

## ارزیابی سودمندی کشت مخلوط ذرت - سویا با استفاده از شاخص‌های زراعی و کارایی کنترل علف‌هرز

جواد حمزه‌ئی<sup>1\*</sup>، نسرين قمری رحيم<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 92/03/04 تاریخ پذیرش: 93/01/23

1- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

2- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه بوعلی سینا همدان.

\*. مسئول مکاتبه: E-mail: [j.hamzei@yahoo.com](mailto:j.hamzei@yahoo.com)

### چکیده

در این آزمایش اثر کشت مخلوط افزایشی تراکم‌های مختلف سویا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک ذرت و شاخص کارایی کنترل علف‌هرز در شرایط آب و هوایی همدان در سال زراعی 1389 ارزیابی شد. طرح آزمایشی مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار شامل  $T_1$  و  $T_2$ : به ترتیب کشت خالص ذرت با و بدون وجین علف‌هرز و  $T_3$ ،  $T_4$  و  $T_5$ : به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا (40 بوته در متر مربع) با ذرت بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. ولی، اثر تیمار بر شاخص برداشت معنی‌دار نشد. بیشترین عملکرد دانه (803 گرم در متر مربع) و عملکرد بیولوژیک (1793 گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کشت خالص ذرت با وجین علف‌هرز بود که با تیمار کشت مخلوط افزایشی 45 درصد سویا با ذرت از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. استفاده از سویا به‌عنوان گیاه همراه در کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت بسیار مؤثر بود، بطوریکه تیمارهای  $T_4$  و  $T_5$  پایین‌ترین میزان بیوماس را به‌ترتیب معادل 53 و 52 گرم در متر مربع و تراکم علف‌هرز به‌ترتیب 17 و 8 بوته در متر مربع را دارا بودند. تیمار  $T_5$  را می‌توان به عنوان برترین تیمار معرفی کرد، زیرا ضمن مهار مناسب علف‌های هرز، کمترین میزان شاخص رقابت (0/04)، بالاترین میزان نسبت برابری زمین (1/27)، مجموع ارزش نسبی (1/33) و کارایی کنترل علف‌هرز (83/20 درصد) را داشت و بیشترین میزان عملکرد دانه برابر 758 گرم در متر مربع را تولید نمود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، بیوماس علف‌هرز، تراکم علف‌هرز، گیاه همراه، نسبت برابری زمین

## Evaluation of Corn-Soybean Intercropping Advantages Using Agronomic and Weed Control Efficiency Indices

J Hamzei<sup>\*1</sup>, N Ghamari Rahim<sup>2</sup>

Received: May 25, 2013 Accepted: April 12, 2014

<sup>1</sup>Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

<sup>2</sup>Former MSc. Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

\*Corresponding Author: [j.hamzei@yahoo.com](mailto:j.hamzei@yahoo.com)

### Abstract

In this study effect of additive intercropping of different soybean densities on economic and biological yield of corn and index of weed control efficiency was evaluated at the climate condition of Hamedan during growing season of 2011. Complete randomized block design (RCBD) with three replications and five treatments included T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>; Pure stand of corn with and without weeding, respectively and T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> and T<sub>5</sub>; additive intercropping of 15, 30 and 45 percent of pure stand of soybean (40 plants per m<sup>-2</sup>) with corn, respectively. Results indicated that experimental treatments had significant effects ( $p < 0.01$ ) on grain and biological yields of corn. But, the effect of treatment on harvest index was not significant. The highest grain (803 g m<sup>-2</sup>) and biological (1793 g m<sup>-2</sup>) yield were achieved at T<sub>1</sub> (Pure stand of corn with weeding) treatment. However, there is no significant difference for these traits between T<sub>1</sub> and T<sub>5</sub> (additive intercropping 45 percent of soybean with corn) treatments. Using soybean as a companion crop had significant effect on weed control. As, minimum values of weed biomass and weed density; in averaging 53 g m<sup>-2</sup> with 17 plant m<sup>-2</sup> and 52 g m<sup>-2</sup> with 8 plant m<sup>-2</sup> were observed at T<sub>4</sub> and T<sub>5</sub> treatments, respectively. Treatment of T<sub>5</sub> can be introduce as a best treatment, because it can suppress weeds in the corn field and had the lowest value of competition index (0.04), the highest values of land equivalent ratio (1.27), total relative value (1.33) and weed control efficiency (83.20%) and produced the highest value of grain yield (758 g m<sup>-2</sup>).

**Keywords:** Companion Crop, Land Equivalent Ratio, Weed Biomass, Weed Density, Yield Components.

## مقدمه

نشان می‌دهد که ذرت می‌تواند آن قسمت از منابع محیطی را مورد بهره‌برداری قرار دهد که آن منابع یا در دسترس گیاهان سویا قرار نداشته‌اند یا بوسیله آنها به کار گرفته نشده است (هربرت و همکاران 1984). کشت مخلوط غلات و لگوم‌ها یکی از عملی‌ترین تکنیک‌های کاشت به منظور افزایش عملکرد و بهبود بهره‌وری از زمین است (گانو و همکاران 2010). ذرت یکی از گیاهانی است که به دلیل قدرت سازگاری زیاد می‌تواند با گیاهان زیادی به صورت مخلوط کشت گردد. به طوری که، 60 درصد ذرت تولیدی در آمریکای لاتین به صورت مخلوط کشت می‌شود (فرانسیس و دی‌کاتو 1993). کشت مخلوط کارایی استفاده از منابع قابل دسترس محیطی را افزایش داده به این ترتیب بازده بالاتری نسبت به تک کشتی دارد (آدو-جیامفی و همکاران 2007). دلیل عملکرد بالاتر در این سیستم این است که گونه‌های کشت مخلوط برای استفاده از منابع رشد دقیقاً از نیچ مشابهی استفاده نکرده در نتیجه در استفاده از منابع مکمل هم هستند (هاگارد نیلسون و همکاران 2003). از طرفی، همانطوریکه پیشتر نیز اشاره شد، از دیگر مزایای کشت مخلوط، کنترل علف‌های هرز است. در واقع، در کشت مخلوط به دلیل رقابت قویتر گیاهان با علف‌های هرز، از رشد و توسعه آنها ممانعت به عمل آورده و این امر با وجود عدم کاربرد علف‌کش، به افزایش تولید در این نوع سیستم کشت منجر می‌شود (دویکیت و همکاران 2009). به همین دلیل این آزمایش با هدف ارزیابی اثر کشت مخلوط افزایشی تراکم‌های مختلف سویا بر عملکرد اقتصادی و بیولوژیک ذرت، شاخص کارایی استفاده از زمین و شاخص کارایی کنترل علف‌هرز در شرایط آب و هوایی همدان اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و کنترل علف‌های هرز، آزمایشی در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا

