یافته های نوین کشاورزی
سال پنجم- شماره۲- زمستان ۱۳۸۹

اقلیمی طول روز و دما درمنطقه کرج

شراره نصراصفهانی *، دانشجوی کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران
جهانفر دانشیان، دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
ابراهیم پذیرا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران
امیر حسین شیرانی راد، دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

چکیده

به منظورپیش بینی مراحل رشد ونمو ارقام سویا با استفاده از پارامترهای اقلیمی طول روز ودما درمنطقه کرج، چهارزمان کاشت به فاصله ۱۵روزشامل اول خرداد، ۱٦خرداد، ۳۱ خرداد و ۱۵ تیر درچهار آزمایش جداگانه در منطقه کرج درسال ۱۳۸۷ اجراگردیدند. تیمارهای طول روز و دما از طریق زمان های کاشت فوق اعمال شدند . هرآزمایش شامل۱۵رقم و لاین به نام های Miandoab، Elf، Tns95، Clark، Grangelb،Union، L17، A3237، A3935، S.R.F ، M12، M4، Zane، Williams و Calland درقالب طرح بلوک های کامل تصادفی باسه تکرار بود. در این تحقیق، رقم Williams در زمان کاشت اول خرداد به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و تیمارهای طول روز و دما از طریق زمان های کاشت فوق اعمال گردیدند. زمان گل دهی و طول دوره نمو زایشی براساس واحد های درجه روز رشد ، فتوپریود و فتوترمال ، برازش رگرسیونی شدند . نتایج حاصل نشان داد که اثر فتوپریود در کلیه ارقام و لاین های مورد بررسی موثر بود و افزایش دورهٔ فتوپریود سبب تأخیر در زمان رسیدن کلیه ارقام و لاین های مورد بررسی گردید . در بین ارقام مورد بررسی تنها در رقم Williams اثر فتوترمال مثبت بوده است ، بنابراین با افزایش فتوترمال دریافتی در هر زمان ، رسیدن گیاه به تأخیر افتاد .با توجه به این که واحد فتوترمال از حاصل ضرب درجه روز رشد و فتوپریود روزانه محاسبه می گردد ، بنابراین تأثیر فتوپریود بر زمان رسیدگی مؤثرتر بوده و با توجه به این که ضریب فتوپریود مثبت می باشد ، درجه روز رشد به صورت غیر مستقیم و از طریق واحد فتوترمال توانسته است سبب تسریع در زمان رسیدگی گیاه گردد. همچنین در میان ارقام و لاین های مورد آزمون در طول دوره نمو زایشی ، تنها رقم Elf تحت تأثیر درجه روز رشد قرار گرفت ، بنابراین به نظر می رسد درجه روز رشد تأثیر قابل توجهی در رسیدن این رقم داشته باشد.

* نویسنده مسئول: E-mail:s_nasresfahani@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله:۸۸/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۱/۱۵

واژه های کلیدی: سویا ، زمان کاشت(طول روز و دما) ، رقم و لاین ، پیش بینی مراحل رشد و نمو

مقدمه

رشد وتولید گیاهان تحت تاثیر عوامل محیطی قرار دارد، اما امکان کاشت یک گیاه در یک محیط در ابتدا توسط عوامل اقلیمی تعیین می شود. رشد مطلوب گیاه در صورتی حاصل خواهد شد که نیاز های محیطی گیاه منطبق بر شرایط محیطی باشد. به عبارت دیگر میدان اکولوژیک گیاه با تغییرات عوامل آب و هوایی تطابق داشته باشد. مراحل مختلف فنولوژی که در طول دوره رشد گیاه اتفاق می افتد اگر چه تحت تاثیر ویژگی‌های ژنتیکی گیاه قرار دارد ولی عوامل آب و هوایی و خاکی بر آن تاثیر گذار هستند. وقوع مراحل مهم زندگی گیاه از قبیل جوانه زنی، تشکیل برگ، شاخه و توسعه رویشی گیاه و حتی عبور از مراحل نموی تحت تاثیر تغییرات دما، بارندگی (رطوبت)، طول روز، شدت تشعشع و غیره قرار دارد. بنابراین تغییرات قابل توجهی در مدت زمانی که برای گذر از هر یک از زمان‌های مذکور نیاز است، وجود دارد. مدیریت زراعی که در مزرعه انجام می گیرد در صورتی موثر خواهد بود که پیش بینی مناسبی از وقوع این مراحل وجود داشته باشد.

