

تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و علف‌های هرز بر شاخص‌های رشدی سویا

(*Glycine max L.*)

مینا ابراهیمی^۱ - مجید پوریوسف^۲ - مهدی راستگو^{۳*} - جلال صبا^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز بر شاخص‌های رشدی و عملکرد سویا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ کاشت در دو سطح (۶ و ۱۹ خرداد) و تراکم بوته در سه سطح (۲۵، ۳۳ و ۵۰ بوته در مترمربع) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل اصلی و علف‌های هرز در دو سطح (کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز) به‌عنوان عامل فرعی بودند. در این پژوهش، شاخص سطح برگ (LAI)، ماده خشک تجمعی (TDM)، و سرعت رشد محصول (CGR) به‌عنوان شاخص‌های رشدی به‌همراه عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد با کاشت زود هنگام و افزایش تراکم کاشت، تاج پوشش گیاهی زودتر بسته شد، که در نتیجه شاخص سطح برگ و ماده خشک تجمعی افزایش یافت. همچنین حداکثر سرعت رشد محصول به میزان ۷/۵۲ گرم بر مترمربع در روز از تاریخ کاشت ۶ خرداد و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. نتایج آزمایش حاکی از کاهش شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی، سرعت رشد محصول در حضور علف‌های هرز بود. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در مقادیر ۱۲۸۳/۰ و ۲۷۶۹/۳ کیلوگرم در هکتار از تاریخ کاشت ۶ خرداد، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و در شرایط عدم حضور علف‌هرز حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی، سرعت رشد محصول، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه

مقدمه

با توجه به گسترش مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف آن‌ها، توسعه راهکارهای اکولوژیک و زراعی، به‌عنوان گزینه ایمن و کم هزینه برای مدیریت علف‌های هرز محسوب می‌شود (۱۹). روش‌های زراعی از طریق مدیریت مناسب تاریخ کاشت و یا بهره‌گیری از تراکم مطلوب، می‌تواند راهکاری اکولوژیک برای توسعه توان رقابتی گیاهان زراعی و مهار رشد علف‌های هرز باشند (۲۲). راجکان و اسوانتون (۳۲) معتقد هستند که در اکوسیستم علف‌هرز و گیاه زراعی، رقابت برای نور

فرآیند مهمی است که به میزان نور جذب شده و کارایی آن در تبدیل انرژی تابشی به ماده خشک بستگی دارد. بر این اساس آن‌ها اظهار داشتند که جذب نور به‌وسیله یک‌گونه در یک تاج پوشش^۵ مخلوط به‌وسیله چند عامل از جمله شاخص سطح برگ و توزیع عمودی سطح برگ در لایه‌های مختلف تاج پوشش تعیین می‌شود. هرچه گیاه زراعی سریع‌تر تاج پوشش خود را ببندد، میزان نور کمتری برای رشد علف‌های هرز قابل دسترس بوده و گیاه زراعی را در رقابت با علف‌هرز توانمندتر می‌کند (۱۲). لذا آنالیزهای رشدی یک روش مناسب برای توجیه واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف می‌باشد (۱۱). اغلب محققان تا چند دهه اخیر بیشتر علاقمند به دانستن نتیجه نهایی تحقیق خود یعنی عملکرد نهایی ماده خشک گیاه بودند. اما با توجه به اینکه حوادث طول مسیر رشد گیاه ممکن است تأثیر مشخص روی نتیجه نهایی داشته باشد، بنابراین برای محقق لازم است بدانند در طول رشد گیاه چه اتفاقی افتاده و رشد

۱، ۲ و ۴ - به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان

۳ - استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی

مشهد

(Email : m.rastgoo@um.ac.ir)

* - نویسنده مسئول:

روز بعد از سبز شدن سویا شاخص سطح برگ سویا را کاهش داد (۴). کروتسر و ویت (۱۷) نشان دادند که هر چه سطح برگ گیاه زراعی بیشتر باشد، میزان تشعشع فعال فتوسنتزی^۳ دریاقتی توسط علف‌هرز کاهش می‌یابد به این ترتیب این صفت بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز می‌افزاید. در مورد سویا تصور بر این است که آن گیاهی پرتوقع، حساس و محدود به شرایط اقلیمی خاص است و کشت آن محدود به استان گلستان و مازندران می‌شود. حال آنکه موفقیت‌های کشورهای مختلف و اصلاح ارقام متحمل به شرایط آب و هوایی مختلف، حاکی از سازگاری بالای این گیاه با شرایط مختلف است. لذا می‌توان ارقام مناسب این گیاه را به عنوان کشت دوم در منطقه زنجان ترویج داد.

با توجه به اهمیت سویا به عنوان یک گیاه روغنی و حساس به طول روز، هدف از این پژوهش ارزیابی تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و علف‌های هرز روی شاخص‌های رشدی سویا به منظور تعیین بهترین ترکیب تراکم و تاریخ کاشت با هدف حصول بیشترین عملکرد و نیز بیشترین سرکوب جامعه علف‌های هرز در منطقه زنجان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان واقع در ۵ کیلومتر ۵ جاده زنجان- تبریز انجام شد. زنجان دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با زمستان سرد و تابستان ملایم تا نسبتاً گرم است. شرایط آب و هوایی سال اجرای آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. خاک مزرعه محل آزمایش از نوع لومی رسی بوده و رقم مورد استفاده در این آزمایش، رقم ویلیامز بود که جزو ارقام متوسط رس و گروه رسیدگی ۳ با تیپ رشدی نامحدود می‌باشد (۶). این آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور و در ۳ تکرار انجام شد به طوری که دو عامل تراکم بوته و تاریخ کاشت به صورت فاکتوریل به عنوان کرت اصلی و آلودگی علف‌های هرز به عنوان کرت فرعی در آزمایش لحاظ شد. تاریخ کاشت در دو سطح (۶ خرداد و ۱۹ خرداد)، تراکم بوته در سه سطح (۲۵، ۳۳ و ۵۰ بوته در مترمربع) به ترتیب با فواصل روی ردیف ۸، ۶ و ۴ سانتی متر و تداخل علف‌های هرز در دو سطح (کنترل کامل و عدم کنترل) بود. طول کرت‌ها ۶ و عرض آن ۲/۵ متر و هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت با فواصل ۵۰ سانتی متر بود. بذور در عمق حدود ۵ سانتی متری به صورت کپه‌ای و هیرم‌کاری، کشت شده و بلافاصله پس از کاشت اقدام به آبیاری شد. عمل تنک در مرحله دومین برگ سه برگچه‌ای و آبیاری هر هفته به صورت جوی و پشته ای انجام شد. در طول فصل رشد، کنترل علف‌های هرز در کرت‌های کنترل به صورت وجین دستی انجام شد.

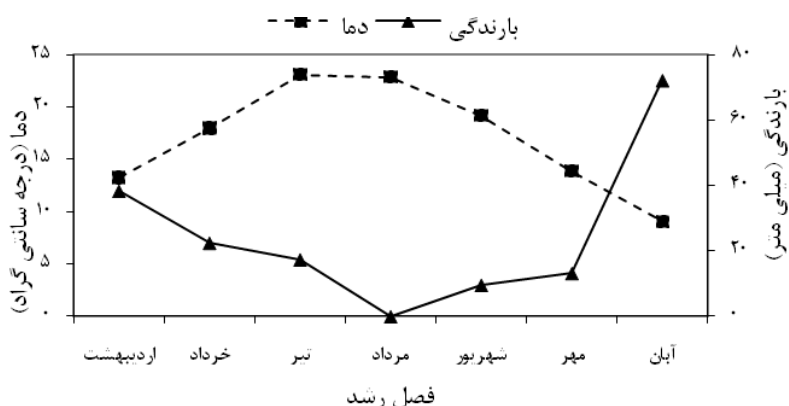
قسمت‌های مختلف آن چگونه بوده است (۲۰).

