

اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سویا در فاصله ردیف‌های مختلف کاشت

مریم وزیری^۱، علی نصراله زاده اصل^۲، میر حیدر موسوی^۲ و ابراهیم ولیزادگان^۲

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تراکم بوته و فاصله ردیف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا رقم L17، آزمایشی طی سال ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلوی شهرستان ارومیه اجرا گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور تراکم بوته در چهار سطح ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع و فاکتور فاصله ردیف کاشت در سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر بود. نتایج نشان دادند که سطوح تراکم بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، وزن خشک بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه از ۱۷۴۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۲۰ بوته در مترمربع به ۲۲۷۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۳۰ بوته در مترمربع افزایش نشان داد و پس از آن کاهش یافت. فاصله بین ردیف نیز بر تمام صفات به جز تعداد شاخه فرعی تاثیر معنی‌داری داشت. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۲۹۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود که نسبت به تیمار فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر ۷۹۸ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد. اثرات متقابل دو فاکتور بر صفات تعداد دانه در بوته، وزن خشک بوته و عملکرد دانه معنی‌دار بود. کمترین عملکرد دانه با میانگین ۱۰۷۲ کیلوگرم در هکتار به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع در فاصله کاشت ۵۰ سانتی‌متر تعلق داشت و بیشترین عملکرد دانه نیز در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر با میانگین ۲۸۱۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

کلمات کلیدی: تراکم بوته، سویا، عملکرد دانه و فاصله ردیف.

تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۹

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران (نویسنده مسئول).

E- mail: maryam.vazizi86@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

سویا^۱ گیاهی یکساله است و به تیره *Fabaceae* تعلق دارد (Nasseri, 1996). ارقام سویا دارای میزان متفاوت روغن و پروتئین می‌باشند. دانه‌های سویا دارای حدود ۲۰ درصد روغن و ۴۰ درصد پروتئین می‌باشند (Arzani, 1999). فاکتورهای زیادی از جمله شرایط آب و هوایی، تاریخ کاشت (Parvez and Gardner, 1987)، آرایش کاشت (Ethredge et al., 1989)، جمعیت گیاهی (Hoggard et al., 1978) و مدیریت عملیات زراعی (Sanford, 1982) از طریق تاثیر بر روی گیاه می‌توانند باعث تغییر در عملکرد گردد. اگر تراکم بوته در واحد سطح کم باشد در این صورت از منابع کاملاً استفاده نمی‌شود و در صورتی که اگر تراکم خیلی زیاد باشد، رقابت بیش از حد گیاهان، راندمان کل محصول را کاهش می‌دهد. با افزایش تراکم بوته غالباً اجزای عملکرد هر گیاه کاهش می‌یابند (Dadkhah, 1996). بازدهی انرژی نورانی در فتوسنتز به توزیع نور در داخل جامعه گیاهی بستگی دارد. تحقیقات دانشمندان نشان داده که در سویا تراکم گیاهی و فاصله بین و روی ردیف کاشت بر ارتفاع گیاه، فاصله میان‌گره‌ها، تولید شاخه و فاصله اولین غلاف از سطح خاک مؤثر است (Steven et al., 1994). عموماً و به طور متوسط حداکثر عملکرد دانه سویا از فواصل بین ردیف نزدیک‌تر و تراکم بوته پایین به دست آمد (Nenadic and Slovic, 1996).

افزایش تراکم از طریق افزایش ارتفاع ساقه اصلی (Steven et al., 1994) به علت رقابت جهت دریافت نور (Moor, 1991) سبب افزایش طول میان‌گره، کاهش تعداد گره و کاهش کل طول شاخه‌های فرعی در گیاه سویا (Boquet, 1990) می‌شود. بولاک و همکاران (Bullock et al., 1998) در مطالعه‌ای اثرات ۳ فاصله بین ردیف کاشت ۳۸، ۷۶ و ۱۱۴ سانتی‌متر را روی سویا مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که با افزایش فاصله بین ردیف کاشت برای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه در گیاه و شاخص برداشت یک کاهش خطی وجود داشت. گنجعلی و مجیدی هروان (Ganjali and Majidi Hervan, 1999) طی آزمایشاتی نتیجه گرفتند که با کاهش تراکم بوته، فاصله اولین غلاف از سطح زمین و ارتفاع بوته کاهش یافت و بر تعداد گره در ساقه اصلی، قطر ساقه و تعداد شاخه جانبی افزوده شد، هم‌چنین با افزایش تراکم، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. دانپوت و همکاران (Dhanput et al., 2002) در سویا مشاهده کردند، تیمارهای ژنوتیپ، تراکم و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه و وزن صد دانه معنی‌دار بودند. ولز (Wells, 1993) اثر فاصله ردیف ۴۳ سانتی‌متر و تراکم بوته ۱۳ بوته در مترمربع را با فاصله ردیف ۹۶ سانتی‌متر با تراکم‌های ۳، ۱۳ و ۲۱ بوته در مترمربع مورد مقایسه قرار داد و نتیجه گرفت که آرایش کاشت به طور معنی‌داری ماده خشک کل گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و در پایان مرحله رسیدگی،

1. *Glycine max* (L.)

