



ارزیابی کشت مخلوط سویا و سورگوم در مقایسه با کشت خالص سویا

علیرضا صابری^۱

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

چکیده

به منظور دستیابی به مناسب‌ترین الگوی کاشت زراعت مخلوط سویا (*Glycine max* L. Merrill) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) برای استفاده بهینه از عوامل محیطی در جهت حصول عملکرد بالا این تحقیق در گرگان و علی‌آباد اجرا شد. آزمایش در سه سطح به صورت کشت خالص سویا با تراکم ۴۰۰ بوته در هکتار، کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب با تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار و کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب با تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار مورد مقایسه قرار گرفت. تعداد خطوط کاشت در هر تیمار ۶۰ ردیف بود به طول ۶۶/۶۶ متر و فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد پنجه، قطر ساقه و تعداد گره با کادر اندازی ده بوته به صورت تصادفی برداشت شد. در ضمن کل سطح زیر کشت نیز طبق دستورالعمل پروژه‌های تحقیقی و ترویجی رکورد‌گیری شد. تجزیه داده‌ها با آزمون t انجام شد. نتایج حاکی از آن است که: تولید علوفه تر در کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب با تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار، در گرگان ۳۳/۳۳ درصد و در علی‌آباد ۳۴/۳۲ درصد نسبت به تیمار شاهد (کشت خالص سورگوم تراکم ۲۵۰ هزار بوته در هکتار) برتری نشان داد. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک نیز بیانگر افزایش ۲۴/۰۱ درصدی عملکرد در گرگان و افزایش ۲۶/۱۲ درصدی در علی‌آباد است.

واژه‌های کلیدی: الگوی کاشت، اجزای عملکرد، تراکم بوته، صفات مرفولوژیکی.

*مسئول مکاتبه: alireza_sa70@yahoo.com

مقدمه

یکی از عمده‌ترین راه‌های افزایش کارایی استفاده از منابع موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح با تاکید بر جنبه‌های حفاظت از محیط زیست، افزایش تنوع و ثبات بیولوژیکی و اقتصادی در درازمدت، بهره‌گیری از روش‌های چند کشتی، بویژه کشت مخلوط است. انتخاب تراکم مطلوب بوته با توجه با شرایط اقلیمی و خاکی منطقه باعث استقرار بهتر گیاه و در نتیجه عملکرد بیشتر نسبت به تراکم‌های دیگر می‌شود. گراترول و همکاران (Grterol *et al.*, 2006) گزارش نمودند که گیاه سویا در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف ۷۶ سانتی‌متر در سالی که محدودیت رطوبت زیاد باشد عملکرد بیشتری نخواهد داشت. بورد و همکاران (Board *et al.*, 2006) در بررسی‌های خود اثر فواصل ردیف مختلف (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر) را بر روی عملکرد سویا گزارش کردند که هر چه فاصله بین ردیف‌ها کاهش می‌یافت عملکرد افزایش می‌یابد و این به‌خاطر افزایش جذب نور بیشتر بود. تعیین تراکم بهینه و الگوی کاشت مناسب برای استفاده مطلوب از نهاده‌ها مانند زمین، آب، نور و مواد غذایی نقش مفید و مؤثری دارد و موجب افزایش کمی و کیفی محصول می‌شود. بنابراین افزایش کارایی استفاده از نور و ... با تغییر الگوی کاشت و تراکم مطلوب می‌تواند در نزدیک شدن به سقف پتانسیل تولیدی گیاه مؤثر باشد. تحقیقات چند ساله گذشته نشان داده است که چنانچه گیاهان مخلوط شونده با دقت انتخاب شوند، عملکرد مخلوط نسبت به تک کشتی افزایش می‌یابد (Enyi, 1973; Evans, 1960; Singh *et al.*, 1973). این اضافه محصول زمانی به دست می‌آید که دو گیاه از نظر ارتفاع، سیستم ریشه و دوره رویش با یکدیگر اختلاف داشته باشند. چون کشت مخلوط در ایران در مناطقی رایج است که مقدار زمین محدود است و زارعین امکان مکانیزاسیون چندانی ندارند، اغلب عملیات تهیه زمین با دست و به کمک نیروی کشتی دام انجام می‌گیرد، در این نواحی سیستم حداقل شخم (Minimum tillage) متداول است. با روش بدون شخم میزان محصول سورگوم ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. زیرا به دلیل کم بودن درجه حرارت میزان تنش رطوبتی نیز کاهش می‌یابد. بیش از ۹۰ درصد سورگوم و ۱۰۰ درصد ارزن در هندوستان به صورت مخلوط کشت می‌گردد و در آفریقای غربی نیز بیشتر اراضی زیر پوشش غلات به کشت مخلوط اختصاص دارد و در برزیل ۵۶ درصد ذرت از کشت مخلوط به دست می‌آید (Mazaheri, 1998). بسیاری از محققان (Enyi, 1977; Vanichyangkool, 1972) بر این باورند که تراکم مطلوب در یک گیاه، و در شرایط کشت مخلوط پائین‌تر از کشت خالص آن است. برخی محققین (Borst and Park, 1932; Etheridge and Helen, 1924; Radke and Hagstrom 1976) نیز با کشت مخلوط ذرت و سویا به بررسی نسبت برابری زمین (L.E.R.) (Land Equivalent Ratio) در حالت مخلوط نسبت به خالص پرداختند که برخی از آن‌ها (Etheridge and Helen, 1924) ثابت ماندن و برخی (Best, 1976; Borst and park, 1932; Radke

