پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۸ شمارهٔ۲، نیمهٔ دوم ۱۳۹۶، صفحهٔ ۲۰۴-۱۹۲

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 2, 2017, p. 192-204
DOI: 10.22067/ijpr.v8i2.50084

اثر نسبت‌های جایگزینی کشت مخلوط ذرت شیرین (*Zea mays* L.) با ارقام لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر عملکرد و اجزای عملکرد

قربانعلی اسدی[1*]، سرور خرم‌دل[1]، روشنک شهریاری[2]، فاطمه رنجبر[2] و مهسا اقحوانی شجری[2]

۱- دانشیاران گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشجویان دکتری گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۱۰

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط ردیفی سری جایگزینی با ارقام لوبیا، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارها شامل نسبت‌های جایگزینی ۷۵+۲۵، ۵۰+۵۰ و ۲۵+۷۵درصد ذرت شیرین (رقم چیس) با پنج رقم لوبیا (قرمز، چشم‌بلبلی، سفید، چیتی و توده محلی) و کشت خالص هر دو گیاه بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه ذرت شیرین در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود و با افزایش تراکم در نسبت‌های مخلوط با ارقام لوبیا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بالاترین و کمترین عملکرد دانه در بین نسبت‌های مخلوط به‌ترتیب برای ۷۵درصد ذرت شیرین+۲۵درصد لوبیا با ۷۳۴/۸۱گرم بر مترمربع و ۲۵درصد ذرت شیرین+۷۵درصد لوبیا با ۳۴۶/۶ گرم بر مترمربع به‌دست آمد. بالاترین میانگین عملکرد دانه ارقام لوبیا در نسبت کاشت ۷۵درصد لوبیا+ ۲۵درصد ذرت شیرین با ۱۶۵/۷گرم بر مترمربع و پایین‌ترین میزان برای ۲۵درصد لوبیا+ ۷۵درصد ذرت شیرین با ۷۷/۸گرم بر مترمربع حاصل شد. بالاترین عملکرد دانه در لوبیا چشم‌بلبلی (۲۳۴/۲۳گرم بر مترمربع) و کمترین میزان در توده محلی (۸۴/۸گرم بر مترمربع) مشاهده شد. بالاترین نسبت برابری زمین برای نسبت ۲۵درصد لوبیا توده محلی+۷۵درصد ذرت شیرین (۱/۴۷) به‌دست آمد. نتایج تیمارها نشان داد که توده محلی نسبت به سایر ارقام لوبیا توان رقابتی بیشتری نسبت به ذرت شیرین داشت.

واژه‌های کلیدی: توان رقابتی، شاخص برداشت، کشت مخلوط، نسبت برابری زمین

مقدمه

از زمان شروع انقلاب صنعتی رشد جمعیت به‌طور چشمگیری افزایش یافته است و این موضوع همراه با افزایش سطح انتظارات بشر منجر به بهره‌برداری شدیدتر و نامطلوب‌تر از زمین‌های قابل‌کشت شده است. با این‌حال، در سیستم‌های مدرن تولید گیاهان زراعی روش‌های مدیریتی بکاررفته توسط کشاورزان برای رسیدن به تولیدی بالاتر در حال بهبود است. از رایج‌ترین این روش‌ها افزایش کارآیی مصرف منابعی همچون آب، عناصر غذایی، سطح زمین، تشعشع خورشید و یا دی اکسید کربن اتمسفر است (Awal *et al.*, 2006). یکی از روش های مدیریت صحیح تولید محصولات زراعی که منجر به بهبود کارآیی مصرف منابع می‌شود، بهره‌گیری از سیستم‌های کشت مخلوط است (Black & Ong, 2000). کشت مخلوط در کشورهای درحال توسعه نقش مهمی در بهبود تولید غذا و معیشت مردم منطقه ایفا می‌کند. در این کشورها سیستم‌های کشت مخلوط اغلب به‌طور سنتی در مزارع کوچک توسط کشاورزان مدیریت می‌شوند (Tsubo & Walker, 2002).

کشت مخلوط از دیرباز به‌طور سنتی در تولید غذا و معیشت کشورهای درحال توسعه نقش مهمی داشته و هم اکنون از این نظام کشت به‌منظور رفع برخی مشکلات کشاورزی مدرن استفاده می‌شود (Tsubo *et al.*, 2005; Poggio, 2005; Walker & Ogindo, 2003). با وجود این، مدیریت توازن و افزایش کارآیی استفاده از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی در موفقیت این نظام کشت نقش بسزایی دارد. بر همین اساس، استفاده از گونه‌های گیاهی با فنولوژی و خصوصیات مورفولوژیک متفاوت که کمترین رقابت را در یک آشیانه اکولوژیکی ثابت از نظر عوامل محیطی و زمان با یکدیگر ایجاد کنند، گام مهمی در موفقیت کشت مخلوط محسوب

*نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۵۱۸۴۸۱۶۷، asadi@um.ac.ir

می‌شود. Manna & Singh (2001) طی آزمایشی اعلام کردند که برتری کشت مخلوط به‌دلیل استفاده بهینه از منابع موجود می‌باشد؛ تفاوت اجزای مخلوط در استفاده از منابع، موجب بالارفتن کارآیی استفاده از منابع می‌گردد. علاوه‌براین، در این وضعیت کاهش رقابت بین‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای موجب می‌شود تا دو گیاه در آشیان اکولوژیکی یکسان، رقابتی نداشته باشند (Mushagalusa *et al.*, 2008). همچنین به‌نظر می‌رسد که بهبود پایداری عملکرد، مزیت اصلی کشت مخلوط است (Rao & Singh, 1990). بهبودی پایداری عملکرد علاوه‌بر بهبود حاصلخیزی خاک و به تبع آن افزایش رشد و تولید گیاه تحت تأثیر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، عمدتاً ناشی از کاهش خطر خشکی و آسیب کمتر آفات و بیماری می‌باشد. بر این اساس، طبق مطالعه Fininsa (1997) مشخص گردید که کشت مخلوط ذرت و لوبیا، عملکرد لوبیا را ۴۸/۵درصد افزایش داد.

