

ارزیابی کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و سه رقم لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) با کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی

عادل دباغ محمدی نسب¹، روح اله امینی^{2*}، اقبال تمری³

تاریخ دریافت: 93/8/11 تاریخ پذیرش: 93/12/4

- 1- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
 - 2- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
 - 3- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
- مسئول مکاتبه: E-mail: ramini58@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی و کود نیتروژن بر کشت مخلوط ذرت و چند رقم لوبیا آزمایشی در سال 1389 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. فاکتور اول نوع کشت در هفت سطح شامل کشت خالص سه رقم لوبیا قرمز (اختر، صیاد و گلی)، کشت خالص ذرت و کشت مخلوط ذرت با سه رقم لوبیا و فاکتور دوم نوع کود در دو سطح شامل کود زیستی (نیتراژین+ بارور 2) و کود شیمیایی نیتروژنی بودند. کشت خالص ذرت کمترین شاخص سطح برگ و درصد نور دریافتی را داشت و کشت مخلوط ذرت با لوبیا رقم گلی و صیاد بیشترین شاخص سطح برگ و درصد نور دریافتی را دارا بود. اثر نوع کود بر شاخص سطح برگ و درصد نور دریافتی معنی دار نبود. بیشترین عملکرد دانه لوبیا مربوط به تیمار خالص رقم گلی به میزان 4603 کیلوگرم در هکتار و بیشترین عملکرد دانه ذرت از تیمار خالص ذرت به میزان 9318 کیلوگرم در هکتار بدست آمد. همچنین در همه تیمارها نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی بیشتر از یک بود که از این نظر کشت مخلوط ذرت-گلی و ذرت-صیاد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند. براساس نتایج حاصل کشت مخلوط ذرت - رقم گلی لوبیا با کاربرد کود زیستی بیشترین سودمندی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، کشت مخلوط، کودهای زیستی، لوبیا، نسبت برابری زمین

Evaluation of Maize (*Zea mays* L.) and Three Cultivars of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Intercropping with Application of Biofertilizers and Chemical Fertilizers

Adel Dabbagh Mohammadi Nassab¹, Rouhollah Amini^{2*}, Eghbal Tamari³

Received: November 2, 2014 Accepted: February 23, 2015

1Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

2Assoc. Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

3MSc Student, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author: ramini58@gmail.com

Abstract

In order to investigate the effect of some biofertilizers and nitrogen on intercropping advantage of maize and common bean, an experiment was carried out as factorial based on RCB design with 14 treatments and three replications at the Research Farm of Agricultural, University of Tabriz, Iran. The first factor was cropping system at seven levels including monocropping of three common bean cultivars, monocropping of maize and intercropping of maize with three common bean cultivars, and the second factor was fertilizer at two levels including biofertilizer (Nitrajin + Barvar 2) and nitrogen fertilizer. The monocropping of maize had the lowest leaf area index and light interception percentage and intercropping of maize with bean CV. Gholi and Sayyad had the highest leaf area index and light interception. The effect of fertilizer type was not significant on leaf area index and light interception percentage. The highest amount of bean grain yield was obtained from monocropping Gholi (4603 kg/ha). Also the highest amount of maize grain yield was obtained from monocropping maize (9318 kg/ha). Also at all treatments the land equivalent ratio (LER) and total relative value (RVT) were obtained more than 1 and from this comment intercropping of maize - Gholi and maize - Sayyad were the highest and lowest, respectively. Generally based on the results the intercropping of maize - bean CV. Gholi with using biological fertilizer indicated the highest advantage for these two species.

Keywords: Bean, Biofertilizer, Intercropping, Grain Yield, LER

مقدمه

مصرف بی‌رویه کودها و ظهور جمعیت‌های علف هرز و آفات مقاوم به سموم شیمیایی گردیده است (پوجیو 2005). تنوع سیستم‌های زراعی، به عنوان راه حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است (پوجیو 2005). از جمله راهکارهای

افزایش تولیدات کشاورزی در طی قرن بیستم حاصل مصرف زیاد نهاده‌ها است، ولی کشاورزی فشرده موجب برخی اثرات جانبی نظیر فرسایش خاک، آلودگی محیطی توسط مواد شیمیایی کشاورزی و

بوم نظام‌های زراعی دارند از علل رویکرد به کاربرد کودهای زیستی می‌باشند (کانایان 2002). کاربرد فرآورده‌های زیستی در تغذیه گیاهان زراعی به عنوان راهکاری بنیادین برای توسعه سیستمهای مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و به منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روشهای تغذیه معدنی و آلی گیاهان زراعی و کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی اخیراً مورد توجه قرار گرفته است (منافی و کلوپر 1994). سیفی (1385) ضمن بررسی کارایی ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*) و میکوریزا (*Glomus*) همراه با سطوح مختلف کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، به این نتیجه رسید که استفاده از این کودها سبب افزایش عملکرد ذرت می‌شود. میرشکاری و همکاران (1388) با بررسی تأثیر کود زیستی نیتراژین در ذرت گزارش کردند که بیشترین شاخص سطح برگ برابر 3/4 مربوط به تیمار کاربرد کود نیتراژین توأم با کاربرد 60 کیلوگرم کود اوره اختصاص داشت. ناظری و همکاران (1391) گزارش کردند که کاربرد کود زیستی میکروبی فسفات به همراه کود شیمیایی فسفات درلوبیا باعث افزایش سرعت رشد محصول و عملکرد دانه گردید. ملکی نارگموسی و همکاران (1392) در بررسی اثر کودهای زیستی نیتروکسین و فسفات بارور 2 بر عملکرد دانه ذرت شیرین مشاهده کردند که کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با تیمار کودهای شیمیایی شد. رضوانی مقدم و مرادی (1391) نیز در بررسی اثر کودهای زیستی بر کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گزارش کردند که تیمار کودی سوموناس نسبت برابری زمین بیشتری نسبت به تیمار نیتروکسین و شاهد داشت. نقی‌زاده و همکاران (1391) در بررسی اثر کاربرد کود زیستی فسفره بارور 2 بر کشت مخلوط ذرت و خلر

