ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چیتی به روش افزایشی و جایگزینی

علی نصراله زاده اصل[۱]، ابراهیم ولیزادگان[۲]، فرزاد جلیلی[۳] و علی چاوشقلی[۴]

چکیده

در راستای تحقق کشاورزی پایدار، آزمایشی به‌صورت کشت مخلوط ذرت و لوبیا چیتی به روش جایگزینی و افزایشی در سال ۱۳۸۹ در منطقه مجید آباد واقع در ۲ کیلومتری جنوب غربی شهرستان خوی اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۳ نوع تیمار کشت مخلوط جایگزینی با نسبت‌های ۱:۱، ۱:۲ و ۱:۳ ذرت و لوبیا چیتی (ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع و لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع)، ۵ تیمار کشت مخلوط افزایشی، ذرت (با تراکم ۷ بوته در مترمربع) و لوبیا چیتی (با تراکم‌های ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع)، همراه با ۲ تیمار کشت خالص ذرت و لوبیا، ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع و لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که در ذرت اثر کشت مخلوط روی تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در هکتار معنی‌دار بود. بالاترین تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته در تیمار کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۱ و بالاترین عملکرد دانه در هکتار در تیمار کشت خالص ذرت مشاهده شد. در مورد صفات مربوط به لوبیا چیتی نیز، اثر کشت مخلوط روی ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد نیام در بوته، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در هکتار معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد نیام در بوته و عملکرد دانه در بوته در تیمار کشت مخلوط افزایشی **T6** = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۴ بوته در مترمربع مشاهده شد. در ارزیابی تیمارهای کشت مخلوط نیز، بالاترین مقدار **LER** به میزان ۱/۲۶ به تیمار **T9** = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع تعلق داشت. در نتیجه، این ترکیب از نظر اقتصادی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: *تراکم بوته، عملکرد، کشت مخلوط و LER*

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران (نویسنده مسئول).

Email: ali_nasr462@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران.

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

سیستم کشت مخلوط یکی از بهترین تکنیک‌ها جهت تولید بالا، بهبود مدیریت منابع، حفظ کیفیت منابع و برآورد کننده نیازهای مختلف کشاورزان و کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز است (Hossain et al., 2003; Kamkar and Damaghani, 2008). کشت مخلوط در سطح وسیعی از کشورهای پیشرفته و نیز در کشورهای کم توسعه یافته و در حال توسعه مناطق حاره‌ای رایج است (Baumann et al., 2002). در کشت مخلوط، استفاده از گیاهان تیره لگومینوز بدلیل ویژگی منحصر بفرد آنها در تثبیت بیولوژیک نیتروژن و تولید پروتئین بالا، کارایی سیستم را افزایش می‌دهد (Javanshir et al., 2000). به طوری‌که ۹۸ ٪ درصد لوبیا چشم بلبلی در آفریقا (Tsubo and Walker, 2002) و ۸۰ ٪ لوبیا در آمریکای لاتین به‌صورت مخلوط کشت می‌شوند (Parsa and Bagheri, 2008). امروزه به علت نگرش‌های زیست محیطی، کشت مخلوط در حال گسترش است (Mahmodi et al., 2008). کشت مخلوط، عبارت از کشت دو یا چند گیاه در یک قطعه زمین و در طول یک سال زراعی است (Sullivan, 2003).

نجفی و محمدی (Najafi and Mohammadi, 2004) طی آزمایشی با کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که عملکرد در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت‌های خالص بود و بیشترین عملکرد نیز در حالت جایگزینی ۱:۱ حاصل گردید. سینگ (Singh, 1986) عنوان کرد که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا به روش جایگزینی، عملکرد دانه لوبیا در واحد سطح در حالت کشت مخلوط افزایش می‌یابد و بالاترین عملکرد دانه لوبیا در واحد سطح کشت در تیمار ۱:۲ ذرت با لوبیا حاصل می‌شود که دلیل این امر، کاهش رقابت برون گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای است. هاردتر و همکاران (Hardter, 1991) نیز با کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم بلبلی اعلام کردند که سودمندی کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص می‌باشد. کاروترز و همکاران (Carruthers et al., 2000) با کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که بیوماس و عملکرد ذرت در واحد سطح، در کلیه حالات کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص آن می‌شود. مایرز (Mayers, 1996) اعلام کرد که در کشت مخلوط جایگزینی ارزن دانه‌ای و لوبیا چشم بلبلی، بیوماس و عملکرد ارزن در واحد سطح، در کلیه حالات کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص آن می‌شود و بیشترین عملکرد آن در نسبت‌های پایین کشت و در حالت ۱:۲ ارزن با لوبیا به دست می‌آید. در این بررسی، با افزایش نسبت ارزن عملکرد آن در واحد سطح کاهش یافت. این امر به زیادتر شدن رقابت درون گونه‌ای در نسبت‌های بالای کاشت نسبت داده شد. زند و غفاری (Zand and Ghafari, 2001) با کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه‌ای اعلام کردند که لوبیای رونده نسبت به سورگوم گونه غالب محسوب می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2003) با انجام کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی به روش افزایشی و جایگزینی اعلام کردند که بالاترین عملکرد ارزن علوفه‌ای در واحد سطح کشت در حالت کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ و پایین‌ترین آن از کشت مخلوط افزایشی حاصل می‌گردد. یانوسا (Yanusa, 1989) با کشت مخلوط ذرت و سویا به روش جایگزینی گزارش کرد که بالاترین عملکرد دانه سویا در هکتار در نسبت پایین کشت ذرت با سویا حاصل می‌شود. حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2003) در کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی، زند و غفاری (Zand and Ghafari, 2001) با کشت مخلوط سورگوم دانه‌ای و لوبیا و مایرز (Mayers, 1996) با کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی عنوان کردند که بالاترین LER در نسبت پایین کاشت و در نسبت ۱:۲ گراس‌ها با لگوم‌ها حاصل می‌شود.

