

اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم سویا در منطقه ساری

مهدی عشری^۱، قربان نورمحمدی^۱، حسین یزدپور^{۲*}، سلمان دستان^۳، اسماعیل یساری^۳

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم سویا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در شرایط آب و هوایی ساری اجرا شد. فاکتورها شامل فاصله بین ردیف در دو سطح ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر و رقم‌های سحر و ساحل بودند. نتایج نشان داد که اثر فاصله بین ردیف، بوته، رقم، اثرات متقابل فاصله بین ردیف و رقم، فاصله بین ردیف و فاصله بوته و هم‌چنین اثر متقابل سه‌گانه فاصله بین ردیف و فاصله بوته و رقم روی عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه و عملکرد پروتئین دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. رابطه بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مثبت، ولی رابطه هر دو با درصد روغن منفی بود. افزایش فاصله روی ردیف منجر به افزایش تعداد غلاف در بوته و نیز شاخص برداشت گردید، اما درصد پروتئین را کاهش داد، در حالی که افزایش فاصله ردیف موجب کاهش وزن صد دانه و افزایش شاخص برداشت گردید. حداکثر عملکرد دانه معادل ۵۶۸۱ کیلوگرم در هکتار در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد. رقم ساحل در فاصله بوته ۵ سانتی‌متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر دارای بیشترین عملکرد دانه (۶۵۶۹ کیلوگرم در هکتار) بود و این رقم در فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر کمترین عملکرد دانه (۳۴۸۰ کیلوگرم در هکتار) را داشت، با این حال بیشترین درصد روغن (۵۴/۵۷ درصد) با فاصله بوته ۱۵ سانتی‌متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر در رقم سحر به دست آمد. به طور کلی فواصل بین و روی ردیف و هم‌چنین نوع رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در شرایط آب و هوایی منطقه ساری مؤثر بوده، به طوری که هر رقم در یک تراکم معین توانست تولید بالایی را حاصل نماید.

واژه‌های کلیدی: سویا، فاصله کاشت، رقم، عملکرد دانه.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۴

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه صنایع غذایی، مازندران، ایران.

۳- استادیار دانشگاه پیام نور، بخش کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران.

* نویسنده مسئول: hossein_yazdpoor@yahoo.com

مقدمه

کاشت سویا در تراکم کم می‌تواند منجر به افزایش تعداد ساقه‌های فرعی در عملکرد شود، به طوری که در تراکم‌های زیاد، سهم شاخه‌های فرعی بین ۱۴ تا ۵۷ درصد و تراکم‌های پایین سهم شاخه‌های فرعی در عملکرد نهایی به ۴۷ تا ۷۴ درصد می‌رسد (Jason and Emerson, 2005). شریکیان و بابائیان (Sharikian and Babaian, 2000) دریافتند که با افزایش تراکم کاشت، ارتفاع گیاه سویا و فاصله اولین غلاف از سطح زمین افزایش یافت، ولی صفاتی مانند قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی کاهش یافت. همچنین با افزایش تراکم بوته، درصد روغن دانه سویا کاهش و درصد پروتئین افزایش یافت. استفان و همکاران (Stefan et al., 2004) بیان کردند که تراکم کاشت زیاد منجر به افزایش ارتفاع کانوپی سویا شده و این امر می‌تواند در مراحل ۵۶ تا ۸۴ روز بعد از کاشت منجر به ورس گردد. هولشوسر و ویتاکر (Holshouser and Wittaker, 2002) گزارش کردند که با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت و افزایش تراکم در سویا، ارتفاع تشکیل اولین غلاف و اولین شاخه فرعی از سطح خاک افزایش یافت. با افزایش تراکم بوته رقابت بین بوته‌ها برای استفاده از منابع موجود افزایش یافته و چون منابع موجود برای استفاده از آنها محدود است، در نتیجه تولید غلاف در ساقه اصلی کاهش می‌یابد. ضمن این که تولید شاخه‌های فرعی و تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی نیز کاهش خواهد یافت (Khademhamzeh et al., 2004; Latifi, 1993). کاهش تعداد غلاف با تأخیر در کاشت می‌تواند به علت برخورد دوره گلدهی تاریخ‌های کاشت آخر با شرایط حرارتی نامطلوب و در نتیجه حذف اندام‌های زایشی تا حد تعادل فیزیولوژیکی باشد. خواجهویی‌نژاد و همکاران (Khajouienejad et al., 2004) گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، ارتفاع بوته، فاصله میانگره و شاخص سطح برگ سویا افزایش یافت، ولی تعداد گره در ساقه اصلی، وزن خشک بوته و طول ریشه کاهش یافت. کوبر و ولدنگ (Cober and Voldeng, 2000) بیان داشتند که افزایش تراکم بوته باعث کاهش میزان روغن و افزایش پروتئین دانه سویا شد. به گزارش گان و همکاران (Gan et al., 2002) در کلیه ژنوتیپ‌های سویای مورد بررسی، با افزایش تراکم کاشت عملکرد دانه به علت افزایش تعداد غلاف یا تعداد دانه در واحد سطح افزایش یافت. کثیری