مورد نظر این نگرش، می‌توان به سیستم کشت مخلوط اشاره نمود (سولیوان 2003). طبق تحقیقات انجام شده (لی و همکاران 2005) کشت مخلوط را به عنوان یک روش موثر برای حل مشکل افزایش جمعیت و کاهش تدریجی سطح تولید گیاهان زراعی می‌دانند. دربین سیستم‌های کشت مخلوط، ترکیب گیاهان غلات و بقولات از جمله معمول‌ترین و قدیمی‌ترین این سیستم‌ها در نقاط مختلف دنیا به ویژه در کشورهای درحال توسعه می‌باشد (اوفوری و استرن 1987). از مهمترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در سطح نسبت به تک کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (بانیک و همکاران 2006). واهوا (1983) بیان داشت که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا، اجزای کشت مخلوط در مصرف منابع محیطی مکمل هم بوده‌اند، به طوری که جذب عناصر غذایی، به عنوان یکی از منابع محیطی، در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. ذرت و لوبیا از جمله گیاهانی هستند که سطح زیر کشت بالایی در کشور دارند و در اکثر مناطق به صورت تک کشتی کشت می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که کشت مخلوط این دو گیاه متعلق به خانواده بقولات و غلات، موجب افزایش تولید، حداکثر کارایی استفاده از منابع و نیز افزایش بهره‌وری سیستم کشت می‌گردد (چن و همکاران 2004). در بسیاری از آزمایش‌های کشت مخلوط که اجزای مخلوط را یک گونه از بقولات و یک گونه از غلات تشکیل می‌دهند عملکرد مخلوط نسبت به تک کشتی برتری نشان داده است (موریس و گاریتی 1993). رستمی و همکاران (1388) در ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا مشاهده کردند که بیشترین نسبت برابری زمین (1/56) در تیمار کشت مخلوط تراکم معمول لوبیا و ذرت به اضافه 10% حاصل گردید.

مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و مصرف آن‌ها و اثرات سوئی که بر چرخه‌های زیستی

مواد و روش‌ها

آزمایش در اردیبهشت ماه سال 1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در اراضی کرکج در 12 کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی 46 درجه و 17 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 37 درجه و 5 دقیقه شمالی اجرا شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا 1360 متر و متوسط بارندگی سالیانه 257 میلی‌متر در سال می‌باشد. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول 1 ارائه شده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و 14 تیمار در زمینی به مساحت 800 متر مربع اجرا شد. تیمارها بر اساس فاکتور اول نوع کشت در هفت سطح شامل کشت خالص سه رقم لوبیا قرمز (اختر، صیاد و گلی)، کشت خالص ذرت و کشت مخلوط ذرت با 3 رقم لوبیا و فاکتور دوم نوع کود در 2 سطح شامل کود زیستی (نیتراژین + بارور 2) و کود شیمیایی نیتروژنی بودند. تیمار کود زیستی نیتراژین + بارور 2 به طور همزمان و موقع کاشت به صورت تلقیح با بذرها ذرت و لوبیا مصرف گردید و کود نیتروژن به صورت اوره به میزان 150 کیلوگرم در هکتار در دو نوبت، یکی موقع سبز شدن و دیگری قبل از گلدهی لوبیا و ذرت اعمال گردید. ابعاد هر کرت آزمایشی 3×5 متر و دارای 6 پشته به فاصله 50 سانتیمتر از یکدیگر بود. رقم ذرت مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس 704 (دیررس) بود که با تراکم 8 بوته در متر مربع کشت گردید. ارقام لوبیا قرمز نیز شامل اختر، صیاد و گلی بودند که با تراکم 40 بوته در مترمربع کشت شدند. تیمار تک کشتی ارقام لوبیا به صورت دوردیفه با فاصله 10 سانتیمتر بین بوته ها و تیمار تک کشتی ذرت به صورت تک ردیفه با فاصله 25 سانتیمتر بین بوته ها کشت گردید. تیمارهای کشت مخلوط ذرت با ارقام لوبیا به صورت افزایشی (100% ذرت + 50% لوبیا) در دو طرف پشته به صورت همزمان کشت شدند (در یک

Lathyrus sativas L.) مشاهده کردند که بیشترین عملکرد خرد و بیشترین نسبت برابری زمین در تیمار کودی 50% فسفات بارور 2 + 50% فسفر شیمیایی مشاهده شد.

