

اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد سویا

حمیدرضا خادم حمزه^۱، مهدی کریمی^۲، عبدالمجید رضائی^۳ و محمود احمدی^۴
۱، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس ۲، ۳، ۴، دانشیار سابق، استاد و استادیار سابق
دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۲/۷/۹

خلاصه

به منظور تعیین مطلوب ترین تراکم بوته سویا (رقم هابیت) در تاریخ های کاشت مختلف آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان بصورت کرت های یکبارخرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۷۳ اجراء گردید. کرت های اصلی به تاریخ های کاشت اول خرداد، پانزدهم خرداد و چهارم تیرماه (پس از برداشت گندم) و کرت های فرعی به تراکم ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در متر مربع اختصاص یافت. عملکرد دانه، اجزاء عملکرد، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین گره باردار در تیمارهای آزمایشی مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با تاخیر در کاشت ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین گره باردار از سطح زمین کاهش یافت در صورتیکه با افزایش تراکم روندی افزایشی برای این دو صفت مشاهده گردید. تاخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد دانه گردید در صورتیکه افزایش تراکم بوته تا ۵۰ بوته در متر مربع عملکرد دانه در تاریخ های کاشت اول و پانزدهم خرداد را افزایش داد و بیش از آن باعث کاهش عملکرد گردید. بر اساس نتایج بدست آمده تراکم مطلوب سویا رقم هابیت در شرایط آب و هوایی اصفهان به منظور دستیابی به عملکرد بالاتر در صورتیکه کاشت در نیمه اول خرداد ماه انجام پذیرد ۵۰۰ هزار بوته در هکتار و در اوایل تیرماه ۶۰۰ هزار بوته در هکتار و یا بیشتری باشد، همچنین قرار گرفتن این رقم سویا در کشت دوم و در برنامه تناوب زراعی منطقه نیز امکان پذیر بنظر می رسد.

واژه های کلیدی: سویا، تاریخ کاشت، تراکم، عملکرد، اجزاء عملکرد، شاخص برداشت

مقدمه

زراعت سویا در ایران ابتدا در سال ۱۳۴۰ توسط گروه صنعتی بهشهر به کمک متخصصین خارجی در شمال کشور آغاز شد ولی به دلیل مشکلات متعدد به نتیجه ای نرسید. مجدداً در سال ۱۳۴۶ شرکت سهامی توسعه کشت دانه های روغنی برنامه ۳۸۳۱ هکتار کشت سویا با متوسط عملکرد ۵۳۶ کیلوگرم در هکتار و تولید ۲۰۵۵ تن را شروع کرد (۲)، در همین راستا بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نیز با شروع کشت سویا در ایران نیز تحقیقات گسترده ای در زمینه های به زراعی، به نژادی و تولید بذر سویا در مناطق مختلف کشور را دنبال نمود که منتج به به معرفی ارقام و تهیه دستورالعمل های فنی کاشت، داشت و برداشت و نهایتاً

سویا *Glycine max* L. گیاهی دولپه، یکساله از خانواده پروانه آسانان یکی از مهمترین دانه های روغنی می باشد که مورد استفاده زیادی در کشاورزی و صنعت دارد و در قدیم در زمره یکی از پنج دانه مقدس (گندم، جو، ارزن، برنج و سویا) به شمار می رفته است (۶). جایگاه ارزشمند این محصول به دلیل روغن زیاد و پروتئین فراوان دانه آن است که به ترتیب ۲۰ و ۴۰ درصد از وزن دانه را شامل می گردد (۹). سویا بدلیل تنوع ژنتیکی و سازگاری وسیع، در دامنه وسیعی از عرض های جغرافیایی کشت می گردد و در بین دانه های روغنی مقام اول تولید را بخود اختصاص داده است.

افزایش سطح زیر کشت و متوسط عملکرد تولید گردید (۱). طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۱ بالاترین سطح زیر کشت، تولید و متوسط عملکرد مربوط به سال ۱۳۷۳ و به ترتیب معادل ۱۰۳۵۶۲ هکتار، ۲۳۰۳۰۶ تن و ۲۲۲۴ کیلوگرم در هکتار بوده است. مناطق عمده کشت سویا در استان‌های مازندران، گلستان، گیلان، آذربایجان غربی و شرقی، اردبیل، لرستان، خوزستان، کردستان، همدان و کرمانشاه و ارقام مورد استفاده هیل، ویلیامز، سحر، کلارک، هاییت، گرگان ۳، زان و... می‌باشند (۲).

فاکتورهای زیادی از جمله شرایط آب و هوایی، تاریخ کاشت (۱۱، ۲۶) آرایش کاشت (۲۰، ۲۵) جمعیت گیاهی (۱۹، ۲۱، ۲۳، ۲۷) عادت رشد (۳۱) مدیریت عملیات زراعی (۲۹) و تغذیه (۸) از طریق تاثیر بر روی گیاه می‌توانند باعث تنوع عملکرد گردند. تاریخ کاشت فاکتور مهمی است که بر طول دوران رشد، رویشی و زایشی و توازن بین آنها همچنین سایر عوامل تولید، کیفیت برداشت و در نهایت عملکرد تاثیر می‌گذارد (۱۳). کاشت در زمان مناسب باعث کنترل خسارت ناشی از سرماهای دیررس بهاره و زودرس پاییزه (۴)، آفات و امراض و علف‌های هرز (۳) شده و بدلیل استفاده از عوامل اقلیمی موثر در تولید نظیر تطابق زمان گلدهی با درجه حرارت مناسب از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۲). با طولانی‌تر شدن فصل رشد زمان انتقال مواد فتوسنتزی به قسمت‌های ذخیره‌ساز گیاه (دانه) بیشتر می‌شود. این قابلیت بطور وراثتی در برخی از ارقام وجود دارد ولی با کشت زود نیز می‌توان تا حدودی طول دوره رشد رویشی را افزایش داد. از طرف دیگر با تاخیر در کاشت طول دوره رویشی قبل از گلدهی کوتاه می‌شود (۱۶، ۲۲، ۲۸) و از اینرو می‌تواند بر روی عملکرد اثر گذاشته آن را کاهش دهد. بورد و هال (۱۹۸۴) نشان دادند که کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت نامناسب، بطور کامل در نتیجه تحریک گلدهی زودرس حاصل از روزهای کوتاه نیست، بلکه به تولید کم بذر بر روی شاخه‌های فرعی، ناشی از محدودیت نمو این شاخه‌ها نیز بستگی دارد. عوامل دیگری مانند کاهش طول دوره پرشدن دانه و کاهش شاخص سطح برگ و جذب نور مرتبط با گلدهی زود رس نیز ممکن است در کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت دیر نقش داشته باشند.

