

## ارزیابی محصول در کشت مخلوط ذرت و سویا در منطقه ارسنجان<sup>۱</sup>

\* محمد مهدی رحیمی

\*\* داریوش مظاهری

\*\*\* ناصر خداپنده

\*\*\*\* حسین حیدری شریف آباد

### چکیده

این آزمایش در سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی ارسنجان (فارس) در زمینی با بافت رسی به منظور ارزیابی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و سویا در مقایسه با کشت خالص آنها با استفاده از طرح آزمایشی بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از: ذرت خالص = P 1، سویا خالص = P 2، ۵۰٪ ذرت + ۵۰٪ سویا = P 3، ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا = P 4، ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا = P 5. روش مورد استفاده برای تشکیل مخلوط‌ها بر اساس سیستم جایگزینی بود. صفات بررسی شده در این تحقیق عبارت بودند از: عملکرد دانه ذرت و سویا در کشت خالص و مخلوط به روش جایگزینی، مقایسه عملکرد کشت خالص و مخلوط، نسبت برابری زمین، عملکرد نسبی ذرت، عملکرد نسبی سویا، غالبیت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مخلوط ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت با نسبت برابری زمین ۱/۱۹ و هم چنین مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه با نسبت برابری زمین ۱/۱۱ به ترتیب به اندازه ۱۹٪ و ۱۱٪ نسبت به تک کشتی آنها برتری دارد ولی نسبت به ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت به علت سایه اندازی ذرت روی سویا با نسبت برابری ۱/۸۹ نسبت به تک کشتی آنها برتری نشان ندارد. در مورد غالبیت نیز ذرت در نسبت ۵۰٪ از

۱- این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول در گروه تخصصی زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان است.

\*- مربی دانشگاه آزاد اسلامی ارسنجان

\*\* - استاد دانشگاه تهران

\*\*\* - استاد دانشگاه تهران

\*\*\*\* - دانشیار مرکز تحقیقات جهاد - تهران

تاریخ دریافت مقاله ۸۱/۳/۲۵ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۲/۳/۲۱

هر دو گیاه و هم چنین ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا جزء غالب مخلوط بود ولی در نسبت ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت به علت کم شدن مقدار ذرت از غالبیت آن نیز کاسته شد. در نهایت بهترین الگوی کشت در این آزمایش مخلوط ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا با ۱۹٪ برتری نسبت به کشت خالص معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: نسبت برابری زمین، غالبیت، عملکرد واقعی، عملکرد نسبی، کشت مخلوط ذرت و سویا

#### مقدمه

کشت مخلوط سالیان زیادی است که در کشورهای پیشرفته دنیا مورد توجه ویژه قرار گرفته است و تأثیرات زیادی را در راستای هدف مشترک اگرونومیست‌ها و اکولوژیست‌ها (تولید مواد غذایی بدون بهم زدن تعادل محیط زیست) داشته است که بعضی از آن‌ها عبارتند از: استفاده بهینه و حداکثر از منابع تولید، کاهش میزان آلودگی محیط، حفاظت خاک، موازنه در امر تغذیه گیاهی و به دست آوردن حداکثر سود.

کشت مخلوط، عبارت از تولید دو یا چند محصول به طور هم زمان در یک قطعه زمین است که به منظور افزایش نسبت برابری زمین انجام می‌گیرد، که نشان می‌دهد طبیعت همواره ترکیب گونه‌ها را بر تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد. این مطلب منطبق با تعریفی از توسعه پایدار است که می‌گوید: توسعه پایدار عبارت است از توسعه‌ای که نیازهای حال حاضر را بر آورده کند، بدون آنکه توانایی نسل‌های آتی را در برآوردن نیازهای خود به مخاطره اندازد. کشت مخلوط ذرت و سویا به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد ذرت می‌شود محصولات دانه‌ای و علوفه‌ای غلات و لگوم‌ها وقتی به صورت مخلوط کشت شوند افزایش می‌یابند و این به دلیل افزودن مواد آلی به خاک و اثرات مثبت و سازگاری که با هم دارند می‌باشد (ویلی ۱۹۷۹)<sup>۱</sup>: مظاهری، ۱۳۶۴).

نظر به این که از جمله اهداف اصلی زراعت بهره‌گیری هر چه بهتر از منابع طبیعی هم چون نور، عناصر غذایی، آب و ... در جهت ارتقای سطح تولید کمی و کیفی محصولات می‌باشد، کشت مخلوط بین محصولات مختلف یکی از مهمترین روش‌هایی است که برای استفاده بهینه از منابع طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. به طور کلی سیستم چند کشتی و مخلوط از نظر اکولوژیکی نسبت به کشت‌های خالص، حالت پایدارتری را دارا می‌باشد. همچنین گیاه سویا دارای قدرت تثبیت نیتروژن در ریشه‌های خود می‌باشد و نیاز به نیتروژن را در کشت مخلوط کم می‌کند هم چنین در زراعت مخلوط مشکل مبارزه با علف‌های هرز به علت رشد سریع یک نبت کاهش خواهد یافت. همان طوری که ملاحظه می‌شود با انجام روش‌هایی بدین صورت، اولاً مصرف نهاده‌های کشاورزی از قبیل کود و سم

کاهش خواهد یافت در ثانی توسعه این کشت با ایجاد کشاورزی پایدار و تعادل اکولوژیک اکو سیستم نقش تعیین کننده‌ای را می‌تواند در توسعه اقتصادی کشور به همراه داشته باشد (مظاهری، ۱۳۶۴، واهویا و میلر ۱۹۷۸).<sup>۱</sup>

