

بررسی تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه

* حبیب اله کشیری^۱، مرتضی کشیری^۲، ابراهیم زینلی^۳ و محسن باقری^۳

^۱ کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، ^۲ اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۳ عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۰/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۷/۳۰

چکیده

به منظور بررسی اثرات فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا، در سال ۱۳۷۹ آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه‌ای واقع در ۲۲ کیلومتری غرب گرگان به اجرا در آمد. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: رقم در سه سطح (ویلیامز، $Per \times T_1$ و $T_1 \times SRF$)، فاصله ردیف در سه سطح (۲۵، ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر) و تراکم بوته در سه سطح (۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در مترمربع). صفات مورد ارزیابی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد نهایی و شاخص برداشت بود. نتایج نشان داد که اثر رقم بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و شاخص برداشت بسیار معنی‌دار و اثر آن بر عملکرد دانه در بوته و عملکرد نهایی معنی‌دار بود. اثر تراکم بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته بسیار معنی‌دار بود. رقم $Per \times T_1$ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته و عملکرد نهایی بود. اگرچه اثر فاصله ردیف بر هیچ یک از صفات مورد ارزیابی معنی‌دار نشد، اما نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر فاصله ردیف قرار گرفت و با افزایش فاصله ردیف بر تعداد آن افزوده شد. همچنین اثر تراکم بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته بسیار معنی‌دار بود به طوری که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در بوته کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: سویا، فاصله ردیف، تراکم بوته، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه

توزیع فضایی گیاهان در یک جامعه زراعی با جذب تشعشع در ارتباط است و این صفت نقش تعیین‌کننده‌ای در ظرفیت فتوسنتزی و عملکرد دارد (ولز، ۱۹۹۱)، زیرا سرعت رشد محصول تابعی از انرژی تشعشعی مورد استفاده در فتوسنتز است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲).

به‌طور کلی افزایش کارایی جذب تشعشع خورشیدی نیاز به سطح برگ کافی و توزیع یکنواخت برگ در پوشش گیاهی دارد. این هدف با تغییر تراکم و الگوی کاشت بوته‌ها روی سطح خاک میسر است (اکیدا، ۱۹۹۲).

گنجعلی و مجیدی هروان (۱۳۷۸) دریافتند که با کاهش تراکم گیاهی در محدوده پایین‌تر از تراکمی که

تشعشع، شاخص برداشت و تداوم شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول بخصوص در مرحله گلهی تا تشکیل دانه (R_1-R_0) و سرعت فتوسنتز خالص افزایش یافته است (شیبیل و ویر، ۱۹۹۵). از آنجا که بیش از نود درصد سطح زیرکشت سویا در استان گلستان به صورت کشت دوم می باشد و قبل از معرفی ارقام امید بخش اجرای تحقیقات به زراعی برای این ارقام ضروری می باشد، بنابراین این مطالعه به منظور بررسی اثرات فواصل ردیف و تراکم بوته در واحد سطح بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا در کشت تابستانه انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۷۹ در مزرعه ای واقع در ۲۲ کیلومتری غرب گرگان اجرا شد. محل آزمایش در سال قبل زیرکشت گندم بود که پس از برداشت آن عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دو بار دیسک عمود بر هم انجام و به منظور کنترل علف های هرز قبل از کاشت از علف کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. تیمارهای آزمایش شامل سه فاکتور رقم، فاصله ردیف و تراکم بود که هر کدام در سه سطح بر روی خاکی با بافت لومی، pH حدود ۷/۸ و EC حدود ۰/۳ میلی موس بر سانتی متر مربع مورد مطالعه قرار گرفتند. فاکتور رقم (A) شامل ویلیامز (از ارقام تجاری منطقه و با تیپ رشد نامحدود، متوسط رس و از گروه رسیدگی ۳) و دو رقم امید بخش $T_1 \times SRF$ و $T_1 \times T_1$ بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان تهیه گردیدند. فاکتور فاصله ردیف (B) شامل ۲۵، ۳۵ و ۴۵ سانتی متر و فاکتور تراکم بوته (C) شامل ۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در متر مربع بودند. عملیات کاشت در اول تیر ماه بوسیله دست و بصورت هیرم کاری انجام گرفت. قبل از کاشت بذور مورد نظر به نسبت دو در هزار با باکتری *Bradyrhizobium japonicum* مایه زنی شدند. به منظور تأمین غذایی گیاه قبل از کاشت براساس توصیه

رقابت بین گیاهان شروع می شود عملکرد تک بوته افزایش یافت ولی این افزایش نتوانست کاهش عملکرد ناشی از کمبود تعداد بوته در واحد سطح را جبران نماید. کارپنتر و بورد (۱۹۹۷) معتقدند که ثبات حداکثر عملکرد سویا در دامنه وسیعی از تراکم های بالا به دلیل توانایی آنها در افزایش عملکرد تک بوته در تراکم های پایین است بطوری که با افزایش تراکم گیاهی تا ۲۳۴ درصد، عملکرد تنها ۹ درصد افزایش یافت. این ثبات و پایداری عملکرد به دلیل سرعت رشد گیاه (CGR) و کل ماده خشک در هر مترمربع در تراکم های مختلف تا مرحله R_1 حاصل شده است. بنابراین ماده خشک ساقه و تعداد غلاف در واحد سطح در تراکم های مختلف مشابه است.