بازدهی انرژی نورانی در فتوسنتز به توزیع نور در داخل جامعه گیاهی بستگی دارد. در شرایط و محیط مناسب زراعی افزایش تراکم بوته برای بهره‌گیری از امکانات بالقوه و دستیابی به حداکثر عملکرد ضروری است. افزایش تعداد گیاه در واحد سطح به علت سایه‌اندازی بیشتر موجب کاهش نور قابل استفاده برای هر گیاه خواهد شد (۱۴) و از این رو باعث کاهش عملکرد بوته می‌گردد (۱۳) در صورتیکه افزایش تعداد بوته در واحد سطح (تا حد مطلوب) کاهش عملکرد تک بوته را جبران و عملکرد در واحد سطح را افزایش می‌دهد. حد متعادل تراکم گیاهی به تاریخ کاشت نیز بستگی دارد. معمولاً تراکم کاشت برای تاریخ‌های کاشت دیر، بیشتر از حد معمول تاریخ کاشت مناسب، توصیه می‌گردد (۱۴). بنابراین با تلفیق بهترین تاریخ و تراکم کاشت می‌توان از حداکثر پتانسیل رقم و محیط استفاده کرد.

نسبتی از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را تشکیل می‌دهد، شاخص برداشت نامیده می‌شود و بیان‌کننده انتقال ماده خشک به قسمتی از گیاه است که برداشت می‌شود. عملکرد یک گیاه را می‌توان از طریق افزایش عملکرد بیولوژیکی یا افزایش سهم عملکرد اقتصادی و یا هر دو بالا برد. ویلکوکس (۱۹۷۴) در دامنه گسترده‌ای از تراکم گیاهی از ۲۵ تا ۵۸۲ هزار بوته در هکتار تغییراتی کمتر از ۵ درصد را در شاخص برداشت سه رقم سویا مشاهده نمود.

کاشت‌های اواسط فصل نسبت به کاشت‌های خیلی زود و یا خیلی دیر بوته‌های بلندتری تولید می‌کنند (۱۰، ۲۵). در کاشت‌های خیلی زود در اثر تاخیر در جوانه‌زنی بذور و کاهش رشد گیاه در اثر سرمای اول فصل ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (۲۵) و در کاشت‌های خیلی دیر به دلیل تاثیر طول روز و گلدهی زود رس، کاهش ارتفاع گیاه قابل پیش‌بینی است (۲۷). بطور کلی اگر چه ارتفاع گیاه معمولاً با تاخیر در کاشت کاهش می‌یابد (۱۳، ۲۶، ۲۷) اما تفاوت‌های آن در میان ارقام، اغلب بوسیله تأخیر در کاشت کم می‌شود (۳۰).

افزایش تراکم به دلیل ازدیاد رقابت برای کسب نور، ارتفاع گیاه سویا را افزایش می‌دهد (۳۲) در عین حال تراکم بالا طول ساقه اصلی را افزایش داده و باعث کاهش تعداد گره‌های بارور می‌گردد (۱۴)، از طرف دیگر ارتفاع کم اولین گره باردار از سطح

بشرایط مناطقی که خوابیدگی غالباً یک مشکل عمده برای ارقام رشد نامحدود بلند می‌باشد معرفی شده است. رقم هابیت حاصل انتخاب نسل چهارم از تلاقی ارقام ویلیامز و رانسون می‌باشد. رنگ گلها در این رقم سفید، کرکها تیره، غلاف در زمان رسیدگی خرمایی و بذرها زرد براق با ناف سیاه می‌باشد. این رقم از نظر مقاومت به فیتوفترا نیز تحمل حدواسطی دارد (۱۷). برای دستیابی به اجزاء عملکرد دانه سویا، در پایان فصل رشد نمونه‌هایی شامل ۲۰ بوته بطور تصادفی انتخاب و تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غلاف در هر گره، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صد دانه اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه چهار ردیف میانی به طول یک متر با حذف حاشیه از هر کرت برداشت و عملکرد دانه برحسب ۱۴ درصد رطوبت محاسبه گردید. ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین گره باردار و شاخص برداشت نیز اندازه‌گیری و ثبت گردید. صفات اندازه‌گیری شده تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای بررسی اثر ساده و متقابل تیمارها انجام گرفت. ضمن بررسی همبستگی صفات، مدل تغییرات عملکرد در واحد سطح از طریق تجزیه همبستگی به روش رگرسیون مرحله‌ای با استفاده از نرم افزار استات‌گراف انجام و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار گرافیکی کوآتروپرو استفاده گردید.

نتایج و بحث

درجه حرارت‌های حداقل، حداکثر و میانگین محل اجرای آزمایش در سال اجرای آزمایش در شکل الف آمده است. تاریخ کاشت، تراکم و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه در واحد سطح و واحد بوته را داشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول ۲ نشان دهنده کاهش عملکرد دانه در واحد سطح و همچنین در واحد بوته با تاخیر در کاشت می‌باشد بطوریکه عملکرد در واحد سطح در تاریخ کاشت اول معادل ۶۰۷۹ کیلوگرم در هکتار و به ترتیب ۷/۵ و ۳۲ درصد بیشتر از تاریخ‌های کاشت دوم و سوم بود. چنین روندی در عملکرد تک بوته نیز مشهود بود. بطوریکه عملکرد تک بوته در اول خرداد معادل ۱۲/۳ گرم و به ترتیب ۸ و ۳۶ درصد بیشتر از تاریخ‌های پانزدهم خرداد و چهارم تیرگردید. از آنجا که تاریخ کاشت بر روی عملکرد دانه و طول

زمین، باعث اتلاف محصول در زمان برداشت می‌گردد که افزایش ارتفاع آن از سطح خاک در اثر افزایش تراکم باعث کاهش این ضایعات می‌گردد (۲۴).

