. ملکی ع، نادری ع، سیادت ع، طهماسبی ا و فاضل ش (۱۳۹۱) اثر تنش خشکی در مراحل مختلف فیزیولوژیکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. پژوهش در علوم زراعی. ۴(۱۵): ۷۱-۸۲.
14. Abayomi AY (2008) Comparative growth and grain yield response of early and late soybean maturity groups to induced soil moisture stress at different growth stage. *Word Journal of Agricultural Science*. 4(1): 71-78.
15. Bellaloui N, Ebelhar MW, Gillen AM, Fisher DK, Abbas HK, Mengistu A, Reddy KN and Paris RL (2011) soybean seed protein, and fatty acids are altered by S and S+N fertilizers under irrigated and non-irrigated environments. *Agricultural Science*. 2(4): 465-476.
16. Board JE (2002) A regression model to predict soybean cultivar yield performance at late planting dates. *Agronomy Journal*. 94: 483-492.
17. Brevedan RE and Egli DB (2003) Crop Physiology and Metabolism: short period of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. *Crop Science*. 43(6): 2083-2088.

18. Dennis BE and Bruening WP (2000) Potential of early maturing soybean cultivars in late plantings. *Agronomy Journal*. 92: 532-537.
19. Dogan E, Kirnak H and Copur O (2007) Deficit irrigations during soybean reproductive stages and cropgro-soybean simulations under semi-arid climatic conditions. *Field Crop Research*. 103: 154-159.
20. Karam F, Masaad R, Sfeir T, Mounzer Q and Rouphael Y (2005) Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions *Agricultural Water Management*. 75: 226-244.
21. Kim JY, Mahe A, Brangeon J and Prioul JL (2000) A maize vacuolar invertase, IVR2, is induced by water stress. Organ/tissue specificity and diurnal modulation of expression. *Journal of Plant Physiology*. 124: 71-84.
22. Kpoghomou BK, Sapra VT and Reyl CA (1990) Sensitivity for drought stress of three soybean cultivars during different growth stages. *Journal of Crop Science*. 164: 104-109.
23. Laohasiriwong S (1986) Yield response of selected soybean cultivars to water stress during different reproductive growth periods. In: *Soybean in tropical and subtropical cropping systems*. Sulzberger, EW, Mclean BT. Tsukuba Japan. Pp. 383-386.
24. Liu F, Andersen MN and Jensen CR (2003) Loss of pod set caused by drought stress is associated with water status and ABA content of reproductive structures in soybean. *Funct. Plant Biology*. 30: 271-280.
25. Liu X, Jian J, Herbert SJ, Zhang Qi and Wang G (2005) Yield components, dry matter, LAI and LAD of soybeans in Northeast China. *Field Crops Research*. 93(1): 85-93.
26. McWilliams DA (1999) Soybean growth and management quick guide. North Dakota state university extension. Publication number A1174. <http://www.ag.ndsu.edu> (verified 7/14/10).
27. Oya T, Nepomuceno AL, Neumaier N, Boucas Farias JR, Tobita S and Ito O (2004) Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. *Plant Production Science*. 7(2): 129-137.
28. Rotundo JL and Westgate ME (2010) Rate and Duration of seed component accumulation in water stressed soybean. *Crop Science*. 50: 676-684.
29. Song Q, Juny G and Yuhua MA (1990) Canonical Correlation Analysis and Path Coefficient Analysis of Protein Content, Oil Content and Yield of Summer Soybean Landrace Population From Mild-Yangze River Valley. *Journal of Soybean Science*. China. 15(1): 11-16.
30. Tavares LC, Rufino CA, Tunes LM and Albuquerque Barros ACS (2011) Performance of soybean plants originated from seeds of high and low vigor submitted to water deficit. *Journal of Horticulture and Forestry*. 3(4): 122-130.
31. Tekrony DM and Egli D (1991) Relationship of Seed Vigor To Crop Yield: A Review. *Crop Science*. 31: 816-822.
32. Turner NC, Davies SL, Plummer JA and Siddique KHM (2005) Seed filling in grain legumes under water deficits, with emphasis on chickpeas. *Advances in Agronomy*. 87: 211-250.
33. Waling I, Vark WV, Houba VJG and Van der lee JJ (1989) *Soil and Plant Analysis, a series of syllabi*. Part 7. Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, the Netherlands.

بررسی اثر تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مراحل رشد زایشی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام سویا

34. Wang ChF, Zhiu H and Feng LJ (2008) Effect of water and fertilizer level on agronomic characteristics and quality of high protein soybean. Soybean Science. China. 47: 23-35.
35. Zapata F, Danso SKA, Hardarson G and Fried M (1987) Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology. Journal of Agronomy. 79: 172-176.