ذرت یکی از مواد غذایی عمده و محصولات خوراکی در سراسر جهان است (اریس و همکاران 2010). رقابت علف‌های هرز با ذرت باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد ذرت می‌شود. از این رو، کنترل مناسب علف‌های هرز برای تولید سودمند ذرت ضروری است. گزارش‌ها حاکی از این است که علف‌های هرز می‌توانند از طریق رقابت عملکرد دانه ذرت را تا 80 درصد کاهش دهند (سیلوا و همکاران 2009). به همین دلیل، استفاده از علف‌کش‌ها بخش قابل توجهی از هزینه تولید را در زراعت ذرت به خود اختصاص می‌دهد. یکی از تمهیدات مهم در کنترل علف‌های هرز از دیدگاه کشاورزی پایدار، استفاده از کشت مخلوط محصولات مختلف زراعی با یکدیگر است (گومز و گارویچ 1998 و سیلوا و همکاران 2009). از کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها برای کنترل علف‌های هرز استفاده می‌شود. چراکه، استفاده از لگوم‌ها به عنوان گیاه همراه در مخلوط با ذرت در مقایسه با علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز ذرت تأثیر بیشتری داشته است (ایلنیک و ایناچ 1992). به طوریکه، استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط به عنوان مناسب‌ترین گزینه در مهار علف‌های هرز ذرت گزارش شده است (عابدین و همکاران 2000). کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها در مقایسه با تک کشتی ذرت، استفاده از نهاده‌هایی چون علف‌کش‌ها، برای کنترل علف‌های هرز را کاهش می‌دهد (کاروترز و همکاران 1998).

بررسی‌ها در شمال آمریکا نشان داده است که کشت مخلوط ذرت با لگوم‌ها در مقایسه با کشت خالص ذرت، به تولید بیشتر در واحد سطح نیز منجر می‌شود (تومار و همکاران 1988) 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 (میسرا و راثو 2006). نتایج بدست آمده از کشت مخلوط ذرت و سویا

آبیاری شد. تعداد 6، 12 و 18 بوته در متر مربع از سویا به ترتیب در تیمارهای  $T_3$ ،  $T_4$  و  $T_5$  (تیمارهای کشت مخلوط) در بین ردیف های ذرت کشت شدند. پس از رسیدگی ذرت، برداشت 2 متر مربع از ردیف های داخلی هر کرت به روش دستی و با احتساب نیم متر حاشیه از بالا و پایین کرت ها انجام گرفت و بر اساس آن صفاتی مانند تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ذرت اندازه گیری و ثبت شد. نمونه برداری از علف های هرز در هر یک از واحدهای آزمایشی مربوطه ( $T_2$ ،  $T_3$ ،  $T_4$  و  $T_5$ )، با استفاده از کوادرات یک متر مربعی و قبل از برداشت ذرت انجام گرفت. گونه های مختلف علف هرز پس از شمارش و تعیین تراکم در واحد سطح، برای تعیین وزن خشک، در داخل آون با دمای 75 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت قرار گرفتند و سپس توزین شدند. در تیمارهای  $T_3$ ،  $T_4$  و  $T_5$  (تیمارهای کشت مخلوط) و نیز تیمار کشت خالص سویا، پس از برداشت بوته های دو متر مربع از واحدهای آزمایشی مذکور، عملکرد دانه سویا محاسبه گردید.

برای ارزیابی مزیت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص از شاخص های کارایی استفاده از زمین یا شاخص نسبت برابری زمین<sup>1</sup>، شاخص رقابت<sup>2</sup>، مجموع ارزش نسبی<sup>3</sup> و کارایی کنترل علف هرز<sup>4</sup> استفاده شد. شاخص نسبت برابری زمین که بر اساس سطح زیر کشت محاسبه می گردد، بیانگر آن است که برای به دست آوردن مقدار محصول تولیدی از یک هکتار کشت مخلوط، چه مقدار زمین به صورت زراعت تک کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود. این شاخص با استفاده از رابطه 1 محاسبه شد (قوش 2004 و میدیا و همکاران 2005) که در این فرمول  $Y_{ic}$  و  $Y_{is}$  به ترتیب عملکرد ذرت و سویا در کشت مخلوط

همدان با مختصات طول جغرافیایی 48 درجه و 31 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و یک دقیقه شمالی و ارتفاع 1690 متر از سطح دریا انجام شد. تجزیه آزمایشگاهی نمونه خاک محل اجرای آزمایش، بافت خاک را رسی سیلتی، اسیدیته آن 8/1 و میزان قابل جذب هر یک از عناصر منگنز، روی، آهن، پتاسیم و فسفر را به ترتیب 3/62، 2/9، 0/88، 236 و 5/08 میلی گرم در کیلوگرم خاک نشان داد. همچنین، بر اساس همین تجزیه، میزان نیتروژن خاک 0/11 درصد بود.