اثر الگوی کاشت بر عملکرد سویا در تحقیقات گذشته نتایج مختلفی داشته است (اکیدا، ۱۹۹۲). چنانکه ویل کاکس (۱۹۷۴) تفاوت مشخصی بین الگوی کاشت مختلف مشاهده نکرد، در صورتی که شیبیلز و ویر (۱۹۹۵) بر این باورند که حداکثر عملکرد زمانی به دست می آید که فاصله ردیف ها نزدیکتر و الگوی کشت مربعی باشد. علت تناقض و تفاوت نتایج محققین را بایستی در عکس العمل های متفاوت سویا به خطوط کشت باریک تحت تأثیر ویژگی های ارقام، تاریخ کاشت، آبیاری، طول فصل رشد، حاصلخیزی خاک و... جستجو کرد (هیدرلی، ۱۹۹۸). نتایج اغلب این مطالعات نشان می دهد که افزایش عملکرد سویا در خطوط کشت باریک به تاریخ کشت، ارقام زود گل ده و آبیاری مزرعه، بیشتر از تاریخ کاشت به موقع، ارقام دیر گل ده و شرایط بدون آبیاری بستگی دارد. در شرایط حداقل استرس خشکی عملکرد به فاصله ردیف و تراکم بوته واکنشی نشان نمی دهد، زیرا مقدار توسعه سطح برگ برای دستیابی به حداکثر عملکرد در تراکم پایین و فاصله ردیف های پهن کافی است، اما با افزایش شدت استرس خشکی واکنش به خطوط کاشت باریک و افزایش تراکم بیشتر ظاهر می شود (دیوید و همکاران، ۲۰۰۲).

به نظر می رسد که با کاهش فاصله ردیف ها و افزایش فاصله روی ردیف، عملکرد به دلیل افزایش جذب

بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. پس از خشک کردن نمونه‌ها در آون با حرارت ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت به منظور تجزیه تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای رایانه‌ای SAS و Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون L.S.D. در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. همچنین از رگرسیون ساده خطی برای تقریب زدن واکنش صفات به تراکم بوته در فواصل ردیف استفاده شده است.

نتایج و بحث

تعداد دانه در بوته

الف) تعداد غلاف در بوته: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که بین ارقام از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). نتایج حاصل دلالت بر آن دارد که تعداد غلاف در رقم $Per \times T_1$ نسبت به دو رقم دیگر بیشتر است و دو رقم $Per \times T_1$ و ویلیامز به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند (جدول ۲). سایر مطالعات نیز دلالت بر اختلاف ارقام سویا از نظر تعداد غلاف در بوته دارند از جمله زینالی خانقاه و سوهانی (۱۳۷۸) در بررسی ۱۴ رقم سویا اظهار داشتند بین ارقام سویا از نظر تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

کودی حاصل از آزمون خاک به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به زمین اضافه شد. هر کرت شامل ۶ ردیف به طول ۶ متر بود. به منظور دستیابی به تراکم مورد نظر بذرها به صورت فشرده و نزدیک به هم داخل شیار ایجاد شده قرار داده شدند. ده روز پس از کاشت عمل واکاری انجام گرفت و در مرحله رشدی V_2 (بولاک و همکاران، ۱۹۹۸) برای رسیدن به تراکم مورد نظر بوته‌ها تنک شدند. طی دوره رشد و در مواقع لازم وجین علف‌های هرز با دست انجام شد. همچنین برای مبارزه با آفات مکنده قبل از مرحله گلدهی از سم اکامت به نسبت ۱/۵ لیتر در هکتار بصورت محلول پاشی بر روی گیاه استفاده شد. در انتهای فصل و قبل از برداشت محصول برای تعیین صفات مورد ارزیابی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و شاخص برداشت، با حذف اثر حاشیه‌ای از ۴ ردیف وسط هر کرت تعداد ۱۰ بوته بصورت تصادفی انتخاب شد. نمونه‌ها پس از قرار گرفتن در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل و صفات فوق شمارش یا اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. به‌منظور تعیین عملکرد نهایی نیز با اعمال اثر حاشیه‌ای از چهار خط میانی هر کرت سطحی معادل ۴ مترمربع برداشت و عملکرد دانه در رطوبت ۱۴ درصد و عملکرد بیولوژیک

جدول ۱- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا در فواصل و تراکم های مختلف.

