نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 4، زمستان 1393، ص. 857-848

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 4, Winter 2015, p. 848-857

بررسی اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max* L.) تحت رقابت علف‌های‌هرز

زهرا جوزایان[1]، علیرضا یدوی[2*]، محسن موحدی دهنوی[2] و عیسی مقصودی[3]

تاریخ دریافت: 1392/09/06
تاریخ پذیرش: 1393/03/09

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max* L.) در شرایط رقابت علف‌های‌هرز، آزمایشی در مزرعه دانشکده کشاورزی یاسوج در تابستان 1389 اجرا شد. این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل رقابت علف‌هرز (در دو سطح کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز طبیعی مزرعه) و عامل فرعی شامل فاکتوریل فاصله ردیف سویا (با سه سطح 30، 45 و 60 سانتی‌متر) و تراکم کاشت (با سه سطح 40، 50 و 60 بوته در مترمربع) بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم کاشت سویا و کاهش فاصله ردیف آن عملکرد دانه این محصول به طور معنی‌داری افزایش می‌گردد، به طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در تراکم 60 بوته در متر مربع (2405 کیلوگرم در هکتار) و فاصله ردیف 30 سانتی‌متر (2368 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. همچنین رقابت علف‌های‌هرز باعث کاهش معنی‌دار 37 درصدی عملکرد دانه سویا شد. افزایش تراکم و کاهش فاصله ردیف سویا، عملکرد روغن را افزایش داد در حالی‌که رقابت علف‌های‌هرز منجر به کاهش 38 و 41 درصدی عملکرد روغن و پروتئین گردید. همچنین با افزایش تراکم و کاهش فاصله ردیف سویا، وزن خشک علف‌های‌هرز کاهش یافت، به طوری‌که کمترین وزن خشک از فاصله ردیف 30 سانتی‌متری (531/3 گرم) و تراکم کاشت 60 بوته در مترمربع (523/2 گرم) به دست آمد. نتایج به دست آمده حاکی از مؤثر بودن افزایش تراکم کاشت و کاهش فاصله ردیف سویا برای کنترل علف‌های‌هرز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، پروتئین، روغن، عملکرد دانه

مقدمه

کشور ما در حال حاضر یکی از کشورهای عمده وارد کننده روغن خام بوده که بیشتر این واردات به روغن سویا (*Glycine max* L.) اختصاص دارد. ارزش این گیاه به دلیل روغنی بودن دانه آن و همچنین مناسب بودن آن جهت تأمین پروتیئن انسان و دام می‌باشد (Naseri et al., 2010). به طور متوسط از هر 100 کیلوگرم دانه ارقام روغنی سویا، 18 کیلوگرم روغن و 76 کیلوگرم کنجاله (حاوی 40 درصد پروتئین) به دست می‌آید (Masuda & Golsmith, 2009). علف‌های‌هرز از دیرباز به عنوان رقیب اصلی گیاهان زراعی مطرح بوده‌اند. این گیاهان به دلیل رقابت با گیاهان زراعی بر سر نور، آب و عناصر غذایی، کاهش کمیت و کیفیت محصول و ایجاد پناهگاهی مناسب برای حشرات و عوامل بیماریزا، می‌توانند مشکل‌ساز باشند. امروزه به دلیل مقاومت علف‌های‌هرز به علفکش‌ها و به تبع آن محدودیت استفاده از علف‌کش‌ها، روش‌های کنترل زراعی از اهمیت زیادی برخوردار شده است. از جمله روش‌های کنترل زراعی، افزایش توانایی رقابتی گیاه زراعی در مقابل علف‌های‌هرز با استفاده از روش‌های کنترل تلفیقی است. تعیین تراکم بهینه یکی از عوامل مهم برای دستیابی به بیش‌ترین عملکرد، با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و ویژگی ارقام کشت شده می‌باشد (Noormohammadi et al., 2001). به طوری‌که افزایش تراکم گیاهی می‌تواند یک روش مؤثر برای افزایش سهم گیاه زراعی از کل موجودی منابع حیاتی باشد. کاهش فاصله بین ردیف‌ها همراه با افزایش تراکم در

1، 2 و 3- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات و دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
(*- نویسنده مسئول: Email: Yadavi@yu.ac.ir)

