

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). کشت مخلوط (Kamkar and Damaghani, 2008) 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 طوری که ۹۸٪ درصد لوبیا چشم بلبلی در آفریقا (Tsubo and Walker, 2002) و ۸۰٪ لوبیا در آمریکای لاتین به صورت 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 زیادت‌تر 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.

طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب 44° و $23'$ شرقی و 38° و $18'$ 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 به صورت 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

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

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.

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 بذری لوبیا چیتی نیز از نوع محلی سرابی بود که در سراب به نام لوبیا چیتی آغ‌گون 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

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table1- Physical and chemical characteristics of soil

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

شد. عملیات کاشت ذرت و لوبیا چیتی به طور هم‌زمان در سال ۸۹ و در تاریخ ۲۰ فروردین ماه، انجام گرفت. بذره‌های ذرت و لوبیا چیتی قبل از کاشت توسط قارچ‌کش بنومیل ۵۰٪ با دز ۳ در هزار ضد عفونی شدند. بذره‌های ذرت در وسط پشته و در

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

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 (Kocheiki 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

عمق حدود ۵ سانتی‌متر و بذره‌های 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، بذره‌های 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 صفات 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 به صورت 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 به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند.

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

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

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

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

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. منصورى (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.

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 نگیرد.

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

رقابت برای نور نیز کاهش یافت و در اثر این عوامل بیشترین عملکرد ذرت حاصل شد. همچنین در آزمایش منصورى (Mansori, 2009) بیشترین عملکرد دانه گیاه ذرت در نسبت پایین کاشت مشاهده شد. شایگان و همکاران (Shaigan et al., 2008) در مطالعه خود بر روی کشت مخلوط ذرت و ارزن دم‌روباهی به این نتیجه رسیدند که نسبت‌های مختلف کاشت، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گیاه ذرت دارد.

هربرت و همکاران (Herbert et al., 1984) نیز با کشت مخلوط ذرت و سویا به روش جایگزینی اعلام کردند که عملکرد ذرت در کشت مخلوط به علت کاهش رقابت برون‌گونه‌ای به میزان ۵۲ درصد افزایش یافت.

عملکرد دانه در بوته: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه در بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در بوته به میزان ۱۷۱/۶ گرم در حالت کشت مخلوط جایگزینی و 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). از آنجایی که در این تیمار وزن صد دانه و تعداد دانه در بلال بیشتر بود، طبیعی به نظر می‌رسد که بیشترین عملکرد دانه در بوته نیز از تیمار T3 به دست آید. کوچکی و همکاران (Kocheiki et al., 2008) نیز با کشت مخلوط جایگزینی ذرت و لوبیا اعلام کردند که در نسبت پایین کاشت دو گیاه یعنی نسبت ۱:۱ آنها حداکثر بهره‌برداری از نیتروژن تثبیت شده بعمل آمد و

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)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف number of Seed per row	تیمار treatment
grain yield per hectare	grain yield per plant	100 seed weight	number of row per ear		
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.

معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در هکتار به میزان ۸۷۶۴ کیلوگرم در

عملکرد دانه در هکتار: بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه در هکتار اختلاف

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 جینایچ 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.

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 لوبیا چیتی افزایش یافت. واهوما و همکاران (Wahuma et al., 1991) با کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا چشم بلبلی و یوج جینایچ 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

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

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

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

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

می یابد. هم چنین در کشت مخلوط افزایشی خردل و نخود نیز مقدار عملکرد دانه در بوته نخود، از طریق افزایش تعداد نیام ها به مقدار ۴۰ درصد نسبت به کشت خالص آن افزایش یافت. جادوسکی و همکاران (Jadoski et al., 2000) در آزمایشی بر روی تراکم های مختلف لوبیا اعلام کردند که با کاهش تراکم، رقابت برای نور و مواد غذایی کاهش یافته و تعداد نیام در بوته افزایش می یابد و بین تعداد انشعاب در بوته و تعداد نیام در بوته رابطه بسیار نزدیکی وجود دارد.

واهوم 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 معنی دار 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 معنی داری تحت تأثیر قرار می گیرد و افزایش

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)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در نیام	تعداد دانه در بوته	تعداد انشعاب در بوته	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تیمار
grain yield per plant (Kg)	grain yield per plant (gr)	100 seed weight (gr)	number of Seed per pod	number of pods per plant	number of branches per plant	plant height(cm)	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

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 تاثیر واقع نشد. گری و فرنسیس (Gary and Francies, 1999) اعلام کردند که در کشت مخلوط ذرت، سورگوم و سویا وزن صد دانه سویا تحت تاثیر 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 تاثیر 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

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 تاثیر 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 آنجایی که 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

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.

نسبت برابری زمین (LER): مقادیر LER

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.

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.

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.

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.

عملکرد دانه لوبیاچیتی در هکتار: بین

تیمارهای آزمایشی از لحاظ عملکرد دانه در هکتار

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 (Saady 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)	عملکرد نسبی لوبیا چیتی	عملکرد نسبی ذرت	تیمار treatment
Land equivalent ratio	Relative yields of pinto bean	Relative yields of corn	
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 می شود تا بهره برداری 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 کشت های مخلوط جایگزینی و افزایشی بود و هم چنین بیشترین سودمندی در حالت کشت مخلوط افزایشی مشاهده شد.

References

- ✓ 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 region 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. Schmidt, 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)
- ✓ Kocheiki, 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)

- ✓ 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

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