

## بررسی عملکرد کمی و کیفی در کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای با سویا و لوبیا سبز

محمد علی آقایی<sup>1</sup>، محمد حسین فتوکیان<sup>2\*</sup>، مهدی عقیقی شاهوردی<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 92/10/15 تاریخ پذیرش: 93/12/6

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران

2- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران

3- دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران

\*مسئول مکاتبه: Email: [fotokian@shahed.ac.ir](mailto:fotokian@shahed.ac.ir), [fotokian@yahoo.com](mailto:fotokian@yahoo.com)

### چکیده

به منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی در کشت مخلوط سورگوم با سویا و لوبیا سبز، آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی عراقی گرگان اجرا شد. عامل اول الگوی کشت که 9 نسبت کشت شامل، کشت سورگوم، کشت لوبیا، کشت سویا، مخلوط یک ردیف سورگوم و یک ردیف لوبیا، مخلوط یک ردیف سورگوم و یک ردیف سویا، مخلوط دو ردیف سورگوم و یک ردیف لوبیا، مخلوط دو ردیف سورگوم و یک ردیف سویا، مخلوط یک ردیف سورگوم و دو ردیف لوبیا، مخلوط یک ردیف سورگوم و دو ردیف سویا و عامل دوم تراکم کاشت شامل دو سطح تراکم مطلوب (سورگوم 250 هزار بوته و لگوم 400 هزار بوته در هکتار) و تراکم 20 درصد بیشتر (سورگوم 300 هزار بوته و لگوم 480 هزار بوته در هکتار) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین الگوهای کشت از نظر همه صفات مورد بررسی در لگوم و سورگوم تفاوت معنی‌داری وجود داشت و تعداد برگ و قطر ساقه سورگوم در الگوی 1 خط سورگوم و 2 خط سویا برتر از بقیه تیمارها بود. بیشترین میزان تولید علوفه در ترکیب کشت خالص سویا در تراکم بالا (31/200 تن در هکتار) و یک ردیف سورگوم + دو ردیف سویا (30/392 تن در هکتار) بدست آمد. از نظر نسبت برابری زمین، کشت 2 خط سورگوم و یک خط لوبیا از بقیه تیمارها برتر بود (LER= 1/6).

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، تراکم، سورگوم، سویا، لوبیا سبز

## Assessment of Yield Quantity and Quality in Intercropping of Sorghum with Soybean and Green Bean

Mohammad Ali Aghaei<sup>1</sup>, Mohammad Hossein Fotokian<sup>2\*</sup>, Mehdi Aghighi Shahverdi<sup>3</sup>

Received: January 5, 2014 Accepted: February 25, 2015

1 MSc, Dept. of Agronomy, Shahed University, Tehran, Iran.

2 Assoc. Prof., Agricultural College, Shahed University, Tehran, Iran.

3 Ph.D Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.

\*Corresponding Author: [fotokian@shahed.ac.ir](mailto:fotokian@shahed.ac.ir), [fotoKian@yahoo.com](mailto:fotoKian@yahoo.com)

### Abstract

The quantity and quality of performance of intercropping of forage sorghum with soybean and green bean were studied through factorial experiment (randomized complete block design) with 4 replications at Agricultural Research Center of Iraque, Gorgan. The first factor planting pattern included: sorghum, green bean, soybean, one row sorghum + one row green bean, one row sorghum and one row soybean, two rows sorghum and one row green bean, two rows sorghum and one row soybean, one row sorghum and two rows green bean, one row sorghum and two rows soybean, and the second factor planting density included, optimum density (250000 Sorghum plant/ha+40000 legume plant/ha) and plant density more than 20% (300000 sorghum plant+480000 legume plant/ha). The results showed a significant difference in patterns of all traits in legumes and sorghum cultivation and number of leaves and stem diameter of Sorghum, in 1 line Sorghum and 2 line soybean patterns was higher than other treatments. In treatment of soybean with high planting density (31200 kg/ha) and one row sorghum and two rows Soybean (30392 kg/ha) the yield of forage were highest. The treatment of two rows Sorghum and one row green bean had a highest land equivalency ratio (LER= 1.6).

**Keywords:** Density, Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Intercropping, Sorghum (*Sorghum bicolor* L.), Soybean (*Glycine max*)

### مقدمه

به سمت کشاورزی پایدار، به کارگیری مخلوطی از گیاهان مختلف، ارقام و یا ایزولاین‌های مختلف در زراعت می‌باشد (جوانمرد و همکاران 1392، استرایدهورست و همکاران 2008). کشت مخلوط به دلیل افزایش تنوع گیاهی می‌تواند به عنوان یک روش زراعی باعث کاهش خسارات آفات گردد. کشاورزی سنتی ایران نیز، بر پایه استفاده از حداکثر عوامل

در علوم کشاورزی چشم داشت به قوانین طبیعی به شکل‌های مختلفی متجلی شده است که نمونه آن کشاورزی پایدار می‌باشد. کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت است که می‌تواند در بلند مدت از نظر بیولوژیکی، زیست محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه داشته باشد. یکی از راهکارهای حرکت

32 درصد نسبت به کشت خالص هر کدام برتری عملکرد نشان می‌دهد. در مخلوط ذرت و سویا افزایش میزان عملکرد 42 درصد بود. از یومه و همکاران (1987) در مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی 35 درصد افزایش تولید گزارش کردند. تعیین بهترین و مطلوب‌ترین الگوی کاشت گیاهان سورگوم علوفه‌ای، لوبیای سبز و سویا و تراکم گیاهی در منطقه گلستان از اهداف اصلی این پژوهش به شمار می‌آید.