واحد سطح، می‌تواند از طریق استفاده کاراتر از انرژی خورشیدی و کاهش سریع انتقال نور از میان سایه‌انداز، باعث کاهش رشد علف‌های‌هرز و افزایش تولید شود. از طرف دیگر، تراکم بالا و ردیف-های باریک به واسطه سایه‌اندازی بیشتر، قدرت رقابتی محصول با علف‌هرز را افزایش می‌دهد (Miguel et al., 2005). در این رابطه تحقیقات نشان داده است که افزایش میزان بذر گندم از 67 تا 134 کیلوگرم در هکتار، تولید بذر یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) را 21 تا 25% کاهش می‌دهد (Robert, 2004). از سوی دیگر، با افزایش تراکم گندم در دامنه 200 تا 400 بوته در متر مربع شاخص سطح برگ، وزن خشک و بذر تولیدی در واحد سطح علف‌هرز تربچه وحشی کاهش یافته و از اثر سوء این علف‌هرز بر عملکرد دانه گندم کاسته شده است (Eslami et al., 2006). همچنین افزایش تراکم در گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) سبب کاهش نقصان عملکرد دانه در اثر تداخل علف‌هرز یولاف وحشی شد، به طوری‌که کاشت جو در تراکم 160، 220 و 280 بوته در متر مربع همراه با تراکم 80 بوته در متر مربع یولاف وحشی نشان داد که افزایش تراکم جو، موجب کاهش زیست توده یولاف وحشی شده و از اثرات رقابتی یولاف وحشی در برابر گیاه زراعی می‌کاهد (Scursoni & Satorre, 2005). سویای کاشته شده در فاصله ردیف 19 سانتی‌متری نسبت به فاصله ردیف 76 سانتی‌متر بیشترین رقابت را با علف‌هرز تاج‌ریزی (*Solanum nigrum* L.) نشان می‌دهد و افزایش تراکم در فاصله ردیف 76 سانتی‌متری از 185000 به 432000 بوته در هکتار وزن خشک تاج‌ریزی را به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد (Rich & Renner, 2007). گزارش شده کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد سویا در کشت با ردیف‌های36 سانتی‌متری با تراکم بالا و مصرف 25 درصد میزان توصیه شده علف‌کش، بیشتر و یا برابر با حالتی بود که در ردیف‌های 60 سانتی‌متری با تراکم پایین و میزان علف‌کش مصرفی 100 درصد توصیه شده کاشته شد (Samdani et al., 2005). محققین دیگری نیز اظهار داشتند که افزایش تراکم سویا از 10300 به 85000 بوته در هکتار و یا کاهش فاصله ردیف‌های سویا از 46 به 23 سانتی‌متر، عملکرد سویا را افزایش می‌دهد (Holshouser & Whittaker, 2002).

نکته قابل توجهی که در رابطه با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم کاشت سویا مدنظر می‌باشد، تأثیر آن بر کنترل و مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز می‌باشد. نحوه توزیع و تراکم بوته‌ها در مزرعه بر جذب و بهره‌وری از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و رقابت درون و برون بوته‌ای، تأثیر دارد و در نهایت از عوامل تعیین کننده عملکرد دانه است (Aineband & Agassi, 2007). افزایش تعداد گیاه در واحد سطح به علت سایه‌اندازی بیشتر موجب کاهش نور قابل استفاده برای هرگیاه خواهد شد و از این رو باعث کاهش عملکرد بوته می‌گردد. در صورتی‌که افزایش تعداد بوته در واحد سطح تا حد مطلوب کاهش عملکرد تک بوته را جبران نموده و عملکرد در واحد سطح را افزایش می‌دهد (Khademhamzeh et al., 2004). مطالعات زیادی نشان داده است که با افزایش تراکم گیاهی عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و پس از آن در محدوده‌ای از تراکم، عملکرد ثابت می‌ماند و افزایش بیشتر تراکم گیاهی به علت تشدید رقابت بین گیاهان منجر به کاهش عملکرد می‌شود. همچنین انتخاب تراکم بوته تأثیر عمده‌ای بر اجزای عملکرد گیاهی دارد، به نحوی که با انتخاب تراکم مطلوب بوته می‌توان عملکرد مناسبی را به دست آورد (Widdicombe & Thelen, 2002). با افزایش تراکم، شدت نور در پوشش گیاهی کاهش یافته و سبب کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در گیاه می‌شود (Keshiri et al., 2006). در همین راستا تعداد دانه در غلاف در برخی از لگوم‌های دانه‌ای تحت تأثیر تراکم کاشت قرار گرفته و با افزایش تراکم کاهش می‌یابد (Ayaz et al., 2001).