با توجه به اینکه تبدیل انرژی نورانی به انرژی- شیمیایی توسط برگ‌های سبز انجام می‌شود، شاخص سطح برگ^۱ می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تولید ماده خشک و در نتیجه عملکرد دانه باشد (۳۳). لذا ارزیابی سطح برگ و نحوه توزیع آن در لایه‌های مختلف تاج پوشش مخلوط علف‌هرز و گیاه زراعی، به عنوان معیاری مناسب برای رقابت مطرح می‌باشد (۲). گیاهان زراعی مانند سویا اگر به شاخص سطح برگ مناسب دست نیابند بیشتر در معرض خطر علف‌های هرز قرار می‌گیرند که کاهش عملکرد را به همراه دارد لذا شاخص سطح برگ برای عملکرد مطلوب سویا در طی نیمه آخر دوره پر شدن دانه حیاتی می‌باشد (۲۸). تاریخ کاشت به دلیل حساسیت زیاد سویا به طول روز بیش از هر عامل دیگری بر بازدهی سویا مؤثر است (۷). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش تولید ماده خشک، شاخص سطح برگ، میزان رشد محصول و عملکرد در گیاهان مختلف می‌شود (۱۰). پدرسن و لاوئر (۳۱) گزارش دادند که عملکرد گیاهان در تاریخ کاشت زود نسبت به تاریخ کاشت، دیر حدود ۱۰ درصد بیشتر است، که علت آن را مزیت تاریخ کاشت زود هنگام در استفاده از شرایط رطوبتی مطلوب خاک نسبت به تاریخ کاشت دیر هنگام دانستند. گارسید (۲۳) گزارش کرد که تأخیر در کاشت منجر به کاهش ماده خشک کتان روغنی می‌شود. علت این امر را می‌توان افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول^۲ در تاریخ کاشت اول دانست که باعث افزایش تجمع ماده خشک گیاهی و افزایش عملکرد ماده خشک در این تاریخ می‌شود. به طور کلی عملکرد ماده خشک در گیاه با طول دوره رشد و نمو گیاه و مساعد بودن شرایط محیطی رابطه مستقیمی دارد، به طوری که هر چه طول مدت رشد گیاه طولانی و شرایط محیطی مساعدتر باشد عملکرد ماده خشک آن نیز بیشتر خواهد بود (۳۵). از سوی دیگر بازدهی انرژی نورانی در فتوسنتز به توزیع نور در داخل جامعه گیاهی بستگی دارد به طوری که توزیع نور در تاج پوشش و جذب آن توسط برگ‌ها وقتی سایر عوامل محیطی محدود نباشند، یک عامل مهم در تولید محصول است که بستگی به توزیع فضایی برگ‌ها دارد (۲۶). تنبوکاگو و گاردنر (نقل از طاهرینیا، ۱۳۸۸) عنوان نمودند که در تراکم‌های بالا به دلیل اینکه گیاهان به نحو مناسب‌تری سطح مزرعه را پوشش داده و پوشش گیاهی بسته‌ای را تشکیل می‌دهند، از حداکثر عوامل و منابع محیطی استفاده می‌کنند. در نتیجه میزان شاخص سطح برگ بیشتری در واحد سطح تولید می‌کنند که به دنبال آن جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در پوشش گیاهی بالا رفته و میزان فتوسنتز افزایش می‌یابد. با مقایسه شاخص‌های رشد محصولات زراعی و علف‌های هرز، می‌توان رقابت طبیعی علف‌های هرز را بهتر درک و تفسیر نمود. به طوری که رقابت علف‌های هرز با سویا تا ۸۴

1- Leaf area index (LAI)

2- Crop growth rate (CGR)

3- Photosynthetically active radiation (PAR)



شکل ۱- میانگین دما و بارندگی ماهانه هوا طی فصل رشد در منطقه زنجان در سال اجرای آزمایش، ۱۳۸۸

فصل رشد می‌باشد، b شیب افزایش و x_0 زمانی است که گیاه به ۵۰ درصد ماده خشک تجمعی خود می‌رسد.

تابع سه پارامتره گاوس (معادله ۳) نیز به داده‌های مربوط به روند تغییرات شاخص سطح برگ در طی فصل و سرعت رشد محصول برآزش داده شد:

$$y = a \cdot \exp[-0.5 (b(x - x_0))^2] \quad (\text{معادله ۳})$$

در این معادله y مقدار شاخص سطح برگ یا سرعت رشد محصول در هر زمان (x) از فصل رشد می‌باشد، b شیب افزایش و x_0 زمانی است که گیاه به حداکثر شاخص سطح برگ یا سرعت رشد محصول می‌رسد.

در این پژوهش از درجه روز رشد^۲ طبق معادله ۴ استفاده شد:

$$GDD = \sum \left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right) - T_b \quad (\text{معادله ۴})$$

در این معادله، T_{max} حداکثر دمای روزانه با حد بالایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد، T_{min} حداقل دمای روزانه با حد پایینی ۱۰ درجه سانتی‌گراد و T_b درجه حرارت پایه گیاه می‌باشد، که برای سویا ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (۲۸). در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی بوته‌های سویا (با حذف حاشیه)، سطحی به اندازه ۲ مترمربع از سطح خاک برداشت شد و وزن کل بخش هوایی و نیز عملکرد دانه آن توزین و ثبت شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT-C و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. ضرایب همبستگی کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS تعیین شد. به‌منظور برآزش معادلات

برای تعیین شاخص‌های رشدی سویا، شش مرحله نمونه‌برداری تخریبی و تصادفی (با فاصله زمانی ۱۴ روز و از مرحله دو برگگی تا مرحله پرشدن دانه) توسط کادری به مساحت ۰/۲۵ مترمربع انجام شد. بوته‌های سویا در کادر مذکور، برداشت‌شده و برگ‌های آن‌ها از ساقه جدا و توسط دستگاه LAM^۱ و نرم افزار GSAIA بر حسب سانتی‌متر مربع، سطح برگ و نهایتاً شاخص سطح برگ تعیین شد. برای محاسبه تغییرات وزن خشک در فاصله دو نمونه‌گیری، در هر مرحله پس از نمونه‌برداری، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده، سپس با کمک ترازوی دقیق نمونه‌ها وزن شدند.

سرعت رشد محصول (CGR) با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.

$$CGR = \frac{(W_2 - W_1)}{(t_2 - t_1) SA} \quad (\text{معادله ۱})$$

در این معادله W_1 وزن ماده خشک در نمونه‌برداری اول، W_2 وزن ماده خشک در نمونه‌برداری دوم، SA سطح زمین نمونه‌برداری برحسب مترمربع، t_1 زمان نمونه‌برداری اول، t_2 زمان نمونه‌برداری دوم می‌باشد.

پس از محاسبه شاخص‌های مذکور از آنالیز رگرسیون به‌منظور بررسی روند تغییرات شاخص‌های رشدی در طی فصل استفاده شد. برای این کار تابع سیگموئیدی سه پارامتره (معادله ۲) به داده‌های مربوط به روند تغییرات ماده خشک تجمعی در طی فصل برآزش داده شد:

$$y = \frac{a}{1 + e^{-b(x - x_0)}} \quad (\text{معادله ۲})$$

در این معادله y مقدار ماده خشک تجمعی در هر زمان (x) از

2- Growing degree day (GDD)

1- Leaf Area Meter

نظر شاخص سطح برگ تفاوت چندانی با هم نداشتند ولی به تدریج تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به دلیل زیاد بودن تعداد بوته‌ها در واحد سطح دارای شاخص سطح برگ بالاتری نسبت به دو تراکم دیگر شد اما با گذشت زمان و رقابت بوته‌ها و همچنین عدم فضای کافی و سایه‌اندازی بوته‌ها سرعت کاهش بیشتری نسبت به دو تراکم پایین‌تر داشت (شکل ۲- الف و شکل ۲- ج). هرچه سطح برگ گیاه زراعی بیشتر باشد، میزان تشعشع دریافتی توسط علف‌هرز کاهش می‌یابد بدین ترتیب این صفت بر قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز می‌افزاید (۶). در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز چون با افزایش تراکم گیاه زراعی قدرت رقابتی علف‌هرز کاهش می‌یابد تراکم ۵۰ بوته در مترمربع باز هم بیشترین شاخص سطح برگ را داشته و روند کاهشی کمتری نیز داشت (شکل ۲- ب). تصور می‌شود با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور فراهم می‌شود. رقابت سویا با علف‌های هرز موجب کاهش شاخص سطح برگ سویا شده و ضمن کاهش تولید مواد فتوسنتزی افت عملکرد را سبب می‌شود (۱۸). آگویی و ماسیوناس (۱۳) نیز اظهار داشتند افزایش تراکم تاج خروس ریشه قرمز (از ۲/۴ به ۸ بوته در متر مربع) باعث کاهش شاخص سطح برگ لوبیا از ۳/۷ به ۰/۵ می‌گردد که دلیل آن را ارتفاع بالاتر تاج خروس و سایه‌اندازی آن روی گیاه زراعی بیان کردند. وان اکر و همکاران (۳۶) نیز در بررسی رقابت سویا با مخلوط طبیعی علف‌های هرز، کاهش ماده خشک کل و سرعت رشد محصول را ناشی از کاهش شاخص سطح برگ دانسته‌اند.

