نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۴۳۴-۴۲۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 2, Summer. 2012, p. 428-434

ارزیابی مراحل فنولوژیک و عملکرد رقم‌های مختلف سویا تحت شرایط کم‌آبیاری در منطقه رشت

جاسم امینی‌فر [۱*]- غلامرضا محسن‌آبادی [۲]- محمدحسن بیگلویی [۳]- حبیب‌الله سمیع‌زاده [۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۷

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد و مراحل فنولوژیک سویا تحت شرایط کم‌آبیاری، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل چهار سطح آبیاری بود که در پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰ (I_1)، ۵۵-۵۰ (I_2) و ۷۵-۷۰ (I_3) سانتی‌بار خاک آبیاری انجام شد و یک سطح بدون آبیاری (I_4) و فاکتور فرعی شامل هفت رقم سویا به نام‌های ۰۳۳، ۰۳۲ و سحر (از گروه رسیدگی ۴)، ال.۱۷، کلارک، زان و مادری (از گروه رسیدگی ۳) بود. سطوح پتانسیل رطوبتی خاک با استفاده از تانسیومتر کنترل شد. برای تعیین نیاز حرارتی از سیستم درجه-روز رشد استفاده شد. واحد حرارتی مورد نیاز از طریق آمار روزانه هواشناسی برای مراحل کاشت تا گل‌دهی، کاشت تا غلاف‌دهی، کاشت تا پر شدن دانه، کاشت تا رسیدگی، طول دوره پر شدن دانه و طول دوره زایشی، تعیین شد. در زمان رسیدن نیز صفت‌های ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، وزن بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مورد بررسی قرار گرفت. با کاهش رطوبت قابل دسترس، ظهور غلاف به تأخیر افتاد. متعاقب با این مسئله مرحله پر شدن دانه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت. همچنین کم‌آبیاری اجزای عملکرد را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. اثر رقم نیز بر اجزای عملکرد و تمام مراحل فنولوژیک معنی‌دار بود. رقم ۰۳۳ بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. به‌طورکلی، نتایج این آزمایش نشان داد که کم‌آبیاری قادر است با ایجاد تأخیر در وقوع به‌موقع مراحل فنولوژیک و کاهش اجزای عملکرد، موجب کاهش عملکرد سویا گردد، به‌طوری‌که حداقل طول دوره کاشت تا مرحله غلاف‌دهی و بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری I_1 به‌دست آمد. بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد که انجام آبیاری بر اساس تیمار I_1 می‌تواند باعث بهبود رشد گیاه و عملکرد سویا در منطقه رشت شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، سویا، کم‌آبیاری، فنولوژی، عملکرد

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی محسوب می‌شود و یکی از منابع عمده تولید روغن و پروتئین گیاهی می‌باشد (۴). میزان آب مورد نیاز گیاه عاملی مهم و حائز اهمیت در رشد و نمو سویا محسوب می‌شود و تأثیر به‌سزایی در میزان عملکرد آن دارد. تنش کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده رشد در سویا می‌باشد (۱۳)، به‌نحوی‌که در مرحله رشد رویشی موجب کاهش میزان رشد در گیاه می‌گردد (۱۵). مقدار آب مصرفی سویا با توجه به تغییر وضعیت آب و هوا، مدیریت و طول فصل رشد متفاوت است (۱۰). بنابراین، مدیریت آبیاری عاملی مهم در تولید محصول زیاد و مرغوب می‌باشد. به‌طورکلی صدمات وارده در اثر تنش کمبود آب در برخی از مراحل رشد، بحرانی‌تر از مراحل دیگر است و اثر تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد کاملاً متفاوت می‌باشد. بروز تنش رطوبتی در هر مرحله از رشد گیاه می‌تواند عملکرد را کاهش دهد، اما شدت و اندازه کاهش عملکرد، بستگی به زمان بروز تنش دارد (۱۲). دانشیان (۱۴) اظهار داشتند که تنش کمبود آب سبب کاهش تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن غلاف و وزن دانه در سویا می‌شود. اجزای عملکرد تحت تأثیر اعمال مدیریت، ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند و غالباً ما را در توجیه علت کاهش عملکرد یاری می‌نمایند (۸). سرعت نمو گیاه زراعی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، اقلیمی، تغذیه‌ای و مدیریتی قرار دارد (۲۵). بنابراین، طول مدت هر یک از مرحله‌های نموی گیاه تحت شرایط

۱، ۲ و ۴- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: jaminifar@yahoo.com)
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه گیلان