طرح آزمایشی مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و پنج تیمار شامل  $T_1$  و  $T_2$ : به ترتیب کشت خالص ذرت با و بدون وجین علف هرز و  $T_3$ ،  $T_4$  و  $T_5$ : به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا (40 بوته در متر مربع) با ذرت بود. برای ذرت از رقم SC500 (رقم متوسط رس) با طول فصل رشد 120-115 روز و برای سویا از رقم ویلیامز استفاده شد. قابل ذکر است که جهت ارزیابی سودمندی تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، یک واحد آزمایشی به طور جداگانه در کنار تیمارهای مذکور برای کشت خالص سویا با تراکم 40 بوته در متر مربع در سه تکرار در نظر گرفته شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح قبل از کاشت انجام گرفت. مصرف هر یک از کودهای اوره، فسفات از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسه از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان 250، 150 و 180 کیلوگرم در هکتار بود که یک سوم کود اوره قبل از کاشت و بقیه به صورت کود سرک مصرف شد. کودهای پتاسیم و فسفر به طور کامل قبل از کاشت مصرف شدند. کشت ذرت بصورت جوی و پشته با فاصله ردیف 75 سانتی متر و فاصله دو بوته روی ردیف 18 سانتی متر و با تراکم نهایی 74000 بوته در هکتار صورت گرفت. در هر کرت 5 ردیف کشت به طول 6 متر در نظر گرفته شد. کاشت همزمان ذرت و سویا در خرداد ماه سال 1389 انجام و بلافاصله

<sup>1</sup> Land equivalent ratio (LER)

<sup>2</sup> Competition index (CI)

<sup>3</sup> Relative value total (RVT)

<sup>4</sup> Weed control efficiency (WCE)

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و در صفتی که آزمون F معنی دار شده بود، مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول 1). به گونه‌ای که، تیمار کشت خالص ذرت با وجین کامل بیشترین عملکرد دانه (803 گرم در متر مربع) را تولید کرد و با تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت که عملکردی معادل 758 گرم در متر مربع داشت، در یک سطح آماری قرار گرفت (جدول 2). کمترین عملکرد دانه (454 گرم در متر مربع) در تیمار T<sub>2</sub> (کشت خالص ذرت بدون وجین) مشاهده شد که با تیمار T<sub>3</sub> (کشت مخلوط 15 درصد سویا با ذرت با عملکرد معادل 478 گرم در متر مربع) تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین، بیشترین عملکرد بیولوژیک (1793 گرم در متر مربع) در تیمار کشت خالص ذرت با وجین کامل به دست آمد. در بین تیمارهای کشت مخلوط نیز بیشترین عملکرد بیولوژیک (1614 گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت و کمترین عملکرد بیولوژیک (1000 گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کشت مخلوط 15 درصد سویا با ذرت بود که با تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول 2). تیمارهای کشت مخلوط با کنترل علف‌های هرز و احتمالاً تثبیت نیتروژن توانستند عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بالاتری نسبت به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین داشته باشند. سایر پژوهشگران نیز در بررسی کشت مخلوط جو و باقلا (آجینهو و همکاران 2006) و نخود و جو

می‌باشد و  $Y_{sc}$  و  $Y_{ss}$  نیز به ترتیب عملکرد ذرت و سویا در کشت خالص است. مقدار  $LER > 1$  بیانگر این است که اجرای سیستم کشت مخلوط بهتر بوده و سود بیشتری عاید کشاورز می‌شود.

$$LER = \frac{Y_{ic}}{Y_{sc}} + \frac{Y_{is}}{Y_{ss}} \quad [1]$$

شاخص رقابت مطابق فرمول 2 محاسبه گردید (قوش 2004، میدیا و همکاران 2005). در این معادله،  $N'_A$  و  $N_A$ : به ترتیب عملکرد گونه A در کشت خالص و مخلوط و  $N'_B$  و  $N_B$ : به ترتیب عملکرد گونه B در کشت خالص و مخلوط است.

اگر  $CI < 1$  باشد ارزش کشت مخلوط بیشتر از خالص بوده و سودمندتر است و چنانچه  $CI > 1$  باشد، میزان سوددهی کشت مخلوط کمتر از خالص خواهد بود (قوش 2004، میدیا و همکاران 2005).

$$CI = \frac{(N'_A - N_A)(N'_B - N_B)}{N_A N_B} \quad [2]$$

جهت محاسبه مجموع ارزش نسبی نیز از رابطه 3 استفاده شد (قوش 2004، میدیا و همکاران 2005). در این فرمول a و b به ترتیب قیمت ذرت (82500 ریال) و قیمت سویا (17800 ریال)،  $P_1$  و  $P_2$  به ترتیب عملکرد ذرت و سویا در کشت مخلوط و M عملکرد ذرت در کشت خالص است.

$$RVT = \frac{aP_1 + bP_2}{aM} \quad [3]$$

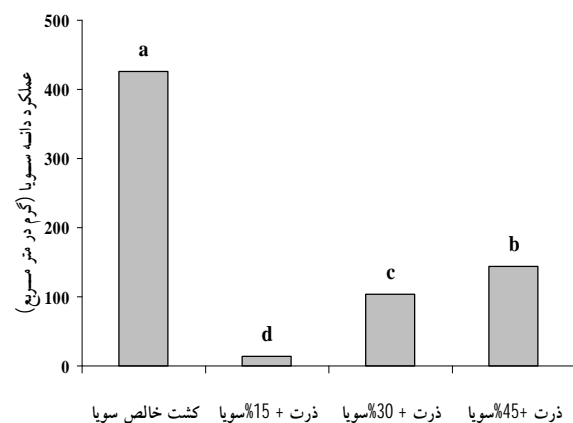
همچنین، برای ارزیابی قابلیت سویا در کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت، شاخص کارایی کنترل علف-هرز بر اساس رابطه 4 محاسبه شد (سینگ و همکاران 2013). در این فرمول  $WB_c$  و  $WB_i$  به ترتیب بیوماس علف‌های هرز در تیمار کشت خالص ذرت بدون کنترل علف‌هرز (T<sub>2</sub>) و بیوماس علف‌های هرز در تیمار کشت مخلوط می‌باشد.