به عنوان یک اصل کلی، کشت گیاه سویا در زمانی باید انجام گیرد که طول روز و دما اجازه دهد. گیاهی مانند سویا روز کوتاه است و زمانی به مرحله نمو زایشی وارد خواهد شد که طول روز مناسب برای آن فراهم باشد. حساسیت به طول روز با افزایش طول دوره رشد سویا افزایش می یابد. درصورتی که در ارقام زودرس اثر دما بر وقوع مراحل نموی بیشتر است. پیش بینی وقوع مراحل نموی با توجه به ویژگیهای گیاهی و موقعیت جغرافیایی محل کشت درامکان کشت یک رقم دریک منطقه، میزان ریسک پذیری کشت آن ومحدوده زمان کشت گیاه موثرخواهد بود. ارزیابی تاثیر این دو عامل بر رشد، توسعه رویشی، وقوع مراحل نموی، امکان به کارگیری مدیریت زراعی مناسب را فراهم خواهد نمود. میجر و همکاران (۱۹۷۵) بیان نمودند در ارقام زودرس سویا دما بیشتر از طول روز در میزان نمو مؤثر است.

آنان همبستگی بالایی بین میزان نمو سویا و واحد گرمایی (درجه روز رشد) در دوره گلدهی تا رسیدن کامل سویا گزارش کردند و نشان دادند که این همبستگی در دوران رسیدگی به حداکثر مقدار خود می رسد. رشد اندام های مختلف نیز تحت تاثیر دمای هوا قرار دارد. بررسی های نشان داده است که دمای ٤٠ درجه سانتی‌گراد و بالاتر تشکیل غلاف را حدود ۷۱-۵۷٪ کاهش می دهد (۳) و رشد دانه در دمای بین ۳۰-۲٦ درجه سانتی گراد در مقایسه با دماهای بین ۱۸-۱٦ درجه سانتی گراد کاهش یافت (۲). اثر طول روز بر رشد و نمو گیاهان بوسیلهٔ سایر عوامل محیطی تغییر یافته و حتی در بعضی اوقات متوقف می گردد. اغلب گیاهان نسبت به طول روز عکس العمل نشان نمی دهند، مگر زمانی که نیازهای حرارتی آنها تأمین شده باشد. مطالعات مختلف به اثر متقابل دما و طول روز بر مراحل نموسویا را تأکید

نموده اند (٦، ١٠، ١٣، ١٦ و ١٧). بر این اساس با افـزایش دمـا و کـاهش طـول روز، سـرعت نمـو گیـاه افزایش می یابد.

دما های بالا و طول روزهای کوتاه، دوره رشد رویشی را کوتاه و دما های پائین و طول روزهای بلند این دوره را طولانی تر می کنند. این مسئله نشان دهنده وجود اثر متقابل بین طول روز و دما در مرحله رشـد رویشی سویا است (٦) . دما نیز بر زمان لازم برای گلدهی در سویا تأثیر می گذارد و اغلب واکنش هـای متقابل قابل توجهی بین اثرات این دو عامل وجود دارد (١٥). سـینگ و کـرا (١٩٨٨) عکـس العمـل ١٢٨ ژنوتیپ سویا را نسبت به فتوپریود و دما بررسی کردند، تمام ژنوتیپ ها در تمام تاریخ های کاشـت گـل دادند اما با افزایش مدت فتوپریود، طول دوره روز تا گلدهی تغییر کرد بر این اساس ژنوتیپ هـا بـه سـه گروه تقسیم شدند، کاشت وسط اسفند نسبت به فتوپریود واکنش مثبت نشان داد. تشـکیل غـلاف تحـت تأثیر دمای هوا بعد از گلدهی قرار گرفت. محققین زیادی بر این اعتقادند که اگر چه به نظر می رسد بـین زمان کاشت و ژنوتیپ یک اثر متقابل وجود داشته باشد (٨ و ٩) اما غالباً تفاوت در رسیدگی با تـأخیر در کاشت کاهش می یابد. گزارش های متفاوتی از تأثیر زمان کاشت بر مراحل نمو بـه خصـوص رسـیدگی سویا ارائه گردیده است، در ارقام زودرس، طول دوره رویشی تحت تأثیر زمان کاشت قرار نمی گیرد امـا در ارقام دیررس طول این دوره متأثر از زمان کاشت می باشد. وی همچنین ابراز می دارد که طـول دوره زایشی این ارقام تحت تأثیر زمان کاشت واقع نشد، ولـی در ارقـام زودرس ایـن دوره بـه مقـدار زیـادی کاهش می یابد (٤). بورد و هال (١٩٨٤) نشان دادند کاهش عملکرد در زمـان هـای کاشـت نامناسـب،به طور کامل در نتیجه تحریک گلدهی زودرس حاصل از روزهای کوتاه نیست، بلکه به تولید بـذر کـم بـر روی شاخه های فرعی ناشی از محدودیت نمو این شاخه ها نیز بستگی دارد (٥). عوامـل دیگـری ماننـد کاهش طول دوره پر شدن دانه (٧) و کاهش شاخص سطح برگ و جذب نـور مـرتبط بـا نـور، گلـدهی زودرس (٧) نیز ممکن است در کاهش عملکرد درزمان کاشت های دیر نقـش داشـته باشـند یـک روش احتمالی برای افزایش رشد رویشی و عملکرد، درزمان کاشت های دیر توسـعه ارقـامی بـا عـادت رشـد نامحدود می باشد. گیاهان بلندتر ممکن است برداشت مکـانیکی را آسـان تـر کـرده و کارآمـدتر باشـند، بنابراین گیاهان رشد نامحدود با ژرم پلاسم های سازگار به زمان کاشت دیر بـه عنـوان یکـی از راه حـل های کاهش عملکرد مرتبط با زمان کاشت در ارقام رشد محدود معرفی می گردد ویلکاکس و فرانکنبرگر (١٩٨٧) اعلام کردند که زمان کاشت، بیشترین سهم را در تغییر میزان محصول داشته است ، بطوری‌که بـا تأخیر در کاشت از اوایل تا اواخر خرداد به طور متوسط کاهشـی معـادل ٣٣٪ درصـد در عملکـرد سـویا حاصل می گردد. زمان کاشت مناسب در بین ارقام بسته به گروه رسیدگی آنها فرق می کنـد (١١). تـأثیر زمان کاشت بر روی عملکرد ارقام رشد نامحدود دیررس بـه مراتـب بیشـتر از ارقـام زودرس یـا خیلـی زودرس است (٤). میزان روغن موجود در دانه سویاهایی که در محیط گرم رشد یافتـه انـد معمولاًبیشـتر