و همکاران (Kasiri et al., 2006) در بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سه رقم سویا گزارش نمودند که با افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه کاهش یافت. بوور و همکاران (Bowers et al., 2000) اعلام نمودند که در سویا فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر یا کمتر، به طور معمول عملکرد بیشتری نسبت فاصله بین ردیف ۷۵ تا ۱۰۰ سانتی‌متر تولید شد. در این رابطه نیز بال و همکاران (Ball et al., 2001) با مطالعه پنج سطح از تراکم بوته سویا (از ۶ تا ۱۳۴ بوته در مترمربع) دریافتند که با افزایش بوته در واحد سطح، عملکرد در تک بوته کاهش، ولی در واحد سطح افزایش یافت و علت آن را بسته شدن سریع کانوپی گیاه و حداکثر استفاده از نور بیان کردند. بوهرینگ و همکاران (Buehring et al., 2003) با بررسی دو وارسته سویا و فاصله بین ردیف ۲۴/۱۳ و ۴۸/۲۶ سانتی‌متر و تراکم کاشت ۱۱۶/۷۲، ۲۳۳/۴۵ و ۳۵۰/۱۷ بوته در هکتار دریافتند که فاصله بین ردیف روی تکمیل کانوپی، تعداد شاخه در گیاه، قطر ساقه و ارتفاع بوته تأثیری نداشت و هر دو وارسته در تراکم ۵۵۰۰۰ بوته در ایگر، ساقه کوتاه‌تر، قطر بیشتر، شاخه‌های بیشتر و عملکرد پایین‌تری نسبت به تراکم ۱۱۰۰۰۰ و ۱۶۵۰۰۰ بوته در ایگر داشتند. آرایش کاشت مربعی و توزیع یکنواخت بوته‌های سویا سبب استفاده مؤثر از منابع و تأخیر در زمان رقابت درون گونه‌ای خواهد شد که این امر باعث انتشار بهتر نور در کانوپی گیاه شده و جذب خالص نور را بالا خواهد برد (Ball et al., 2001). در رابطه با درصد پروتئین و درصد روغن دانه سویا، واسیلیا و همکاران (Vasilias et al., 2004) بیان داشتند که افزایش تراکم کاشت سبب اختلاف در مقدار روغن و پروتئین ارقام می‌شود.

با توجه به این که رقم و تراکم مناسب از عوامل مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشد. بنابراین آزمایش با هدف تعیین بهترین فاصله بوته و ردیف کاشت دو رقم سویای ساحل و سحر در شرایط آب و هوایی ساری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۱ درجه شرقی با ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۶، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل با سه تکرار اجرا گردید. عوامل مورد آزمون شامل فاصله بین

فاصله بین بوته ۵ سانتی متر در دو رقم سحر و ساحل (به ترتیب برابر ۵۴/۳۷ و ۵۵/۱۶ عدد) به دست آمد (جدول ۳). بال و همکاران (Ball *et al.*, 2001) اعلام کردند که افزایش تعداد گیاه سویا در واحد سطح منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته شد. زرینزاده (Zarrinzadeh, 1993) نیز گزارش کرد که در تراکم‌های کاشت بالا به دلیل افزایش رقابت برای دریافت تشعشع و عناصر غذایی تعداد گل‌های بارور در گیاه سویا کاهش یافته و از طرفی با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، فضا و عناصر غذایی برای هر گیاه کاهش پیدا کرده است و بنابراین گیاه رشد کافی نداشته و تعداد شاخه‌های جانبی نیز کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه شده است. در واقع با افزایش تراکم بوته رقابت بین بوته‌ها برای استفاده از منابع موجود افزایش یافته و چون منابع موجود برای استفاده محدود است، در نتیجه تولید غلاف در ساقه اصلی کاهش می‌یابد. ضمن اینکه تولید شاخه‌های فرعی و تعداد غلاف در شاخه فرعی نیز کاهش خواهد یافت (Khademhamzeh *et al.*, 2004; Latifi, 1993).