تراکم سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شد. شرتلیف و جانستون (Shirtliffe and Johnson, 2003)، افزایش تراکم بوته باعث کاهش وزن صد دانه در سویا می‌گردد (Khadem Hamzeh et al., 2004). هم‌چنین روسالیند و همکاران (Rosalind et al., 2000) به ترتیب در لوبیا و سویا گزارش کردند که با تغییر تراکم کاشت، وزن صد دانه تغییر نمی‌کند، ولی، انی (Enyi, 1973) و حیات و همکاران (Hayat et al., 2003) گزارش نمودند که وزن صد دانه در سویا و ماش تحت تاثیر تراکم کاشت قرار می‌گیرد. 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 سویا می‌باشد (Khadem Hamzeh et al., 2004). جاسون و امرسون (Jason and Emerson, 2005) اظهار داشتند که کاشت سویا در تراکم کم می‌تواند منجر به افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و سهم شاخه‌های فرعی در افزایش عملکرد شود به طوری که در تراکم‌های زیاد سهم شاخه‌های فرعی بین ۱۴ تا ۵۷ درصد و در تراکم‌های پایین سهم شاخه‌های فرعی در عملکرد نهایی به ۴۷ تا ۷۴ درصد می‌رسد. با کاهش فاصله بین گیاهان در روی یک ردیف، که همراه با افزایش رقابت است، اختصاص مواد فتوسنتزی بین قسمت‌های مختلف اندام‌های رویشی گیاه و هم‌چنین بین اندام‌های زایشی و رویشی تغییر می‌یابد. لذا انتخاب ردیف‌های باریک

بیشترین ماده خشک کل مربوط به فواصل ردیف بیشتر با تراکم زیاد بود ولی حداکثر عملکرد در فواصل ردیف نزدیک‌تر حاصل شد. برای افزایش راندمان بهره‌برداری از نور می‌توان فاصله بوته‌ها را از یکدیگر کاهش داد. افزایش تراکم گیاهی باعث افزایش بیش از اندازه برگ‌هایی می‌شود که فتوسنتز آن‌ها پایین‌تر از نقطه جبرانی بوده و حالت انگلی دارند که وجود این برگ‌ها در نهایت منجر به کاهش فتوسنتز خالص در گیاه می‌شود (Koochaki, 1993). تراکم بوته در واحد سطح اکثراً تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن هزار دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Koochaki and Sarmad Niya, 2000).

بال و همکاران (Ball et al., 2001) گزارش کردند که تراکم گیاهی همبستگی منفی با تعداد غلاف در گیاه سویا داشت. در ارقام بررسی شده تعداد غلاف‌های بارور در هر گره متفاوت بود و با افزایش تراکم گیاهی کاهش یافت. تغییر ساختار عملکرد تک بوته توسط تغییرات تراکم یکی از عوامل اصلی در تعیین عملکرد می‌باشد. عملکرد کلی در یک پوشش گیاهی حاصل دو عامل تعداد بوته در واحد سطح و عملکرد تک بوته می‌باشد. مشاهدات باکویت (Boquet, 1990) حاکی از آن است که با افزایش تراکم بوته تمام اجزای عملکرد ساقه اصلی شامل تعداد گره بارور، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه در تک بوته سویا کاهش یافت. این کاهش عملکرد کمتر از افزایش ناشی از زیادی تعداد گیاهان در واحد سطح بود، لذا افزایش

فواصل بین ردیف‌های کاشت (Bullock et al., 1998) و نوع ارقام سویا نشان دادند که فاصله ردیف باریک نسبت به فاصله ردیف عریض‌تر در شرایط مطلوب، موجب افزایش محصول و شاخص برداشت می‌شود (Costa et al., 1980). نتایج آزمایش‌های انجام شده حاکی از افزایش تعداد دانه، وزن دانه در سویا (Uslu et al., 1998) در اثر کاهش فاصله ردیف کاشت می‌باشد (Mundel et al., 2004). پاولسون و همکاران (Powelson et al., 1999) نیز با اعمال آرایش‌های مختلف کاشت در زراعت لویا گزارش کردند که می‌توان با کاهش فواصل بین ردیف میزان عملکرد دانه در واحد سطح را افزایش داد. هولشوسیر و ویتاگر (Holshouser and Wittaker, 2002) گزارش دادند که با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت و در نتیجه افزایش تراکم سویا ارتفاع تشکیل اولین غلاف و اولین شاخه‌های فرعی از سطح خاک افزایش می‌یابد. نتایج آزمایش‌های مختلف روی سویا (Khadem Hamzeh et al., 2004) و نخود (Gan et al., 2003) نشان دهنده کاهش شاخه‌های فرعی در اثر افزایش تراکم بوته می‌باشد. در آزمایشی اثر دو فاصله ردیف ۲۰ و ۷۵ سانتی‌متر و دامنه متغییری از تراکم‌های متفاوت بوته از ۵۲۲۷۲ تا ۲۶۱۳۶۰ بوته در هکتار را بر عملکرد سویا مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که حداکثر عملکرد از فواصل ردیف ۲۰ سانتی‌متر و با تراکم بالا حاصل شد (Wells, 1993).

با توزیع یکنواخت بوته روی ردیف سبب استفاده مؤثر از منابع و تأخیر در زمان آغاز رقابت درون گونه‌ای می‌شود (Koochaki and Sarmad Niya, 2000). بعضی از محققین عملکرد بالا و سرعت افزایش ماده خشک گیاهی در فواصل بوته یکنواخت (الگوی کاشت مربعی) و فاصله ردیف‌های نزدیک در مقایسه با فاصله ردیف‌های زیاد را ناشی از افزایش جذب تشعشع و همچنین به علت بالا بودن استفاده از نور در طی دوره رشد رویشی و زایشی نسبت داده‌اند (Ikeda, 1992; Ikeda et al., 1994). ایکدا (Ikeda, 1992) طی مطالعاتی در سویا اظهار داشت که عملکرد در کشتی با آرایش کاشت مربعی بیشتر از کشت مستطیلی است. در آرایش کشت مربعی تعداد شاخه، تعداد غلاف و بذر بیشتر از آرایش کشت مستطیلی بود، ولی تعداد بذر در غلاف و وزن بذر تفاوت چندانی نداشت. وی مشاهده کرد بین عملکرد، تعداد بذر گیاه و تعداد کل گره همبستگی بالایی وجود دارد.