هدف از این پژوهش، بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چیتی، به روش‌های جایگزینی و افزایشی و مقایسه بازده کشت‌های مخلوط با تک کشتی است.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۹ در منطقه مجید آباد واقع در ۲ کیلومتری جنوب غربی شهرستان خوی اجرا شد. خاک محل اجرای آزمایش، جزو خاک‌های لومی با pH حدود ۷/۶ بود. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۱۷۵ متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب °۴۴ و ′۲۳ شرقی و °۳۸ و ′۱۸ شمالی است. کشت مخلوط بر اساس سری‌های جایگزینی و طرح افزایشی انجام گرفت و ذرت به عنوان محصول اصلی و لوبیا چیتی به عنوان محصول ثانوی در نظر گرفته شد.

آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۵ تیمار کشت مخلوط افزایشی ذرت (با تراکم ۷ بوته در مترمربع) و لوبیا چیتی (با تراکم‌های ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع)، ۳ تیمار کشت مخلوط جایگزینی با نسبت‌های ۱:۱، ۱:۲ و ۱:۳ ذرت و لوبیا چیتی (ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع و لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع)، همراه با ۱ تیمار کشت خالص ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع و ۱ تیمار کشت خالص لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع بود. تیمارها به ترتیب زیر نام‌گذاری شدند:

T1 = کشت خالص ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع.

T2 = کشت خالص لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع.

T3 = ۱:۱، ۵۰٪ ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + ۵۰٪ لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع.

T4 = ۱:۲، ۶۶٪ ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + ۳۴٪ لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع.

T5 = ۱:۳، ۷۵٪ ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + ۲۵٪ لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع.

T6 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا

Archive of SID

www.SID.ir

چیتی با تراکم ۴ بوته در مترمربع.
T7 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۸ بوته در مترمربع.
T8 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۱۲ بوته در مترمربع.
T9 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع.
T10 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۲۰ بوته در مترمربع.

رقم به‌کار رفته ذرت، هیبرید KSC640 بود که مبدا آن کشور ترکیه و رقمی نیمه زود رس با طول دوره رشد ۱۱۵ روز و بذر لوبیا چیتی نیز از نوع محلی سرابی بود که در سراب به نام لوبیا چیتی آغ گون معروف است. رقمی نیمه رونده، گل‌ها به رنگ صورتی مایل به سفید با درصد جوانه‌زنی بالای ۹۵ درصد و با طول دوره رشد حدود ۱۲۰ روز است. کاشت به‌صورت جوی و پشته و با فواصل ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی بر حسب نوع تیمار آزمایشی متفاوت بودند. بدین ترتیب که هر کرت آزمایشی در کشت‌های مخلوط جایگزینی ۱:۲ و ۱:۳ به ترتیب دارای ۵ و ۶ پشته، کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱، کشت‌های مخلوط افزایشی و کشت خالص ذرت و لوبیاچیتی دارای ۴ پشته بودند. در همه کرت‌های آزمایشی طول پشته‌ها ۵/۵ متر در نظر گرفته شدند.

زمین آزمایش ابتدا با گاو آهن برگردان‌دار شخم عمیق زده شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک مقادیر ۴۰ تن کود دامی در هکتار، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم به زمین زراعی اضافه گردید (جدول ۱). سپس جهت خرد کردن کلوخه‌ها و مخلوط کردن کودها با خاک دوبار دیسک در جهت عمود برهم زده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table1- Physical and chemical characteristics of soil

شوری EC (ds/m)	اسیدیته (pH)	رس clay	سیلت Silt (%)	شن sand (%)	کلاس خاک soil class	کربن آلی OC (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)
0.75	8	43	43	14	Silty Clay	1.2	0.12	10.5	376

به دنبال آن زمین تسطیح گردید. سپس جوی و پشته‌هایی با فواصل ۶۰ سانتی‌متر در زمین ایجاد شد. بدنبال آن کرت‌بندی و تفکیک تکرارهای آزمایش صورت گرفت و جهت تفکیک کرت‌ها از یکدیگر یک پشته بصورت نکاشت در نظر گرفته شد. عملیات کاشت ذرت و لوبیا چیتی به طور هم زمان در سال ۸۹ و در تاریخ ۲۰ فروردین ماه، انجام گرفت. بذرهای ذرت و لوبیا چیتی قبل از کاشت توسط قارچ‌کش بنومیل ۵۰٪ با دز ۳ در هزار ضد عفونی شدند. بذرهای ذرت در وسط پشته و در