تعداد دانه در غلاف

این صفت از نظر آماری تنها تحت اثر رقم در سطح احتمال ۵٪ قرار گرفت (جدول ۱). تعداد دانه در غلاف در رقم سحر ۴/۲۳ درصد کمتر از رقم ساحل بود، به طوری که تعداد دانه در غلاف در رقم سحر و ساحل به ترتیب برابر ۱/۸۱ و ۱/۸۹ عدد به دست آمد (جدول ۲). ویور و همکاران (Weaver *et al.*, 1991) طی بررسی روی دو رقم سویا از گروه رسیدگی V_{II} و V_{III} نتیجه گرفتند که تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر رقم کاهش معنی‌داری نشان داد. با این وجود کوچکی و همکاران (Kouchaki *et al.*, 1991) با آزمایش‌هایی که در سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۶۸ روی ارقام مختلف سویا در شرایط آب و هوایی مشهد انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بین دو رقم هارکور و ویلیامز از نظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

وزن صد دانه

با توجه به جدول ۱، اثر فاصله بین ردیف در سطح احتمال ۵٪ و اثر رقم در سطح احتمال ۱٪ روی این صفت معنی‌دار بود. با افزایش فاصله بین ردیف، وزن صد دانه به میزان ۴/۰۴ درصد کاهش یافت، به طوری که در دو فاصله ۴۰ و ۵۰ سانتی متر به ترتیب برابر ۱۳/۳۹ و ۱۲/۸۴ گرم بود. عدم

ردیف در دو سطح ۴۰ و ۵۰ سانتی متر، فاصله بوته روی ردیف در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی متر و دو رقم سحر و ساحل بودند که ۱۲ تیمار را تشکیل دادند. خاک محل اجرای طرح دارای ۲/۴ درصد ماده آلی، ۱/۴۱ درصد کربن آلی و مقدار کل نیتروژن ۰/۱۶ درصد بود. متوسط درجه حرارت در ماه‌های خرداد، تیر مرداد شهریور و مهر به ترتیب ۲۲/۶، ۲۵/۳، ۲۷/۵، ۲۵/۴ و ۲۱/۱ درجه سلسیوس و میزان بارندگی به طور متوالی ۲۸/۵، ۹/۴، ۹/۴، ۴۰/۷ و ۲۷/۱ میلی‌متر بود. عملیات تهیه زمین با روش رایج منطقه و کوددهی به میزان ۸۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم بر پایه توصیه آزمایش خاک بوده است. در اول خرداد ماه در زمان کاشت، بذور با باکتری *Rhizobium Japonicum* تلقیح شدند و طی عملیات داشت، مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی انجام شد. همچنین برای مبارزه با کرم غلاف خوار از روش کنترل شیمیایی استفاده گردید. برای اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته و متوسط تعداد دانه در غلاف در هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و سپس میانگین‌گیری انجام شد. وزن صد دانه با شمارش ۸ نمونه ۱۰۰ تایی در هر کرت و توزین آن‌ها محاسبه گردید. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با برداشت بوته‌ها از ۴ متر مربع در هر کرت به دست آمد و سپس بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. برای به دست آوردن شاخص برداشت، عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد. جهت تعیین درصد روغن دانه از نمونه آسیاب شده دانه سویا با روش سوکسله درصد روغن و درصد نیتروژن دانه به روش کجدال به دست آمد و سپس درصد پروتئین دانه از حاصل ضرب درصد نیتروژن دانه در عدد مورد نظر تعیین گردید. داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

اثر فاصله بوته، رقم و اثر متقابل فاصله بوته در رقم روی صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد غلاف تحت اثر متقابل فاصله بین بوته ۱۵ سانتی متر در دو رقم سحر و ساحل (به ترتیب معادل ۱۵۱/۲۰ و ۱۵۳/۶۰ عدد) و کمترین تعداد آن تحت اثر متقابل

عشری و همکاران. اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم سویا در منطقه ساری

سانتی متر تولید می‌کند. افزایش تعداد گیاه سویا در واحد سطح به علت سایه اندازی بیشتر، موجب کاهش نور قابل استفاده برای هر گیاه شده و از این رو باعث کاهش عملکرد بوته می‌گردد (Boquet, 1990).