فاصله ردیف‌های باریک، توانایی رقابت را در بسیاری از گیاهان به دلیل بسته شدن سریع‌تر کانوپی و شروع زود هنگام رقابت با علف‌های‌هرز بهبود می‌دهد (Raey et al., 2005; Olsen et al., 2005). افزایش تراکم گیاهی روشی مؤثر برای افزایش سهم گیاه زراعی از کل موجودی منابع حیاتی باشد که دسترسی علف‌های‌هرز را به این منابع کاهش می‌دهد (Blackshaw et al., 1999; Regan et al., 2003). بنابراین، یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی با هدف دستیابی به عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، تعیین بهترین تراکم و آرایش کاشت گیاه زراعی از جمله سویا است (Kebraii et al., 2009). با توجه به اهمیت مدیریت علف‌های‌هرز در تولید محصول سویا این تحقیق با هدف بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم‌های مختلف سویا بر عملکرد کمی و کیفی این گیاه در شرایط رقابت علف‌های‌هرز در منطقه یاسوج انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج با مشخصات جغرافیایی 51 درجه و 32 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 30 درجه و 38 دقیقه شمالی، با ارتفاع 1870 متری از سطح دریا که در شمال شرقی استان کهگیلویه و بویراحمد واقع شده است، در تابستان 1389 انجام گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی شامل دو سطح کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز طبیعی مزرعه بود. عامل فرعی شامل فاکتوریل فاصله ردیف سویا با سه سطح 30، 45 و 60 سانتی‌متر و تراکم کاشت با سه سطح 40، 50 و 60 بوته در مترمربع بود. پس از شخم و تهیه مقدماتی زمین آزمایش، براساس آزمون خاک کودهای اوره و سوپرفسفات تریپل به میزان 100 و150 کیلوگرم در هکتار به طور یکنواخت در زمین پخش گردید. ابعاد کرت‌های آزمایش 3 × 6 متر، فاصله بین کرت‌ها یک متر و فاصله بین بلوک‌ها، دو متر لحاظ گردید. کشت به صورت دستی انجام شد. درطول فصل رشد برای کرت‌های عاری از علف‌هرز وجین دستی علف‌های‌هرز انجام شد. برای تعیین تعداد غلاف در بوته، 20 بوته متوالی از خطوط کاشت از هر کرت آزمایشی انتخاب و تعداد غلاف آن شمارش و میانگین آن برای هر بوته محاسبه شد. همچنین تعداد دانه در غلاف با میانگینی از تعداد دانه در غلاف‌های به دست آمده از این 20 بوته محاسبه شد. وزن هزار دانه با استفاده از ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت 0/001 گرم اندازه‌گیری و ثبت گردید. همچنین برای تعیین وزن خشک علف‌های هرز در مرحله غلاف‌دهی سویا در تیمارهای آلوده به فلور کامل علف‌هرز در سطحی معادل 0/5 مترمربع تمام علف‌های‌هرز کف بر شدند و برای محاسبه وزن خشک در آون در دمای 75 درجه به مدت 48 ساعت قرار گرفت و سپس توزین شدند. برداشت نهایی جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک از سه ردیف میانی هر کرت با رعایت حاشیه نیم متری، صورت گرفت. درصد روغن دانه با استفاده از روش مستقیم (توسط دستگاه سوکسله) و درصد پروتئین با استفاده از دستگاه کجلدال (مدل تکاتور 1030) و از روش امامی (Emami, 1996) اندازه‌گیری شد. برای تجزیه واریانس و تجزیه همبستگی داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد و میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که اثرات رقابت علف‌های‌هرز، تراکم کاشت، فاصله ردیف سویا و برهمکنش بین تیمارهای تراکم کاشت و رقابت علف‌های‌هرز بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول 1). مقایسه میانگین اثر برهمکنش تراکم کاشت و رقابت علف‌هرز بر تعداد غلاف در بوته (شکل 1) نشان داد در شرایط عاری از علف‌هرز بیشترین تعداد غلاف مربوط به تراکم 40 بوته در مترمربع سویا بود ولی در حضور علف‌های‌هرز بیشترین تعداد غلاف مربوط به تراکم 50 بوته در مترمربع سویا بود و رقابت علف‌های‌هرز در تراکم 40، 50 و 60 بوته در مترمربع به ترتیب باعث کاهش 36/4، 14/9 و 13/5 درصدی تعداد غلاف در بوته گردید. این نتایج نشان‌دهنده افزایش توان رقابتی گیاه سویا در برابر علف‌های‌هرز با افزایش تراکم سویا می‌باشد. به - طوری‌که حضور علف‌های‌هرز یا عدم حضور علف‌های‌هرز اختلاف معنی‌داری در تعداد غلاف سویا در تراکم کاشت 60 بوته در مترمربع ایجاد نکرد (شکل 1). برخی محققین گزارش کردند که با افزایش تراکم کاشت سویا به دلیل افزایش سرعت بسته شدن کانوپی گیاهی کنترل پایدارتر علف‌های‌هرز حاصل شد؛ به طوری‌که خسارت علف‌های‌هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد سویا کمتر شده است (Norsworthy & Oliver, 2001). مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف کاشت سویا بر تعداد غلاف در بوته نشان داد که با کاهش فاصله ردیف تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد. با این‌حال، اختلاف معنی‌داری در فاصله ردیف کاشت 45 و 60 سانتی‌متر مشاهده نگردید (جدول 2).

تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که تأثیر هیچ‌کدام از فاکتورهای تراکم کاشت، فاصله ردیف سویا و رقابت علف‌های‌هرز و نیز برهمکنش بین این تیمارها، بر تعداد دانه در غلاف، معنی‌دار نشد (جدول 1). در همین راستا محققین گزارش کردند که تعداد دانه در غلاف در گیاه سویا تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت و تراکم سویا قرار نگرفته است (Keshiri et al., 2006). همچنین در مطالعه‌ای روی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) گزارش شد که تعداد دانه در غلاف در شرایط حضور و عدم حضور علف‌های‌هرز اختلاف معنی‌داری نشان نداده است (Ghanbari & Taherimazandarani, 2003).

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر فاصله ردیف سویا، رقابت علف‌های‌هرز و برهمکنش تراکم و رقابت علف‌های‌هرز در سطح احتمال پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار، اما تأثیر تراکم کاشت بر وزن هزار دانه غیر معنی‌دار بود (جدول 1). مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف سویا برای وزن هزار دانه نیز نشان داد که با کاهش فاصله ردیف وزن هزار دانه سویا افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری‌که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در فاصله ردیف 30 و 60 سانتی‌متری به دست آمد (جدول 2). در شرایط تراکم ثابت، کاهش فاصله ردیف با افزایش فاصله بوته روی ردیف همراه بوده که در این حالت آرایش کاشت به آرایش مربع نزدیک‌تر شده و رقابت درون گونه‌ای بین تک بوته‌های سویا کمتر شده و می‌تواند به افزایش ظرفیت فتوسنتزی آن ختم شده و وزن هزار دانه افزایش یابد. برخی از مطالعات انجام شده نیز حاکی از افزایش صفت وزن هزار دانه در اثر کاهش فاصله ردیف کاشت می‌باشد (Uslu, 1998). مقایسه میانگین برهمکنش اثر تراکم کاشت سویا و رقابت علف‌هرز بر وزن هزار دانه سویا (شکل 2) نشان داد که در تراکم‌های 40 و50 بوته در متر مربع سویا رقابت علف‌های‌هرز منجر به کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه شده، ولی این کاهش در تراکم 60 بوته در متر مربع سویا معنی‌دار نبود به طوری‌که میزان کاهش وزن هزار دانه در اثر رقابت علف‌های‌هرز برای تراکم‌های 40، 50 و 60 بوته در متر مربع به ترتیب 16/44، 14 و 7/53 درصد بوده است. این نتایج بیانگر کاهش اثرات رقابتی علف‌های‌هرز در تراکم‌های بالاتر سویا بر توان فتوسنتزی این گیاه می‌باشد و در تراکم‌های بالاتر سویا به دلیل سایه‌اندازی بیشتر بر روی علف‌های‌هرز از اثرات رقابتی آن‌ها کاسته شده است.