Archive of SID

www.SID.ir

عمق حدود ۵ سانتی‌متر و بذرهای لوبیا چیتی نیز با عمق ۳ سانتی‌متر کشت شدند. در حالت کشت مخلوط افزایشی نیز بعد از کاشت ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع، بذرهای لوبیا چیتی با تراکم‌های ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع با کندن حفره‌هایی به عمق حدود ۳ سانتی‌متر روی پشته‌ای که ذرت کاشته شده بود کشت شدند. در هر حفره ۳ عدد بذر لوبیا چیتی کشت شد. بعد از سبز شدن و در مرحله ۴ برگی، بوته‌های لوبیا تنک شدند و فقط یک بوته سالم و قوی نگه داشته شد.

اندازه‌گیری صفات مختلف ذرت شامل ارتفاع بوته، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، طول بلال و وزن صد دانه و برای لوبیا چیتی نیز صفات مختلف از قبیل ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در بوته، تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام با انتخاب ۸ بوته بطور تصادفی از ردیف‌های وسط هر کرت اجرا شدند و میانگین این صفت‌ها برای هر دو گیاه محاسبه شد. عملکرد اقتصادی هر دو گیاه نیز پس از حذف اثر حاشیه‌ها (ردیف‌های کناری و نیم متر از طرفین ردیف‌های وسطی) در سطح ۲ مترمربع محاسبه شد. برای تعیین وزن صد دانه برای ذرت و لوبیا چیتی، از محصول دانه هر محصول، ۴ نمونه ۱۰۰ تایی به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از توزین، میانگین وزن صد دانه برای هر کرت آزمایشی محاسبه گردید. داده‌ها توسط نرم افزار MSTATC برای هر گونه زراعی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز در سطح احتمال ۵٪ توسط آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

ذرت

تعداد دانه در ردیف بلال: اثر تیمار بر تعداد دانه در ردیف بلال معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در ردیف به میزان ۴۳/۳۲ عدد در تیمار T3 = ۱:۱، ۵۰٪ ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + ۵۰٪ لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۳). در کشت‌های مخلوط جایگزینی رقابت برون گونه‌ای لوبیا نسبت به رقابت درون گونه‌ای ذرت کاهش یافت و فضای بیشتری برای رشد ذرت فراهم گردید و رشد ذرت افزایش یافت و ماده فتوسنتزی بیشتری به بلال‌ها انتقال یافت و این مسئله سبب تشکیل تعداد دانه‌های بیشتری در بلال شده و در اثر آن تعداد دانه در بلال افزایش یافته است. هم‌چنین در نسبت‌های پایین کاشت رقابت درون گونه‌ای ذرت بیشتر کاهش یافت و در اثر آن رشد بلال و تعداد دانه در بلال بیشتر شد و بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال در نسبت پایین کاشت مشاهده شد. کوچکی و همکاران (Kocheki et al., 2008) نیز طی آزمایشی اعلام کردند که در کشت مخلوط جایگزینی ذرت با لوبیا، ذرت گیاه غالب بوده و عملکرد ذرت افزایش می‌یابد و بیشترین عملکرد ذرت در نسبت پایین کاشت مشاهده شد. افزایش تعداد دانه در ردیف بلال در کشت مخلوط، توسط

Archive of SID

www.SID.ir

اسچی (Eschie, 1992) و تیتوکاگهو و گاردنر (Tetio Kaghoo and Gardner, 1988) نیز گزارش شده است. حسینی و همکاران (Hosseine et al., 2003) نیز با کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی اعلام کردند که با افزایش نسبت کاشت ارزن رقابت درون گونه‌ای ارزن افزایش یافت و عملکرد ارزن کاهش یافت و بیشترین عملکرد ارزن در نسبت پایین کاشت حاصل شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات زراعی مورد مطالعه ذرت در کشت مخلوط با لوبیا چیتی

Table 2- analysis of variance for characters of corn in intercropping with pinto bean

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS: تعداد دانه در ردیف number of Seed per row	تعداد ردیف دانه در بلال number of row per ear	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد دانه در بوته grain yield per plant	عملکرد دانه در هکتار grain yield per hectare
تکرار replication	2	7.11	1.002	1/02	277/65	27777.8
تیمار treatment	8	46.97**	0.53	6/72*	1650/62**	2035403.62*
اشتباه آزمایشی error	16	12.61	1.31	2/01	252/77	777777.17
ضریب تغییرات (٪) CV%		9.76	7.11	6/44	12/33	13.14

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

تعداد ردیف دانه در بلال: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ تعداد ردیف دانه در بلال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). به نظر می‌رسد این قسمت از عملکرد دانه کمتر تحت شرایط محیطی قرار بگیرد و به صورت ژنتیکی کنترل گردد. طایفه نوری (Taifeh noori, 2001) نیز با کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی اعلام کرد که تعداد ردیف دانه در بلال، تحت تاثیر کشت مخلوط قرار نگرفت.