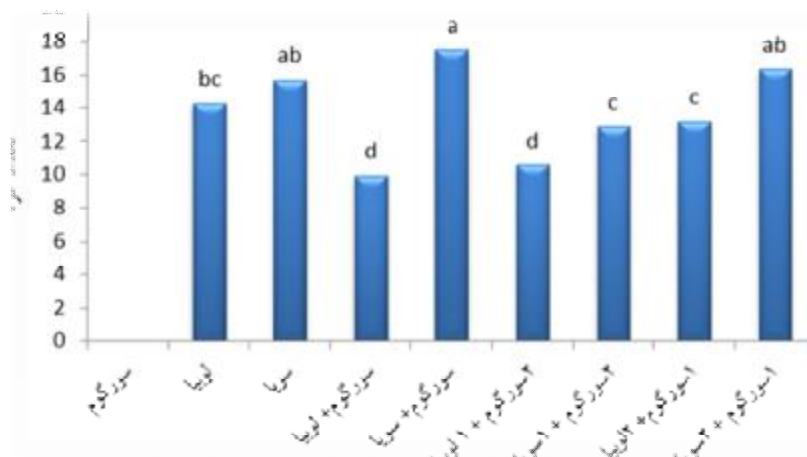
### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه عراقی محله مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان با عرض جغرافیائی 36 درجه و 54 دقیقه شمالی و طول جغرافیائی 54 درجه و 25 دقیقه شرقی با ارتفاع 5 متر از سطح دریا و میانگین بارندگی سالانه 600 میلی‌متر به اجرا درآمد. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی با هدایت الکتریکی (EC) 1- الی 1/5- میلی موس بر سانتیمتر مربع و  $pH= 7/5-8$  و عمق خاک زراعی 30 سانتیمتر می‌باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اول عبارت بود از الگوی کشت شامل 9 نسبت کشت: 1- تک کشتی سورگوم 2- تک کشتی لوبیا 3- تک کشتی سویا 4- مخلوط یک ردیف سورگوم و یک ردیف لوبیا 5- مخلوط یک ردیف سورگوم و یک ردیف سویا 6- مخلوط دو ردیف سورگوم و یک ردیف لوبیا 7- مخلوط دو ردیف سورگوم و یک ردیف سویا 8- مخلوط یک ردیف سورگوم و دو ردیف لوبیا 9- مخلوط یک ردیف سورگوم و دو ردیف سویا، و فاکتور دوم تراکم بوته شامل دو سطح: تراکم مطلوب (سورگوم 250 هزار بوته و لگوم 400 هزار بوته در هکتار) و تراکم 20 درصد بیشتر (سورگوم 300 هزار بوته و لگوم 480 هزار بوته در هکتار) بود. جزئیات اجرای تراکم‌های مختلف در جدول 1 ارائه گردیده است.

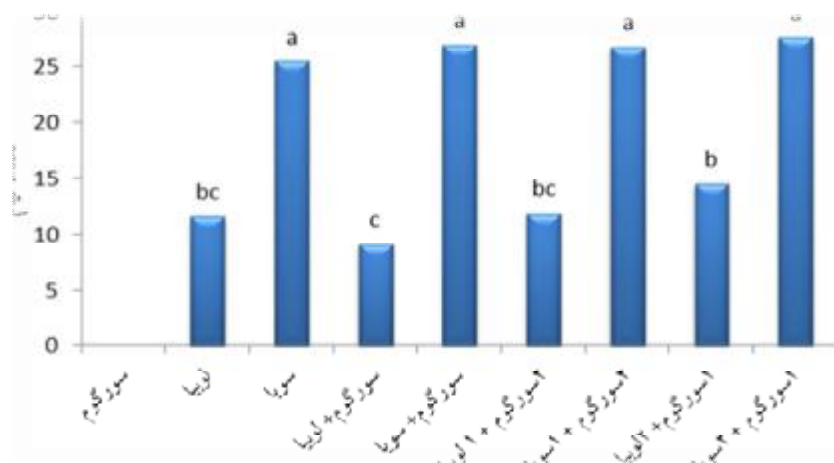
محیطی بوده و با استفاده از روابط گیاهان و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به کشت مخلوط مبادرت می‌ورزیدند (ستوهیان 1370). بررسی‌های به عمل آمده در مورد مخلوط سویا با سورگوم در منطقه کرج نشان داده است که نسبت دو ردیف سویا با یک ردیف سورگوم از بیشترین سودمندی در مورد علوفه ( $LER= 1/42$ ) و دانه ( $LER= 1/37$ ) برخوردار است (بازگشا و امینی بهبهانی 1383). چون کشت مخلوط در ایران در مناطقی رایج است که مقدار زمین محدود است و زارعین امکان مکانیزاسیون چندانی ندارد، اغلب عملیات تهیه زمین با دست و به کمک نیروی کشتی دام انجام می‌گیرد. در این نواحی سیستم حداقل شخم<sup>1</sup> متداول است با روش بدون شخم میزان محصول سورگوم 50 درصد افزایش می‌یابد زیرا به دلیل کم بودن درجه حرارت میزان تنش رطوبتی نیز کاهش می‌یابد (مظاهری 1377). راعی و همکاران (1387) دو آزمایش مزرعه‌ای به منظور تعیین تراکم‌های مناسب سویا و سورگوم علوفه‌ای در کشت مخلوط اجرا و گزارش نمودند که اثرات تراکم‌های سویا و سورگوم روی عملکرد هر دو گونه معنی‌دار بود. با افزایش تراکم سویا تا 40 بوته در مترمربع عملکرد سویا افزایش نشان داد، ولی با افزایش تراکم از 40 به 50 بوته، عملکرد آن کاهش یافت. با افزایش تراکم سویا نیز از عملکرد سورگوم کاسته شد. عملکرد سورگوم و سویا با افزایش تراکم سورگوم به ترتیب افزایش و کاهش نشان دادند. نسبت‌های تراکم 4 به 20 و 12 به 50 بوته در مترمربع سورگوم به سویا به ترتیب با 1/6 و 0/8 بیشترین و کمترین مقدار نسبت برابری زمین<sup>2</sup> را به خود اختصاص دادند. بنابراین، نتیجه‌گیری شد که کشت مخلوط سویا و سورگوم مزیت بیشتری نسبت به کشت خالص آنها در شرایط مشابه دارد. آلن و ابیوران (1983) کشت مخلوط ذرت و سویا و همچنین ذرت و لوبیا چشم بلبلی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کشت مخلوط ذرت و لوبیای چشم بلبلی 27 تا

1- Minimum Tillage

2- LER



شکل ۱ - تاثیر الگوی کشت بر تعداد گره لگوم در کشت مخلوط



شکل 2- تاثیر الگوی کشت بر تعداد نیام لگوم در کشت مخلوط

جدول 1- جزئیات اجرای تراکم‌های مختلف برای سورگوم و لگوم

تراکم مورد آزمایش	تعداد بوته در هکتار	فاصله روی ردیف (سانتی‌متر)	تعداد بوته در خط 6 متری
تراکم اول سورگوم	250000	8	75
تراکم 20 درصد بیشتر سورگوم	300000	6/6	90
تراکم اول لگوم	400000	5	120
تراکم 20 درصد بیشتر لگوم	480000	4/16	144