امینی و همکاران (1388) در ارزیابی توان رقابت ارقام مختلف لوبیا قرمز در برابر تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) مشاهده کردند که ارقام با تیپ رشدی مختلف توان رقابت متفاوتی در برابرین علف هرز داشتند به گونه ای که رقم نیمه رونده صیاد توان رقابت بیشتری نسبت به ارقام ایستاده مثل اختر داشت. امینی و فاتح (1389) نیز گزارش کردند که ارقام رونده لوبیا قرمز مثل رقم گلی به دلیل شاخص سطح برگ و سرعت رشد مطلق بیشتر در مقایسه با ارقام ایستاده مثل اختر، توان رقابت بیشتری در برابر علف هرز داشتند. همچنین ارقام رونده لوبیا قرمز به دلیل ارتفاع بوته بیشتر، درصد جذب نور بیشتری نسبت به ارقام ایستاده نشان دادند (امینی و همکاران 2014). در نتیجه انتخاب رقم مناسب لوبیا قرمز می تواند در کارایی کشت مخلوط با ذرت موثر باشد. علاوه بر این توسعه کشاورزی در طی دو رهگذار از کشاورزی متداول به کشاورزی پایدار با راهبرد کشاورزی پایدار با سطح عملکرد بالا با اجرای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی و آلی به ویژه کودهای زیستی به عنوان راهکاری برای کشاورزی جایگزین جهت تولید محصول و حفظ عملکردها در سطح قابل قبول مطرح گردیده است (شارما 2004). در این راستا هدف از اجرای این تحقیق ارزیابی اثر تیمارهای کودی و کشت مخلوط بر برخی صفات رشدی، عملکرد دانه و سودمندی کشت مخلوط ذرت و ارقام مختلف لوبیا قرمز با تیپ رشدی متفاوت و تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط این دو گونه جهت حصول بالاترین میزان نسبت برابری زمین (LER)¹ بود.

یکبار انجام شد. همچنین در طی عملیات داشت از هیچ نوع آفت کشی استفاده نشد.

طرف پشته بوته های ذرت و در طرف دیگر بوته های لوبیا با فاصله ردیف مشابه با تک کشتی کشت شدند). عملیات آبیاری به صورت جوی پشته‌ای و هر 8 روز

جدول 1- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

ماده آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	اسیدیته	بافت
0/71	0/11	35	524	321	6/9	شنی سیلتی

عملکرد نسبی² (RYT) استفاده شد. شاخص های مزبور با استفاده از روابط زیر محاسبه و ارزیابی گردیدند.

نسبت برابری زمین (LER)

$$LER = LER_a + LER_b = \left(\frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} \right) + \left(\frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \right)$$

که Y_{ab} عملکرد گونه a در کشت مخلوط؛ Y_{aa} عملکرد گونه a در کشت خالص؛ Y_{ba} عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Y_{bb} عملکرد گونه b در کشت خالص می‌باشند.

عملکردهای نسبی جزء

در صورتی که a و b به ترتیب ذرت و لوبیا مورد استفاده در کشت مخلوط باشند، عملکرد نسبی آنها از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$RYa = \frac{\text{عملکرد گونه a در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد گونه a در کشت خالص}} \quad [3]$$

$$RYb = \frac{\text{عملکرد گونه b در کشت مخلوط}}{\text{عملکرد گونه b در کشت خالص}} \quad [4]$$

برای اندازه‌گیری میزان نور دریافتی از دستگاه Sun Scan در موقع بسته شدن کانوپی (65 روز پس از کشت) استفاده شد. نحوه اندازه‌گیری بدین صورت بود که با استفاده از این دستگاه در ساعات 11 الی 14 شدت نور در بالای کانوپی و میزان نور رسیده به کف کانوپی اندازه‌گیری گردید. سپس با استفاده از رابطه 1 درصد نور دریافتی توسط کانوپی محاسبه گردید (امینی و همکاران، 2014).

$$I(\%) = 1 - \frac{I_1}{I_0} \times 100 \quad [1]$$

که I (%) درصد نور دریافتی توسط کانوپی؛ I_1 شدت نور در کف کانوپی و I_0 شدت نور در بالای کانوپی مخلوط است.

شاخص سطح برگ کانوپی نیز با استفاده از دستگاه Sun Scan در موقع بسته شدن کانوپی برآورد گردید.

برای ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از معیارهای عملکرد نسبی جزء ذرت (RYa)، عملکرد نسبی جزء هر یک از لوبیاهای (اختر) RYb_1 ، گلی RYb_2 و صیاد RYb_3 ، نسبت برابری زمین (LER)، مجموع ارزش نسبی¹ (RVT) و مجموع

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر عامل نوع کشت بر شاخص سطح برگ معنی‌دار شد و اثر عامل نوع کود و اثر متقابل نوع کشت در نوع کود روی این صفت معنی‌دار نشد (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که تیمارهای مخلوط ذرت با ارقام صیاد و گلی نسبت به کشت مخلوط ذرت با رقم اختر و کشت‌های خالص هر یک آن‌ها از شاخص سطح برگ بالاتری برخوردار بودند (شکل 1). کای‌هان و همکاران (1999) گزارش کردند که میزان شاخص سطح برگ در کشت مخلوط پیوسته بالاتر از کشت خالص ذرت با سویا بود. صفری قلعه (1389) نیز گزارش کرد که شاخص سطح برگ در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص ذرت و سویا است. انتظار می‌رود که بالا بودن شاخص سطح برگ، افزایش جذب تشعشع خورشید را در پی داشته باشد. به طوریکه با افزایش شاخص سطح برگ در این تحقیق، میزان نور دریافتی نیز افزایش یافت. سینگر و همکاران (2007) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط گندم و شبدر قرمز، شاخص سطح برگ در کشت مخلوط این گیاهان نسبت به کشت خالص بیشتر بود.

عملکرد نسبی جزء در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که کشاورز به عملکرد بالای یکی از گونه‌ها در اجزای مخلوط نیاز بیشتری دارد (جوانشیر و همکاران 1379).