مختلف یکسان نخواهد بود. از میان عوامل اقلیمی نظیر شدت نور، طول روز، دما و آب را که می‌توانند فنولوژی، سرعت رشد و تولید ماده خشک در گیاهان زراعی را متأثر سازد نقش دما چشم‌گیر است (۹). رشد گیاه به آن اندازه که با حرارت در ارتباط است با زمان در ارتباط نمی‌باشد (۲۲)، زیرا طبق اصل ثبات حرارتی هر گیاه زمانی به مرحله خاصی از نمو می‌رسد (بدون توجه به مدت زمان مورد نیاز برای رسیدن به آن مرحله) که مقدار مشخصی گرما از محیط دریافت کرده باشد. به‌همین جهت استفاده از واحد حرارتی در بیان زمان وقوع مراحل رشد بر واحد زمانی (تعداد روز) که در مکان‌های مختلف و به‌دلیل اختلاف در شرایط محیطی از دقت کافی برخوردار نیست، برتری دارد (۱۷). با تعیین مراحل فنولوژیکی گیاهان‌زراعی بر اساس دما و فوتوپریود می‌توان به مدل‌های فنولوژیک پیش‌بینی مراحل نموی گیاه که خود برای اعمال سیاست‌های مدیریتی لازم است دست یافت (۶). در واقع با تعیین درجه–روز رشد برای گیاهان‌زراعی می‌توان دریافت که تا چه اندازه یک گیاه قادر است در منطقه‌ای دوره رشد خود را به پایان برساند. همچنین با استفاده از آمارهای سال‌های گذشته می‌توان بعضی از مراحل نموی گیاهان را پیش‌بینی نمود (۱۱). ایزانلو و همکاران (۲) طی بررسی عکس‌العمل رقم‌های سویا در شرایط تنش کمبود آب، گزارش کردند که بین سه گروه رسیدگی (III، IV و V) از نظر عملکرد دانه، تعداد روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدن کامل و طول دوره پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری در هر دو محیط تنش و بدون‌تنش وجود داشت. علاوه بر تفاوت بین گروه‌های رسیدگی، رقم‌های داخل گروه‌های رسیدگی نیز تفاوت معنی‌داری را از نظر این صفت‌ها نشان دادند. ویرا و همکاران (۲۶) اظهار داشتند که تنش کمبود آب با کاهش طول دوره پر شدن دانه سبب کاهش اندازه نهایی دانه و در نهایت کاهش معنی‌دار عملکرد دانه (۳۲ تا ۴۲ درصد) می‌گردد. بنابراین با توجه به اینکه کم‌آبیاری مراحل نموی گیاهان‌زراعی را به‌دلیل کاهش رشد و متعاقب با آن عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (با توجه به این که هر کدام از اجزاء عملکرد به‌طور متوالی و در طی مراحل نمو گیاه تشکیل می‌شود)، این تحقیق با هدف بررسی اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد، مراحل مختلف فنولوژیک سویا و تعیین نیاز حرارتی مراحل فنولوژیک سویا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده‌علوم‌کشاورزی دانشگاه گیلان واقع در رشت طی سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم‌رسی با وزن مخصوص ظاهری ۱/۳۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب، pH حدود ۷/۱ و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_e) ۰/۱۰۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل چهار سطح آبیاری بود که در پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵–۳۰ (I_1)، ۵۵–۵۰ (I_2)، ۷۵–۷۰ (I_3) سانتی‌بار خاک آبیاری انجام شد و نیز یک سطح بدون آبیاری (I_4) و عامل فرعی شامل هفت رقم سویا به نام‌های ۰۳۳، ۰۳۲، سحر، ال.۱۷، زان، کلارک و مادری بود (گروه رسیدگی و تیپ رشد آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است). کاشت بذر در روز ۱۳ و ۱۴ خرداد ماه به‌صورت جوی و پشته و با دست انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به‌طول ۴ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین–تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد. بذور مورد استفاده در این پژوهش از شرکت میهن‌بذر واقع در تهران تهیه گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز علاوه بر مصرف علف‌کش ترفلان به صورت قبل از کاشت، طی فصل رشد در موقع لزوم با دست وجین نیز صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از عمل کاشت برای همه تیمارها به‌طور یکسان انجام شد. مقدار آب آبیاری با استفاده از کنتور آب با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد. زمان آبیاری بر اساس سطوح پتانسیل رطوبتی ذکر شده در بالا با استفاده از تانسیومتر مشخص می‌گردید (در همه تیمارها به جز تیمار بدون آبیاری تانسیومتر تعبیه شد). در ضمن مقدار بارندگی در طول دوره رشد به مقدار آب مصرفی اضافه شد. جهت مطالعه و بررسی تغییرات فنولوژیکی سویا هر دو روز یک بار از مزرعه و تیمارها بازدید و از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و تغییرات فنولوژیکی آن ارزیابی و به‌صورت میانگین برای هر واحد آزمایشی ثبت شد. مراحل فنولوژیکی گلدهی (R_1-R_2)، غلاف‌دهی (R_3-R_4)، دانه‌بندی (R_5-R_6)، رسیدگی (R_7-R_8)، طول دوره پرشدن دانه (R_5-R_7)، و طول دوره زایشی (R_1-R_8) بر اساس دستورالعمل فهر و همکاران (۱۶) تعیین گردید. مطالعه و بررسی تغییرات فنولوژیکی گیاه بر اساس درجه–روز رشد صورت گرفت. برای تعیین واحد درجه–روز رشد (GDD) از معادله ۱ استفاده شد (۲۴).