چهار خط وسط هر تیمار انجام شد. در طول دوره رشد و پس از بلوغ محصولات، یادداشت‌برداری‌های لازم از صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی رشد مانند تعداد نیام، تعداد ساقه، تعداد دانه، تعداد برگ، ارتفاع بوته،

جامعه آماری عبارت بود از بوته‌های سورگوم. علوفه‌ای رقم اسپیدفید، سویا رقم سپیده، و لوبیا سبز رقم سانری. نمونه‌گیری به طور تصادفی انجام گرفت. محاسبات آماری بر اساس داده‌های حاصل از مطالعه

برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد (مظاهری 1377).

$$LER = \frac{\text{عملکرد محصول A در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد محصول A در کشت خالص}} + \frac{\text{عملکرد محصول B در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد محصول B در کشت خالص}}$$

آماري طرح شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن از نرم‌افزار آماری -MSTAT C استفاده شد. علامت‌های اختصاری استفاده شده در متن شامل موارد زیر می‌باشد.

, دو ردیف سورگوم+یک ردیف سویا=I7, ردیف لوبیا یک ردیف =I9, یک ردیف سورگوم+دو ردیف لوبیا=I8, سورگوم+دو ردیف سویا چین سوم =C3, چین دوم=C2, چین اول=C1

کاهش یافت. برهمکنش اثرات نسبت‌های مختلف کشت و تراکم در مورد تمامی صفات مورد بررسی در لگوم‌ها معنی‌دار شد (جدول 2). بطوریکه از نظر عملکرد لگوم برترین ترکیب تیمارها در الگوی کشت سوم (سویای خالص) با تراکم بیست درصد بیشتر از حد معمول به میزان 31200 کیلوگرم در هکتار (31/2 تن در هکتار) حاصل شد. از نظر تاریخ گل‌دهی و غلاف‌دهی لوبیا در الگوهای کشت دوم (لوبیای خالص) و هفتم (دو ردیف سورگوم و یک ردیف سویا) جلوتر از بقیه تیمارها بوده و نسبت به سویا زودتر به گل و غلاف رفته است. افزایش تراکم در یک الگوی کشت موجب تسریع در امر گل‌دهی و غلاف‌دهی شده است. به عنوان مثال از مقایسه سطوح مختلف تراکم در الگوی کشت 69/9  $I_2D_1$  (کشت لوبیای خالص در تراکم معمول) با 67/8  $I_2D_2$  (کشت لوبیا خالص در تراکم 20 درصد بیشتر) این نتیجه بدست می‌آید.

تاریخ گل‌دهی و غلاف‌دهی انجام و عملکرد محصول در الگوهای مختلف با استفاده از فرمول نسبت برابری زمین (LER) محاسبه و آنالیز شد. برای محاسبه نسبت

در مورد صفات مربوط به سورگوم از آنجا که 3 چین برداشت صورت گرفت، محاسبات آماری به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در زمان انجام شد که در آن فاکتور چین و اثرات متقابل آن با فاکتورها وارد مدل

تراکم  $D_1$  = تراکم = Density =  $D$  الگوی کشت  $I =$  تراکم 20% بیشتر  $D_2 =$  معمول  
سویا خالص  $I_3 =$  لوبیا خالص  $I_2 =$  سورگوم خالص  $I_1 =$   
یک ردیف  $I_5 =$  یک ردیف سورگوم+یک ردیف لوبیا  $I_4 =$   
دو ردیف سورگوم+یک  $I_6 =$  سورگوم+یک ردیف سویا

### نتایج و بحث

#### صفات مورد مطالعه در لگوم

نتایج تجزیه واریانس در لگوم نشان داد که تأثیر الگوی کشت بر روی تمام صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده است (جدول 2). تأثیر تراکم فقط در مورد صفات تاریخ گل‌دهی، غلاف‌دهی، قطر ساقه و تعداد دانه در نیام معنی‌دار شد. اثر متقابل دو فاکتور الگوی کشت در تراکم در مورد اکثر صفات به جز تعداد دانه در نیام و تعداد گره معنی‌دار شد. اثر الگوی کشت بر تعداد غلاف در لگوم در سطح احتمال 1% معنی‌دار بود. نکته قابل توجه این است که از نظر تعداد نیام، تیمارهایی که در آنها سویا حضور داشته، نسبت به تیمارهایی که در آنها لوبیا شرکت داشته برتر بوده و سویا نسبت به لوبیا غلاف‌های بیشتری تولید کرده است، هر چند که در این تحقیق هدف تولید علوفه بوده و عملکرد دانه مدنظر نبوده است. المور و ژاکوپس (1984) و واهوا و میلر (1987) در کشت مخلوط سورگوم و سویا گزارش کردند که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در بوته سویا