نظر به ویژگی‌های مطلوب سویا و تاثیر عوامل مختلف بر دستیابی به حداکثر عملکرد، این طرح به منظور تعیین مطلوب‌ترین تراکم سویا (رقم هابیت) در تاریخ‌های کاشت مختلف و بررسی امکان توصیه کشت رقم مورد نظر به عنوان محصول دوم بعد از برداشت گندم در سیکل تناوب زراعی منطقه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

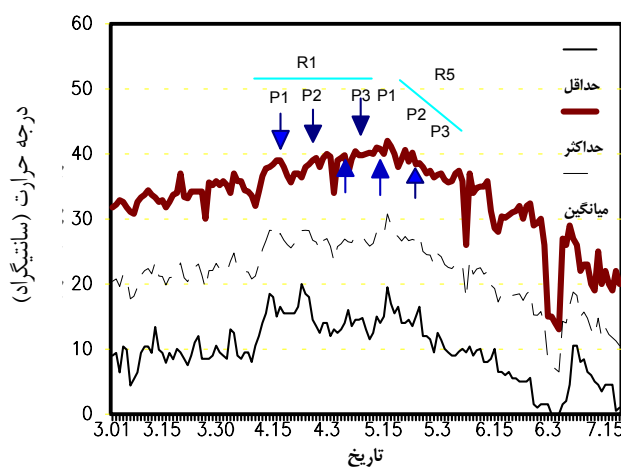
به منظور تعیین اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و تعیین مطلوب‌ترین تراکم سویا (رقم هابیت) در تاریخ‌های کاشت مختلف، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در روستای شروان از توابع شهرستان فلاورجان انجام گردید.

زمین محل آزمایش در سال قبل زیر کشت ماش بود که به منظور آماده سازی زمین در بهار بعد از شخم و دیسک، فاروهای به فواصل ۵۰ سانتیمتر ایجاد گردید. طرح آزمایشی مورد استفاده کرت‌های یکبارخرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود که در آن تاریخ کاشت در سه سطح (اول خرداد، پانزدهم خرداد و چهارم تیر ماه) به عنوان فاکتور اصلی و تراکم در چهار سطح (۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر بود. کاشت بصورت نمکار و بعد از آبیاری‌های اولیه برای سبزشدن، آبیاری‌های بعدی پس از ۳±۷۰ میلی‌متر تبخیر از طشت تبخیر کلاس آ انجام گرفت. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی و از سری خاک‌های لنجان، دارای جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۲۶ گرم بر سانتی مترمکعب با $pH = 7.3$ تا عمق ۳۰ سانتی‌متری، هدایت الکتریکی ۱/۷۳ میلی موس بر سانتیمتر و ظرفیت زراعی مزرعه ۲۹ درصد بود. رقم آزمایشی هابیت بود که در نتیجه فعالیت مشترک مرکز تحقیقات کشاورزی وزارت کشاورزی آمریکا و مرکز توسعه و تحقیقات کشاورزی اوهایو به عنوان یک رقم پرمحصول، مقاوم به خوابیدگی، رشد محدود، با سازگاری ویژه

تک بوته در تراکم‌های بالا عملکرد در واحد سطح افزایش یافت که این مسئله عمدتاً به افزایش تعداد گیاه در واحد سطح مربوط می‌گردد، بدین صورت که کاهش عملکرد تک بوته از طریق افزایش تعداد گیاه در واحد سطح جبران شده، بطوریکه این مسئله در تاریخ‌های کاشت اول و پانزدهم خرداد تا تراکم ۵۰ بوته در مترمربع مشهود بود و بعد از آن افزایش بوته در واحد سطح نتوانسته است همسو با کاهش عملکرد تک بوته روند کاهش عملکرد را جبران کند لذا افت تولید در تراکم‌های بالاتر از ۵۰ بوته در مترمربع ملاحظه گردید (اشکال ۱ و ۲).

افزایش عملکرد دانه در واحد سطح تحت تاثیر افزایش تراکم (تا حد مطلوب) توسط دیگران نیز گزارش شده است (۱، ۱۸). مقایسه میانگین‌های اثرات تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه نشان داد که بالاترین عملکرد در تراکم ۵۰ بوته و در تاریخ کاشت اول خرداد و کمترین عملکرد در تراکم ۳۰ بوته در تاریخ کاشت چهارم تیر ماه حاصل گردیده است (شکل ۴). از آنجائیکه روند تغییرات عملکرد مشابه تغییرات میزان ماده خشک بود بنظر می‌رسد که عملکرد بالا در تاریخ کاشت اول و تراکم ۵۰ بوته متأثر از بالا بودن عملکرد بیولوژیکی در این تیمار بوده است. تفاوت تولید ماده خشک در تراکم‌های مختلف را می‌توان عامل ایجاد اختلاف در تولید عملکرد دانه دانست که این امر خود متأثر از تفاوت در میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی و نیز کارایی استفاده از نور جذب شده توسط گیاه می‌باشد. عملکردهای بالاتر تاریخ کاشت پانزدهم خرداد که تقریباً نزدیک به عملکردهای تاریخ کاشت اول خرداد است می‌تواند از این مسئله ناشی شده باشد که اگرچه تاریخ کاشت پانزدهم خرداد از نظر دوره رشد دوره کوتاه‌تری را نسبت به تاریخ کاشت اول خرداد گذرانده، اما مرحله پرشدن دانه خود را در شرایط حرارتی مطلوب‌تری سپری کرده و ممکن است از این طریق کوتاهی دوره رشد را جبران و عملکردهای بالایی را تولید کرده باشد. در تاریخ کاشت سوم با افزایش تراکم، عملکرد همچنان سیر صعودی داشته (شکل ۳) و شاید مبین این مسئله باشد که تراکم مطلوب در این تاریخ کاشت می‌تواند بالاتر از مقادیر اعمال شده در این آزمایش باشد. بهرحال علیرغم ماده خشک تولیدی کمتر در این تاریخ کاشت عملکردهای قابل قبول در این تیمار را می‌توان به شاخص برداشت بالاتر نسبت به تاریخ‌های کاشت دیگر ارتباط داد (جدول ۲).

دوره‌های رویشی و زایشی اثر می‌گذارد و همچنین طول دوره گلدهی و پرشدن دانه ارتباط مثبت بالایی با عملکرد دانه دارند لذا بنظر می‌رسد با توجه به کاهش فاصله سبز شدن گیاه تا گلدهی و همچنین گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه قبل از رسیدن به شاخص سطح برگ مناسب وارد فاز زایشی گردیده و لذا کاهش دریافت انرژی نورانی توسط برگها باعث کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت دیر گردیده است. کاهش عملکرد با تاخیر در کاشت توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (۱، ۱۰، ۲۵).



