



بررسی کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا چیتی و ذرت - سویا

فرهاد فرح‌وش^۱، علی رحمتی^۲، فرهاد جعفری^۳ و حبیب امیرحلاجی^۳

چکیده

این پژوهش دو ساله به منظور تاثیر تعداد ردیف‌های کاشت گیاهان ذرت - لوبیا چیتی، ذرت - سویا در کشت - های مخلوط و خالص آنها بر عملکرد در طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل A: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا چیتی، هر یک در یک ردیف، B: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا چیتی، هر یک در دو ردیف، C: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا چیتی، هر یک در سه ردیف، D: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا، هر یک در یک ردیف، E: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا، هر یک در دو ردیف، F: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا، هر یک در سه ردیف، G: کشت خالص ذرت، H: کشت خالص لوبیا چیتی و I: کشت خالص سویا بودند. نتایج آزمایش نشان دادند که عملکرد ذرت در هر دو سال در تیمار D (کشت نواری یک ردیفه ذرت - سویا) حداکثر (معادل ۱۷۸۱۸ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار G (کشت خالص ذرت) حداقل (۱۵۵۰۹ کیلوگرم در هکتار) برآورد شد. این نشان می‌دهد که عملکرد ذرت در کشت نواری مخلوط در مقایسه با کشت خالص آن بالاتر بود. ذرت، همچنین، در تیمار A (کشت نواری یک ردیفه ذرت - لوبیا) بیشترین و در تیمار C (کشت نواری سه ردیفه ذرت - لوبیا) کمترین عملکرد را تولید کرد. ذرت در تیمار D (کشت مخلوط ذرت سویا هر یک در یک ردیف) نیز بیشترین و در تیمار F (کشت مخلوط ذرت - سویا هر یک در سه ردیف) کمترین عملکرد را به دست آورد. لوبیا در تیمار H (کشت خالص لوبیا چیتی) با تولید ۲۴۹۸ کیلوگرم در هکتار از بیشترین و در تیمار A (کشت مخلوط نواری یک ردیفه ذرت - لوبیا) با تولید ۲۰۷۳ کیلوگرم در هکتار از کمترین عملکرد برخوردار شد. سویا در تیمار I (کشت خالص سویا) دارای بیشترین (۴۷۹۴ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار D (کشت مخلوط نواری یک ردیفه ذرت - سویا) کمترین (۳۲۵۷ کیلوگرم در هکتار) بود. در کل، می‌توان گفت که لوبیا و سویا در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط عملکرد بیشتری تولید کردند.

واژگان کلیدی: ذرت، لوبیا، سویا، کشت مخلوط نواری.

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز (نگارنده‌ی مسئول)
farahvash@iaut.ac.ir
۲- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۲
۳- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۰

مقدمه

ذرت متعلق به تیره‌ی Poaceae و از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است که از نظر تولید جهانی بعد از گندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است. جمعیت رو به افزایش جهان با کمبود عمده‌ای در تولیدات گیاهی و غذای مورد نیاز مواجه است. بنابراین برای تأمین غذا به گیاهان زراعی پر محصولی مانند ذرت نیاز دارد (Alyari et al., 2000).

لوبیا متعلق به تیره‌ی Fabaceae به فرم بوته‌ای یا خزنده رشد می‌کند و گل‌ها قبل از بازشدن، گرده افشانی را انجام می‌دهند. ریشه لوبیا از نوع راست است که در صورت وجود خاک نفوذپذیر می‌تواند تا عمق حدود یک متر وارد خاک شود و شبکه نسبتاً توسعه یافته‌ای از ریشه به وجود آورد (Barzegari et al., 2004).

سویا متعلق به تیره‌ی Fabaceae یک‌ساله، روز کوتاه که در مقابل روزهای بلند حساسیت نشان می‌دهد. دارای ریشه اصلی عمقی بوده که می‌تواند تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری در خاک نفوذ نماید. عملکرد بالا در سویا تا حدودی وابسته به وجود سیستم حجمی ریشه همراه با گرهک‌های تثبیت کننده نیتروژن است. از ریشه اصلی، ریشه‌های فرعی حاصل می‌گردند که دارای پراکنش افقی می‌باشد. در صورت وجود باکتری‌های همزیست سویا، گرهک‌های ریشه‌ای پس از تشکیل ریشه‌های مویین در خاک شکل می‌گیرند (Alyari et al., 2000).

استفاده از کشت مخلوط برای سیستم کشاورزی پایدار مورد تأکید قرار گرفته است (Zhang et al., 2003; Ardakani, 2008). امروزه کمبود مواد غذایی به دلایل مختلف از جمله افزایش جمعیت، تخریب محیط زیست و پایین بودن راندمان تولید در واحد سطح چهره‌ی خود را به طور روز افزون نشان می‌دهد.

بنابراین، بازنگری در روش‌های متداول کشاورزی و راه‌کارهای مربوط به استفاده‌ی بیشتر و بهتر از زمین و افزایش تولید بیش از پیش باید مورد توجه قرار گیرد (Alyari et al., 2000; Brussaard et al., 2007; Wu et al., 2009). سیستم‌های کشاورزی پیشرفته و تک کشتی گرچه با بالا بردن راندمان محصول در واحد سطح توانسته‌اند تا حدی نیازهای جمعیت رو به افزایش را تأمین نمایند، ولی این سیستم‌ها به صرف هزینه و انرژی فراوان نیاز دارند. از نظر بوم‌شناختی و زیست محیطی نیز تک کشتی یک سری مشکلات جدی به وجود آورده است. استفاده بیش از حد از منابع آبی، فرسایش شدید خاک و از بین رفتن سریع منابع طبیعی نمونه‌هایی از مشکلات فراوانی هستند که بشر در قرن حاضر با آنها مواجه است (Tang et al., 2008; Rathke et al., 2006; Pirzade, 2001). مهم‌ترین اصل در پایداری یک بوم‌سازگان (زراعی یا طبیعی) وجود تنوع در آن است. در طبیعت بوم‌سازگان‌های بالغ از تنوع بیشتری برخوردار بوده و در حال تعادل و پایداری هستند. تنوع در بوم‌سازگان‌های طبیعی در مقابل عوامل محیطی نظیر شیوع آفات، بیماری‌ها و غیره نوعی پایداری و ثبات به آنها می‌بخشد. بنابراین، ایجاد تنوع در بوم‌سازگان‌های کشاورزی می‌تواند تا حدی آنها را در مقابل عوامل نامساعد یاری کند (Bauman, 2001). کشت مخلوط تلاشی است در راستای سایر تلاش‌ها تا بتوان بر این مشکلات فایز آمد. در کشت مخلوط دو یا چند گونه‌ی گیاهی در کنار یکدیگر و در یک محیط معین کاشته می‌شوند. این سیستم زراعی اهدافی نظیر ایجاد تعادل بوم‌شناختی، بهره‌برداری حداکثر از منابع محیطی نظیر آب، خاک و مواد غذایی، استفاده بهینه از منابع محدود رشدی (مثل نور، دی‌اکسیدکربن و ...)، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارات ناشی از آفات و بیماری‌ها و