هدف از کشت مخلوط، بهینه‌سازی استفاده از فضا، زمان و منابع فیزیکی در هر دو قسمت بالا و پایین خاک از طریق به حداکثررساندن اثرات مثبت و به‌حداقل‌رساندن اثرات منفی (رقابت) می‌باشد (Nielsen *et al.*, 2001). موفقیت کشت مخلوط به‌میزان زیادی به منابع قابل‌دسترس، شرایط تأثیرگذار بر فنولوژی و رشد در تمام گونه‌ها وابسته است (Mushagalusa *et al.*, 2008). موفقیت این سیستم کشت بستگی زیادی به انتخاب گیاهان اصلی و همراه و همچنین روش‌های کشت آن‌ها به‌صورت مخلوط دارد (Mushagalusa *et al.*, 2008). در این راستا باید صفات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان اصلی و همراه را مورد توجه قرار داد.

در بین سیستم‌های کشت مخلوط، ترکیب گیاهان غلات و بقولات از جمله معمول‌ترین و قدیمی‌ترین این سیستم‌ها در نقاط مختلف دنیا به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه می‌باشد (Ofori & Stern, 1987; Poggio, 2005). به سیستم‌های کشت مخلوطی که در آن‌ها یکی از گونه‌های مخلوط دارای قابلیت تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق همزیستی با باکتری های جنس ریزوبیوم است، کشت مخلوط کلاسیک گفته می‌شود. در این شرایط، گیاه غیربقولات از نیتروژن تثبیت‌شده در غده‌های موجود در ریشه بقولات استفاده خواهد کرد. باید به این نکته توجه داشت که نیتروژن فراهم‌شده توسط فرآیند تثبیت بیولوژیکی، به‌علت این‌که به‌طور تدریجی آزاد شده و میزان فراهمی آن نیز تا حدود زیادی با نیاز گیاه غیربقولات (در صورت انتخاب صحیح گیاهان) منطبق است، بنابراین، به‌مراتب تأثیر بسیار بیشتری بر کارآیی مصرف منابع و تولید گیاهان خواهد داشت. یکی از عوامل مؤثر بر میزان تثبیت بیولوژیکی نیتروژن توسط گیاهان خانواده بقولات میزان فراهمی نیتروژن در خاک است، به‌طوری‌که هرچه میزان نیتروژن در خاک بیشتر باشد، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن کمتر است. مشاهده شده است که در سیستم‌های کشت مخلوط یک گیاه بقولات با غیربقولات، مصرف نیتروژن توسط گیاه غیربقولات به‌علت تهی‌شدن نیتروژن خاک، منجر به تحریک فعالیت‌های باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شده و در نتیجه میزان تثبیت نیتروژن توسط گیاهان بقولات در سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی افزایش می‌یابد (Gao *et al.*, 2009). Fininsa (1997) گزارش کرد که مقدار نیتروژن تثبیت‌شده توسط لوبیا در کشت مخلوط با ذرت به‌طور متوسط در دو فصل از صفر تا ۲۱۷کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیش از تک‌کشتی آن بود. در این راستا بررسی مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata*) و ذرت (Koocheki *et al.*, 2009; Geren *et al.*, 2008)، ماش (*Vigna radiate*) و ذرت (Yilmaz *et al.*, 2008)، باقلا (*Vicia faba* L.) و جو (Agegnehu *et al.*, 2006) بیانگر سودمندی نظام کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی گیاهان مزبور بوده است. نتایج آزمایش Koocheki *et al,* (2008) روی جذب و کارآیی مصرف نور در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نشان داد که شاخص سطح برگ، میزان جذب نور، تجمع ماده خشک و کارآیی مصرف نور ذرت و لوبیا در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرد. Rostami *et al,* (2011) با بررسی اثر تراکم‌های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر قابلیت جذب و کارآیی مصرف نور نشان دادند که شاخص سطح برگ، میزان جذب نور، تجمع ماده خشک و کارآیی مصرف نور ذرت در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی ذرت افزایش یافت، در حالی‌که صفات نام‌برده در لوبیا در تمام تیمار های کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی کاهش یافتند.

از دیرباز کشت مخلوط ذرت و لوبیا در نقاط مختلف دنیا توسط کشاورزان اجرا می‌شده است. امروزه کشاورزان به‌منظور کاهش هزینه‌های تولید در راستای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و کاربرد غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش‌ها، تمایل مثبت نشان می‌دهند (Blackshaw *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2000). تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از ارقام دارای قدرت رقابتی بالا، تنظیم فاصله ردیف‌های کشت، افزایش تراکم و استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط، به‌عنوان عوامل افزایش دهنده توان رقابتی گیاهان زراعی مطرح می‌باشند (Blackshaw *et al.*, 2006). به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل موفقیت و ماندگاری این سیستم، کاهش رقابت بین گونه‌ها از طریق انتخاب صحیح ذرت و لوبیا در کنار یکدیگر می‌باشد

(Gliessman, 1995). کشت مخلوط ذرت و لوبیا ثبات عملکرد را بهبود بخشیده و منجر به افزایش کارآیی مصرف منابع می‌شود و درنتیجه، کاهش مصرف نهاده‌های خارجی در سیستم‌های تولید محصولات زراعی را به‌همراه دارد (Keating & Carberry, 1993). به‌طور کلی، اگرچه ذرت و لوبیا از جمله گیاهانی هستند که در مطالعات مختلف کشت مخلوط مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته‌اند، ولی تاکنون نتایج زیادی در مورد کشت مخلوط ذرت شیرین با ارقام مختلف لوبیا در دست نمی‌باشد.

بنابراین، با توجه به اهمیت این مطالعه به‌منظور واردکردن گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در بوم‌نظام‌های زراعی جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی، هدف از این مطالعه بررسی اثر نسبت‌های جایگزینی کشت مخلوط ذرت شیرین و ارقام لوبیا بر عملکرد دانه، میزان تجمع ماده خشک، شاخص برداشت و اجزای عملکرد هر دو گیاه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت. تیمارها شامل نسبت‌های جایگزینی ۷۵+ ۲۵، ۵۰+۵۰ و ۲۵ + ۷۵درصد ذرت شیرین (رقم چیس[1] با ارتفاع بوته ۱۵۷سانتی‌متر، پتانسیل تولید یک بلال در بوته، طول بلال ۲۴سانتی‌متر و طول دوره رشد ۷۰روز) با پنج رقم لوبیا (قرمز (رقم درخشان، بوته‌ای و رشد محدود، مقاوم به بیماری‌های ویروسی و دانه درشت و دارای تیپ رشدی ایستاده)، چشم‌بلبلی (رقم ۲۹۰۰۵، زودرس با رشد نامحدود و رونده)، سفید (رقم الماس مقاوم به بیماری‌های ویروسی و پوسیدگی های ریشه‌ای با بازارپسندی مطلوب)، چیتی (رقم صدری، رونده، با دانه‌های گرد و درشت و مقاوم به ریزش دانه و متحمل به بیماری‌های ویروسی) و توده محلی (رقم محلی منطقه رشت، دیررس، نامحدود رشد با تیپ رشدی رونده و مقاوم به بیماری‌های ویروسی) و کشت خالص هر دو گیاه بود.