بیتز (۱۹۷۷)<sup>۲</sup> در هلند در مخلوط ذرت و سویا ملاحظه کرد که مخلوط ۲۵٪ ذرت به اضافه ۷۵٪ سویا بالاترین محصول نسبی کل  $R Y T = 1/23$  را تولید کرد. هربرت (۱۹۸۴)<sup>۳</sup> نیز مخلوط ذرت و سویا رابه منظور استفاده جهت علوفه سیلویی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که کشت مخلوط، ماده خشک بیشتری نسبت به کشت خالص داشت و میزان پروتئین در علوفه افزایش یافت. موندال ۱۹۹۸<sup>۴</sup> در آزمایش کشت مخلوط سویا با ذرت و آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که عملکرد ذرت و آفتابگردان در کشت مخلوط کاهش یافت اما نسبت برابری زمین (۱/۱۹-۱/۱۸) بیشترین سودمندی را در کشت مخلوط نشان داد و هم چنین بالاترین نسبت برابری زمین و عملکرد ذرت زمانی به دست آمد که سه ردیف سویا بین دو ردیف ذرت قرار داشت. آلن و ابورا (۱۹۸۳)<sup>۵</sup> کشت مخلوط ذرت و سویا و هم چنین ذرت و لوبیا چشم بلبلی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی ۲۷ تا ۳۲ درصد نسبت به کشت خالص هر کدام برتری عملکرد نشان داد. در مخلوط ذرت و سویا میزان افزایش عملکرد ۲۲٪ بود. ازوما و نام<sup>۶</sup> (۱۹۸۷) در مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی مشاهده کردند که مخلوط فوق نسبت به کشت خالص ۳۸٪ افزایش عملکرد داشت. لوبیا چشم بلبلی در مخلوط ۳۵٪ عملکرد خالص خود را تولید کرد. اکثر پژوهش‌های مخلوط در مناطق گرمسیری نشان داده است که ذرت باعث پایین آوردن عملکرد بقولات موجود در کشت مخلوط می‌شود. ویلی<sup>۷</sup> (۱۹۷۹) اشاره کرد که راندمان تولید در سیستم‌های کشت مخلوط غلات و بقولات را با حداقل کردن رقابت برون گونه‌ای بین گیاهان مخلوط برای عوامل محدود کننده رشد را می‌توان بهبود داد. بروفی و همکاران<sup>۸</sup> (۱۹۸۷) در آمریکا در زمینه انتقال نیتروژن از بقولات به گیاهان باریک برگ نشان دادند که سهم زیادی از نیتروژن باریک برگ از بقولات تأمین شده است. این آزمایش در شرایطی که

1- Wahua and Miller

2- Beets

3- Herbert et al

4- Mondal

5- Allen and Eborra

6- Ezuma and Nam

7- Willey

8- Brophy et al

نیترژن موجود در خاک در سطح پایین قرار داشت انجام گرفت. مزایای کشت مخلوط بقولات و غیر بقولات در شرایطی که خاک دارای سطح نیترژن پایین بود، به خاطر انتقال نیترژن، بهتر پدیدار شد. نین و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۷۹) در هند ۱۹/۵٪ افزایش در عملکرد دانه ذرت را وقتی با سویا به صورت مخلوط کشت شد گزارش کردند. کشت مخلوط ذرت و سویا به طور معنی داری باعث افزایش عملکرد ذرت می شود. محصولات دانه ای و علوفه غلات با لگومها وقتی به صورت مخلوط کشت می شوند افزایش می یابند که دلیل آن افزودن مواد آلی به خاک و اثرات مثبت و سازگاری با هم است. (مظاهری، ۱۳۶۴)، در آزمایشی با عنوان کشت مخلوط دو کولتیوار ذرت به این نتیجه رسید که محصول خشک مخلوط بیش از تک کشتی است و با محاسبه نسبت برابری زمین، میزان اضافه محصول را حدود ۲۲ درصد گزارش نمود. که دلیل افزایش محصول، احتمالاً اختلاف ارتفاع و دوران رشد گیاهی است و به عبارت دیگر وقتی دو کولتیوار با مشخصات متفاوت به صورت مخلوط کاشته می شوند از عوامل محیطی بیشتر استفاده می کنند. برای ارزیابی کشت مخلوط از شاخص های نسبت برابری زمین<sup>۲</sup> و غالبیت<sup>۳</sup> استفاده گردید. برای محاسبه نسبت برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{LER} = \frac{\text{محصول رقم b در مخلوط}}{\text{محصول رقم a در مخلوط}} + \frac{\text{محصول رقم b در تک کشتی}}{\text{محصول رقم a در تک کشتی}} \quad \text{LER=1 در صورتی که باشد}$$

کشت مخلوط نسبت به کشت خالص برتری ندارد. در مواقعی که  $\text{LER} > 1$  باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای برتری می باشد. در حالتی که  $\text{LER} < 1$  باشد کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی از عملکرد کمتری برخوردار است. با استفاده از غالبیت می توان میزان اضافه محصول هر گیاه را نسبت به محصول دیگر تعیین نمود اگر گونه<sup>۴</sup> a با استفاده از روش جایگزینی<sup>۴</sup> با گونه<sup>۴</sup> b مخلوط شود، غالبیت را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

$$A_{ab} = \frac{\text{محصول واقعی شده گونه b در مخلوط}}{\text{محصول پیش بینی گونه b در مخلوط}} - \frac{\text{محصول واقعی شده گونه a در مخلوط}}{\text{محصول پیش بینی گونه a در مخلوط}}$$

1- Nain et al

2- (LER) Land Equivalent Ratio

3- (Aggressivity)

4- (Replacement Series Technique)

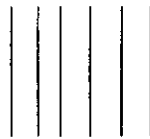
اگر این ضریب برابر صفر باشد، نشان می‌دهد که بین دو گونه هیچ نوع رقابتی وجود ندارد و به عبارت دیگر رقابت درون گونه‌ای با رقابت برون گونه‌ای برابر است. در حالت‌های دیگر علامت‌های مثبت و منفی ضریب به ترتیب نشان دهنده غالب و مغلوب بودن گونه‌هاست. (مظاهری، ۱۳۷۷).

هدف از انجام این آزمایش پاسخ به افزایش احتمالی عملکرد دانه در واحد سطح، ایجاد تنوع و ثبات تولید و کارایی استفاده از زمین و سودمندی کشت مخلوط ذرت و سویا در مقایسه با کشت خالص آنها بوده است.