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه در بوته	عملکرد نهایی	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۰/۰۱	۰/۰۲۷	۱۷۸/۴۳	۹۳۵/۸۳**	۱۱/۶۸**	۷۱۸۷/۹	۸۳/۰۸**
رقم	۲	۱۲۷۳/۷۵**	۳/۰۸۴**	۱۶۸۴/۶۵**	۶۹۳۲/۳۱**	۶/۲۸*	۱۴۸۸۲/۵*	۲۶/۹۳**
فاصله ردیف	۲	۳۵/۰۳	۰/۰۴۹	۱۲۷/۷۸	۳۳/۰۰	۳/۶۶	۳۲۰۹/۴۷	۳/۷۵
تراکم	۲	۸۰/۲۶**	۰/۰۳۳	۴۲۶/۰۵**	۲۹/۷۳	۹/۶۱**	۳۴۳۵۹/۶	۱/۸۲
رقم * فاصله	۴	۲۲/۲۲	۰/۰۴۱	۹۴/۱۴	۱۷/۶۱	۲/۶۵	۲۰۹۰۳۵/۵	۳/۴۶
رقم * تراکم	۴	۱۴/۱۲	۰/۰۶۰	۹۶/۹۶	۴۸/۳۵	۱/۹۵	۲۵۸۰۹۸/۰	۹/۱۴
فاصله * تراکم	۴	۲۶/۱۱	۰/۰۳۹	۹۴/۹۹	۷۷/۶۱	۱/۵۸	۱۶۵۵۴۵/۹	۶/۰۹
رقم * فاصله * تراکم	۸	۱۱/۵۲	۰/۰۲۳	۵۵/۰۳	۱۲۶/۸۲	۲/۴۹	۸۷۸۹/۱	۰/۷۲
خطای آزمایش	۵۲	۱۱/۹۶	۰/۰۳۶	۶۸/۲۷	۹۹/۴۳	۱/۷۹	۱۶۲۳۵۹/۷	۵/۴۸

** در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. * در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا در فواصل و تراکم‌های مختلف.

منبع تغییر	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد نهایی (کیلو گرم در هکتار)	شاخص برداشت (%)
رقم							
Per * T ₁	۳۰/۱۹ ^a	۱/۸۹ ^b	۵۷/۱۱ ^a	۸/۲۵ ^a	۱۴/۴۴ ^c	۳۹۱۰/۶ ^a	۵۶/۵۴ ^b
T ₁ * SRF	۲۰/۷۸ ^b	۲/۴۷ ^a	۵۱/۳۰ ^b	۷/۸۱ ^{ab}	۱۵/۲۱ ^b	۳۴۴۱/۲ ^c	۵۷/۸۲ ^a
ویلیامز	۱۶/۸۹ ^c	۲/۴۷ ^a	۴۱/۴۸ ^c	۷/۲۸ ^b	۱۷/۵۲ ^a	۳۶۶۷/۱ ^b	۵۵/۸۶ ^b
فاصله ردیف							
۲۵	۲۱/۳۱ ^b	۲/۳۲ ^a	۴۷/۵۱ ^a	۷/۳۶ ^a	۱۵/۶۰ ^a	۳۷۰۹/۳ ^a	۵۶/۵۷ ^a
۳۵	۲۳/۱۶ ^a	۲/۲۳ ^a	۵۰/۷۲ ^a	۷/۹۶ ^a	۱۵/۸۲ ^a	۳۷۵۹/۳ ^a	۵۷/۱۷ ^a
۴۵	۲۳/۳۹ ^a	۲/۲۹ ^a	۵۱/۶۷ ^a	۸/۰۲ ^a	۱۵/۷۴ ^a	۳۵۵۰/۵ ^a	۵۶/۴۸ ^a
تراکم							
۳۵	۲۴/۵۴ ^a	۲/۲۸ ^a	۵۴/۰۶ ^a	۸/۳۷ ^a	۱۵/۶۱ ^a	۳۶۳۶/۶ ^a	۵۶/۶۸ ^a
۴۵	۲۲/۱۴ ^b	۲/۳۲ ^a	۴۹/۰۷ ^{ab}	۷/۸۰ ^{ab}	۱۵/۸۲ ^a	۳۷۰۷/۹ ^a	۵۷/۰۲ ^a
۵۵	۲۱/۱۹ ^b	۲/۲۵ ^a	۴۶/۱۳ ^b	۷/۱۸ ^a	۱۵/۷۳ ^a	۳۶۷۴/۵ ^a	۵۶/۵۲ ^a
L.S.D.(/۵)	۱/۸۹	۰/۱۰	۴/۵۱	۰/۷۳	۰/۵۵	۲۲۰/۶	۱/۲۷

افزایش فاصله ردیف از ۲۵ به ۴۵ تعداد غلاف در بوته به میزان ۱۰ درصد افزایش نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تعداد غلاف در فاصله ردیف ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر از نظر آماری در یک سطح و فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر دارد. این نتایج با یافته‌های اکیدا (۱۹۹۲) که تعداد غلاف‌های بیشتر گیاه را در فاصله ردیف‌های بیشتر گزارش کرد، مطابقت دارد. همان طوری که در جدول همبستگی مشاهده می‌شود بین تعداد غلاف و تعداد شاخه همبستگی مثبت و معنی‌داری (۰/۸۳) وجود دارد. با افزایش فاصله ردیف از ۲۵ به ۴۵ سانتی‌متر تعداد شاخه از ۳/۹۹ به ۴/۴۹ شاخه در بوته افزایش یافت (داده‌ها ارائه نشد). به عبارت دیگر، در فاصله ردیف‌های بیشتر به دلیل ایجاد شاخه بیشتر تعداد غلاف بیشتری در بوته مشاهده می‌شود. اگر چه در رقم ویلیامز با افزایش تراکم تعداد غلاف نیز کاهش می‌یابد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نیست زیرا این رقم از نظر ژنتیکی تک شاخه بوده و غلاف‌ها در این رقم بر روی ساقه اصلی تشکیل می‌شوند، در حالی که دو رقم دیگر پتانسیل ژنتیکی تولید شاخه را دارند. بنابراین وقتی که تراکم بوته افزایش می‌یابد تعداد شاخه فرعی کاهش می‌یابد و به دنبال آن تعداد غلاف در بوته نیز کاهش