داده‌های مربوط به آنالیزهای رشد و ترسیم نمودارهای مربوطه نیز از نرم‌افزار Sigma-Plot استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی، اثرات اصلی تاریخ کاشت، تراکم بوته و علف‌هرز بر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که بالاترین میزان سطح برگ مربوط به تاریخ کاشت ۶ خرداد، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و تیمار کنترل علف‌هرز بود (جدول ۲). میزان شاخص سطح برگ در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل تعداد کم و کوچک بودن برگ‌ها و کامل نبودن پوشش گیاهی، کم است ولی به تدریج با رشد و افزایش برگ‌های گیاه شاخص سطح برگ افزایش یافته تا به حداکثر خود می‌رسد و در این حالت مدتی باقی می‌ماند اما با پیرشدن گیاه و ریزش برگ‌ها شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد (شکل ۲). در شرایطی که گیاه زراعی با علف‌هرز در رقابت است، هر چند سطح برگ کل جامعه گیاهی در واحد سطح افزایش می‌یابد ولی به دلیل کاهش سطح برگ تک بوته در اثر تداخل و رقابت درون گونه‌ای، شاخص سطح برگ گیاه زراعی در مزارع آلوده به علف‌هرز به سرعت کاهش می‌یابد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶). از دو تاریخ کاشت، تاریخ کاشت ۶ خرداد بیشترین شاخص سطح برگ را داشت (شکل ۲). البته در هر دو تاریخ کاشت، در ابتدای فصل رشد، سه تراکم اعمال شده از

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته و علف‌هرز بر شاخص‌های رشدی در مرحله گلدهی و عملکرد سویا در زنجان، ۱۳۸۸

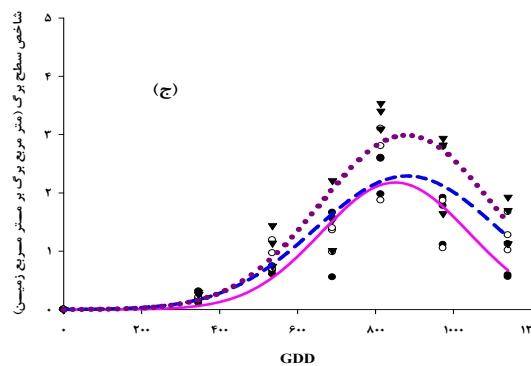
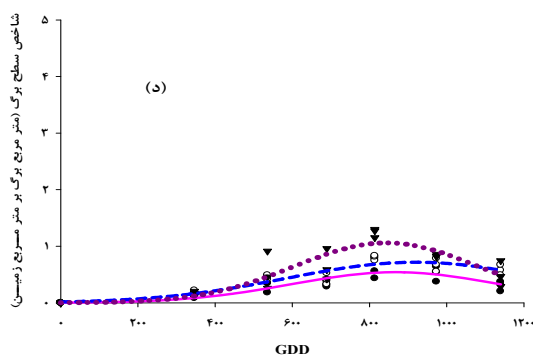
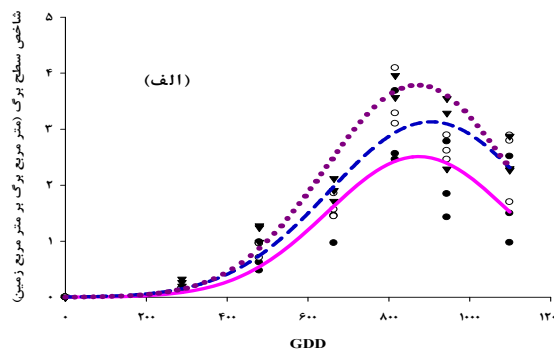
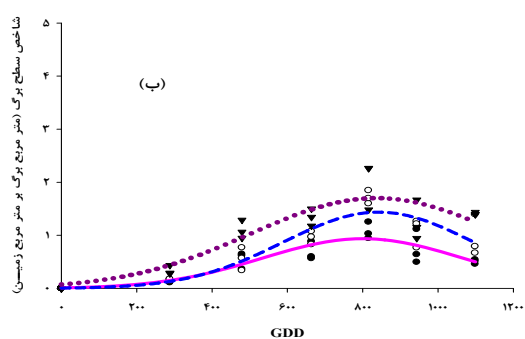
| میانگین مربعات (MS) | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|-------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------------------|
| عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | سرعت رشد محصول | ماده خشک تجمعی | شاخص سطح برگ | |
| ۲۳۰۴۲۵/۶۲ | ۴۱۳۵۱/۱۸ | ۲/۹۷ | ۶۲۳/۷۴ | -/۲۱۷ | تکرار |
| ۱۱۴۴۸۱۸۳/۸۴** | ۲۷۳۷۷۹/۳** | ۲/۳۱ | ۷۸۷۷/۲** | ۱/۳۲۳** | تاریخ کاشت |
| ۱۶۷۷۱۰۶/۰۰* | ۳۱۴۷۹۷/۸۴* | ۷/۶۶* | ۷۰۵۷/۵** | ۰/۷۱۷** | تراکم بوته |
| ۲۵۶۱۹۶/۲۶ | ۴۶۶۴۹/۹۳ | ۴/۰۱ | ۱۲۲۶/۹۳ | -/۰۸۶ | تاریخ کاشت × تراکم بوته |
| ۲۶۴۶۰۸/۶۸ | ۴۳۱۴۹/۸۵ | ۱/۴۸ | ۴۲۰/۸۰ | -/۰۷۴ | اشتباه آزمایشی |
| ۳۵۰۱۰۲۹۵/۱۶** | ۹۳۹۴۰۲۰/۸** | ۱۳۴/۵۲** | ۳۴۹۶۵/۸** | ۵/۱۳۹** | علف‌هرز |
| ۲۸۹۹۲۴۳/۶۲** | ۸۱۲۱۶۱/۴۹** | -/۰۲ | ۲۴۰/۲۳ | -/۱۷۶ | علف‌هرز × تاریخ کاشت |
| ۱۳۴۹۰۶/۱۶ | ۲۳۹۵۹/۲۸ | ۱/۱۹ | ۴۷/۶۴ | -/۰۰۱ | علف‌هرز × تراکم بوته |
| ۱۰۵۹۶۹/۶۶ | ۱۲۶۱۱/۳۹ | ۶/۴۲** | ۱۷۶/۴۱ | -/۰۰۸ | علف‌هرز × تاریخ کاشت × تراکم بوته |
| ۱۴۸۰۲۷/۹۸ | ۳۷۳۸۵/۱۲ | -/۷۱ | ۳۲۴/۱۰ | -/۰۸۹ | اشتباه آزمایشی |
| ۱۷/۴۵ | ۱۹/۲۳ | ۲۴/۴۲ | ۱۸/۵۰ | ۲۶/۸۳ | ضریب تغییرات (درصد) |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت، تراکم بوته و علف‌های هرز بر شاخص‌های رشدی (در مرحله گلدهی) و عملکرد سویا در زنجان، ۱۳۸۸

| تاریخ کاشت | شاخص سطح برگ | ماده خشک تجمعی (گرم در مترمربع) | سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------------|--|--------------------------------|------------------------------------|
| ۶ خرداد | ۱/۳ a | ۱۱۲/۱ a | ۳/۷ a | ۱۲۸۳/۰ a | ۲۷۶۹/۴ a |
| ۱۹ خرداد | ۰/۹ b | ۸۲/۵ b | ۳/۲ a | ۷۲۷/۸ b | ۱۶۴۱/۵ b |
| تراکم بوته (بوته در مترمربع) | | | | | |
| ۲۵ | ۰/۹ b | ۷۳/۸ c | ۲/۶ b | ۸۳۵/۴ b | ۱۸۱۵/۹ b |
| ۳۳ | ۱/۱ b | ۹۵/۹ b | ۳/۷ a | ۱۰۲۳/۰ ab | ۲۳۳۸/۹ ab |
| ۵۰ | ۱/۴ a | ۱۲۲/۲ a | ۴/۱ a | ۱۱۵۷/۹ a | ۲۵۶۱/۴ a |
| علف‌هرز | | | | | |
| کنترل | ۱/۵ a | ۱۲۸/۵ a | ۵/۴ a | ۱۵۱۶/۳ a | ۳۱۹۱/۶ a |
| عدم کنترل | ۰/۷ b | ۶۶/۱ b | ۱/۵ b | ۴۹۴/۶ b | ۱۲۱۹/۳ b |

میانگین‌های مربوط به هر تیمار که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند



شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ بوته سویا در طی فصل رشد در زنجان، ۱۳۸۸، در الف- تاریخ کاشت ۶ خرداد و کنترل علف‌هرز، ب- تاریخ کاشت ۶ خرداد و عدم کنترل علف‌هرز، ج- تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و کنترل علف رز، د- تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و عدم کنترل علف هرز. خطوط —●— و —○— و —▼— به ترتیب تراکم ۲۵ بوته در مترمربع، ۳۳ بوته در مترمربع و ۵۰ بوته در مترمربع می‌باشند. نقاط داده‌های مشاهده شده و خطوط حاصل از برازش تابع می‌باشند.