$$WCE = \frac{WB_c - WB_i}{WB_c} \times 100 \quad [4]$$

(جدول 1). بیشترین تعداد دانه در ردیف (43/8) دانه در ردیف) در تیمار کشت خالص ذرت با وجین کامل به دست آمد که با تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد دانه در ردیف به تیمارهای کشت خالص ذرت بدون وجین و کشت مخلوط 15 درصد سویا با ذرت (به ترتیب 36/8 و 36 دانه در ردیف) تعلق گرفت (جدول 2) که دلیل این امر از تراکم و بیوماس بالای علف‌های هرز (جدول 4) در این تیمارها ناشی می‌شود که بر اثر رقابت با ذرت به کاهش قابل توجهی در صفت تعداد دانه در ردیف منجر شدند. کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر تداخل علف‌های هرز با ذرت، توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (سیلوا و همکاران 2009). تعداد دانه در ردیف در تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت افزایشی معادل 29/5 درصدی نسبت به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین نشان داد. دلیل افزایش تعداد دانه در ردیف در تیمار T<sub>5</sub> (مخلوط 45 درصد سویا با ذرت) نسبت به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین (T<sub>2</sub>)، کنترل بهتر علف‌های هرز و احتمالاً تثبیت بیشتر نیتروژن توسط این تیمار می‌باشد. در واقع، به دلیل اینکه در تیمار T<sub>5</sub> تراکم بوته سویا در واحد سطح (18 بوته در متر مربع) نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود، به نظر می‌رسد که کنترل علف‌هرز از طرفی و افزایش نیتروژن قابل دسترس برای ذرت از طرف دیگر، سبب افزایش ظرفیت فتوسنتزی و رشد ذرت شده و در نتیجه اختصاص فتوآسمیلات بیشتر به بخش زایشی (بلال)، تعداد دانه در ردیف افزایش یافته است. این نتایج با یافته سایرین هماهنگ است (موسر و همکاران 2006).

تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر تیمار قرار گرفت (جدول 1). تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال (19/7) ردیف دانه در بلال) را داشت که با تیمار کشت خالص ذرت با وجین کامل و کشت

(حمزهئی و همکاران 2012) افزایش عملکرد را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی دو گونه گزارش کردند و این امر را به کنترل بهتر علف‌هرز در کشت مخلوط نسبت دادند. گزارش شده است که رقابت علف‌های هرز با ذرت به کاهش قابل توجهی در عملکرد ذرت منجر می‌شود و کشت مخلوط ذرت با گیاهان پوششی امکان کنترل علف‌های هرز را فراهم می‌کند (عابدین و همکاران، 2000). در پژوهش دیگری حداکثر عملکرد دانه در کشت مخلوط نخود و یولاف از تراکمی بالاتر از تراکم مطلوب کشت خالص به دست آمد. این امر نشان می‌دهد که دو گونه برای منابع یکسان رقابت نمی‌کنند، بنابراین در کشت مخلوط منابع بیشتری نسبت به تک کشتی قابل دستیابی است (نئومان و همکاران 2007). عملکرد دانه سویا نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه سویا (427 گرم در مترمربع) از کشت خالص آن حاصل شد و با افزایش تراکم سویا در تیمارهای مخلوط نیز عملکرد دانه سویا افزایش یافت و حداکثر آن (144 گرم در متر مربع) در تیمار کشت مخلوط 45%سویا با ذرت، مشاهده شد (شکل 1).



شکل 1- اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه سویا

تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال از نظر تعداد دانه در ردیف، بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت

تعداد ردیف دانه در بلال نسبت به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین و کشت مخلوط 15 درصد سویا با ذرت افزایش یافته است. پیش تر از این نیز کاهش تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در اثر تداخل علف‌های هرز گزارش شده است (سیلوا و همکاران 2009).

مخلوط 35 درصد سویا با ذرت تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری نداشت (جدول 2). دلیل این امر از عدم رقابت (تیمار T<sub>1</sub>) و یا کاهش رقابت علف‌های هرز (تیمارهای T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>) ناشی می‌شود. به عبارت دیگر، به دلیل کنترل علف‌های هرز در این تیمارها، منابع مورد استفاده بیشتر در اختیار ذرت قرار گرفته و در نتیجه

جدول 1- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف

دانه در بلال ذرت						
میانگین مربعات						
شاخص برداشت	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر
11/7 <sup>ns</sup>	1/5 <sup>ns</sup>	1/4 <sup>ns</sup>	6433 <sup>*</sup>	2636 <sup>ns</sup>	2	تکرار
30/20 <sup>ns</sup>	2/2 <sup>**</sup>	37/4 <sup>ns</sup>	371558 <sup>**</sup>	79605 <sup>**</sup>	4	تیمار
10/90	0/33	6/6	25363	9077	8	خطای آزمایشی
7/10	3/05	6/51	11/56	14/87		ضریب تغییرات (%)

\*\*، \* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1% و 5% و غیرمعنی‌دار می‌باشد.