L.E.R افزایش (and Hagstrom, 1976; Singh and *et al.*, and 1973; Syarifuddin and *et al.*, 1974 را در کشت‌های مخلوط نسبت به خالص گزارش کرده‌اند. ویلی (Willey, 1979) اشاره کرد که راندمان تولید در سیستم‌های کشت مخلوط غلات و بقولات را می‌توان بوسیله حداقل کردن رقابت برون گونه‌ای بین گیاهان جزء در مخلوط برای عامل محدود کننده رشد بهبود داد. واهو و میلر (Wahua and Miller, 1978) اظهار داشتند که با تغییر در آرایش فضایی به وسیله تغییر تراکم و فواصل گیاهی در کشت مخلوط سورگوم و سویا، الگوی واکنشی عملکرد سورگوم و سویا تغییر کرد. در این آزمایش وارپته پاکوتاه سورگوم در کشت مخلوط، عملکرد سویا را کمتر تحت تأثیر قرار داد. سینگ (Singh, 1979) در بررسی آرایش‌های متفاوت کشت مخلوط سورگوم نتیجه گرفت کشت مخلوط سورگوم در ردیف‌های پهن بر کشت مخلوط در ردیف‌های باریک برتری داشت. المور و ژاکوپس (Elmore and Jackops, 1984) نیز نتیجه گرفتند که فواصل خطوط باریک‌تر (۰/۴ متر) در مقایسه با خطوط پهن (۰/۸ متر) در ردیف‌های متناوب سورگوم و سویا سبب افزایش عملکرد به میزان ۱۴٪ شد.

المور و ژاکوپس (Elmore and Jackops, 1984) و واهو و میلر (Wahoua and Miller, 1978) در کشت مخلوط سورگوم و سویا گزارش کردند که با افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته سویا کاهش یافت. اثر نسبت‌های کاشت بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار (P=5%) بود و بالاترین تعداد غلاف در نسبت کاشت ۱ به ۱ به مقدار ۴۶/۱۱ غلاف در بوته حاصل شد که تفاوت معنی‌داری (P=5%) با کشت خالص با کمترین تعداد غلاف در بوته (۵۳/۳ غلاف در بوته) داشت. پاروز و همکاران (Parvez and *et al.*, 1989) گزارش کردند بین تعداد غلاف و تعداد گره همبستگی مثبتی وجود دارد. کاهش در تعداد گره در کشت خالص سویا ناشی از رقابت درون گونه‌ای تشعشع دریافتی برای هر بوته در مقایسه با سایر نسبت‌های کاشت می‌باشد. در بررسی کشت مخلوط سورگوم علوفه ای با برخی لگوم‌ها به طور معنی‌دار به تیمار کشت مخلوط دو ردیف سورگوم یک ردیف سویا مربوط بود. بیشترین ارتفاع و قطر ساقه سورگوم به طور معنی‌دار در کشت خالص این گیاه مشاهده شد. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین میزان نسبت برابری زمین (LER) در نسبت کشت دو ردیف سورگوم یک ردیف سویا به میزان ۰/۷۸ و کمترین میزان LER در نسبت کشت یک ردیف سورگوم دو ردیف لگوم به میزان ۰/۴۲ به دست آمد. بنابراین در بین لگوم‌های مورد بررسی سویا سازگاری بهتری نسبت به لوبیا چشم بلبلی و لوبیا سفید در کشت مخلوط با سورگوم علوفه‌ای دارد از لحاظ تولید علوفه برتری معنی‌داری را نشان می‌دهد (Homayoni, *et al.*, 2004). اضافه محصول حاصله از کشت مخلوط سورگوم با برخی لگوم‌ها در گرگان مربوط به کشت یک ردیف سورگوم- یک ردیف سویا بود (بیشترین سودمندی در مورد علوفه (LER= 1.34). ترکیبی از گیاهان پهن برگ و باریک برگ باعث گردید که گیاهان حداکثر

استفاده از نور را بعمل آورند (Saberi, 2007). همچنین مخلوط گیاهان با سیستم ریشه‌ای متفاوت باعث حداکثر جذب آب و مواد غذایی گردید.