است . در این ارتباط ١٤ واریته پس از کشت و رشد در مناطق گرمسیری مقدار ۱/۹ درصد افزایش روغن داشتند ولی پروتئین آنها تغییر نکرد. مطالعه رابطه بین گرما و روغن نشان داد کـه شـدیدترین بسـتگی در ۲۰ الی ٤۰ روز قبل از رسیدن بود. دمای کم از زمان گلدهی تا رسیدن سبب افزایش عدد یدی روغـن و ازدیاد روغن سویا گردید. مطالعات در گلخانه نشان داد که دماهای ۲۱ و ۲۵ و ۲۹ درجه سـانتی‌گـراد در مرحله تشکیل دانه، دانه های سویا به ترتیب دارای ۱۹/۵ و ۲۰/۸ و ۲۳/۲ درصـد روغـن بودنـد و میـزان اسید لینولنیک و اسید لینولئیک با حرارت رابطه معکوسی داشتند (۲).

مواد و روش ها

به منظور پیش بینی مراحل رشد و نمو سویا با استفاده از پارامترهای اقلیمی طول روز و دما در منطقـه کرج، چهارزمان کاشت به فاصـله ۱۵روزشـامل اول خـرداد، ١٦خـرداد، ۳۱ خـرداد و ۱۵ تیـر درچهـار آزمایش جداگانه در منطقه کرج درسال ۱۳۸۷ اجرا گردیدند. تیمارهای طـول روز و دمـا از طریـق زمـان هـای کاشـت فـوق اعمـال شـدند . هرآزمـایش شـامل۱۵رقـم و لایـن بـه نـام هـای Miandoab، Elf، Tns95،Clark، Grangelb، Union، L17، A3237، A3935، S.R.F، M12، M4، Zane، Williams و Calland درقالب طرح بلوک های کامل تصادفی باسه تکرار بود. در این تحقیق، رقم Williams در زمان کاشت اول خرداد به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

هرکرت آزمایشی دارای چهارخط کشت به طول پنج متر و فاصله خطوط ۵۰سانتی‌متر و فاصله بوته روی خط پنج سانتی‌متر بود. قبل از کاشت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلو گـرم در هکتـار اوره با توجه به آزمون خاک به مرزعه اضافه شد. برای هر کرت آزمایشی بـر اسـاس ۱۰۰ کیلـو گـرم در هکتار بذر به طور جداگانه توزین و نگهداری گردید. عملیات تلقیح بـذور بـا بـاکتری بـردی ریزوبیـوم جاپونیکم هنگام کاشت انجام گرفت. ابتدا در روی خطوط کشـت بـا اسـتفاده از فوکـا شـیارهایی ایجـاد گردید و بذور تلقیح شده به صورت متراکم در داخل شیارریخته شدند و بعد از آن بـا خـاک روی آنهـا پوشانده شد. به منظور تنظیم تراکم گیاه در واحد سطح، پس از استقرار گیاهان در مزرعه حدود سه هفتـه بعد از کشت اقدام به تنک گردید و فاصله گیاهان روی خطوط کشت ۵ تا ۸ سانتی‌متر تنظـیم گردیـد. در طول دوره رشد، مبارزه با علف‌های هرز بنا به نیاز انجام گرفت. همچنین در طول دوره رشـد، یادداشـت بـرداری از مراحـل نمـوی بـه فاصـله سـه تـا چهـار روز از کلیـه کـرت هـای آزمایشـی انجـام شـد. ارزیابی مراحل رشد و نموی گیاه بر اساس گروه بندی فهـر و کـاوینس (۱۹۷۷) بـه شـرح ذیـل انجـام گردید:

– روز تا شروع گلدهی (R1): زمانی که ۷۵٪ بوته های هر کرت دارای یک گل بـاز شـده بـرروی سـاقه اصلی بودند.