به‌منظور انجام عملیات آماده‌سازی زمین و تهیه بستر کاشت، از شخم و دیسک استفاده گردید. کاشت ذرت شیرین و لوبیا به‌صورت دستی روی ردیف‌هایی به طول ۲متر در اردیبهشت‌ماه انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها ۶۰سانتی‌متر و فاصله روی ردیف برای ذرت شیرین و لوبیا به‌ترتیب برابر با ۲۰ و ۱۰سانتی‌متر درنظر گرفته شد. عملیات کاشت به‌صورت جداگانه و یک‌درمیان برای هر گونه انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت با هدف تسهیل در خروج گیاهچه‌ها از خاک به شیوه نشتی صورت گرفت. سایر آبیاری‌ها نیز به فاصله هر هفت روز یک‌بار تا پایان فصل رشد (یک هفته قبل از برداشت) ادامه یافت.

عملیات وجین دستی بنا به ضرورت در طول فصل رشد انجام شد. در پایان فصل رشد (خردادماه) و پس از زردشدن بوته‌ها با حذف اثرات حاشیه‌ای صفات مربوط به عملکرد ذرت شیرین (شامل عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه) و لوبیا (شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه) از سطح پنج بوته اندازه‌گیری و ثبت شد.

برای ارزیابی نسبت‌های کشت مخلوط نسبت به خالص شاخص نسبت برابری زمین (LER) محاسبه شد (Gliessman, 1995).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

اثر نسبت‌های کشت مخلوط ذرت شیرین بر عملکرد ارقام لوبیا

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده و متقابل نسبت کشت مخلوط سری جایگزینی با ارقام لوبیا بر عملکرد دانه لوبیا معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱).

بالاترین میانگین عملکرد دانه ارقام لوبیا در مقایسه نسبت‌های کشت مخلوط مربوط به کشت خالص بود، اما در کشت مخلوط با افزایش نسبت کاشت لوبیا در کشت مخلوط با ذرت شیرین عملکرد دانه افزایش یافت، به‌طوری‌که در مقایسه نسبت‌های مختلف کاشت، عملکرد دانه در نسبت کاشت ۷۵درصد لوبیا+۲۵درصد ذرت شیرین در بالاترین میزان با ۱۶۵/۷گرم بر مترمربع بود و پایین‌ترین میزان عملکرد نیز در پایین‌ترین تراکم با ۷۷/۸گرم بر مترمربع حاصل شد (جدول ۲). Taifehnoori (2003) و Pour Tagi (2003) اعلام کردند که با افزایش نسبت کاشت لوبیا عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه در واحد سطح افزایش یافته و بیشترین میزان در نسبت‌های بالای کشت حاصل شد. به‌نظر می‌رسد که با افزایش نسبت کاشت، شاخص سطح برگ کافی برای دریافت نور طی مرحله پُرشدن دانه بر سطح خاک ایجاد شده و متعاقباً کارآیی مصرف انرژی خورشید افزایش می‌یابد که این مسئله از طریق افزایش میزان نور جذب‌شده سبب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شده است.

[1] Chase

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت مخلوط ذرت شیرین بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام لوبیا

Table 1. Analysis of variance for the effect of intercropping ratio series with sweet corn on yield and component yield of bean varieties

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	تعداد غلاف در بوته Pod no.plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف Seed no.pod^{-1}	وزن صد دانه 100-seed weight
تکرار Replication		9121 ns	5211 ns	13.18 ns	1.76 ns	0.04 ns	0.10 ns
نسبت کشت مخلوط (R) Intercropping ratio (R)	3	524697 **	7898430 **	5.77 ns	223.21 **	4.33 **	53.36 **
رقم لوبیا (V) Bean variety (V)	4	1762634 **	11470613 **	1454.77 **	262.11 **	26.88 **	47.64**
R*V	12	27634 **	963659 **	22.77 ns	3.73 ns	1.26 *	1.24 ns
اشتباه آزمایشی Error	38	2824.54	31413.69	14.89	3.98	0.47	8.49
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		11.67	10.64	12.85	9.15	9.08	8.11
R		0.97	0.98	0.92	0.92	0.88	0.53

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

Lesoing & Francis (1999) نیز در کشت مخلوط ذرت و سویا بیان کردند که رابطه مستقیمی بین عملکرد دانه و تعداد گیاه سویا وجود دارد. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که با افزایش تعداد بوته به‌دلیل توسعه پوشش گیاهی بر سطح خاک و افزایش نور جذب‌شده، عملکرد افزایش یافت. بالاترین عملکرد دانه در لوبیا چشم‌بلبلی (۲۳۴/۲۳گرم بر مترمربع) و کمترین عملکرد دانه در توده محلی (۸۴/۷۸گرم بر مترمربع) مشاهده شد که از این نظر تفاوت معنی‌داری با عملکرد دانه لوبیاچیتی نداشت. با بررسی اثر متقابل نسبت کاشت و ارقام مختلف لوبیا مشخص گردید که بالاترین عملکرد دانه درکشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی (۳۴۴گرم بر مترمربع) و کمترین میزان عملکرد دانه در کشت مخلوط لوبیا قرمز با نسبت کاشت ۲۵ درصد لوبیا و ۷۵درصد ذرت (۴۳گرم بر مترمربع) مشاهده شد که با نسبت کاشت ۲۵درصد لوبیا توده محلی و ۷۵درصد ذرت (۶۵گرم بر مترمربع) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد بیولوژیک لوبیا از نظر آماری به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت کشت مخلوط با ذرت شیرین و رقم و برهمکنش متقابل این اثرات در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۱).

میزان عملکرد بیولوژیک در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط با ذرت شیرین بیشتر بود و با افزایش تراکم لوبیا در کشت مخلوط میزان ماده خشک افزایش یافت. بیشترین میزان ماده خشک در نسبت کشت ۷۵درصد لوبیا به‌مقدار ۶۲۱/۳گرم بر مترمربع و کمترین میزان ماده خشک در نسبت کشت ۲۵درصد لوبیا+۷۵درصد ذرت شیرین به مقدار ۲۷۴گرم بر مترمربع مشاهده شد (جدول ۲). این افزایش می‌تواند به‌دلیل ازدیاد پوشش گیاهی و نزدیک‌شدن آن‌ها به تراکم مطلوب در شرایط مخلوط و استفاده بهتر از منابع محیطی باشد (Rahimi *et al.*, 2002).