عملکرد بیولوژیک

این صفت از نظر آماری تحت اثر فاصله بوته، فاصله ردیف، اثر متقابل فاصله بوته در فاصله ردیف، رقم، اثر متقابل فاصله بوته در رقم و اثر متقابل سه گانه فاصله بوته در فاصله ردیف در رقم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). حداکثر عملکرد بیولوژیک (۱۱۹۸۰ کیلوگرم) در تیمار فاصله بوته ۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر به دست آمد و کمترین آن (۶۸۴۶ کیلوگرم) در تیمار فاصله بوته ۱۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر حاصل شد (شکل ۲). حداکثر عملکرد بیولوژیک (۱۳۵۰۰ کیلوگرم) در رقم ساحل در فاصله بوته ۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر و کمترین مقدار این صفت (۶۴۵۴ کیلوگرم) در تیمار رقم ساحل در فاصله بوته ۱۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر به دست آمد (جدول ۴). با توجه به این که عملکرد بیولوژیک حاصل جمع عملکرد دانه و کاه کلش می‌باشد، لذا تیمارهایی که بیشترین کمترین مقدار عملکرد دانه را داشتند، حداکثر و حداقل عملکرد بیولوژیک را نیز به خود اختصاص دادند. مهم‌ترین عامل در افزایش ماده خشک در فاصله بین و درون ردیف کم، تعداد بوته بیشتر در واحد سطح می‌باشد که سبب تولید ماده خشک بیشتر می‌شود. با افزایش فاصله بین بوته‌ها اگر چه تولید شاخ و برگ بیشتر می‌گردد، اما نمی‌تواند کاهش عملکرد کل ماده خشک به علت کم بودن تعداد بوته در واحد سطح را جبران کند. پژوهشگران عنوان کردند حداکثر ماده خشک کل سویا همانند عملکرد، از فاصله ردیف نزدیک به دست می‌آید (Ethredge et al., 1989; Board and Harville, 1994).

شاخص برداشت

اثر فاصله بوته، فاصله ردیف، رقم و اثر متقابل فاصله بوته در رقم روی این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش فاصله ردیف، شاخص برداشت معادل ۴/۵۹ درصد افزایش یافت، به طوری که در فاصله ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی متر به ترتیب برابر ۴۹/۲۰ و ۵۳/۰۴ درصد بود (جدول ۲). حداکثر شاخص برداشت در تیمارهایی فاصله بوته

کفایت مواد فتوسنتزی در دوره پر شدن دانه در تراکم‌های بالا ممکن است دلیلی بر کاهش وزن هزار دانه باشد. افزایش وزن صد دانه سویا با کاهش فاصله ردیف توسط کوردانیرو (Cordonnier and Johnston, 1983) و کوستا و همکاران (Costa et al., 1980) نیز گزارش شده است. وزن صد دانه رقم ساحل (۱۴/۰۷ گرم) بیشتر از رقم سحر (۱۲/۱۶ گرم) بود (جدول ۲).

عملکرد دانه

اثر فاصله بوته، فاصله ردیف، اثر متقابل فاصله بوته در فاصله ردیف، رقم، اثر متقابل فاصله بوته در رقم و اثر متقابل سه گانه فاصله بوته در فاصله ردیف در رقم روی عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). حداکثر عملکرد دانه (۵۶۸۱ کیلوگرم) در تیمار فاصله بوته ۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر و کمترین آن (۳۷۱۵ کیلوگرم) در تیمار فاصله بوته ۱۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر به دست آمد (شکل ۱). با توجه به جدول ۴، حداکثر عملکرد دانه (۶۵۶۹ کیلوگرم) در رقم ساحل در فاصله بوته ۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر و کمترین مقدار آن (۳۴۸۰ کیلوگرم) در همین رقم در فاصله بوته ۱۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر تولید شد (جدول ۴). حداکثر عملکرد در فاصله ردیف کم می‌تواند به علت بالاتر بودن تعداد بوته در واحد سطح و به دنبال آن تعداد غلاف و تعداد دانه بیشتر باشد. کاهش فاصله بین و درون ردیف، اگرچه ممکن است سبب کاهش عملکرد تک بوته شود، اما این کاهش عملکرد تک بوته به اندازه‌ای نیست که بتواند سبب کمتر شدن عملکرد در واحد سطح شود. ارقام سویا که کمترین کاهش عملکرد تک بوته را نسبت به کاهش فاصله بین بوته و بین ردیف نشان می‌دهند، مناسب‌ترین ارقام برای به‌دست آوردن حداکثر محصول در کاشت با فاصله کم می‌باشند. هر چند عملکرد تک بوته در فاصله ردیف کم، کمتر از فاصله ردیف‌های پهن می‌باشد، اما در واحد سطح، فاصله ردیف کم، نسبت به فاصله ردیف زیاد از نظر عملکرد برتری داشته است (Board and Harville, 1994; Fernaldo, 2003). بوزور و همکاران (Bowers et al., 2000) نیز بیان کردند که در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر، سویا به طور معمول عملکرد بیشتری نسبت فاصله ۷۵ تا ۱۰۰