تراکم‌های مختلف کاشت نیز تأثیر بسیار معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشت و با افزایش تراکم از ۳۵ به ۵۵ بوته در مترمربع تعداد غلاف در بوته سویا از ۲۲/۵۴ به ۲۱/۱۹ کاهش یافت (جدول ۲)، بدین معنی که با اضافه شدن ۵۷ درصد به تعداد بوته در مترمربع، تعداد غلاف در بوته ۵/۷ درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت برای دریافت تشعشع و عناصر غذایی تعداد گل‌های بارور در گیاه کاهش یافته و از طرفی با افزایش تعداد گیاه در واحد سطح، فضا و عناصر غذایی برای هر گیاه کاهش پیدا کرده‌است و بنابراین گیاه رشد کافی نداشته و تعداد شاخه‌های جانبی نیز کاهش یافته و در نهایت باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه شده است. پرویز و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی تعداد شاخه‌های فرعی در هر بوته کاهش یافته و بطور کلی نقش شاخه‌های فرعی در تولید غلاف در تراکم‌های پایین بارزتر است.

اثر فاصله ردیف روی تعداد غلاف در بوته نیز معنی‌دار بود. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۳/۳۹) و به ترتیب مربوط به فاصله ردیف‌های ۴۵ و ۳۵ سانتی‌متر و کمترین آن (۲۱) مربوط به فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود (جدول‌های ۱ و ۲). به عبارت دیگر، با

می‌یابد. نتایج تجزیه رگرسیون حاکی از آن است که در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر با افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته در رقم $Per \times T_1$ بطور قابل ملاحظه و در فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر با افزایش تراکم در رقم $T_1 \times SRF$ تعداد غلاف در بوته بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴). به عبارت دیگر، بازاء هر واحد افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته ۰/۵۴ واحد کاهش می‌یابد. رقم ویلیامز از این نظر تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت. نظر به اینکه بین تعداد دانه در غلاف با تعداد شاخه، تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد، بنابراین در رقم $Per \times T_1$ به دلیل وجود تعداد غلاف بیشتر در بوته، تعداد دانه در غلاف کمتری مشاهده می‌شود (جدول ۳).

ب) **تعداد دانه در غلاف:** اگرچه تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تراکم و فاصله ردیف قرار نگرفت اما ارقام مختلف از نظر تعداد دانه در غلاف اختلاف بسیار

معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱). ارقام ویلیامز و $T_1 \times SRF$ با میانگین ۲/۴۷ و $Per \times T_1$ با میانگین ۱/۸۹ دانه در غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را تولید کردند (جدول ۲). بین تعداد دانه در غلاف با تعداد شاخه‌های جانبی ($r = -0/69$)، تعداد غلاف ($r = -0/71$) و تعداد دانه ($r = -0/31$) در بوته همبستگی منفی و بالایی وجود دارد (جدول ۳). از آنجائی‌که رقم $Per \times T_1$ دارای تعداد غلاف بیشتری نسبت به دو رقم دیگر داشت بنابراین کمترین تعداد دانه در غلاف در این رقم مشاهده می‌شود. در تحقیقی که زینالی خانقاه و سوهانی (۱۳۷۸) انجام دادند نتایج مشابهی حاصل شد. اثر فاصله ردیف و اثرات متقابل رقم \times فاصله ردیف، رقم \times تراکم، فاصله ردیف \times تراکم و رقم \times تراکم \times فاصله ردیف بر روی تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج بررسی‌های هارویل (۱۹۹۳) نیز مؤید این نتایج است.

جدول ۳- جدول همبستگی صفات مورد ارزیابی در فواصل و تراکم‌های مختلف در ارقام سویا.

شاخص برداشت	وزن صد دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه	تعداد غلاف	تعداد شاخه	ارتفاع		عملکرد	صفت
						اولین غلاف	ارتفاع		
								۱	عملکرد
									ارتفاع
								۱	$pr > t $
									ارتفاع اولین غلاف
								۱	$pr > t $
									تعداد شاخه
								۱	$pr > t $
									تعداد غلاف
								۱	$pr > t $
									تعداد دانه
								۱	$pr > t $
									تعداد دانه در غلاف
								۱	$pr > t $
									وزن صد دانه
								۱	$pr > t $
									شاخص برداشت
								۱	$pr > t $

** : در سطح ۱ درصد معنی دار است. * : در سطح ۵ درصد معنی دار است. $Pr > |t|$: سطح احتمال معنی دار بودن را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ضرائب معادلات خطی ($y=a+bx$) و R^2 تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف سه رقم سویا در تراکم های مختلف در تک تک فواصل ردیف.