جدول 2- مقایسه میانگین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال ذرت

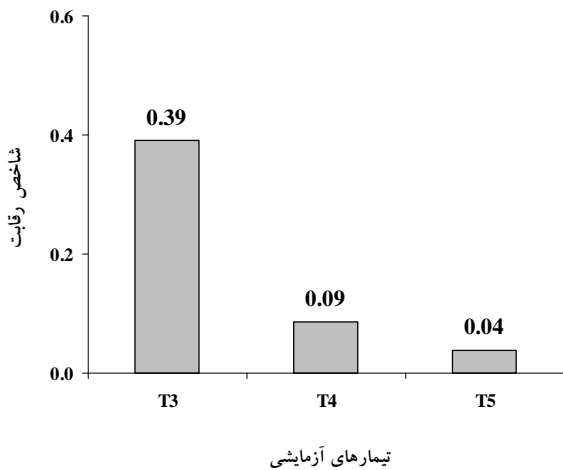
تیمار	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه در بلال	شاخص برداشت (%)
T <sub>1</sub> <sup>†</sup>	803 <sup>a</sup>	1793 <sup>a</sup>	43/8 <sup>a</sup>	19/2 <sup>ab</sup>	44/78 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	454 <sup>c</sup>	1033 <sup>c</sup>	36/8 <sup>c</sup>	17/5 <sup>c</sup>	43/94 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	478 <sup>c</sup>	1000 <sup>c</sup>	36/0 <sup>c</sup>	18/5 <sup>bc</sup>	47/80 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	711 <sup>b</sup>	1451 <sup>b</sup>	38/0 <sup>bc</sup>	19/2 <sup>ab</sup>	49/00 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	758 <sup>ab</sup>	1614 <sup>ab</sup>	42/6 <sup>ab</sup>	19/7 <sup>a</sup>	46/96 <sup>a</sup>

† T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub>: به ترتیب کشت خالص ذرت با و بدون وجین علف‌هرز و T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>: به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا (40 بوته در متر مربع) با ذرت. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

2، بیشترین نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط 30 درصد سویا با ذرت و کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت که به ترتیب معادل 1/13 و 1/27 بود، به دست آمد که نشان دهنده برتری کشت مخلوط در این تیمارها نسبت به تیمار کشت خالص ذرت است. به عبارت دیگر، برای اینکه در تک کشتی ذرت و سویا

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط و شاخص کارایی کنترل علف هرز شاخص نسبت برابری زمین جهت تصدیق این ادعا که کشت مخلوط عملکرد بیشتری از کشت خالص در واحد سطح تولید می‌کند مورد استفاده قرار می‌گیرد (قوش 2004 و میدیا و همکاران 2005). بر اساس شکل

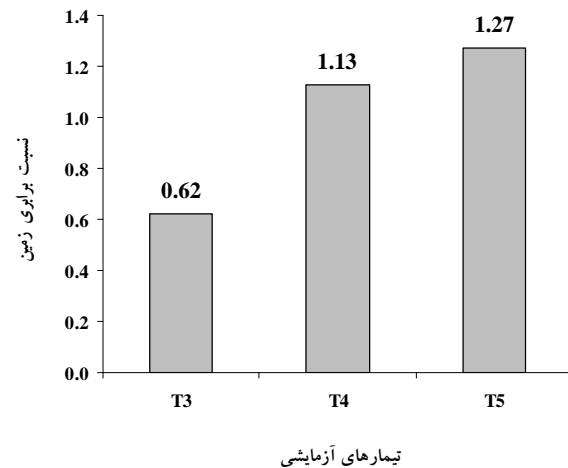
بین این اجزاء با علف‌های هرز است، به‌طوریکه در مطالعه کشت مخلوط نخود و جو، مشخص شده است که در تمامی تیمارهای مخلوط، شاخص رقابت کمتر از واحد بوده و کشت مخلوط نسبت به تک کشتی نخود و جو برتری داشته است (پوگیو 2005).



شکل 3- شاخص رقابت در تیمارهای آزمایشی (T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>): به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا با ذرت)

مجموع ارزش نسبی برای تیمارهای کشت مخلوط در شکل 4 نشان داده شده است. نتایج حاکی از این است که بر اساس این شاخص نیز برتری کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی هر دو گونه، در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی 30 و 45% سویا با ذرت قابل مشاهده است. میزان مزیت اقتصادی برای این دو تیمار به ترتیب 1/16 و 1/33 بود. کمترین میزان مجموع ارزش نسبی (0/63) نیز به تیمار کشت مخلوط 15% سویا با ذرت تعلق گرفت. به عبارت دیگر، به دلیل اینکه در تراکم‌های بالای سویا به‌ویژه در تیمار T<sub>5</sub>، علف‌های هرز نسبت به تیمارهای T<sub>2</sub> و T<sub>3</sub> به‌نحو مطلوبی کنترل شدند، در نتیجه کاهش رقابت علف‌های هرز با ذرت و جایگزینی آن‌ها با سویا، ارزش اقتصادی محصول در تیمارهای T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub> نسبت به تیمار شاهد (کشت خالص ذرت با وجین علف‌هرز) به ترتیب 16 و

همان میزان محصولی که از تیمارهای T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub> حاصل می‌شود، به‌دست آید باید به ترتیب 0/13 و 0/27 هکتار زمین اضافی (بیشتر از یک هکتار) زیر کشت رود. در واقع، این تیمارها به ترتیب 13 و 27 درصد منجر به افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شوند. افزایش تدریجی نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی (از تیمار T<sub>3</sub> به T<sub>5</sub>) حاکی از افزایش عملکرد سویا و همچنین کنترل بهتر علف‌های هرز است. در آزمایش دیگری، برتری کشت مخلوط ذرت و سویا نسبت به تک کشتی ذرت با نسبت برابری زمین 1/23 گزارش شده است.