$$GDD=[(Tmax + Tmin)/2] - Tb \quad (۱)$$

در معادله GDD: درجه–روز رشد، Tmax: بیشینه درجه حرارت روزانه، Tmin: کمینه درجه حرارت و Tb: درجه حرارت پایه یا صفر فیزیولوژیک گیاهی است. Tb برای سویا ۱۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد (۱۸ و ۲۱). عملیات برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌صورت دستی انجام شد. برای ارزیابی صفت‌های رویشی و زایشی در زمان رسیدن از هر واحد آزمایشی شش بوته از مساحتی ۰/۳ مترمربع به‌طور تصادفی انتخاب و صفت‌های ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن‌دانه در بوته و وزن‌بوته مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تعیین وزن‌بوته و وزن‌دانه در بوته، نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد خشک‌شده و سپس توزین شدند.

جدول ۱- گروه رسیدگی و تیپ رشد رقم‌های سویا

خصوصیات رقم	۰۳۳	سحر	مادری	ال.۱۷	کلارک	۰۳۲	زان
گروه رسیدگی	۴	۴	۳	۳	۳	۴	۳
تیپ رشد	محدود	نیمه‌محدود	نامحدود	نامحدود	نامحدود	محدود	نامحدود

تعداد دانه در بوته مهم‌ترین جزء عملکرد در سویا محسوب می‌شود و تحت تأثیر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌باشد. بنابراین، این صفت نیز از حاصل‌ضرب تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف به‌دست آمد. داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار آبیاری و رقم در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه، عملکرد زیستی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن‌دانه در بوته و وزن‌بوته بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه، به‌ترتیب در تیمار آبیاری I_1 و I_4 به‌دست آمد (جدول ۳). با کاهش مقدار آب قابل دسترس از عملکرد دانه کاسته شد، به‌طوری‌که گیاهان در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب ۱۵، ۲۴ و ۶۵ درصد، عملکرد کمتری را نسبت به تیمار آبیاری I_1 داشتند. عملکرد دانه مهم‌ترین صفت مورد ارزیابی در گیاهان دانه‌ای از جمله سویا می‌باشد. این صفت تحت تأثیر اجزاء عملکرد قرار دارد و از این صفت‌ها تأثیر می‌پذیرد. در شرایط آبیاری بر اساس تیمار I_1 گیاهان از بیشترین اجزای عملکرد برخوردار بودند، بنابراین، عملکرد بیشتری را نیز تولید نمودند (جدول ۳). در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم ۰۳۳ از گروه رسیدگی IV بیشترین عملکرد (این رقم بیشترین مقدار اجزای عملکرد را نیز دارا بود)، و رقم زان از گروه رسیدگی III کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد (جدول ۴). عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری I_2 و I_3 اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). شاید عدم معنی‌داری عملکرد در این دو تیمار آبیاری را بتوان به بارش باران طی دوره رشد گیاهان (به‌خصوص در طول مراحل زایشی) و تخفیف تنش کمبود آب، نسبت داد. همچنین در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم‌های مادری، ال.۱۷، کلارک و ۰۳۲ دارای بیشترین ارتفاع (تفاوت معنی‌دار نبود) و رقم‌های زان و سحر کمترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). لازم به ذکر است که ارتفاع گیاه بیش از هر عامل دیگر تحت تأثیر رقم قرار می‌گیرد. اصولاً رقم‌های رشد محدود از ارتفاع کمتری برخوردار هستند، در حالی‌که رقم‌های رشد نامحدود، بعضی نسبتاً پا کوتاه و بعضی دیگر تا حدی پا بلند می‌باشند (۵). کمترین درصد کاهش ارتفاع در تیمار بدون آبیاری نسبت به تیمار I_1، در رقم ۰۳۳ (۱۸ درصد) و بیشترین آن در رقم‌های مادری و کلارک و به ترتیب ۲۸ و ۲۵ درصد به‌دست آمد. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد رقم‌هایی که در تیمار I_1 دارای ارتفاع بیشتری بوده‌اند، در اثر تنش کمبود آب در تیمار بدون آبیاری، کاهش شدیدتری در ارتفاع بوته آن‌ها به وجود آمده است. تنش کمبود آب، عملکرد سویا را به‌واسطه کاهش یک یا چند از اجزای عملکرد، کاهش می‌دهد و بیشترین عملکرد زمانی به‌دست می‌آید که شرایط محیطی از جمله رطوبت قابل دسترس در تمامی مراحل رشد گیاه در حد مطلوب باشد (۱۹). کاهش عملکرد تحت شرایط تنش کمبود آب که متأثر از کاهش اجزای عملکرد می‌باشد با نتایج روحول‌امین و همکاران (۲۳)، کرناک و همکاران (۲۰)، شاهمرادی و همکاران (۷) و پورموسوی و همکاران (۳) که اکثر صفت‌ها بویژه عملکرد دانه را تحت شرایط تنش کمبود آب گزارش نموده‌اند، مطابقت داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و برخی صفات رقم های سویا در شرایط کم‌آبیاری