مجموع عملکرد نسبی (RYT)

$$\text{RYT} = \text{RY}_a + \text{RY}_b = \left(\frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} \right) + \left(\frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \right) \quad \text{رابطه [5]}$$

مجموع ارزش نسبی (RVT):

$$\text{RVT} = \frac{aP_1 + bP_2}{aM_1} \quad \text{رابطه [6]}$$

با شرط برقراری $aM_1 > bM_2$

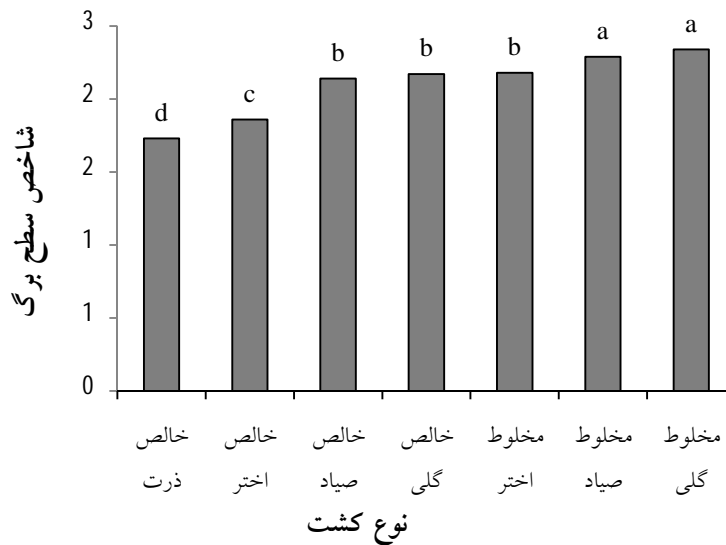
که P_1 و P_2 به ترتیب عملکرد ذرت و لوبیادار کشت مخلوط و M_1 و M_2 عملکرد ذرت و لوبیادار کشت خالص و a و b به ترتیب قیمت ذرت و لوبیا می‌باشند (واندرمیر 1990).

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SPSS و رسم نمودارها به کمک نرم-افزار Excel انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد صورت گرفت.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ و درصد نور دریافتی تحت تأثیر انواع کشت و تیمارهای کودی

میانگین مربعات		منابع تغییر	
درصد نور دریافتی	شاخص سطح برگ (LAI)	درجه آزادی	
68/603**	0/012 ^{n.s}	2	تکرار
859/386**	0/306**	6	نوع کشت
5/824 ^{n.s}	0/002 ^{n.s}	1	نوع کود
7/093 ^{n.s}	0/002 ^{n.s}	6	نوع کشت آنوع کود
11/406	0/006	26	خطای آزمایش
15/4	13/6		ضریب تغییرات (%)

*, **, و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح 5%، 1% و غیر معنی‌دار میباشد.

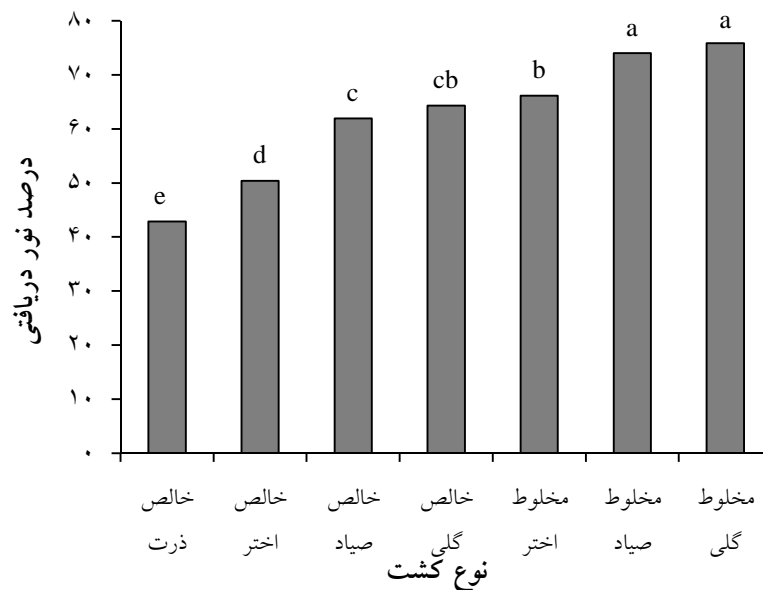


شکل 1- شاخص سطح برگ در کشت خالص و مخلوط ذرت و سه رقم لوبیا

درصد نور دریافتی

مخلوط بیشتر از تراکم‌های پایین است. تولید ماده خشک به میزان تشعشع جذب شده و کارایی مصرف نور وابسته است و جذب نور نیز به نوبه خود به میزان تشعشع برخورد کرده به کانوپی و شاخص سطح برگ بستگی دارد (قائمی 1381). نتایج مشابهی توسط رضایی چپانه و همکاران (2010) در کشت مخلوط ذرت و باقلا و احمدی و همکاران (1389) در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه‌ای مبنی بر بیشتر بودن درصد نور دریافتی در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی حاصل شده است. یکی از دلایل افزایش میزان جذب نور در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی را می‌توان به کاهش انعکاس نور نسبت داد. کشت مخلوط ارقام مختلف که دارای اختلاف ارتفاع هستند سبب می‌شود تا سطح تاج پوشش از حالت مسطح خارج و به صورت موج درآید. از آنجایی که تاج پوشش موج در مقایسه با تاج پوشش مسطح تشعشع خورشیدی بیشتری را جذب می‌کند، بنابراین کارایی استفاده از انرژی خورشیدی افزایش پیدا می‌کند (تقی‌زاده و کوچکی 1376). محسن آبادی و جهانسوز (1392) نیز گزارش کردند که کشت مخلوط جو با ماشک در مقایسه با تک‌کشتی، 12% نور بیشتری جذب کرده است.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نمایانگر آن است که درصد نور دریافتی به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای نوع کشت قرار گرفت (جدول 2). کشت مخلوط ذرت با ارقام لوبیا نسبت به کشت‌های خالص لوبیا و ذرت در بهره‌برداری از تشعشعات فعال فتوسنتزی مؤثر عمل نموده و از اتلاف نور جلوگیری کرده است. به‌طوریکه بیشترین مقدار درصد نور دریافتی در تیمارهای مخلوط ذرت با ارقام صیاد و گلی به ترتیب به میزان 74/01 و 75/85 درصد و کمترین درصد نور دریافتی در کشت خالص ذرت به میزان 42/86 درصد حاصل گردید. همچنین میزان نور دریافتی در کانوپی کشت‌های مخلوط افزایش پیدا کرد (شکل 2). دریافت نور بیشتر توسط کشت مخلوط می‌تواند به دلیل تفاوت ساختار کانوپی اجزای مخلوط باشد (ویلی، 1990). توسوبو و همکاران (2001) در آزمایشی روی کشت مخلوط ذرت و باقلا، مجموع میزان نور دریافتی در کشت مخلوط این دو گونه را نسبت به تک‌کشتی آنها بالاتر گزارش کردند. کاپهان و همکاران (1999) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط سویا با ذرت، میزان اخذ نور و شاخص سطح برگ در تراکم‌های بالاتر