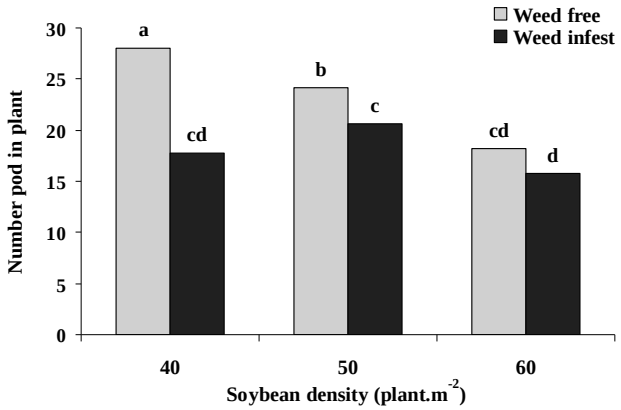
جدول 1- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی سویا در فاصله ردیف و تراکم‌های مختلف و رقابت علف‌های‌هرز

Table 1- Analysis of variance to evaluate different soybean row spacing and plant density and weed competition

منابع تغییر Source of variation	میانگین مربعات Mean of square							
	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Number pod in plant	تعداد دانه در غلاف Number Seed per pod	وزن هزار دانه 1000- grain weight	عملکرد دانه Grain yield	درصد پروتئین Protein percent	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield
تکرار Replication	2	182.6 ^{ns}	2.27 ^{ns}	931.8 ^{ns}	5377759 $^{\times}$	8.51 $^{\times}$	54.1 ^{ns}	21641 ^{ns}
رقابت علف‌هرز (A) Weed competition (A)	1	389.2 $^{\times}$	0.19 ^{ns}	4490.0 $^{\times}$	12581247 $^{\times}$	6.50 ^{ns}	217.0 ^{ns}	569210 $^{\times}$
خطای اصلی Main Error	2	11.7	0.31	187.7	153552	71.2	4.04	12421
فاصله ردیف (B) Row spacing (B)	2	54.7 $^{\times\times}$	0.1 ^{ns}	472.5 $^{\times}$	931543 $^{\times\times}$	47.1 ^{ns}	3.01 ^{ns}	27474 $^{\times\times}$
تراکم کاشت (C) Plant density (C)	2	191.4 $^{\times\times}$	0.03 ^{ns}	58.0 ^{ns}	2273552 $^{\times\times}$	73.5 $^{\times}$	39.3 ^{ns}	88334 $^{\times\times}$
A×B	2	6.96 ^{ns}	0.01 ^{ns}	3.74 ^{ns}	200356 ^{ns}	12.3 ^{ns}	97.1 ^{ns}	5678 ^{ns}
A×C	2	82.3 $^{\times\times}$	0.003 ^{ns}	327.0 $^{\times}$	112295 ^{ns}	2.20 ^{ns}	26.6 ^{ns}	6737 ^{ns}
B×C	4	3.15 ^{ns}	0.02 ^{ns}	4.13 ^{ns}	97645 ^{ns}	40.5 ^{ns}	53.2 ^{ns}	3148 ^{ns}
A×B×C	4	7.01 ^{ns}	0.007 ^{ns}	3.71 ^{ns}	17451 ^{ns}	63.1 ^{ns}	72.0 ^{ns}	1175 ^{ns}
خطا Error	32	9.07	0.05	06.92	81707	01.9	57.2	4483
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		14.4	9.11	85.6	13.2	34.9	87.7	29.15

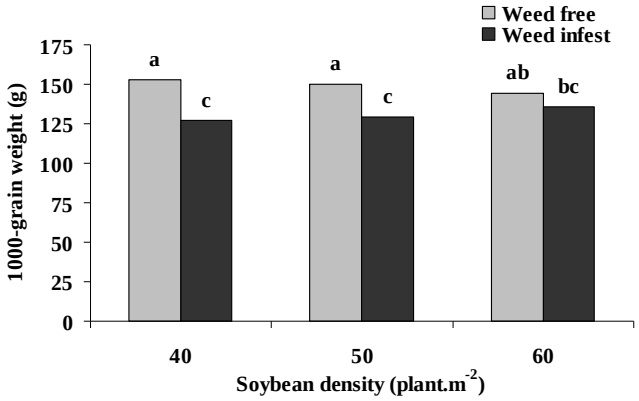
ns، $^{\times}$ و $^{\times\times}$: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, $^{\times}$ and $^{\times\times}$: Non significant, significant at 5 and 1 % levels, respectively.