شکل الف - درجه حرارت های حداقل ، میانگین و حداکثر در ایستگاه تحقیقاتی شروان
P3, P2, P1 بترتیب تاریخ های کاشت اول خرداد، پانزدهم خرداد و چهارم تیرماه و R5, R1 بترتیب شروع گلدهی و شروع دانه بندی

تراکم‌های اعمال شده نیز تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه در واحد سطح و واحد بوته داشت (جدول ۱). افزایش تراکم از ۳۰ تا ۶۰ بوته باعث افزایش عملکرد در واحد سطح و کاهش عملکرد در واحد تک بوته گردید بطوریکه با افزایش جمعیت گیاهی تا ۶۰ بوته عملکرد در واحد سطح به میزان ۵۷۰۵ کیلوگرم در هکتار رسید که افزایشی معادل ۲۹ درصد را نسبت به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع نشان داد. این در حالیست که عملکرد تک بوته در تراکم ۶۰ بوته معادل ۸/۶ گرم و کاهش معادل ۳۵ درصد را نسبت به عملکرد تک بوته در تراکم ۳۰ گیاه در مترمربع نشان می‌دهد (جدول ۲). نتایج بیان کننده این واقعیت است که علیرغم کاهش عملکرد

جدول ۱- تجزیه واریانس تعدادی از صفات زراعی برای تیمارهای مورد آزمون براساس طرح کرت‌های یکبار خرد شده

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	ارتفاع اولین گره	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد تک بوته	تعداد گره در گیاه	تعداد غلاف در گره	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه
بلوک	۳	۰/۸۴ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۴۷۷/۲ ^{ns}	۳/۶۳ ^{ns}	۱/۹۱ ^{ns}	۱/۱۵**	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}
تاریخ کاشت	۲	۱۷۵۱/۵۴**	۸۲/۸۰**	۸۵۹۰۶۹/۱۷**	۱۶۵۵۰۹/۳۵**	۱۲۶/۰۶**	۸۷/۲۹**	۴۷/۷۶**	۰/۳۹**	۰/۱۶**	۵۹/۳۱**
خطای الف	۶	۲/۴۲	۰/۰۳	۹۰۸/۰۵	۳۹/۷۷	۱/۴۵	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۴
تراکم	۳	۲۱۸/۳۹**	۷۳/۷۰**	۱۴۴۶۷۰/۴۷**	۴۴۱۸۶/۵۴**	۴/۰۲ ^{ns}	۴۷/۲۸**	۰/۲۳ ^{ns}	۳/۱۶**	۰/۰۴ ^{ns}	۲/۰۳**
تاریخ کاشت × تراکم	۶	۹/۹۶**	۱/۳۰**	۶۸۸۹/۸۳**	۱۵۸۱/۹۶**	۲/۹۰ ^{ns}	۱/۲۲**	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۱/۰۹**
خطای ب	۲۴	۱/۶۸	۰/۰۵	۹۴۴/۸۹	۴۸/۶۲	۱/۷۳	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۱

ns غیر معنی دار

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

جدول ۲- میانگین تعدادی از صفات زراعی سویا (رقم هابیت) در تاریخ‌های کاشت و تراکم‌های مختلف

تیمار	ارتفاع	ارتفاع اولین گره (سانتیمتر)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد تک بوته (گرم)	تعداد گره در گیاه	تعداد غلاف در گره	تعداد دانه در غلاف (گرم)
تاریخ کاشت									
اول خرداد	۶۱/۸۸*	۱۵/۴ا	۱۱۶۲ا	۶۰۷/۹ا	۴۵/۹c	۱۲/۳ا	۱۰/۹ا*	۳/۳ا	۲/۲b
پانزده خرداد	۵۸/۶b	۱۴/۵b	۱۰۰۲/۷b	۵۶۲/۸b	۴۹/۲b	۱۱/۳b	۱۱/۱ا	۳/۰b	۲/۳ا
چهارم تیر	۴۲/۳c	۱۱/۱c	۷۰۵/۹c	۴۱۳/۶c	۵۱/۴ا	۷/۹c	۸/۰b	۲/۲ا	۲/۳ا
تراکم (بوته در مترمربع)									
۳۰	۴۹/۶d	۱۰/۹d	۷۹۹d	۴۴۱/۰c	۴۸/۴c	۱۳/۲ا	۱۰/۲ا	۳/۸ا	۲/۳ا
۴۰	۵۲/۰c	۱۲/۴c	۹۶۷/۴c	۵۳۲/۲b	۴۸/۳ab	۱۰/۷b	۹/۹ab	۳/۲b	۲/۳b
۵۰	۵۶/۴b	۱۴/۸b	۱۰۱۵/۹b	۵۶۸/۷a	۴۹/۱a	۹/۵c	۹/۹ab	۲/۹c	۲/۲ا
۶۰	۵۹/۱a	۱۶/۵a	۱۰۴۵a	۵۷۰/۵a	۴۷/۹b	۸/۶d	۹/۸b	۲/۷d	۲/۳ا

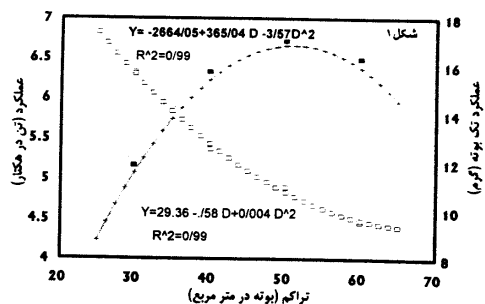
* حروف مشابه بعد از میانگین‌های هرستون، نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ با آزمون دانکن می باشند.