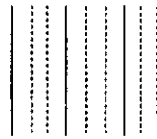
### مواد و روش‌ها

این آزمایش جهت بررسی نسبت‌های کاشت مختلف در کشت مخلوط ذرت و سویا در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان در استان فارس و ۱۲۰ کیلومتری شمال شرقی شیراز با عرض جغرافیایی ۲۹/۲۵ و طول جغرافیایی ۵۳/۱۹ و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۹۰ متر و در زمینی با بافت رسی به اجرا گذارده شد. با توجه به هدف تحقیق نوع آزمایش و تیمارهای به کار رفته از طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار برای این آزمایش استفاده گردید. تیمارها شامل کشت خالص ذرت = P1، کشت خالص سویا = P2، ۵۰٪ ذرت + ۵۰٪ سویا = P3، ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا = P4، ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا = P5 طول هر کرت ۸ متر و عرض آن ۴/۵ متر و در مجموع مساحت هر کرت ۳۶ متر مربع بود. فاصله بین هر کرت در یک تکرار یک پشته (۷۵ سانتی متر) و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. تراکم ذرت در کشت خالص با توجه به فاصله ۷۵ سانتی متر بین ردیف‌ها و ۱۴ سانتی متر روی ردیف‌ها ۹۵۲۳۸ بوته در هکتار (۹/۵ بوته در متر مربع) و تراکم سویا در کشت خالص با فاصله بین ردیف‌ها ۳۷/۵ سانتی متر و روی ردیف‌ها ۸ سانتی متر ۳۳۳۳۳۳ در هکتار (۳۳/۳ بوته در متر مربع) در نظر گرفته شد. هر کرت شامل ۶ ردیف با عرض پشته ۷۵ سانتی متر بود و روش کاشت به این صورت بود که ذرت را در وسط پشته‌ها و سویا را در دو طرف پشته‌ها با فاصله ۳۷/۵ سانتی متر از هم کشت گردید. ترتیب کاشت ذرت و سویا در درون ردیف‌ها در تیمارهای مختلف نسبت‌های کشت مطابق تصویر شماتیک ۱ بود. مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره نیز به صورت یکنواخت بر مبنای نیاز کودی ذرت به مزرعه قبل از کاشت اضافه گردید. کاشت بذور ذرت و سویا به طور هم زمان در تاریخ ۱۳۷۹/۴/۵ انجام گرفت. زمین آزمایش در سال قبل به صورت آیش بود که عملیات تهیه زمین به صورت شخم بهاره - دیسک بهاره - ماله کشی - آماده کردن جوی و پشته‌ها به وسیله فاروئر و آماده سازی جوی‌های اصلی طبق نقشه آزمایش صورت گرفت. رقم ذرت مورد استفاده سینگل کراس ۶۰۴ متوسط رس و سویا رقم ویلیامز متوسط رس که به ترتیب از مؤسسه نهال و بذر کرج و شرکت دانه‌های روغنی فارس تهیه گردید. در روش جایگزینی نسبت معینی از گیاه اول حذف شده و معادل آن از گیاه دوم قرار داده می‌شود، در این روش لازم است تراکم یکسان باشد. نمونه‌ای از روش جایگزینی در نمودار ۱ نشان داده شده است. در این شکل

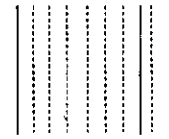
خطوط ممتد (—) عملکرد هر یک از دو جزء مخلوط بر مبنای درصد تراکم آنها در مخلوط و خطوط منقطع (- - -) عملکرد واقعی هر یک از دو گیاه را در شرایط کشت مخلوط نشان می‌دهد. در هر قسمتی که خطوط منقطع بالاتر از خطوط ممتد قرار بگیرد دلالت بر برتری کشت مخلوط در برابر کشت خالص دارد و اگر خطوط منقطع پایین‌تر از خطوط ممتد واقع شود نشان دهنده کاهش عملکرد آن جزء از مخلوط نسبت به مقدار پیش بینی شده عملکرد آن بر مبنای تراکم آن می‌باشد (مظاهری، ۱۳۷۷). عملیات برداشت برای سویا در تاریخ ۱۳۷۹/۷/۱۷ (۱۰۲ روز بعد از کاشت) و برای ذرت در تاریخ ۱۳۷۹/۷/۲۹ (۱۱۴ روز بعد از کاشت) با حذف دو ردیف در عرض ۰/۵ متر از بالا و پایین هر کرت به عنوان اثر حاشیه و در نهایت برداشت در ۱۲ متر مربع در هر کرت انجام شد. برای ارزیابی کشت مخلوط از شاخص‌های نسبت برابری زمین و غالیت استفاده گردید. محاسبات آماری مورد لزوم با استفاده از نرم‌افزارهای MS T A T C و EXCEL توسط نگارنده انجام پذیرفت.



ذرت خالص  
Pure Corn



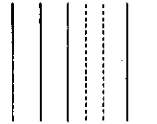
۵۰٪ ذرت + ۵۰٪ سویا  
50%Corn+25%Soybean



۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت  
75%Soybean+25%Corn



سویا خالص  
Pure Soybean



۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا  
25%Soybean+75%Corn

تصویر شماتیک ۱: الگوی کاشت ذرت و سویا در کشت خالص و مخلوط

## نتایج و بحث

عملکرد دانه ذرت و سویا در کشت خالص و مخلوط به روش جایگزینی

مهمترین هدف در آزمایش‌های مزرعه‌ای دستیابی به حداکثر عملکرد است. مقدار عملکرد محصول در یک منطقه تحت تأثیر عوامل مختلف ژنتیکی و محیطی و اثر متقابل این عوامل می‌باشد. تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت روی تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال،