درصد پروتئین دانه

این صفت از نظر آماری تحت اثر فاصله بوته در سطح احتمال ۰.۵٪ و تحت اثر رقم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱). با افزایش فاصله بوته، درصد پروتئین دانه به میزان ۱/۸۲ درصد کاهش یافت، به طوری که بیشترین و کمترین درصد پروتئین به ترتیب در فاصله بوته ۵ و ۱۵ سانتی متر (معادل ۳۸/۰۷ و ۳۷/۳۹ درصد) حاصل شد. واسیلیا و همکاران (Vasilia et al., 2004) بیان کردند که درصد پروتئین دانه در ارقام سویا تحت تأثیر تراکم کاشت قرار می گیرد. درصد پروتئین دانه رقم سحر ۳۸/۱۱ درصد بیشتر از رقم ساحل (۳۷/۴۰ درصد) بود (جدول ۲). هنسون و هانسون (Hinsion and Hanson, 1962) دریافتند که در بعضی از واریته های سویا با افزایش فاصله کشت درصد پروتئین کاهش می یابد.

به طور کلی از یافته های این تحقیق می توان نتیجه گرفت که فواصل بین و روی ردیف و هم چنین نوع رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در شرایط آب و هوایی منطقه ساری مؤثر بوده، به طوری که هر رقم در یک تراکم معینی (با فاصله بین و روی ردیف) می تواند تولید بالایی را حاصل نماید. حداکثر عملکرد دانه از رقم ساحل با فاصله بین ردیف کاشت ۴۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی متری حاصل شد. قابل ذکر است که استفاده از فواصل کاشت نزدیک که باعث کاهش عملکرد در تک بوته، ولی افزایش عملکرد در واحد سطح می شود، می تواند روش مناسبی برای استفاده از حداکثر منابع محیط و در نهایت بیشترین مقدار عملکرد باشد. با این حال، بیشترین درصد روغن دانه سویا در فاصله بوته ۱۵ سانتی متر و فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر حاصل گردید.

۱۵ سانتی متر در دو رقم سحر و ساحل (به ترتیب برابر ۵۳/۳۸ و ۵۲/۷۱ درصد) و کمترین آن در تیمارهای فاصله بوته ۵ سانتی متر در رقم سحر (۴۶/۹۶ درصد) به دست آمد. این تفاوت مربوط به نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می باشد. در این خصوص عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک افزایش بیشتری داشت، بنابراین میزان شاخص برداشت رقم سحر در فاصله بوته ۱۵ سانتی متری در سطح بالاتری قرار گرفته است (جدول ۳). بعضی از پژوهشگران عنوان کردند که با افزایش فاصله بین ردیف، شاخص برداشت سویا کم می شود و حداکثر شاخص برداشت از فاصله بین ردیف کمتر به دست می آید (Board et al., 1990; Bullock et al., 1998).

درصد روغن دانه

درصد روغن دانه تنها تحت اثر متقابل سه گانه فاصله بوته در فاصله ردیف در رقم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین درصد روغن (۵۴/۵۷ درصد) در رقم سحر در فاصله بوته ۱۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۵۰ سانتی متر و کمترین مقدار این صفت (۴۵/۷۶ درصد) در همین رقم در فاصله بوته ۵ سانتی متر در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر به دست آمد (جدول ۴). واسیلیا و همکاران (Vasilia et al., 2004) بیان داشتند که تراکم سبب اختلاف در مقدار درصد روغن ارقام سویا می شود. هم چنین کیلن (Kilen, 1991) بیان کرد که درصد روغن سویا تحت تأثیر رقم قرار گرفت. خواجهویی نژاد و همکاران (Khajouienejad et al., 2005) نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، درصد روغن دانه سویا کاهش و درصد پروتئین دانه افزایش می یابد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر فاصله بوته و ردیف بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا.