اشکال ۱، ۲ و ۳ نشان دهنده روند تغییرات عملکرد در واحد سطح و در تک بوته است که بطور جداگانه برای هر تاریخ کاشت مشخص گردیده است. همانطوریکه از شکل‌ها مشخص است در تاریخ کاشت اول اوج عملکرد در واحد سطح با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در مترمربع حاصل و پس از آن کاهش نشان می‌دهد. چنین روندی در تاریخ کاشت پانزده خرداد نیز مشاهده گردید اما در تاریخ کاشت سوم اوج عملکرد در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع بوده و به نظرمی رسد که هنوز امکان افزایش عملکرد با افزایش تراکم وجود دارد. در این ارتباط بوکات (۱۹۹۰) بیان می‌دارد جهت اجتناب از کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت دیر افزایش تراکم گیاهی بالاتر از حد معمول تاریخ‌های کاشت متعارف ممکن است از طریق تعداد گیاه بیشتر باعث جبران کاهش عملکرد تک بوته گردد و از اینرو عملکرد را در واحد سطح افزایش دهد. باتوجه به اینکه افزایش تراکم گیاهی میزان تجمع وزن خشک اندامهای هوایی گیاه در واحد سطح را بخاطر 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. از آنجاکه روند تغییرات عملکرد بیولوژیکی همسوی با عملکرد دانه است به نظر می‌رسد که در تاریخ‌های کاشت اول و پانزدهم خرداد با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در مترمربع هنوز رقابت بین گیاهی محسوس نبوده و در حقیقت رقابت درون گیاهی غالب باشد که این امر باعث کاهش عملکرد تک بوته گردیده اما عملکرد در واحد سطح را کاهش نداده است ولی در تاریخ کاشت چهارم تیر رقابت بین بوته‌ای در تراکم ۶۰ بوته نیز ناچیز بوده و از اینرو علیرغم کاهش عملکرد تک بوته افزایش تعداد بوته باعث افزایش عملکرد گردیده است. کاهش رقابت بین بوته‌ای در تاریخ کاشت سوم را می‌توان به ارتفاع کمتر گیاهان در این تیمار (جدول ۲) و عدم محدودیت منابع مواد غذایی ارتباط داد.

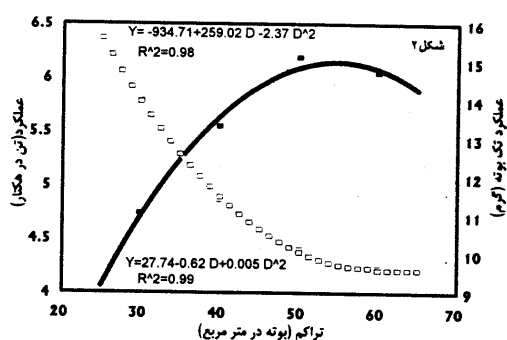
تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱ درصد سبب تاثیر معنی‌داری بر تعداد گره در گیاه گردید در عین حال تراکم و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر این فاکتور تاثیر نداشتند (جدول ۱)

تاریخ کاشت در واحد سطح و در تک بوته است که بطور جداگانه برای هر تاریخ کاشت مشخص گردیده است. همانطوریکه از شکل‌ها مشخص است در تاریخ کاشت اول اوج عملکرد در واحد سطح با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در مترمربع حاصل و پس از آن کاهش نشان می‌دهد. چنین روندی در تاریخ کاشت پانزده خرداد نیز مشاهده گردید اما در تاریخ کاشت سوم اوج عملکرد در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع بوده و به نظرمی رسد که هنوز امکان افزایش عملکرد با افزایش تراکم وجود دارد. در این ارتباط بوکات (۱۹۹۰) بیان می‌دارد جهت اجتناب از کاهش عملکرد در تاریخ‌های کاشت دیر افزایش تراکم گیاهی بالاتر از حد معمول تاریخ‌های کاشت متعارف ممکن است از طریق تعداد گیاه بیشتر باعث جبران کاهش عملکرد تک بوته گردد و از اینرو عملکرد را در واحد سطح افزایش دهد. باتوجه به اینکه افزایش تراکم گیاهی میزان تجمع وزن خشک اندامهای هوایی گیاه در واحد سطح را بخاطر شاخص برگ بیشتر که منتج به جذب تشعشع خورشیدی

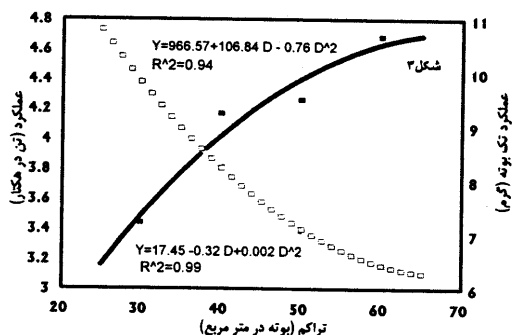
در غلاف، افزایشی معادل ۹ درصد رانسبت به تاریخ کاشت اول داشت.



شکل ۱

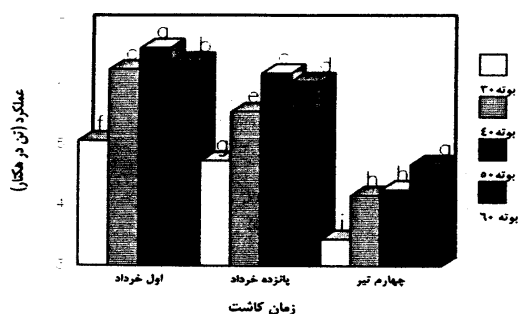


شکل ۲



شکل ۳

اشکال ۱، ۲ و ۳، به ترتیب روند تغییرات عملکرد در واحد سطح و بوته با تراکم در تاریخ های کاشت اول، دوم و سوم



شکل ۴- اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه در واحد سطح

عدم تاثیر تراکم بر تعداد گره در گیاه توسط دیگران نیز گزارش شده است (۷). میانگین های تعداد گره در تاریخ های کاشت مختلف نشان می دهد که این فاکتور در تاریخ کاشت اول و پانزدهم خرداد تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشته اما در تاریخ کاشت چهارم تیر این تفاوت از نظر آماری معنی دار گردید (جدول ۲) بطوریکه متوسط تعداد گره در ساقه اصلی در اول خرداد و در چهارم تیر به ترتیب ۸/۹ و ۸/۱ بود. رنجبر (۱۳۶۶) نیز در آزمایش خود تفاوت تعداد گره در ساقه اصلی در تاریخ های کاشت مختلف را گزارش نموده است. کاهش تعداد گره در ساقه اصلی می تواند به کوتاهی دوره رشد همچنین تسریع گلدهی تحت روزهای کوتاه در تاریخ کاشت سوم که منتج به پایان سریع دوره رویشی گیاه گردیده و از این طریق نیز کوتاه شدن گیاه را (جدول ۲) باعث می گردد ارتباط داده شود. بالا بودن تعداد گره در دو تاریخ کاشت اول و پانزدهم خرداد را می توان مزیتی برای این تیمارها جهت عملکرد بالاتر در نظر گرفت. برودان و همکاران (۱۹۷۸) کاهش عملکرد دانه ارقام سویا را به کوتاه بودن و داشتن تعداد گره کمتر مرتبط دانسته اند. تاریخ کاشت و تراکم بر تعداد غلاف در هر گره در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی داری داشتند. میانگین های تعداد غلاف در گره (جدول ۲) نشان می دهند که بالاترین تعداد غلاف در گره در اول خرداد و معادل ۳/۳ بود. تعداد بالای غلاف در گره در کاشت سوم و همتراز تاریخ کاشت اول می تواند به تعداد گره کمتر، در این تاریخ کاشت ارتباط داشته باشد. با افزایش تراکم از ۳۰ به ۶۰ بوته تعداد غلاف در گره کاهش یافت (جدول ۲) بطوریکه تراکم ۳۰ بوته با داشتن ۳/۸ غلاف در گره بیشترین و به ترتیب حدود ۲۰، ۳۴ و ۴۴ درصد بیشتر از تراکم های ۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در متر مربع را دارا بود. کاهش تعداد غلاف در هر گره ممکن است حاصل رقابت برون گیاهی منتج از افزایش تراکم باشد. شیر اسماعیلی (۱۳۷۴) نیز تغییر در تعداد گره را باعث تغییر در تعداد غلاف ساقه اصلی دانسته، که از این طریق می تواند بر عملکرد تاثیر بگذارد.

تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت اما تحت تاثیر تراکم قرار نگرفت. میانگین های تعداد دانه در غلاف در تاریخ های کاشت مختلف نشان داد که با تاخیر در کاشت تعداد دانه در غلاف افزایش می یابد بطوریکه تاریخ کاشت سوم (چهارم تیرماه) با ۲/۴ دانه

کم بودن ماده فتوسنتزی که بصورت عملکرد بیولوژیکی کمتر (حاصل دوره رشد کوتاه‌تر) نیز خود را نشان می‌دهد و انطباق مراحل زایشی تاریخ کاشت آخر با شرایط آب و هوایی نامساعدتر نسبت به تاریخ‌های کاشت اول باشد. محققین دیگر (۱۰) نیز کاهش وزن دانه را با تاخیر در کاشت گزارش کرده‌اند.

تاریخ کاشت و تراکم در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم در سطح احتمال ۵ درصد بر روی ارتفاع گیاه تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱) بیشترین ارتفاع در تراکم ۶۰ و کمترین ارتفاع در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و به ترتیب در تاریخ‌های کاشت اول و سوم حاصل گردید. وبر و همکاران (۱۹۹۶) زیاد شدن ارتفاع با افزایش تراکم را به فزونی رقابت برای نور در تراکم‌های بالا مرتبط دانسته‌اند. بنظر می‌رسد کاهش ارتفاع در تاریخ کاشت آخر علاوه بر کوتاهی دوره رشد، بخاطر طول روزهای کوتاه بوده که باعث تسریع در گلدھی و در نتیجه توقف رشد ساقه اصلی و کم شدن ارتفاع گیاه گردیده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تاثیر معنی‌دار تاریخ کاشت، تراکم و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع اولین گره باردار از سطح زمین بود (جدول ۱). نظر به اهمیت این فاکتور در برداشت مکانیزه و جلوگیری از ضایعات محصول در حین برداشت استنباط می‌گردد که تراکم‌های بالا تا حد مطلوب، هم از طریق افزایش عملکرد و هم از طریق افزایش ارتفاع اولین گره باردار باعث کاهش مشکلات در برداشت مکانیزه می‌گردد. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که لازم است به منظور حصول به عملکردی قابل قبول و مطمئن و همچنین جلوگیری از ضایع شدن محصول، تراکم را در تاریخ‌های کاشت دیر بالاتر از حد متعارف تاریخ کاشت مناسب در نظر گرفت که با نتایج آزمایشات دیگر همسو است (۱۴).

عملکرد دانه حاصل خصوصیات متفاوتی است که تحت عنوان اجزاء عملکرد معرفی شده‌اند. این اجزاء دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه هستند، و به لحاظ اینکه کمتر از عملکرد تحت تاثیر عوامل اقلیمی می‌باشند، معیارهای مناسبی برای توجیه تغییرات عملکرد خواهند بود. بنابراین سهم خصوصیات مختلف گیاه (تعداد گره، تعداد غلاف در هر گره، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صد دانه) و تعیین اثر فاکتورهای مورد مطالعه (تاریخ کاشت و تراکم) بر آنها در این تحقیق نیز مورد بررسی

تاریخ کاشت، تراکم و اثرات متقابل تاریخ کاشت و تراکم سبب ایجاد اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر روی وزن صد دانه گردید (جدول ۱). وزن صد دانه بطور معنی داری تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت بطوریکه با تاخیر در کاشت روندی نزولی در آن مشاهده گردید (جدول ۲) تاریخ کاشت اول خرداد بامتوسط ۱۵/۸ گرم برای هرصد بذرنسبت به تاریخ کاشت پانزدهم خرداد و چهارم تیر با وزن صد دانه ۱۴/۸ و ۱۳/۱ گرم افزایشی معادل ۷ و ۲۱ درصد را نشان داد. بیتی و همکاران (۱۹۸۲) نیز نشان داده‌اند که وزن دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت، سال و اثرات متقابل تاریخ کاشت و سال قرار گرفته و وزن دانه با تاخیر در کاشت در تمام ارقام مورد استفاده در آزمایش بطور مشخص کاهش می‌یابد. کارتر و هوپر (به نقل از ۵) اظهار می‌دارند که شرایط فصلی در تغییرات اندازه دانه سویا نقش مهمی دارد یکی از این شرایط، مرحله نمو گیاه در رابطه با آب و هوا می‌باشد. در اثر گلدھی زود و تشکیل غلاف‌های زودتر از موقع، گیاه با حذف فیزیولوژیکی اندامهای خود، تعداد غلافی را که می‌تواند داشته باشد ننگه می‌دارد. بنابراین اگر در طی مدت گلدھی شرایط نامساعد شود، تعداد دانه کمتری تشکیل می‌شود و بدلیل عدم تغذیه مناسب، دانه‌ها ریز باقی می‌مانند و برعکس شرایط مناسب تغذیه، باعث تولید بذور درشتتری می‌گردد. بنظر می‌رسد که کاهش وزن صد دانه در تاریخ کاشت آخر نیز بدلیل برخورد دوره گلدھی این تیمار با درجه حرارتهای بالا باشد. با افزایش تراکم، وزن صد دانه کاهش یافت و این روند تا تراکم ۵۰ بوته در مترمربع ادامه یافت و سپس ثابت ماند. کاهش وزن صد دانه با افزایش تراکم توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۱۴). عدم کفایت مواد فتوسنتزی در دوره پر شدن دانه در تراکم‌های بالا ممکن است دلیلی برای کاهش وزن صد دانه با افزایش تراکم باشد. بیشترین وزن صد دانه در تراکم ۳۰ بوته و در تاریخ کاشت اول بدست آمد که نسبت به پائین‌ترین مقدار آن در تراکم ۶۰ بوته در تاریخ کاشت آخر (۱۲/۷ گرم) افزایشی معادل ۲۸ درصد را نشان می‌دهد. اگر چه وزن صد دانه بطور عمده متاثر از میزان مواد فتوسنتزی، تعداد دانه و ظرفیت هر دانه می‌باشد، اما ژنوتیپ و شرایط آب و هوایی طی دوره رشد و نمو گیاه نیز بر آن موثرند از این رو بنظر می‌رسد که کاهش وزن صد دانه در تاریخ کاشت آخر می‌تواند به علت