طول بلال ذرت، درصد پروتئین خام ذرت، تعداد غلاف سویا، وزن صد دانه سویا، ارتفاع سویا و درصد پروتئین خام سویا معنی‌دار بود ولی روی ارتفاع ذرت و وزن صد دانه ذرت تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). حداکثر تعداد بلال در بوته ذرت به ترتیب متعلق به تیمارهای ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا (۱/۸۵ عدد) و مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه (۱/۷ عدد) است که اختلاف معنی‌داری با کشت خالص ذرت (۱ عدد) و نسبت ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا (۱/۱ عدد) دارد. تعداد دانه در بلال عامل دیگری است که در تعیین عملکرد نهایی مؤثر است. مقایسه میانگین‌های این عامل نشان داد که تعداد دانه در بلال در الگوی ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا (۶۱۱/۳ عدد) بیشترین مقدار را دارد، ولی اختلاف آن با نسبت ۵۰٪ از هر دو گیاه (۶۰۳/۸ عدد) معنی‌دار نیست اما با مخلوط ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت (۵۱۰/۵ عدد) و کشت خالص ذرت (۴۷۴ عدد) آن اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. مقایسه میانگین الگوهای کاشت به روش دانکن نشان داد که بیشترین طول بلال مربوط به مخلوط ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت می‌باشد (۲۳/۲۵ سانتی متر)، این نسبت کشت با مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه (۲۳ سانتی متر) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند ولی با دو نسبت کشت دیگر اختلاف معنی‌داری دارند. حداکثر مقدار پروتئین به ترتیب متعلق به الگوی ۵۰٪ از هر دو گیاه (۶/۵۱۲٪) و ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا (۶/۱۳۷٪) می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با کشت خالص ذرت و هم چنین ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت نشان می‌دهد. مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع سویا به ترتیب متعلق به مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه (۷۱/۷۵ سانتی متر) و ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت (۶۷/۲۵ سانتی متر) می‌باشد و کمترین ارتفاع سویا به ترتیب متعلق به کشت خالص سویا (۴۳/۲۵ سانتی متر) و ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا (۴۹/۲۵ سانتی متر) می‌باشد بیشترین وزن صد دانه به ترتیب متعلق به نسبت ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت (۲۱/۲۳ گرم) و کشت خالص سویا (۱۹/۹۲ گرم) می‌باشد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند ولی با مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه (۱۶/۱۵ گرم) اختلاف معنی‌داری دارد. کمترین وزن صد دانه متعلق به مخلوط ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت (۱۴/۶۵ گرم) می‌باشد که از نظر آماری نیز با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد. مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان می‌دهد که بیشترین تعداد غلاف به ترتیب متعلق به کشت خالص سویا (۷۱/۷۵ عدد) با الگوی ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت (۶۹ عدد) و کمترین میانگین متعلق به الگوی ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت (۳۰/۵ عدد) می‌باشد. کاهش تعداد غلاف سویا احتمالاً به دلیل سایه اندازی ذرت روی سویا و رقابت برای نور در طول دوره رشد به ویژه دوره زایشی سویا می‌باشد. تراکم زیاد باعث نفوذ امواج پراکنده مانده آبی به داخل کانوپی گیاه شده و باعث کاهش گل دهی و در نهایت کاهش تعداد غلاف سویا

می‌شود. در تأیید مطالب بالا نتایج مشابهی توسط مارتین و همکاران (۱۹۹۸)<sup>۱</sup> و واهویا و میلر و فرانسیس (۱۹۸۷)<sup>۲</sup> گزارش شده است. عملکرد ذرت در تمام نسبت‌های کاشت نسبت به تک کشتی ذرت افزایش نشان داده است (نمودار ۱). بیشترین عملکرد نیز متعلق به مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه و ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا می‌باشد و این نشان می‌دهد که کشت مخلوط ذرت در سه الگوی کشت آزمایش شده نسبت به تک کشتی آن برتری دارد و علت آن هم استفاده بهتر از نور، مواد غذایی، آب و در نهایت آسیملاسیون بالاتر نسبت به تک کشتی ذرت می‌باشد فرانسیس (۱۹۸۷)، آلن و ابورا (۱۹۸۳)؛ مظاهری، (۱۳۶۴). نتایج حاصل نشان می‌دهد که با افزایش ردیف‌های ذرت و کاهش نور در کانوپی ذرت میزان فتوسنتز و سرعت رشد محصول کاهش یافته و در نهایت عملکرد نیز کاهش می‌یابد. ازوما و نام، مظاهری ۱۳۶۴ و سینگ و همکاران (۱۹۷۳) اشاره کردند که در کشت مخلوط رقابت درون گونه‌ای کاهش می‌یابد و چون این رقابت شدیدتر از رقابت برون گونه‌ای است باعث افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود. سینگ و همکاران (۱۹۷۳)<sup>۳</sup> در کشت مخلوط ذرت و سویا یکی از علل افزایش محصول در کشت مخلوط را افزایش جذب نور اعلام کرد. نین و همکاران (۱۹۷۹) علت افزایش عملکرد ذرت در کشت مخلوط ذرت و سویا به مقدار ۱۹/۵٪ را کمتر شدن رقابت خارجی (برون گونه‌ای) در مقایسه با رقابت داخلی (درون گونه‌ای) افزایش جذب نور، افزایش سطح برگ و وجود لگوم‌های دانه‌ای گزارش کرد. هم چنین در مورد سویا تنها نسبت ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت نسبت به کشت خالص آن برتری نشان داد و در نسبت‌های مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه و ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا عملکرد نسبت به تک کشتی آن کاهش یافته است که این حالت ناشی از غالبیت بالای ذرت و ایجاد سایه اندازی روی سویا می‌باشد و نشان می‌دهد که هر چه نسبت ذرت افزایش می‌یابد عملکرد سویا کاهش بیشتری پیدا می‌کند. افزایش عملکرد در کشت مخلوط ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت می‌تواند به این دلیل باشد که ذرت میکروکلیمای مناسبی برای سویا به وجود آورده و در این شرایط محیطی مناسب، سویا قادر است به نحو مطلوب تری به رشد خود ادامه داده و عملکرد مناسبی تولید نماید. فرانسیس (۱۹۸۷) گزارش کرده است که در نسبت ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت، گیاه ذرت به عنوان بادشکن عمل کرده و باعث افزایش کارآیی مصرف آب و کم شدن سرعت باد و تبخیر و تعرق می‌گردد. هم چنین LAI و CGR و