در مقایسه ارقام مختلف لوبیا، بالاترین عملکرد بیولوژیک در لوبیا چشم‌بلبلی (به‌میزان ۱۰۷۵/۰۷گرم بر مترمربع) و کمترین عملکرد بیولوژیک در لوبیاسفید (۳۵۳/۵گرم بر مترمربع) و توده محلی (به‌میزان ۳۴۸/۳۵گرم بر مترمربع) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.

بررسی اثر متقابل نسبت کاشت و ارقام مختلف لوبیا نشان داد که بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک در کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی (با ۱۶۴۷/۷گرم بر مترمربع) و کمترین میزان ماده خشک در لوبیاسفید و لوبیاچیتی در نسبت کشت ۷۵درصد لوبیا+۲۵درصد ذرت شیرین به‌ترتیب به‌میزان ۱۹۴/۰۳ و ۱۸۶/۹۷گرم بر مترمربع مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط با ذرت شیرین

Table 2. Mean comparison for effect of yield and yield components of bean affected by intercropping ratios with sweet corn

تیمارها Treatments		عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد غلاف در بوته Pod no.$plant^{-1}$	تعداد دانه در غلاف Seed no.pod^{-1}	وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (g)
نسبت‌های کشت مخلوط (R) Intercropping ratios (R)							
25%C+75%B		165.75 b*	621.34 b	29.86 a	19.92 c	7.5 b	35.06 bc
50%C+50%B		117.81 c	414.66 c	30.66 a	22.38 b	7.20 b	36.48 ab
75%C+25%B		77.81 d	274.01 d	30.37 a	26.9 a	7.11 b	38.24 a
100%B		214.39 a	796.15 a	29.25 a	17.96 d	8.29 a	33.86 c
ارقام لوبیا (V) Bean varieties (V)							
چشم‌بلبلی Cowpea		234.23 a	1075.07 a	22.718 cd	27.68 a	9.64 a	36.43 ab
سفید White		156.88 b	348.45 c	45.28 a	25.35 b	7.58 c	34.2 bc
قرمز Red		152.7 b	414.98 b	38.07 b	21.23 c	8.21 b	36.88 a
چیتی Pinto		91.11 c	440.70 b	20.23 d	17.75 d	6.3 d	33.62 c
توده محلی Landrace		84.78 c	353.5 c	23.87 c	16.94 d	5.93 d	38.45 a
اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط× رقم لوبیا Interaction of intercropping ratios× bean varieties							
چشم‌بلبلی Cowpea	100%B	344.0 a	1647.73 a	20393 def	23.7 de	10.26 a	34.2 b-g
	25%C+75%B	284.9 b	1367.5 b	21.14 def	26.600 cd	9.76 ab	35.5 a-g
	50%C+50%B	190.0 d	822.0 c	23.20 def	28.6 abc	9.41 abc	36.6 a-f
	75%C+25%B	118.0 fg	463.03 efg	25.6 d	31.80 a	9.11 bc	39.4 a
سفید White	100%B	156.4 e	687.0 d	23.15 def	15.1 gih	7.97 de	31.6 g
	25%C+75%B	95.03 fgh	501.3 ef	18.96 f	16.8 gih	6.12 gh	32.100 fg
	50%C+50%B	70.0 ijk	328.5 hi	21.31 def	18.30 fgh	5.6 h	34.4 b-g
	75%C+25%B	43.0 k	246.0 ijk	17.48 f	20.80 ef	5.48 h	36.4 a-g
قرمز Red	100%B	108.03 fgh	433.0 fg	24.94 de	12.8 j	5.43 h	37.2 a-e
	25%C+75%B	91.0 ghij	381.0 gh	23.88 de	14.8 ij	5.6 h	37.9 a-d
	50%C+50%B	75.03 ij	320.0 hi	23.44 def	17 ghi	5.93 gh	38.7 ab
	75%C+25%B	65.03 jk	280.0 ij	23.21 def	23.2 e	6.77 fg	40 a
چیتی Pinto	100%B	227.0 c	665.03 d	34.14 c	17.3 ghi	9.26 abc	33.8 c-g
	25%C+75%B	174.8 de	471.87 efg	36.97 bc	18.4 fg	8.37 cde	36.4 a-g
	50%C+50%B	126.0 f	329.0 hi	38.40 bc	21.3 ef	7.77 def	38.3 a-c
	75%C+25%B	83.0 hij	194.03 k	42.78 ab	27.9 bc	7.42 ef	39 ab
توده محلی Landrace	100%B	236.5 c	548.0 e	43.1 ab	20.9 ef	8.56 cd	32.5 e-g
	25%C+75%B	183.0 de	385.03 gh	48.32 a	23 e	7.67 ef	33.4 d-g
	50%C+50%B	128.0 f	273.8 ijk	46.94 a	26.7 cd	7.27 ef	34.4 b-g
	75%C+25%B	80.0 ij	186.97 k	42.78 ab	30.78 ab	6.8 fg	36.4 a-g

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند ($p\leq$۰/۰۵).

* Means with the same letter(s) in each column and for each factor have not significant different based on LSD test ($p\leq0.05$).

شاخص برداشت: شاخص برداشت لوبیا از نظر آماری تنها تحت تأثیر ارقام مختلف لوبیا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). بالاترین میزان شاخص برداشت در لوبیاسفید (۴۵/۲۸درصد) و کمترین آن در لوبیاچیتی (۲۰/۲۳درصد) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با لوبیا چشم‌بلبلی نداشت. شاخص برداشت لوبیاسفید در تمام نسبت‌های کاشت اختلاف معنی‌داری را در مقایسه با سایر ارقام لوبیا نشان داد (جدول ۲). لوبیا قرمز با نسبت کاشت ۷۵درصد لوبیا+ ۲۵درصد ذرت دارای کمترین مقدار شاخص برداشت بود. Rahimi *et al,* (2002) در کشت مخلوط ذرت و سویا بیان کردند که نسبت‌های مختلف کشت بر روی شاخص برداشت تأثیری ندارد و این امر می‌تواند از تغییرات هماهنگ عملکرد دانه و بیولوژیک سطح ناشی شود.