می‌گردد که تاریخ کاشت بطور معنی‌داری، از طریق تعداد گره در گیاه و تراکم از طریق تغییر تعداد ساقه‌های اصلی موجود در واحد سطح عملکرد را تحت تاثیر قرار داده، باعث نوسانات آن می‌گردند.

جدول ۳ - سهم اجزاء عملکرد در عملکرد سویا (رقم هابیت)

ضریب تبیین	معادلات
0.57	$Y = -2.8 + 533(n/p)$
0.86	$Y = -249.9 + 56.3(n/p) + 4.8(k)$
0.92	$Y = -631.5 + 21.6(n/p) + 5.3(k) + 48.4(w)$
0.97	$Y = 109.1 - 9.9(n/p) - 0.4(k) + 86.4(w) - 156.5(p/n)$

$Y = \text{Seed yield (g/m}^2\text{)}$
 $(n/p) = \text{nods per plant}$
 $(k) = \text{Plants per m}^2$
 $(w) = 100 \text{ Seeds weight (gr)}$
 $(p/n) = \text{pods per nod}$

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با تاخیر در کاشت، ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین گره باردار از سطح زمین کاهش یافت در صورتیکه با افزایش تراکم روندی افزایشی برای این دو صفت مشاهده گردید. تاخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد دانه گردید، در عین حال، با افزایش تراکم تا ۵۰ بوته در مترمربع میزان عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت اول و پانزدهم خرداد بیشتر شد و در تاریخ کاشت چهارم تیر ۳۲ درصد کاهش عملکرد نسبت به تاریخ کاشت اول خرداد داشت. بطور کلی در شرایط اقلیمی اصفهان در صورتیکه کاشت سویا (رقم هابیت) در نیمه اول خرداد انجام پذیرد با تراکم ۵۰۰ هزار بوته در هکتار می‌توان به بالاترین عملکرد دانه رسید و با تاخیر در کاشت، تراکم مطلوب افزایش یافته و در اوایل تیر به ۶۰۰ هزار بوته در هکتار و یا بالاتر می‌رسد. قرار گرفتن این رقم سویا در کشت دوم و در سیکل تناوب زراعی منطقه نیز به نظر امکان پذیر می‌رسد.

قرار گرفت. جهت تعیین سهم هر کدام از اجزاء عملکرد در عملکرد دانه سویا از روش رگرسیون گام به گام جلو رونده استفاده شد. عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته و اجزاء عملکرد به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. نتیجه رگرسیون برای هر تاریخ کاشت، حاکی از وارد شدن تعداد بوته در واحد سطح به عنوان تنها متغیر ورودی به مدل بود بطوریکه در هر تاریخ کاشت تعداد بوته در واحد سطح با ضریب تبیین بالا (۹۸ درصد) تغییرات عملکرد را توجیه می‌کرد، اما مدلی که هر سه تاریخ کاشت با تراکم‌های مختلف را در برداشت در جدول ۳ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد اولین جزئی که وارد مدل گردید، تعداد گره در گیاه بود که با داشتن ضریب تبیین ۵۷ درصد بیشترین میزان تغییرات عملکرد را توجیه کرد، نظر به تفاوت تعداد گره در تاریخ‌های کاشت مختلف و در نتیجه غلاف‌های تولیدی در هر گره و در کل گیاه، بنظر می‌رسد که تعداد گره از طریق تاثیر بر میزان تعداد غلاف قسمت عمده‌ای از تغییرات عملکرد را باعث می‌گردد. دومین خصوصیت که بعد از تعداد گره در گیاه وارد مدل شد، تعداد بوته در واحد سطح بود که با ضریب تبیین ۲۹ درصد، میزان توجیه تغییرات عملکرد را به ۸۶ درصد رسانید. تاثیر تراکم بوته بر عملکرد از این جهت حائز اهمیت است که با افزایش تراکم گیاهی، تعداد ساقه اصلی و در نتیجه عملکرد در واحد سطح را افزایش می‌دهد. سومین خصوصیتی که وارد مدل شد، وزن صد دانه بود که با ورود به مدل ضریب تبیین آن را به ۹۲ درصد رسانید. شجاعی (۱۳۷۴) نیز در این ارتباط وزن صد دانه را بعنوان یکی از متغیرهای ورودی به مدل عملکرد، معرفی می‌کند. از آنجائیکه در تاریخ‌های کاشت مختلف وزن صد دانه بطور معنی‌داری تغییر می‌کند لذا از این بابت این خصوصیت نیز وارد مدل گردید و مقداری از تغییرات عملکرد را توجیه کرد. آخرین خصوصیت ورودی به مدل تعداد غلاف در هر گره بود که ضریب تبیین معادله را به ۹۷ درصد رسانید. بطور کلی چنین استنباط

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

- احمدی، م. ر. و ج. دانشیان. ۱۳۷۷. چکیده نتایج سه دهه تحقیقات به نژادی و به زراعی گیاه روغنی سویا در ایران. بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۹۴ صفحه.
- بی‌نام. ۱۳۸۱-۱۳۴۶. آمارنامه سالیانه کشت دانه‌های روغنی. شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی.