1- Martin et al

2- Francis

3- Singh et al



در نهایت عملکرد سویا افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد توسط فرانسیس (۱۹۸۷) ۲۲/۵٪ گزارش شده است. ویلی (۱۹۷۹) گزارش کرد که راندمان تولید در سیستم‌های مخلوط غلات و بقولات را می‌توان به دلیل حداقل کردن رقابت برون گونه‌ای بین گیاهان در مخلوط برای عوامل محدود کننده رشد دانست. یونوسا<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) اعلام کرد که کاهش عملکرد سویا در مخلوط با تعداد ردیف‌های زیاد ذرت به علت سایه اندازی و هم چنین کاهش تعداد غلاف و ریزش غلاف‌ها می‌باشد. نتایج عملکرد ذرت بر اساس کشت خالص در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نشان می‌دهد که عملکرد هر بوته در کشت مخلوط با افزایش سهم ذرت کاهش معنی‌داری یافت. کاهش نسبت ذرت در کشت مخلوط نیز باعث رقابت کمتر بوته‌های ذرت با یکدیگر که نقش غالب را در مزرعه دارند، شد و استفاده بهتر از منابع محیطی را میسر ساخت. نتایج عملکرد کشت مخلوط سویا در مقایسه با کشت خالص نشان داد که عملکرد سویا در کشت مخلوط با افزایش سهم ذرت در سیستم مخلوط کاهش یافت، بنابراین ملاحظه می‌شود که عملکرد دانه سویا در سیستم مخلوط تابعی از میزان رقابت ذرت بود. آلن و ابورا (۱۹۸۳) کاهش عملکرد سویا را در کشت مخلوط با ذرت ناشی از رقابت مستقیم برای نور، فضا و مواد غذایی دانستند.

#### مقایسه عملکرد کشت خالص و مخلوط

همانطور که در (نمودار ۲) مشخص می‌باشد بیشترین عملکرد مربوط به کشت خالص ذرت با تولید ۷۴۲۴ کیلو گرم در هکتار است و بعد از آن حداکثر عملکرد به ترتیب به مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه مربوط می‌باشد و کمترین عملکرد به کشت خالص سویا با ۲۷۱۹ کیلو گرم در هکتار تعلق دارد. نتیجه‌ای که از این آزمایش به دست آمد این است که با افزایش نسبت ذرت در کشت عملکرد دانه سویا کاهش یافته و علت آن غالبیت ذرت و ایجاد سایه اندازی روی سویا می‌باشد. فرانسیس (۱۹۸۷)، بیتز (۱۹۷۷)، آلن و ابورا (۱۹۸۳).

#### نسبت برابری زمین

جهت ارزیابی کشت مخلوط ذرت و سویا از نسبت برابری زمین (L E R) که به وسیله بسیاری از محققین از قبیل فرانسیس (۱۹۸۷) و آلن و ابورا (۱۹۸۳) به کار برده شده استفاده شد. L E R محاسبه شده در نسبت ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا برابر ۱/۱۹ و هم چنین در نسبت ۵۰٪ از هر دو گیاه

برابر ۱/۱۱ بود که نشان می‌دهد کشت مخلوط در این دو نسبت کشت به ترتیب ۱۹ درصد و ۱۱ درصد اضافه محصول نسبت به تک کشتی دارند (جدول ۳). با افزایش سهم ذرت در مخلوط عملکرد نسبی سویا به شدت تحت تأثیر قرار گرفت و در نتیجه نسبت برابری زمین کاهش یافت.

فرانسیس (۱۹۸۷)، آلن و ابورا (۱۹۸۳) و مظاهری، (۱۳۶۴) برتری کشت مخلوط را نسبت به کاشت خالص هر یک از اجزا گزارش کردند. از دلایل این افزایش به طور کلی رقابت برون گونه‌ای کمتر نسبت به رقابت درون گونه‌ای محصولات در کشت خالص می‌باشد که این اختلاف در نیازهای غذایی سیستم ریشه، سیستم فتوسنتزی، طول دوره رشد، و ارتفاع دو گیاه ناشی می‌شود. جعفر نژاد (۱۳۷۵) بیشترین سودمندی را  $(LER) = 1/34$  در نسبت ۳۳٪ ذرت + ۶۷٪ سویا گزارش کرد. بیتز (۱۹۷۷) نیز بیشترین سودمندی  $(LER) = 1/23$  را در نسبت ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا گزارش کرد.

### عملکرد نسبی ذرت

با محاسبه نسبت برابری زمین مشاهده شد که نسبت ۵۰٪ از هر دو گیاه، ۵۶/۸٪ و نسبت ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا به اندازه ۱/۱۵٪ و هم چنین نسبت ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا به اندازه ۵۸/۴٪ نسبت به عملکرد مورد انتظار برتری نشان دادند (جدول ۴). این نتایج نشان داد که ذرت در سیستم کشت مخلوط جزء غالب بوده و عملکردی بیش از عملکرد مورد انتظار تولید کرد. فرانسیس (۱۹۸۷) و مارتین (۱۹۹۸)، گزارش کردند که ذرت و سورگوم در کشت مخلوط با بقولات عملکردی بیشتر از عملکرد مورد انتظار ایجاد می‌کند.

### عملکرد نسبی سویا

به طور کلی عملکرد نسبی سویا بجز در یک مورد در سایر موارد کشت مخلوط کمتر از حد مورد انتظار بود (جدول ۳). با مقایسه الگوی کشت مخلوط در نسبت‌های ۵۰٪ از هر دو گیاه و ۲۵٪ سویا + ۷۵٪ ذرت و ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت مشاهده شده که نسبت ۵۰٪ از هر دو گیاه و هم چنین ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا عملکرد نسبی کمتری نسبت به عملکرد مورد انتظار تولید کردند. و تنها در مخلوط ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا عملکرد نسبی سویا کمی بیشتر از عملکرد مورد انتظار بود (عملکرد مورد انتظار برابر است با عملکرد محصول a در کشت خالص تقسیم بر نسبت محصول a در کشت مخلوط) که در این مخلوط بوته‌های سویا توانسته بودند فضا و نور لازم را به دست آورند. و در این حال از تنش باد توسط ذرت جلوگیری شود. وجود ذرت به دلیل اینکه به عنوان بادشکن عمل می‌کند باعث کاهش میزان تبخیر و تعرق و افزایش کارایی