می‌دهد (Smith and Carter, 1998). در گزارش دیگری، در مورد کشت مخلوط نواری ذرت با سویا عملکرد بیولوژیک نسبت به کشت خالص افزایش نشان داد (Li et al., 2001). در کشت مخلوط نواری ذرت با سویا در ردیف‌های کناری نوار بوته‌های ذرت با دریافت قسمت اعظم تشعشعات خورشیدی فتوسنتز زیادتری انجام داده و توانایی بیشتری را برای پر کردن دانه‌ها دارند (Ghaffarzadeh et al., 1994). در کشت مخلوط ذرت و کدوی تخم کاغذی وزن ۱۰۰ دانه‌ی ذرت در نسبت‌های مختلف تراکمی تغییرات معنی‌داری را نشان داد (Khoramivafa, 2006). کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای مزایای اقتصادی و بوم شناختی زیاد می‌باشد که در نتیجه‌ی آزمایش‌های ساده از مقایسه‌ی رشد گیاهان در مجاورت همدیگر و به صورت خالص به دست می‌آید که می‌توان به برخی از آنها اشاره کرد: افزایش عملکرد کل در واحد سطح، ثبات عملکرد، بهبود خواص کیفی محصول، حداکثر استفاده از منابع موجود، کاهش خسارت ناشی از علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و کاهش فرسایش و بهبود حاصلخیزی خاک (Singh and Keshanlo, 1990). سینگ و تریپاتی (Singh and Tripatti, 1973) گزارش کردند که ذرت در کشت مخلوط با سویا، عملکرد بیشتری تولید می‌کند و دلایل این امر را افزایش میزان جذب عناصری از جمله نیتروژن عنوان کردند. واتکینسون (Watkinson, 1981) توانایی نسبی هر گونه را از تقسیم ضریب رقابت درون گونه‌ای بر ضریب رقابت برون گونه‌ای به دست آورد و اظهار کرد که اگر شاخص تفکیک آشیان بوم شناختی بزرگ‌تر از یک باشد در بین گونه‌ها رقابت وجود ندارد و به همین علت کشت مخلوط بر خالص برتری خواهد داشت. وست و گریفیت (West and Griffith, 1992) ۲۶ درصد افزایش عملکرد را در ردیف‌های حاشیه‌ای

علف‌های هرز را دنبال می‌کند (Cripps, 1987). کشت مخلوط نواری نوعی از کشت مخلوط است که در آن هر گونه به صورت نوارهای مجزا در مجاورت گونه‌ی دیگر کشت می‌گردد. در این سیستم گیاهان در نوارهایی کنار یکدیگر رشد می‌کنند و اجازه‌ی ظهور اثرات متقابل بین آنها به وجود می‌آید و همچنین می‌توان برای مدیریت مزرعه از ادوات پیشرفته‌ی کشاورزی استفاده کرد (Ghaffarzadeh et al., 1994). باومن (Bauman, 2001) دلیل اصلی تفاوت گونه‌ها در جذب نور ورودی به کانوپی مخلوط را تفاوت‌های ساختاری اجزای مخلوط، ویژگی‌های ریخت شناختی و سرعت رشد اولیه‌ی هر یک از گونه‌ها می‌داند. در کشورهای پیشرفته‌ی دنیا، کشت مخلوط نواری ذرت و سویا گسترش زیادی دارد. اضافه کردن سایر گونه‌ها به این سیستم بستگی به شرایط منطقه، سودمندی و سازگاری گونه‌ها دارد (Gocio, 2003). در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی تولید به علت کاهش رقابت بین گونه‌ای در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای افزایش می‌یابد. چرا که دو گونه از نظر خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک با هم متفاوت هستند و آشیان‌های بوم شناختی متفاوتی را اشغال می‌کنند (Cripps, 1987). بنا بر عقیده‌ی جعفرزاده و همکاران (Ghaffarzadeh et al., 1994) اثر مثبت حاشیه‌ای در سیستم کشت مخلوط نواری ذرت- سویا موجب افزایش عملکرد ذرت می‌گردد. در یک بررسی مشخص شد که عملکرد ذرت در کشت مخلوط نواری با سویا و یولاف، ۱۵-۱۲ درصد افزایش داشت (Gocio, 2003). وجود گونه‌های لگوم همانند سویا با برخورداری از توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفری محیط مساعدی را برای گونه‌های غیر لگوم فراهم می‌سازند. ذرت نیز با ترشح مواد اسیدی از ریشه‌ها و تغییر میزان اسیدیتته‌ی خاک قابلیت دسترسی عناصر ریزمغذی مانند آهن را برای گونه‌های لگوم افزایش

قابل جذب ppm ۵۴۰ - ۳۸۰ و بافت خاک لوم شنی (شن ۶۸، سیلت ۱۸ و رس ۱۴ درصد).

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ روی ذرت هیبرید ۷۰۴، لوبیا چیتی (رقم محلی ارومیه) و سویا (رقم ویلیامز) اجرا شد. این آزمایش شامل ۹ تیمار و ۲۷ پلات بود. عوامل مورد بررسی عبارتند بودند از: A: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت یک ردیفه، B: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت دو ردیفه، C: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت سه ردیفه، D: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا به صورت یک ردیفه، E: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا به صورت دو ردیفه، F: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا به صورت سه ردیفه، G: کشت خالص ذرت، H: کشت خالص لوبیا و I: کشت خالص سویا.