شکل 1- مقایسه میانگین برهمکنش اثر تراکم کاشت و رقابت علف‌های‌هرز بر تعداد غلاف در بوته سویا

Fig. 1- Mean comparison of the interaction of plant density and weed competition on soybean pods per plant



شکل 2- مقایسه میانگین برهمکنش اثر تراکم کاشت و رقابت علف‌های‌هرز بر وزن هزار دانه سویا

Fig. 2- Mean comparison of the interaction of plant density and weed competition on soybean 1000- grain weight

عملکرد دانه

با توجه به نتایج آنالیز آماری داده‌ها مشاهده می‌شود که اثر هر سه تیمار تراکم کاشت، فاصله ردیف و رقابت علف‌هرز بر عملکرد دانه سویا معنی‌دار شد ولی برهمکنش هیچ یک از تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول 1). مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت سویا بر عملکرد دانه نشان داد که با افزایش تراکم، عملکرد دانه افزایش معنی‌داری پیدا کرد به طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تراکم کاشت 60 و 40 بوته در متر مربع بود گرچه بین تراکم‌های 50 و60 بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول 2). با افزایش تراکم گیاهی عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و پس از آن در محدوده‌ای از تراکم، عملکرد ثابت می‌ماند و افزایش بیش‌تر در تراکم گیاهی به علت رقابت شدید بین گیاهان باعث کاهش عملکرد گردیده است. مطالعات انجام شده حاکی از آن است که ارتباط مثبتی بین افزایش تراکم کاشت و عملکرد دانه وجود دارد، به طوری‌که عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح افزایش می‌یابد (Regan et al., 2003).

افزایش تراکم سویا به دلیل افزایش توان رقابتی آن در برابر علف‌های‌هرز و همچنین زودتر بسته شدن کانوپی و به دنبال آن بهبود جذب نور و تولید مواد فتوسنتزی جهت انتقال به دانه منجر به بهبود اجزاء عملکرد (به ویژه وزن هزار دانه) و در نتیجه افزایش عملکرد دانه شده است. مقایسه میانگین تأثیر فاصله ردیف سویا بر عملکرد دانه (جدول 2) نیز نشان داد که با کاهش فاصله ردیف کاشت سویا میزان عملکرد دانه افزایش معنی‌داری یافت به طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به فاصله ردیف 30 و 60 سانتی‌متر سویا می‌باشد، گرچه بین فاصله ردیف 30 و 45 سانتی‌متری سویا تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد وجود ندارد. مطالعات نشان داده که عملکرد سویا در فواصل ردیف باریک در مقایسه با فواصل ردیف پهن، به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه، بیشتر است (Board & Harville, 1999). در فواصل ردیف باریک شاخص سطح برگ بیشتر بوده و به دنبال آن کانوپی گیاهی سریع‌تر بسته می‌شود که این امر منجر به کاهش اثرات رقابتی علف‌های‌هرز و در نتیجه کاهش خسارت علف‌های‌هرز به عملکرد دانه می‌گردد. مقایسه میانگین تأثیر رقابت علف‌های‌هرز نیز نشان داد که رقابت علف‌های‌هرز کاهش 38/8 درصدی عملکرد دانه را به دنبال دارد (جدول2). رقابت موجب کاهش فراهمی عناصر تولید (نیتروژن، آب و نور) برای سویا شده که این امر منجر به تأخیر در بسته شدن کانوپی و کاهش جذب نور و به دنبال آن کاهش تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن به دانه گردیده است. در گزارشی کاهش عملکرد سویا در نتیجه تداخل نوعی علف‌هرز 57 درصد گزارش شده است‌که مهمترین علت کاهش عملکرد دانه سویا در اثر رقابت علف‌های‌هرز را کاهش تعداد غلاف در بوته بیان نمودند (Raey et al., 2005).

درصد پروتئین دانه

در بین تیمارهای آزمایشی تنها تأثیر تراکم کاشت سویا، در سطح احتمال پنج درصد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود و سایر تیمارها و همچنین برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه نداشت (جدول 1). مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت سویا بر درصد پروتئین دانه سویا نشان داد که بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه به ترتیب مربوط به تراکم کاشت 40 و 60 بوته در متر مربع بوده و بین تراکم 40 و 50 بوته در متر مربع از نظر درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول 2). تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر پروتئین خام دانه دارد به طوری‌که در تراکم‌های بالا به دلیل سایه اندازی بیشتر بوته‌ها روی یکدیگر، تولید مواد فتوسنتزی و تبدیل آن‌ها به ترکیبات پروتئینی کاهش می‌یابد.

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات تراکم کاشت، فاصله ردیف و رقابت علف‌هرز برای صفات مورد ارزیابی سویا

Table 2- Mean comparison the effects of planting density, row spacing and weed competition for soybean traits

تیمار Treatment			تعداد غلاف در بوته Number pod in plant	تعداد دانه در غلاف Number seed per pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000- grain weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	محتوی پروتئین (درصد) Protein content (%)	عملکرد روغن (کیلوگرم بر هکتار) Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
تراکم کاشت (بوته در مترمربع) Plant density ($plants.m^{-2}$)	فاصله ردیف (سانتی‌متر) Row space (cm)	رقابت علف‌هرز Weed competition						
40	-	-	22.99 a	2.50 a	139.80 a	1752 b	33.10 a	357.06 b
50	-	-	22.56 a	2.40 a	140.06 a	2321 a	32.90 a	479.27 a
60	-	-	17.14 b	2.40 a	140.19 a	2406 a	30.20 b	477.51 a
-	30	-	22.50 a	2.55 a	145.20 a	2368 a	33.12 a	472.97 a
-	45	-	21.02 ab	2.50 a	139.90 ab	2194 a	31.63 a	445.10 a
-	60	-	19.95 b	2.38 a	134.90 b	1917 b	31.61 a	395.80 b
-	-	بدون علف‌هرز Weed free	23.58 a	2.53 a	149.15 a	2642 a	33.10 a	540.60 a
-	-	آلوده به علف‌هرز Weed infest	18.21 b	2.40 a	130.90 b	1677 b	31.10 a	335.20 b

