

تأثیر ورمی کمپوست و اوره بر عملکرد و شاخص های سودمندی کشت مخلوط ذرت شیرین (*Abelmoschus esculentus*) و بامیه (*Zea mays var. Saccharata*)

علی حیدرزاده^۱، مجید آقاعلیخانی^{۲*} و سید علی محمد مدرس ثانوی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۲. دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۳. استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۷)

چکیده

به منظور ارزیابی کشت مخلوط ذرت شیرین و بامیه تحت تأثیر ورمی کمپوست و کود شیمیایی اوره، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تربیت مدرس در بهار و تابستان ۱۳۹۴ انجام شد. در این تحقیق تأثیر پنج نسبت اختلاط ذرت شیرین: بامیه به روش جایگزینی شامل ۰:۱۰۰ (کشت خالص ذرت شیرین)، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰ (کشت خالص بامیه) و دو نوع سیستم تغذیه ای شیمیایی (اوره) و ارگانیک (ورمی کمپوست) در آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. نتایج نشان دادند که برهمکنش عوامل مورد مطالعه اثر معنی داری بر تعداد بلال مرغوب و عملکرد بلال ذرت شیرین و عملکرد دانه بامیه در سطح احتمال یک درصد داشتند. همچنین عامل نسبت اختلاط بر وزن هزار دانه ذرت شیرین در سطح احتمال پنج درصد و بر وزن هزار دانه بامیه و تعداد میوه بامیه در هر متر مربع در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی داری داشت. بیشترین عملکرد بلال مرغوب ذرت شیرین و عملکرد دانه بامیه به ترتیب با تولید ۹۶۱۴/۵۸ و ۲۸۴۸/۶۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار کشت خالص آن دو با دریافت کود شیمیایی اوره به دست آمد. بالاترین نسبت برابری زمین (۲/۱۰) از تیمار نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ تحت سیستم تغذیه ای ورمی کمپوست به دست آمد و مخلوط ۲۵:۷۵ (ذرت شیرین: بامیه) تحت همان سیستم تغذیه ای با نسبت برابری زمین معادل ۱/۹۳ در رتبه بعدی قرار گرفت. ارزیابی شاخص رقابت در تیمارهای مختلف نیز رتبه بندی تیمارهای برتر را تأیید کرد.

واژه های کلیدی: اوره، شاخص رقابت، کشاورزی پایدار، کمپوست، نسبت برابری زمین.

Effect of vermicompost and urea on yield and profitability indices of sweet corn (*Zea mays var. Saccharata*) and okra (*Abelmoschus esculentus*) intercropping

Ali heidarzadeh¹, Majid AghaAlikhani^{2*} and Seyed Ali Mohammad Modarres Sanavy³

1. Master of Science student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran

2. Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran

3. Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran

(Received: December 6, 2016 – Accepted: July 29, 2018)

ABSTRACT

In order to evaluate the intercropping of Sweet corn and Okra affected by vermicompost and urea fertilizer a field experiment was conducted at research field of Tarbiat Modares University during 2015 spring and summer. In this research effect of five mixing ratio of sweet corn/okra including: 100:0 (sweet corn monoculture), 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 (okra monoculture) and two nutrition systems consisted of chemical (urea) and organic (vermicompost) were investigated with factorial arrangement of treatments based on randomized complete block design with three replications. The results showed that factors interaction on the number of desirable ear, sweet corn yield and okra seed yield were significant ($P \leq 0.01$). Also mixing ratio effect on sweet corn 100 kernel weight ($P \leq 0.05$), okra 1000 kernel weight and the number of fruits square meter ($P \leq 0.01$) was significant. According to mean comparisons the highest sweet corn yields ($9614.58 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) and okra ($2848.65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) was obtained in their monoculture receiving the chemical fertilizer. The highest LER (2.10) was obtained in 50:50 treatment under vermicompost nutrition system followed by 75:25 under same nutrition system ($\text{LER}=1.93$). Also competition index evaluation in the different treatment confirmed the rating of superior treatments.

Key words: Competition index, Sustainable agriculture, compost, urea, LER.

* Corresponding author E-mail: maghaalikhani@modares.ac.ir

مقدمه

ذرت شیرین با نام علمی *Zea mays* var. *Saccharata* یکی از مردم‌پسندترین سبزی‌ها در بسیاری از کشورهای جهان (Mokhtarpoor et al., 2000) گیاهی تغییر یافته ژنتیکی از ذرت معمولی است که با انجام جهش در لوکوس Su از کروموزوم شماره ۴ حاصل شده است. این تغییر باعث تجمع قندها و پلی- ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه شده است (Arshi, 2000). روش‌های مختلف به‌زراعی برای افزایش عملکرد این گیاه در واحد سطح و در واحد زمان در کنار کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی از جمله جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی، از اولویت‌های تحقیقاتی در این گیاه به حساب می‌آید.