تعداد غلاف در بوته: تعداد غلاف در بوته از نظر آماری تحت تأثیر نسبت کاشت و ارقام لوبیا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). تعداد غلاف در بوته لوبیا در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما با افزایش نسبت کشت لوبیا در کشت مخلوط تعداد غلاف در بوته کاهش یافت؛ به‌طوری‌که در نسبت کاشت ۲۵درصد لوبیا+۷۵درصد ذرت شیرین بالاترین میزان غلاف به تعداد ۲۶٫۹غلاف در بوته مشاهده شد (جدول ۲). Shafshak *et al,* (1989) اظهار داشتندکه در کشت مخلوط آفتابگردان و سویا تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می گیرد و افزایش می‌یابد. Jadoski *et al,* (2000) نیز با انجام آزمایشی بر روی نسبت‌های مختلف کشت لوبیا اعلام کردند که با افزایش نسبت کشت لوبیا، رقابت برای نور و مواد غذایی افزایش یافته و تعداد نیام در بوته کاهش می‌یابد. بالاترین میزان تعداد غلاف در بوته در لوبیا چشم‌بلبلی به تعداد ۲۷/۶۷ غلاف در بوته و کمترین تعداد غلاف در بوته در لوبیاچیتی و توده محلی به‌ترتیب به تعداد ۱۷/۷۵غلاف در بوته و ۱۶/۹۴ غلاف در بوته مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. نسبت کاشت ۲۵درصد لوبیا چشم‌بلبلی و لوبیاسفید بالاترین و در کشت خالص توده محلی کمترین تعداد غلاف در بوته مشاهده شد (جدول ۲).

تعداد دانه در غلاف: تعداد دانه در غلاف لوبیا از نظر آماری تحت تأثیر نسبت کاشت و ارقام مختلف لوبیا در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش این دو تیمار در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۱). تعداد دانه در غلاف لوبیا در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط لوبیا به‌طور معنی‌داری بالاتر بود و نسبت‌های مختلف کاشت لوبیا در کشت مخلوط تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف لوبیا نداشت (جدول ۲).

Carruthers *et al,* (1998) نیز با بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که تعداد دانه در نیام لوبیا تحت تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت واقع نمی‌شود. نتایج نشان دادند که بالاترین تعداد دانه در غلاف در لوبیا چشم‌بلبلی و کمترین تعداد دانه در غلاف در لوبیاچیتی و توده محلی مشاهده شد. مقایسه نسبت‌های کاشت نشان دادند که بالاترین تعداد دانه در غلاف در لوبیا چشم‌بلبلی در کشت خالص مشاهده شد که در نسبت‌های ۷۵ و ۵۰درصد لوبیا نیز تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین میزان تعداد دانه در غلاف در نسبت‌های مختلف کشت توده محلی مشاهده شد (جدول ۲).

وزن صد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که این صفت از نظر آماری تحت تأثیر نسبت کاشت و ارقام مختلف لوبیا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). وزن۱۰۰دانه لوبیا در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بیشتر بود و با افزایش نسبت کاشت لوبیا در کشت مخلوط میزان آن کاهش یافت؛ به‌طوری‌که در نسبت کاشت ۲۵درصد لوبیا+ ۷۵درصد ذرت به بالاترین میزان (۳۸/۲۴گرم) و در کشت خالص لوبیا به کمترین وزن خود (۳۳/۸۶گرم) رسید (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که با افزایش نسبت کشت لوبیا رقابت برای استفاده از نور و مواد غذایی افزایش یافته و در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی به دانه به‌خوبی صورت نخواهد گرفت. Mukhala *et al,* (1999) با تحقیق بر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بیان کردند که با افزایش نسبت کشت لوبیا در کشت مخلوط از وزن دانه لوبیا کاسته شد.

Koocheki *et al,* (2008) با بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که وزن صددانه لوبیا تحت تأثیر قرار نگرفت، این در حالی است که Rezvan Beydokhti (2005) بیان کرد که با جابه‌جایی از کشت خالص به سمت مخلوط، وزن دانه لوبیا کاهش یافت.

نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که بالاترین وزن ۱۰۰دانه در توده محلی و کمترین وزن ۱۰۰دانه در لوبیاچیتی مشاهده شد (جدول ۲) که دلیل این امر مربوط به تفاوت ژنتیکی ارقام می‌باشد.

شاخص برداشت: این صفت از نظر آماری تحت تأثیر تراکم، نوع و اثرات این دو تیمار قرار نگرفت (جدول ۱). بالاترین شاخص برداشت در لوبیاچیتی و لوبیاسفید با ۵۶/۲۰ درصد و کمترین میزان شاخص برداشت در توده محلی با ۴۵/۷۴درصد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲).

اثر نسبت‌های کشت مخلوط ارقام لوبیا بر عملکرد ذرت شیرین

نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت مخلوط ارقام لوبیا بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در جدول۳ نشان داده است.

عملکرد دانه: عملکرد دانه ذرت شیرین از نظر آماری تحت تأثیر معنی‌دار نسبت کاشت و ارقام مختلف لوبیا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). به‌طور کلی، عملکرد دانه ذرت شیرین در کشت خالص (۸۵۷گرم بر مترمربع) بیشتر از کشت مخلوط بود، اما با افزایش تراکم ذرت در نسبت‌های کشت مخلوط سری‌های جایگزینی با ارقام لوبیا عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین و کمترین میزان عملکرد دانه در بین نسبت‌های کشت مخلوط به‌ترتیب برای ۷۵درصد ذرت شیرین+۲۵درصد لوبیا با ۷۳۴/۸گرم بر مترمربع و ۲۵درصد ذرت شیرین+۷۵درصد لوبیا با ۳۴۶/۶گرم بر مترمربع به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت مخلوط ارقام لوبیا بر شاخص‌های عملکرد ذرت شیرین

Table 3. Analysis of variance for the effect of intercropping ratio series with bean varieties on yield criteria of sweet corn

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	65090 ns	2986.2 ns	18.46 ns
نسبت کشت مخلوط (R) Intercropping ratio (R)	3	566460.8 **	16659800 **	86.428 ns
رقم لوبیا (V) Bean variety (V)	4	439365.4 **	1524300 **	106.69 ns
R*V	12	14272.9 ns	21300 ns	4.61 ns
خطا آزمایشی Error	38	25520.7	88593.1	47.98
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		9.43	9.0	13.56
R		0.95	0.94	0.33