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

Similar letters in each column indicate no significant differences based on Duncan's multiple range test at the five percent level

همچنین با کاهش تراکم، سهم تولید ترکیبات پروتئینی از مواد فتوسنتزی بیشتر شده که این امر افزایش پروتئین را به دنبال داشته است. محققین در مطالعات خود روی سویا گزارش کردند که میزان پروتئین در تراکم‌های پایین‌تر افزایش می‌یابد و رقابت علف‌های‌هرز، سبب کاهش درصد پروتئین می‌گردد (Vasilia et al,. 2005).

درصد روغن دانه سویا

اثر تراکم کاشت، فاصله ردیف سویا و رقابت علف‌های‌هرز بر درصد روغن دانه سویا معنی‌دار نشد. همچنین برهمکنش هیچ یک از تیمارها بر درصد روغن دانه سویا معنی‌دار نشد (جدول 3). در همین ارتباط بنا بر گزارش برخی از پژوهشگران درصد روغن دانه سویا تحت تأثیر تراکم کاشت سویا قرار نگرفت (Kebraii et al., 2009). همچنین در گزارشی در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.)، میزان روغن دانه تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت (Yazdifar et al., 2008).

عملکرد روغن

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تراکم کاشت، فاصله ردیف سویا و رقابت علف‌های‌هرز بر عملکرد روغن دانه معنی‌دار شد ولی اثر هیچ یک از برهمکنش‌های بین تیمارها بر این صفت معنی‌داری نبود (جدول 1). مقایسه میانگین اثر تراکم کاشت سویا بر عملکرد روغن سویا (جدول 2)، نشان داد که با افزایش تراکم بوته سویا از 40 به 50 بوته در متر مربع عملکرد روغن افزایش معنی‌داری پیدا کرد ولی افزایش بیشتر تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. با توجه به عملکرد دانه بیشتر در تراکم بالاتر سویا این افزایش عملکرد روغن در اثر افزایش تراکم قابل توجیه می‌باشد. از طرف دیگر عملکرد روغن دانه سویا با کاهش فاصله ردیف افزایش معنی‌داری نشان داد به طوری‌که بیشترین عملکرد روغن (472/97 کیلوگرم در هکتار) در فاصله ردیف 30 سانتی‌متر به دست آمد (جدول 2). اثر فاصله ردیف کاشت بر عملکرد روغن در گیاهان دیگر نیز معنی‌دار بود به طوری‌که با کاهش فاصله ردیف کاشت بر عملکرد روغن افزوده شده است (Ozel et al., 2004).

مقایسه تیمار رقابت علف‌های‌هرز، بیانگر کاهش 38 درصدی عملکرد روغن دانه سویا در شرایط رقابت نسبت به شرایط عدم رقابت علف‌های‌هرز بود (جدول 2). برخی از محققین گزارش دادند که کنترل علف‌های‌هرز سبب افزایش 34 درصدی عملکرد روغن دانه گردیده است. احتمالاً این امر از عدم رقابت علف‌های‌هرز برای منابع رشدی ناشی می‌شود، به طوری‌که با دسترسی مناسب گیاه به منابع محیطی و استفاده مناسب از فصل رشد، زمان لازم برای سنتز درصد مناسب روغن از هیدرات‌های کربن در مراحل اول و از پروتئین در مراحل بعدی پر شدن دانه فراهم می‌گردد.

تراکم کل علف‌هرز

نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار فاصله ردیف سویا بر تراکم علف‌های‌هرز بود؛ اما تأثیر تراکم کاشت سویا بر این صفت معنی‌دار نشد. همچنین بر همکنش دو تیمار تراکم و فاصله ردیف بر صفت تراکم کل علف‌هرز معنی‌دار نگردید (جدول 3). در تعیین شدت رقابت بین علف‌های‌هرز و گیاهان زراعی عوامل متعددی ازجمله تراکم، زمان سبز شدن، توزیع در سطح (پراکنش) و طول مدت حضور علف‌هرز و نیز تراکم و آرایش کشت گیاهان زراعی نقش دارند (Zimdahl, 1993). تراکم علف‌هرز بخشی از افت عملکرد گیاه زراعی را در رقابت با علف‌هرز تعیین می‌کند (Abbas dukht, 2003). کمترین (56 عدد) و بیشترین (93 عدد) تراکم علف‌هرز به ترتیب در فاصله ردیف 30 و60 سانتی‌متری مشاهده شد. همچنین از لحاظ آماری بین فاصله ردیف 30 و 45 سانتی‌متری اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل 3). به نظر می‌رسد که در فاصله ردیف باریک به علت نزدیک شدن به آرایش کاشت یکنواخت‌تر و بسته شدن سریع‌تر کانوپی گیاه سویا، علف‌های‌هرز فرصت کمتری برای ظهور پیدا کرده‌اند.