جدول ۳- ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری گاوس به داده‌های روند تغییرات شاخص سطح برگ سویا در طی فصل رشد در تراکم‌ها و تاریخ‌های کاشت متفاوت و در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز در زنجان، ۱۳۸۸.

| تراکم (بوته در مترمربع) | تاریخ کاشت | علف‌هرز | حداکثر شاخص سطح برگ (a) | GDD لازم برای رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ (x_0) | b | R ² | سطح احتمال |
|-------------------------------|---------------|-----------|----------------------------|---|---------------------|----------------|---------------|
| ۲۵ | ۶ خرداد | کنترل | * (۰/۲۳) ۲/۵۱ | (۲۷/۵۳) ۸۷۳/۵۶ | (۰/۰۰۰۶) -۰/۰۰۴۴ | ۰/۷۹ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | (۰/۰۶۹) ۰/۹۴ | (۲۶/۱۳) ۸۰۰/۱۵ | (۰/۰۰۰۴) -۰/۰۰۳۷ | ۰/۸۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | ۱۹ خرداد | کنترل | (۰/۱۷) ۲/۱۷ | (۱۷/۰۳) ۸۴۹/۸۹ | (۰/۰۰۰۵) -۰/۰۰۵۳ | ۰/۸۴ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | (۰/۰۴) ۰/۵۴ | (۲۸/۶۶) ۸۶۷/۵۵ | (۰/۰۰۰۵) -۰/۰۰۳۷ | ۰/۷۸ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۳۳ | ۶ خرداد | کنترل | (۰/۱۹) ۳/۱۳ | (۲۲/۹۸) ۹۰۴/۰۰ | (۰/۰۰۰۴) -۰/۰۰۴۰ | ۰/۸۹ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | (۰/۱۱) ۱/۴۴ | (۲۴/۹۸) ۸۴۱/۹۸ | (۰/۰۰۰۴) -۰/۰۰۴۰ | ۰/۸۳ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | ۱۹ خرداد | کنترل | (۰/۲۱) ۲/۲۹ | (۲۶/۱۴) ۸۸۰/۷۴ | (۰/۰۰۰۶) -۰/۰۰۴۳ | ۰/۷۷ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | (۰/۰۴) ۰/۷۲ | (۳۲/۴۶) ۹۱۸/۵۷ | (۰/۰۰۰۳) -۰/۰۰۳۰ | ۰/۸۶ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۵۰ | ۶ خرداد | کنترل | (۰/۲۹) ۳/۷۹ | (۳۳/۸۷) ۸۷۰/۴۴ | (۰/۰۰۰۵) -۰/۰۰۴۴ | ۰/۸۳ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | (۰/۱۲) ۱/۷۰ | (۳۶/۴۷) ۸۳۶/۳۸ | (۰/۰۰۰۴) -۰/۰۰۳۰ | ۰/۸۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | ۱۹ خرداد | کنترل | (۰/۲۲) ۲/۹۹ | (۱۹/۵۱) ۸۷۸/۵۳ | (۰/۰۰۰۵) -۰/۰۰۴۵ | ۰/۸۴ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | (۰/۰۹) ۱/۰۶ | (۲۴/۷۷) ۸۴۳/۰۹ | (۰/۰۰۰۵) -۰/۰۰۴۲ | ۰/۷۸ | < ۰/۰۰۰۱ |

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد (SE) می‌باشد

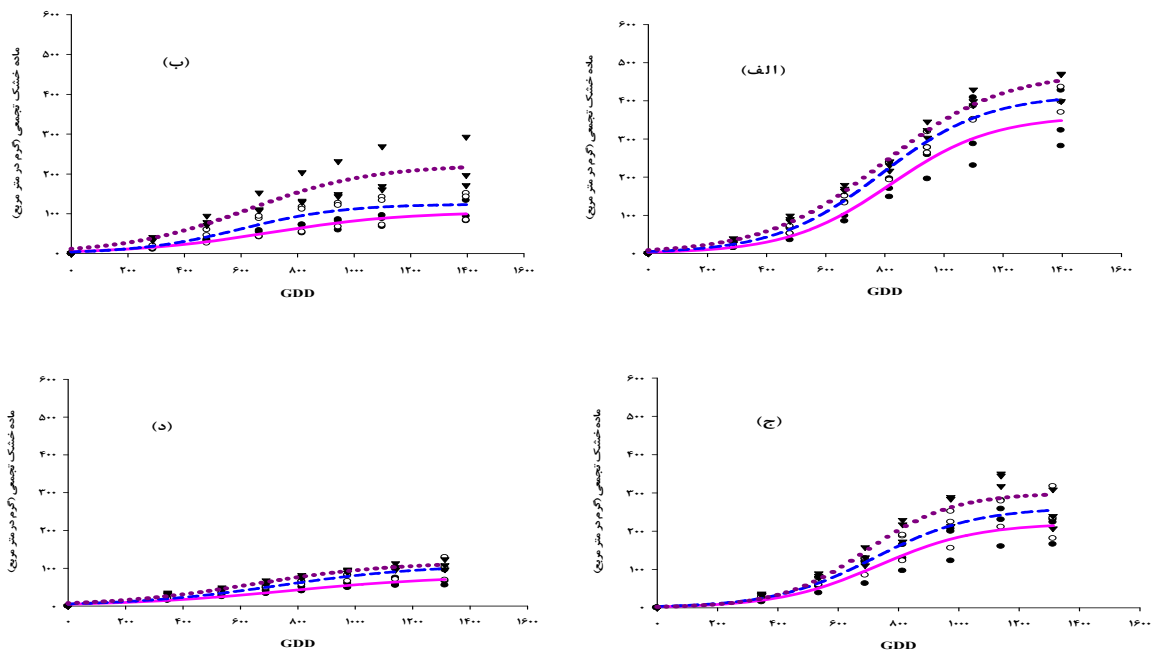
ماده خشک تجمعی

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از مرحله گلدهی نشان داد که ماده خشک تجمعی به‌طور معنی‌داری ($P \leq 0/01$) تحت تأثیر تاریخ کاشت، تراکم بوته و علف‌هرز قرار گرفت (جدول ۱) و بیشترین میزان آن مربوط به تاریخ کاشت ۶ خرداد (۱۱۲/۰۹ گرم)، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع (۱۲۲/۲۴ گرم) و در شرایط کنترل علف‌های هرز (۱۲۸/۴۷ گرم) بود (جدول ۲). در تاریخ کاشت ۶ خرداد و شرایط کنترل علف‌هرز، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به‌دلیل زیادبودن تعداد بوته‌ها و شاخص سطح برگ، بیشترین تجمع ماده خشک را داشت (شکل ۳). در تیمار عدم کنترل علف‌هرز نیز تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بیشترین تجمع ماده خشک را داشت که یکی از دلایل آن می‌تواند رقابت کمتر

مقایسه ضرایب حاصل از برازش معادله ۳ پارامتری گاوس نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ (اواسط گلدهی) به میزان ۳/۷۹ در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و در تاریخ کاشت ۶ خرداد و در شرایط کنترل علف‌های هرز مشاهده شد که به ترتیب ۱۷ و ۳۴ درصد بیشتر از دو تراکم ۳۳ و ۲۵ بوته در مترمربع بود (جدول ۳). در تاریخ کاشت ۶ خرداد و در شرایط عدم کنترل علف‌هرز نیز تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بیشترین شاخص سطح برگ را داشت. در تاریخ کاشت ۱۹ خرداد نیز تراکم ۵۰ بوته در مترمربع چه در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز به‌دلیل بیشتر بودن تعداد بوته‌ها، بیشترین شاخص سطح برگ را داشت (جدول ۳). کاهش شاخص سطح برگ با تأخیر در کاشت به‌دلیل عدم تطابق شرایط محیطی با شرایط رشد گیاه و کاهش طول دوره گلدهی می‌باشد (تورنر، ۲۰۰۱).

عدم کنترل، تراکم ۳۳ بوته در مترمربع نسبت به دو تراکم ۲۵ و ۵۰ بوته در مترمربع در GDD کمتری به ۵۰ درصد ماده خشک تجمعی رسید (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۱۹ خرداد نیز در هر دو تیمار کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز حداکثر ماده خشک تجمعی مربوط به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بود که در تیمار عدم کنترل علف‌های هرز، تجمع ماده خشک در این تراکم ۶۱ درصد کاهش یافت (جدول ۴). در ابتدای فصل رشد، به دلیل کوچکی گیاهان، رقابت درون و برون گونه‌ای بین گیاه زراعی و علف‌هرز به وجود نیامده و اثر منفی روی تولید ماده خشک نمی‌گذارد، اما پس از این مرحله، به دلیل رشد و افزایش نیاز آن‌ها به منابع، رقابت بین سویا و علف‌های هرز شروع می‌شود (شکل ۳). نتایج جدول همبستگی داده‌های حاصل از نمونه‌برداری در مرحله آخر نشان داد که ماده خشک تجمعی همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص سطح برگ ($r = 0.87^{**}$) داشت (جدول ۶) و لذا شاخص سطح برگ بالا در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع شرایط لازم را برای تجمع ماده خشک بالا فراهم ساخته است.