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	تعداد دانه در بوته	وزن دانه در بوته	وزن بوته	عملکرد دانه	عملکرد زیستی
بلوک	۲	۴۰۳ ns	۱۱۸۹/۹ ns	۴۴/۳۲ ns	۱۱۳/۳۶ ns	۴۲۰۷۰ ns	۱۱۰۷۷۳ ns
آبیاری	۳	۱۱۵۹۱ **	۹۳۸۶۸ **	۲۹۷۱ **	۹۸۱۲ **	۳۲۰۰۸۲۵ **	۱۰۶۱۶۰۸۴ **
خطای اول	۶	۳۱۶/۰۱	۹۹۷/۶	۱۷/۷۲	۶۷/۲۱	۲۷۰۳۱	۸۸۲۱۵
رقم	۶	۲۱۵۴ **	۲۱۴۴۵ **	۴۳۴ **	۱۶۹۹ **	۶۳۶۱۲۸ **	۲۴۵۸۸۰۵ **
آبیاری×رقم	۱۸	۱۳۲ ns	۲۲۵۱/۳ ns	۴۷/۰۲ ns	۱۷۵/۷۸ ns	۶۹۴۲۲ ns	۲۶۶۴۸۳ ns
خطای دوم	۴۸	۷۷/۳۸	۲۰۷۷/۰۸	۳۴/۸۱	۱۱۹/۶۶	۳۸۹۶۲	۱۳۴۰۸۹
CV (درصد)	–	۹/۳	۲۳/۴۲	۱۹/۶۱	۱۹/۸۹	۱۸/۹۶	۱۹/۲۳

ns ، * و ** : به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال و یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و برخی صفات رقم های سویا در سطوح مختلف آبیاری

سطوح آبیاری (سانتی‌بار خاک)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در بوته	وزن دانه در بوته (گرم)	وزن بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)
۳۰-۳۵	۱۱۳ a*	۲۴۶/۷۷ a	۳۹/۹۱ a	۷۴/۰۳ a	۱۳۷۹/۷۶ a	۲۵۶۰/۵۲ a
۵۰-۵۵	۱۰۴ a	۲۱۸/۳۳ b	۳۴/۳ b	۶۲/۵۵ b	۱۱۶۸/۹۰ b	۲۱۲۹/۵۷ b
۷۰-۷۵	۱۰۱ a	۲۰۴/۳۶ b	۳۲/۳۶ b	۵۷/۴۳ b	۱۰۵۰/۹۰ b	۲۰۳۰/۱۹ b
بدون آبیاری	۶۰ b	۹۶/۴۱ c	۱۲/۷۸ c	۲۳/۹۶ c	۴۷۸/۷۱ c	۸۹۴/۶۷ c

* - میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم دارند (آزمون LSD ۰/۰۵).