جود سن (Jodson, 2001) سویا را چنین معرفی می‌نماید: سویا یک لگوم است که می‌تواند غذای خوبی برای دام‌ها مهیا نماید. در زمان یخبندان و شرایط هوایی نامناسب این امکان وجود دارد که دانه تشکیل نشود و یا برنگ سبز بوده و قابل فروش نمی‌باشد و در نتیجه خرد کردن قسمت‌های هوایی گیاه، در صورتی که رطوبت مناسب داشته باشد می‌تواند انتخاب خوبی برای سیلو کردن باشد. اسماعیل و همکاران (Esmail and Bolson, 1992) در آزمایش سورگوم و سویای سیلو شده بر روی ۱۵ رأس گوساله مورد مقایسه قرار دادند، نتایج حاکی از فیبر بیشتر سویا در مخلوط سورگوم و سویای سیلو شده بوده است. تیم گریفین (Tim Griffin, 2000) در گزارشی سویای علوفه‌ای با ۲۵-۳۵ درصد ماده خشک را بهترین درصد ماده خشک جهت سیلو می‌داند. تحقیقات به نژادی و به زراعی بیشتری می‌تواند بر روی سیستم‌های کشت مخلوط و معرفی ارقام مناسب برای این گونه سیستم‌ها جهت بالا بردن سازش بین محصولات مورد استفاده در زراعت مخلوط انجام پذیرد (Willey, ; Mazaheri, 1998, 1979).

در این تحقیق کاشت، داشت و برداشت به صورت مکانیزه انجام می‌شود بنابراین ایراد وارده بر زراعت مخلوط مبنی بر عدم مکانیزاسیون در این شیوه مطرح نمی‌باشد. مزایای زراعت مخلوط در این مختصر نمی‌گنجد ولی می‌توان به دو مورد آن اشاره نمود: ۱- حداکثر استفاده از زمین ۲- تولید هیدرات کربن بوسیله سورگوم و پروتئین بوسیله لگوم علوفه غنی و متعادلی را در پی خواهد داشت. در این طرح سویا در مرحله پر شدن غلاف (مرحله خمیری) که ارزش غذایی بالایی دارد به علوفه سورگوم افزوده شده و علاوه بر اینکه قابلیت چاپر شدن بهتری را ایجاد می‌نماید، از نظر کیفیت علوفه نیز مطلوب است. بنابراین اگر افزایش عملکرد کشت مخلوط با کشت خالص معنی دار هم نشود، قطعاً علوفه با کیفیت بهتری تولید خواهیم نمود و مطمئناً کشاورزی پایدارتری خواهیم داشت. باتوجه به جایگاه سویا در الگوی زراعی منطقه و وابستگی اقتصادی کشاورزان به آن استفاده از نتایج این طرح کاربردی باعث افزایش درآمد کشاورز و متعاقباً افزایش سطح زیر کشت خواهد شد، چرا که با کشت مخلوط از نور و فضای تمام کانوپی استفاده نموده و از مزایای زراعت مخلوط بهره مند خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو آزمایش جداگانه در دو منطقه: گرگان (مزرعه مقصدلو واقع در ۶ کیلومتری شمال شرقی این شهرستان) و علی‌آباد (مزرعه اسماعیل زاده واقع در ۲ کیلومتری شمال غربی این شهرستان)، اجرا گردید. خاک محل آزمایش در گرگان دارای بافت لوم رسی (Clay loam) با هدایت

الکتریکی (EC) ۱ تا ۱/۵ میلی‌موس بر سانتی‌مترمربع و $pH = 7/1 - 7/6$ بود و عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی‌متر، ارتفاع از سطح دریا ۹۸ متر و متوسط بارندگی سالیانه ۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش در علی‌آباد دارای بافت لوم رسی (Clay loam) با هدایت الکتریکی (EC) ۱/۳ تا ۱/۸ میلی‌موس بر سانتی‌مترمربع و $pH = 7/5 - 8$ بود و عمق خاک زراعی ۳۵ سانتی‌متر، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۷ متر و متوسط بارندگی سالیانه ۴۸۰ میلی‌متر می‌باشد. عملیات تهیه بستر مطابق معمول و عرف منطقه در بهار با مساعد شدن هوا انجام گرفت، یعنی با شخم و دیسک، زمینی را که دارای شیب طولی و عرضی مناسب بود به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر شخم گردید، سپس دو دیسک عمود برهم زده شد و آنگاه براساس آزمون خاک و طبق توصیه بخش خاک‌شناسی مقدار کود محاسبه شده به خاک اضافه گردید. دیسک زده شد تا با خاک مخلوط شوند. یک سوم از کود اوره در زمان کاشت و دو سوم باقیمانده در مرحله ۴ تا ۶ برگگی و قبل از گلدهی نیز دو مرحله کود سرک (اوره) همزمان با آبیاری پاشیده شد. عملیات داشت شامل آبیاری، سله شکنی، تنک و واکاری طبق دستورالعمل و به موقع انجام شد.