– روز تا تشکیل غلاف (R3): زمانی که ۷۵٪ بوته های هر کرت در یکی از ٤ گره انتهایی ساقه اصلی با برگ‌های کاملاً توسعه یافته، حامل غلاف به اندازه ۵ میلی‌متر بود.

– روز تا تشکیل دانه (R5): زمانی که ۷۵٪ بوته های هر کرت در یکی از چهار گره انتهایی ساقه اصلی با برگ‌های کاملاً توسعه یافته، حامل غلاف با دانه‌ای به طول ۳ میلی‌متر بود.

– روز تا پایان گلدهی: زمانی است که در ۷۵٪ گیاهان یک کرت، کلیه گل‌ها به غلاف تبدیل شده باشند.

– روز تا رسیدگی کامل (R8): زمانی است که ۷۵٪ گیاهان هر کرت دارای ۹۵٪ غلاف به رنگ رسیدگی باشند.

– طول دوره گلدهی: مدت زمان بین مراحل R1 و پایان گلدهی می باشد.

– طول دوره نمو زایشی: مدت زمان بین مراحل R1 و R8 می باشد.

– طول دورهٔ پر شدن دانه: مدت زمان بین مراحل R5 و R8 می باشد.

درجه روز رشد، فتوپریود و فتوترمال برای مراحل رشد ونمو گیاه سویا با استفاده از فرمول های زیر محاسبه گردید.

$$GDD = \sum \left[\left(\frac{T_{Max} - T_{Min}}{2} \right) - Tb \right]$$

$$Tb = 10$$

$$DL = Daylength$$

$$Ptu = \sum \left(GDD \times DL \right)$$

صفر فیزیولوژیک برای گیاه سویا ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد و درصورتی که دمای محیط بیش از ۳٦ درجه سانتی‌گراد بود به جای دمای حداکثر از ۳٦ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید.

طول روز بر اساس فاصله بین طلوع و غروب خورشید در نظر گرفته شد. برای ازریابی حساسیت مراحل رشد ونمو از مدل های رگرسیونی ساده و چند گانه استفاده گردید.

با استفاده از نرم افزارآماری STATGRAF، مدل های رگرسیونی جهت پیش بینی مراحل رشد ونمو ارقام سویا با استفاده از پارامترهای اقلیمی طول روز و دما مشخص شدند . برای تعیین مدل های مذکور از رگرسیون های چند متغیره به روش گام به گام استفاده گردید و از بین آنها بهترین مدل رگرسیونی مشخص شد. به این منظور، مدل ها مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و در صورتی که کل مدل و ضرایب ثابت آن حداقل در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود و ضریب تبیین آن بیشتر از ۹۰٪ بود، آن مدل انتخاب گردید. همچنین برای رسم جداول از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از برآورد زمان گلدهی با درجه روز رشد، فتوپریود و فتوترمال نشان داد در رقم Williams درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۵) ، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجه و مثبت بر زمان وقوع گلدهی داشتند، بنابراین زمان وقوع گلدهی با دریافت درجه روز رشد و فتوپریود مناسب امکان خواهد داشت.

در رقم Zane درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱) ، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی و مثبت بر زمان وقوع گلدهی داشتند، بنابراین زمان وقوع گلدهی با دریافت درجه روز رشد و فتوپریود مناسب امکان خواهد داشت.

دررقم M4 درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم M4 که ضریب فتوترمال منفی است، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثرات طول روز مؤثر باشد. دررقم M12 درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۵)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم M12 که ضریب فتوترمال منفی است. به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثرات طول روز مؤثر باشد. دررقم S.R.F درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۱) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم S.R.F که ضریب فتوترمال منفی است، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثرات طول روز مؤثر باشد.

دررقم A3935 درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۵)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۵) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم A3935 که ضریب فتوترمال منفی است، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثرات طول روز مؤثر باشد.

دررقم A3237 درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۱) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم A3237 که ضریب فتوترمال منفی است، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثرات طول روز مؤثر باشد.

دررقم L17 درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی و مثبت بر زمان وقوع گلدهی داشتند، بنابراین زمان وقوع گلدهی با دریافت درجه روز رشد و فتوپریود مناسب امکان خواهد داشت.

در رقم Union درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۵) و فتوپریـود (معنـی دار در سـطح ۰/۰۱) اثـر مثبت و قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم Union در واقع واحد فتو ترمال مؤثر نبـوده است، بنابراین برای وقوع زمان گلدهی لازم دریافت فتوپریود و درجه روز رشد به طور جداگانـه الزامـی است.