Table 1. Analysis of Variance for effect of plant and row distance on yield and yield components of soybean cultivars.

| S.O.V. | D.F. | Number of pods per plant | Number of seeds per pod | 100-seed weight | Grain yield | Biological yield | Harvest Index | Oil percentage | Protein percentage |
|--------------------|------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Replication | 2 | 199.94 ^{ns} | 0.002 ^{ns} | 168.65 ^{ns} | 127418.13 ^{ns} | 451125.78 ^{ns} | 3.42 [*] | 0.32 ^{**} | 0.61 ^{ns} |
| Plant distance (a) | 2 | 28844.74 ^{**} | 0.007 ^{ns} | 169.89 ^{ns} | 1644181.04 ^{**} | 13175792.50 ^{**} | 73.46 ^{**} | 0.10 ^{ns} | 1.39 [*] |
| Row distance (b) | 1 | 211.17 ^{ns} | 0.007 ^{ns} | 272.91 [*] | 9710973.33 ^{**} | 54945898.23 ^{**} | 46.10 ^{**} | 0.04 ^{ns} | 0.11 ^{ns} |
| axb | 2 | 95.80 ^{ns} | 0.008 ^{ns} | 108.54 ^{ns} | 1687065.54 ^{**} | 6119075.97 ^{**} | 0.20 ^{ns} | 0.11 ^{ns} | 0.12 ^{ns} |
| Cultivar (c) | 1 | 1060.43 ^{**} | 0.056 [*] | 3287.11 ^{**} | 1734506.684 ^{**} | 3563272.23 ^{**} | 20.76 ^{**} | 0.02 ^{ns} | 4.54 ^{**} |
| axc | 2 | 4634.11 ^{**} | 0.010 ^{ns} | 67.25 ^{ns} | 3045406.71 ^{**} | 8504696.22 ^{**} | 10.80 ^{**} | 0.00 ^{ns} | 0.47 ^{ns} |
| bxc | 1 | 223.25 ^{ns} | 0.002 ^{ns} | 47.01 ^{ns} | 91974.70 ^{ns} | 227220.50 ^{ns} | 0.56 ^{ns} | 0.07 ^{ns} | 0.22 ^{ns} |
| axbxc | 2 | 3.00 ^{ns} | 0.003 ^{ns} | 35.66 ^{ns} | 771124.30 ^{**} | 2321743.20 ^{**} | 1.79 ^{ns} | 0.09 [*] | 0.20 ^{ns} |
| Error | 22 | 249.90 | 0.009 | 62.46 | 57974.56 | 206374.51 | 0.89 | 0.05 | 0.34 |
| C.V. (%) | - | 15.66 | 5.21 | 6.03 | 5.26 | 4.98 | 1.88 | 1.05 | 1.55 |

ns, *, **: Not significant, significant at 5 % and 1 % levels of probability, respectively.

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر فاصله بوته و ردیف روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم سویا

Table 2. Mean comparison for plant and row distance effect on yield and yield components of soybean cultivars

| Treatment | Seed numbers per pod | 100 seed weight (g) | Harvest index (%) | Protein percentage |
|----------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Plant distance | | | | |
| 5 cm | | | | 38.07 ^a |
| 10 cm | | | | 37.78 ^{ab} |
| 15 cm | | | | 37.39 ^b |
| Row distance | | | | |
| 40 cm | | 13.39 ^a | 49.20 ^b | |
| 50 cm | | 12.84 ^b | 51.46 ^a | |
| Cultivar | | | | |
| Sahar | 1.81 ^b | 12.16 ^b | | 38.11 ^a |
| Sahel | 1.89 ^a | 14.07 ^a | | 37.40 ^b |

*: میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

*: Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level.

جدول ۳- اثر متقابل فاصله بوته و رقم بر برخی صفات اندازه‌گیری شده در سویا

Table 3. Interaction effect of plant distance and variety for some measured traits of soybean

| Interaction | Pods number per plant | Grain yield (kg/ha) | Biological yield (kg/ha) | Harvest index (%) |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| D ₁ V ₁ | 54.37 ^c | 4317 ^{cd} | 9224 ^b | 46.96 ^d |
| D ₁ V ₂ | 55.16 ^c | 5651 ^a | 11450 ^a | 49.46 ^c |
| D ₂ V ₁ | 90.07 ^b | 3942 ^e | 8159 ^c | 48.38 ^c |
| D ₂ V ₂ | 101.40 ^b | 4578 ^{bc} | 8947 ^b | 51.08 ^b |
| D ₃ V ₁ | 151.20 ^a | 4813 ^b | 9059 ^b | 53.38 ^a |
| D ₃ V ₂ | 153.60 ^a | 4161 ^{de} | 7931 ^c | 52.71 ^a |

*: میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

*: Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level

D₁, D₂ and D₃: Plant distance of 5, 10 and 15 cm, respectively

V₁ and V₂: Sahar and Sahel cultivars, respectively

V₁ و V₂: به ترتیب رقم سحر و ساحل

جدول ۴- اثر متقابل فاصله بوته در فاصله ردیف در رقم برای صفات اندازه‌گیری شده در سویا