علف‌هرز در تراکم‌های بالای گیاه زراعی باشد. اما با این حال تجمع ماده خشک در شرایط عدم کنترل علف‌هرز کاهش چشمگیری یافت (شکل ۳). به نظر می‌رسد عامل اصلی کاهش تجمع ماده خشک در مراحل آخر نمونه‌برداری در سایه قرارگرفتن برگ‌های تحتانی و توانایی کافی آن‌ها جهت انجام فتوسنتز می‌باشد که سبب پیری و ریزش برگ‌ها و اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی می‌شود (۶). صابری و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند که با افزایش تراکم گیاهی میزان جذب تشعشع خورشیدی همزمان با افزایش سطح برگ افزایش می‌یابد و در نتیجه سرعت تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد. مقایسه ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری سیگموئیدی نشان داد که بین تراکم‌های مختلف، تراکم ۵۰ بوته در مترمربع حداکثر ماده خشک تجمعی را با ۴۷۶ گرم در مترمربع در تاریخ کاشت ۶ خرداد و تیمار کنترل علف‌هرز داشت (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۶ خرداد و در تیمار عدم کنترل علف‌هرز نیز حداکثر تجمع ماده خشک در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد که این میزان تجمع ۵۳ درصد کمتر از تیمار کنترل بود. در هر دو شرایط کنترل و



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک تجمعی بوته سویا در طی فصل رشد در زنجان، ۱۳۸۸، در الف- تاریخ کاشت ۶ خرداد و کنترل علف‌هرز، ب- تاریخ کاشت ۶ خرداد و عدم کنترل علف‌هرز، ج- تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و کنترل علف‌هرز، د- تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و عدم کنترل علف‌هرز. خطوط —●— و —○— و —▼— به ترتیب تراکم ۲۵ بوته در مترمربع، ۳۳ بوته در مترمربع و ۵۰ بوته در مترمربع می‌باشند. نقاط داده‌های مشاهده شده و خطوط حاصل از برازش تابع می‌باشند.

جدول ۴- ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری سیگموئیدی به داده‌های روند تغییرات ماده خشک تجمعی سویا در طی فصل رشد در تراکم‌ها و تاریخ‌های کاشت متفاوت و در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز در زنجان، ۱۳۸۸.

| تراکم (بوته در مترمربع) | تاریخ کاشت | علف‌هرز | حداکثر ماده خشک (a) (گرم در متر مربع) | GDD لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد ماده خشک (x _۰) | b | R ² | سطح احتمال |
|-------------------------------|---------------|-----------|---|--|-----------------|----------------|---------------|
| ۲۵ | ۶ خرداد | کنترل | ۳۶۰/۶۳ (۳۰/۱۵)* | ۸۱۷/۵۱ (۴۶/۱۷) | ۰/۰۰۵۸ (۰/۰۰۱۲) | ۰/۹۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | ۱۰۵/۱۷ (۹/۸۸) | ۶۹۹/۶۱ (۶۶/۲۸) | ۰/۰۰۴۲ (۰/۰۰۰۹) | ۰/۹۰ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۳۳ | ۱۹ خرداد | کنترل | ۲۲۱/۰۱ (۱۸/۸۱) | ۷۳۳/۲۳ (۴۸/۳۹) | ۰/۰۰۶۱ (۰/۰۰۱۵) | ۰/۸۹ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | ۸۰/۵۸ (۱۱/۸۰) | ۷۶۵/۲۲ (۱۰۷/۷۷) | ۰/۰۰۳۵ (۰/۰۰۰۹) | ۰/۸۹ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۵۰ | ۶ خرداد | کنترل | ۴۱۷/۱۹ (۱۳/۳۱) | ۷۸۷/۸۲ (۱۴/۲۱) | ۰/۰۰۵۶ (۰/۰۰۰۴) | ۰/۹۹ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | ۱۲۴/۴۵ (۱۳/۱۴) | ۶۰۱/۳۷ (۷۲/۰۶) | ۰/۰۰۵۵ (۰/۰۰۱۸) | ۰/۷۹ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۳۳ | ۱۹ خرداد | کنترل | ۲۶۲/۰۱ (۲۱/۱۱) | ۷۲۱/۷۱ (۴۶/۳۳) | ۰/۰۰۶۰ (۰/۰۰۱۴) | ۰/۹۰ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | ۱۰۹/۱۸ (۱۳/۱۱) | ۷۳۶/۱۰ (۸۳/۵۸) | ۰/۰۰۳۹ (۰/۰۰۰۹) | ۰/۹۰ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۵۰ | ۶ خرداد | کنترل | ۴۷۶/۲۷ (۱۶/۶۵) | ۷۹۵/۷۱ (۲۱/۲۱) | ۰/۰۰۵۰ (۰/۰۰۰۴) | ۰/۹۸ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | ۲۲۲/۸۵ (۲۳/۶۴) | ۶۲۶/۳۹ (۷۵/۵۸) | ۰/۰۰۴۶ (۰/۰۰۱۳) | ۰/۸۳ | < ۰/۰۰۰۱ |
| ۳۳ | ۱۹ خرداد | کنترل | ۲۹۹/۵۳ (۱۸/۷۰) | ۶۹۴/۴۲ (۳۴/۹۴) | ۰/۰۰۷۰ (۰/۰۰۱۵) | ۰/۹۱ | < ۰/۰۰۰۱ |
| | | عدم کنترل | ۱۱۶/۴۳ (۵/۹۹) | ۶۴۴/۶۰ (۳۶/۳۷) | ۰/۰۰۴۱ (۰/۰۰۰۵) | ۰/۹۷ | < ۰/۰۰۰۱ |

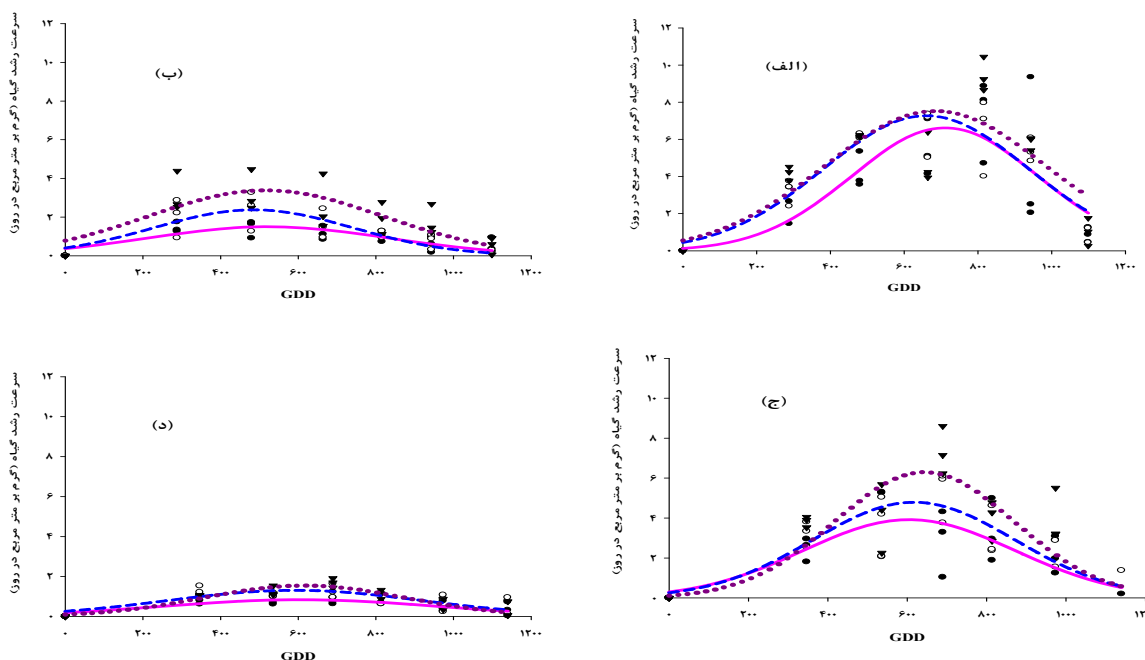
* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

سرعت رشد محصول

تجزیه واریانس داده‌ها در مرحله گلدهی نشان داد که اثر تراکم بوته ($P \leq 0/05$) علف‌هرز و اثرات سه‌گانه آن‌ها در سطح ($P \leq 0/01$) معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که تراکم‌های ۳۳ و ۵۰ بوته در مترمربع و تیمار کنترل علف‌هرز بیشترین میزان سرعت رشد محصول را داشتند (جدول ۲). به نظر می‌رسد در مراحل اولیه رشد به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول اندک و ناچیز بود. به مرور زمان با افزایش سطح برگ و بزرگتر شدن گیاه و در نتیجه بهره‌گیری بهتر از نور خورشید، میزان تولید ماده‌ی خشک در واحد سطح افزایش یافته و به تبع آن سرعت رشد گیاه نیز افزایش یافت (شکل ۴). در اواخر رشد با کاهش سطح برگ و مسن شدن گیاه، (مرحله پرشدن دانه) رشد محصول روندی نزولی پیدا می‌کند. دلیل این امر را می‌توان به اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه، ریزش برگ‌های مسن پایینی و سایه‌اندازی برگ‌های بالایی بر روی اندام‌های فتوسنتزکننده پایین مربوط دانست. نکته قابل توجه شیب نزولی سرعت رشد محصول در مراحل پایانی رشد در تراکم بالای سویا و در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز است (شکل ۴) که دلیل احتمالی آن تسهیل پیری و ریزش برگ‌ها به دلیل سایه‌اندازی و رقابت است.