وزن صد دانه: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه به میزان ۲۴/۱۵ گرم در تیمار T3 = ۱:۱، ۵۰٪ ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + ۵۰٪ لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۳). در کشت‌های مخلوط جایگزینی رقابت برون گونه‌ای لوبیا نسبت به رقابت درون گونه‌ای ذرت کاهش یافت و فضای بیشتری برای رشد ذرت فراهم گردید و رشد ذرت افزایش یافت و ماده فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها انتقال یافت و این مسئله سبب افزایش وزن صد دانه گردید. منصوری (Mansori, 2009) با کشت مخلوط ذرت و سویا در زمان‌های مختلف کاشت بیان نمود که بیشترین وزن صد دانه ذرت در حالت کشت مخلوط جایگزینی حاصل گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکـرد دانـه در بوتـه: بـین تیمارهـای آزمایشی از لحاظ عملکـرد دانـه در بوتـه اخـتلاف معنـی‌داری مـشاهده شـد (جـدول ۲). بیـشترین عملکرد دانه در بوته به میزان ۱۷۱/۶ گرم در حالت کشت مخلـوط جـایگزینی و در تیمـار T3 = ۱:۱، ۵۰٪ ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + ۵۰٪ لوبیـا چیتی با تراکم ۴۰ بوتـه در مترمربـع مـشاهده شـد (جدول ۳). از آنجایی که در ایـن تیمـار وزن صـد دانه و تعداد دانه در بلال بیشتر بود، طبیعی به نظـر می‌رسد که بیشترین عملکـرد دانـه در بوتـه نیـز از تیمـار T3 بـه دسـت آیـد. کـوچکی و همکـاران (Kocheki et al., 2008) نیـز بـا کـشت مخلـوط جایگزینی ذرت و لوبیا اعلام کردند کـه در نـسبت پایین کاشت دو گیاه یعنی نسبت ۱:۱ آنهـا حـداکثر بهره‌برداری از نیتـروژن تثبیـت شـده بعمـل آمـد و رقابت برای نـور نیـز کـاهش یافـت و در اثـر ایـن عوامل بیشترین عملکرد ذرت حاصل شد. همچنین در آزمایش منـصوری (Mansori, 2009) بیـشترین عملکرد دانـه گیـاه ذرت در نـسبت پـایین کاشـت مشاهده شد. شایگان و همکاران (Shaigan et al., 2008) در مطالعه خود بر روی کشت مخلوط ذرت و ارزن دم‌روبـاهی بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه نـسبت‌هـای مختلـف کاشـت، اثـر معنـی‌داری بـر عملکرد دانه گیاه ذرت دارد.

هربرت و همکاران (Herbert et al., 1984) نیـز بـا کـشت مخلـوط ذرت و سـویا بـه روش جایگزینی اعلام کردند که عملکرد ذرت در کـشت مخلوط به علت کاهش رقابـت بـرون گونـه‌ای بـه میزان ۵۲ درصد افزایش یافت.

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه ذرت در کشت مخلوط با لوبیا چیتی.

Table 3- Means of characters of corn in intercropping with pinto bean

عملکرد دانه در هکتار (کیلوگرم) grain yield per hectare	عملکرد دانه در بوته (گرم) grain yield per plant	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight	تعداد ردیف دانه در بلال number of row per ear	تعداد دانه در ردیف number of Seed per row	تیمار treatment
8764 a	125.2bc	23.02 ab	15.89	36.03 bcd	T1
					T2
6006 c	171.6a	24.15 a	16.83	43.32 a	T3
7276 ab	155.9 ab	23.41 ab	16.52	41.18 ab	T4
7674 ab	146.9 b	23.01 ab	16.47	39.12 abc	T5
8486 ab	121/2bc	21.82 abc	16.13	35.19bcd	T6
8293 ab	118.5bc	21.17 bc	16.04	34.72 bcd	T7
7848 ab	113.1 c	21.10bc	15.82	33.22cd	T8
7587 ab	108.4 c	20.19c	15.71	32.94cd	T9
7204 b	102/9 d	19.89 c	15.56	31.86d	T10

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's test.

عملکـرد دانـه در هکتـار: بـین تیمارهـای آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه در هکتـار اخـتلاف معنـی‌داری مـشاهده شـد (جـدول ۲). بیـشترین عملکرد دانه در هکتار به میـزان ۸۷۶۴ کیلـوگرم در

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار T1 = کشت خالص ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۳). این امر به علت بالا بودن تعداد بوته‌ها در کشت خالص باشد و با اینکه عملکرد ذرت در حالت کشت مخلوط بالاتر بود ولی به علت در نظر گرفتن نسبت‌های کاشت، بیشترین عملکرد دانه در هکتار در کشت خالص ذرت مشاهده شد.

لوبیا چیتی

ارتفاع بوته: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین ارتفاع بوته در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی مشاهده شد (جدول ۵). در این تیمارها لوبیا به دلیل فرم رشد رونده از ذرت به عنوان قیم استفاده کرد و رشد خود را افزایش داد و به تبع آن ارتفاع بوته لوبیاچیتی افزایش یافت. واهوما و همکاران (Wahuma et al., 1991) با کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و یوج جینایج و همکاران (Ujjinaiah et al., 1991) نیز با کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا چشم بلبلی اعلام کردند که در حالت کشت مخلوط، لوبیا از آفتابگردان به عنوان قیم استفاده کرد و ارتفاع خود را افزایش داد.