Table 4. Interaction effect of plant distance, row distance and variety on measured traits of soybean

| Interaction | Grain yield (kg/ha) | Biological yield (kg/ha) | Oil percentage |
|--|---------------------|--------------------------|---------------------|
| D ₁ P ₁ V ₁ | 4793 ^{cd} | 10470 ^b | 45.76 ^g |
| D ₁ P ₁ V ₂ | 6569 ^a | 13500 ^a | 48.67 ^{ef} |
| D ₁ P ₂ V ₁ | 3841 ^{gh} | 7977 ^d | 48.11 ^f |
| D ₁ P ₂ V ₂ | 4733 ^{cde} | 9407 ^c | 50.26 ^{de} |
| D ₂ P ₁ V ₁ | 4312 ^{ef} | 9036 ^c | 47.72 ^f |
| D ₂ P ₁ V ₂ | 4385 ^{de} | 8892 ^c | 49.31 ^{ef} |
| D ₂ P ₂ V ₁ | 3573 ^{gh} | 7282 ^d | 49.04 ^{ef} |
| D ₂ P ₂ V ₂ | 4771 ^{cd} | 9002 ^c | 52.85 ^{bc} |
| D ₃ P ₁ V ₁ | 5677 ^b | 10880 ^b | 52.18 ^c |
| D ₃ P ₁ V ₂ | 4842 ^c | 9408 ^c | 51.50 ^{cd} |
| D ₃ P ₂ V ₁ | 3950 ^{fg} | 7238 ^d | 54.57 ^a |
| D ₃ P ₂ V ₂ | 3480 ^h | 6454 ^e | 53.91 ^{ab} |

*: میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

*: Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% of probability level.

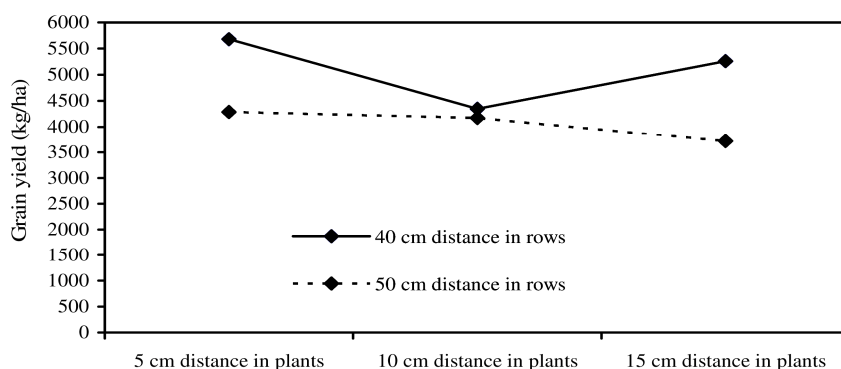
P₁ و P₂: به ترتیب فاصله ردیف ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر

D₁, D₂, D₃: به ترتیب فاصله بوته ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر

P₁ and P₂: Row distance of 40 and 50 cm, respectively

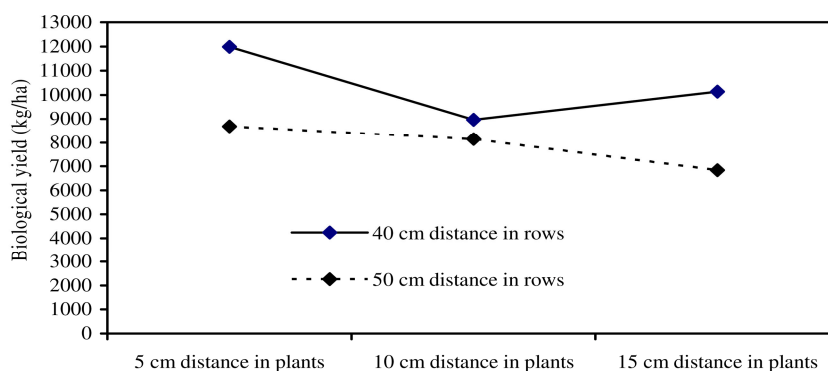
D₁, D₂, D₃, V₁ and V₂ are the same as those mentioned above for table 3.