کوپر (Copper, 1997) بر این باور است که حداکثر عملکرد زمانی به دست می‌آید که فاصله ردیف‌ها نزدیک‌تر باشد. به نظر می‌رسد که با کم کردن فاصله ردیف کاشت، جذب منابع مانند آب، عناصر غذایی و غیره توسط گیاه فعال‌تر شده (Galavand, 1998) و عملکرد دانه، ارتفاع گیاه و ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک در سویا افزایش می‌یابد (Bullock et al., 1998). مطالعات متعدد در خصوص اثر عملیات زراعی از قبیل تغییر

زمین انجام شد. در طول آزمایش صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته، وزن خشک بوته، عملکرد دانه در هکتار و شاخص برداشت اندازه‌گیری گردید. برای نمونه‌برداری از دو خط کناری و نیم متر ابتدا و انتهای خطوط وسط به لحاظ رعایت اثرات حاشیه‌ای صرف‌نظر و برای صفات عملکرد دانه و وزن خشک بوته از ۲ مترمربع و برای سایر صفات از هشت بوته نمونه‌گیری گردید. داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز در سطح احتمال پنج درصد توسط آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: اثر تراکم و فاصله ردیف کاشت بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کم شدن تراکم از ارتفاع بوته کاسته شد. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب در تراکم ۵۰ و ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۹۱/۶ و ۷۰/۴ سانتی‌متر مشاهده گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که افزایش فاصله بین ردیف‌ها در تراکم ثابت باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه گردید. با رسیدن فاصله ردیف‌ها از ۳۰ به ۵۰ سانتی‌متر ارتفاع بوته از ۷۷/۸ سانتی‌متر به ۸۴/۴ سانتی‌متر افزایش یافت (جدول ۲). افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا توسط کبرایی و همکاران (Kebreyayie et al., 2010) و رزمی (Razmi,

انتخاب تراکم و الگوی کاشت مناسب در سویا از مهم‌ترین عوامل در تعیین عملکرد دانه و روغن می‌باشد. از این رو سعی گردید تا با انجام این آزمایش با انتخاب بهترین تراکم و فاصله ردیف کاشت بیشترین عملکرد دانه و روغن را به دست آورد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ساعتلو واقع در ۲۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان ارومیه به ترتیب با عرض و طول جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ۴۴ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی اجرا گردید. بر اساس اطلاعات ۳۵ ساله ایستگاه هواشناسی شهرستان ارومیه متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی‌متر است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول تراکم در چهار سطح ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در مترمربع و فاکتور دوم فاصله بین ردیف کاشت در سه سطح ۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر بود. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۵ متر بود. فاصله بوته روی ردیف نیز پس از اعمال تراکم مربوطه روی خطوط کشت رعایت گردید. رقم مورد استفاده سویا L17 و خاک محل آزمایش از نوع لومی بود. عملیات تهیه زمین شامل عملیات شخم پاییزه و بهاره بود و بعد از شخم عملیات کودپاشی و دیسک و تسطیح اولیه

تعداد شاخه فرعی: تعداد شاخه فرعی در بوته تحت تاثیر تراکم بوته در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش تراکم بوته از تعداد شاخه فرعی در بوته کاسته شد. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته مربوط به تراکم ۲۰ و ۵۰ بوته در مترمربع به ترتیب با میانگین ۱۵/۹ و ۱۰/۲ شاخه بود (جدول ۲). اثر فاصله ردیف بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار نبود (جدول ۱). اثرات متقابل دو فاکتور نیز بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار نبود (جدول ۱). پارویز و همکاران (Parvez et al., 1989)، پورهادیان و خواجه پور (Poor Hadieyan and Khajeh Poor, 2009) و کبرایی و همکاران (Kebreyayie et al., 2010) نیز گزارش نمودند که با افزایش تراکم و تعداد بوته در واحد سطح، تعداد شاخه‌های فرعی کاهش یافت. در تراکم‌های پایین معمولاً فضای بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و فضاهای خالی بین بوته‌ها به علت کمی رقابت می‌توانند فضای مناسبی را برای رشد و توسعه جانبی گیاه فراهم آورند. در تراکم بالا گیاه بیشترین سرمایه‌گذاری خود را برای رسیدن به نور و هم‌چنین افزایش ارتفاع به کار می‌برد، زیرا در این حالت نور کمی به قسمت‌های پایین بوته می‌رسد و گیاه توان کافی را برای افزایش تعداد ساقه‌های فرعی و جانبی نخواهد داشت. در صورتی که میزان بوته در واحد سطح ثابت و فاصله ردیف‌ها از هم افزایش یابد در نتیجه فاصله بوته‌ها روی ردیف کاهش می‌یابد و در نتیجه رقابت بین بوته‌ها افزایش

گزارش شده است. بوارد و هارویل (Board and Harville, 1994) گزارش نمودند که با کم شدن فاصله گیاهان روی خطوط کاشت نور کمتری به داخل پوشش گیاهی نفوذ کرده و در نتیجه درصد نور با طول موج‌های بلند در درون کانوپی افزایش می‌یابد که این امر موجب به هم خوردن تعادل هورمونی گیاه شده و فاصله میان‌گره‌ها افزایش یافته و در اثر آن ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. آن‌ها هم‌چنین رقابت برای نور را عامل دیگر افزایش ارتفاع در تراکم‌های بالا دانستند. در تراکم‌های بالا گیاهان به طور مداوم برگ‌های جدیدتری را در قسمت‌های بالایی تشکیل می‌دهند تا بتوانند بهترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت فتوسنتزی قرار داده و بدین ترتیب مواد فتوسنتزی بیشتری برای افزایش توان رقابت تولید کنند (Board and Harville, 1994). هم‌چنین افزایش سایه‌اندازی به علت فضای کم بین بوته‌ای نیز از علل این موضوع می‌باشد. با توجه به کاهش فاصله بین دو بوته در روی ردیف از نفوذ نور در درون کانوپی کاسته می‌شود به طوری که کاهش نور در بین بوته‌ها موجب افزایش سایه‌اندازی بوته‌ها روی ردیف شده و در نتیجه از کل نور ورودی به داخل کانوپی کاسته می‌شود و در نتیجه رقابت بیشتری در میان بوته‌ها برای جذب نور اتفاق می‌افتد و گیاهان ارتفاع بیشتری خواهند داشت، هم‌چنین سنتز اکسین در بوته‌ها افزایش یافته و در نتیجه طول ساقه افزایش می‌یابد.