آزمایش در سه سطح به صورت کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار، کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزاربوته در هکتار و کشت مخلوط ۲۰ درصد تراکم بیشتر سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار مورد مقایسه قرار گرفت. در تراکم اول فاصله بوته‌ها روی ردیف ۸ سانتی‌متر و ۴/۱۶ سانتی‌متر بود. صفات مورد مطالعه برای سورگوم و لگوم جداگانه و بر اساس چارچوب و دستورالعمل اجرای طرح‌های سورگوم و لگوم انجام شد (یعنی با نمونه گیری تصادفی از ده بوته واز سطح مشخص). طول خطوط کاشت ۶۶/۶۶ متر و فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر منظور شد. تعداد خطوط کاشت در هر تیمار ۶۰ ردیف بود که برداشت در سطح ۲۰۰۰ متر برای هر تیمار و جمعاً ۶۰۰۰ برای هر سه تیمار صورت گرفت. فاصله بین خطوط در تیمار محتوی کشت خالص سویا ۳۷/۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. یادداشت برداری‌های لازم از خصوصیات زراعی، صفات رویشی و زایشی گیاه و واکنش گیاه نسبت به عوامل زنده و غیر زنده انجام شد و واکنش گیاه نسبت به استرس‌های محیطی، بیماری‌ها، آفات، خوابیدگی ریشه و ساقه ثبت گردید. برای اندازه گیری سایر صفات زراعی و مورفولوژیکی با کادر اندازی ده بوته به صورت تصادفی برای عملکرد و تجزیه و تحلیل آماری برداشت شد. در ضمن کل سطح زیر کشت نیز در مرحله ۵ درصد گلدهی سورگوم و خمیری شدن دانه سویا طبق دستورالعمل پروژه‌های تحقیقی و ترویجی رکورد گیری شد و با آزمون t مقایسه صورت گرفت. برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون t از نرم‌افزار آماری SAS (2004) و برای محاسبه نسبت برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد.

$$LER = \frac{\text{محصول رقم A در مخلوط}}{\text{محصول رقم A در تک کشتی}} + \frac{\text{محصول رقم B در مخلوط}}{\text{محصول رقم B در تک کشتی}}$$

نتایج و بحث

نتایج بررسی و مقایسه عملکرد علوفه حاکی از آن است که: تولید علوفه تر در کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار در گرگان ۶۳/۶۳ درصد و در علی‌آباد ۳۷/۵ درصد نسبت به تیمار کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار، برتری نشان داد. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک نیز بیانگر افزایش ۵۸/۹ درصدی عملکرد در گرگان و افزایش ۴۳/۰۷ درصدی در علی‌آباد است (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه عملکرد علوفه تر و علوفه خشک سویا در کشت خالص و سورگوم علوفه‌ای در کشت مخلوط آن با سویا در تراکم بالا.

محل اجرای طرح	تیمار	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	درصد اختلاف عملکرد تیمار مورد معرفی با سویا	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	درصد اختلاف عملکرد تیمار مورد معرفی با سویا
گرگان	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۲۳/۰۸	-	۴/۱۱	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به - ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار	۶۳/۰۰	۶۳/۳۶	۱۰/۰۱	۵۸/۹
	مقدار t محاسباتی	۱۵/۰۸*	-	۱۱/۰۸*	-
علی‌آباد	مقدار t جدول	۲/۶۲	-	۲/۶۲	-
	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۲۳/۶۰۰	-	۴/۰۳	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به - ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار	۳۷/۷۶	۳۷/۵	۷/۰۸	۴۳/۰۷
میانگین عملکرد دو منطقه	مقدار t محاسباتی	۱۴/۰۵*	-	۲۰/۹۷*	-
	مقدار t جدول	۲/۶۲	-	۲/۶۲	-
	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۲۳/۳۴	-	۴/۰۷	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به - ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار	۵۰/۳۸	۵۰/۴۳	۸/۵۴	۵۰/۹۸

تولید علوفه تر در کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار در گرگان ۴۱/۱۲ درصد و در علی‌آباد ۲۸/۹۱ درصد نسبت به کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰

علیرضا صابری

هزار بوته در هکتار برتری نشان داد. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک نیز بیانگر افزایش ۴۴/۶۱ درصدی عملکرد در گرگان و افزایش ۴۳/۰۷ درصدی در علی‌آباد است (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه عملکرد علوفه تر و علوفه خشک سویا در کشت خالص و سورگوم علوفه‌ای در کشت مخلوط آن با سویا در تراکم متوسط.