مصرف آب سویا در کشت مخلوط نیز می‌شود بیتز (۱۹۷۷)، مخلوط ۵۰٪ از هر دو گیاه و هم چنین ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا به ترتیب ۳۷٪ و ۴۹/۶٪ کاهش عملکرد نسبت به عملکرد مورد انتظار داشت (جدول ۵) که بیشتر در ارتباط با رقابت ایجاد شده با بوته‌های ذرت بوده است در مخلوط ۷۵٪ سویا + ۲۵٪ ذرت چون سهم ذرت در مخلوط کاهش یافته بود بنابراین رقابت ذرت نیز کاهش یافت و مقدار عملکرد نسبی سویا افزایش یافت. فرانسیس (۱۹۸۷) و کروکستون و هیل (۱۹۷۹) نشان دادند که بقولات در کشت مخلوط با ذرت عملکردهایی کمتر از کشت خالص خود ایجاد می‌کنند. در کشت مخلوط با ذرت یا سورگوم جزء بقولات مغلوب شد و عملکردهایی کمتر از کشت خالص خود داشت. با وجود این افزایش عملکرد در کل سیستم مخلوط وجود دارد چون جزء دیگر مخلوط این کاهش را جبران می‌کند.

### غالبیت

با محاسبه غالبیت مشخص شد که ذرت در کشت مخلوط با سویا در این آزمایش از قابلیت تهاجم یا غالبیت بیشتری برخوردار بود و جزء غالب مخلوط بود. ضریب غالبیت در کشت مخلوط ۷۵٪ ذرت + ۲۵٪ سویا ( $Aab = 1/27$ ) و ۵۰٪ ذرت + ۵۰٪ سویا ( $Aab = 1/94$ ) به ترتیب حداکثر بود و در کشت مخلوط ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا ( $Aab = -1/87$ ) به خاطر کاهش سهم ذرت در مخلوط و در نتیجه اثر رقابتی کمتر روی سویا کاهش یافت (جدول ۳). ویلی (۱۹۷۹) و واهویا و میلر (۱۹۷۸) غالبیت ذرت در کشت مخلوط با سویا و با سایر بقولات دانه‌ای را گزارش کردند. مظاهری (۱۳۶۴) و فرانسیس (۱۹۸۷) بیان کردند که در اثر غالبیت ذرت در اکثر سیستم‌های مخلوط با بقولات دانه‌ای جزء بقولات کاهش عملکرد نشان می‌دهد ولی افزایش عملکرد ذرت جبران کاهش فوق را می‌کند با وجود این برتری عملکرد کشت‌های مخلوط ۲۵٪ ذرت + ۷۵٪ سویا که بر اساس نسبت برابری زمین و یا سایر اجزاء مربوط گزارش شده حاکی از حالت تکمیلی از مخلوط ذرت و سویا است.

### توصیه

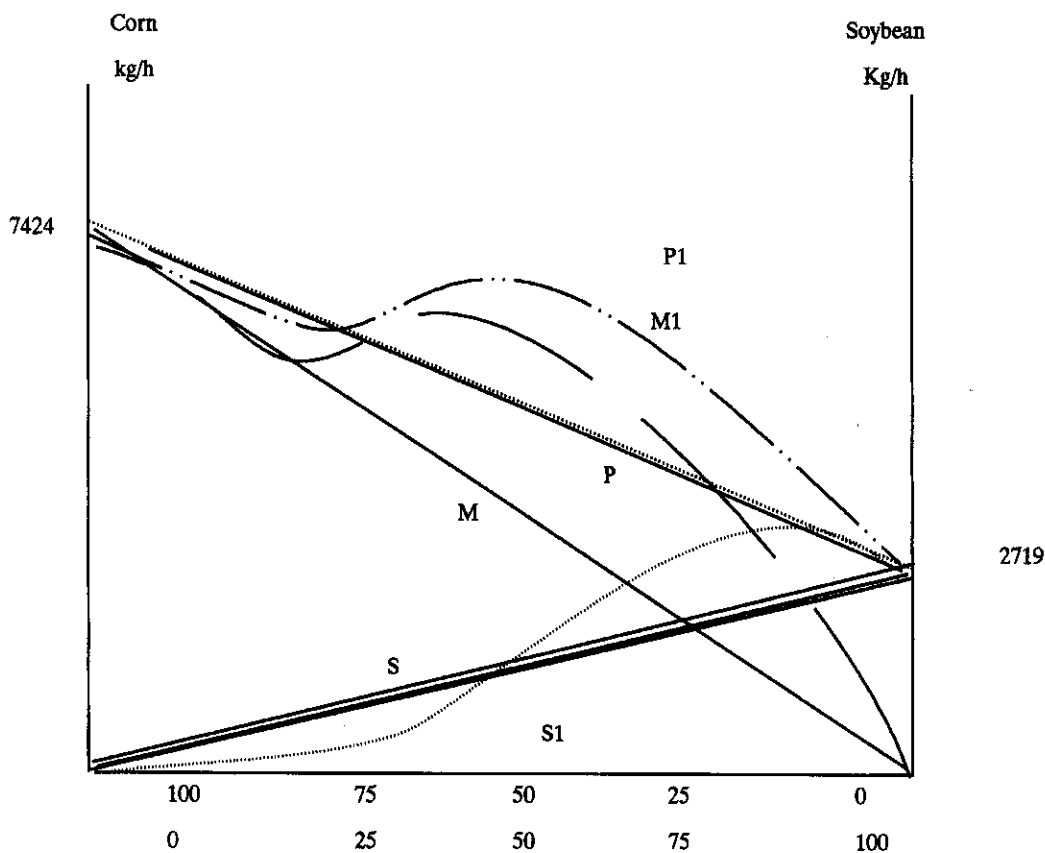
با توجه به شواهد موجود، سابقه زراعت چند کشتی و مخلوط بسیار طولانی است با وجود این پژوهش‌ها در این زمینه سابقه طولانی ندارد و مطالعات در این زمینه از سال ۱۹۷۰ ابعاد وسیع‌تری به‌خود گرفته است. یکی از هدف‌های مهمی که به تازگی در زمینه تحقیقات کشور روی آن تأکید نموده است لزوم استفاده از برنامه‌های کشاورزی پایدار می‌باشد و همان گونه که ملاحظه شد موضوع مورد بررسی در این تحقیق نیز یکی از جنبه‌های مختلف کشاورزی پایدار است و هم چنین تحقیقات به نژادی و به زراعی بیشتری می‌تواند روی سیستم‌های کشت مخلوط و معرفی ارقام مناسب برای این نوع سیستم‌ها در جهت بالا بردن سازش بین محصولات مورد استفاده در زراعت مخلوط انجام پذیرد.