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و برخی صفات رقم‌های سویا

رقم‌های سویا	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در بوته	وزن دانه در بوته (گرم)	وزن بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)
۰۳۳	۹۱ b*	۲۵۱/۵۴ a	۴۱/۸۸ a	۷۷/۶۴ a	۱۵۱۲/۴۲ a	۲۸۰۷/۱ a
سحر	۷۵ c	۲۴۰/۲۵ a	۲۹/۲ bc	۵۴/۱۳ bc	۱۰۰۵ bc	۱۸۶۱/۸ bc
مادری	۱۰۷ a	۱۷۷/۹۹ b	۳۰/۵۴ bc	۵۴/۰۱ bc	۱۰۳۱/۸۳ bc	۱۸۲۵/۵ bc
ال.۱۷	۱۰۴ a	۱۶۸/۰۴ b	۲۸/۶۲ bc	۵۰/۴۸ c	۹۸۵/۵۸ bc	۱۷۳۹/۸ bc
کلارک	۱۰۶ a	۱۵۲/۴۶ b	۲۶/۲۹ cd	۴۶/۱ cd	۸۹۴/۵۲ cd	۱۵۶۹/۳ cd
۰۳۲	۱۰۱ a	۲۲۰/۹۸ a	۳۱/۶۳ b	۶۱/۴۹ b	۱۰۸۰/۴۲ b	۲۰۹۷/۷ b
زان	۷۸ c	۱۵۰/۵۳ b	۲۲/۴۴ d	۴۱/۰۸ d	۷۸۰/۸۳ d	۱۴۲۵/۱ d

* - میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم دارند (آزمون LSD ۰/۰۵).

نتایج تجزیه واریانس مراحل مختلف فنولوژیک سویا در شرایط کم‌آبیاری حاکی از اثر معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) کم‌آبیاری بر مقدار درجه-روز رشد دوره کاشت تا غلاف‌دهی (R_3-R_4) و اثر غیرمعنی‌دار آن بر سایر مراحل فنولوژیک بود. در صورتی که اثر رقم بر عملکرد و بر تمام این مراحل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

برهم‌کنش آبیاری و رقم نیز در سطح احتمال یک درصد برای مقدار درجه-روز رشد دوره کاشت تا مرحله پرشدن دانه (R_5-R_6) و مقدار درجه-روز رشد در طول دوره پرشدن دانه (R_5-R_7)، معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس مراحل مختلف فنولوژیک سویا در شرایط کم‌آبیاری

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درجه-روز رشد دوره کاشت تا گل‌دهی	درجه-روز رشد دوره کاشت تا غلاف‌دهی	درجه-روز رشد دوره کاشت تا پر شدن دانه	درجه-روز رشد دوره کاشت تا رسیدگی	درجه-روز رشد در طول دوره پر شدن دانه	درجه-روز رشد در طول دوره زایشی
بلوک	۲	۱۷۸/۰۸ ns	۱۵۲/۷۱۴ ns	۰/۱۴ ns	۰/۷۵ ns	۱۴۰/۲۲ ns	۱۷۸/۰۸ ns
آبیاری	۳	۱۰۳/۳۷ ns	۴۸۱۴/۴۲ **	۱۸۵۱/۷ **	۰/۵۷ ns	۶۱۷/۷۹ **	۱۰۳/۳۷ ns
خطای اول	۶	۷۱۵/۳۵	۱۶۷۸/۸۸	۰/۳۴	۱/۷	۲۴۸/۴	۷۱۵/۳۵
رقم	۶	۴۰۰۲۷۰ **	۲۲۷۸۰۴ **	۱۴۲۰۴۳ **	۲۵۱۵۱۴ **	۵۱۱۹ **	۱۷۵۰۲ **
آبیاری×رقم	۱۸	۱۳۲/۶۲ ns	۲۷۶/۶۹ ns	۵۹۷/۰۰۷ **	۰/۹۱ ns	۷۶۸/۵ **	۱۳۲/۶۲ ns
خطای دوم	۴۸	۱۶۳/۶۶۱	۲۹۳/۲۶	۰/۲۹	۱/۰۲	۱۱۸/۰۳	۱۶۳/۶۶
CV (درصد)	-	۱/۶۸	۱/۶۱	۰/۰۴	۰/۰۵	۲/۳۶	۱/۳۲