محل اجرای طرح	تیمار	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	درصد اختلاف عملکرد تیمار مورد معرفی با شاهد	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	درصد اختلاف عملکرد تیمار مورد معرفی با شاهد
گرگان	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۲۳/۰۸	-	۴/۱۱	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۳۹/۲۰	۴۱/۱۲	۷/۴۲	۴۴/۶۱
	مقدار t محاسباتی	۱۰/۱۱*	-	۵/۴۵*	-
	مقدار t جدول	۲/۶۲	-	۲/۶۲	-
علی‌آباد	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۲۳/۶۰۰	-	۴/۰۳۰	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۳۳/۲۰۰	۲۸/۹۱	۷/۰۸	۴۳/۰۷
	مقدار t محاسباتی	۳/۱۵*	-	۷/۸۷*	-
	مقدار t جدول	۲/۶۲	-	۲/۶۲	-
میانگین عملکرد دو منطقه	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۱۲/۶۷۳	-	۱۰/۵۰۳	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۳۹/۲۰	۳۵/۰۱	۷/۴۲	۴۳/۸۴

تولید علوفه تر در کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار در گرگان ۳۷/۷۷ درصد و در علی‌آباد ۱۲/۰۷ درصد نسبت به تیمار کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار برتری نشان داد. مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک نیز بیانگر افزایش ۲۵/۸ درصدی عملکرد در گرگان و افزایش ۰/۰۸ درصدی در علی‌آباد است (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه عملکرد علوفه تر و علوقه خشک در کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای با سویا در تراکم متوسط با تراکم بالا.

محل اجرای طرح	تیمار	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	درصد اختلاف عملکرد تیمار مورد معرفی با تیمار رقیب	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)	درصد اختلاف عملکرد تیمار مورد معرفی با تیمار رقیب
گرگان	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۳۹/۲۰	-	۷/۴۲	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزاربوته در هکتار	۶۳/۰۰	۳۷/۷۷	۱۰/۰۱	۲۵/۸
	مقدار t محاسباتی	۵/۲۱*	-	۵/۱۰*	-
	مقدار t جدول	۲/۶۲	-	۲/۶۲	-
علی‌آباد	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۳۳/۲۰	-	۷/۰۸۰	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار	۳۷/۷۶۰	۱۲/۰۷	۷/۰۸۶	۰/۰۸
	مقدار t محاسباتی	۱/۵۲	-	۰/۰۱۴	-
	مقدار t جدول	۲/۶۲	-	۲/۶۲	-
میانگین عملکرد دو منطقه	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۳۶/۲۰	-	۷/۲۵	-
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزاربوته در هکتار	۵۱/۳۸	۲۴/۹۲	۱۰/۴۴	۱۲/۹۴

نتایج بررسی و مقایسه صفات مرفولوژیکی سویا در کشت خالص سویا و سورگوم علوفه‌ای اسپید فید در کشت مخلوط سورگوم و سویا در منطقه گرگان و علی‌آباد حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در تمامی صفات مورد مطالعه بود. سورگوم دارای بالاترین ارتفاع و بیشترین قطر ساقه و تعداد پنجه در بوته بود ولی حداکثر تعداد برگ و تعداد گره در سویا ملاحظه شد (جدول ۴). نتایج بررسی و مقایسه صفات مرفولوژیکی سویا در کشت خالص سویا و سورگوم علوفه‌ای اسپید فید در کشت مخلوط سورگوم و سویا با تراکم متوسط در منطقه گرگان و علی‌آباد حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در تمامی صفات مورد مطالعه بود. سورگوم دارای بالاترین ارتفاع و بیشترین قطر ساقه و تعداد پنجه در بوته بود ولی حداکثر تعداد برگ و تعداد گره در سویا ملاحظه شد (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه صفات مورفولوژیکی سویا در کشت خالص و سورگوم علوفه‌ای در کشت مخلوط آن با سویا در تراکم بالا.