پطروودی و همکاران (Rahimi Patroudi et al., 2006) نشان داد که تغییر فاصله ردیف تاثیر معنی داری بر وزن صد دانه نداشت، ولی نتایج ترابی جفرودی و همکاران (Torabi Jefrode et al., 2005) در لوبیا نشان داد که با افزایش فاصله بین ردیف وزن صد دانه کاسته شد. در تراکم‌های بالای گیاهی رقابت بین گیاهان شدید شده و جریان فتوسنتزی به سمت دانه‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه از وزن صد دانه کاسته می‌شود. هم‌چنین می‌توان گفت که وزن صد دانه به طور عمده متاثر از میزان مواد فتوسنتزی، تعداد دانه و ظرفیت هر دانه می‌باشد، اما می‌توان گفت شرایط آب و هوایی و سایر موارد نیز بر رشد و نمو گیاه موثر است (Khadem Hamzeh et al., 2004). نظر به این‌که در تراکم‌های پایین بوته‌ها توانسته‌اند بیشترین استفاده از منابع موجود را بنمایند بنابراین دانه‌های درشت‌تری نیز تولید نموده‌اند (Dadkhah, 1996).

تعداد دانه در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تراکم بوته بر تعداد دانه در بوته اثر معنی داری داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که افزایش تراکم از ۲۰ به ۵۰ بوته در مترمربع باعث گردید تا تعداد دانه‌ها در بوته از ۵۸/۲۸ به ۲۶/۲۹ دانه در بوته کاهش یابد (جدول ۲). اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد در میان سطوح مختلف فاصله ردیف از نظر تعداد دانه در بوته وجود دارد (جدول ۱)، به طوری که با کاهش فاصله ردیف از ۵۰ به ۳۰ سانتی‌متر تعداد دانه در بوته از ۳۹/۲ عدد در بوته به ۴۸/۶۸ عدد در بوته

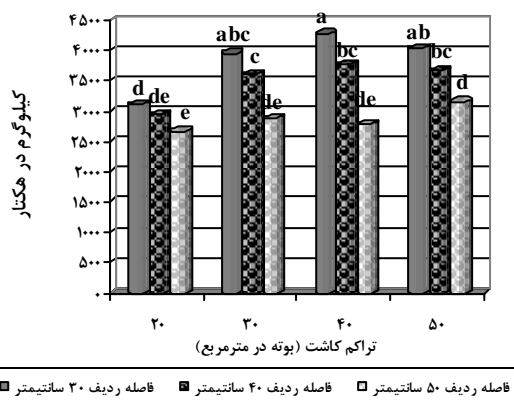
می‌یابد و در نتیجه باید ارتفاع گیاه افزایش یابد که در این حالت به علت این‌که فضای بین ردیف گسترش یافته و نور بیشتری بین ردیف‌ها وارد می‌گردد، کم اثر می‌گردد. هم‌چنان که مشاهده می‌گردد این افزایش با افزایش فاصله ردیف اتفاق افتاده است ولی معنی دار نمی‌باشد (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده و نتایج مشابه دیگر می‌توان گفت که اثر تراکم مهم‌تر از فاصله ردیف‌ها می‌باشد، یعنی اگر فاصله ردیف‌ها در تراکم ثابت از هم زیاد گردد (فاصله بوته‌های روی ردیف کم می‌شود) اثر کمتری نسبت به افزایش تراکم در فاصله ردیف ثابت خواهد داشت.

وزن صد دانه: اثر تراکم بوته و فاصله ردیف بر وزن صد دانه سویا معنی دار بود (جدول ۱) و با افزایش تراکم بوته میزان صد دانه کاهش یافت (جدول ۱). تراکم‌های ۲۰ و ۵۰ بوته در مترمربع به ترتیب با میانگین ۱۵/۰۴ و ۱۰/۸۰ گرم دارای بیشترین و کمترین وزن صد دانه بودند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین وزن صد دانه مربوط به فواصل ردیفی ۳۰ و ۵۰ سانتی‌متر از هم با میانگین ۱۴/۵۲ و ۱۲/۵۰ گرم بود (جدول ۲). نتایج با یافته‌های خادم حمزه و همکاران (Khadem Hamzeh et al., 2004) در سویا مطابقت دارد ولی با نتایج کشیری و همکاران (Kesheri et al., 2006) متفاوت است. کشیری و همکاران (Kesheri et al., 2006) بیان نمودند که افزایش تراکم تاثیر بر وزن هزار دانه یا صد دانه در بوته سویا ندارد. نتایج تحقیقات رحیمی