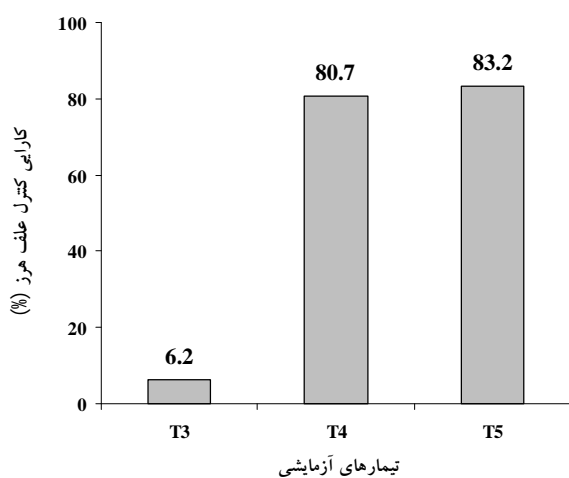


شکل 2- نسبت برابری زمین در تیمارهای آزمایشی (T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>): به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا با ذرت)

هرچند شاخص رقابت میزان اضافه محصول را در کشت مخلوط نشان نمی‌دهد، ولی با اشاره به شدت رقابت بین دو گونه در کشت‌های مخلوط می‌توان نسبت به سودمندی آن‌ها قضاوت کرد (پوگیو 2005). بر اساس نتایج ارائه شده در شکل 3، در تمامی تیمارهای کشت مخلوط شاخص رقابت کمتر از یک بود که برتری کشت مخلوط را نشان می‌دهد. گزارش شده است که تداخل بین اجزاء مخلوط به مراتب ضعیف‌تر از تداخل

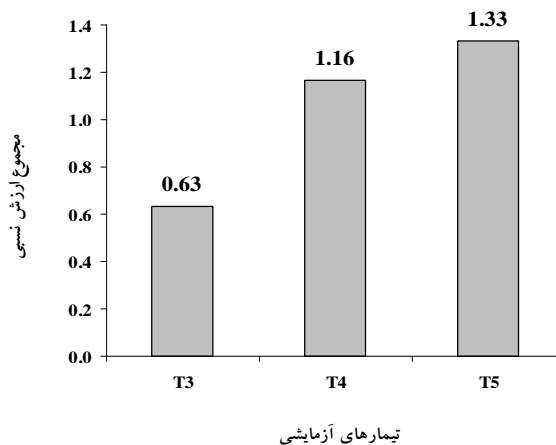


توانست به طور قابل توجهی بیوماس و تراکم علف‌های هرز مزرعه ذرت را کاهش دهد (شایگان و همکاران 2008). همچنین یافته‌های آزمایشی در مورد کشت مخلوط جو با نخود مؤید این است که با افزایش تراکم جو در مزرعه نخود، علاوه بر اینکه از تراکم و بیوماس علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاسته شد، کارایی استفاده از زمین نیز به 2/40 افزایش یافت (حمزه‌ئی و همکاران 2012).



شکل 5- کارایی کنترل علف‌هرز در تیمارهای آزمایشی (T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>): به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا با ذرت)

33 درصد افزایش نشان داد. نتایج مشابهی نیز در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی گزارش شده است (اینال و همکاران 2007).



شکل 4- مجموع ارزش نسبی در تیمارهای آزمایشی (T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>): به ترتیب کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا با ذرت)

در بین تیمارهای کشت مخلوط، تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت از کارایی کنترل علف هرز بالاتری (83/2 درصد) برخوردار بودند (شکل 5) و توانست بیوماس علف‌های هرز را به طور قابل ملاحظه- ای کاهش دهد (جدول 4). در بررسی کشت مخلوط ارزن دم روباهی و ذرت بیان شده است که تنها با افزودن 50 درصد از تراکم ارزن به کشت خالص ذرت،

جدول 4- مقایسه میانگین تراکم و بیوماس علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز

تیمار	تراکم (بوته در متر مربع)			بیوماس (گرم در متر مربع)		
	تاج خروس	سلمه تره	کل علف‌های هرز	تاج خروس	سلمه تره	کل علف‌های هرز
T <sub>2</sub> <sup>†</sup>	30 <sup>a</sup>	21/6 <sup>a</sup>	63/3 <sup>a</sup>	210 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	310 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	17 <sup>b</sup>	15/6 <sup>b</sup>	43/2 <sup>b</sup>	204 <sup>a</sup>	82 <sup>a</sup>	303 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	4 <sup>c</sup>	3/0 <sup>c</sup>	17/3 <sup>c</sup>	20 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>
T <sub>5</sub>	3 <sup>c</sup>	2/6 <sup>c</sup>	8/1 <sup>d</sup>	20 <sup>b</sup>	8 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>

<sup>†</sup> T<sub>2</sub>، T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub> و T<sub>5</sub>: به ترتیب کشت خالص ذرت بدون وجین علف‌هرز و کشت مخلوط افزایشی 15، 30 و 45 درصد تراکم خالص سویا (40 بوته در متر مربع) با ذرت. میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

خالص و مخلوط مشخص گردید که با افزایش تراکم در کشت مخلوط، تراکم علف‌های هرز کاهش یافت (هاگارد نیلسون و همکاران 2006). در کل، کشت مخلوط جمعیت علف‌های هرز را از طریق کاهش فراوانی نسبی علف‌های هرز کاهش می‌دهد (مولر و لیمن 1987). کشت مخلوط افزایشی از طریق ایجاد سریع‌تر پوشش گیاهی و سایه اندازی و در نتیجه کنترل بهتر علف‌هرز، نیاز به مصرف علف‌کش را کاهش می‌دهد (هاگارد نیلسون و همکاران 2009). کشت مخلوط گندم و نخود نیز به طور مؤثری تراکم و بیوماس علف‌های هرز را در مقایسه با تک کشتی هر یک از آن‌ها، کاهش داد (بنیک و همکاران 2006). کاهش تولید بیوماس و تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط به علت افزایش رقابت بین گونه‌ای گیاه زراعی و علف‌هرز و افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی نسبت به علف‌هرز گزارش شده است (حمزه‌ئی و همکاران 2012 و هاگارد نیلسون و همکاران 2003). همچنین، با مطالعه کشت مخلوط ذرت و خیار مشخص گردید که با ورود ذرت به مزرعه خیار از تراکم علف‌هرز نسبت به تک کشتی خیار کاهش یافت. در این بررسی، علت کاهش تراکم علف‌هرز اثر مکملی گیاهان زراعی در کشت مخلوط که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی با علف‌های هرز می‌شود گزارش شده است (آلفورد و همکاران 2003).