محل اجرای طرح	تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد برگ	تعداد گره	تعداد پنجه	قطر ساقه
گرگان	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزاربوته در هکتار	۶۶/۷	۲۳/۶۶	۱۳/۳۴	۰/۰	۳/۵۵
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزاربوته در هکتار	۲۶۹/۰۰	۹/۵	۷/۳	۱/۵۵	۱۳/۴۵
	مقدار t محاسباتی	۱۵/۱۳	-۱۰/۱۷۹	-۱۸/۹۲	۳۳/۰۸	۱۲/۴۲
	مقدار t جدول	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲
علی‌آباد	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۱۴۷/۷	۲۵/۶	۱۲/۸	۰/۰	۳/۷۶
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزاربوته در هکتار	۲۶۰/۴	۹/۲۸	۸/۵	۱/۴۷	۱۳/۴۸
	مقدار t محاسباتی	۱۰/۱۵*	-۱۲/۴۴	-۱۵/۲۰	۴۹/۱۷*	۱۴/۹۴*
	مقدار t جدول	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲

جدول ۵- مقایسه صفات مورفولوژیکی سویا در کشت خالص و سورگوم علوفه‌ای در کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای با سویا در تراکم متوسط.

محل اجرای طرح	تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد برگ	تعداد گره	تعداد پنجه	قطر ساقه
گرگان	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۶۶/۷	۲۳/۶۶	۱۳/۳۴	۴/۱۱	۳/۵۵
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۱۹۵/۰	۸/۶۴	۵/۷۶	۲/۵۱	۱۷/۰۲
	مقدار t محاسباتی	۲۰/۵۴*	-۱۱/۵۰	-۱۳/۹۳	-۱۸/۰۷	۵۸/۵۳*
	مقدار t جدول	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲
علی‌آباد	کشت خالص سویا تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار	۱۴۷/۷۶	۲۵/۶	۱۲/۸	۴/۰۳	۳/۷۶
	کشت مخلوط سورگوم و سویا به‌ترتیب تراکم‌های ۲۵۰ و ۴۰۰ هزاربوته در هکتار	۲۰۶/۶	۸/۷	۶/۵۸	۲/۳۵	۱۶/۷۵
	مقدار t محاسباتی	۹/۲۳*	-۱۱/۹۱	-۱۱/۱۲	-۲۹/۹۹	۶۶/۲۳*
	مقدار t جدول	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲	۲/۶۲

بحث و نتیجه گیری

از بررسی و محاسبه میزان علوفه تر، مشاهده شد که تیمار کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار برترین تیمار بوده و با نتایج صابری، (Saber, 2007) مطابقت دارد. بهشتی و کوچکی (Beheshti and Kosheki, 1997) در بررسی اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط سورگوم و سویا اعلام داشتند که با افزایش تراکم عملکرد سویا و سورگوم در کشت مخلوط افزایش یافته و روش کاشت ۱ به ۲ سورگوم و سویا به عنوان برترین تیمار بر کشت خالص آنها ارجحیت دارد. این نتیجه یعنی برتری سیستم کشت مخلوط بر تک کشتی با نتایج اینی (Enyi, 1977)، سینگ و همکاران (Singh et al., 1973) و ایوانس، (Evans, 1960) مشابهت دارد.

از نظر نسبت برابری زمین (LER) که به عنوان مهمترین پارامتر در آزمایش‌های کشت مخلوط مورد بحث قرار می‌گیرد، تیمار کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار از بقیه تیمارها برتر بوده و با عدد ۱/۳۴ در سطحی بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفته است. بنابراین می‌توان این تیمار را به عنوان بهترین تیمار توصیه کرد. این تیمار شامل کشت ۱ خط سورگوم + ۱ خط سویا بوده است و LER بیشتر از یک در این تیمار بیانگر آن است که کشت مخلوط این تیمار نسبت به کشت خالص آن ۳۴ درصد برتری دارد و اگر هر کدام از این محصولات به تنهایی کشت می‌شد برای دستیابی به همین عملکرد به سطحی ۱/۳۴ برابر همان زمین نیاز بود. این موضوع حاکی از برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص می‌باشد که با نتایج بدست آمده از دیگر آزمایشات همخوانی دارد (Raiy, 2008). این یافته را می‌توان اینطور توجیه کرد که ریشه لگوم با تثبیت نیتروژن موجب فراهم آوردن ازت مورد نیاز برای غلات نظیر سورگوم در کشت مخلوط می‌شود و همین مساله سبب رشد بهتر و تولید محصول بیشتر در سورگوم در مقایسه با کشت خالص سورگوم می‌گردد. ضمن آنکه علوفه مخلوط سورگوم و سویا غنی تر از پروتئین بوده و برای دام خوش خوراک تر است. ذکر این نکته الزامی است که در جدول مقایسه میانگین تیمارهای کشت خالص چون با خودشان مقایسه می‌شوند مقدار LER برابر یک بدست می‌آید. مقایسه میانگین عملکرد خشک کرت‌های آزمایشی نشان می‌دهد که بیشترین میزان علوفه خشک از تیمار کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار حاصل شده است. و با نتایج آزمایش بهشتی و کوچکی (Beheshti and Kosheki, 1997) که بیشترین میزان علوفه (۱۸۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) را از تیمار مشابه بدست آورد همخوانی دارد.