بررسی ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری گاوس به

داده‌های سرعت رشد محصول نشان داد که در ابتدای دوره رشد، سرعت رشد گیاه با گسترش گیاهان و افزایش شاخص سطح برگ در هر سه تراکم افزایش یافت و این افزایش در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به دلیل تعداد زیاد بوته و شاخص سطح برگ بیشتر بود (شکل ۴). در تاریخ کاشت ۶ خرداد و در شرایط کنترل علف‌های هرز، بیشترین سرعت رشد محصول در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد که در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به دلیل داشتن شاخص سطح برگ و ماده خشک تجمعی بیشتر از سرعت رشد بیشتری نیز برخوردار است (جدول ۵). در حضور علف‌های هرز هم بیشترین سرعت رشد محصول در تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به دست آمد. البته در هر دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های تراکم ۳۳ بوته در مترمربع در GDD کمتری به حداکثر سرعت رشد رسید (جدول ۵). تاریخ کاشت ۱۹ خرداد به دلیل کاهش طول دوره رشد از سرعت رشد کمتری برخوردار بوده و در هر دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به خاطر تراکم بالا و سطح برگ بیشتر، سرعت رشد بیشتری داشت (جدول ۵). سرعت رشد سویا در رقابت با گاوپنبه کمتر از شرایط عدم رقابت است که می‌تواند به دلیل پایین بودن سرعت رشد سویا و قدرت رقابتی آن در مقابل علف‌های هرز در اوایل فصل باشد و همین امر سبب کاهش میزان این محصول می‌گردد (۶).



شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد بوته سویا در طی فصل رشد در زنجان، ۱۳۸۸، در الف- تاریخ کاشت ۶ خرداد و کنترل علف‌هرز، ب- تاریخ کاشت ۶ خرداد و عدم کنترل علف‌هرز، ج- تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و کنترل علف‌هرز، د- تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و عدم کنترل علف‌هرز. خطوط ●-●-، ○-○- و ▼-▼- به ترتیب تراکم ۲۵ بوته در متر مربع، ۳۳ بوته در متر مربع و ۵۰ بوته در متر مربع می‌باشند. نقاط داده‌های مشاهده شده و خطوط حاصل از برازش تابع می‌باشند.

جدول ۵- ضرایب حاصل از برازش معادله سه پارامتری گاوس به داده‌های روند تغییرات سرعت رشد سویا در طی فصل رشد در تراکم‌ها و تاریخ‌های کاشت متفاوت و در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز در زنجان، ۱۳۸۸.

| سطح احتمال | R ² | b | GDD لازم برای رسیدن به حداکثر سرعت رشد محصول (x ₀) | حداکثر سرعت رشد محصول (a) (گرم بر مترمربع در روز) | علف‌هرز | تاریخ کاشت | تراکم (بوته در متر مربع) |
|------------|----------------|-----------------|--|---|-----------|------------|--------------------------|
| ۰/۰۰۰۲ | ۰/۶۱ | ۰/۰۰۴۰ (۰/۰۰۰۶) | ۷۱۰/۴۰ (۳۷/۲۶) | ۶/۶۲ (۰/۸۲)* | کنترل | ۶ خرداد | ۲۵ |
| ۰/۰۰۰۲ | ۰/۶۲ | ۰/۰۰۳۲ (۰/۰۰۰۴) | ۵۲۲/۸۰ (۳۹/۶۲) | ۱/۵۰ (۰/۱۶) | عدم کنترل | ۱۹ خرداد | |
| ۰/۰۰۰۲ | ۰/۶۲ | ۰/۰۰۳۸ (۰/۰۰۰۷) | ۶۰۴/۴۷ (۴۵/۲۲) | ۳/۹۲ (۰/۵۱) | کنترل | ۱۹ خرداد | ۳۳ |
| ۰/۰۰۰۲ | ۰/۶۰ | ۰/۰۰۲۸ (۰/۰۰۰۴) | ۶۰۴/۷۴ (۴۶/۷۷) | ۰/۸۴ (۰/۰۸) | عدم کنترل | | |
| < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۸۴ | ۰/۰۰۳۶ (۰/۰۰۰۳) | ۶۵۹/۷۵ (۲۱/۹۸) | ۷/۲۷ (۰/۴۹) | کنترل | ۱۹ خرداد | ۵۰ |
| < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۶۶ | ۰/۰۰۳۹ (۰/۰۰۰۶) | ۴۸۴/۲۶ (۳۶/۷۴) | ۲/۳۷ (۰/۲۷) | عدم کنترل | | |
| < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۷۱ | ۰/۰۰۳۹ (۰/۰۰۰۶) | ۶۱۶/۵۶ (۳۵/۵۸) | ۴/۷۹ (۰/۵۲) | کنترل | ۶ خرداد | ۵۰ |
| ۰/۰۰۰۱ | ۰/۶۳ | ۰/۰۰۳۰ (۰/۰۰۰۴) | ۵۹۱/۲۷ (۴۴/۵۷) | ۱/۳۱ (۰/۱۳) | عدم کنترل | | |
| < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۶۶ | ۰/۰۰۳۳ (۰/۰۰۰۵) | ۶۸۴/۶۲ (۴۳/۰۳) | ۷/۵۲ (۰/۷۷) | کنترل | ۱۹ خرداد | ۵۰ |
| ۰/۰۰۰۳ | ۰/۶۰ | ۰/۰۰۳۳ (۰/۰۰۰۵) | ۵۱۵/۷۸ (۴۲/۹۷) | ۳/۳۸ (۰/۴۰) | عدم کنترل | | |
| ۰/۰۰۰۲ | ۰/۶۲ | ۰/۰۰۴۴ (۰/۰۰۰۹) | ۶۴۲/۶۴ (۴۲/۵۷) | ۶/۲۹ (۰/۹۴) | کنترل | ۱۹ خرداد | ۵۰ |
| < ۰/۰۰۰۱ | ۰/۸۲ | ۰/۰۰۳۹ (۰/۰۰۰۴) | ۶۱۵/۵۲ (۲۴/۶۵) | ۱/۵۴ (۰/۱۱) | عدم کنترل | | |

* اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

ویتاکر (۲۵) اظهار داشتند که افزایش تراکم سویا از ۱۰۳۰۰۰ به ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار و یا کاهش فاصله ردیف‌های سویا از ۲۳ به ۴۶ سانتی‌متر، عملکرد سویا را افزایش می‌دهد. همچنین از نظر عملکرد دانه بین دو تیمار کنترل علف‌هرز و عدم کنترل علف‌هرز تفاوت کاملاً معنی‌داری ($P \leq 0/01$) مشاهده شد (جدول ۱). در شرایط کنترل علف‌های هرز عملکرد دانه ۳/۱ برابر بیشتر از تیمار عدم کنترل علف‌های هرز بود (جدول ۲). روند کاهش عملکرد دانه سویا را می‌توان به سایه‌اندازی علف‌های هرز، ریزش گل‌ها و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به رشد رویشی نسبت داد (خادم حمزه و همکاران، ۱۳۸۳). البته به نظر می‌رسد افزایش وزن خشک علف‌های هرز نیز در کاهش عملکرد دخیل باشد. میکلسون و رنر (۲۹) ۱۴ درصد افزایش عملکرد در تراکم بالای سویا گزارش کردند و این افزایش عملکرد را تنها به علت کنترل بهتر علف‌های هرز در تراکم بالا دانسته‌اند. پژوهش دو ساله الکوکا و همکاران (۲۱) نشان داد که رقابت علف‌های هرز در مقایسه با شرایط وجین سبب کاهش ۴۸ درصد عملکرد دانه عدس شد.

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و علف‌های هرز بر عملکرد بیولوژیک کاملاً معنی‌دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۱) به طوری که تاریخ کاشت ۶ خرداد و تیمار کنترل علف‌هرز عملکرد بیولوژیک بیشتر و تاریخ کاشت ۱۹ خرداد و تیمار عدم کنترل علف‌هرز عملکرد بیولوژیک کمتری را دارا بود (جدول ۲). هولدینگ و بوچر (۲۴) افزایش عملکرد بیولوژیک در کشت به موقع را ناشی از افزایش طول دوره‌ی رشد، افزایش تولید ماده‌ی خشک دانستند و بیان کردند، کاشت تأخیری سبب کاهش توانایی رقابت‌کنندگی گیاه زراعی در برابر علف‌های هرز و به تبع آن کاهش عملکرد می‌شود.