مجموعه: مقایسه میانگین عملکرد اجزای عملکرد ذرت و سویا در کشت مخلوط به روش جایگزینی

نسبت کاشت	صنوبر	تعداد بذر در	تعداد دانه	وزن صد	ارتفاع	طول بذر	درصد	عملکرد دانه	تعداد	وزن صد دانه	ارتفاع سویا	درصد
Planting ratio	Kernel yield corn (kg)	Ear number Per Plant	Kernel per Ear	Kernel weight of Maize (g)	Maize height (cm)	Ear length of Maize (cm)	Maize crude protein (%)	kernel yield corn (kg)	soybean pod No.	Kernel weight of soybean(g)	Soybean height (cm)	Soybean crude protein (%)
کشت خالص ذرت Pure corn	7424a	1b	474b	29.27a	152.8a	17.5b	5.375b	---	---	---	---	---
کشت خالص سویا Pure soybean	---	---	---	---	---	---	---	2719a	71.75b	19.92a	43.25c	24.05b
50% ذرت + 50% سویا 50% corn + 50% soybean	5820b	1.7a	603.8a	30.30a	149.3a	23a	6.512a	854.5c	48b	16.15b	71.75a	27.58a
75% ذرت + 25% سویا 75% corn + 25% soybean	5631.75b	1.1b	510.5b	30.05a	154a	18.75b	5.245b	342.25d	30.5c	14.65c	49.25b	23.67b
25% ذرت + 75% سویا 25% corn + 75% soybean	2940c	1.85a	611.3a	30.70a	149.5a	23.25a	6.137a	2136.75b	69a	21.23a	67.25a	27.98a

حروف مشابه در مقابل میانگین ها نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین آنهاست.

Means followed by similar letters are not significantly different.



نمودار ۱: عملکرد دانه ذرت و سویا در کشت خالص و مخلوط به روش جایگزینی

Expectable yield for soybean

Expectable yield for corn

Pooled Expectable of corn and soybean yields

Actuale soybean yield

Actuale corn yield

Pooled Actuale yields of corn and soybean

S = محصول پیش بینی شده سویا مخلوط

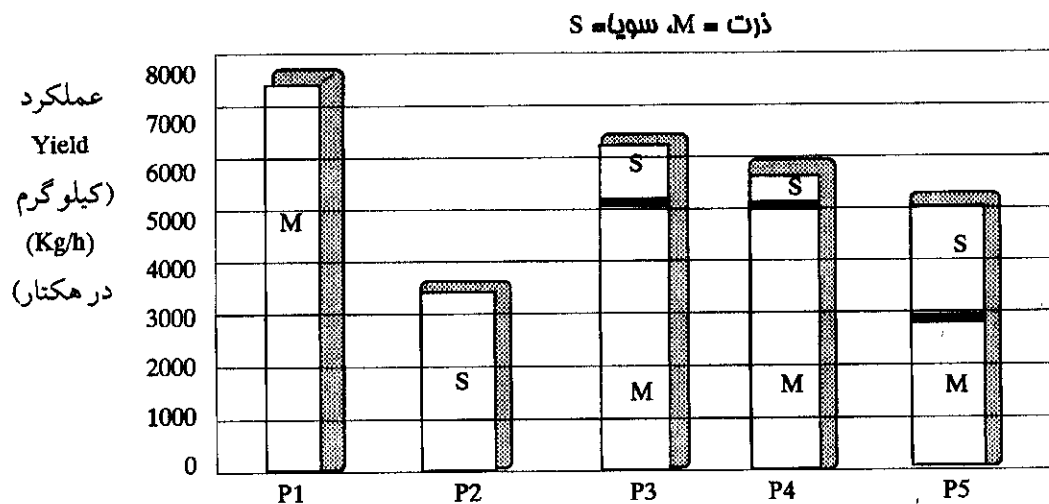
M = محصول پیش بینی شده ذرت در مخلوط

P=M+S مجموع محصول پیش بینی دو گونه در مخلوط

S1 = محصول واقعی سویا در مخلوط

M1 = محصول واقعی ذرت در مخلوط

P1=M+S1 مجموع محصول واقعی در مخلوط



نمودار ۲: تأثیر نسبت‌های مختلف کشت بر مجموع عملکرد ذرت و سویا در کشت مخلوط

$P_1 =$  کشت خالص ذرت،  $p_2 =$  کشت خالص سویا،  $P_3 = 50\%$  ذرت +  $50\%$  سویا،  $p_4 = 75\%$  ذرت

$p_5 = 25\%$  ذرت +  $75\%$  سویا

جدول ۲: عملکرد ذرت و سویا در کشت خالص و مخلوط

نسبت کاشت	عملکرد ذرت	عملکرد سویا	مجموع عملکرد ذرت و سویا
P ۱	۷۴۲۴	-	۷۴۲۴
P ۲	-	۲۷۱۹	۲۷۱۹
P ۳	۵۸۲۰	۸۵۴.۵	۶۶۷۴.۵
P ۴	۵۶۳۱.۷۵	۳۴۲.۲۵	۵۹۷۴
P ۵	۲۹۴۰	۲۱۳۶.۵۷	۵۰۷۶.۷۵

جدول ۳: تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر کارایی کشت مخلوط

نسبت کاشت	* عملکرد نسبی ذرت	عملکرد نسبی سویا	غالیت Aab	LER=RYT نسبت برابری زمین
P <sub>3</sub> = ذرت + ۵۰٪ سویا = ۵۰٪	۰/۷۹	۰/۳۲	۰/۹۴	۱۱/۱
P <sub>4</sub> = ذرت + ۲۵٪ سویا = ۷۵٪	۰/۷۶	۰/۱۳	۱/۲۷	۰/۸۹
P <sub>5</sub> = ذرت + ۲۵٪ سویا = ۷۵٪	۰/۴	۰/۷۹	-۰/۷۸	۱/۱۹

محصول گونه A در کشت مخلوط  
 عملکرد نسبی گونه (A) \* =  $\frac{\text{محصول گونه A در کشت مخلوط}}{\text{محصول گونه A در کشت خالص}}$   
 (مظاهری، ۱۳۷۳؛ Willey, 1979).