در ضمن تغییر تراکم نتوانست تفاوت معنی داری در تولید میزان علوفه تر و خشک در علی‌آباد ایجاد کند، هر چند که تراکم بیشتر میزان علوفه تولیدی را تا حد کمی افزایش داده است. مقایسه دو

تیمار تراکم در کشت سورگوم نشان داد که تراکم بیشتر سورگوم صرف نظر از لگوم کشت شده سبب افزایش کارایی کشت مخلوط می‌شود و مقدار LER را افزایش خواهد داد.

مقایسه ارتفاع بوته در سطوح مختلف ترکیب تیمارها نشان داد که تغییر تراکم توانسته اختلاف معنی‌داری را از نظر ارتفاع بوته در یک الگوی کشت همسان ایجاد کند. نکته دیگر این‌که گیاهان سورگوم و سویا در تیمار مخلوط چون در رقابت قرار گرفته‌اند و ارتفاع آنها نسبت به کشت خالصشان بیشتر شده، مخصوصاً سویا که حالت رشدی رونده پیدا کرده است.

اثرات کشت مخلوط بر روی تعداد پنجه در سورگوم معنی‌دار نشان داد. تعداد پنجه در تیمارهای آزمایشی که در آن‌ها سورگوم بصورت خالص کشت شده بود و تیمارهای با تراکم کم تعداد پنجه بیشتری تولید کردند. هر چند تعداد پنجه در سورگوم یک صفت ژنتیکی است که کمتر تحت تاثیر محیط و شرایط زراعی قرار می‌گیرد و ارقام پاکوتاه سورگوم ظرفیت تولید پنجه زیادتری دارند (Andrightto *et al.*, 1992).

تعداد برگ و تعداد گره در سورگوم به‌عنوان یک صفت ژنتیکی تحت تاثیر محیط و شرایط زراعی (تراکم و الگوی کشت مخلوط) قرار نگرفت. و بیشتر فاصله میان‌گره متاثر از تیمارهای مورد ارزیابی بود. قطر ساقه در تراکم معمول بیشتر بوده و در تراکم بیشتر قطر ساقه کمتر شده است. بنابراین می‌توان گفت که قطر ساقه با تراکم نسبت عکس دارد. در تیمار مخلوط هم گیاهان در دریافت نور رقابت کرده و بجای افزایش قطر ساقه مرتفع می‌شوند (Saberi, 2013).

نتیجه گیری نهایی

با توجه به این‌که در محاسبه LER کل یعنی نسبت برابری زمین تیمار کشت مخلوط سورگوم و سویا به ترتیب تراکم‌های ۳۰۰ و ۴۸۰ هزار بوته در هکتار از بقیه تیمارها برتر بوده و با عدد ۱/۳۴ در سطحی بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفته است. این الگوی مخلوط، فاصله و فضای مناسب‌تری را برای هر بوته جهت بهره‌گیری از نور و جذب رطوبت و کود و سایر عناصر فراهم می‌نماید.

افزایش تراکم بوته در واحد سطح در زراعت مخلوط توصیف شده، افزایش عملکرد علوفه را به دنبال دارد و می‌تواند به‌عنوان مناسب‌ترین الگوی کاشت در استان گلستان به کشاورزان معرفی شود. ولی پیشنهاد می‌شود در آزمایشات آتی تراکم‌های بیشتر نیز مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی که با طراحی بهتر ماشین‌ها و ادوات، کاشت، داشت و برداشت زراعت مخلوط را بتوانیم به‌صورت مکانیزه انجام بدهیم قطعاً می‌توانیم با استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی افزایش کمی و کیفی تولید محصول را داشته باشیم و از مزایای زراعت مخلوط و متعاقباً کشاورزی پایدار نیز بهره‌مند شویم.