تراکم‌های مختلف تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بر عملکرد بیولوژیک داشتند (جدول ۱). به طوری که عملکرد بیولوژیک حاصل از تراکم ۵۰ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۳۳ بوته در مترمربع در یک سطح قرار داشت، اما با تراکم ۲۵ بوته در مترمربع تفاوت داشت (جدول ۲). لذا با توجه به اینکه افزایش تراکم گیاهی میزان تجمع وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه در واحد سطح را به خاطر شاخص برگ بیشتر که منتج به جذب تشعشع خورشیدی و سرعت رشد بیشتر محصول می‌گردد را افزایش می‌دهد، عملکرد نیز با افزایش تراکم زیاد می‌گردد (جدول ۲). بلک‌شو و همکاران (۱۵) گزارش کردند که عملکرد لوبیا با کاهش فاصله ردیف کاشت از ۶۹ به ۲۳ سانتی‌متر در طی سال‌های مختلف بین ۱۸ تا ۲۱ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر این افزایش تراکم بوته از ۲۰ به ۵۰ بوته در مترمربع نیز عملکرد لوبیا را بین ۱۰ تا ۲۷ درصد افزایش می‌دهد. بیل جیلی و همکاران (۱۴)

متیج (۳۰) نیز در بررسی تداخل علف‌های هرز با سویا کاهش سرعت رشد سویا را در شرایط رقابت گزارش کرد. وان آکر و همکاران (۳۶) نیز در بررسی رقابت سویا با مخلوط طبیعی علف‌های هرز، کاهش ماده خشک و سرعت رشد محصول را گزارش کردند.

عملکرد دانه

تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه سویا کاملاً معنی‌دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۱) به طوری که عملکرد دانه حاصل از تاریخ کاشت ۶ خرداد نسبت به عملکرد دانه حاصل از ۱۹ خرداد ۴۳ درصد بیشتر بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد در تاریخ کاشت ۱۹ خرداد مراحل نموی گیاه سریع‌تر طی شده و گیاه فرصت کافی جهت توسعه‌ی سطح برگ و سنتز مواد پرورده نداشته و در کل این عوامل باعث کاهش عملکرد دانه تحت این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کاشت ۶ خرداد شده است. علت این اختلاف نیز بر اساس داده‌های هواشناسی (شکل ۱)، ناشی از برخورد مراحل رشدی گیاه در تاریخ کاشت‌های مختلف با درجه حرارت‌های مختلف است، به طوری که در کشت دیر هنگام به دلیل همزمانی با افزایش دما، سبز شدن و رشد رویشی سویا در زمان کوتاه‌تری صورت گرفت و گیاه برای عقب‌نماندن از فصل رشد، تمامی مراحل رشدی خود را سریع‌تر به پایان رسانید و در انتهای فصل نیز با توجه به کاهش دما و سرمای زودرس پاییز، مرحله پر شدن دانه‌ها کوتاه شده و دانه‌های کوچک‌تری تولید شدند. این در حالی است که در تاریخ کاشت اول علاوه بر طولانی‌تر شدن دوره رشدی گیاه، شرایط دمایی مناسب‌تری برای رشد رویشی و زایشی فراهم شده است. با این حال و با توجه به پتانسیل عملکرد این گیاه در مناطق سویاکاری کشور، به نظر می‌رسد که تاریخ کاشت مناسب این گیاه در منطقه زنجان حتی تاریخ کاشت ۶ خرداد نیز نبوده و در این خصوص نیاز به مطالعات بیشتر و با سطوح تاریخ کاشت بیشتر است.

تراکم بوته اثر معنی‌داری ($P \leq 0/05$) بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱)، به طوری که بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۵۰ بوته در مترمربع به دست آمد که با تراکم ۳۳ بوته در مترمربع (۱۰۲۳/۰۳ کیلوگرم در هکتار) در یک سطح قرار گرفت، اما نسبت به تراکم ۲۵ بوته در مترمربع از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نشان داد که افزایشی معادل ۲۷ درصد را نسبت به تراکم ۲۵ بوته در مترمربع داشت (جدول ۲). نتایج بیان‌کننده این واقعیت است که در تراکم‌های بالا عملکرد در واحد سطح افزایش یافت که این مسئله عمدتاً به افزایش تعداد بوته در واحد سطح مربوط می‌گردد. کالوینو و همکاران (۱۶) طی تحقیقی که بر روی سویا انجام دادند دریافتند که تاخیر کاشت وزن خشک و عملکرد را به ترتیب ۲۳ و ۴۴ درصد کاهش می‌دهد. سیترو و همکاران (۳۴) نیز طی آزمایشی نشان دادند که با کاهش فواصل بین ردیف و افزایش تراکم بوته در سویا، عملکرد دانه افزایش می‌یابد. هولشور و

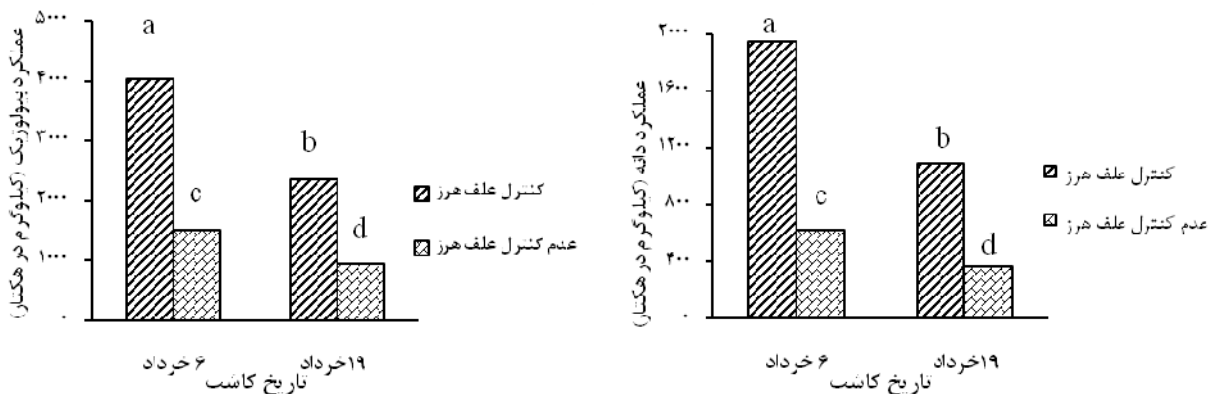
داشت (شکل ۵). بر اساس نتایج بیشترین ضریب همبستگی بین عملکرد دانه با ماده خشک تجمعی و عملکرد بیولوژیک به ترتیب $r = 0.95^{**}$ و $r = 0.99^{**}$ مشاهده شد (جدول ۶)، که این همبستگی بالا اهمیت تولید ماده خشک کل و ساختار فضایی تاج پوشش در ساخت عملکرد نهایی دانه را نشان می‌دهد. یافته‌های فلاح (۹) در گیاه نخود زراعی نیز این نتیجه‌گیری را تأیید می‌کند که عملکرد دانه همبستگی مثبتی با بیوماس کل دارد.

اعلام نمودند که ارقام مختلف در تراکم‌های پایین عملکرد کمتری دارند ولی در تراکم‌های بالا علاوه بر داشتن عملکرد بالا، میزان علف‌های هرز کمتری نیز وجود دارد. نتایج آزمایش نشان داد که در تاریخ‌های مختلف کاشت، تأثیر کنترل علف‌هرز بر عملکرد دانه و بیولوژیک متفاوت بود به طوری که در تیمار کنترل، تاریخ کاشت ۶ خرداد به طور معنی‌دار ($P \leq 0.01$) عملکرد دانه و بیولوژیک بیشتری نسبت به ۱۹ خرداد داشت و در تیمار عدم کنترل علف‌هرز نیز، تاریخ کاشت ۶ خرداد عملکرد دانه و بیولوژیک بیشتری نسبت به ۱۹ خرداد

جدول ۶- همبستگی بین شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاه سویا در آخرین نمونه برداری در زنجان، ۱۳۸۸

| عملکرد بیولوژیک | عملکرد دانه | حداکثر سرعت رشد محصول | حداکثر ماده خشک تجمعی | حداکثر شاخص سطح برگ |
|-----------------|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | ۱ |
| | | | ۱ | -0.87^{**} |
| | | ۱ | -0.11 | 0.03 |
| | ۱ | 0.16 | -0.95^{**} | -0.87^{**} |
| ۱ | 0.99^{**} | 0.20 | 0.95^{**} | -0.86^{**} |

* و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد



شکل ۵- اثر متقابل تاریخ کاشت و کنترل علف‌هرز بر روی عملکرد دانه و بیولوژیک سویا در زنجان، ۱۳۸۸. ستون‌های با حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

تاج پوشش گیاهی زودتر بسته شده که در نتیجه شاخص سطح برگ، ماده خشک تجمعی و سرعت رشد محصول نیز افزایش می‌یابد و باعث افزایش توان رقابتی سویا در برابر علف‌های هرز می‌شود که می‌تواند گامی بلند در جهت کاهش مصرف سموم شیمیایی باشد. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه، تلفیق تاریخ کاشت ۶ خرداد و

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت کنترل تلفیقی علف‌های هرز در سیستم‌های کشاورزی پایدار جهت ارائه راهکارهایی برای کاهش مصرف سموم شیمیایی و کاهش آلودگی محیط زیست، نتایج این تحقیق نیز در همین راستا نشان داد که با کاشت به موقع و افزایش تراکم کاشت،

تراکم ۵۰ بوته در مترمربع در شرایط آلودگی به علف‌های هرز به علت بالا بودن عملکرد دانه می‌تواند برای شرایط آزمایش ما پیشنهاد شود. همچنین در شرایط کنترل علف‌های هرز می‌توان از تراکم ۳۳ بوته در مترمربع به دلیل هزینه کمتر بذر مصرفی استفاده کرد.