تعداد دانه در غلاف			تعداد دانه در بوته			تعداد غلاف در بوته			فاصله ردیف	رقم Per * T ₁
R ²	Pr>T	b	R ²	Pr>T	b	R ²	Pr>T	b		
۰/۰۰۶	۰/۸۴۳	-۰/۰۰۰۸	۰/۴۳۸	۰/۰۵۲	-۰/۴۷۱*	۰/۴۱۴	۰/۰۶۱	-۰/۲۳۰	۲۵	
۰/۰۲۱	۰/۷۰۹	۰/۰۰۲	۰/۱۲۴	۰/۳۵۲	-۰/۳۶۹	۰/۲۲۱	۰/۲۰۱	-۰/۲۳۱	۳۵	
۰/۱۹۱	۰/۲۴۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۹۸۵	-۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۷۸۲	-۰/۰۵۷	۴۵	
T ₁ * SRF										
۰/۴۸۷	۰/۰۳۷	-۰/۰۲۲*	۰/۱۰۲	۰/۴۰۲	-۰/۱۹۲	۰/۰۷۹	۰/۴۶۳	۰/۰۸۰	۲۵	
۰/۳۶۱	۰/۶۲۴	۰/۰۰۲	۰/۵۰۵	۰/۰۳۲	-۱/۳۲۳*	۰/۵۱۲	۰/۰۳۰	-۰/۵۴۲	۳۵	
۰/۰۴۳	۰/۰۵۹۴	۰/۰۰۵	۰/۱۷۰	۰/۲۷۰	-۰/۵۴۵	۰/۲۰۷	۰/۲۱۹	-۰/۱۹۲	۴۵	
ویلیامز										
۰/۰۳۶	۰/۶۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۵۷۸	-۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۸۸۰	-۰/۰۱۷	۲۵	
۰/۲۱۰	۰/۲۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۸۲	۰/۴۵۷	-۰/۲۳۴	۰/۲۸۲	۰/۱۴۱	-۰/۱۹۳	۳۵	
۰/۰۲۹	۰/۶۵۹	-۰/۰۰۷	۰/۵۳۲	۰/۰۲۶	-۰/۴۱۸*	۰/۱۴۷	۰/۳۰۸	-۰/۱۲۵	۴۵	

b: شیب خط رگرسیون R²: ضریب تبیین Pr>T: سطح احتمال معنی دار بودن

کاهش یافت، اما تعداد دانه در مترمربع افزایش یافت. اثر متقابل رقم × فاصله ردیف، رقم × تراکم، تراکم × فاصله ردیف و رقم × تراکم × فاصله ردیف بر روی تعداد دانه در بوته معنی دار نبود. از آنجا که با افزایش تراکم، تعداد شاخه فرعی و به دنبال آن تعداد غلاف در بوته کاهش می یابد، بنابراین کاهش تعداد دانه در بوته قابل پیش بینی است، اما این کاهش تعداد دانه در بوته با افزایش بوته در واحد سطح جبران می گردد و از این رو در تراکم های بالاتر، تعداد دانه بیشتری در واحد سطح تولید می گردد.

نتایج تجزیه رگرسیون ساده خطی حاکی از آن است که در فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر با افزایش تراکم در رقم Per×T₁ تعداد دانه در بوته به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد (جدول ۴). در فاصله ردیف ۳۵ سانتی متر در رقم T₁×SRF و در فاصله ردیف ۴۵ سانتی متر در رقم ویلیامز با افزایش تراکم، تعداد دانه در بوته بطور معنی داری کاهش می یابد. به عبارت دیگر، با افزایش تراکم ارقام مختلف در فاصله ردیف های مختلف عکس العمل های متفاوتی از خود نشان می دهند.

تعداد دانه در بوته تحت تأثیر رقم و تراکم بوته در واحد سطح قرار گرفت به طوری که ارقام مختلف اختلاف بسیار معنی داری از نظر تعداد دانه در بوته دارند (جدول ۱). در این آزمایش رقم Per × T₁ و ویلیامز به ترتیب بیشترین (۵۷/۱۱) و کمترین (۴۱/۴۸) تعداد دانه را تولید کردند (جدول ۲). رقم Per×T₁ نسبت به دو رقم دیگر تعداد غلاف در بوته بیشتری داشته و به دلیل همبستگی تعداد دانه در بوته با تعداد غلاف در بوته، این رقم نسبت به دو رقم دیگر دارای تعداد دانه در بوته بیشتری بود. زینالی خانقاه و سوهانی (۱۳۷۸) نیز تفاوت تعداد دانه در ارقام مختلف را گزارش کردند. اثر فاصله ردیف بر تعداد دانه در بوته معنی دار نبود. در این خصوص گنجعلی و مجیدی هروان (۱۳۷۸) نیز عدم معنی دار بودن اثر فاصله ردیف بر تعداد دانه در بوته را گزارش کردند.