عملیات تهیه زمین به این ترتیب بود که در پاییز سال قبل بسته به نتایج تجزیه‌ی خاک همراه با اجرای عملیات شخم، کود دامی به مقدار ۲۰ تن در هکتار به خاک اضافه شد. در بهار بعد از دیسک زدن زمین و بعد از مساعد شدن هوا بذره‌های ذرت ۷۰۴ با تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار (۷۵ و ۱۵/۷ سانتی‌متر به ترتیب فاصله ردیف‌ها و بوته‌ها روی ردیف) و بذره‌های لوبیا و سویا با تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار کشت شدند. بعد از کاشت، آبیاری تیمارها انجام و فواصل آبیاری در طول دوره رشد یک هفته بود. کود شیمیایی نیتروژنه از نوع اوره در سه مرحله (کاشت - ساقه روی و گرده افشانی) به صورت شیاری (در هر مرحله ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) استفاده شده و بعد از کوددهی بلافاصله آبیاری گردید. کود شیمیایی فسفات از نوع سوپر فسفات نیز به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در مرحله‌ی کاشت به زمین اضافه شد. کرت‌ها به صورت جوی پشته‌ای آماده گردیده و کاشت بذرها

ذرت و ۲۷ درصد کاهش عملکرد را در ردیف‌های حاشیه‌ای سویا در کشت مخلوط نواری ذرت-سویا گزارش کرده‌اند. جعفرزاده (, Ghaffarzade, 1995) نیز ۲۴-۲۰ درصد افزایش عملکرد ذرت را در ردیف‌های حاشیه و ۱۵-۱۰ درصد کاهش عملکرد را در ردیف‌های حاشیه‌ی سویا مشاهده کرده‌اند. سینگ و تریپاتی (Singh and Tripatti, 1973) یکی از علل افزایش عملکرد در کشت مخلوط ذرت و سویا را افزایش جذب نور در این سیستم اعلام کرده‌اند.

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر آرایش و تعداد ردیف‌ها در کشت مخلوط نواری بر روی عملکرد و برخی صفات زراعی ذرت، لوبیا چیتی و سویا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در فاصله ۷ کیلومتری شرق تبریز با مختصات طول جغرافیایی ما بین ۲۰° و ۲۶° و ۴۶° تا ۳۵° و ۲۶° شرقی و عرض جغرافیایی ما بین ۱۳° و ۱° و ۳۸° تا ۳۰° و ۱° شمالی و ارتفاع ۱۶۶۵ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه تبریز، میانگین سالانه دما ۱۱/۸ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالیانه ۱۷/۸ درجه سلسیوس، میانگین رطوبت نسبی ۵۴ درصد و میانگین حداقل دما ۶/۶ درجه سلسیوس با بارندگی متوسط ۳۰۱ میلی‌متر می‌باشد.

قبل از کشت، به منظور تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اقدام به نمونه‌برداری از خاک نموده که نتایج آنالیز خاک مزرعه برای عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر به قرار زیر می‌باشد: هدایت الکتریکی ۱/۸۴-۱/۵۷ دسی‌زیمنس بر متر (ds/m)، pH ۷/۹ - ۷/۷، T.N.V ۱۰ - ۸ (درصد)، کربن آلی ۱/۰۳ < (درصد)، نیتروژن کل ۰/۸۸ <، فسفر قابل جذب ppm ۴۸ - ۳۹، پتاسیم

کاشت، عملکرد ذرت در تیمارهای یک ردیفه بیشتر می‌باشد. احتمالاً چنین می‌توان بیان کرد که در آرایش کاشت یک ردیفه در هر دو طرف ذرت، گیاه پاکوتاه لوبیا یا سویا قرار گرفته و اثر سایه‌اندازی این دو گیاه نسبت به ذرت کمتر می‌باشد و همچنین چون در یک ردیفه ریشه‌های هر دو گیاه (ذرت و لوبیا) یا (ذرت و سویا) در هم آمیخته می‌شود بنابراین نسبت به بقیه آرایش کاشت‌ها عملکرد ذرت در یک ردیفه بهتر است و در محدودیت غذایی و نوری کمتری قرار می‌گیرد. در بررسی انجام شده در ایالت ایوا عملکرد دانه ذرت در کشت مخلوط نواری جو - سویا - ذرت نسبت به کشت خالص اختلاف معنی‌داری نشان داد (Jurik and Van, 2004). ولج و اوتمن (Welch and Ottman, 1983) نیز تغییر معنی‌داری را در کشت مخلوط نواری ذرت با گیاهان قد کوتاه گزارش کردند. در کشت مخلوط کدوی تخم کاغذی با ذرت به روش افزایشی عملکرد دانه ذرت نسبت به کشت خالص کاهش معنی‌داری را در تراکم‌های بالای کدو تخم کاغذی نشان داد (Khoramivafa, 2006). بر اساس تحقیقات اسمیت و کارتر (Smith and Carter, 1998) عملکرد ذرت در مخلوط با یونجه تحت تاثیر کشت مخلوط نواری و عرض ردیف‌های کاشت قرار گرفت. در یک آزمایش نیز عملکرد ذرت در حالت کشت مخلوط با لوبیا نسبت به کشت خالص افزایش معنی‌داری نشان داد (Pirzade, 2001). در مکزیك عملکرد ذرت به طور قابل توجهی در کشت مخلوط ذرت-لوبیا - کدو بالاتر از کشت خالص گزارش شد (Amador, 1980).

وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت

در سال اول تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن خشک اندام‌های هوایی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح

به‌طور کپه‌ای و در هر کپه ۳ عدد بذر قرار گرفت که بعد از جوانه‌زنی و استقرار بوته‌ها مرحله تنک نیز انجام پذیرفت. در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم از قبیل وجین علف‌های هرز، کنترل آفات و بیماری‌ها و نیز یادداشت برداری‌های لازم صورت گرفت. بعد از برداشت و به‌دست آمدن داده‌ها، با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه شد. به دلیل غیریکنواختی واریانس‌های دو سال که از طریق تست یکنواختی واریانس‌ها به روش آزمون لون انجام گردید، امکان تجزیه مرکب دو ساله وجود نداشته، لذا در این تحقیق نتایج هر سال به صورت جداگانه تجزیه و تحلیل آماری شدند.