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

به‌نظر می‌رسد این امر به‌علت بالاتربودن تعداد بوته‌های ذرت در واحد سطح می‌باشد. می‌توان این‌گونه برداشت کرد که با توجه به این‌که لوبیا تثبیت‌کننده نیتروژن است و غلات هم برای رشد و تشکیل دانه نیازمند نیتروژن هستند، سیستم کشت مخلوط سبب تأمین این نیاز ذرت شیرین شده است. همچنین باتوجه به این مطلب که کانوپی ذرت دارای حجم و ارتفاع بیشتری در مقایسه با کانوپی لوبیا می‌باشد، بنابراین ذرت رقیب قوی‌تری در جذب نور و سایر منابع برای لوبیا به‌شمار می رود. Koocheki *et al*, (2008) نیز در ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیاچیتی بر اساس سری‌های جایگزینی بیان کردند که رقابت برون‌گونه‌ای لوبیا نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای ذرت کاهش می‌یابد و بدین‌ترتیب، فضای بیشتری برای رشد ذرت فراهم شده و ماده فتوسنتزی بیشتری به بلال‌ها انتقال می‌یابد و تعداد دانه افزایش می‌یابد که این مسئله باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. Shayghan *et al*, (2008) در مطالعه روی کشت مخلوط ذرت و ارزن دم‌روباهی به این نتیجه رسیدند که نسبت‌های مختلف کاشت، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت دارد. در مقایسه اثر نسبت‌های کشت بر ارقام مختلف لوبیا و ذرت، بالاترین عملکرد دانه ذرت در کشت مخلوط با لوبیاچیتی با نسبت کاشت ۲۵درصد ذرت و ۷۵درصد به‌میزان ۶۲۸/۳گرم بر مترمربع و کمترین میزان عملکرد دانه ذرت در کشت مخلوط با لوبیا چشم‌بلبلی و لوبیا قرمز به‌ترتیب به‌میزان ۴۶۰/۷ و ۴۷۱/۳گرم بر مترمربع مشاهده شد (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک: عملکرد بیولوژیک ذرت شیرین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت کاشت و ارقام مختلف لوبیا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). بالاترین عملکرد بیولوژیک با ۱۸۳۵گرم بر مترمربع در کشت خالص و کمترین مقدار آن به‌میزان ۱۰۳۰گرم بر مترمربع با نسبت کاشت ۵۰درصد لوبیا+ ۵۰درصد ذرت شیرین مشاهده شد (جدول ۴). با افزایش نسبت کاشت ذرت در کشت مخلوط به واسطه افزایش تعداد بوته در واحد سطح و همچنین افزایش ساقه و برگ عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ماده خشک ذرت در کشت مخلوط با توده محلی و لوبیا چیتی با نسبت کاشت ۲۵درصد لوبیا+۷۵درصد ذرت شیرین به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های عملکرد ذرت شیرین تحت تأثیر نسبت‌های کشت مخلوط با ارقام لوبیا

Table 4. Mean comparison for effect of yield criteria of sweet corn affected by intercropping ratios with bean varieties

تیمارها Treatments		عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع) Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
نسبت‌های کشت مخلوط (R) Intercropping ratios (R)				
100%C		857.0a*	183.5a	46.85a
25%B+75%C		734.8 b	138.6 b	53.356 a
50%B+50%C		524.8 c	103c	51.281 a
75%B+25%C		346.6 d	72 d	48.57 a
ارقام لوبیا (V) Bean varieties (V)				
چشم‌بلبلی Cowpea		460.7 c	846.7 c	53.94 ab
سفید White		567 b	1073.3 ab	52.42 ab
قرمز Red		471.3 c	993.3 b	47.27 b
چیتی Pinto		628.3 a	1156. 7 a	54.24 a
توده محلی Landrace		549.7 b	1156. 7 a	47.47 b
اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط× رقم لوبیا Interaction of intercropping ratios× bean varieties				
چشم‌بلبلی Cowpea	100%B			
	25%C+ 75%B	267 h	540 h	49.97 a
	50%C+50%B	440 e	810 fg	54.85 a
	75%C+25%B	675 bc	1190 cd	56.98 a
قرمز Red	100%B			
	25%C+ 75%B	320 gh	690 gh	46.51 a
	50%C+50%B	450 e	960 ef	46.89 a
	75%C+25%B	644 c	1330 bc	48.41 a
توده محلی Landrace	100%B			
	25%C+ 75%B	356 fg	7900 g	45.74 a
	50%C+50%B	550 d	1160 d	47.53 a
	75%C+25%B	743 ab	1520 a	49.17 a
چیتی Pinto	100%B			
	25%C+ 75%B	424 ef	820 fg	51.96 a
	50%C+50%B	634 cd	1170 d	54.55 a
	75%C+25%B	827 a	1480 ab	56.20 a
سفید White	100%B			
	25%C+ 75%B	366 efg	690 gh	48.67 a
	50%C+50%B	550 d	960 ef	52.58 a
	75%C+25%B	785 a	1410 ab	56.20 a

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند ($p\leq$۰/۰۵).

* Means with the same letter(s) in each column and for each factor have not significant different based on LSD test ($p\leq0.05$).

شاخص برداشت: اگرچه شاخص برداشت ذرت شیرین از نظر آماری تحت تأثیر تراکم، نوع و اثرات این دو تیمار قرار نگرفت (جدول ۳)، ولی بالاترین شاخص برداشت ذرت در کشت با لوبیاچیتی (۵۶/۹۸درصد) و کمترین میزان شاخص برداشت در کشت با لوبیاقرمز (۴۶/۵۱درصد) و توده محلی (۴۵/۷۴درصد) مشاهده شد و تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۴). Rostami *et al*, (2011) نیز گزارش کردند که شاخص برداشت ذرت درکشت مخلوط۵۰:۵۰ به حداکثر میزان خود و در حدود ۶۰درصد رسید.