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

تیمار I_1 کمترین و تیمار I_4 بیشترین مقدار درجه–روز رشد دوره کاشت تا غلاف‌دهی را به‌خود اختصاص داد (شکل ۱). این در حالی بود که تیمارهای I_1 و I_4 به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین رقم‌ها نشان داد که جهت وقوع مراحل فنولوژیکی در رقم‌های گروه رسیدگی IV نسبت به رقم‌های گروه رسیدگی III، مقدار درجه–روز رشد بیشتری لازم است، که البته این نتیجه با توجه به دیررس‌تر بودن رسیدگی IV قابل انتظار می‌باشد (جدول ۶). رقم ۰۳۳ از گروه رسیدگی IV بیشترین و رقم زان از گروه رسیدگی III نیز کمترین عملکرد دانه را دارا بود (جدول ۴). در واقع رقم ۰۳۳ در طول دوره رشد خود واحد گرمایی بیشتری دریافت نموده است. نتایج این آزمایش نشان داد که رقم‌های گروه رسیدگی IV برای تکمیل دوره رشد خود تقریباً بایستی ۲۷۱ واحد گرمایی بیشتری نسبت به گروه رسیدگی III دریافت کنند. اما در این میان، گروه رسیدگی III نسبت به گروه رسیدگی IV، از مقدار درجه–روز رشد در طول دوره زایشی (R_1-R_8) بیشتری برخوردار بود (جدول ۶). احتمالاً این امر به‌دلیل رشد نامحدود بودن (رشد توأم رویشی و زایشی) رقم‌های این گروه رسیدگی می‌باشد. البته قابل ذکر است که در درون گروه‌های رسیدگی نیز از لحاظ تمام صفت‌ها به جزء صفت مقدار درجه–روز رشد دوره کاشت تا رسیدگی (R_7-R_8)، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۶).

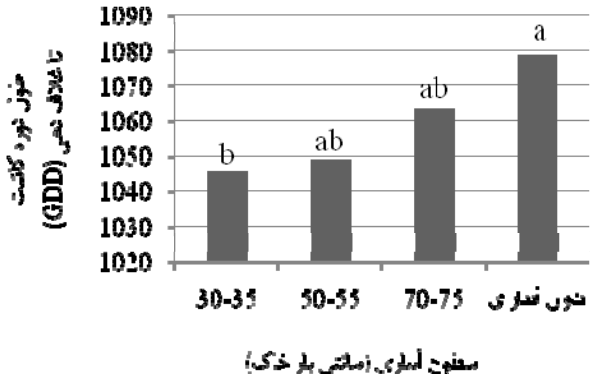
همچنین نتایج نشان داد که رقم ۰۳۲ در تیمار I_4 بیشترین مقدار درجه–روز رشد دوره کاشت تا مرحله پرشدن دانه (R_5-R_6) و رقم زان در تیمار I_1 کمترین مقدار درجه–روز رشد دوره کاشت تا مرحله پرشدن دانه (R_5-R_6) را دارا بودند. همچنین رقم سحر در تیمارهای I_1، I_2، I_3 و I_4 بیشترین مقادیر درجه–روز رشد در طول دوره پرشدن دانه (R_5-R_7) را دارا بود (این تیمارها از نظر صفت ذکر شده در یک گروه آماری قرار گرفتند). با توجه به اینکه رقم سحر در سطوح مختلف آبیاری از طول دوره پرشده دانه بالایی برخوردار بود ولی به‌طور ژنتیکی نسبت به سایر رقم‌ها از وزن دانه کمتری و اندازه بذر کوچک‌تری برخوردار بود به‌نظر می‌رسد که بتوان علت این امر را به پایین بودن کارایی و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از منابع به سمت دانه‌ها در این رقم نسبت داد. نتایج این آزمایش نشان داد که با کاهش رطوبت مورد نیاز در طی مرحله غلاف‌دهی، ظهور غلاف به تأخیر افتاد. مرحله غلاف‌دهی یکی از حساس‌ترین مراحل رشد سویا به کمبود آب می‌باشد. در شرایط آبیاری کامل، گیاه با بهره‌گیری از کلیه شرایط محیطی و توسعه اندام‌های رویشی و تولید مناسب مواد فتوسنتزی، بیشترین تعداد غلاف را تولید می‌کند و در نتیجه بیشترین تعداد دانه نیز از این سطح حاصل می‌شود و هر گونه تنش باعث کاهش تعداد غلاف و دانه می‌شود (۱۴).

به تأخیر افتادن مرحله غلاف‌دهی از این لحاظ که گیاهان می‌توانند سریع‌تر تولید غلاف را شروع کنند، می‌تواند حائز اهمیت باشد. متعاقب با این مسئله مرحله پرشدن دانه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کم آبیاری قرار گرفت. تأخیر در تشکیل غلاف، می‌تواند در تشکیل و حجم و وزن دانه در مراحل بعدی رشد تأثیر گذار باشد. احتمالاً تشکیل زودتر غلاف از این نظر که زمان بارگیری مواد پرورده زودتر شروع می‌شود و دامنه زمانی جریان مواد پرورده به طرف غلاف گسترش می‌یابد، در کمیت و کیفیت دانه به‌تواند مؤثر واقع شود. زمان تشکیل غلاف در گیاهان تحت شرایط آبیاری در تیمار I_1، حداقل بود (این تیمار بیشترین عملکرد دانه را نیز دارا بود). سرعت نمو گیاه زراعی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، اقلیمی، تغذیه‌ای و مدیریتی قرار دارد (۲۵). بنابراین، طول مدت هر یک از مرحله‌های نموی گیاه تحت شرایط مختلف یکسان نخواهد بود.