نتایج و بحث

عملکرد دانه در هکتار ذرت

در سال اول و سال دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط روی عملکرد نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در کشت مخلوط ذرت-لوبیا بیشترین عملکرد ذرت در تک ردیفه و کمترین در سه ردیفه و در کشت مخلوط ذرت-سویا نیز بیشترین عملکرد در تک ردیفه و کمترین عملکرد در سه ردیفه مشاهده گردید. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص در تمامی تیمارها افزایش عملکرد نسبت به کشت خالص دیده می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که چون نیاز کودی ذرت نسبت به نیتروژن زیاد می‌باشد، جذب نیتروژن اثر مستقیمی بر عملکرد ذرت خواهد داشت و از طرف دیگر سویا و لوبیا تثبیت کننده نیتروژن می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً عملکرد بیشتر ذرت در کشت مخلوط ناشی از همزیستی میکروباکتری‌ها در گرهک‌های تثبیت کننده‌ی لوبیا و سویا می‌باشد که این افزایش عملکرد در کشت مخلوط ذرت-سویا نسبت به کشت مخلوط ذرت-لوبیا بیشتر می‌باشد. در مقایسه‌ی آرایش

ردیفه و کمترین آن در دو ردیفه و در کشت مخلوط ذرت - سویا نیز بیشترین وزن هزار دانه در کشت مخلوط یک ردیفه و کمترین وزن هزار دانه در دو ردیفه مشاهده گردید. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در اکثر تیمارها افزایش وزن هزار دانه نسبت به کشت خالص دیده می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که احتمالاً جذب نیتروژن توسط ذرت در مراحل پایانی رشد و بعد از تلقیح انجام گرفته است که باعث شده وزن هزار دانه ذرت در کشت مخلوط افزایش یابد. در مقایسه‌ی آرایش کاشت، وزن هزار دانه ذرت در تیمارهای یک ردیفه بیشتر و دو ردیفه کمتر می‌باشد. احتمالاً چنین می‌توان بیان کرد که در آرایش کاشت دو ردیفه چون تثبیت نیتروژن توسط این گیاهان در مرحله بعد از تلقیح ذرت کمتر می‌باشد که باعث شده وزن هزار دانه در مراحل پرشدن دانه ذرت افزایش یابد.

بر اساس تحقیقات مختلف وزن هزار دانه با افزایش تراکم ذرت و افزایش رقابت درون گونه‌ای، کاهش یافته است (Rashedmohasel *et al.*, 1997; Debele, 1994; Pirzade, 2001). در کشت مخلوط ذرت و کدوی تخم کاغذی وزن هزار دانه ذرت در نسبت‌های مختلف تراکمی تغییرات معنی‌داری را نشان داد (Khoramivafa, 2006).

شاخص برداشت ذرت

در سال اول و دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی شاخص برداشت نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در کشت مخلوط ذرت-لوبیا بیشترین شاخص برداشت ذرت در دو ردیفه و کمترین در سه ردیفه و در کشت مخلوط ذرت-سویا نیز بیشترین شاخص برداشت در یک ردیفه و کمترین تعداد دانه در دو ردیفه مشاهده گردید. در مقایسه‌ی

احتمال ۱ درصد وجود دارد ولی در سال دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن خشک اندام‌های هوایی نشان داد که اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در کشت مخلوط ذرت-لوبیا بیشترین وزن خشک ذرت در سه ردیفه و کمترین در دو ردیفه و در کشت مخلوط ذرت-سویا نیز بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی در دو ردیفه و کمترین وزن خشک اندام‌های هوایی در سه ردیفه مشاهده گردید. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در اکثر تیمارها افزایش وزن خشک نسبت به کشت خالص دیده می‌شود. چنین به نظر می‌رسد که چون افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی حاصل جذب نیتروژن از خاک می‌باشد و هر چقدر جذب نیتروژن بیشتر، رشد رویشی نیز بیشتر خواهد بود. پس می‌توان نتیجه گرفت که چون در کشت مخلوط نیتروژن بیشتری از گرهک‌های تثبیت کننده نیتروژن در اختیار ذرت قرار می‌گیرد پس رشد رویشی بیشتر و وزن خشک اندام‌های هوایی نیز بیشتر خواهد بود. اکثر تحقیقات در زمینه کشت مخلوط گراس با لگوم نشان داده است که کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد ماده خشک نسبت به تک کشتی می‌شود (Gafari, 1998; Keshanloo, 1990; Panwhar *et al.*, 2004).

وزن هزار دانه ذرت

در سال اول تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن هزار دانه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد ولی در سال دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن هزار دانه نشان داد که اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در کشت مخلوط ذرت - لوبیا بیشترین وزن هزار دانه ذرت در سه

وزن خشک اندام‌های هوایی لوبیا

در سال اول و دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن خشک اندام‌های هوایی لوبیا نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، کاهش وزن خشک نسبت به کشت خالص دیده می‌شود چون ذرت نسبت به لوبیا از ارتفاع و حجم بوته بیشتری برخوردار می‌باشد و سایه اندازی و رقابت بین گونه‌ای نسبت به لوبیا بیشتر است چنین به نظر می‌رسد که این امر باعث شده که لوبیا نیتروژن کمتری از خاک جذب کرده و رشد رویشی کمتری نسبت به تک کشتی داشته باشد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین وزن خشک در سه ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که چون در سه ردیفه سایه اندازی و رقابت ذرت به لوبیا کمتر است پس لوبیا توانسته نیتروژن بیشتری را جذب کرده و رشد رویشی بیشتری داشته باشد.

وزن هزار دانه لوبیا

در سال اول تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن هزار دانه لوبیا نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد ولی در سال دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن هزار دانه لوبیا نشان داد که اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در اکثر تیمارها به جز تیمار سه ردیفه کاهش وزن هزار دانه نسبت به کشت خالص دیده می‌شود. احتمالاً چون تثبیت نیتروژن توسط این گیاهان در مرحله پایانی انجام می‌گیرد و در مراحل پایانی رقابت و سایه اندازی ذرت نسبت به لوبیا بیشتر بوده است پس وزن هزار دانه

کشت مخلوط و خالص، در اکثر تیمارها افزایش شاخص برداشت نسبت به کشت خالص دیده نمی‌شود. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین شاخص برداشت در کشت مخلوط یک ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً در تیمارهای یک ردیفه میزان اسیمیلات اختصاص یافته برای اندام‌های زایشی نسبت به اندام‌های رویشی بیشتر می‌باشد، به دلیل زمان تثبیت و موقعیت گیاهان نسبت به همدیگر و رقابت بین گونه‌ای بیشتر بوده است و این امر باعث افزایش شاخص برداشت گردیده است.