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به لگوم

تاریخ غلاف‌دهی	تاریخ گل‌دهی	تعداد برگ	ارتفاع تا گره	فاصله میان‌گره	ارتفاع بونه	تعداد دان	تعداد ساقه	تعداد نیام	تعداد گره	تعداد گل‌گرم	عملکرد لگوم	LER لگوم	درجه آزادی	منابع تغییر
۱/۳۸ <sup>ns</sup>	۲/۲۸ <sup>ns</sup>	۷/۴۳۳ <sup>ns</sup>	۲/۳۳۰ <sup>ns</sup>	۳/۱۲۵ <sup>ns</sup>	۴۱/۶ <sup>ns</sup>	۲/۲۶ <sup>ns</sup>	۶/۵۴ <sup>ns</sup>	۳۳/۴۹ <sup>ns</sup>	۴۵/۴۹ <sup>*</sup>	۹۶۸۷۶/۴ <sup>ns</sup>	۱/۰۰۹ <sup>ns</sup>	۳	تکرار	
۴/۱۵۵۶ <sup>**</sup>	۱/۳۲۲۷ <sup>**</sup>	۸۰۴۷ <sup>**</sup>	۳۹/۸۹۱ <sup>**</sup>	۱۶۹/۹ <sup>**</sup>	۷۹۹۱۷ <sup>**</sup>	۹/۱۳۳ <sup>**</sup>	۱۰۶۴۸ <sup>**</sup>	۶۷۱/۳۸ <sup>**</sup>	۸۷۱/۳۸ <sup>**</sup>	۸۷۸۵۶۳۵ <sup>**</sup>	۱/۳۵۱ <sup>**</sup>	۷	الگوی کشت (P)	
۲/۲۴۲ <sup>*</sup>	۴/۱۶۷ <sup>**</sup>	۳۷۳۵ <sup>ns</sup>	۲/۲۶۱ <sup>ns</sup>	۲/۲۶۱ <sup>ns</sup>	۵۶۶۴۳ <sup>ns</sup>	۲/۳۳۷ <sup>*</sup>	۶۹/۴۲ <sup>ns</sup>	۱/۴۶ <sup>ns</sup>	۳۸۴۰۰۰۰ <sup>ns</sup>	۳۸۴۰۰۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۶ <sup>**</sup>	۸	ترکبم (D)	
۳/۸۳۸ <sup>ns</sup>	۳/۹۳۸ <sup>**</sup>	۲۱/۸۴ <sup>**</sup>	۱/۳۳۰ <sup>**</sup>	۵/۲۲۱ <sup>**</sup>	۳۲۲/۸ <sup>*</sup>	۱/۴۱۷ <sup>**</sup>	۱۷/۹۴ <sup>ns</sup>	۲۸/۴۱ <sup>ns</sup>	۲۸۱۸۷۸۵ <sup>**</sup>	۲۸۱۸۷۸۵ <sup>**</sup>	۰/۰۰۷ <sup>**</sup>	۷	P×D	
۰/۴۴۳ <sup>*</sup>	۰/۱۶۳ <sup>*</sup>	۳/۵۸۶	۰/۳۵۵	۱/۵۱۳	۱۳۶/۸۳	۰/۰۵۷	۱/۱۶۶	۱/۴۸۳	۱/۴۸۳	۳۳۶۶۶۱۵	۰/۰۸۲	۴۶	خطای آزمایشی	
۳/۱۸	۲/۰۹	۲/۲۰۷	۲۱/۳۴	۲۲/۷	۱۴/۶	۱۴/۶	۱۸/۸	۲۰/۲	۱۹/۳	۶۴/۰	۱۸/۹	۱	تغییرات (C)	

۵، ۱ و ۵٪ به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰٪ و غیر معنی‌دار میباشد.

5، ۱ و ۵

کلیه تیمارها مخلوط ذرت و سویا از یک حالت مکملی نسبت به یکدیگر برخوردار است.

#### صفات مورد مطالعه در سورگوم

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سورگوم نشان دهنده تأثیر معنی‌دار الگوی کشت بر روی صفات مورد مطالعه بود (جدول 4). اثر تراکم بر روی قطر ساقه در سطح 5% و در مورد عملکرد سورگوم، LER سورگوم و LER کل در سطح 1% معنی‌دار شدند. اثرات متقابل تیمار الگوی کشت در تراکم بر روی صفات تعداد روز تا برداشت، تعداد روز تا گرده‌افشانی، تعداد روز تا ظهور پانیکول و همچنین تعداد پنجه معنی‌دار نبود. اما در مورد بقیه صفات در سطح 1% یا 5% معنی‌دار شد. ضمناً تأثیر چین‌های مختلف بر روی صفات مورد مطالعه در سورگوم معنی‌دار بود. اما چین‌های مختلف در مورد نسبت برابری زمین، LER سورگوم و LER کل تأثیری نداشت.

اثر الگوی کاشت بر صفات تعداد روز تا برداشت، تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا ظهور پانیکول معنی‌دار بود (جدول 3). تیمارهای یک ردیف سورگوم با یک ردیف سویا و یک ردیف سورگوم با دو ردیف سویا از این لحاظ بالاتر از بقیه تیمارها قرار گرفتند اما این مسئله به معنی دیررس بودن سورگوم در این تیمارها است و تیمار کشت خالص سورگوم زودرس‌تر از دیگر تیمارها بود (جدول 5). از نظر تعداد برگ در سورگوم تیمار 9 (یک ردیف سورگوم با دو ردیف سویا) با تولید 8/09 برگ در بوته برتر از بقیه تیمارها بود. اما تراکم تأثیر معنی‌داری بر روی این صفت نداشت. از نظر قطر ساقه نیز سورگوم در یک ردیف سورگوم با دو ردیف سویا یعنی هنگامی که 1 خط سورگوم در کنار 2 خط سویا کشت شده بود قطر بوته‌های سورگوم به 10/32 میلی‌متر رسید.

تیمار I6D2 (کشت دو ردیف سورگوم و یک ردیف لوبیا در تراکم کشت 20 درصد بیشتر) بیشترین تعداد برگ (17/9) در بوته را تولید کرد. از نظر قطر ساقه تیمار I8D2 (یک ردیف سورگوم با دو ردیف لوبیا در تراکم 20 درصد بیشتر) بیشترین قطر ساقه به میزان 5/8 میلی‌متر را داشت. مقایسه ارتفاع بوته در سطوح مختلف ترکیب تیمارها نشان داد که تغییر تراکم نتوانسته اختلاف معنی‌داری را از نظر ارتفاع بوته در یک الگوی کشت همسان ایجاد کند. نکته دیگر اینکه گیاه لوبیا چون حالت رشدی رونده دارد، ارتفاع کمتری نسبت به سویا داشت. اما از نظر تعداد غلاف در بوته سویا نسبت به لوبیا برتری داشته است. مقایسه ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف لگوم نشان داد که رشد سویا خیلی بیشتر و سریع‌تر از لوبیا می‌باشد و ارتفاع بوته در سویا نسبت به لوبیا برتری مشخص و متمایزی دارد به عبارت دیگر اختلافات ارتفاع سویا و لوبیا فاحش بود و این مسئله طبیعی و مورد انتظار است چون لوبیا بیشتر حالت رونده دارد. در آزمایش بهشتی و کوچکی (1376) بود که با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در غلاف به خصوص در شاخه‌های فرعی کاهش پیدا کرد. علت این امر احتمالاً کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به غلاف‌ها و افزایش درصد غلاف‌های پوک و یا تک بذر می‌باشد. بررسی عملکرد لگوم‌ها نشان داد که سویا در الگوی کشت 1 خط سورگوم و 2 خط سویا، تفاوت چشمگیری با بقیه تیمارها داشته و بیشترین میزان علوفه (18630 کیلوگرم در هکتار) را تولید کرده است. در آزمایش بهشتی و کوچکی (1376) نیز روش کاشت 1 به 2 سورگوم و سویا بالاترین عملکرد تک بوته را برای هر دو محصول تولید کرد. از نظر نسبت برابری زمین در هیچ یک از تیمارهای لگوم این صفت بیشتر از یک واحد نشده است. پیرزاد و همکاران (1381) نشان دادند که کشت مخلوط ذرت و سویا دارای کارایی بیولوژیک بیشتری نسبت به کشت خالص آنهاست و در