تعداد انشعاب در بوته: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ تعداد انشعاب در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین تعداد انشعاب در بوته لوبیا چیتی به میزان ۶/۴۶ عدد در تیمار T6 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۴ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۵). با کاهش تراکم لوبیا در این تیمار رقابت درون گونه‌ای کاهش یافته و فضا برای رشد بیشتر لوبیا فراهم شده و هم‌چنین در حالت کشت مخلوط افزایشی لوبیا به دلیل فرم رشد رونده، از آفتابگردان به عنوان قیم استفاده کرده و رشد خود را افزایش داده و به تبع آن تعداد انشعاب در بوته لوبیا چیتی افزایش یافته است. یوج جینایج و همکاران (Ujjinaiah et al., 1991) اعلام کردند که در کشت مخلوط افزایشی آفتابگردان و لوبیا چشم بلبلی، لوبیا از آفتابگردان به عنوان قیم استفاده کرد و تعداد برگ، تعداد انشعاب و ارتفاع خود را به طور معنی‌داری افزایش داد. هربرت و لیچ فیلد (Herbert and Litchfield, 1994) و جادوسکی و همکاران (Jadoski et al., 2000) نیز در آزمایشی با تراکم‌های مختلف لوبیا اعلام کردند که با کاهش تراکم به علت کاهش رقابت درون گونه‌ای، تعداد برگ و تعداد انشعاب در بوته لوبیا افزایش می‌یابد.

تعداد نیام در بوته: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ تعداد نیام در بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین تعداد نیام در بوته لوبیا به میزان ۷/۸۶ عدد در تیمار T6 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۴ بوته در مترمربع مشاهده شد (جدول ۵). چون بیشترین تعداد انشعاب در بوته در این تیمار قرار داشت به تبع آن تعداد نیام در بوته نیز افزایش یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه لوبیا چیتی در کشت مخلوط با ذرت

Table 4- analysis of variance for characters of pinto bean in intercropping with corn

منابع تغییر SOV	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS						
		ارتفاع بوته plant height	تعدادانشعاب در بوته number of branches per plant	تعداد نیام در بوته number of pods per plant	تعداد دانه در نیام number of Seed per pod	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد دانه در بوته grain yield per plant	عملکرد دانه در هکتار grain yield per plant
تکرار replication	2	469.44	.253	.896	.188	16.01	2.433	6944.452
تیمار treatment	8	9529.29**	2.143**	5.782**	.072	2.794	14.579**	1128132.33**
اشتباه آزمایشی error	16	181.949	.119	.289	.075	20.11	1.108	25058.299
ضریب تغییرات (٪) CV%		9.21	7.28	10.2	7074	11.31	14.12	16.4

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

*** and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.**

واهوما و همکاران (Wahuma et al., 1991) نیز با کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا چشم بلبلی اعلام کردند که در کشت مخلوط، لوبیا از ذرت به عنوان قیم استفاده کرده و عملکرد دانه لوبیا افزایش یافت و از بین اجزای عملکرد دانه لوبیا فقط تعداد نیام در بوته تحت تأثیر معنی‌دار قرار گرفت و افزایش یافت. شفشک و همکاران (Shafshak et al., 1989) نیز عنوان کردند که در کشت مخلوط آفتابگردان و سویا، از بین اجزای عملکرد سویا فقط تعداد نیام در بوته، به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار می‌گیرد و افزایش می‌یابد. هم‌چنین در کشت مخلوط افزایشی خردل و نخود نیز مقدار عملکرد دانه در بوته نخود، از طریق افزایش تعداد نیام‌ها به مقدار ۴۰ درصد نسبت به کشت خالص آن افزایش یافت. جادوسکی و همکاران (Jadoski et al., 2000) در آزمایشی بر روی تراکم‌های مختلف لوبیا اعلام کردند که با کاهش تراکم، رقابت برای نور و مواد غذایی کاهش یافته و تعداد نیام در بوته افزایش می‌یابد و بین تعداد انشعاب در بوته و تعداد نیام در بوته رابطه بسیار نزدیکی وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- میانگین صفات مورد مطالعه لوبیا چیتی در کشت مخلوط با ذرت

Table 5- Means of characters of pinto bean in intercropping with corn

عملکرد دانه در هکتار (کیلوگرم) grain yield per plant (Kg)	عملکرد دانه در بوته (گرم) grain yield per plant (gr)	وزن صد دانه (گرم) 100 seed weight (gr)	تعداد دانه در نیام number of Seed per pod	تعدا د نیام در بوته number of pods per plant	تعداد انشعاب در بوته number of branches per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) plant height(cm)	تیمار treatment
2484.1 a	6.21 d	39.74	3.41	4.58 cd	4.71 cd	92.11 b	T1
122.4 b	6.137 d	39.21	3.47	4.31 cd	4.16 de	88.39 b	T2
772.6 cde	5.8 d	38.98	3.45	4.22 cd	3.92 e	84.81 b	T3
549.1 ef	5.49 d	38.62	3.42	4.01 d	3.83 e	83.24 b	T4
389.9 f	11.71 a	41.26	3.57	7.87 a	6.46 a	190.7 a	T5
674.7 def	10.13 ab	41.01	3.51	7.01 ab	5.48 b	191.37 a	T6
846.1 cd	8.46 bc	38.84	3.92	5.84 b	5.1 bc	192.81 a	T7
978.4 bc	7.34 cd	39.17	3.54	5.11 bc	4.7 cd	196.2 a	T8
967.2 bcd	6.21 cd	38.91	3.49	4.16 cd	4.27 de	198.43 a	T9
							T10