عملکرد دانه در هکتار لوبیا

در سال اول و دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی عملکرد در هکتار لوبیا نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در تیمارها کاهش عملکرد نسبت به کشت خالص دیده می‌شود زیرا ذرت نسبت به لوبیا از ارتفاع و حجم بوته بیشتری برخوردار می‌باشد و سایه اندازی و رقابت بین گونه‌ای نسبت به لوبیا غالب‌تر است که این امر باعث شده که لوبیا در محدودیت نوری و بقیه فاکتورهای رشد قرار گیرد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین عملکرد در سه ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که چون ردیف وسطی در محدودیت کمتر قرار گرفته و هر دو طرف لوبیا است ولی فقط ردیف‌های کناری در مجاورت گیاه ذرت قرار داشته و در محدودیت فاکتورهای رشد قرار گرفته است ولی در تیمارهای دو ردیفه و یک ردیفه گیاه لوبیا کلاً در مجاورت ذرت قرار گرفته است و در اثر محدودیت فاکتورهای رشد عملکرد کمتری نسبت به سه ردیفه دارد.

خالص دیده می‌شود زیرا ذرت نسبت به سویا از ارتفاع و حجم بوته بیشتری برخوردار می‌باشد و سایه‌اندازی و رقابت بین گونه‌ای نسبت به لوبیا بیشتر است که این امر باعث شده که سویا در محدودیت نوری و بقیه فاکتورهای رشد قرار گیرد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین عملکرد در سه ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که چون ردیف وسطی در محدودیت کمتر قرار گرفته و هر دو طرف سویا است ولی فقط ردیف‌های کناری در مجاورت گیاه ذرت قرار داشته و در محدودیت فاکتورهای رشد قرار گرفته است ولی در تیمارهای دو ردیفه و یک ردیفه گیاه لوبیا کلاً در مجاورت ذرت قرار گرفته است و در اثر محدودیت فاکتورهای رشد عملکرد کمتری نسبت به سه ردیفه دارد.

در آزمایش مربوط به کشت مخلوط سویا و سورگوم عملکرد تک بوته سویا و عملکرد دانه در واحد سطح تحت تاثیر معنی دار نسبت تراکمی دو گونه قرار گرفت (Dabbag-mohammadinasab, 2002). در کشت مخلوط نواری ذرت، سویا و یولاف زراعی، عملکرد دانه سویا در نوارهای مخلوط به ویژه در ردیف‌های کناری نسبت به کشت خالص اختلاف معنی‌داری نشان داد (Foroutan-pour et al., 1999). کریپس (Cripss, 1987) گزارش کرد که عملکرد سویا در کشت مخلوط نواری اختلاف معنی‌داری با کشت خالص نداشت.

وزن خشک اندام‌های هوایی سویا

در سال اول و دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن خشک اندام‌های هوایی سویا نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، کاهش وزن خشک نسبت به کشت خالص دیده می‌شود چون ذرت نسبت به سویا از

کمتری نسبت به کشت خالص دارد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین وزن هزار دانه در مخلوط سه ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که چون در سه ردیفه رقابت ذرت به لوبیا کمتر می‌باشد وزن هزار دانه در سه ردیفه بیشتر است.

شاخص برداشت لوبیا

در سال اول تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی شاخص برداشت لوبیا نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد ولی در سال دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی شاخص برداشت لوبیا نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در تیمارها کاهش شاخص برداشت دیده می‌شود احتمالاً چون رقابت بین گونه‌ای در تک کشتی کمتر است، میزان اسیمیلات اختصاص یافته برای اندام‌های زایشی نسبت به اندام‌های رویشی بیشتر است پس شاخص برداشت در تک کشتی بیشتر می‌باشد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین شاخص برداشت در سه ردیفه ملاحظه گردید. چون در سه ردیفه رقابت از سوی ذرت کمتر است و میزان اسیمیلات اختصاص یافته برای اندام‌های زایشی بیشتر می‌باشد.

عملکرد در هکتار سویا

در سال اول و دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی عملکرد در هکتار سویا نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در تیمارها کاهش عملکرد نسبت به کشت

معنی‌داری توسط سیستم‌های کشت مخلوط تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

شاخص برداشت سویا

در سال اول و دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی شاخص برداشت نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در اکثر تیمارها کاهش شاخص برداشت دیده می‌شود احتمالاً چون رقابت بین گونه‌ای در تک کشتی کمتر است، میزان اسیمیلات اختصاص یافته برای اندام‌های زایشی نسبت به اندام‌های رویشی بیشتر است پس شاخص برداشت در تک کشتی بیشتر می‌باشد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین شاخص برداشت در سه ردیفه ملاحظه گردید. چون در سه ردیفه رقابت از سوی ذرت کمتر است و میزان اسیمیلات اختصاص یافته برای اندام‌های زایشی بیشتر می‌باشد.

LER ذرت

مقایسه نسبت‌های برابری زمین نشان داد که در کشت مخلوط ذرت-لوبیا، LER یک ردیفه ذرت برابر $1/0.9$ و LER دو ردیفه ذرت برابر $1/0.5$ و LER سه ردیفه ذرت برابر $1/0.4$ می‌باشد و همچنین در کشت مخلوط ذرت-سویا، LER یک ردیفه ذرت برابر $1/1$ و دو ردیفه ذرت برابر $1/1$ و سه ردیفه ذرت برابر $1/0.5$ می‌باشد. اگر مقدار LER بیشتر از یک باشد کشت مخلوط کارآیی خواهد داشت که در این آزمایش مشاهده می‌شود که کلاً کشت مخلوط کارآیی داشته و یک ردیفه‌ها کارآیی بیشتری نسبت به بقیه کشت‌ها دارند. محققین نتایج مشابهی را در زمینه کشت مخلوط غلات با لگوم گزارش کرده‌اند (Gafari, 1998; Keshanloo, 1990).

ارتفاع و حجم بوته بیشتری برخوردار می‌باشد و سایه اندازی و رقابت بین گونه‌ای نسبت به سویا بیشتر است چنین به نظر می‌رسد که این امر باعث شده که سویا نیتروژن کمتری از خاک جذب کرده و رشد رویشی کمتری نسبت به تک کشتی داشته باشد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین وزن خشک در سه ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که چون در سه ردیفه سایه‌اندازی و رقابت ذرت به سویا کمتر است پس سویا توانسته نیتروژن بیشتری را جذب کرده و رشد رویشی بیشتری داشته باشد.