در ساقه‌های اصلی و فرعی و هم‌چنین کاهش تعداد ساقه‌های فرعی گیاه می‌باشد که در تراکم‌های بالا سهم این ساقه‌ها در تولید دانه کاهش می‌یابد (Boquet, 1990)، در مورد فاصله ردیف می‌توان اظهار نمود که با افزایش فاصله دو ردیف از هم نور ورودی به فاصله بین دو ردیف افزایش می‌یابد، ولی به علت این‌که فاصله دو بوته روی ردیف کاهش یافته و سایه‌اندازی بیشتر می‌گردد، تعداد شاخه‌های فرعی کاسته شده و در نتیجه از تعداد غلاف‌های بوته کاسته می‌گردد که نتیجه آن کاهش تعداد دانه در بوته می‌باشد. هم‌چنین می‌توان اظهار نمود که با افزایش تراکم و فاصله بین دو ردیف به علت افزایش سایه اندازه اکسین بیشتری در گیاه تولید گردیده و در نتیجه غالبیت انتهایی بیشتر تحریک می‌گردد که آن به نوبه خود از تعداد ساقه‌های جانبی بوته می‌کاهد و در نتیجه تعداد غلاف کمتری تشکیل می‌یابد و هم‌چنین درصد گل‌های تلقیح شده سویا به علت افزایش سایه‌اندازی کاهش می‌یابد که هر دو این عامل می‌تواند تعداد دانه در بوته را کاهش دهد.

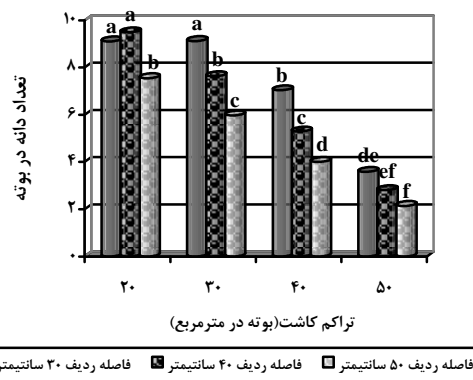
افزایش یافت (جدول ۲). اثر متقابل تراکم بوته و فاصله ردیف بر تعداد دانه در بوته اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین این صفت نشان داد که با افزایش تراکم و فاصله ردیف کاشت، تعداد دانه در بوته کاهش یافت، به طوری‌که کمترین تعداد دانه در بوته در سطح تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با فاصله خطوط کشت ۵۰ سانتی‌متر به میزان ۲۱/۶۷ دانه در بوته مشاهده گردید و بیشترین تعداد دانه در بوته نیز به میزان ۶۳/۱۲ عدد در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر مشاهده گردید (شکل ۱). پژوهشگران زیادی گزارش نموده‌اند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، تعداد دانه در بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. با توجه به افزایش رقابت، سایه‌اندازی و کاهش فتوسنتز در تراکم‌های بالا این نتیجه نیز دور از انتظار نمی‌باشد (Kesheri et al., 2006; Valafar, 2006; Razmi, 2010) با اعلام افزایش تعداد دانه در مترمربع در اثر افزایش تراکم گزارش نمود که تعداد دانه در بوته با افزایش تراکم کاهش می‌یابد. لوشن و هیکس (Lueshen and Hicks, 1977) نیز نتیجه گرفتند که تعداد دانه، تعداد غلاف و تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته که تولید می‌شود با افزایش تراکم به صورت خطی کاهش می‌یابد. معمولاً تعداد دانه در غلاف یک صفت ژنتیکی است و کمتر تحت تاثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان گفت کاهش تعداد دانه در بوته بیشتر تحت تاثیر تعداد غلاف در بوته است، که آن هم به علت کاهش تعداد غلاف

تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با فاصله خطوط کشت ۵۰ سانتی متر بود (شکل ۲). با افزایش تراکم هر چند از وزن بوته هر گیاه کاسته می شود ولی چون تعداد بوته در واحد سطح افزایش می یابد در نتیجه وزن خشک بوته ها در واحد سطح افزایش می یابد. البته با افزایش بیشتر از حد تراکم به دلیل رقابت بر سر مواد غذایی، نور و آب، وزن خشک بوته های افزوده شده نمی تواند جبران کاهش وزن خشک تک بوته را نماید بنابراین پس از مدتی نه تنها وزن خشک در واحد سطح افزایش نمی یابد بلکه ثابت مانده و حتی کاهش نیز می یابد. در ضمن با افزایش تراکم و فاصله بین ردیف به دلیل سایه اندازی، از تعداد برگ ها در واحد سطح و شاخص سطح برگ کاسته شده و با توجه به این که در این شرایط از تعداد ساقه های فرعی در هر بوته کاسته می شود، در نتیجه از تعداد کل برگ ها و وزن خشک برگ ها و ساقه ها کاسته می شود، بنابراین می توان گفت که افزایش تراکم، موجب کاهش وزن خشک بوته ها در واحد سطح می گردد.



شکل ۲- مقایسه اثرات متقابل تراکم و فاصله بین ردیف کاشت بر وزن خشک بوته (کیلوگرم در هکتار)

Fig 2- Comparing of population and row spacing interaction on plant dry weight (Kg per Ha)



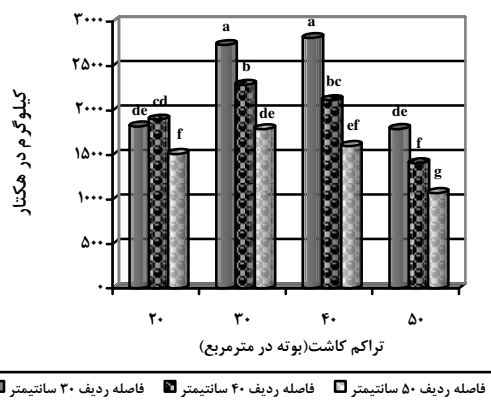
شکل ۱- مقایسه اثرات متقابل تراکم و فاصله بین ردیف کاشت بر تعداد دانه در بوته

Fig 1- Comparing of population and row spacing interaction on seed number in plant

وزن خشک بوته در هکتار (بدون دانه):

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تراکم بوته و فاصله بین ردیف کاشت اثر معنی داری بر وزن خشک بوته داشت (جدول ۱). بیشترین وزن خشک بوته به میزان ۳۶۱۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بود و کمترین وزن خشک بوته نیز به مقدار ۲۹۰۴ کیلوگرم در هکتار به تراکم ۲۰ بوته در مترمربع تعلق داشت (جدول ۲). با رسیدن فاصله ردیف از ۳۰ به ۵۰ سانتی متر وزن خشک بوته از ۳۸۴۴ به ۲۸۶۷ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (جدول ۲). اثرات متقابل دو فاکتور اثر معنی داری بر وزن خشک بوته داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمار آزمایشی تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی متر با میانگین ۴۲۷۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن خشک بوته را دارا بود و کمترین مقدار وزن خشک بوته نیز با میانگین ۲۶۶۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آزمایشی

تک بوته کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق با نتیجه کشیری و همکاران (Kesheri et al., 2006) همسان می‌باشد.