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's test

تعداد دانه در نیام: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ تعداد دانه در نیام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). کاروترز و همکاران (Karruthers et al., 2000) با کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که تعداد دانه در نیام لوبیا تحت تأثیر واقع نمی‌شود.

مالیک و همکاران (Malik et al., 1993) نیز با کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا اعلام کردند که در حالت کشت مخلوط، تعداد دانه در نیام لوبیا تحت تاثیر واقع نشد.

وزن صد دانه: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ وزن صد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). از آنجایی‌که وزن صد دانه بیشتر تحت تاثیر ژنوتیپ قرار دارد در نتیجه تحت تاثیر کشت مخلوط قرار نگرفته است. کوچکی و همکاران (Kocheki et al., 2008) با کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که در حالت کشت مخلوط، وزن صد دانه لوبیا تحت تاثیر واقع نشد. شفشک و همکاران (Shafshak et al., 1989) با انجام آزمایشی اعلام کردند که در کشت مخلوط سویا با آفتابگردان وزن صد دانه سویا تحت تأثیر واقع نشد. گری و فرنسیس (Gary and Francies, 1999) اعلام کردند که در کشت مخلوط ذرت، سورگوم و سویا وزن صد دانه سویا تحت تأثیر معنی‌دار قرار نگرفت. بوآرد و همکاران (Board et al., 1996) نیز با انجام آزمایشی روی تراکم‌های مختلف لوبیا اعلام کردند که وزن صد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تراکم قرار نگرفت.

عملکرد دانه در بوته: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه در بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین عملکرد دانه در بوته لوبیا چیتی به میزان ۱۱/۷۱ گرم در تیمار T6 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۴ بوته در مترمربع

Archive of SID

www.SID.ir

مشاهده گردید (جدول ۵). زیرا با کاهش تراکم رقابت درون گونه‌ای کاهش یافته و در نتیجه فضای بیشتری برای رشد بوته لوبیا چیتی فراهم شد و هم‌چنین در حالت کشت مخلوط افزایشی لوبیا به دلیل فرم رشد رونده خود از ذرت به عنوان قیم استفاده نموده و رشد خود را افزایش داده و در نتیجه آن عملکرد دانه در بوته لوبیا افزایش یافت. زند و غفاری (Zand and Gafari, 2001) نیز با کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه‌ای اعلام کردند که لوبیای رونده نسبت به سورگوم گونه غالب بوده و عملکرد آن افزایش می‌یابد. یوج جیناایج و همکاران (Ujjinaiah et al., 1991) اعلام کردند که در کشت مخلوط افزایشی آفتابگردان و لوبیا بیوماس و عملکرد دانه در بوته لوبیا افزایش یافت. مظاهری (Mazaheri, 1994) نیز گزارش کرد که در کشت مخلوط خردل و نخود به روش افزایشی، خردل نقش قیم را برای نخود ایفا می‌کند و بر اثر آن، عملکرد نخود حدود ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. هم‌چنین با کشت مخلوط افزایشی نخود و یولاف، نخود از یولاف به عنوان قیم استفاده می‌کند و عملکرد آن افزایش می‌یابد. جادوسکی و همکاران (Jadoski et al., 2000) نیز با آزمایشی روی تراکم‌های مختلف لوبیا اعلام کردند که با کاهش تراکم به علت کاهش رقابت درون گونه‌ای، بیوماس و عملکرد دانه در بوته لوبیا افزایش می‌یابد.

عملکرد دانه لوبیاچیتی در هکتار: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴). بالاترین عملکرد دانه لوبیا چیتی در هکتار به میزان ۲۴۸۴/۱ کیلوگرم در تیمار T2 = کشت خالص لوبیا چیتی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع مشاهده گردید (جدول ۵). به علت بالا بودن تعداد بوته‌های لوبیا در کشت خالص بیشترین عملکرد دانه در هکتار از این تیمار حاصل شد.

نسبت برابری زمین (LER): مقادیر LER در کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک گردید (جدول ۶). این موضوع، نشانگر سودمند بودن کشت مخلوط می‌باشد. دلیل آن می‌تواند وجود اختلافات مرفولوژیک دو گونه و در نتیجه ایجاد اشکوب‌های مختلف و بهره‌برداری بهینه از منابع باشد.

نقش اختلافات مرفولوژیک در دستیابی به LER بالاتر توسط دوا و همکاران (Dua et al., 2005) در کشت مخلوط سیب‌زمینی و لوبیا سبز و حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2003) در کشت مخلوط ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی گزارش شده است.