تراکم علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز

تاج خروس ریشه قرمز ( *Amaranthus retroflexus* ), سلمه‌تره (*Chenopodium album*), دم روباهی (*Alopecurus agrestis*) و پیچک (*Convolvulus arvensis*) عمده علف‌های هرزی بودند که در مزرعه مورد آزمایش رشد یافتند. در بین گونه‌های مذکور دو گونه تاج خروس ریشه قرمز و سلمه‌تره علف‌های هرز غالب شناخته شدند.

در این آزمایش تراکم علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و تراکم کل علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت قرار گرفت (جدول 3). بیشترین تراکم علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز که به ترتیب معادل 30، 21/6 و 63/3 بوته در متر مربع بود، در تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین ( $T_2$ ) به دست آمد. تیمارهای مخلوط به‌طور معنی‌داری تراکم علف‌های هرز را کاهش دادند (جدول 4). تیمار کشت مخلوط 45 درصد سویا با ذرت ( $T_5$ ) کمترین تراکم کل علف‌های هرز (8 بوته در متر مربع) را داشت. با توجه به نتایج می‌توان گفت که سویا یک رقیب قوی برای علف‌های هرز به حساب می‌آید. با بررسی کشت مخلوط جو و نخود فرنگی در سه تراکم 0/5، 1 و 1/5 برابر تراکم توصیه شده به صورت

جدول 3- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر تراکم و بیوماس علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم			بیوماس	
		تاج خروس	سلمه تره	کل علف‌های هرز	تاج خروس	سلمه تره
تکرار	2	3/00 <sup>ns</sup>	0/25 <sup>ns</sup>	64 <sup>ns</sup>	60 <sup>ns</sup>	74 <sup>ns</sup>
تیمار	4	485/00 <sup>**</sup>	268/75 <sup>**</sup>	1890 <sup>**</sup>	34985 <sup>**</sup>	5556 <sup>**</sup>
خطای آزمایش	8	2/33	3/91	15	21	39
ضریب تغییرات (%)		11/31	18/48	11/75	4/04	13/50
کل علف‌های هرز						105 <sup>ns</sup>

\*\*، \* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1% و 5% و غیرمعنی‌دار می‌باشد.

باعث جلوگیری از فرسایش خاک و فرونشانی علف-های هرز می‌شوند (اکسنر و کروز 1993 و حمزه‌ئی و همکاران 2012). کشت مخلوط گندم، کلزا و نخود علف-های هرز را بیشتر از کشت خالص آنها تحت فشار قرار داد که نشان دهنده توان رقابتی بالای کشت مخلوط با علف‌های هرز و در نتیجه کنترل آنهاست (سومیگالسکی و همکاران 2005).

### نتیجه‌گیری

در کل نتیجه‌گیری می‌شود که کشت مخلوط افزایشی سویا با ذرت، قادر به کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت است. به‌طوریکه، با افزایش تراکم سویا در مزرعه ذرت، بیوماس و تراکم علف‌های هرز نسبت به تیمار شاهد (کشت خالص ذرت در حالت عدم کنترل علف‌هرز) به‌طور معنی‌داری کاهش، ولی عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کمترین تراکم و بیوماس علف‌های هرز در تیمار کشت مخلوط افزایشی 45% سویا+ذرت به‌دست آمد. محاسبه شاخص نسبت برابری زمین، شاخص رقابت، مجموع ارزش نسبی و شاخص کارایی کنترل علف‌هرز نشان داد که با افزایش تراکم سویا در مزرعه ذرت، برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گونه بیشتر نمایان می‌شود، به‌طوریکه کشت مخلوط افزایشی 45% سویا با ذرت، کمترین میزان شاخص رقابت (0/04)، بالاترین میزان نسبت برابری زمین (1/27)، مجموع ارزش نسبی (1/33) و کارایی کنترل علف‌هرز (83/20 درصد) را داشت و بیشترین عملکرد کل (مجموع عملکرد دانه ذرت و سویا معادل 902 گرم در متر مربع) را تولید کرد. به‌عبارت دیگر، این تیمار ضمن کنترل بهتر علف‌های هرز مزرعه ذرت، کارایی استفاده از زمین ذرت را نیز 27 درصد افزایش داد.

بیوماس علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف-های هرز

نتایج تجزیه واریانس مربوط به داده‌های بیوماس علف‌های هرز در جدول 3 ارائه شده است. همان‌طور که، مشاهده می‌شود اثر تیمارهای آزمایشی بر بیوماس علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که بیشترین میزان وزن خشک علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و وزن خشک کل علف‌های هرز که به ترتیب معادل 210، 85 و 310 گرم در متر مربع است به تیمار کشت خالص ذرت بدون وجین علف هرز ( $T_2$ ) تعلق دارد. قابل ذکر است که بین تیمار  $T_2$  و تیمار  $T_3$  (کشت مخلوط 15 درصد سویا با ذرت که وزن خشکی معادل 204، 82 و 303 گرم در متر مربع را به ترتیب برای علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز در برداشت) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین بیوماس علف‌های هرز تاج خروس، سلمه تره و کل علف‌های هرز بدون تفاوت معنی‌دار در تیمارهای  $T_4$  و  $T_5$  بدست آمد (جدول 4). در کل، با توجه به نتایج می‌توان گفت که با افزایش تراکم سویا در کشت مخلوط، از وزن خشک علف‌های هرز کاسته شد. به‌طور کلی، از کشت مخلوط افزایشی برای افزایش فشار بر علف‌های هرز و کاهش توان رقابتی آنها استفاده شده و به عنوان رهیافتی از مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به شمار می‌رود. در آزمایشی اثر کشت مخلوط ذرت و سویا بر کنترل علف-هرز بررسی و گزارش شد که کشت مخلوط افزایشی به دلیل پوشش بهتر و متراکم‌تر زمین (سایه اندازی شدید) و رقابت بیشتر برای استفاده از منابع موجود، نسبت به کشت خالص دو گیاه و کشت مخلوط جایگزینی، در کنترل علف‌های هرز بهتر عمل می‌کند (گومز و گارویچ 2005). گزارش شده است که لگوم‌ها در کشت مخلوط،