تراکم های مختلف تأثیر بسیار معنی داری بر تعداد دانه در بوته داشت. با افزایش تراکم از ۳۵ به ۵۵ بوته در مترمربع، تعداد دانه از ۵۴/۰۶ به ۴۶/۱۳ دانه در بوته

وزن صد دانه: نتایج حاصله نشان داد که وزن صد دانه تحت تأثیر تراکم و فاصله ردیف‌های کاشت قرار نگیرد و از نظر آماری میانگین وزن صد دانه در سطوح مختلف تراکم و فاصله ردیف مشابه بودند (جدول ۱)، اما بین ارقام از لحاظ وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). این اختلاف بیشتر در ارتباط با افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته است. همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار بین وزن صد دانه با تعداد غلاف شاخه ($r = -0.52^{**}$)، تعداد دانه ($r = -0.41^{**}$) و تعداد شاخه ($r = -0.55^{**}$) نشان می‌دهد که با افزایش تعداد شاخه، تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته وزن صد دانه به دلیل افزایش رقابت درون گیاهی کاهش می‌یابد (جدول ۳). رقم $T_1 \times SRF$ به دلیل تعداد شاخه، تعداد غلاف و تعداد دانه کمتر نسبت به سایر ارقام دارای بیشترین ($17/52$) و رقم $Per \times T_1$ بر خلاف آن با تعداد شاخه، غلاف و دانه بیشتر دارای کمترین ($14/44$ گرم) وزن صد دانه بود (جدول ۲).

در این بررسی اثر تراکم بر وزن صد دانه معنی‌دار نبود. با افزایش تراکم تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته بطور معنی‌دار و تعداد شاخه‌های جانبی در بوته نیز بطور نسبی کاهش یافت. به نظر می‌رسد که این تغییرات عامل اصلی ثبات نسبی وزن صد دانه باشد. نتایج ما با نتایج آزمایش باسنت و همکاران (۱۹۷۴) مطابقت دارد. اثر فاصله ردیف و اثرات متقابل رقم \times فاصله ردیف، رقم \times تراکم، تراکم \times فاصله ردیف و رقم \times تراکم \times فاصله ردیف بر روی وزن صد دانه معنی‌دار نبود.

عملکرد دانه در بوته: نتایج حاصل نشان دادند که رقم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه در بوته دارد (جدول ۱). این افزایش بطور عمده در ارتباط با افزایش تعداد شاخه، تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته است. رقم $Per \times T_1$ و ویلیامز به ترتیب با $8/25$ و $7/28$ گرم بیشترین و کمترین عملکرد دانه را در بوته داشتند (جدول ۲)، اما رقم $T_1 \times SRF$ از نظر عملکرد دانه در بوته اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر نشان نداد. بالا بودن تعداد شاخه، تعداد غلاف و دانه در بوته با عملکرد بالاتر رقم $Per \times T_1$ در

ارتباط است. در این بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد با تعداد غلاف ($r = 0.268$) و تعداد دانه در غلاف ($r = -0.216$)، مشاهده شد (جدول ۳) که تأثیر تعداد غلاف در افزایش عملکرد چشمگیرتر بود ($r = 0.268$).

فاصله ردیف‌های مختلف از نظر عملکرد دانه در بوته تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند، هر چند عملکرد دانه در بوته در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر ($7/36$) کمتر از فاصله ردیف‌های $35(7/96)$ و $45(8/02)$ سانتی‌متر بود (جدول ۲). نتایج تحقیقات ویلکاکس (۱۹۷۴) تأییدی بر این یافته‌هاست.

از لحاظ عملکرد دانه در بوته بین تراکم‌های مختلف اختلاف بسیار معنی‌دار وجود دارد. افزایش تراکم از ۳۵ به ۵۵ بوته در مترمربع عملکرد دانه را در بوته از $8/37$ به $7/18$ گرم کاهش داد که این کاهش بطور تقریبی معادل $14/15$ درصد بود (جدول ۲). کاهش تدریجی عملکرد دانه در بوته با کاهش تدریجی تعداد غلاف، تعداد شاخه و تعداد دانه در بوته همراه بوده است. همبستگی مثبت بین تعداد غلاف، تعداد شاخه و تعداد دانه در بوته با عملکرد، کاهش تدریجی عملکرد دانه را در بوته بر اثر کاهش اجزای عملکرد توجیه می‌کند (باکیت، ۱۹۹۰). با افزایش تراکم، شدت نور در پوشش گیاهی کاهش یافته و این عمل باعث کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و کلاً باعث کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در گیاه شد. هوگارد و همکاران (۱۹۷۸) بیان داشتند که با افزایش تراکم سایه‌اندازی بوته‌ها بر یکدیگر زیاد شده و میزان اکسین در گیاهانی که در سایه قرار دارند کمتر توسط نور تجزیه می‌شود و این افزایش اکسین منجر به افزایش ارتفاع بوته و کاهش تعداد شاخه در بوته می‌گردد. در این بررسی اثر متقابل رقم \times فاصله ردیف، رقم \times تراکم، فاصله ردیف \times تراکم و رقم \times تراکم \times فاصله ردیف بر روی عملکرد دانه در بوته معنی‌دار نبود.