وزن هزار دانه سویا

در سال اول تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن هزار دانه سویا نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد ولی در سال دوم تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین مشاهدات حاصل از اندازه‌گیری تیمارهای مختلف کشت مخلوط بر روی وزن هزار دانه سویا نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در مقایسه‌ی کشت مخلوط و خالص، در تیمارها کاهش وزن هزار دانه نسبت به کشت خالص دیده می‌شود احتمالاً چون تثبیت نیتروژن توسط این گیاهان در مرحله پایانی انجام می‌گیرد و در مراحل پایانی رقابت و سایه اندازی ذرت نسبت به سویا بیشتر بوده است پس وزن هزار دانه کمتری نسبت به کشت خالص دارد. در مقایسه آرایش کاشت، بیشترین وزن خشک در دو ردیفه ملاحظه می‌گردد. احتمالاً چنین به نظر می‌رسد که چون در سه ردیفه رقابت ذرت با سویا کمتر می‌باشد وزن هزار دانه بیشتر است. بر خلاف نتایج این آزمایش، پانوار و همکاران (Panwhar et al., 2004) گزارش کردند که وزن هزار دانه سویا به طور

LER لوبیا

مقایسه نسبت‌های برابری زمین نشان داد که در کشت مخلوط ذرت- لوبیا، LER یک ردیفه لوبیا برابر ۰/۵۵ و LER دو ردیفه لوبیا برابر ۰/۶۱ و LER سه ردیفه لوبیا برابر ۰/۸ می‌باشد.

LER سویا

مقایسه نسبت‌های برابری زمین نشان داد که در کشت مخلوط ذرت- سویا، LER یک ردیفه سویا برابر ۰/۶۶ و دو ردیفه سویا برابر ۰/۷۷ و سه ردیفه سویا برابر ۰/۹۱ می‌باشد. در کشت مخلوط ذرت و سویا سودمندی کشت مخلوط با شاخص LER توسط پیرزاد (Pirzade, 2001) گزارش شده است.

RVT

مقایسه مجموع ارزش نسبی نشان داد که در کشت مخلوط ذرت- لوبیا، RVT یک ردیفه برابر ۱/۵۴ و RVT دو ردیفه برابر ۱/۶۹ و RVT سه ردیفه

برابر ۱/۸۱ می‌باشد. در کشت مخلوط ذرت-سویا، RVT یک ردیفه برابر ۱/۵۴ و RVT دو ردیفه برابر ۱/۷۵ و RVT سه ردیفه برابر ۱/۸۹ می‌باشد. اگر مقدار RVT بیشتر از یک باشد کشت مخلوط از مزیت برخوردار خواهد بود که در این آزمایش مشاهده می‌شود که کلاً کشت مخلوط از مزیت بسیار بالایی برخوردار است. خرمی وفا (Khoramivafa, 2006) در کشت مخلوط ذرت با کدوی تخم کاغذی بیشترین مجموع ارزش نسبی را ۱/۲۶ گزارش کرد. در کشت مخلوط نواری ذرت - یونجه، استفاده از نوارهایی به عرض شش متر بیشترین سودمندی را داشت (Sengul, 2003).

سپاس‌گزاری

این مقاله بخشی از طرح تحقیقاتی دو ساله است که با بودجه پژوهشی و حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به انجام رسید.

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش (ذرت) سال اول
Table 1- Variance analysis of studied variables in maize (first year)

	درجه آزادی df	عملکرد yield	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs	وزن هزار دانه 1000 seed weight	شاخص برداشت Harvest index
تیمار (treatment)	6	2725145**	1345.4 **	1279.6**	4.84
بلوک (block)	2	11676 **	136.6 **	2115.4 **	78.9 **
اشتباه (error)	12	476.19	8.28	23.8	0.4
ضریب تغییرات C.V (%)		0.13	0.62	1.56	1.47

* و ** به ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

* and ** Mean significant in 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۲ - تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش (ذرت) سال دوم
Table 2- Variance analysis of studied variables in maize (second year)

	درجه آزادی df	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs	عملکرد yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	شاخص برداشت Harvest index
تیمار (treatment)	6	2123.6 ^{ns}	3147225 ^{**}	650.1 ^{ns}	12.59 ^{**}
بلوک (block)	2	1157.3 ^{ns}	21046.3 ^{ns}	489 ^{ns}	0.51 ^{ns}
اشتباه (error)	12	1287.4	12777.7	283.6	1.16
ضریب تغییرات (c.v. %)		7.71	0.67	5.28	2.55

ns غیر معنی‌دار * و ** به ترتیب سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

ns, * and ** Mean non-significant and significant in 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۳ - مقایسه میانگین تیمارهای اندازه‌گیری شده در صفات مورد مطالعه (ذرت) سال اول
Table 3- Mean comparison of traits in maize (first year)

	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs (g)	عملکرد Yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
A	333.16 a	459.1 d	16752.2 c	43.85 ab
B	275.79 e	447.3 e	16443.1 d	44.33 a
C	332.66 a	467.7 c	15887.5 f	40.88 d
D	320.57 b	433.41 b	18178.3 a	44.48 a
E	275.79 e	489.19 a	17662.3 b	42.43 c
F	315.49 b	433.11 g	16253.2 e	43.73 ab
G	305.86 c	441.39 f	15509.7 g	42.82 bc

میانگین‌های مشابه در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly.

جدول ۴ - مقایسه میانگین تیمارهای اندازه‌گیری شده در صفات مورد مطالعه (ذرت) سال دوم
Table 4- Mean comparison of traits in maize (second year)

	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs (g)	عملکرد Yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
A	335 a	458.67 ab	16719.3 c	43.7 ab
B	314.33 ab	457.33 ab	16439.3 d	42.73 b
C	341.67 a	467 ab	15902.6 e	39.53 c
D	317.67 ab	452 ab	18394.3 a	44.93 a
E	311.67 ab	516.67 a	17690 b	41.9 b
F	299 b	474 ab	16357.3 d	43.73 ab
G	311.67 ab	430 b	15426.3 f	39.8 c

میانگین‌های مشابه در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly.

A: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت یک ردیفه. B: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت دو ردیفه. C: کشت مخلوط نواری به صورت ذرت - لوبیا سه ردیفه. D: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا به صورت یک ردیفه. E: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا به صورت دو ردیفه. F: کشت مخلوط نواری ذرت - سویا به صورت سه ردیفه. G: کشت خالص ذرت. H: کشت خالص لوبیا. I: کشت خالص سویا

one row intercropping of maize- pinto bean (A), two row intercropping of maize- pinto bean (B), three row intercropping of maize- pinto bean three row (C), on row intercropping of maize- soybean one row (D), intercrop between maize- soybean two row (E), intercrop between maize- soybean three row (F), sole crop of maize (G), sole crop of pinto bean (H), sole crop of soybean (I).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش (لوبیا) سال اول

Table 5 - Variance analysis of studied variables in pinto bean (first year)