در رقم Grangelb درجه روز رشد (معنی دار در سـطح ۰/۰۵)، توپریـود (معنـی دار در سـطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی و مثبت بر زمان وقوع گلدهی داشتند، بنابراین زمـان وقوع گلدهی با دریافت درجه روز رشد و فتوپریود مناسب امکان خواهد داشـت. ر رقـم Clark درجـه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) اثر مثبت و قابـل تـوجهی بـر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم Clark در واقع واحد فتو ترمال مؤثر نبـوده اسـت ، بنـابراین بـرای وقوع زمان گلدهی لازم دریافت فتوپریود و درجه روز رشد به طور جداگانه الزامی است.

دررقم Tns95 رجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۱)، فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۱) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشـتند و در رقـم Tns95 کـه ضـریب فتوترمال منفی است، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثرات طول روز مـؤثر باشد. دررقم Calland درجه روز رشد(معنی دار در سطح ۰/۰۵)، فتوپریود (معنی دار در سـطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم Calland کـه ضریب فتوترمال منفی است ، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کاهش اثـرات طـول روز مؤثر باشد. رقم Elf درجه روز رشد (معنی دار در سطح ۰/۰۵)، فتوپریود (معنی دار در سـطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی و مثبت بر زمان وقـوع گلـدهی داشـتند، بنـابراین زمان وقوع گلدهی با دریافت درجه روز رشد و فتوپریود مناسب امکان خواهد داشت.

دررقم میاندوآب درجه روز رشـد (معنـی دار در سـطح ۰/۰۵)، فتوپریـود (معنـی دار در سـطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) اثر قابل توجهی بر زمان وقوع گلدهی داشتند و در رقم میاندوآب که ضریب فتوترمال منفی است، به نظر می رسد افزایش درجه حرارت تا اندازه ای در کـاهش اثـرات طـول روز مؤثر باشد جدول۱).

نتایج حاصل از برآورد طول دوره نمو زایشی با درجه روز رشد، فتوپریود و فتوترمال نشان داد که اثر فتوپریود در کلیه ارقام و لاین های مورد بررسی موثر بود و افزایش دورهٔ فتوپریود سبب تأخیر در زمان رسیدن کلیه ارقام و لاین های مورد بررسی گردید. در رقم Williams مدل در سطح ۰/۰۱ معنی دار بود و ضرایب فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۱) مؤثر بودند.

$1-day = 0.0407672 * gdd + 0.0638841 * photo - 0.00258768 * gddphoto\ (Williams)$

$2-day = 0.0373157 * gdd + 0.0638955 * photo - 0.00235324 * gddphoto\ (Zane)$

$3-day = 0.0366237 * gdd + 0.0635767 * photo - 0.00228521 * gddphoto\ (M_4)$

$4-day = -1.76263 + 0.0657113 * gdd + 0.067886 * photo - 0.00438508 * gddphoto\ (M_{12})$

$5-day = 0.0471773 * gdd + 0.0655049 * photo - 0.00318169 * gddphoto\ (S.R.F)$

$6-day = -2.63866 + 0.0731723 * gdd + 0.0688817 * photo - 0.00486742 * gddphoto\ (A_{3935})$

$7-day = 0.0491081 * gdd + 0.0654006 * photo - 0.00329188 * gddphoto\ (A_{3237})$

$8-day = 0.0557437 * gdd + 0.06714 * photo - 0.00383621 * gddphoto\ (L_{17})$

$9-day = 0.0149958 * gdd + 0.0518438 * photo\ (Union)$

$10-day = 0.0378849 * gdd + 0.0636607 * photo - 0.00237689 * gddphoto\ (Grangelb)$

$11-day = 0.00987521 * gdd + 0.056909 * photo\ (Clark)$

$12-day = -1.19781 + 0.05259 * gdd + 0.0656641 * photo - 0.00339356 * gddphoto\ (Tns_{95})$

$13-day = 0.0530468 * gdd + 0.0667289 * photo - 0.00362271 * gddphoto\ (Calland)$

$14-day = 0.0438352 * gdd + 0.0649894 * photo - 0.00287574 * photogdd\ (Elf)$

$15-day = -2.00924 + 0.0682208 * gdd + 0.0682823 * photo - 0.00455342 * gddphoto$

جدول۱: برازش رگرسیونی روز تا گلدهی با درجه روز رشد، طول روز و فتوترمال در ارقام مورد بررسی