نسبت برابری زمین (LER)

اگر چه نسبت برابری زمین به‌طور مستقیم شاخص تعیین کننده وضعیت رقابت در کشت مخلوط نمی‌باشد، اما از آنجاکه به‌طور غیرمستقیم معیاری از تأثیر رقابت بر عملکرد هر یک از

گیاهان در مخلوط و نیز عملکرد نهایی مخلوط می‌باشد، لذا می‌توان آن را معیاری از وضعیت رقابت در جامعه گیاهی مخلوط در نظر گرفت (Gliessman, 1995). نتایج این آزمایش نشان داد که در کلیه نسبت‌های کشت مخلوط ذرت شیرین با ارقام لوبیا، اجرای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی هر یک از آن‌ها برتری دارد و بالاترین نسبت برابری زمین با ۱/۴۷ برای نسبت ۲۵درصد لوبیا توده محلی+۷۵درصد ذرت شیرین به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- اثر نسبت‌های کشت مخلوط ارقام لوبیا با ذرت شیرین بر نسبت برابری زمین

Table 5. Effect of intercropping ratios of bean varieties with sweet corn on land equivalent ration

نسبت‌های کشت مخلوط (ذرت شیرین+ لوبیا) Intercropping ratios (sweet corn+ bean)	ارقام لوبیا Bean varieties				
	سفید White	قرمز Red	توده محلی Landrace	چیتی Pinto	چشم‌بلبلی Cowpea
100%+ 0%	-	-	-	-	-
75%+ 25	1.20d*	1.14e	1.27c	1.10f	1.14e
50%+ 50%	1.19d	1.08f	1.34b	1.19d	1.06
25%+ 75%	1.25c	1.12e	1.47a	1.23cd	1.13e
0%+ 100%	-	-	-	-	-

* میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر مبنای آزمون LSD ندارند (p≤۰/۰۵).

* Means with the same letter(s) have not significant different based on LSD test (p≤0.05).

به‌نظر می‌رسد که علت این امر مربوط به تراکم مطلوب گیاهی در این تیمار و استفاده بهتر از منابع محیطی می‌باشد. همچنین علت برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی آن‌ها را می‌توان به اثر مکملی آن‌ها در استفاده بهینه از منابعی نظیر نیتروژن و آب و به تبع آن کاهش تقاضا برای نهاده‌های خارجی نسبت داد. بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۴۷) در نسبت تراکمی ۷۵درصد ذرت شیرین+ ۲۵درصد لوبیا مشاهده شد که به‌نظر می‌رسد علت آن تراکم مطلوب گیاهی در این تیمار و استفاده بهتر از منابع محیطی می‌باشد. در آزمایشی که توسط Abeya *et al*, (2015) انجام شد نیز به این نتیجه رسیدند که سودمندی کشت مخلوط ذرت و لوبیا در مقایسه با کشت خالص آن‌ها بالاتر است. همچنین Katang (1989) در آزمایشی بر روی کشت مخلوط لوبیا-ذرت شیرین نتیجه‌گیری کرد که لوبیا یک گونه مناسب برای کشت مخلوط با ذرت می‌باشد. همچنین گزارش شده است که افزایش نسبت برابری زمین در کشت مخلوط غلات با بقولات بیشتر به خاطر افزایش نسبت برابری جزئی در ذرت (غلات) بوده و عملکرد دانه و ماده خشک لوبیا (حبوبات) رابطه مستقیم و معنی‌داری با تراکم لوبیا و نیز رابطه منفی و معنی‌داری با تراکم ذرت (غلات) داشت که احتمالاً به‌دلیل سایه‌اندازی ذرت بوده است (Koocheki *et al.*, 2009).

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره ۲/۲۹۶۶۵ مصوب ۱۳۹۳/۰۲/۲۰ معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده است که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Abeya, S., Fukai, A., and Rodriguez, D. 2015. As the level of crop productivity increases: Is there a role for intercropping in smallholder agriculture. Field Crop Research 180: 156-166.
2. Agegnehu, G., Ghizam A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.
3. Awal, M.A., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. Agriculture and Forest Meteorology 139: 74-83.
4. Black, C., and Ong, C. 2000. Utilization of light and water in tropical agriculture. Agriculture and Forest Meteorology 104: 25-47.
5. Blackshaw, R.E., O'Donovan, J., Harker, T.K.N., Clayton, G.W., and Stougaard, R.N. 006. Reduced herbicide doses in field crops: A review. Weed Biology and Management 6: 10-17.

6. Carruthers, K., Prithiviraj, B., Fe, Q., Cloutier, D., Martin, R.C., and Smith, D.L. 1998. Intercropping corn with soybean, lupin and forage yield component responses. European Journal of Agronomy 12: 103-11.
7. Fininsa, C. 1997. Effects of planting pattern, relative planting date and intra-row spacing on haricot bean/maize intercrop. African Crop Science Journal 5(1): 15-22.
8. Gao, Y., Duan, A., Sun, J., Li, F., Liu, Z., Liu, H., and Liu, Z. 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. Field Crops Research 111: 65-73.
9. Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H., and Kir, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: biomass yield and silage quality. African Journal of Biotechnology 7(22): 4100-4104.
10. Gliessman, S.R. 1995. Agroecology, Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture. Springer-Verlag, New York, Inc. 380 pp.
11. Jadoski, S.O., Carlesso, R., Wolschick, D., Petry, T., and Frizzo, Z. 2000. Plant population and row spacing for irrigated dry bean. II: Grain yield and yield components. Brazilian Ciencia Rural 30: 567-573.
12. Katang, A.B. 1989. The performance of sweet corn and selected legumes in weeded and non-weeded intercropping system. University Putra Malaysia. Pp. 80.
13. Keating, B.A., and Carberry, P.S. 1993. Resource capture and use in intercropping: solar radiation. Field Crops Research 34: 273-301.
14. Koocheki, A., Laleghani, B., and Najibnia, S. 2008. Evaluation of intercropping beans and corn production. Journal of Agricultural Research 7: 605-614.
15. Koocheki, A., Lalehgani, B., and Najibnia, S. 2009. Evaluation of productivity in bean and corn intercropping. Iranian Journal of Field Crop Research 7(2): 605-614. (In Persian with English Summary).
16. Lesoing, G.W., and Francis, A.C. 1999. Strip intercropping effects on yield and yield components of corn, grain sorghum, and soybean. Agronomy Journal 91: 804-813.
17. Manna, M.C., and Singh, M.V. 2001. Long- term effects of intercropping and biolitter recycling on soil biological activity and fertility status of subtropical soils. Bioresource Technology 76: 143-150.
18. Mukhala, E., Juger, J.M., and Vanrensburg, L.D. 1999. Dietary nutrient deficiency in small-scale farming communities in South Africa benefits of intercropping maize and beans. Nutrition Research 19(4): 629-641.
19. Mushagalusa, G.N., Ledent, J.F., and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. Environmental and Experimental Botany 64: 180-188.
20. Nielsen, H., Ambus, H.P., and Jensen, E.S., 2001. Interspecific competition N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. Field Crops Research 70: 101-109.
21. Ofori, F., and Stern, W.R. 1987. Cereal-legume intercropping systems. Advances in Agronomy 41: 41-90.
22. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
23. Pour Tagi, N. 2003. Intercropping Corn and Common Bean. MSc. Thesis, University of Tabriz. Pp. 90. (In Persian)
24. Rahimi, M., Mazaheri, D., Khodabande, N., and Heidari Sharif Abad, H. 2002. Study of yield and component yield of corn and soybean in intercropping. Pazhouhesh and Sazandegi (55): 45-51. (In Persian with English Summary).
25. Rao, M.R., and Singh, M. 1990. Productivity and risk evaluation in contrasting intercropping system. Field Crops Research 23: 279-293.
26. Rezvan Beydokhti, S. 2005. Comparison of different intercropping arrangement of corn and bean. MSc. Thesis, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary).
27. Rostami, L., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2011. The effect of different crop plant densities on radiation absorption and use efficiency by corn (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropped canopy. Journal of Agroecology 3(3): 290-297. (In Persian with English Summary).
28. Shafshak, S.E., Shokre, E.S., and Ahmar, B.A. 1989. Studies on soybean and sunflower intercropping, plant characteristics, yield and yield components of soybean sunflower. Field Crops Research 10:41-56. (In Persian with English Summary).
29. Shayghan, M., Mazaheri, D., Rahimian, H., and Peghambari, S. 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. (In Persian with English Summary).