جدول ٦- مقایسه میانگین مراحل فنولوژیک (بر اساس درجه–روز رشد) در رقم‌های سویا

رقم‌های سویا	درجه–روز رشد دوره کاشت تا گل‌دهی (R_1-R_2)	درجه–روز رشد دوره کاشت تا غلاف‌دهی (R_3-R_4)	درجه–روز رشد دوره کاشت تا رسیدگی (R_7-R_8)	درجه–روز رشد در طول دوره زایشی (R_1-R_8)
۰۳۳	۹۶۳/۹۱ a*	۱۲۱۲/۵۸ a	۱۸۸۰/۹۱ a	۹۱۵ c
سحر	۹۳۶/۲۵ b	۱۲۰۰/۶۶ a	۱۸۷۸/۲۵ a	۹۴۲/۷۵ b
مادری	۶۱۵/۵ c	۹۶۷/۸۳ b	۱۶۰۷/۱۶ b	۹۹۱/۵ a
ال.۱۷	۶۰۹/۵ c	۹۵۲/۰۸ c	۱۶۰۷/۱۶ b	۹۹۷/۵ a
کلارک	۶۱۷ c	۹۵۳/۵ c	۱۶۰۷/۱۶ b	۹۹۰ a
۰۳۲	۹۶۳/۲۵ a	۱۲۰۴/۵ a	۱۸۷۸ a	۹۱۵/۷۵ c
زان	۶۱۱ c	۹۲۴/۰۸ d	۱۶۰۷/۳۳ b	۹۹۶ a

* – میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم دارند (آزمون LSD ۰/۰۵).



شکل ۱- تأثیر سطوح آبیاری بر طول دوره کاشت تا غلاف‌دهی

کمبود آب به‌دلیل توقف رشد، اغلب رویدادهای نموی را به تأخیر می‌اندازد، و اثر تأخیری کمبود آب ممکن است نتیجه تجمع اسید آبسیزیک در چنین شرایطی باشد (۱). به‌طورکلی، صدمات وارده در اثر تنش کمبود آب در برخی از مراحل رشد، بحرانی‌تر از مراحل دیگر است و اثر تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد کاملاً متفاوت می‌باشد. بروز تنش رطوبتی در هر مرحله از رشد گیاه می‌تواند عملکرد را کاهش دهد، اما شدت و اندازه کاهش عملکرد، بستگی به زمان بروز تنش دارد (۱۲).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در شرایط آبیاری بر اساس تیمار I_1 گیاهان از بیشترین اجزای عملکرد برخوردار بودند، بنابراین عملکرد بیشتری را نیز تولید کردند. با کاهش مقدار آب قابل‌دسترس از عملکرد دانه کاسته شد، به‌طوری‌که گیاهان در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب ۱۵، ۲۴ و ۶۵ درصد، عملکرد کمتری را نسبت به تیمار آبیاری I_1 داشتند. در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم ۰۳۳ از گروه رسیدگیIV بیشترین عملکرد (این رقم بیشترین مقدار اجزای عملکرد را نیز دارا بود)، و رقم زان از گروه رسیدگی III کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد. همچنین با کاهش رطوبت مورد نیاز در طی مرحله غلاف‌دهی، ظهور غلاف به تأخیر افتاد. متعاقب با این مسئله مرحله پرشدن دانه نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کم آبیاری قرار گرفت. زمان تشکیل غلاف در گیاهان تحت شرایط آبیاری در تیمار I_1، حداقل بود. بنابراین با توجه به نتایج این آزمایش، به‌نظر می‌رسد که کم‌آبیاری قادر است با ایجاد تأخیر در وقوع به‌موقع مراحل فنولوژیک سویا و کاهش اجزای عملکرد، باعث کاهش عملکرد آن گردد.

منابع

۱- امام، ی. و زواره، م. ۱۳۸۴. تحمل خشکی در گیاهان عالی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی. تهران.