عملکرد دانه در واحد سطح: ارقام از نظر عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند (جدول ۱). ارقام $Per \times T_1$ و $T_1 \times SRF$ به ترتیب با

جدول ۵- ضرائب معادلات خطی ($y=a+bx$) و R^2 شاخص برداشت و عملکرد سه رقم سویا در تراکم های مختلف در تک تک فواصل ردیف.

عملکرد			شاخص برداشت			فاصله ردیف	رقم Per * T ₁
R ²	Pr>T	b	R ²	Pr>T	b		
۰/۰۰۴	۰/۸۶۶	-۳/۵۴۲	۰/۱۹۹	۰/۲۲۹	۰/۰۸۶	۲۵	رقم T ₁ * SRF
۰/۰۸۶	۰/۴۴۵	۱۳/۵۴۲	۰/۰۶۷	۰/۵۰۱	۰/۱۲۰	۳۵	
۰/۰۱۰	۰/۷۹۸	-۳/۳۳	۰/۳۹۴	۰/۰۷۰	۰/۱۰۰	۴۵	
۰/۰۶۷	۰/۵۰۲	-۱۳/۵۴۲	۰/۱۰۵	۰/۳۹۶	-۰/۰۸۵	۲۵	ویلیامز
۰/۱۶۸	۰/۲۷۳	۱۲/۷۰۸	۰/۰۳۰	۰/۶۵۵	-۰/۰۲۳	۳۵	
۰/۲۷۵	۰/۱۴۷	-۲۷/۵۰۰	۰/۲۱۷	۰/۲۰۷	-۰/۱۴۵	۴۵	
۰/۱۷۲	۰/۲۶۸	۱۵/۴۱۷	۰/۰۵۳	۰/۵۵۰	-۰/۰۱۱۶	۲۵	b: شیب خط رگرسیون
۰/۱۸۶	۰/۲۴۶	۱۴/۳۷۵	۰/۰۰۲	۰/۹۰۲	۰/۰۱۴	۳۵	
۰/۰۲۴	۰/۶۹۱	۸/۹۵۸	۰/۰۰۹	۰/۸۰۷	-۰/۰۲۷	۴۵	

R²: ضریب تبیین Pr>T: سطح احتمال معنی دار بودن

حفظ CGR در اوایل مرحله زایشی و اختصاص ماده خشک تخصیصی در مترمربع است. عدم تأثیر فاصله ردیف های کاشت بر عملکرد در تحقیقات سایر محققین نیز گزارش شده است (ویل کاکس، ۱۹۷۴).

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که ارقام از نظر شاخص برداشت اختلاف بسیار معنی داری دارند (جدول ۱). میانگین شاخص برداشت در ارقام Per × T₁ و ویلیامز به ترتیب با ۵۵/۸۶ و ۵۶/۵۴ از نظر آماری با هم مشابه بودند، اما رقم T₁ × SRF با میانگین ۵۷/۸۲ از این نظر اختلاف بسیار معنی داری با آنها داشت (جدول ۲). اثر فاصله ردیف و تراکم بوته در واحد سطح و همچنین اثرات متقابل رقم × فاصله ردیف، رقم × تراکم، فاصله ردیف × تراکم و رقم × تراکم × فاصله ردیف در این بررسی معنی دار نبود.

به طور کلی ارقام امید بخش Per × T₁ و T₁ × SRF در صورتی که در آزمایش های تکمیلی از نظر آلودگی به بیماری ها از تحمل یا مقاومت نسبی برخوردار باشند، می توانند به عنوان جایگزین رقم ویلیامز و یا به منظور ایجاد تنوع ژنتیکی در کنار این رقم برای کشت تابستانه

۳۹۱۰/۶ و ۳۴۴۱/۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۲). نتایج جدول همبستگی صفات (جدول ۲) حاکی از آن است که همبستگی مثبت و معنی داری بین تعداد غلاف و تاحدودی همبستگی بین تعداد دانه در بوته با عملکرد وجود دارد که دلیلی بر اختلاف عملکرد بین ارقام مختلف است، زیرا رقم Per × T₁ با بیشترین عملکرد دارای بیشترین تعداد غلاف، تعداد دانه و بر عکس کمترین تعداد دانه در غلاف است. همبستگی بالای تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته با عملکرد در گزارش های سایر محققین نیز به چشم می خورد (زینالی خانقاه و سوهانی، ۱۳۷۸).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها مؤید این است که اثر تراکم بوته در واحد سطح، فاصله ردیف های کاشت و اثرات متقابل رقم × تراکم، رقم × فاصله ردیف، تراکم × فاصله ردیف و رقم × فاصله ردیف × تراکم بر روی عملکرد دانه معنی دار نبود.

کارپنتر و بورد (۱۹۹۷) گزارش کردند که عملکردهای مشابه ناشی از کاهش تراکم های مختلف گیاهی از طریق

در منطقه مورد استفاده قرار گیرند. در تراکم‌های مورد بررسی افزایش رقابت ناشی از افزایش تراکم در محدوده‌ای از تراکم رخ داد که نتوانست به‌رغم کاهش اجزای عملکرد تک بوته، تغییر معنی‌داری در عملکرد در واحد سطح ایجاد نماید. بنابراین افزایش تعداد بوته در واحد سطح نتوانست کاهش تعداد شاخه، تعداد غلاف و تعداد دانه را در بوته جبران نماید. بنابراین، به‌منظور

افزایش ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک و کاهش خسارت ناشی از برداشت مکانیزه تراکم‌های بالاتر برای برداشت مکانیزه توصیه می‌شود. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین فواصل ردیف‌های مورد بررسی و همچنین به منظور اجرای کشت مکانیزه فاصله ردیف ۴۵ سانتی‌متر برای ارقام فوق فاصله مناسبی می‌باشد.