مختلف یعنی سویا و لوبیا تأثیرهای متفاوتی نیز بر روی تعداد روز تا برداشت سورگوم دارند، بطوریکه کشت سورگوم همراه با سویا دیررس‌تر از کشت آن با لوبیا خواهد شد. در مقابل کشت خالص سورگوم سبب شد که این گیاه در زمان کوتاه‌تری به زمان مناسب برای برداشت برسد در حالی که تراکم تأثیر چندانی روی این صفت نداشته است.

از نظر تعداد روز تا گرده‌افشانی به دلیل اثرات متقابل گیاهان در کشت مخلوط نتایج پیچیده‌تر بود و نمی‌توان نظر روشنی در این خصوص برای سورگوم ارائه داد. فقط می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که سورگوم در کشت خالص زودتر به مرحله گرده‌افشانی رسیده است. مقایسه میانگین عملکرد خشک کرت‌های آزمایشی در مجموع گیاهان کشت شده نشان می‌دهد که بیشترین میزان علوفه خشک از تیمار نهم یعنی کشت 2 خط سویا با 1 خط سورگوم حاصل شده است. البته تیمار سوم یعنی کشت سویا خالص نیز با تولید 305 گرم علوفه خشک در رتبه دوم قرار گرفته و با تیمار نهم تفاوت معنی‌داری نداشته است. کمترین میزان علوفه خشک نیز به میزان 119 گرم مربوط به تیمار دوم و کشت لوبیا خالص بوده است.

در بررسی میزان علوفه تر کل مشاهده شد که تیمار 3، 6 و 9 برترین تیمارها بوده و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. نتایج حاصله حاکی از بیشترین میزان تولید علوفه در تیمار سویا خالص (29/010 تن در هکتار) و یک ردیف سورگوم و دو ردیف سویا (27/530 تن در هکتار) بود. بهشتی (1376) در بررسی اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط سورگوم و سویا اعلام داشت که با افزایش تراکم عملکرد سویا و سورگوم در کشت مخلوط افزایش یافته و روش کاشت 1 به 2 سورگوم و سویا به عنوان برترین تیمار بر کشت خالص آنها برتری نشان داد. این نتیجه یعنی برتری سیستم کشت مخلوط بر تک کشتی با نتایج پیرزاد و

اثرات الگوی کشت بر روی تعداد پنجه در سورگوم در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نشان داده شده اما این معنی‌دار بودن به دلیل شرکت دادن سطوح مختلف کشت لگوم در محاسبات است که تعداد پنجه در کرت‌های آزمایشی که لگوم در آنها کشت شده صفر در نظر گرفته شد. در مقایسه میانگین تعداد پنجه سورگوم در نسبت‌های مختلف کشت اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح 5% مشاهده نشد (جدول 5). تعداد پنجه در سورگوم یک صفت ژنتیکی است که کمتر تحت تأثیر محیط و شرایط زراعی قرار می‌گیرد و ارقام پای‌کوتاه سورگوم ظرفیت تولید پنجه زیادتری دارند (قنبری و کلایی 1386). میزان LER در کشت مخلوط سورگوم برابر 1/2 در تیمار ششم یعنی در الگوی کشت 2 خط سورگوم همراه با یک خط لوبیا محاسبه شد، که بیانگر برتری کشت مخلوط سورگوم با لگوم در مقایسه با کشت خالص سورگوم می‌باشد. این نتیجه را می‌توان این‌طور توجیه کرد که ریشه لگوم با تثبیت نیتروژن موجب فراهم آوردن نیتروژن مورد نیاز برای غلات نظیر سورگوم در کشت مخلوط می‌شود.

همین مسئله سبب رشد بهتر و تولید محصول بیشتر در سورگوم در مقایسه با کشت خالص سورگوم می‌گردد. ضمن آنکه علوفه مخلوط سورگوم و لگوم غنی‌تر از پروتئین بوده و برای دام خوش خوراک‌تر 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 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. هرچند که این مقدار کمتر از یک واحد است و کارایی کمتری نسبت به کشت خالص سورگوم در تراکم‌های مورد نظر دارد. مقایسه میانگین داده‌ها در جدول 6 نشان داد که لگوم‌های



ششم بیشترین کارایی را داشته است که بیانگر مزیت کشت مخلوط سورگوم و لگوم نسبت به کشت خالص آن است.

اثر برهمکنش الگوی کشت و تعداد چین بر صفات عملکرد لگوم، عملکرد تر کل، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، قطر ساقه، تعداد روز تا گرده افشانی و برداشت معنی‌دار شد (جدول 4). بیشترین عملکرد لگوم و عملکرد تر کل (30490 و 34521 کیلوگرم در هکتار) را تیمار I6C1 (دو ردیف سورگوم با یک ردیف لوبیا در چین اول)، بیشترین ارتفاع بوته را تیمار دو ردیف سورگوم با یک ردیف لوبیا در هر سه چین، بیشترین تعداد پنجه را تیمارهای دو ردیف سورگوم با یک ردیف سویا در چین‌های اول و دوم و دو ردیف سورگوم با یک ردیف لوبیا در چین دوم نشان دادند. بیشترین تعداد روز تا گرده افشانی در تیمارهای دو ردیف سورگوم با یک ردیف لوبیا در هر سه چین و یک ردیف سورگوم با دو ردیف سویا در چین اول و بیشترین تعداد روز تا برداشت در تیمارهای I5C1، I6C1، I6C2، I8C1، I9C1 مشاهده گردید. روند کاهشی با افزایش تعداد چین در اکثر صفات اندازه‌گیری شده مشاهده شد، بطوریکه چین اول بیشترین چین سوم کمترین میزان این صفات را داشتند (جدول 7). خلعتبری و همکاران (1389) گزارش کردند که بالاترین عملکرد علوفه در چین اول در الگوی کشت 75 درصد سورگوم با 25 درصد ارزن مرواریدی ایجاد شد. اثر متقابل تراکم کشت در چین فقط بر صفت عملکرد سورگوم معنی‌دار شد (جدول 4). بیشترین میانگین عملکرد سورگوم در تیمار تراکم 20 درصد بیشتر در چین اول (31120 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (داده ارائه نشده است). در باب کشت مخلوط می‌توان از گیاهان با رشد عمودی مثل سورگوم استفاده نمود که با رقابت کم و نفوذ بیشتر نور به داخل پوشش گیاهی باعث افزایش عملکرد در کشت مخلوط شوند (موریس و همکاران 1999).