جدول ۴: عملکرد واقعی و مورد انتظار ذرت در کشت مخلوط

نسبت کاشت	عملکرد واقعی	* عملکرد مورد انتظار	افزایش یا کاهش عملکرد نسبت به مورد انتظار
P <sub>3</sub> = ذرت + ۵۰٪ سویا = ۵۰٪	۵۸۲۰	۳۷۱۲	٪+۵۶/۷
P <sub>4</sub> = ذرت + ۲۵٪ سویا = ۷۵٪	۵۶۳۱/۷	۵۵۶۸	٪+۱/۱۵
P <sub>5</sub> = ذرت + ۲۵٪ سویا = ۷۵٪	۲۹۴۰	۱۸۵۶	٪+۵۸/۴

محصول A در کشت خالص  
 \* =  $\frac{\text{محصول مورد انتظار}}{\text{نسبت A در تیمار مورد نظر}}$

(مظاهری، ۱۳۷۳).

جدول ۵: عملکرد واقعی و مورد انتظار سویا در کشت مخلوط

نسبت کاشت	عملکرد واقعی	عملکرد مورد انتظار	افزایش یا کاهش عملکرد نسبت به مورد انتظار
P <sub>3</sub> = ذرت + ۵۰٪ سویا = ۵۰٪	۸۵۴/۵	۱۳۵۹/۵	٪-۳۷
P <sub>4</sub> = ذرت + ۲۵٪ سویا = ۷۵٪	۳۴۲/۵	۶۷۹/۷۵	٪-۴۹/۶
P <sub>5</sub> = ذرت + ۲۵٪ سویا = ۷۵٪	۲۱۳۶/۷	۲۰۳۹/۲۵	٪+۴/۷۸

## منابع و مآخذ

- ۱- جعفرنژاد، احمد. ۱۳۵۷. بررسی اثرنسبت‌های مختلف کاشت و تراکم بر عملکرد اجزاء عملکرد کشت مخلوط ذرت دانه‌ای و سویا. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۲- رحیمیان مشهدی، حمید؛ پارسا، محمد حسین. ۱۳۷۱ مطالعه عملکرد و اجزاء آن در کشت مخلوط ذرت آفتابگردان و سویا و مجله دانش کشاورزی. شماره ۳ و ۴. جلد ۳.
- ۳- مظاهری، د. ۱۳۶۴. کشاورزی پایدار. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- ۴- مظاهری، د. ۱۳۶۴. کشت مخلوط دو کولتیوار ذرت. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- ۵- مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- نبوی کلات، م؛ مظاهری، د؛ خدا بنده، ن و طالمی. ع. ۱۳۷۵. تأثیر سطوح مختلف ازت در زراعت مخلوط ذرت و سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- ۷- نور محمدی، ق؛ سیادت، ع و کاشانی. ع. ۱۳۷۷. زراعت غلات چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- 8- ALLEN, J.R, and P.K. EBURA.1983.Yield of corn, cowpea and soybean under differnt intercropping systems. J. 75:1005-1009.
- 9- ANDRIGHTTO, I et al. (1992). Maize-Soybean intercropping effect of different variety and sowing density of the legume on forage yield and silage quality. J of Agron and crop sci. 168 (5): 354-360.
- 10- BEETS, W.C. 1977. Multiple cropping of maize and soybean under a high level of crop management. Neth. J. Agric. Sci.25: 95-102.
- 11- BROPHY, L. S; G. H. HEICHEL, and M. P. RUSSELLE. 1987. Nitrogen transfer from forage legumes grass in a systematic planting design. Crop Sci. 27:553-558.
- 12- CROKESTON, E. K, and D. S. HILL. 1979. Grain yield and land equivalent ratios from intercropping corn and soybean in Minnesota. Agron. J.71: 41-44.
- 13- EZUMAH, H.C; N.K.NAM, Forage yield of intercropping and soybean in various planting patterns. Agron.J.76: 507-510
- 14- FRANCIS, C.A.1986.Multiple cropping system. MacMillian publishing company.
- 15- FRANCIS, C.A.1987.Biological efficiencies in multiple cropping systems. Adv. Agron. 42: 1-41.



- 16- HERBERT, S.J; D.H.PUTNAM; A.VARGAS, and J.F. CREIGHTON. 1984. Forage yield of intercropping corn and soybean in various planting patterns. *Agron. J.*76: 507-510.
- 17- MARTIN, R.C; T.ASTATKIE.T, and J.M.COOPER. 1998. The effect of soybean variety on - soybean intercrop biomass and protein yields. Plant Science Department, Nova Scotia Agricultural College Truro Nova Scotia B2n 5e3, Canada.
- 18- MODAL. M. 1998. Study of intercropping soybean with muize and sunflower. Agricultural Research Institute Bangeladesh.
- 19- NAIN, K.PP; K.PATEL; R.P. SINGH, and M.K. KANSHIK. 1979.Evaluation of legume intercropping in conservation of fertilizer nitrogen in maize culture. *J. Agric. Sci. Camb.*93: 189-194.
- 20- SINGH-, J.N; and P.S. NEGI, and S.K. TRIPATTI. 1973. Study on the intercropping of soybean with maize and jowwar. *Idian. J.Agron.* 18:75-78.
- 21- WAHUA, T. AT, and D.A. MILLER. 1978. Relative yield totals and yield components of intercropped sorghum and soybean. *Agron. J.*70: 287-291.
- 22- WILEY, R.W. 1979.Inntercropping Its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. *Field Crop. Abst.* 32: 1-410.
- 23- YUNUSA, I.A.M.1989.Effect of planting density and plant arrangement pattern on growth and yield of maize and soybean. *J. Agric.Sci.Comb.*112: 1-8. Gulf, Canada: Ontario Agricultural College Bullege bulletin. No.332.