بالاترین مقدار LER به میزان ۱/۲۶ در تیمار T9 = ذرت با تراکم ۷ بوته در مترمربع + لوبیا چیتی با تراکم ۱۶ بوته در مترمربع مشاهده گردید (جدول ۶). این امر به علت تراکم مطلوب گیاهی در این تیمار و استفاده بهتر از منابع محیطی می‌تواند باشد. این دو گیاه در این تراکم توانسته‌اند با کارآیی بیشتری از منابع محیطی استفاده کنند. طی آزمایشی با کشت مخلوط لوبیا، ذرت و آفتابگردان

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار LER برای لوبیا و ذرت ۱/۲۵ و برای آفتابگردان و لوبیا نیز ۱/۲۹ حاصل شد و سودمندی بیشتر از کشت خالص شد (Machado et al., 1984). سینگ (Singh, 1986) اعلام کرد با کشت مخلوط ذرت و لوبیا مقدار LER به ۱/۲۵ رسید. سادی و المتولی (Saudy and Elmetwally, 2009) اعلام کردند که با کشت مخلوط آفتابگردان و سویا مقدار LER به ۱/۳۷ رسید. رشید و همکاران (Rashid et al., 2002) نیز با کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا اعلام کردند که در حالت کشت مخلوط میزان سودمندی نسبت به کشت خالص آنها بیشتر شد.

جدول ۶- مقادیر LER در تیمارهای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چیتی

Table 6- Land equivalent ratio (LER) of corn and pinto bean in intercropping treatments

نسبت برابری زمین (LER) Land equivalent ratio	عملکرد نسبی لوبیا چیتی Relative yields of pinto bean	عملکرد نسبی ذرت Relative yields of corn	تیمار treatment
1.17	0.48	0.69	T3
1.14	0.31	0.83	T4
1.09	0.22	0.87	T5
1.12	0.15	0.97	T6
1.22	0.27	0.95	T7
1.23	0.34	0.89	T8
1.26	0.39	0.87	T9
1.20	0.38	0.82	T10

نتیجه گیری

کشت مخلوط ذرت با لوبیا به دلیل تعلق این گیاهان به دو تیره مختلف و جنبه هم یاری و همزیستی مکملی موجب می‌شود تا بهره‌برداری از واحد سطح، بیشتر از کشت خالص آنها باشد و در عین حال تنوع زراعی نیز در واحد سطح تحقق یابد این دو گیاه به عنوان فاکتورهای آزمایشی در نظر گرفته شدند و در نهایت معلوم شد که بیشترین عملکرد دانه ذرت و لوبیا چیتی در بوته به ترتیب در کشت‌های مخلوط جایگزینی و افزایشی بود و هم‌چنین بیشترین سودمندی در حالت کشت مخلوط افزایشی مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

Refrences

✓ Baumann, D. T., L. Bastians., I. Gaudian., H. H. Vanlar, and M. J. Kroff. 2002. Analysing crop yield and plant quality in a intercropping system using an ecophysiological model for interplant competition. Agricultural Systems. 13: 173- 203.

✓ Board, J. E., B. G. Harville, and A. M. Sayton. 1996. Branch dry weight in relation to yield increases in narrow-row soybean. Agronomy Journal. 82: 540- 544.

✓ Carruthers, K., B. Prithirviraj., D. Clouter., R. C. Martin, and D. L. Smith. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: Yield component responses. European Journal Agronomy. 12: 103- 115.

✓ Dua, V. K., S. S. Lal, and P. M. Govindakrishnan. 2005. Production potential and competition indices in potato + french bean intercropping system in Shimla Hills. Indian Journal of Agricultural Science. 75: 321- 323.

✓ Eschie, H. A. 1992. Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (Zea mays) in Botina Coast regon of oman. J. Agric Sci. Camb. 119: 165- 169.

✓ Fisher, N. M. 1979. Studies in mixed cropping. III. Further results with maize-bean mixtures. Expl. Agric. 15: 49- 58.

✓ Francis, C. A., C. A. Flor, and M. Prager. 1978. Effect of bean association on yield and yield components of maize. Crop Sci. 18: 760- 764.

✓ Gary, W, and A. Francies. 1999. Strip intercropping effects on yield and yield components of corn, grain sorghum and soybean. Agronomy Journal. 91: 807- 813.

✓ Hardter, R., W. J. Horst., G. Sehmidt, and E. Fery. 1991. Yields and land use efficiency of maize- cowpea crop rotation in comparison to mixed and monocropping on alfisol in northern Ghana. Crop Science. 166: 326- 337.

✓ Herbert, S. J, and G. V. Litchfield. 1992. Effect of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. Crop Science. 25: 579- 581.

✓ Herbert, S. J., D. H. Putnam., M. I. Poos-Floyd., A. Vargas, and J. F. Creighton. 1984. Forage yield of intercropped corn and soybean in various planting patterns. Agron. J. 76: 507- 510.

✓ Hossain G. M. A., S. M. Bakhtiar., S. K. Paul, and M. R. Anam. 2003. Intercropping of sugarcane with onion and potato followed by sesame in paired row system. Pakistan Journal of Agronomy. 2: 25- 91.

✓ Hoseini, S., D. Mazaheri, and M. Jahan Soz. 2003. Effect Of planting arrange on pearl millet and cowpea forage yield in intercropping. Journal of Agricultural Science and Technology. 20: 117- 123.