رقم	درجه آزادی	مدل	فتوپریود × درجه روز رشد	فتوپریود	درجه روز رشد	عدد ثابت	ضریب تعیین	باقیمانده
Williams	٤	٢٤٦٩/٣٣ **	٠/٠٠٢٥٨٧٦٨*	٠/٠٦٣٨٨٤١ **	٠/٠٤٠٧٦٧٢*	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠٣٥٤٨١١
Zane	٤	٢٤٠٤/٣٣ **	٠/٠٠٢٣٥٣٢٤*	٠/٠٦٣٨٩٥٥ **	٠/٠٣٧٣١٥٧ **	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠١٢٣٢٤٢
M4	٤	٢٣٧٤ **	-٠/٠٠٢٢٨٥٢١*	٠/٠٦٣٥٧٦٧ **	٠/٠٣٦٦٢٣٧ **	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠١٥٢٤٨
M12	٣	٦٢/٢٦٦٦ **	-٠/٠٠٤٣٨٥٠٥*	٠/٠٦٧٨٨٦ **	٠/٠٦٥٧١١٣*	-١/٧٦٢٦٣°	٩٩/٩٩	٠/٠٠٠٠٦٧٣٨٤٣
S.R.F	٤	١٣٣٠ **	-٠/٠٠٣١٨١٦٩ **	٠/٠٦٥٥٠٤٩ **	٠/٠٤٧١٧٧٣ **	-	١٠٠	٠/٠٠٠٢١٤٣٠٤
A3935	٣	٤١/٣٣ **	-٠/٠٠٤٨٦٧٤٢*	٠/٠٦٨٨٨١٧*	٠/٠٧٣١٧٢٣*	-٢/٦٣٨٦٦	٩٩/٩٩	٠/٠٠٠١٢٩٠٥٩
A3237	٤	١٧٢٣/٣٣ **	-٠/٠٠٣٢٩١٨٨ **	٠/٠٦٥٤٠٠٦ **	٠/٠٤٩١٠٨١ **	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠١٥٩٧٤٨
L17	٤	٢٥٥٥/٣٣ **	٠/٠٠٣٨٣٦٢١*	٠/٠٦٧١٤ **	٠/٠٥٥٧٤٣٧ **	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠٩٣٣٣٨٤
Union	٤	٣٧٦٠/٣٦ **	-	٠/٠٥١٨٤٣٨ **	٠,٠١٤٩٩٥٨*	-	٩٩/٩٧	٠/٤٢٩٠٣٩
Grangelb	٤	٢٣٧٢ **	٠/٠٠٢٣٧٦٨٩*	٠/٠٦٣٦٦٠٧ **	٠/٠٣٧٨٨٤٩*	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠٢٨٤٤٤٢
Clark	٤	٣٤٢٩/٩٥ **	-	٠/٠٥٦٩٠٩ **	٠/٠٠٩٨٧٥٢١ **	-	٩٩/٩٩	٠/٠٣٣٩٤٦٦
Tns95	٣	٩٨/٩٣ **	-٠/٠٠٣٣٩٣٥٦ **	٠/٠٦٥٦٦٤١ **	٠/٠٥٢٥٩ **	-١/١٩٧٨١	١٠٠	١٠
Calland	٤	٢٥٣٨/٩٩ **	-٠/٠٠٣٦٢٢٧١*	٠/٠٦٦٧٢٨٩ **	٠/٠٥٣٠٤٦٨*	-	٩٩/٩٩	٠/٠١١١٧٣
ELF	٤	٢٣٩٣/٦٦ **	٠/٠٠٢٨٧٥٧٤*	٠/٠٦٤٩٨٩٤ **	٠/٠٤٣٨٣٥٢*	-	٩٩/٩٩	٠/٠٠٥٥٤٦٥٣
میاندوآب	٣	٤٤/٩٣ **	-٠/٠٠٤٥٥٣٤٢*	٠/٠٦٨٢٨٢٣ **	٠/٠٦٨٢٢٠٨*	-٢/٠٠٩٢٤	٩٩/٩٩	٠/٠٠٠١١٩٥٢٩

* و ** : به ترتیب بیانگرد معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱٪ می باشند

در ارقام مورد بررسی تنها در رقم Williams اثر فتوترمال مثبت بوده است، بنابراین با افزایش فتوترمال دریافتی در هر زمان رسیدن گیاه به تأخیر افتاد. با توجه به این که واحد فتوترمال از حاصل ضرب درجه روز رشد و فتوپریود روزانه محاسبه می گردد، بنابراین تأثیر فتوپریود بر زمان رسیدگی مؤثر تر بوده و با توجه به این که ضریب فتوپریود مثبت می باشد، نشان می دهد که درجه روز رشد به صورت غیر مستقیم و از طریق واحد فتوترمال توانسته است سبب تسریع در زمان رسیدگی گیاه گردد.