وزن خشک کل علف‌های‌هرز

نتایج نشان داد که اثر فاصله ردیف و تراکم‌کاشت سویا بر وزن خشک علف‌هرز به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود. بر همکنش دو تیمار تراکم‌کاشت و فاصله ردیف سویا بر صفت وزن خشک کل علف‌هرز معنی‌دار نگردید (جدول 3). کمترین وزن خشک علف‌های‌هرز در فاصله‌ردیف 30 سانتی‌متری و به دلیل عدم وجود فضای کافی برای رشد و توسعه اندام‌های هوایی علف‌های‌هرز و زودتر بسته شدن پوشش گیاهی سویا، مشاهده گردید (شکل 4). به

عقیده برخی از محققین دلیل کاهش زیست توده علف‌های‌هرز در ردیف‌های باریک و تراکم‌های بالاتر، افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش فتوسنتز در گیاه زراعی است (Murphy et al., 1996). با افزایش تراکم‌کاشت سویا وزن خشک علف‌های‌هرز کاهش می‌یابد (شکل 4). به طوری‌که کمترین وزن خشک علف‌هرز (523 گرم در مترمربع) از تراکم 60 بوته در مترمربع سویا به دست آمد. گرچه بین تراکم 50 و 60 بوته از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل 4).

با افزایش سایه‌اندازی گیاه زراعی بر روی علف‌هرز در اثر افزایش تراکم کاشت، میزان تجمع ماده خشک در گونه‌هایی که در زیر کانوپی قرار گرفته‌اند کاهش می‌یابد (Rajcan & Swanton. 2001). به نظر می‌رسد که در تراکم بالای سویا به دلیل افزایش سطح برگ سویا، کمیت و کیفیت نوری که به پایین کانوپی رسیده تغییر کرده و ضمن جلوگیری از ظهور علف‌های‌هرز جدید، رشد و وزن خشک بوته‌های روئیده شده علف‌های‌هرز را کاهش می‌دهد. در همین راستا گزارش شده که با افزایش تراکم کاشت لوبیا از 24 به 48 بوته در متر مربع، وزن خشک علف‌هرز تاجریزی کرکدار (*Solanum sarrochoides* L.) کاهش یافت (Blackshaw et al., 1999).

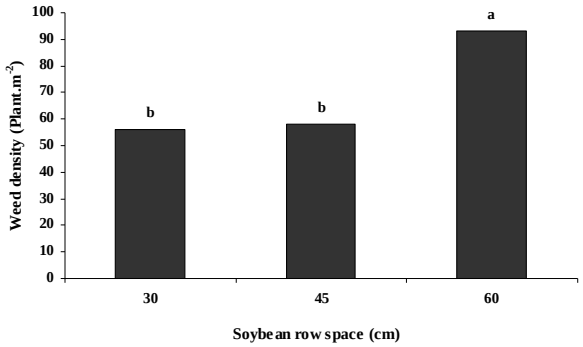
جدول 3- تجزیه واریانس تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در فاصله ردیف و تراکم های مختلف سویا

Table 3- Analysis of variance density and dry weight of weeds in soybean row spacing and density

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of square	
		تراکم علف‌هرز Weed density	وزن خشک علف‌هرز Weed dry weight
تکرار Replication	2	1371 ns	94.9 ns
فاصله ردیف (A) Row spacing (A)	2	5603 *	3989 **
تراکم کاشت (B) Plant density (B)	2	7210 ns	920 *
A×B	4	6650 ns	0.244 ns
خطا Error	16	9544	306.6
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	16.17	17.25

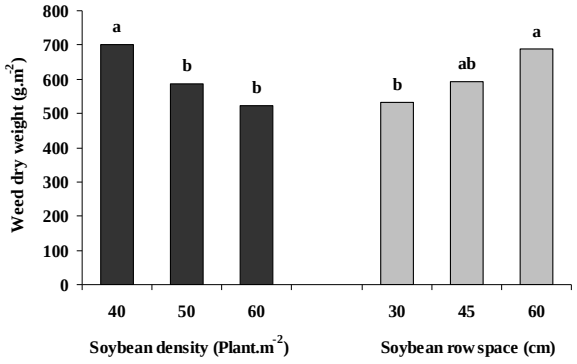
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: Non significant, significant at 5 and 1 % levels, respectively.



شکل 3- مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف کاشت سویا بر تراکم علف‌های‌هرز

Fig. 3- Mean comparison of soybean row spacing effect on weed density



شکل 4- مقایسه میانگین اثر تراکم بوته و فاصله ردیف کاشت سویا بر وزن خشک علف‌های‌هرز
Fig. 4- Mean comparison of plant density and soybean row spacing effect on weed dry weight

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با کاهش فاصله ردیف سویا تا 30 سانتی‌متر و همچنین با افزایش تراکم این محصول از طریق بهبود توان رقابتی این گیاه در برابر علف‌های‌هرز می‌توان از خسارت علف‌های‌هرز بر عملکرد کمی و کیفی این محصول کاست و در واقع تغییر آرایش کاشت سویا دارای پتانسیل لازم برای مدیریت پایدار علف‌های‌هرز می‌باشد.

منابع

Abbas dukht, H. 2003. Eco-physiological studies of competition pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) with soybean (*Glycine max* L.). PhD thesis of Agriculture, Tehran University, Tehran, Iran. 210 pp. (In Persian with English Summery)

Aineband, A., and Agassi, V. 2007. Effect of different methods of crop management and yield components of maize. Journal of Agricultural Science 30: 71-84. (In Persian with English Summery)

Rich, A.M., and Renner, K.A. 2007. Row spacing and seeding rate effects on eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) and Soybean Weed Technology 21(1): 124-130.