## منابع مورد استفاده

- Abdin OM, Coulman BE, Cloutier D, Faris MA, Zhou X and Smith DL, 2000. Yield and yield components of corn interseeded with cover crops. *Agronomy Journal*, 90: 63–68.
- Adu-Gyamfi JJ, Myaka FA, Sakala WD, Odgaard R, Vesterager JM and Yensen HH, 2007. Biological nitrogen fixation and nitrogen and phosphorus in farm- managed intercrops of maize- pigeon pea in semi- arid southern and eastern Africa. *Plant and Soil*, 295: 127-136.
- Agegnehu G, Ghizaw 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 .
- Alford CM, Kral JM and Miller DS, 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. *Agronomy Journal*, 95: 520-525 .
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*. 24: 324-332.
- Carruthers K, Cloutier QFD and Smith DL, 1998. Intercropping corn with soybean, lupine and forages: weed control by intercrops combined with inter row cultivation. *European Journal of Agronomy*, 8: 225-235.
- Deveikyte I, Kadziuliene Z and Sarunaite L, 2009. Weed suppression ability of spring cereal crops and peas in pure and mixed stands. *Agronomy Research*. 7: 239–244.
- Erice G, Louahlia S, Irigoyen JJ, Sanchez-Diaz M and Avice JC, 2010. Biomass partitioning, morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. *Journal of Plant Physiology*, 167: 114–120.
- Exner DN and Cruse RM, 1993. Interseeded forage legume potential as winter ground cover, nitrogen source, and competition. *Journal of Production Agriculture*, 6: 226–231.
- Francis R and Decoteau DR, 1993. Developing and effective southern pea and sweet corn intercropping system. *Horticultural Technology*, 3: 178- 184.
- Gao Y, Duan A, Qiu X, Liu Z, Sun J, Zhang J and Wang H, 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. *Agriculture Water Management*, 98: 199–212.
- Ghosh PK, 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Research*, 88: 227–237.
- Gomez P and Gurevitch J, 1998. Weed responses in a corn – soybean intercrop. *Applied Vegetation Science*, 1: 281-288
- Gomez P and Gurevitch J, 2005. Weed community responses in a corn-soybean intercrop. *Opulus Press*, 1: 281-288.

- Hamzei J, Seyedi M, Ahmadvand G and Abutalebian MA, 2012. The effect of additive intercropping on weed suppression, yield and yield component of chickpea and barley. *Journal of Crop Production and Processing*, 2: 43-55.
- Hauggaard-Nielsen H, Ambus P and Jensen ES, 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65: 289-300.
- Hauggaard-Nielsen, H, Andersen MK, Jornsgaard B and Jensen ES, 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crops Research*, 95: 256-267.
- Hauggaard-Nielsen H, Gooding BM, Ambus AP, Corre-Hellou CG, Crozat CY, Dahlmann DC, Dibet CA, Fragstein DP, Pristeri EA, Monti EM and Jensen AES, 2009. Pea-barley intercropping for efficient symbiotic N<sub>2</sub>-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping system. *Field Crops Research*, 113: 64-71.
- Herbert SJ, Putnam DH, Poss-Floyed MI, Vargas A and Crieghton JF, 1984. Forage yield of intercropped cotton and soybean in various plant patterns. *Agronomy Journal*, 79:507-510.
- Ilnicki RD and Enache AJ, 1992. Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 40: 249-264.
- Inal A, Gunes A Zhang F and Cakmak I, 2007. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45: 350-356.
- Midya A, Bhattacharjee K Ghose SS and Banik P, 2005. Deferred seeding of blackgram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191: 195-201.
- Misra AK, Acharya CL and Rao AS, 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. *Agronomy Journal*, 98: 1097-1108.
- Mohler CL and Liebman M, 1987. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. *Journal of Applied Ecology*, 24: 685-699.
- Moser SM, Feil B, Jampatong S and Stamp P, 2006. Effects of pre-anthesis drought nitrogen fertilizer rate and variety on grain yield, yield components and harvest index of tropical maize. *Agriculture water management*, 81: 41- 58
- Neumann A, Schmidtke K and Rauber R, 2007. Effects of crop density and tillage system on grain yield and N uptake from soil and atmosphere of sole and intercropped pea and oat. *Field Crops Research*, 100: 285-293.
- Poggio S L, 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 109: 48-58.

- Shaygan M, Mazaheri D, Rahimian Mashhadi H and Peyghambari SA, 2008. Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. *Journal of Crop Science*, 10: 31- 46.
- Silva PS L, Oliveira OF, Silva PIB, Silva KMB and Braga JD, 2009. Effect of cowpea intercropping on weed control and corn yield. *Planta Daninha*, 27: 491-497.
- Singh RK, Singh SRK Gautam US, 2013. Weed control efficiency of herbicides in irrigated wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Research Journal of Extension Education*, 13 (1): 126-128.
- Szumigalski A and Van Aker R, 2005. Weed suppression and crop production in annual intercrops. *Weed Science*, 53: 813-825.
- Tomar TS, Mackenzie AF, Mehuys GR and Alli I, 1988. Corn growth with foliar nitrogen, soil applied nitrogen and legume intercrops. *Agronomy Journal*, 80:800-807.