همکاران (1381)، رحیمی و همکاران (1381)، ستوهیان (1370) وانی (1977)، ایوانس (1960)، پاروز و همکاران (1989) و سینگ و همکاران (1973) مطابقت داشت، البته انتخاب نهایی بایستی با توجه به کیفیت علوفه و سیلو پذیری آن صورت پذیرد. ضمناً علوفه تولیدی لوبیا بسیار کم بود که اگر هم کیفیت بالایی داشته باشد توجیه اقتصادی ندارد. کمترین میزان تولید علوفه مربوط به تیمار دوم یعنی کشت لوبیا خالص بوده است (احتمالاً چون سبز خوبی نداشته و واکاری شده بود). تغییر تراکم نتوانست تفاوت معنی‌داری در تولید میزان علوفه تر و یا خشک ایجاد کند، هرچند که تراکم بیشتر میزان علوفه تولیدی را تا حد 21610 کیلوگرم در هکتار افزایش داده بود.

برهمکنش اثرات الگوی مختلف کشت و تراکم سورگوم در تمامی صفات مورد بررسی به غیر از تعداد پنجه معنی‌دار شده است (جدول 6). از نظر تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا برداشت سورگوم در کشت خالص زودرس‌تر از کشت مخلوط سورگوم در بقیه تیمارها بوده است. به عبارت دیگر کشت مخلوط لگوم با سورگوم سبب شده سورگوم کمی دیررس‌تر شود. به دلیل آنکه تاریخ مناسب برداشت نمونه در چین اول قبل از گردافشانی سورگوم می‌باشد داده‌های تعداد روز تا برداشت از لحاظ عددی کمتر از تعداد روز تا گرده‌افشانی است. سورگوم در تیمار نهم (یک ردیف سورگوم با دو ردیف سویا) دیررس‌تر از بقیه تیمارها بوده به طوری که پانیکول‌ها در این تیمار دیرتر ظاهر شده‌اند. از لحاظ تعداد برگ در بوته سورگوم، تیمار ششم (دو ردیف سورگوم با یک ردیف سویا) برتر از بقیه بوده و بطور متوسط 8/14 برگ در بوته تولید کرده است. قطر ساقه سورگوم در تیمار نهم به 10/7 میلی‌متر رسیده بود. از نظر تعداد پنجه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین میزان مجموع عملکرد تر سورگوم و لگوم در تیمار I3D2 (کشت خالص سویا در تراکم 20 درصد بیشتر) مشاهده شد و از نظر نسبت برابری زمین (LER) تیمار



جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل کبوی کشت و تراکم بر صفات مربوط به سورگوم علوفه‌ای

تعداد روز تا برداشت (روز)	تعداد روز تا گرده‌افشانی	ظهور پایکول (روز)	برگ پایکول (روز)	تعداد قطر ساقه (میلی‌متر)	تعداد پنجه (میلی‌متر)	ارتفاع بونه (سانتی‌متر)	عمکد خشک (گرم)	عمکد ترکلی (Kg/ha)	عمکد سورگوم (Kg/ha)	سورگوم LER	لگوم LER	کل LER	ترکیب تیماری
۳۳.۳ e	۴۳.۸ d	۳۹.۷ d	۷.۳۰ def	۱.۰۰ abc	۳.۹ a	۱۳۷.۰ ab	۱۸۸.۷ de	۲۱۹.۲ ef	۲۱۹.۲ b	-	-	-	11 × D1
۳۳.۲ c	۴۵.۳ cd	۴۲.۱ cd	۶.۸۲ f	۸.۷ c	۴.۱ a	۱۴۴.۳ f	۱۹۸.۸ ef	۱۸۵.۱ ghi	۱۸۵.۱ c	-	-	-	11 × D2
-	-	-	-	-	-	-	۱۲۲.۴ f	۸۳.۲ k	-	-	-	-	12 × D1
-	-	-	-	-	-	-	۱۱۷.۰ f	۹۳.۱ k	-	-	-	-	12 × D2
-	-	-	-	-	-	-	۳۱۳.۹ ab	۲۳۸.۷ cd	-	-	-	-	13 × D1
-	-	-	-	-	-	-	۲۹۷.۳ abc	۳۱۲.۰ a	-	-	-	-	13 × D2
۳۹.۸ bcd	۴۸.۸ abc	۴۴.۸ bc	۷.۶ abcd	۹.۱ bcde	۴.۲ a	۱۶۱.۲ abc	۲۷۶.۸ abc	۲۰۸.۰ e f g h	۱۸۳.۵ c	۰.۸۰ cd	۰.۳۰ d	۱.۱۰ d	14 × D1
۴۱.۳ abcd	۵۰.۳ ab	۴۷.۵ ab	۷.۸ abcd	۹.۱ bcde	۴.۴ a	۱۷۰.۷ a	۳۳۱.۴ cde	۲۰۹.۸ e f g	۱۸۵.۱ c	۰.۹۰ bc	۰.۳۰ d	۱.۲۰ cd	14 × D2
۴۲.۷ abc	۵۰.۳ ab	۴۷.۴ ab	۷.۵ bcde	۹.۸ bcd	۴.۱ a	۱۶۹.۹ bcd	۲۶۵.۳ bc	۱۶۳.۷ j	۱۹۹.۲ f	۰.۴۰ g	۰.۳۰ d	۰.۷۰ h	15 × D1
۴۲.۷ bc	۵۱.۳ a	۴۹.۷ ab	۸.۱ abc	۹.۵ bcde	۴.۲ a	۱۴۹.۰ ef	۲۹۱.۲ abc	۱۹۴.۶ f g h i	۹۹.۱ ef	۰.۶۰ f g	۰.۳۰ d	۰.۹۰ f g	15 × D2
۳۸.۲ d	۴۹.۰ abc	۴۵.۱ abc	۸.۱۴ a	۹.۸ bcd	۴.۶ a	۱۶۸.۸ abcd	۲۲۶.۹ cde	۲۹۲.۲ ab	۲۲۰.۴ b	۱.۰۰ b	۰.۲۰ e	۱.۲۰ b	16 × D1
۳۹.۳ cd	۴۹.۹ ab	۴۷.۷ ab	۷.۷ abcd	۸.۹ de	۴.۴ a	۱۶۸.۱ bcde	۲۳۳.۱ abc	۲۸۷.۱ bc	۲۳۸.۸ a	۱.۴۰ a	۰.۳۷ d	۱.۷۸ a	16 × D2
۴۰.۳ abcd	۴۷.۳ bcd	۴۳.۷ bc	۷.۵ cde	۱۰.۲ ab	۳.۸ a	۱۵۳.۳ def	۲۵۲.۲ bcd	۱۸۵.۱ v h i	۱۲۰.۵ d	۰.۷۰ ef	۰.۳۳ d	۰.۸۱ g	17 × D1
۴۰.۵ abcd	۴۷.۰ bcd	۴۳.۷ bc	۷.۶ abcd	۹.۲ cde	۴.۳ a	۱۵۶.۹ cde	۲۵۴.۹ bcd	۲۱۹.۳ c	۱۷۹.۲ c	۱.۰۰ b	۰.۲۲ e	۱.۰۰ d	17 × D2
۳۹.۰ cd	۴۸.۶ abc	۴۴.۳ bc	۷.۹ abc	۹.۵ bcde	۴.۵ a	۱۶۸.۸ bcde	۲۷۷.۱ abc	۱۷۸.۹ i	۱۳۸.۷ d	۰.۷۰ de	۰.۴۱ c	۱.۱۶ cd	18 × D1
۴۰.۷ abcd	۴۹.۳ ab	۴۵.۳ abc	۷.۸ ef	۹.۷ bcd	۴.۹ a	۱۷۷.۲ ab	۱۱۹.۹ f	۲۵۹.۲ j	۲۷۷.۱ f	۰.۴۱ g	۰.۲۲ b	۱.۰۴ de	18 × D2
۴۱.۸ abc	۵۰.۷ ab	۴۷.۰ ab	۸.۱۱ ab	۱۰.۰ abc	۴.۲ a	۱۵۳.۲ def	۲۰۰.۴ ab	۲۳۱.۵ d	۴۷۰.۰ g	۰.۳۰ h	۰.۷۵ a	۰.۹۵ ef	19 × D1
۴۳.۱ a	۵۲.۲ a	۴۸.۶ a	۸.۱ abc	۱۰.۷ a	۴.۴ a	۱۵۳.۶ def	۳۰۰.۸ a	۲۰۳.۲ ab	۱۹۰.۰ d	۰.۷۰ d	۰.۵۲ c	۱.۲۶ c	19 × D2