شکل 2- درصد نور دریافتی در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت و سه رقم لوبیا

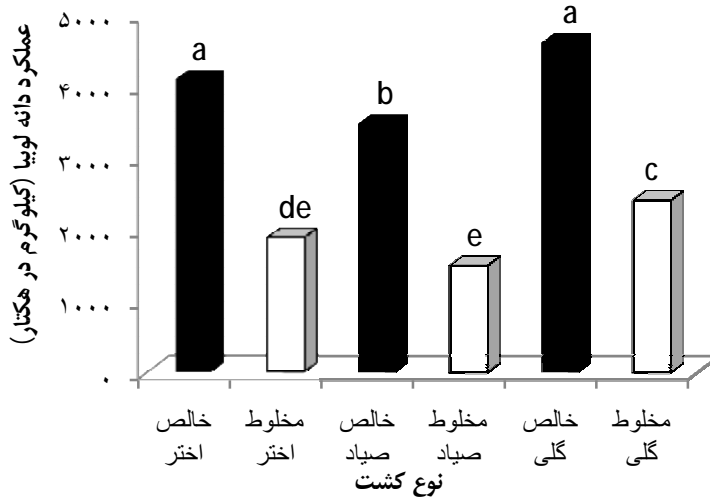
عملکرد دانه لوبیا

مخلوط نسبت به خالص را می‌توان در درجه اول به تعداد بوته در واحد سطح کمتر، تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام و تعداد دانه در نیام در کشت مخلوط نسبت به خالص ربط داد. از دلایل دیگر کاهش شاید بتوان به سایه اندازی و افزایش رقابت برون گونه‌ای بین ذرت و لوبیا در کشت مخلوط اشاره کرد.

در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا، کاهش عملکرد دانه لوبیا در کشت مخلوط را در نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته لوبیا دانسته اند (گاردنر و کراکر 1979). موکالا و همکاران (2005) طی مطالعه‌ای دیگر بر روی میزان جذب مواد غذایی در کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کردند که عملکرد لوبیا در کشت مخلوط با ذرت کاهش یافت و این کاهش عملکرد در تراکم‌های مختلف ذرت متفاوت بود، به طوری که با افزایش تراکم ذرت در مخلوط، عملکرد لوبیا به مقدار بیشتری کاهش یافت. صفری قلعه (1389) در کشت مخلوط ذرت و سویا و کوچکی و همکاران (1388) نیز در کشت مخلوط ذرت و لوبیا مشاهده کردند که عملکرد دانه جزء لگوم در کشت خالص بیشتر از تیمار کشت مخلوط بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه لوبیا تحت تأثیر نوع کشت قرار گرفت ولی نوع کود و اثر متقابل الگوی کشت در نوع کود بر این صفت غیر-معنی‌دار بود (جدول 3).

مقایسه میانگین عملکرد دانه سه رقم لوبیا نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار خالص رقم گلی بود که با رقم اختر تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین عملکرد مربوط به تیمار مخلوط رقم صیاد بود (شکل 3) که این امر احتمالاً به دلیل تعداد نیام بیشتر و تعداد دانه در بوته بیشتر رقم گلی نسبت به دو رقم دیگر می‌باشد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین کشت مخلوط و خالص در هر سه رقم تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه در واحد سطح وجود داشت، به طوری که در هر سه رقم عملکرد دانه در کشت خالص بیشتر از مخلوط بود. بیشترین تفاوت عملکرد در نوع کشت در رقم اختر و کمترین تفاوت در رقم گلی دیده شد (شکل 3). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان چنین اظهار داشت که از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه در کشت



شکل 3- عملکرد دانه سه رقم لوبیا در کشت خالص و مخلوط

گونه‌ای باعث کاهش عملکرد نسبت به کشت خالص شده است. تومار و همکاران (1988) علت کاهش عملکرد ذرت در کشت مخلوط با لگوم‌های دانه ای را به رقابت لگوم‌ها برای جذب عناصر غذایی مثل نیتروژن یا آب نسبت داده‌اند. بیگناه و همکاران (1377) همچنین مشاهده کردند که عملکرد دانه ذرت در کشت خالص و مخلوط به ترتیب $8239/9$ و $8389/5$ کیلوگرم در هکتار بود که عملکرد محصول در کشت خالص و مخلوط اختلاف معنی‌داری نداشتند. شایگان و همکاران (1387) نیز در کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی گزارش نمودند که بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت مربوط به تیمار کشت خالص ذرت و کمترین آن به کشت مخلوط افزایشی برخوردار از 50 درصد ارزن دم روباهی مربوط بود. در کشت مخلوط ذرت با لوبیا، عملکرد دانه ذرت در کشت خالص را بیشتر از مخلوط گزارش کرده‌اند (پیلیبیم و همکاران 1994).