منابع

۱. زینالی خانقاه، ح. و ع. سوهانی. ۱۳۷۸. بررسی ژنتیکی برخی از صفات مهم زراعی با عملکرد دانه در سویا از طریق روش‌های آماری چند متغیره. مجله علوم کشاورزی ایران. ش ۳۰. ۸۱۶-۸۰۷.
۲. سرمدنی، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. گنجعلی، ع. و ا. مجیدی هروان. ۱۳۷۸. اثرالگوی کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات ظاهری سویا رقم ویلیامز در کرج. مجله نهال و بذر ش ۱۵. ج. ۲. ۱۵۵-۱۴۲.
4. Baseant, B., Mader, E.L., and Nickell, C.D. 1974. Influence of between and within row spacing on agronomic characteristic of irrigated soybean. *Agron. J.* 68: 657-659.
5. Board, J. E., and Harville, B.G. 1993. Soybean yield component to light interception gradient the reproductive period. *Crop Sci.* 33: 772-777.
6. Boquet, D.J. 1990. Plant population density and row-spacing effect on soybean at post optimal planting dates. *Agron. J.* 82:59-64.
7. Bullock, D., Khan, S. and Rayburn, A. 1998. Soybean yield response to narrow rows is largely due to enhanced early growth. *Crop Sci.* 38:1011-1016.
8. Carpenter, A. C., and Board J. E. 1997. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Sci.* 38:885-891.
9. David L. Holshouser, and Joshua, P. Whittaker. 2002. Plant Population and Row-Spacing Effects on Early Soybean Production Systems in the Mid-Atlantic USA. *Agron. J.* 94:603-611.
10. Heatherly, L.G. 1988. Planting date, row-spacing and irrigation effect on soybean grown on clay soil. *Agron. J.* 80: 227-231.
11. Haggard, A.L., Shannon, J.G. and Johnson, D.R. 1978. Effect of plant Population on yield and height characteristics in determinate soybean. *Agron. J.* 70:1070-1072.
12. Ikeda, T. 1992. Soybean planting pattern to yield and yield components. *Agron. J.* 84:923-926.
13. Parvez, A.Q., Gardner, F.P., and Boote, K.J. 1989. Determinate and in determinate-type soybean cultivar response to pattern. Density and planting date. *Crop Sci.* 29:150-157.
14. Shibles, R.M., Weber, C.R. 1995. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybean. *Crop Sci.* 5: 575-577.
15. Wells, R. 1991. Soybean growth response to plant density: relationships among canopy photosynthesis leaf area and light interception. *Crop Sci.* 31:755-761.
16. Wever, D.B., Akridye, R.L. and Thomas, C.A. 1991. Growth habit planting date, and row-spacing effects on late planted soybean. *Crop Sci.* 31:805-810.
17. Wilcox, J.R. 1974. Response of three-soybean strand to equidistant spacing. *Agron. J.* 66:409- 412.

Investigating effects of row-spacing and plant density on yield and yield components of three soybean cultivars in summer cultivation

H. Kashiri¹, M. Kashiri², E. Zeinali² and M. Bagheri³

¹Research staff and academic member of agricultural and Natural Resources research center of Golestan Province, ^{2&3}Faculty members of Dept., Agronomy and Plant breeding, Gorgan Univ. of Agricultural sciences and Natural resources, Gorgan, Iran

Abstract

In order to study the effects of row-spacing and plant density on yield and yield components of three cultivars of soybean, an experiment was conducted as factorial in a randomized complete block design with 3 replication, at field is located about 22 kilometers west of Gorgan, in 2000. The factors that were examined in this study were row spacing (25, 35, 45cm), plant density (35, 45 and 55-plant/square meter) and soybean cultivars [Williams (a regional commercial soybean cultivar), Per *T₁ and T₁*SRF (promising soybean cultivars)]. The evaluated traits in this research were number of pods and seeds per plant, number of seeds per pod, seed yield per plant, hundred seed weight, total yield and harvest index. The results showed that cultivar had highly significant effect on number of pods per plant, number of seeds per plant, number of seeds per pod, hundred seed weight, harvest index and it had a significant effect on seed yield per plant and total yield. The cultivar of Per*T₁ had the greatest pods number, seeds per plant, seed yield per plant and total yield. Although row-spacing has no significant effect on all traits that was evaluated, but the compression of means showed that number of pods per plant was affected by row-spacing and it increased as row-spacing increased. Also, plant density had a highly significant effect on number of pods and seeds per plant and seed yield per plant so that pods and seeds number per plant and seed yield per plant declined.

Keywords: Soybean; row spacing; plant density; yield and yield component