۲- ایزانلو، ع.، ح.، زینالی خانقاه، ع. ه. حسین‌زاده، ن. مجنون حسینی، و م. سبکدست. ۱۳۸۴. بررسی عکس‌العمل ارقام تجارتی سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحله زایشی. مجله علوم‌کشاورزی‌ایران ۳۶ (۴): ۱۰۲۳-۱۰۱۱.

۳- پورموسوی، س. م.، م. گلوی، ج. دانشیان، ا. قنبری، ن. بصیرانی، و پ. جنوبی. ۱۳۸۸. تأثیر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی لاین L.17 سویا در شرایط تنش خشکی. مجله علوم‌گیاهان‌زراعی‌ایران ۴۰ (۱): ۱۴۵-۱۳۳.

۴- خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۸۶. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی. اصفهان.

۵- خواجوئی نژاد، غ. ر. ۱۳۸۳. واکنش سه گروه رسیدگی سویا به تراکم و سطوح مختلف آبیاری در کشت دوم. پایان‌نامه دکتری. دانشکده‌کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۶- سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۰. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.

۷- شاهمرادی، ش.، ح. زینالی خانقاه، ج. دانشیان، ن. خدابنده، و ع. احمدی. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش خشکی در ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا با تأکید بر شاخص تحمل به تنش. مجله علوم‌گیاهان‌زراعی‌ایران ۴۰ (۳): ۲۳- ۹.

۸- کوچکی، ع. و غ. ح. سرمدنیا. ۱۳۸۴. فیزیولوژی گیاهان‌زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.

۹- کوچکی ع. و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۳. اکولوژی گیاهان‌زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.

۱۰- لطیفی، ن. ۱۳۷۲. زراعت سویا (زراعت- فیزیولوژی- مصارف) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی. مشهد.

۱۱- مظاهری د. و ن. مجنون‌حسینی. ۱۳۸۴. مبانی زراعت عمومی. انتشارات دانشگاه تهران.

12- Brevedan, R.E., and D.B. Egli 2003. Short periods of water stress during seed filling, leaf senescence, and yield of soybean. Crop Science, 43: 2083–2088.

13- Brown, E.A., C.E., Caviness, and D.A. Brown. 1985. Response of soybean cultivars to soil moisture deficit. Agronomy Journal, 77: 274-278.

14- Daneshian J. 2000. Ecophysiological study of water deficit on soybean. Ph.D. Thesis, Azad University, Science and Research branch, 250 pp. (In Farsi).

15- Desclaux, D., T.T., Huynh and P. Roumet. 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. Crop Science, 40: 716-722.

16- Fehr, W.R., C.E., Caviness, D.T., Burmood and J.S. Penningtae. 1971. Stages of Development descriptions for soybean, *Glycine max* (L.). Crop Science, 11: 929-930.

17- Gilmore, E.J., and J.S. Regres. 1985. Heat unit as method of measuring maturity in corn. Agronomy Journal, 50:611-615.

18- Hundal, S.S., H., Singh, P., Kaur, and L. K. Dhariwal. 2003. Relationship between agro climatic indices. Indian Journal of Agricultural Science, 73 (12): 668-670.

19- Karam, F., Masaad R., Sfeir T., Mounzer O., and Rouphael Y. 2005. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agricultural and Water Management, 75 (3): 226–244.

20- Kirnak, H., E., Dogan, M., Alpaslan, S., Celik, E., Boydak, and O. Copur. 2008. Drought stress imposed at different reproductive stages influences growth yield and seed composition of soybean. The Philippine agricultural scientist, 91(3): 261-268.

21- Major, D.J., D.R., Johnson and V.D. Luedders. 1975a. Evaluation of eleven thermal unit methods for predicting soybean development. Crop Science, 15: 172-174.

22- Olsen J.K., C.R., Mcmahon and G.L. Hammer. 1993. Perdiction of corn phenology in subtropical environments. Agronomy Journal, 85: 410-415.

23- Ruhul, Amin A.K.M., S.R.A., Jahan, and M. Hasanuzzaman. 2009. Yield components and yield of three soybean varieties under different irrigation management. American-Eurasian journal of scientific research, 4(1): 40-46.

24- Russelle, M.P., W.W. Wilhelm, R. A. Olson, and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree days. Crop Science, 24: 28-32.

25- Tollenaar, M., and L.M. Dwyer. 1999. Physiology of maize. p. 169-199. In D.L. Smith and C. Hamel (ed). Crop Physiology and processes. Springer-Verlag, Berlin, Hidelberg.

26- Vieira, R.D., D.M., Tekrony, and D.B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. Crop Science, 32: 471-475.