ذرت

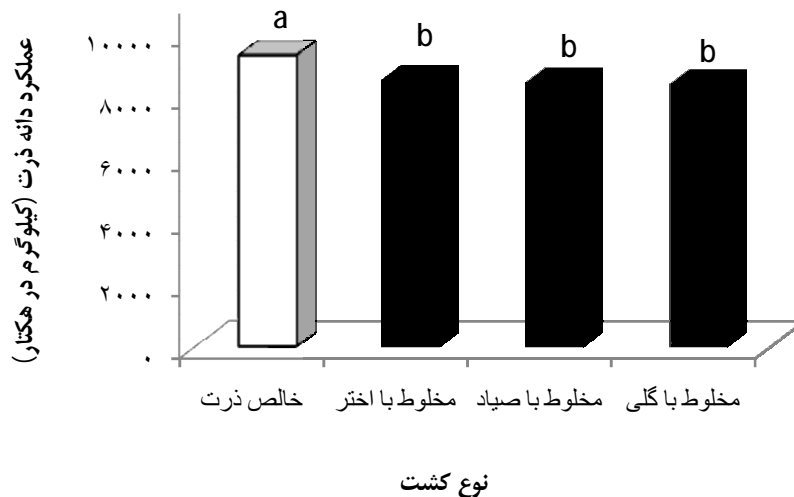
بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 4) عملکرد دانه ذرت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع کشت قرار گرفته است، اما اثرات نوع کود و الگوی کشت در نوع کود در مورد این صفت معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به کشت خالص ذرت به میزان 9318 کیلوگرم در هکتار و کشت مخلوط ذرت با رقم گلی به میزان 8397 کیلوگرم در هکتار بود. بین تیمارهای کشت مخلوط از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل 4). بالاتر بودن عملکرد دانه ذرت در کشت خالص را می‌توان به بیشتر بودن تعداد دانه در بلال که از صفات مهم در تعیین عملکرد دانه در واحد سطح ذرت محسوب می‌شود، ارتباط داد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند).

در کشت خالص ذرت فقط رقابت درون گونه‌ای حاکم است، ولی در کشت مخلوط، وجود رقابت برون

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه ذرت تحت تأثیر نوع کشت و تیمارهای کودی

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه		
2432/042 ^{ns}	2	تکرار
44549/597*	3	نوع کشت
570/375 ^{ns}	1	نوع کود
5200/153 ^{ns}	3	نوع کشت × نوع کود
9202/375	14	خطای آزمایش
5/52		ضریب تغییرات (%)

*, **, ns به ترتیب معنی‌دار در سطح 5%, 1% و غیر معنی‌دار میباشد.



شکل 4- عملکرد دانه ذرت در کشت خالص و مخلوط با سه رقم لوبیا

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

نسبی لوبیا (RYb) مربوط به کشت مخلوط ذرت با رقم گلی در تیمار کود زیستی به میزان 0/63 و کمترین آن متعلق به کشت مخلوط ذرت با رقم صیاد در تیمار کود نیتروژن و به میزان 0/43 بود (جدول 5). رضایی چیاپانه و همکاران (2010) در کشت مخلوط ذرت با باقلا گزارش کردند که بیشترین عملکرد نسبی ذرت از تیمارهای مخلوط ذرت با تراکم 6 بوته با تراکم‌های 40 و 50 بوته باقلا در متر مربع به میزان 0/78 و بیشترین عملکرد نسبی باقلا از تیمار مخلوط ذرت با تراکم 6 بوته با تراکم 30 بوته باقلا در متر مربع و به میزان 1/17 بدست آمد.

بیشترین عملکرد نسبی ذرت (RYa) در کشت مخلوط ذرت با رقم اختر در تیمار با کود زیستی به میزان 0/93 و کمترین آن در کشت مخلوط ذرت با رقم صیاد در تیمار با کود زیستی به میزان 0/89 حاصل گردید (جدول 5). عملکرد نسبی ذرت در کشت مخلوط با رقم اختر در تیمار کود بیولوژیک (0/93) بیشتر از تیمار کود نیتروژن (0/9) بود و در ارقام صیاد و گلی این تفاوت کمتر بود. این نتایج به طور کلی نشان می‌دهد که استفاده از کود بیولوژیک توانسته است نیاز نیتروژن ذرت را تامین نماید. همچنین بیشترین عملکرد

جدول 5- معیارهای ارزیابی عملکرد و شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نسبت به کشت‌های خالص

مجموع ارزش نسبی (RVT)	نسبت برابری زمین (LER)	مجموع عملکرد نسبی (RYT)	عملکرد نسبی لوبیا (RY _b)	عملکرد نسبی ذرت (RY _a)	تیمار کشت مخلوط
1/514	1/359	1/359	0/459	0/9	ذرت + اخترN
1/526	1/383	1/383	0/453	0/93	ذرت + اخترB
1/39	1/340	1/340	0/430	0/91	ذرت + صیادN
1/365	1/332	1/332	0/442	0/89	ذرت + صیادB
1/630	1/448	1/448	0/538	0/91	ذرت + گلیN
1/758	1/531	1/531	0/631	0/90	ذرت + گلیB