در رقم Zane مدل در سطح ۰/۰۱ معنی دار بود و ضرایب فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۱) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) مؤثر بودند.در رقم A3935 نیز مدل در سطح ۰/۰۱ معنی دار بود و ضرایب فتوپریود (معنی دار در سطح ۰/۰۵) و فتوترمال (معنی دار در سطح ۰/۰۵) مؤثر بودند، بنابراین در رقم Zane و A3935 به نظر می رسد فتوپریود اثر قابل توجهی در وقوع زمان رسیدن گیاه داشته باشد. اگرچه ضریب درجه روز رشد در این مدل مؤثر نبوده است، اما به دلیل این که ضریب فتوترمال مؤثر بوده است، بنابراین به نظر می رسد ضریب درجه روز رشد بتواند تا اندازه ای بر زمان وقوع R8 مؤثر باشد. در ارقام S.R.F مدل در سطح ۰/۰۱، A3237 مدل در سطح ۰/۰۵، Union مدل در سطح ۰/۰۵ Grangelb مدل در سطح ۰/۰۵ و در رقم Clark مدل در سطح ۰/۰۱ معنی دار بود و در این ارقام فقط ضریب فتوپریود مؤثر بود، بنابراین به نظر می رسد در این ارقام ، مرحله رسیدن تحت تأثیر شدید طول روز قرار می گیرد. در بررسی ارقام و لاین های مورد بررسی تنها رقم Elf تحت تأثیر درجه روز رشد قرار گرفت، بنابراین به نظر می رسد که درجه روز رشد تأثیر قابل توجه ای در زمان رسیدن این رقم داشته است و به دلیل ضریب منفی آن سبب تسریع در زمان رسیدن این رقم شده است، بنابراین اثر فتوپریود را تا اندازه ای خنثی نموده است. در ارقامی که ضرایب درجه روز رشد، فتوپریود و فتوترمال غیر معنی دار بوده است، مدل در سطح بسیار بالایی معنی دار بوده است ، اما فتوپریود و یا فتوترمال در سطح ۰/۰۱ معنی دار شده اند (جدول۲).

جدول ۲: برازش رگرسیونی روز تا رسیدن با درجه روز رشد، طول روز و فتوترمال در ارقام مورد بررسی

رقم	درجه آزادی	مدل	فتوپریود × درجه روز رشد	فتوپریود	درجه روز رشد	عدد ثابت	ضریب تعیین	باقیمانده
Williams	٤	٩٤٨٧/٣٨**	٠/٠٠١٥٨٥٨٧**	٠/٠٩٧٣١٣٧**	–	–	٩٩/٩١	٠/١٢٢٥٣١
Zane	٤	٩٢٩٦/٨٦**	-٠/٠٠١٤٨٨٥٣*	٠/٠٩٦٠٢٥٢**	–	–	٩٩/٩٩	٠/١٤٢٥٥٤
M4	٤	٩٧٩١/٦٦**	ns-٠/٠٢١٠٨٩١	ns٠/٠١٥٢٢٨١	–	–	٩٩/٦٤	٢٣/٣٤٤٨
M12	٤	٩١٨٢/٠١**	ns-٠/٠١٤١٥٤	ns٠/٠١١٢٢٦٢	–	–	٩٩/٤٧١	٣٢/٤٩٤٣
S.R.F	٣	٣٤/٨٨٢٦**	–	٠/٠٠١٣٠٥٧٣**	–	٤١/٢١٢١**	٩٩/٤٩	٠/٠٥٨٧٠٦٤
A3935	٣	٨٠/٩٩٤**	٠/٠١٩٥٢٣٧	-٠/٠١٢٧٧٦٤*	–	١٠٩/١٠٥**	٩٩/٩٧	٠/٠١٢٠٢٠٩
A3237	٣	٦٦/٩٨٥٧*	–	٠/٠٠١٦٧٤٥٣*	–	٣٥/٩٦٤٣**	٩٦/١٥	٠/٨٨٢١٤٣
L17	٤	٩٢٩٦/٩١**	ns-٠/٠٠٩٢٥١٨٩	٠/٠٠٨٥٦٠١٢*	–	–	٩٩/٧٧	١٤/٠٨٩٢
Union	٣	٩٠/٩٥٧٥*	–	٠/٠٠١٦٠٦٩*	–	٣٧/٠٦٩٦*	٩٥/١٤٥	١/٥٢١٢٣
Grangelb	٣	٦٣/٨٤٦٩*	–	٠/٠٠١٣٦٣١٤*	–	٤٢/٨٨٩٢*	٨٥/٣٦٤٥	٣/٤٥١٥٥
Clark	٣	٥٢/٠١١٣**	–	٠/٠٠١٢٢٢٦٣**	–	٤٦/٥٠٩٣**	٩٧/٨٩	٠/٣٦٩٣٤٤
Tns95	٤	١٠٣٢٣/٤*	ns٠/٠٠٨٦٢٥٤٨	ns٠/٠٠٨٦٢٢٩	–	–	٩٨/٠٤	١٣٦/٠٨٢
Calland	٤	٩٢٦١/٠٩**	ns-٠/٠١٤٧٥٨٦	ns٠/٠١١٥٠٥٨	–	–	٩٩/٦١	٢٣/٩٠٦٢
ELF	٤	١٩٠٦٦٢٧/١١**	-٠/٠١٧٩٦٢**	٠/٠١٤٨١٧٩**	-٠/٠٣٥١١٤١**	–	٩٩/٩٩	٠/٠٠٣٣٨٣٦٤
میاندوآب	٤	٩٥٦٢/٥٣**	ns-٠/٠٠٦٧٨٨٤٥	ns٠/٠٠٧٤٠٦٥٤	–	–	٩٩/٤٤	٣٥/٤٦٧٨