✓ Jadoski, S. O., R. Carlesso., D. Wolschick., T. Petry, and Z. Frizzo. 2000. Plant population and row spacings for irrigated dry bean. II: Grain yield and yield components. Brazil Ciencia Rural. 30: 567- 573.

✓ Javanshir, A., A. Dabbagh Mohammady Nassab., A. Hamidi, and M. Gholipoor. 2000. Ecology of intercropping. Ferdowsi University of Mashhad Press. Pp: 224. (in Persian)

✓ Kamkar, B, and A. Damaghani. 2008. Principles of sustainable agriculture. Ferdowsi University of Mashhad Press. Pp: 316. (in Persian)

✓ Kocheki, A. R., B. Lale ghani, and S. Najib Nia. 2008. Evaluation of intercropping beans and corn production. Journal of Agricultural Research. 7: 605- 614.

✓ Mahmodi, H., A. A. Damaghani, and H. Liaghati. 2008. Introduction to organic farming. Ferdowsi University of Mashhad Press. Pp: 292. (in Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Machado,C. M. N., N. G. Fiek, and R. S. Souza. 1984. Efficiency of land use yeild of intercropping. Resquisa Agropecuaria Brasilliera. 19: 317- 327.

✓ Mansori, A. 2009. Evaluate of corn and soybean intercroppiing in various planting dates. Electronic Journal of Crop Production. 3 (1): 209- 216.

✓ Mazaheri, D. 1994. Intercropping. Tehran University Press. Pp: 343. (in Persian)

✓ Mulik, S., S. M. More., S. S. Deshpade, and J. D. Patil. 1993. Intercropping for better stability in crop production in dry land watershed. Indian Journal of Agricultural Sciences. 38: 527- 530.

✓ Myers, R. L. 1996. Intercrop performance of pearl millet, cowpea, soybean in response to planting pattern and nitrogen fertilization. Agronomy Journal. 89: 417- 426.

✓ Najafi, A, and J. Mohammadi. 2004. Yield and its components in intercropping of sweet corn and green beans. the First National Conference on Phasaelous, Institute of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad.

✓ Parsa, M, and A. Bagheri. 2008. Phasaelous. Ferdowsi University of Mashhad Press. Pp: 292. (in Persian)

✓ Rashid, I., A. Shahbaz, and A. Malik. 2002. Sunflower-summer legumes intercropping systems under rainfed condtions: Economic analysis. Pakistan Council of Scietific and Industrail Research. 45: 378- 390.

✓ Richards, P. 1983. Ecological change and the politics of African land use. African Studies Review. 26: 1- 72.

✓ Saudy, H. S, and I. M. Elmetwally. 2009. weed Management under different patterns of sunflower –soybean intercropping. Journal of Central European Agriculture. 10: 41- 52.

✓ Shafshak, S. E., E. S. Shokr, and B. A. Ahmar. 1989. Studies on soybean and sunflower intercropping, plant characteristics, yield and yield components of soybean and sunflower. Field Crop Research. 10: 41- 56.

✓ Shakarami, G, and M. Rafiee. 2009. Response of Corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran. American-Eurasian J. of Agric. & Environ. Sci. 5: 69- 73.

✓ Shayghan, M., D. Mazaheri., H. Rahimian, and S. Peghambari. 2008. Effect of planting date and corn and foxtail millet grain yield and weed control and weed. Iranian Journal of Crop Sciences. 10 (1): 31- 46.

✓ Singh, N. B. 1986. Intercropping of legumes in maize under varying nitrogen levels and maizes population. Annuals of Agricultural Research. 7: 37- 43.

✓ Sullivan, P. 2003. Intercropping principles and practices. Available: http://www.attar.Ncat.org.

✓ Taifehnoori, M. 2001. 2003. Intercropping of corn and pinto bean. M.Sc. Thesis. University of Tabriz. Pp: 83. (in Persian)

✓ Tetio kaghoo, F, and F. P. Gardener. 1988. Response of maize to plant population density. II. Reproductive development yield and adjustments. Agron. J. 80: 935- 940.

✓ Tsubo, M, and S. Walker. 2002. A model of radiation interception and use by a mize – bean intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology. 110: 203- 215.

✓ Ujjinaiah, U. S., B. G. Rajashekar., N. Venugopal, and K. Seenappa. 1991. Sunflower pigeon pea intercropping. Journal of Oilseed Research. 8: 72- 78.

✓ Wahuma, T. A. T., O. Babalola, and M. E. Akenova. 1991. Intercropping morphologically different type of maize with cowpea: LER and growth attributes of associated cowpea. Expl. Agric. 17: 407- 413.

✓ Yunusa, I. A. M. 1989. Effects of planting density and plant arrangement pattern on growth and yield of maize and soybean grown in mixture. J. Agric Sci. Camb. 112: 1- 8.

✓ Zand, B, and H. Ghafari. 2001. Investigate the possibility of cowpea and sorghum

Archive of SID

www.SID.ir

intercropping under different planting patterns. Abstracts for the Seventh Iranian Crop Science Congress, 2- 4 September Karaj.

Archive of SID

www.SID.ir