N: کود نیتروژن B: کود بیولوژیک

تک‌کشتی است (واندرمیر 1990). مقادیر این شاخص برای تیمارها و الگوهای مختلف کاشت محاسبه شد (جدول 5) و در کلیه تیمارهای مخلوط به غیر از کشت مخلوط ذرت با رقم گلی در تیمار کود بیولوژیک بزرگتر از یک بود، که نشانگر برتری این نوع کشت مخلوط بر تک‌کشتی‌ها می‌باشد. بیشترین مجموع ارزش نسبی در کشت مخلوط ذرت با رقم گلی در تیمار کود بیولوژیک به مقدار 1/75 حاصل شد و کمترین آن در کشت مخلوط ذرت با رقم صیاد در تیمار کود بیولوژیک به مقدار 1/36 بدست آمد (جدول 5). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط علاوه بر ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری تولید، در افزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند مؤثر باشد. جمشیدی (1387) نیز بیان کرد که بیشترین مجموع ارزش نسبی از الگوی کاشت جایگزینی (67% لوبیا چشم بلبلی + 33% ذرت) در کشت همزمان دو گیاه و به میزان 1/75 بدست آمد. جوانمرد (1388) نیز بیان کرد که بیشترین RVT در کشت مخلوط ذرت 301 با ماشک گل خوشه‌ای به میزان 1/098 حاصل شد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی با توجه به یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان اظهار داشت که سیستم کشت مخلوط

برای ارزیابی کشت مخلوط از نسبت برابری زمین استفاده شد. بیشترین میزان نسبت برابری زمین (LER) برابر با 1/53 بود که در کشت مخلوط ذرت با گلی در اثر تیمار با کود زیستی بدست آمد. کمترین میزان نسبت برابری زمین (LER) برابر با 1/33 بود که در کشت مخلوط ذرت با صیاد در اثر تیمار با کود زیستی بدست آمد (جدول 5). در همه نسبت‌های کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک است که نشان دهنده کارایی کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به تک‌کشتی می‌باشد. در بررسی تیمارهای مختلف ذرت با ارقام لوبیا مشخص شد که نسبت برابری زمین (LER) بین 1/53 و 1/33 می‌باشد، یعنی سودمندی استفاده از زمین در کشت مخلوط 53 و 33 درصد بیشتر از کشت خالص است. بررسی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمارهای مخلوط همراه با کود زیستی LER بالاتری نسبت به بقیه تیمارها دارد که نشان دهنده کارایی بالای کودهای زیستی نسبت به کودهای شیمیایی می‌باشد. احمدی و همکاران (1389) همچنین گزارش کردند که کلیه تیمارهای کشت مخلوط LER بالاتری را نسبت به کشت خالص این دو گونه داشتند.

شاخص مجموع ارزش نسبی (RVT) امروزه کاربرد وسیعی داشته و از مقبولیت خاصی برخوردار است. اگر مقدار RVT بزرگتر از یک باشد نشانگر مزیت و برتری اقتصادی کشت مخلوط نسبت به

افزایش مجموع عملکرد نسبی و نسبت برابری زمین گردید که بیانگر افزایش کارایی کشت مخلوط ذرت و لوبیا در صورت استفاده از کودهای زیستی است. در صورت استفاده از کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی در ترکیب با کشت مخلوط، علاوه بر کاهش هزینه، مشکلات زیست محیطی ناشی از این کودها نیز کاهش می یابد که در راستای کشاورزی پایدار خواهد بود.

ذرت و لوبیا به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش درصد نور دریافتی نسبت به کشت خالص ذرت و ارقام لوبیا برتری داشت. همچنین در صورت جایگزینی کودهای زیستی با کود شیمیایی عملکرد دانه لوبیا و ذرت به طور معنی دار تحت تاثیر قرار نگرفت. به عبارت دیگر می توان به جای استفاده از کودهای شیمیایی از این کودها استفاده نمود. همچنین استفاده از کودهای زیستی به جای کود شیمیایی باعث

منابع مورد استفاده

- احمدی ا، دباغ محمدی نسب ع، زهتاب سلماسی س، امینی ر و جان محمدی ح، 1389. ارزیابی عملکرد و شاخص های سودمندی در کشت مخلوط جو و ماشک گل خوشه ای. دانش کشاورزی و تولید پایدار، 20/2(4): 77 - 87.
- امینی ر و فاتحا، 1389. اثر تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) بر شاخص های رشد و عملکرد رقم های لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*). دانش کشاورزی و تولید پایدار، 20/2(4): 113 - 129.
- امینی ر، مجنون حسینین، رحیمیان مشهدی، مظاهری د و علیزاده م، 1388. ارزیابی توان رقابتی ارقام لوبیا قرمز با تاج خروس ریشه قرمز با استفاده از مدل افت عملکرد. مجله علوم گیاهان زراعی ایران (مجله علوم کشاورزی ایران)، 40(1): 121-131.
- بیگناه ح، جوانشیر ع، محفوظی س و مزین ا، 1377. بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا در شرایط اقلیمی منطقه اردبیل. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.
- تقی زاده مص و کوچکی ع، 1376. جذب تشعشع در تک کشتی و مخلوط ارقام سویا. مجله پژوهش و سازندگی، 35: 64-65.
- جمشیدی خ، 1387. بررسی برخی صفات اکوفیزیولوژیکی ذرت و لوبیا چشم بلبلی در کشت مخلوط. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- جوانشیر ع، دباغ محمدی نسب ع، حمیدی آ و قلی پور م، 1379. اکولوژی کشت مخلوط (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- جوانمرد ع، 1388. ارزیابی کمی و کیفی علوفه در کشت مخلوط ذرت با چند لگوم در کشت دو گانه. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.
- رستمی ل، مندنی ف، خرم دل س، کوچکی ع، نصیری محلاتی م، 1388. اثر تراکم های مختلف کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر عملکرد گیاهان زراعی و جمعیت علفهای هرز. مجله پژوهش علفهای هرز، 1(2): 37-51.

رضوانی مقدم پ و مرادی ر، 1391. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، 43(2): 217-230.

سیفی م، 1385. تعیین کارایی میکوریزا و ازتوباکتر تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت علوفه‌ای KSC 704 در استان مرکزی. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.