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در هر سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.  
 1 = الگوی کشت، D=Density، تراکم =D1، تراکم معمول، 2=D2، تراکم ۲۰٪ بیشتر، 11=سورگوم خالص، 12=لوبیا خالص، 13=سویا خالص، 14=یک ردیف سورگوم+یک ردیف لوبیا، 15=یک ردیف سورگوم+یک ردیف سویا، 16=دو ردیف سورگوم+یک ردیف لوبیا، 17=دو ردیف سورگوم+یک ردیف سویا، 18=یک ردیف سورگوم+دو ردیف لوبیا، 19=یک ردیف سورگوم+دو ردیف سویا

جدول 7- مقایسه میانگین اثرات الگوی کشت و چین بر صفات مربوط به سورگوم علوفه‌ای

تعداد روز تا برداشت	تعداد روز تا گرده‌افشانی	قطر ساقه (سانتیمتر)	تعداد پنجه	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عملکرد کل (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد لگوم (کیلوگرم در هکتار)	ترکیب تیماری
b44/5	c48/3	bcd3/5	i2/8	e39/7	def20198	bc20198	I1 × C1
c40/3	d44/1	bcd3/6	i2/8	e36/5	def19457	bc19457	I1 × C2
d37/2	e41/7	cd3/4	i2/7	e32/4	ef18112	c18112	I1 × C3
-	-	-	-	-	gh13350	-	I2 × C1
-	-	-	-	-	gh12831	-	I2 × C2
-	-	-	-	-	h11021	-	I2 × C3
-	-	-	-	-	c27850	-	I3 × C1
-	-	-	-	-	c27145	-	I3 × C2
-	-	-	-	-	cd25495	-	I3 × C3
c41/5	c48/3	b4/1	de5/3	e34/2	def19457	cd17850	I4 × C1
cd39/2	d44/8	bc3/8	ef4/5	e32/9	ef18241	cd17600	I4 × C2
d36/9	e40/7	bcd3/5	fi4/0	e28/8	f16997	d15124	I4 × C3
a48/8	abc51/7	a4/9	cd6/8	cd100/5	f16891	fg9809	I5 × C1
ab45/3	ab53/5	a4/9	cd6/5	cd99/8	fg15437	g7495	I5 × C2
bc43/7	bc50/6	b4/3	cd6/7	cd95/9	g14441	g7014	I5 × C3
a47/9	a54/3	bc3/8	ab7/7	a143/9	a34521	a30490	I6 × C1
a49/0	a55/7	bcd3/6	a8/1	a141/1	b32741	ab28915	I6 × C2
ab45/7	a54/6	cd3/2	ab7/8	a139/7	c27957	b23497	I6 × C3
b44/5	bc50/4	b4/4	a8/5	bc111/1	de21541	d15941	I7 × C1
c41/4	c48/3	b4/3	a8/1	cd100/3	def19971	d15129	I7 × C2
c40/5	de43/6	bc3/8	ab7/9	d91/4	ef18450	de14237	I7 × C3
a48/4	ab52/5	bc3/9	5/8 cde	e37/4	g14251	f10971	I8 × C1
ab45/6	bc50/7	cd3/3	5/7 cde	e35/5	gh13245	fg9928	I8 × C2
ab46/5	abc51/6	d2/9	de5/1	e30/1	gh12753	fg9599	I8 × C3
a48/9	a54/4	b4/6	bc7/4	ab128/5	d22854	de14957	I9 × C1
ab45/7	ab53/4	b4/2	bc7/5	bc115/0	de21954	de14451	I9 × C2
bc42/7	abc51/3	bc3/7	bc7/1	bc107/1	def20645	e13415	I9 × C3