30. Taifehnoori, M. 2001. 2003. Intercropping of corn and pinto bean. MSc. Thesis University of Tabriz, Tabriz, Iran Pp. 83. (In Persian).
31. Tsubo, M., and Walker, S. 2002. A model of radiation interception and use by a maize-bean intercrop canopy. Agriculture and Forest, Meteorology 110: 203-215.
32. Tsubo, M., Walker, S., and Ogindo, H.O. 2005. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field Crops Research 93: 10-22.
33. Walker, S., and Ogindo, H.O. 2003. The water budget of rainfed maize and bean intercrop. Physiology Chemistry Earth 28: 919-926.
34. Yilmaz, S., Atak, M., and Erayman, M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean region. Turkish Journal of Agricultural and Forestry 32: 111-119.
35. Zhang, Z.H., Weaver, S.E., and Hamill, A.S. 2000. Risks and reliability of using herbicides at below-labeled rates. Weed Technology 19: 106-115.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 2, 2017, p. 192-204

Effect of replacement intercropping ratios of sweet corn with bean varieties on yield and yield components

Asadi[1*], G.A., Khorramdel[1], S., Shahriary[2], R., Ranjbar[2], F. & Aghhavani Shajari[2], M.

1. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
2. PhD Student, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Received: 11 November 2015
Accepted: 30 May 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i2.50084

Introduction

Conservation agriculture (CA) has been proposed as a set of principles that could help reverse widespread soil degradation in the region and help farmers stabilize yields by mitigating the effects climate variability. Though numerous questions remain on how CA practices might fit in a complex mix grain-grazing farming systems, where limited land, cash and labor impose severe constraints on farmers' options. Intercropping is a CA approach that has been traditionally practiced in many parts of world and has some advantages over monocultures. One of its obvious advantages may be to increase forage protein, the principle being improvement of forage quality through the complementary effects of two or more crops grown simultaneously on the same area of land. Intercropping supplies efficient resource utilization, reduces risk to the environment and production costs, and provides greater financial stability, making the system more suitable particularly for labor-intensive, small farmers. Morpho-physiological differences and agronomic factors such as the proportion of crops in the mixture and fertilizer application regulate competition between component crops for growth-limiting factors. Greater total uptake of nutrients and other growth factors by the component crops in the intercropping is the primary cause of obtaining intercropping advantage. Intercropping research studies involving a cereal and a legume have not considered the combined effect of fertilizer application and plant population variation. Maize and beans are important food crops, mostly grown by resource- poor farmers in complex and risky farming systems. Morgado & Willey (2003) showed that competitive effect of intercrop beans on maize yields was high at higher plant populations.

Materials & Methods

In order to study the production potential and competitiveness of sweet corn and bean varieties, an experiment was carried out based on a randomized complete block design with three replications in the Agricultural Research Station, Ferdowsi University of Mashhad, during growing season of 2014-2015. Treatments included different combinations of bean (B) and sweet corn (C): 25%B+75%C, 50%B+50%C, 75%B+25%C and bean varieties and their monoculture. Bean varieties consisted cowpea, white, red, pinto and landrace and chase sweet corn. Studied criteria were yield components (pod number per plant, seed number per pod and 100-seed weight), biological yield, seed yield and harvest index (HI) of bean and biological yield, seed yield and HI of sweet corn and land equivalent ratio (LER).

Results & Discussion

The results indicated that effect of intercropping ratios were significant ($p\leq0.05$) on seed yield, biological yield, HI, pod number per plant and seed number per pod and biological yield and seed yield of

***Corresponding Author:** asadi@um.ac.ir, Mobile: 09151848167

bean. The highest seed yield of bean was observed in 75%B + 25%C with 1675 $g.m^{-2}$ and the lowest was related to 25%B + 75%C with 778 $g.m^{-2}$. The maximum seed yield was obtained in pinto (2342.33 $g.m^{-2}$) and the minimum was achieved in landrace (847.75 $g.m^{-2}$). Seed yield of sweet corn in monoculture was higher than intercropping ratios, but by increasing density in intercropping ratios with bean varieties it significantly enhanced. The highest and the lowest seed yield in intercropping ratios were observed in 75%C + 25%B with 7348.1 $g.m^{-2}$ and 25%C + 75%B with 3466 $g.m^{-2}$, respectively. In all combinations of intercropping ratios LER was higher than 1, that it represents intercropping is better than monoculture. The maximum land equivalent ratio was calculated with 1.47 for 25%B (landrace) + 75%C. The results showed that landrace was competitive than other varieties.

Conclusion

The effect of intercropping ratios of sweet corn with bean landraces were significant ($p\leq0.05$) on seed yield, biological yield, HI and yield components of the crops. The maximum seed yield was obtained in pinto and the minimum was achieved in landrace. Seed yield of sweet corn in monoculture was higher than intercropping ratios, but by increasing density in intercropping ratios with bean varieties it significantly enhanced. According to the results, intercropping of plants of 25%B (landrace) + 75%C can be beneficial in term of ecological management.

Key words: Competitiveness, Harvest index, Intercropping, Land equivalent ratio