شایگان م، مظاهری د، رحیمیان مشهدی ح و پیغمبری س ع، 1387. اثر تاریخ کاشت و کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی بر عملکرد دانه آنها و کنترل علف‌های هرز. مجله علوم زراعی ایران، 10(1): 46 - 31.

صفری قلعه س، 1389. ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط ذرت و سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

کوچکی ع، نجیب نیا س و لله گانی ب، 1388. ارزیابی عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در کشت مخلوط با غلات، حبوبات و گیاهان دارویی مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 7(1): 172-163.

محسن آبادی غ ر و جهانسوز م ر، 1392. ارزیابی سودمندی و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط جو (*Hordeum vulgare*) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* ssp. *Dassycarpa*) در سطوح مختلف کود نیتروژن. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، 44(3): 419-427.

ملکینارگموسی م، بلوچی ح، فرجی ه و یدوی ع، 1392. اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین. دانش کشاورزی و تولید پایدار، 23(3): 104-89.

میرشکاری ب، باصر س و جوانشیر ع، 1388. تأثیر کود زیستی نیتراژین و سطوح مختلف کود اوره بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد بیولوژیک ذرت هیبرید 704 در مناطق نیمه خشک سرد. یافته‌های نوین کشاورزی، 3(4): 411-402.

ناظری پ، کاشانی ع، خاوازی ک، اردکانی مر و میرآخوری م، 1391. بررسی تأثیر شاخصهای فیزیولوژیکی رشد به کود زیستی میکروبی فسفات‌ها روی و کود شیمیایی فسفر در لوبیا. مجله زراعت و اصلاح نباتات، 8(3): 126-111.

نقی‌زاده م، رمرودی م، گلوی م، سیاه‌سر ب، حیدری م و مقصودی مود ع ا، 1391. تأثیر کاربرد انواع کود فسفری شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و خلر در کشت مخلوط. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، 43(2): 203-215.

Amini R, Alizadeh H and Yousefi A, 2014. Interference between red kidneybean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *European Journal of Agronomy*, 60: 13–21.

Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325-332.

- Chen X, Zhou J, Wang X, Blackmer AM and Zhang F, 2004. Optimal rates of nitrogen fertilization for a winter wheat-corn cropping system in Northern China. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35: 583-597.
- Gardiner TR and Craker LE, 1979. Development and light interception in a bean-maize intercropping. *Agronomy Abstract*, 102.
- Kannayan S, 2002. Biofertilizers for sustainable crop production, pp: 9-49. in: *Biothecnology of biofertilizers*. Ed., Kannayan, Narosa Publishing House, New Delhi, India.
- Kayhan, FP, Dutilleul P and Smith D, 1999. Soybean canopy development as affected by population density and intercropping with corn. *Crop Science*, 39: 1784 - 1791.
- Li W, Li L, Sun J, Guo T, Zhang F, Bao X, Peng A and Tang C, 2005. Effects of intercropping and nitrogen application on nitrate present in the profile of an Orthic Anthrosol in Northwest China. *Agricultural Ecosystem and Environment*, 105: 483- 491.
- Manaffee WF and Kloepper JW, 1994. Applications of plant growth agriculture. In: *Soil biota management in sustainable farming*. Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR and Grace PR, eds pp:23-31. CSLRO, pub. East Melbourne: Australia.
- Morris RA and Garrity DP, 1993. Resource capture and utilization in intercropping: non-nitrogen nutrients. *Field Crops Research*, 34: 303-317.
- Mukhala E, Juger JM and Vanrensburg LD, 2005. Dietary nutrient deficiency in small-scale farming. *Journal of Applied Biology*, 12: 23-26.
- Ofori F and Stern WR, 1987. Cereal- legume intercropping system. *Advances in Agronomy*, 41: 41 - 90.
- Pilbeam CJ, Okalebo R, Simmonds LP and Gathua KW, 1994. Analysis of maize-common bean intercrops in semi-arid Kenya. *Journal of Agricultural Science*, 123: 191-198.
- Poggio SL, 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 109: 48-58.
- Rezaei-Chianeh E, Dabbagh Mohammadi Nassab A, Shakiba MR, Ghassemi-Golezani K and Aharizad S, 2010. Intercropping of maize (*Zea mays*.L) and faba bean (*Vicia faba*.L.) at different plant population densities. *African Journal of Agricultural Research*, 6(7): 1786-1793.
- Sharma AK, 2004. *Biofertilizers for sustainable agriculture*. Agrobios, India. 351 pp.
- Singer JW, Sauer TS, Blaser BC and Meek DW, 2007. Radiation use efficiency in dula winter cereal forage production systems. *American Society of Agronomy*, 99: 1175 - 1179.
- Sullivan P, 2003. *Applying the principle of sustainable farming*. ATTRA National sustainable agriculture information service. Tehran Jihad Daneshgahi Press. 45 pp.
- Tomar JS, Mackenzie AF, Mehuys GR and Ali I, 1988. Corn growth with foliar nitrogen, soil applied nitrogen, and legume intercrops. *Agronomy Journal*, 80: 802-807.

- Tsuba M, Walker S and Mukhala E, 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping systems with different orientations. *Field Crop Research*, 71: 17 – 29.
- Vandermeer J, 1990. Intercropping. In *Agroecology*, McGraw – Hill publishing Co., pp: 481 - 516.
- Wahua TA, 1983. Nutrient uptake by intercropped maize and bean and concept of nutrient supplementation index (NSI). *Experimental Agriculture*, 19: 263-275.
- Willey RW, 1990. Resources use in intercropping systems. *Journal of Agricultural Water Management*, 17: 215-231.
- 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 Agriculture and Forestry*, 32: 111-119.