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال 5% بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

I = الگوی کشت = Cutting C = چین C1 = چین اول C2 = چین دوم C3 = چین سوم  
 I1 = سورگوم خالص، I2 = لوبیا خالص، I3 = سویا خالص، I4 = یک ردیف سورگوم + یک ردیف لوبیا،  
 I5 = یک ردیف سورگوم + یک ردیف سویا، I6 = دو ردیف سورگوم + یک ردیف لوبیا، I7 = دو ردیف سورگوم + یک ردیف سویا،  
 I8 = یک ردیف سورگوم + دو ردیف لوبیا، I9 = یک ردیف سورگوم + دو ردیف سویا

در مقایسه با کشت خالص می‌باشد که با نتایج بدست آمده از دیگر آزمایشات هم‌خوانی دارد (رضایی‌چپانه و همکاران 1389؛ لین و همکاران 2007)، هر چند که در جدول 6 بیشترین عملکرد علوفه تر در تیمار کشت سویا خالص با تراکم بالا بدست آمد و عملکردی برابر 31200 کیلوگرم در هکتار را تولید کرد، تیمار نهم (1 خط سورگوم + 2 خط سویا) با عملکردی برابر 30392 کیلوگرم در هکتار در رتبه بعدی قرار گرفت. اگر منابع محیطی محدود کننده، در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، بیشتر در دسترس باشند، سودمندی کشت مخلوط صحیح‌تر خواهد بود.

با توجه به اینکه در محاسبه LER کل یعنی نسبت برابری زمین تیمار ششم از بقیه تیمارها برتر بوده و با عدد 1/6 در سطحی بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفته است، بنابراین می‌توان این تیمار را به عنوان بهترین تیمار توصیه کرد. این تیمار شامل کشت 2 خط سورگوم + 1 خط لوبیا بوده است و LER بیشتر از یک در این تیمار بیانگر آن است که کشت مخلوط این تیمار نسبت به کشت خالص آن 60% برتری دارد و اگر هر کدام از این محصولات به تنهایی کشت می‌شد برای دستیابی به همین عملکرد به سطحی 1/6 برابر همان زمین نیاز بود. این موضوع بیانگر برتری کشت مخلوط

#### منابع مورد استفاده

- بازگشای و امینی بهبهانی ا. 1383. کشت مخلوط گیاهان علوفه‌ای. معاونت زراعت. دفتر محصولات علوفه‌ای.
- بهشتی ع و کوچکی ع. 1376. اثر تراکم و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد مخلوط سورگوم دانه‌ای و سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- پیرزاد ع، جوانشیر ع، آلیاری ه، مقدم م و شکیبا م. 1381. رقابت در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و سویا به روش عکس عملکرد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. 9(3): 85-100.
- جوانمرد ع، دباغ محمدی نسب ع، جوانشیر ع، مقدم م، جانمحمدی ح، نصیری ی و شکاری ف. 1392. ارزیابی برخی ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیکی و کیفی علوفه در کشت مخلوط ذرت با چند لگوم به عنوان کشت دو گانه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. 23(2): 1-18.
- خلعتبری ا م، حسینی س م ب، مجنون حسینی ن، و مظاهری د. 1389. بررسی اثر کشت مخلوط بر عملکرد علوفه خشک سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor*) و ارزن مرواریدی (*Pennisetum spp.*). مجله علوم گیاهان زراعی ایران. 2: 205-214.
- دهناد ع. 1385. بررسی کشت مخلوط ذرت شیرین و سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.
- راعی ی. 1387. تأثیر تراکم گیاهی بر کشت مخلوط سویا و سورگوم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

- رحیمی م م، مظاهری د، خدابنده ن، و حیدری شریف آباد ح. 1381. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و سویا در کشت مخلوط. فصلنامه علمی پژوهش و سازندگی. 15(2) 41-52.
- رضایی چپانه ا، دباغ محمدی نسب ع، شکبیا م، قاسمی گلعدانی ک و اهری زاد س. 1389. بررسی دریافت نور و برخی ویژگی‌های کانوپی در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و باقلا. نشریه بوم شناسی کشاورزی. 3: 437-447.
- ستوهیان م. 1370. بررسی کشت توأم ذرت شیرین و خیار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. انتشارات دانشگاه تهران.
- صابری ع ر. 1386. بررسی کشت مخلوط ذرت شیرین و سویا در الگوها و تراکم‌های مختلف کاشت به منظور تولید بلال و علوفه سیلویی. گزارشات نهایی بخش اصلاح بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان.
- قنبری ع ا و کلایی ع. 1386. بررسی کشت مخلوط لوبیا - سورگوم و مقایسه اقتصادی آن. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ایستگاه تحقیقات لوبیا خمین.
- مظاهری د. 1377. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.
- Allen JR, and Eburan PK. 1983. Yield of corn –cow and Soybean under different inter cropping systems. *Agronomy Journal*, 75: 1005-1009.
- Elmore RW and Jackops JA. 1984. Yield and yield components of sorghum and soybean of varying plant height when intercropped. *Agronomy Journal*, 76: 561-564.
- Enyi BAC. 1977. Physiology of grain yield in groundnuts. *Experimental Agriculture*, B: 101-110.
- Evans AC, 1960. Studies of inter Cropping Maize or Sorghum with groundnuts. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 26: 1-10.
- Ezummah HC, Nam NK and Walker P, 1987. Maize- Cowpea intercropping as affected by nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 79: 275-280.
- Lin CHW, Chen YB, Huang JJ and Tu SH, 2007. Temporal variation of plant height, plant cover and leaf area index in intercrop. *Information & Service*, 26: 289-994.
- Parvez AQ, Cardner FPG, and Boote KJ, 1989. Determinate and indeterminate-type Soybean Cultivar responses to pattern, density and planting date. *Crop Science*, 29: 150-157.
- Singh JN, Negi S and Tripatti SK, 1973. Study on the intercropping of Soybean with maize and Sorghum. *Indian. Agronomy Journal*, 18:75-78.
- Strydhorst SM, King JR, Lopetinsky KJ and Neil Harker K, 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agronomy Journal*, 100: 182-190.
- Wahua TAJ and Miller DA, 1978. Relative yield totals and yield components of intercropped sorghum and soybean. *Agronomy Journal*, 10: 287-291.