	درجه آزادی df	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs	عملکرد yield	وزن هزار دانه 1000 seed weigh	شاخص برداشت Harvest index
تیمار (treatment)	3	56.75 **	111973 **	2288.23 **	4.75 *
بلوک (block)	2	14.08 **	4233.33 ns	844.08 **	31.36**
اشتباه (error)	6	0.19	3500	35.97	0.51
ضریب تغییرات (c.v) (%)		1.66	2.59	0.65	1.89

ns غیرمعنی‌دار * و ** به ترتیب سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

ns, * and ** Mean non-significant and significant in 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش (لوبیا) سال دوم

Table 6- Variance analysis of studied variables in pinto bean (second year)

	درجه آزادی df	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs	عملکرد yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	شاخص برداشت Harvest index
تیمار (treatment)	3	53.22 **	157071.55**	1376.44 ns	13.84 **
بلوک (block)	2	1.76 ns	5865.08 ns	50.33 ns	1.41 ns
اشتباه (error)	6	1.91	9313.97	408.11	0.41
ضریب تغییرات (c.v) (%)		5.4	4.18	2.2	1.71

ns غیر معنی‌دار * و ** به ترتیب سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

ns, * and ** Mean non-significant and significant in 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین تیمارهای اندازه‌گیری شده در صفات مورد مطالعه (لوبیا) سال اول

Table 7- Mean comparison of traits in pinto bean (first year)

	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs (g)	عملکرد Yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
A	921.05 b	22.11 d	2073 c	36.65 b
B	878.35 c	23.53 c	2163 c	37.14 b
C	945.03 a	26.78 b	2369.3 b	38.69 a
H	917.9 b	32.29 a	2498 a	39.32 a

میانگین‌های مشابه در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly.

A: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت یک ردیفه. B: کشت مخلوط نواری ذرت- لوبیا به صورت دو ردیفه. C: کشت مخلوط نواری به صورت ذرت- لوبیا سه ردیفه. H: کشت خالص لوبیا.

one row intercropping of maize- pinto bean (A), two row intercropping of maize- pinto bean (B), three row intercropping of maize- pinto bean three row (C), sole crop of pinto bean (H).

جدول ۸- مقایسه میانگین تیمارهای اندازه‌گیری شده در صفات مورد مطالعه (لوبیا) سال دوم

Table 8- Mean comparison of traits in pinto bean (second year)

	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs (g)	عملکرد Yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
A	906 ab	21.9 c	2002.67 c	35.13 c
B	893.33 b	23 c	2269.33 b	36.76 b
C	943.33 a	26.13 b	2404 ab	39 a
H	920 ab	31.3 a	2538.67 a	39.86 a

میانگین‌های مشابه در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly.

A: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت یک ردیفه. B: کشت مخلوط نواری ذرت- لوبیا به صورت دو ردیفه. C: کشت مخلوط نواری به صورت ذرت- لوبیا سه ردیفه. H: کشت خالص لوبیا.

one row intercropping of maize- pinto bean (A), two row intercropping of maize- pinto bean (B), three row intercropping of maize- pinto bean three row (C), sole crop of pinto bean (H).

جدول ۹- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش (سویا) سال اول

Table 9- Variance analysis of studied variables in soya (first year)

	درجه آزادی df	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs	عملکرد yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	شاخص برداشت Harvest index
تیمار (treatment)	3	112.24 **	1254838 **	53.24 *	9.93 **
بلوک (block)	2	16.33 **	3923.6 **	535.08 **	34.08 **
اشتباه (error)	6	0.55	9.18	7.97	0.3
ضریب تغییرات C.V (%)		1.67	0.07	1.78	1.25

* و ** به ترتیب سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

* and ** Mean significant in 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۱۰- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش (سویا) سال دوم

Table 10 - Variance analysis of studied variables in soybean (second year)

	درجه آزادی d.f	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs	عملکرد yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	شاخص برداشت Harvest index
تیمار (treatment)	3	63.11 **	1387189 **	54.23 **	16.56 **
بلوک (block)	2	0.81 ns	8589.08 ns	5.11 ns	0.86 ns
اشتباه (error)	6	2	12059.08	2.41	1.51
ضریب تغییرات C.V (%)		3.17	2.85	0.97	2.76

ns غیرمعنی‌دار * و ** به ترتیب سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار هستند.

ns, * and ** Mean non-significant and significant in 5% and 1% probability levels respectively.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین تیمارهای اندازه‌گیری شده در صفات مورد مطالعه (سویا) سال اول

Table 11- Mean comparison of traits in soybean (first year)

	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs (g)	عملکرد Yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
A	157.92 a	39.01 d	3257 d	41.59 c
B	161.33 a	41.87 c	3694.93 c	43.53 b
C	152.24 b	44.08 b	3927.06 b	44.95 a
I	161.01 a	53.16 a	4794.4 a	45.74 a

میانگین‌های مشابه در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly.

جدول ۱۲ - مقایسه میانگین تیمارهای اندازه‌گیری شده در صفات مورد مطالعه (سویا) سال دوم

Table 12- Mean comparison of traits in soybean (second year)

	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک اندام‌های هوایی D.W of aerial organs(g)	عملکرد Yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
A	157.96 bc	40.7 c	3111 d	42 b
B	159.5 b	42.16 bc	3658.33 c	43.03 b
C	156.16 c	44.16 b	3889 b	46.63 a
I	165.93 a	51.06 a	4746 a	46.4 a

میانگین‌های مشابه در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند.

Mean followed by similar letters in each column are not significantly.

A: کشت مخلوط نواری ذرت - لوبیا به صورت یک ردیفه. B: کشت مخلوط نواری ذرت- لوبیا به صورت دو ردیفه. C: کشت مخلوط نواری به صورت ذرت- لوبیا سه ردیفه. I: کشت خالص سویا.

one row intercropping of maize- pinto bean (A), two row intercropping of maize- pinto bean (B), three row intercropping of maize- pinto bean three row (C), sole crop of soybean (I).