منابع

- Andrightto, I., Tikader A. and Manna, M.C. 1992 . Maize . Soybean intercropping effect of different Variety and Sowing density of The Legume on forage Yield and silage quality . J . Agron . and crop sci . 168 (5): 354–360.
- Beheshti, A.R. and Kocheki, A. 1997. Effects of different plant density and sowing rate on yield and yield components of intercropped grain sorghum and soybean. M.Sc. Thesis of Agronomy. Ferdosi University, Mashhad, Iran. (In Persian, with English Abstract.)
- Best, C.E. 1976. Co –Cropping swet corn and soybean. J. Hort. Sci. 11: 236-238.
- Board, J.E., Kang, M.S. and Harvil, B.C. 2003. Path analysis of the yield formation procecc for late- planted soybean. Agronomyjournal. 91: 128-135.
- Borst , H.L., and Park, J.B. 1932. Experiments with growing corn and soybeen in combination. Ohio Agric. Exp. Stn. Bull. 511.
- Cunard , A.C. 1976. The in fluence of interplating on yield parmeters of component plants (high-lysin corn and edible soybean)In: J. Ruttle (ed). Interplanting Rodale press, Inc. Emmaus, Penn.
- Elmore, R.W. and Jackops, J.A. 1984. Yield and yield componets of sorghum and soybeam of varing plant hieght when intercropped Agron. J. 76: 561-564.
- Enyi, B.A.C. 1977. Physiology of grain yield in groundnus. Exp. Agric. B: 101-110.
- Esmail, S.H and Bolsen, M. 1992. Performance of Growing beef cattle fedgrain sorghum and soybeam wirtsch Fsegene –Futter-1992, 38: 1, 14 ref.
- Etheridge, W.C., and Helen, C.A. 1924. Corn and soybean. Missouri Agric. Exp. Stn. Bull. 220.
- Evans, A.C. 1960. Studies of inter Cropping . (1) Maize or Sorghum with groundnuts. E.Afr. Agric. For. J. 26: 1-10.
- Grterol, Y.E., Elmore, R.W., and Eisenhbuer, D.E. 2006. Nbrrow - row plbnting systems for furrow - irrigbted soybebn. J. Prod. Bgric. 9: 546–533.
- Homayoni, H., Mazaheri, D. Majnonhossaini, N. and Jahansouz, M.R. 2004. Intercropped forage sorghum and some legume under different plant densities and patterns. 8th national congress on Agronomy and plant breeding.Iran, Rasht. (In Persian, with English Abstract).
- Judson R. 2001. Soybean for silage, Comell Cooperative Eextension Yates County, 110 Court, PennYan.
- Parvez , A.Q., Cardner, F.P.G. and Boote, K.J. 1989. Determinat and indeterminat- type Soybean Cultivar responses to pattern, density and planting date. Crop Sci. 29: 150-157.
- Raiy, 2008. Effects of plant density on intercropped sorghum and soybean. M.Sc. Thesis of Agronomy. Tabriz University, Iran. (In Persian, with English Abstract).
- Saberi, A.R. 2007. Intercropped forage sorghum and some legume under different plant densities and patterns. Final report. Agricultural and natural resources research center of Golestan. (In Persian, with English Abstract).
- Saberi, A.R. 2013. Intercropping of forage crop, Lambert Academic publishing.
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT user's guide. release. Release 9.0. 4th ed. Statistical Analysis Institute, Cary, NC.

- Singh, J.N., Negi, S. and Tripatti, S.K. 1973. Study on the intercropping of Soybean with maize and Sorghom. Indian. J. Agron. 18:75-78.
- Singh, S.P. 1979. InterCroppig studies in sorghum. Proceedings of the International workshop on Intercropping. International Crops Research Institute for the semi-Arid Topics, Patancheru, Hyderabad. PP. 22-24.
- Syarifuddin, A., Efficendy, S., Ismail, I.G. and Mcintosh, J.L. 1974. Performance of corn, Peanut, mungbean and soybean in monoculture and intercrop combinations of corn and legumes indry season, 1973. Contr.Ctr.Res. Inst. Agric. Bogor. 12: 1-13.
- Tim Griffin, T. 2000. Soybean silage as and Alternative Forage. Animal, Veterinary and Aquaculture the university of MAINE Scienes.
- Vallis, I. 1978. Nitrogen relation ship in grass/Legume mixture.P. 190-201. In: Wilson j.r. (ed) Plant relations in pastures. CSIRO.
- Vanichyangkool, S. 1972. A Comparison of Corn yield at different rates of planting interplanted with soybean in the dry season. Field Crop Abstravts. 24: 1611.
- Wahua, T.A.J. and Miller, D.A. 1978. Relatire yield totals and yield components of intercropped sorghum and soybean. Agronomy Journal. 10: 287-291.
- Willey, R.W. 1979. Intercropping- Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. Field Crop. Abst. 32: 1-10.