۳. خواجه پور، م. ر. ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۱۲ صفحه.
۴. خواجه پور، م. ر. و م. کریمی. ۱۳۶۶. کاربرد آمار درجه حرارت در تصمیم گیریهای زراعی. کتاب یکم. مجموعه مقالات درباره آب و خاک، کشاورزی و منابع طبیعی. مهندسين مشاور. جلد یکم. صفحات ۵۵ الی ۷۸.
۵. رنجبر، غ. ۱۳۶۶. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام سویا در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی.
۶. سعادت لاجوردی، ن. ۱۳۵۹. دانه های روغنی. انتشارات دانشگاه تهران.
۷. شجاعی نوفرست، ک. ۱۳۷۴. بررسی اثرات تراکم بوته بر خصوصیات فیزیولوژیکی، راندمان مصرف آب و اجزاء عملکرد دانه دو رقم رشد محدود و نامحدود سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی.
۸. شیراسماعیلی، ع. ۱۳۷۴. ارزیابی اثرات کود ازته و باکتری بر عملکرد، درصد روغن و پروتئین سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی.
۹. لطیفی، ن. ۱۳۷۲. زراعت سویا، زراعت، فیزیولوژی، مصارف (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۲ صفحه.
10. Beatty, K. D., I. L. Eldridge, & A. M. Simpson. jr. 1982. Soybean responds to different planting pattern and dates. *Agron. J.* (74): 859-862.
11. Board, J. E. 1985. Yield components associated with soybean yield reduction at nonoptimal planting dates. *Agron. J.* (77): 135- 140.
12. Board, J. E. & W. Hall. 1984. Premature flowering in soybean yield reduction at nonoptimal planting dates as influence by temperature and photoperiod. *Agron. J.* (76): 700- 704.
13. Board, J. & J. R. Settimi. 1986. Photoperiod effect before and after flowering on branch development indeterminate soybeans. *Agron. J.* (78): 95-2002.
14. Boquet, D. J. 1990. Plant population density and row spacing effects on soybean at post optimal planting date. *Agron. J.* (82): 59-64.
15. Brevedan, R. E., D. B. Egli, & J. E. Leggett. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. *Agron. J.* (70): 81-84.
16. Carter, T. E. jr, & H. R. Borma. 1979. Implications of genotype x planting date and row spacing interaction in double cropped soybean cultivar development. *Crop. Sci.* (19): 607-610.
17. Cooper, R. L., R. J. Martin, A. K. Walker, & A. F. Schmitthener. 1991. Registration of Hobbit soybean. *Crop Sci.*(31):231.
18. Costa, J. A., E. S. Oplinger, & J. W. Pendelton. 1980. Response of soybean cultivars to planting pattern. *Agron. J.*(72):153-156.
19. Dominguez. & D. J. Hume. 1978. Flowering, abortion and yield of early maturing soybeans at three densities *Agron. J.*(70): 801- 805.
20. Ethredge. jr. W. J., D. A. Ashley, & J. M. Woodruff. 1989. Row spacing and plant population effects on yield components of soybean. *Agron. J.*(81): 947- 951.
21. Hoggard, J., C. Shannon, & D. R. Johnson. 1978. Effect of plant population on yield and height characteristics in determinate soybeans. *Agron. J.* (70): 1070- 1072.
22. Johnson, B. J. & R. L. Bernard. 1962. Soybean genetics and breeding. *Adv. Agron.* (14): 149-221.
23. Johnson, B. J. & H. B. Harris. 1967. Influence of plant population on yield and other characteristics of soybean. *Agron. J.* (59): 447-450 .
24. Lneschew, W.e. & D. R. Hicks. 1977. Influence of plant population of field performance of three soybean cultivars. *Agron. J.* (69): 390-393.
25. Parker, M. B., W. H. Machant, & B. J. Mullinix. jr. 1981. Date of planting and row spacing effects on four soybean cultivars. *Agron. J.* (73): 759- 672.
26. Parvez. M. A. Q. & F. P. Gardner. 1987. Daylength and sowing date responses of soybean lines with “ Juvenile” trait. *Crop. Sci.* (27): 305-310.

27. Parvez, A. Q., F. P. Gardner, & K. J. Boote. 1989. Determinate and indeterminate- type soybean cultivars response to pattern, density and planting date. *Crop. Sci.* (29): 150-157.
28. Pfeiffer, T. W. & D. Pilcher. 1987. Effect of early and late flowering on agronomic traits of soybean at different planting dates. *Crop Sci.* (27): 108-112.
29. Sanford, J. O. 1982. Straw and tillage management practices in soybean- wheat double-cropping. *Agron. J.* (74):1032-1035.
30. Torrie, J. H. & G. M. Briggs. 1955. Effect of planting date on yield and other characteristics of soybean. *Agron. J.* (47):210-212.
31. Weaver, D. B., R. L. Akridge, & C. A. Thomas. 1991. Growth habit, planting date and row spacing effects on late Planted soybeans. *Crop Sci.* (31): 805- 810.
32. Weber, C. R., R. M. Shibles, & D. E. Byth. 1996. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agron. J.* (58): 99- 102.
33. Wilcox, J. R. 1974. Response of three soybean strains to equidistant spacing. *Agron. J.* (66):409-412.

Effect of plant Density and Planting Date on Agronomic Characteristics, Yield and Yield Components in Soybean

**H. R. KHADEMHAMZEH¹, M. KARIMIE², A. REZAI³
AND M. AHMADIE⁴**

**1, Scientific Member, Fars Agricultural Research Center
2, 3, 4, Former Associated Professor, Professor and Former Assistant Professor,
Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology**

Accepted, Oct. 1, 2003

SUMMARY

In order to determine the optimum plant density in soybean at different planting dates, Hobbit cultivar was planted with four different densities (30, 40, 50 and 60 plants/m²) at three dates (May 22, June 5 and 25) during 1994 in Isfahan University of Technology Research Station. A completely Randomized block design was used with a split-plot arrangement. Main plots represented plant densities while sub-plots planting dates. The treatments were replicated four times. The traits studied were seed yield, yield components, biological yield, harvest index, plant height and height to first node. Experimental results showed that delayed planting caused a decrease in plant height, as well as height to the first nod. An increase in plant density caused increase in the above parameters. Grain yield decreased with delay in planting date but increased with increasing plant density up to 50 plants/m² on dates May 22 and June 5. Further increase in plant density caused a decrease in grain yield. The overall results suggest that, under Isfahan climatic conditions planting dates between mid May to early June at a plant density of 50 plants/m² can result in highest grain yield, but by delay in planting date till late June the highest grain yield would be achieved through a plant density of, at least, 60 plants/m². It appears that planting soybean as a second crop in a rotational cycle may result in a favorable yield as well as cost- benefit efficiency.

Key words: Soybean, Planting date, Density, Yield, Yield components, Harvest index