شکل ۳- مقایسه اثرات متقابل تراکم و فاصله بین ردیف کاشت بر عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

Fig 3- Comparing of population and row spacing interaction on seed yield (Kg per Ha)

شاخص برداشت: اثر تراکم بوته و فاصله بین ردیف کاشت روی شاخص برداشت سویا معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین شاخص برداشت در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع به میزان ۳۹/۳ درصد و کمترین مقدار نیز به میزان ۲۸/۰ درصد به تراکم ۵۰ بوته در مترمربع تعلق داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش فاصله بین ردیف کاشت از میزان شاخص برداشت کاسته شد و با افزایش فاصله ردیف از ۳۰ به ۵۰ سانتی‌متر شاخص برداشت از ۳۷/۱ به ۳۴/۲ درصد کاهش یافت (جدول ۲). اثرات متقابل دو فاکتور اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۱). شاخص برداشت سویا در تراکم بالا به علت این‌که عملکرد دانه افزایش کمی نسبت به عملکرد بیولوژیک دارد، کاهش می‌یابد. عملکرد بیولوژیک

عملکرد دانه در هکتار: عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح مختلف تراکم قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع با میانگین ۲۲۷۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در سطح تراکم ۵۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۴۲۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ۲). اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین سطوح مختلف فاصله بین ردیف کاشت وجود داشت (جدول ۱). کمترین و بیشترین عملکرد دانه به ترتیب در فاصله ردیف ۵۰ و ۳۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۳۹۳ و ۲۲۹۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲). اثرات متقابل دو فاکتور نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۲۸۱۵ کیلوگرم در هکتار از تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر به دست آمده و کمترین عملکرد دانه نیز با میانگین ۱۰۷۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آزمایش ۵۰ بوته در مترمربع با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود (شکل ۳). با توجه به افزایش رقابت بوته‌ها در تراکم‌های بالا، تعداد دانه و وزن هزار دانه در هر بوته کاهش می‌یابد، ولی به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح کاهش تعداد دانه در تک بوته جبران و عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد، ولی با افزایش بیش از حد تراکم و یا با افزایش فاصله بین ردیف‌ها میزان رقابت و سایه‌اندازی بوته‌ها در روی ردیف افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان عملکرد

جانبی، تعداد غلاف و وزن هزار دانه کاسته می‌شود. نتایج کلی این تحقیق نشان داد که هر عاملی که بتواند یکی از اجزای عملکرد (وزن صد دانه، تعداد دانه در بوته) را تحت تاثیر قرار دهد می‌تواند عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار دهد. طبق نتایج این تحقیق بهترین تراکم برای کاشت سویا حدود ۳۰ تا ۴۰ بوته در مترمربع می‌باشد و بهترین فاصله بین ردیف حالتی می‌باشد فاصله بین دو ردیف و فاصله دو بوته روی ردیف به هم نزدیک گردد.

در تراکم‌های بالا به علت افزایش تعداد بوته افزایش یافته در حالی که عملکرد دانه افزایش چندانی نمی‌یابد. بنابراین در اثر آن شاخص برداشت کاهش می‌یابد.

نتیجه گیری کلی

با افزایش فاصله بین ردیف‌های کاشت در برخی ارقام سویا هر چند نور بیشتری در فاصله بین ردیف‌ها نفوذ می‌کند ولی میزان نور نفوذی بین بوته‌ها روی ردیف‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه از میزان عملکرد دانه در اثر کاهش تعداد شاخه‌های

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف اندازه‌گیری شده روی سویا

Fig 1- Analysis of variance was measured different characters on soybean

شاخص برداشت	عملکرد دانه	وزن خشک بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییر
Harvest index	Seed yield	Plant dry wieght	Number of seed per plant	100 seed weight	Sub branch number	Plant hieght	d.f	S.o.v
13/105	16969/694	194104/528	202/184	18/641	1/629	836/111	2	تکرار Rep.
239/301**	1400668/148**	1024707/435**	1732/909**	33/606**	57/126**	752/102**	3	تراکم بوته P. population
25/829*	1915840/194**	2942436/194**	284/526**	16/807**	1/025	136/111**	2	فاصله ردیف R. Space
6/757	129421/343**	151728/157*	45/269**	0/168	0/025	9/407	6	تراکم بوته × فاصله ردیف P. population * R. Space
5/242	18937/088	48556/497	9/933	0/269	0/493	7/475	22	اشتباه Error
6/44	7/23	6/48	7/07	3/89	5/41	3/38	٪ (درصد)	ضریب تغییرات C.V

** و * به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد را بیان می‌کند.

** & * explain a significant difference ($p<0.01$ and $p<0.05$) respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح مختلف تراکم و فاصله بین ردیف کاشت روی صفات مختلف سویا

Fig 2- Compare different levels of population and row spacing on different characteristics of soybean

شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم در مترمربع) Seed yield (kg/m ²)	وزن خشک بوته (کیلوگرم در مترمربع) Plant dry weight (kg/m ²)	تعداد دانه در بوته Number of seed per plant	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight (gr)	تعداد شاخه فرعی Sub branch number	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	فاکتورهای آزمایشی Factors							
تراکم														
37/5	a	1743	b	2904	b	58/28	a	15/04	a	15/9	a	70/4	d	۲۰ بوته در مترمربع 20 plant/m ²
39/3	a	2272	a	3479	a	51/62	b	14/62	a	14/0	b	76/9	c	۳۰ بوته در مترمربع 30 plant/m ²
37/4	a	2177	a	3604	a	42/15	c	12/85	b	11/8	c	84/3	b	۴۰ بوته در مترمربع 40 plant/m ²
28/0	b	1423	c	3619	a	26/29	d	10/80	c	10/2	d	91/5	a	۵۰ بوته در مترمربع 50 plant/m ²
فاصله کاشت														
Planting Space														
37/1	a	2291	a	3844	a	48/68	a	14/52	a	12/7		77/7	c	۳۰ سانتی متر 30 cm
35/4	ab	1927	b	3494	b	45/87	b	13/31	b	12/9		80/2	b	۴۰ سانتی متر 40 cm
34/2	b	1493	c	2867	c	39/20	c	12/50	c	13/3		84/4	a	۵۰ سانتی متر 50 cm

میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشند.

Means followed by non similar letters in each column are significantly different at P=0/5 by Doncan Test

میانگین‌های با حروف غیر مشابه در هر ستون دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشند.

Means followed by non similar letters in each column are significantly different at P=0/5 by Doncan Test

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Alyari, H., F. Shakari, and F. Shakari. 2000. Oil seed physiology and agronomy. Tabriz Amidy Poblcation. Pp: 182. (In Persian)
- ✓ Arzani, A. 1999. Crop plant breeding. Esfahan Industrial Univercity Publication. Pp: 286. (In Persian)
- ✓ Ball, R. A., R. W. Mcnew., E. D. Vories., T. C. Keisling, and L. C. Purcell. 2001. Path analysis of population density effects on short-season soybean yield. Agron. J. 93 (1): 187-195.
- ✓ Board, J. E., and J. R. Settimi. 1986. Photoperiod effect before and after flowering on branch development indeterminate soybean. Agron. J. 78: 1995- 2002.
- ✓ Board, J. E., and B. G. Harville. 1994. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow-row late-planted soybean. Agron. J. 88: 567- 572.
- ✓ Boquet, D. J. 1990. Plant population density and row spacing effects on soybean at post optimal planting date. Agron. J. 82: 59- 64.
- ✓ Bullock, D., S. Khan, and A. Rayburn. 1998. Soybean yield response to narrow row is largely due to enhanced early growth. Crop Sci. 38: 1011- 1016.
- ✓ Copper, R. L. 1997. Response of soybean Cultivars to narrow row and planting dates under Weed-Free conditions. Agron. J. 69: 89- 92.
- ✓ Costa, J. A., E. S. Oplinger, and J. W. Pendleton. 1980. Response of soybean cultivar to planting patterns. Agron. J. 72: 153- 156.
- ✓ Dadkhah, A. 1996. The study of row speace and plant population effect on some of qualitive and quantitative characters of soybean. Zaytun J. 128: 48- 51. (In Persian)

- ✓ Dhanput, K., K. Singh., D. Kumar, and K. Sinugh. 2002. Stabbility analysis for seed yield and its components over different plant densities in soybean. *Legume-Research*. 25 (3): 222- 224.
- ✓ Enyi, B. A. C. 1973. Effect of plant population on growth and yield of soybean. *Journal of Agriculture Sci. UK*. 18 (1): 131- 138.
- ✓ Ethredge, W. J., D. A. Ashley, and J. M. Woodruff. 1989. Row spacing and plant population effects on yield component of soybean. *Agron. J.* 81: 943- 950.
- ✓ Galavand, A. 1998. The study of row speace and seed different amount effect on soybean Var. Veleyamz seed yield. *Iranian Agron. Sci. J.* 1: 48- 52. (In Persian)
- ✓ Gan, Y. T., P. R. Miller., B. G. McConkey., R. P. Zentner., P. H. Liu, and C. L. McDonald. 2003. Optimum plant population density for chickpea and dry pea in a semiarid environment. *Can. J. Plant Sci.* 83: 1- 9.
- ✓ Ganjali, A, and A. Majidi Hervan. 1999. The study of planting pattern and population effect on yield, yield components and photosynthesis power of soybean (Var. veleyamz). *Agric. Sci. Tech. J.* 11 (2): 80- 92. (In Persian)
- ✓ Hayat, F., M. Arif, and K. M. Kakar. 2003. Effects of seed rates on mung bean varieties under dry land conditions. *Int. J. Agri. Biol.* 5 (1): 160- 161.
- ✓ Hoggard, J., C. Shannon, and D. R. Johnson. 1978. Effect of plant population on yield and height characteristics in determinate soybean. *Agron. J.* 70: 1070- 1072.
- ✓ Holshouser, D. L, and J. P. Wittaker. 2002. Plant population and row spacing effects on early soybean production systems in the Mid- Atlantic USA. *Agron.* 94: 603- 611.
- ✓ Ikeda, T. 1992. Soybean planting pattern in relation to yield and yield components. *Agron. J.* 84: 923- 926.
- ✓ Ikeda, T., H. Saito., R. Matsuda, and S. Sato. 1994. Soybean yield and yield components in two planting pattern. *Crop Sci.* 19 (2): 73- 78.
- ✓ Jason, K. N, and R. S. Emerson. 2005. Effect of row spacing and soybean genotype on main stem and branch yield. *Agron. J.* 97: 919- 923.
- ✓ Kebreyayie, S., K. Shamsi., B. Rasekhi., S. Kebreyayie, and A. R. Pazouki. 2010. The study of plant population effect on morphological and qualitative characters of soybean. *Plant. Eco. J.* 6 (23): 81- 91. (In Persian)
- ✓ Kesheri, H. A., M. Kesheri., A. Zeynali, and M. Bagari. 2006. The study of row speace and plant population effect on yield and yield components in three cultivars of soybean in summer planting. *J. Sci. Tech. Agric. Natu. Res.* 13 (2): 82- 92. (In Persian)
- ✓ Khadem Hamzeh, H. R., M. Karimi., A. A. Rezayie, and M. Ahmadi. 2004. Effect of plant population and planting date on agronomic characters, yield and yield components of soybean. *J. Iranian Agric. Sci.* 35 (2): 357- 367. (In Persian)
- ✓ Khajeh Poor, M. R. 2009. Industrial crop production. *Jahad Daneshgahi Publication of Esfahan Industrial Univercity*. Pp: 564. (In Persian)
- ✓ Koochaki, A., and G. H. Sarmad Niya. 2000. *Crop Physiology*. Mashhad Jahad Daneshgahi Publication. Pp: 400. (In Persian)
- ✓ Koochaki, A. 1993. *Agronomy in dryland*. Mashhad Jahad Daneshgahi Publication. Pp: 163. (In Persian)
- ✓ Lueshen, W. E., and D. R. Hicks. 1977. Influence of plant population of field performance of three soybean cultivars. *Agron. J.* 69: 390- 393.
- ✓ Moor, S. H. 1991. Uniformity of plant spacing effect on soybean population parameters. *Crop Sci.* 31: 1049- 1051.
- ✓ Mundel, H. H., R. F. Blackshaw., J. R. Byers., H. C. Huang., R. Johnson., D.L. Keon., J. Kubik., R. Mckenzie., B. Otto., B. Roth, and K. Stanford. 2004. Safflower production in the