ns ،* و **: به ترتیب بیانگر غیر معنی دار و معنی دار بودن در سطح ۵ و ۱٪ می باشند

$$1 - day = 0.0973137 * photo - 0.00158587 * photogdd \quad (Williams)$$
$$2 - day = 0.0960252 * photo - 0.00148853 * photogdd \quad (Zane)$$
$$3 - day = 0.0152281 * photo - 0.0210891 * photogdd \quad (M4)$$
$$4 - day = 0.0112262 * photo - 0.014154 * photogdd \quad (M12)$$
$$5 - day = 41.2121 + 0.00130573 * photo \quad (S.R.F)$$
$$6 - day = 109.105 - 0.0127764 * photo + 0.0195237 * photogdd \quad (A3935)$$
$$7 - day = 41.2121 + 0.0013057 * photo \quad (A3237)$$
$$8 - day = 0.00856012 * photo - 0.00925189 * photogdd \quad (L17)$$
$$9 - day = 37.0696 + 0.0016069 * photo \quad (Union)$$
$$10 - day = 42.8892 + 0.00136314 * photo \quad (Grangelb)$$
$$11 - day = 46.5093 + 0.00122263 * photo \quad (Clark)$$
$$12 - day = 0.0086229 * photo - 0.00862548 * photogdd \quad (Tns95)$$
$$13 - day = 0.0115058 * photo - 0.0147586 * photogdd \quad (Calland)$$
$$14 - day = 0.0351141 * gdd + 0.0148179 * photo - 0.0179642 * photogdd \quad (Elf)$$
$$15 - day = 0.00740654 * photo - 0.00678845 * photogdd$$

منابع:

۱- دانشیان، ج. اکولوژی. ۱۳۸۲. انتشارات دیباگران. ۳۰۰ صفحه.

۲- طیفی، ن. ۱۳۷۲. زراعت سویا، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- مؤدب شبستری، م. و مجتهدی، م. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی، مرکز نشر دانشگاهی.

4-Ablett, G. R., Schleihauf, C. and Mclaren, A. D. 1984. Effects of row width and population on soybean yield in soutwestern ontario.Can. J. plant Sci. 64:9-15.

5- Board, J. E. 1985. Yield components associated with soybean yield reduction at nonoptimal planting dates. Agron. J. 77:135-140.

6- Board, J. E. and Hall, W. 1984. Premature flowering in soybean yield reduction at nonoptimal planting dates as influenced by temperature and photoperiod. Agron. J. 76:700-704.

7- Boquet, D. J., Koonce, K. L. and Walker, D. M. 1982. Slected determinate soybean cultivar yield responses to row spacing and planting dates. Agron. J. 74:136-138.

8- Brim, C. A. and Burton, J. W. 1979. Recurrent selection in soybeans. II. Selection for in creased percent protein in seeds. Crop Sci. 19:494-498.

9- Carter, T. E. and Borma, H. R. 1979. Impelications of genotype * planting date and row spacing interaction in double cropped soybean cultivar development.Crop Sci. 19:607-610.

10- Hodges, T. and Frech, V. 1985. Soybean growth stages modeled from temperature, day length and water availability. Agron. J. 77:500-505.

11- Johnson, D. R. and Major. 1979. Harvest index of soybeans affected by planting date and maturity rating. Agron. J. 71:538-541.

12- Major, D. J., Johnson, D. R., Tanner, J. W. and Anderson, I. C. 1975. Effects of day length and temperature on soybean development. Crop Sci. 15:174-179.

13- Nissly,C. R., Bernnard. R. L. and Hittle, C. N. 1981. Variation in photoperiod sensivity for time of flowering and maturity of soybean strain of maturity group III. Crop Sci. 21:833-836.

14- Sing, T. P. and Khehra, A. S. 1988 . Evaluation of soybean genotypes for photo and thermo – sensitivity . Crop Improvement . 15:2, 192 –195.

15- Summerfield, R. J. and Wien, H. C. 1980. Effects of photoperiod and air temperature on growth and yield of economic legumes, pp. 17-36. In Advanses in Legume Science, ed. R.J. Summerfield and A.H. Bunting . HMSO, London.

16- Vanschaid, P. H. and probst, A. H.1958. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybean. Agron. J. 50:192-197.

17-Wilcox, J. R. and Frankenberger, E. M. 1987. Indeterminate and determinate soybeans response to planting date. Agron. J. 79:1074-1078