عشری و همکاران. اثر تراکم بوته بر عملکرد دو رقم سویا در منطقه ساری



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله بوته در فاصله ردیف بر عملکرد دانه سویا

Figure 1. Mean comparison for interaction effect of plant distance and row distance on grain yield of soybean



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل فاصله بوته در فاصله ردیف بر عملکرد بیولوژیک سویا

Figure 2. Mean comparison for interaction effect of plant distance and row distance on biological yield of soybean

Reference

- Ball RA, Parell LC, Vories ED (2001) Short season soybean yield compensation in response to population and water regime. *Crop Science* 40: 1070-1078.
- Board JE, Harville G, Saxton AM (1990) Narrow-row seed yield enhancement indeterminate soybean. *Agronomy Journal* 82: 64-68
- Board JE, Harville BG (1994) A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. *Agronomy Journal* 86: 1103-1106
- Boquet DJ (1990) Plant population density and row- spacing effect on soybean at post optimal planting dates. *Agronomy Journal* 82: 59-64.
- Bowers GR, Rabb JL, Ashlock LO, Santini JB (2000) Row spacing in the early soybean production system. *Agronomy Journal* 93: 524-531.
- Buehring NW, Blaine A, Harrison MP, Dobbs RR (2003) Soybean response to selected row spacing and low seeding rates. *Mississippi Agriculture and Forestry Experimental Station Information Bulletin* 398: 107-113.
- Bullock D, Khan S, Raburn A (1998) Soybean yield response to narrow rows is largely due to enhanced early growth. *Crop Science* 38: 1011-1016.
- Cober ER, Voldeng HD (2000) Developing high protein, high yield soybean populations and lines. *Crop Science* 70: 39-42.
- Cordonnier MG, Johnston TJ, (1983) Effects of wastewater irrigation and plant row spacing on soybean yield and development, *Agronomy Journal* 75: 153-156.
- Costa JA, Opliner ES, Pendleton JW (1980) Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agronomy Journal* 72: 153-156.
- Ethredge WG, Ashley DA, Woodruff GM (1989) Row spacing and plant population effects on yield components of soybean. *Agronomy Journal* 81: 417-422.

- Fernanado H, Andrade P, Alferedo C, Pablo B (2003) Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agronomy Journal* 94: 975-980.
- Gan Y, Stulen H, Keulen H, Ckuiper PJ (2002) Physiological response of soybean genotypes to plant density. *Field Crops Research* 74: 231-241.
- Hinson W, Hanson D (1962) Competition studies in soybean. *Crop Science* 2: 117-123.
- Holshouser DL, Wittaker JP (2002) Plant population and row spacing effects on early soybean production systems in the Mid- Atlantic USA. *Agronomy Journal* 94: 603-611.
- Jason KN, Emerson RS (2005) Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. *Agronomy Journal* 97: 919-923.
- Kasiri H, Kasiri M, Zeinali A, Bagheri M (2006) The effect of row distance and plant density on yield and yield components of three soybean cultivars at summer cultivation. *Iranian Journal of Natural Resource and Agricultural Science. Specific Letter of Agronomy and Plant Breeding* 13: 147-156. [In Persian with English Abstract].
- Khademhamzeh, HR, Karimi M, Rezaie A, Ahmadi A (2004) Effect of planting density and planting date on agronomic traits, grain yield and yield components of soybean. *Iranian Journal of Agricultural Science* 35(2): 357-367. [In Persian with English Abstract].
- Khajuienejad Gh, Kazemi H, Alyari H, Javanshir A, Arvin M (2004) Effects of irrigation levels and plant density on growth and yield of soybean cultivars in second cropping. *Scientific Journal of Agriculture* 1(6): 67-88. [In Persian with English Abstract].
- Kilen TC (1990) Brachytic stem and narrow leaflet effects on soybean seed composition and yield. *Crop Science* 30: 1006-1008
- Kouchaki A, Kabiri K, Farzaneh J (1991) Yield of soybean cultivars at Mashhad condition. *Journal of Science and Industrial Agriculture* 5(1): 91-100. [In Persian with English Abstract].
- Latifi N (1993) Soybean cultivation (physiology and agronomy). Iranian Academic Center for Education, Culture and Research Branch of Mashhad. 282 pp. [In Persian].
- Sharikian MA, Babaian N (2000) Effect of plant population on yield, yield components and grain quality of soybean cultivars. *Iranian Journal of Natural Resource and Agriculture* 7(1): 3-12. [In Persian with English Abstract].
- Stefan S, Craig EA, Michael HD (2004) Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agronomy Journal* 96: 966-970.
- Vasilia A, Fasoula M, Roger B (2004) Divergent selected at ultra low plant density for seed protein and oil content within soybean. *Field Crop Research* 78: 256-264.
- Weaver DB, Akridge RL, Thomas CA (1991) Growth habit, planting date and row spacing effects on late planted soybean. *Crop Science* 31: 305-810.
- Zarrinzadeh J (1993) Comparison of yield and yield components in three soybean cultivars in second cropping at Mashhad condition. M.Sc. Thesis in Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad. 96 pp. [In Persian with English Abstract].