Canadian Prairies. Agriculture and Agri-Food Canada. Lethbridge Research Centre, PO box 3000, Lethbridge, Alberta T1J 4B1. Canada.

✓ Nasser, F. 1996. Oil seeds. Mashhad Ferdosi University Publication. 282 Pp. (In Persian)

✓ Nataragan, M. 1989. Spatial arrangement of the component crops in developing intercropping system: some concepts and methodologies. In: S.R. Waddington, A. F. E. Palmer, and O. T. Edje (Eds). Research methods for cereal/ legume intercropping sponsored CYMMIT, CIAT and government of Malawi. Pp: 68- 73.

✓ Nenadic, N., and S. Slovic. 1996. Soybean yield and quality as influenced by crop density, sowing type and nitrogen fertilization, Rev. Res. Work. facul. Agric. Belgrade. 39: 87- 95.

✓ Parvez, M. A. Q., and F. P. Gardner. 1987. Daylength and sowing date responses of soybean lines with "Juvenile" trait. Crop. Sci. 27: 305- 310.

✓ Parvez, M. A. Q., F. P. Gardner, and K.J. Boote. 1989. Determinate and indeterminate type soybean cultivars response to pattern, density and planting date. Crop Sci. 29: 150- 157.

✓ Poor Hadieyan, H., and M. R. Khajeh Poor. 2009. Effect of row space and plant population on some of agronomic characters of *Carthamus Tinctorius* L. Cv. Koos in summer planting. Iranian Agron. Sci. J. 11 (4): 381- 392. (In Persian)

✓ Powelson, A., R. Ludy., R. E. Peachy, and D. Mc Grath. 1999. Row spacing effect on White mold and snap bean yield. Horticulture Weed Control.

✓ Rahimi Patroudi, A., M. R. Zardoshti., M. Nojavan, and A. A. Poor Mirza. 2006. The effects of density auxotonic of between and within rows planting change on the qualitative and quantitative traits in three soybean cultivars under Urmia weather. J. Agric. New. Data. 1 (1): 23 - 33. (In Persian)

✓ Razmi, N. 2010. Effect of planting date and plant population on some of agronomical characters, seed yield and its components of soybean genotypes in Mogan zone. Seed. Plant. Prod. J. 2, 26 (4): 403- 418. (In Persian)

✓ Rosalind, A. B., L. C. Purcell, and E.D. Vories. 2000. Short season soybean yield compensation in response to population and water regime. Crop Sci. 40: 1070- 1078.

✓ Sanford, J. O. 1982. Straw and tillage management practices in soybean- wheat double-cropping. Agron. J. 47: 1032- 1035.

✓ Shirliffe, S. J., and A. M. Johnson. 2003. Yield density relationship and optimum plant populations in two cultivars of solid-seeding dry bean grown in Saskatchewan. Can. J. Plant Sci. 82: 521- 529.

✓ Steven, W. R., G. O. Benson, and R.J. Salvador. 1994. How a soybean plant develops. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service. Amse, Iowa. Special. Pp: 20.

✓ Torabi Jefrode, A., A. Fayaz Mogadam, and A. Hassan Zadeh Gorottapeh. 2005. The study of planting pattern and plant population effect on yield, yield components and some of vegetative characteres in kidney bean. J. Iranian Agric. Sci. 36 (3): 639- 646. (In Persian)

✓ Uslu, N., A. Akin, and M. B. Halitigil. 1998. Cultivar, weed and row spacing effects on some agronomic characters of safflower (*carthamus tinctorius* L) in spacing planting. Turk. J. Agric. Forest. 22: 533- 536.

✓ Valafar, A. 2006. Effect of different plant population on seed yield and physiological characters in two components cultivars of soybean in the tea pruning. M.Sc Thesis of agronomy, Agriculture Collage, Takestan Islamic Azad University. 150 Pp. (In Persian)

✓ Wells, R. 1993. Dynamics of soybean growth in variable planting patterns. Agron. J. 85: 44- 48.