منابع

- ۱- احمدی ع.ر.، باغستانی م.ع.، موسوی ک. و راستگو م. ۱۳۸۶. ارزیابی توانایی رقابتی دو رقم لوبیا با استفاده از آزمایش دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۶، صفحات ۶۴ تا ۷۰.
- ۲- اکبری غ.م.، ایران‌نژاد ح.، حسین‌زاده ک.، زند الف.، حجازی الف.، و بیات ع.الف. ۱۳۸۹. اثر تداخل علف‌هرز خردل وحشی بر شاخص‌های رشد و عملکرد ارقام مختلف کلزا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، جلد ۴۱، شماره ۲، صفحات ۳۲۹ تا ۳۴۳.
- ۳- خادم حمزه ح.، کریمی م.، رضائی ع. و احمدی م. ۱۳۸۳. اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد سویا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۲، صفحات ۳۵۷ تا ۳۶۷.
- ۴- سمائی م.، زند الف. و دانشیان ج. ۱۳۸۲. مطالعه اثرات تداخلی تراکم‌های مختلف تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) بر شاخص‌های رشد سویا (*Glycine max* L.). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۲، صفحات ۱۳ تا ۲۴.
- ۵- صابری علی ف.، سادات نوری الف.، حجازی الف.، زند الف.، و باغستانی م.ع. ۱۳۸۶. تأثیر تراکم و آرایش کاشت بر روند رشد و عملکرد ذرت تحت شرایط رقابت با سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.). مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۴، صفحات ۱۴۳ تا ۱۵۲.
- ۶- صادقی ح.، باغستانی م.ع.، اکبری غ.ع. و حجازی الف. ۱۳۸۲. ارزیابی شاخص‌های رشد سویا (*Glycine max*) و چند گونه علف‌هرز در شرایط رقابت. آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۷۱، شماره ۲، صفحات ۸۷ تا ۱۰۶.
- ۷- صلاحی ف.، لطیفی، ن. و امجدیان. م. ۱۳۸۵. اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا رقم ویلیامز در منطقه گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۳، ویژه زراعت و اصلاح نباتات، صفحات ۱ تا ۷.
- ۸- ظاهر نیای مؤدهی، س. ۱۳۸۸. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت مواد مؤثره ماریتیغال (*Silybum marianum* L.). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، ۱۰۷ صفحه.
- ۹- فلاح س. ۱۳۸۷. تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم خرم‌آباد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ۴۵، صفحات ۱۲۳ تا ۱۳۵.
- ۱۰- لک م.ر.، قنبری ع.الف.، دری ح.ر. و غدیری ع. ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و شدت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه در لوبیاچیتی در خمین. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲۵، شماره ۳، صفحات ۲۷۵ تا ۲۸۶.
- ۱۱- محلوچی م.، و افیونی د. ۱۳۸۳. مطالعه تجزیه رشد و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو. پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)، شماره ۶۳، صفحات ۳۷ تا ۴۲.
- ۱۲- یدوی ع.، قلاوند الف.، آقاعلیخانی م.، زند الف. و فلاح س. ۱۳۸۶. تأثیر تراکم بوته و آرایش فضایی تاج پوشش ذرت بر شاخص‌های رشد علف‌هرز تاج خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.). مجله پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)، شماره ۷۵، صفحات ۳۴ تا ۴۲.
- 13- Aguyoh J.N. and Masiunas J.B. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with snap beans. *Weed Sci.*, 51: 202-207.
- 14- Bilgili U., Sincik M., Uzan A. and Acikgoz E. 2003. The influence of row spacing and seeding rate on seed yield and yield components of forage turnip (*Brassica napus* L.). *J. of Agron and Crop Sci.* 189(4): 250-254.
- 15- Blackshaw R.E., Molnar L.J., Muendel H.H., Saindon G., and Li X. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Tech.*, 14: 327-336.
- 16- Calvino P.A., Sadras V.O. and Andrade F.H. 2003. Development, growth and yield of late-sown soybean in the southern Pampas. *Europ. J. Agro.*, 19: 265-275.
- 17- Crotser M.P. and Witt W.W. 2000. Effect of soybean canopy characteristics, soybean interference and weed-free period on eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) growth. *Weed Sci.*, 48: 20-26.
- 18- Dekker J. 1997. Weed diversity and weed management. *Weed sci.* 45: 357-363.
- 19- Dunan C.M., Westra P., Schweizer E.E., Lybecker D.W. and Moor F.D. 1995. The concept and application of early economic period threshold: The case of DCPA in onion (*Allium cepa*). *Weed Sci.*, 43: 634-639.
- 20- Eagle A.J., Bird J.A., Horwath W.R., Lindquist B.A., Brouder S.M., Hill J.E. and Vankessel C. 2000. Rice yield

- and nitrogen efficiency under alternative straw management practices. *Agron. J.*, 92: 1096-1103.
- 21- Elkoca E., Kantar F. and Zengin H. 2005. Weed control in lentil (*Lens culinaris*) in eastern Turkey. *New Zealand J Crop and Hort Sci.*, 33: 223- 231.
- 22- Fernandez O.N., Vignolio O.R. and Requesens E.C. 2002. Competition between corn (*Zea mays*) and bermudagrass (*Cynodon dactylon*) in relation to the crop plant arrangement. *Agron.*, 22: 293–305.
- 23- Garsid A. 2004. Sowing time effects on the development, yield and oil of flaxseed in semi arid tropical. *Australian Journal of Productive Agri.*, 23: 607-612.
- 24- Holding D. and Bowcher A. 2004. Weeds in Winter Pulses – Integrated solutions. CRC for Australian Weed Management Technical Series, 39.
- 25- Holshouser D.L., and Whittaker J.P. 2002. Plant population and row spacing effects on early soybean production system in the mid-Atlantic USA. *Agronomy J.*, 30: 222-227.
- 26- Jin J., Liu X.B. and Wang G.H. 2003. Soybean canopy structure during reproductive stages under different populations. *Syst. Sci. Comprehensive Stud. Agric.*, 19: 124–128.
- 27- Kumar A., Pandey V., Shekh A.M., and Kumar M. 2008. Growth and yield response of soybean (*Glycine max* L.) in relation to temperature, photoperiod and sunshine duration at Anand, Gujarat, India. *American-Eurasian J. Agron.*, 1 (2): 45-50.
- 28- Malone S., Holshouser D.L., Herbert D.A. and Jones B.P. 2009. Identifying soybean fields at risk to leaf-feeding insects. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University, Publication, 203-444.
- 29- Mickelson J.A. and Renner K.A. 1997. Weed control using reduced rates of postemergence herbicides in narrow and wide row soybean. *J. Prod. Agric.*, 10: 431-437.
- 30- Mitich L.W. 1997. Red root pig weeds (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Technol.*, 11: 199-202.
- 31- Pedersen P., and Lauer J.G. 2004. Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agron. J.*, 96:1372-1381.
- 32- Rajcan I. and Swanton C.J. 2001. Understanding maize- weed competition: Resource competition, light quality and whole plant. *Field Crop Res.*, 71: 139-150.
- 33- Rizzi R., Rudorff F.T. , and shimabukuro Y.E. 2005. Analysis of MODIS leaf area index product over soybean areas in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Anais XII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiania, Brasil, INPE, P. 253-260.*
- 34- Seiter S., Altemose C.E. and Davis M.H. 2004. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agron J.*, 96: 966-970.
- 35- Silva R. 2005. Effect of planting date and planning distance on growth of flaxseed. *Agron. J.*, 136: 113-118.
- 36- Van Acker, R.C., Swanton C.J. and Weise S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* L.). *Weed Sci.*, 41: 194-200.