References

منابع مورد استفاده

- Alyari, H., F. Shekari, and F. Shekari. 2000. Oil seeds (Agronomy and Physiology). Tabriz Omidi Press. (In Persian).
- Amador, M.F. 1980. Behavior of three species (corn, beans, squash) in poli culture in chontalpa, Tabasco, Mexico. , CSAT, Cardenas, Tabasco, Mexico.
- Ardakani, M. 2003. Ecology. Tehran University Press. (In Persian).
- Barzegari, S., M. Gasemi, and S. Sroush. 2004. Study of yield in maize – pinto bean intercropping, Abstracts of VIII Agronomy and Plant Breeding Congress. (In Persian).
- Bauman, D.T. 2001. Competitive suppression of weed in a leek-celery intercropping system. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.
- Brussaard, L., P.C. De Ruiter, and G.G. Brown. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 121: 233-244.
- Cripps, R.W. 1987. Growth effects of light and plant competition in a high yield environment: Strip cropping corn and soybean, Ph.D. Thesis, 87 – 21620, University of Illinois, Urbana Champaign.
- Dabbag Mohammadi Nasab, A. 2002. Plant community ecology. Ph.D. Thesis. Agricultural faculty of Tabriz University. (In Persian).
- Debele. T. 1994. Relay cropping of different crops in short maize. *Guetto at Bako. Sebil*. 6:75-79.
- Foroutan-pour, K., P. Dutilleul, and D.L. Smith. 1999. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn: Fractal analysis in comparison with other quantitative approaches. *Crop Science*. 39: 1784 – 1791.
- Gafari, M. 1998. Comparison between forage yield of alfalfa and cynodon in mono and intercropping. *Seed and Plant Improvement Journal*. 14(3): 45-58. (In Persian).
- Ghaffarzadeh, M. 1995. Strip intercropping, Iowa State University Extension.
- Ghaffarzadeh, M., F. Garcia, and R.M. Cruse. 1994. Grain yield response of corn, soybean and oats grown in strip-cropping system. *Am. J. Altern. Agric*.9: 171-177.
- Gocio, M. 2003. Intercropping principles and practices, agronomy systems guide appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA) PUB.
- Jurik, T.W. and K. Van, 2004. Microenvironment of a corn-soybean-oat strip intercrops system. *Field Crop Research*. 90: 335-349.
- Keshanlo, H. 1990. Secale and vicia intercropping. M.Sc. Thesis. Natural Resource Faculty. University of Tehran. (In Persian).
- Khoramivafa, M. 2006. Ecological study of intercropping of Maize and Cucurbita pepo, Ph.D. Thesis. Agricultural Faculty of Tabriz University. (In Persian).
- Li, L., J. Sun, F. Zhang, X. Li, Z. Rengel, and S. Yang. 2001. Wheat / maize or wheat / soybean strip intercropping, recovery or compensation of maize and soybean after wheat harvesting. *Field Crop Research*. 71: 173 – 181.

- Panwhar, M.A., F.H. Memon, M.A. Kalhoro, and M.I. Soomro. 2004. Performance of maize intercropping system with soybean under different planting patterns and nitrogen levels. *Journal of Applied Science*. 4(2): 201-204.
- Pirzade, A. 2001. Investigation of yield and competition in maize-bean intercropping. M.Sc. Thesis in Agriculture. Faculty of Tabriz University. (In Persian).
- Rashedmohasel, M., H. Hosseini, M. Abdi, and M. Mlafilai. 1997. Cereal agronomy. Jahad Daneshgahi Mashhad. (In Persian).
- Rathke, G.W., T. Beherns, and W. Diepenbrock. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 117: 80-108.
- Sengul, S. 2003. Performance of some forage grasses or legumes and their mixtures under dry land condition. *Europ. J. Agronomy*. 19: 401-409.
- Singh, J.N., and P.S. Tripatti. 1973. Study on the intercropping of soybean with maize and sorghum. *J. Agronomy*. 18: 75-78.
- Smith, M.A., and P.R. Carter. 1998. Strip intercropping maize and alfalfa. *Journal of Production Agriculture*. 11 (3): 222-228.
- Tang, X., J. Li, Y. Ma, X. Hao, and X. Li. 2008. Phosphorous efficiency in long-term (15 years) wheat-maize cropping systems with various soil and climate conditions. *Field Crops Research*. 18(3): 231-237.
- Watkinson, A.R. 1981. Interference in pure and mixed populations of *Agrostemma githago*. *Journal of Applied Ecology*. 18: 967-976.
- Welch, L.F., and M.J. Ottman. 1983. Shedding light on corn fertility research. In proc. Indian Plant Food and Agricultural Conference. West Lafayette, Purdue University, West Lafayette, IN.
- West, T.D., and D.R. Griffith. 1992. Effect of strip-intercropping corn and soybean on yield and profit. *J. Proc. Agric*. 5: 107-110.
- Wu, F.Z., W.K. Bao, Z.Q. Zhou, and N. Wu. 2009. Carbon accumulation, nitrogen and phosphorous use efficiency of *Sophora davidii* seedlings in response to nitrogen supply and water stress. *Journal of Arid Environments*. 73(12): 1067-1073.
- Zhang, L., J.H.J. Spiertz, S. Zhang, B. Li, and W. Van Der Werf. 2008. Nitrogen economy in relay intercropping systems of wheat and cotton. *Plant Soil*. 303: 55-68.

Effect of number of planting rows in strip intercropping of maize, pintobean and soybean and their sole cropping on seed yield

Farahvash, F.^{1*}, A. Rahmati², F. Jafari³, and H. Amir Hallaji³

Abstract

To evaluate the effects of rows of maize-pintobean, maize-soybean planted in strip intercropping and their sole croppings, an experiment using randomized complete block design with three replication, was conducted for two consecutive years at the Agricultural Research Center of Islamic Azad University, Tabriz branch. Treatments were: A (intercropping of maize-pintobean, one row of each), B (intercropping of maize-pintobean, two rows of each), C (intercropping of maize-pintobean, three rows of each), D (intercropping of maize-soybean, two rows of each), E (intercropping of maize-soybean, two rows of each), F (intercropping of maize-soybean, three rows of each), G(sole cropping of maize), H (sole cropping of pintobean) and I (sole cropping of soybean). Experimental results showed that maize produced, in both years, highest (17818 kg/ha) using treatment D and lowest (15509 kg/ha) yields in treatment G. This indicates that maize produced higher yield in intercropping than sole cropping. Maize, also, produced highest yield in treatment D and lowest in treatment F. Pintobean had highest yield (2498 kg/ha) in treatment H and lowest (2073 kg/ha) in treatment A. Soybean, on the other hand, produced highest yield (4794 kg/ha) in treatment I and also lowest (3257 kg/ha) in treatment D. A whole, it may be concluded that pintobean and soybean produce higher yield in sole cropping as compared to intercroppings.

Key words: Maize, Pinto bean, Soybean, Strip intercropping.

1- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

2- Former MSc. Student of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3- Former MSc. Student of Agronomy, Brojerd Branch, Islamic Azad University, Brojerd, Iran.

*Corresponding Author: farahvash@iaut.ac.ir