Ayaz, S., McNeil, D.L., McKenzie, B.A., and Hill, G.D. 2001. Population and sowing depth effects on yield components of grain legumes. Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference (Presented 31 January)

Blackshaw, R.E., Muendel, H.H., and Saindon, G. 1999. Canopy architecture, row spacing and plant density effects on yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the absence and presence of nightshade (*Solanum sarrochoides*). Canadian Journal of Plant Science 79: 663-669.

Board, J.E., and Harville, B.G. 1999. Path analysis of the yield formation process for late-planting soybean. Agronomy Journal 89: 739-741.

Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Journal of Research, Education and Extension Agriculture 982: 11-28. (In Persian)

Eslami, S.V., Gill, G.S., Bellotti, B., and McDonald, G. 2006. Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. Weed Science 54: 749-756.

Ghanbari, A.A., and Taheri Mazandarani, M. 2003. Effect of planting and weed control on yield and yield components of red bean cultivars Akhtar. Journal of Seed and Plant 19(1): 47-37. (In Persian with English Summery)

Holshouser, D.L., and Whittaker, J.P. 2002. Plant population and row spacing effects on early soybean production system in the mid-Atlantic USA. Agronomy Journal 30: 222-227.

Kebraii, S., Shamsi, K., Rasekhi, B., and Pazki, A. 2009. Effect of plant density on morphological and qualitative traits of soybean. Journal Plant and Ecosystem 81-91. (In Persian with English Summary)

Keshiri, H., Keshiri, M., Zinli, V., and Bagheri, M. 2006. Effect of row spacing and plant density on yield and yield

components of soybean cultivars in summer cultivation. Journal of Agriculture and Natural Research 13: 147-156. (In Persian with English Summery)

Khademhamzeh, H.R., Karimi, M., Rezaii, A., and Ahmadi, M. 2004. Effect of plant density on agronomic traits, yield and yield components of soybeans. Journal of Iranian Agricultural Science 35(2): 367-367. (In Persian with English Summery)

Masuda, T., and Goldsmith, P. 2009. World soybean production: Area harvested Yield, and long-term projections. International Food and Agribusiness Management Review 12: 143-162.

Miguel, Z., Frade, M.M., and Valenciano, J.B. 2005. Effect of sowing density on yield and yield components of spring-sowing irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) growing in Spain. New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science 33: 367-371.

Murphy, S.D., Yakubu, Y., Weise, S.F., and Swanton, C.J. 1996. Effect of planting patterns on intrarow cultivation competition between corn and late emerging weeds. Weed Science 44: 865-870.

Naseri, R., Fasihi, K., Hatami, A., and Poursyahbidi, M.M. 2010. Effect of planting pattern on grain yield, yield components, oil and protein Sina winter safflower varieties in rainfed condition. Journal of Crop Science 12(3): 227-238.

Noormohammadi, G., Syadat, A., and Kashani, A. 2001. Cereal Crops. Chamran University Publication, Ahvaz, Iran 446 pp. (In Persian)

Norsworthy, J.K., and Oliver, L.R. 2001. Effect of seeding rate of drilled glophosate-resistant soybean (*Glycine max*) on seed yield and gross profit margin. Weed Technology 15: 284-292.

Olsen, J.M., Kristensen, L., Weiner, J., and Griepentrog, H.W. 2005. Increased density and spatial uniformity increases weed suppression by spring wheat (*Triticum aestivum*). Weed Research 45: 316-321.

Ozel, A., Demibiek, T., Gur, M.A., and Copu, R.O. 2004. Effect of different sowing date and intrarow spacing on yield and some agronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Harran plain are arid conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 28: 413-419.

Raey, Y., Ghassemi Golezani, K., Javanshir, A., Alyari, H., and Mohammadi, S.A. 2005. Interference between shatter cane (*Sorghum bicolor*) and soybean (*Glycine max*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 33: 53-58.

Rajcan, I., and Swanton, C.J. 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and whole plant. Field Crop Research 71: 139-150.

Regan, K.L., Siddiqe, K.H.M., and Martin, L.D. 2003. Response of Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) to sowing rate in Mediterranean type environments of south Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 43(1): 84-97.

Robert, N., Stougaard, R.N., and Xue, Q. 2004. Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua*) interference. Weed Science 52: 133-141.

Samdani, B., Nazerian, A., and Yousefi, F. 2005. The effects of reduced herbicide in combination with decreasing distance between the rows of soybean weed density increases ans. Journal of Agricultural Science and Natural Research 57-65. (In Persian)

Scursoni, J.A., and Satorre, E.H. 2005. Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. Weed Technology 19: 790-795.

Uslu, N., Akin, A., and Halitigil, M.B. 1998. Cultivar, weed and row spacing effects on some agronomic characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in spacing planting. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 22: 533-536.

Vasilia, A., Fasoula A., and Roger, B. 2005. Divergent selection at ultra-low plant density for seed protein and oil content within soybean cultivars. Field Crops Research 91: 217-229.

Widdicombe, W.D., and Thelen, K.D. 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt. Agronomy Journal 94: 1020-1023.

Yazdifar, S., Amini, A., and Ramya, V. 2007. Effect of row spacing and seeding rate on yield, yield components and seed oil of spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Agricultural Science and Natural Research 13(2): 58-65.

Zimdahl, R. 1993. Fundamental of Weed Science, Academic press, Inc. USA p. 91-133.