بامیه (*Abelmoschus esculentus*) یکی از گیاهان مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری متعلق به خانواده پنیرکیان^۱ است که پراکندگی آن در خاورمیانه (از جمله ایران) گزارش شده (Adelakun et al., 2009; Maganha et al., 2010) و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سبزی‌ها جایگاه خاصی در برنامه‌ی غذایی انسان دارد. تفاوت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک این گیاه با ذرت شیرین از یک سو و شباهت فصل رشد و نیازمندی‌های بوم‌شناختی آن از سوی دیگر موجب شد تا در این تحقیق به‌عنوان گیاه مخلوط‌شونده برای ارزیابی کشت مخلوط با ذرت شیرین مورد توجه قرار گیرد. کشت مخلوط یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار است که به‌دلیل تنوع محصولات و سود حاصل در واحد سطح و زمان حائز اهمیت است (Zulfigar et al., 2000).

در این شیوه دو یا چند گیاه زراعی به‌طور هم‌زمان در یک قطعه زمین کشت می‌شوند و یا در بخشی از دوره رشد با هم هم‌پوشانی دارند (Bulson et al., 1997; Helenius, 1990). از مهم‌ترین مزایای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌توان مواردی همچون افزایش عملکرد در واحد سطح (Pandita et al., 2000; Jayathi, 1994; Shivaramu, & Shivashnkar, 1992)، افزایش تنوع‌زیستی (Nassiri, 2000; Altieri

1986, Liebman &)، ثبات عملکرد به‌ویژه در شرایط نامساعد محیطی (Mandal et al., 1987; Aggarwell, 1992; Morris, 1992)، افزایش کارایی مصرف آب (Morris, 1990)، افزایش بهره‌وری از منابع مورد استفاده (Pandita et al., 2000)، کاهش آفات (Robinson, 1984)، بیماری‌ها (Parajulee et al., 1997) و علف-های هرز (Bulson et al., 1997) و بهبود حاصلخیزی و حفاظت خاک (Jensen, 1996; Triplett, 1962) را برشمرد. محصول بیشتر در کشت مخلوط زمانی به-دست می‌آید که گیاهان تشکیل‌دهنده آن از نظر نحوه و میزان استفاده از منابع رشد (آب، نور و عناصر غذایی) با یکدیگر تفاوت بیشتری داشته باشند. این گونه گیاهان با خصوصیات موفولوژی و فیزیولوژی متفاوت، در صورت کشت در کنار یکدیگر قادر خواهند بود تا از عوامل محیطی استفاده بهینه به‌عمل آورند (Tofinga et al., 1993). در کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان، گزارش شد که ترکیب آفتابگردان و ذرت در مخلوط مشتمل بر گیاه پهن‌برگ و باریک‌برگ باعث استفاده بیشتر از نور می‌گردد. علاوه بر این چنین مخلوطی با سیستم ریشه‌ای متفاوت باعث جذب بهتر آب و مواد غذایی می‌گردد (Tohid Nejad et al., 2004). نسبت برابری زمین (LER)^۲ به‌عنوان شاخصی مهم برای ارزیابی کارایی کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌طوری که مقدار LER بزرگ‌تر از واحد، بیان‌گر سودمندی کشت مخلوط می‌باشد و مقادیر LER کمتر از واحد نشان‌دهنده برتری کشت خالص نسبت به کشت مخلوط می‌باشد (Mazaheri, 1994). بالاترین نسبت برابری زمین در سیستم کشتی ۲۵ درصد گوجه‌فرنگی و ۷۵ درصد لوبیا در دو فصل کشت متوالی به‌ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۲۵ حاصل شد (Abd El-Gaid et al., 2014). سودمندی کشت مخلوط و افزایش مجموع عملکرد مخلوط نسبت به تک‌کشتی اجزای آن در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L. و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna sinensis* L.) (Eskandari & Ghanbari, 2011)، ارقام سویا (*Glycine max* L.) (Seyed Sharifi et al., 2004)

منجر به کاهش عملکرد محصولات زراعی شود (Liu et al., 2010). با توجه به اثرات زیست‌محیطی و افزایش هزینه‌های ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی، فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاهان از منابع جایگزین مانند ورمی‌کمپوست می‌تواند ضمن افزایش عملکرد، نقش مؤثری در کاهش مشکلات ذکر شده داشته باشد (Kizilkaya, 2008). ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی است که در نتیجه فعالیت گونه‌های از کرم‌های خاکی بر ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شوند (Sangwan et al., 2008). ورمی‌کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده که باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری طولانی‌مدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (Padmaathamma et al., 2008). استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست به‌جای کودهای شیمیایی می‌تواند نقش بسیار مهمی را در افزایش عملکرد و کاهش مشکلات زیست‌محیطی ایفاء کنند (Fageria & Baligar, 2005). ضمن آنکه با ذخیره عناصر غذایی در خاک و افزایش باروری آن، علف‌های هرز، حشرات و آفات را کنترل کرده (Scheffer & Koehler, 1993; Griffe et al., 2003; Arun, 2002) و سبب توسعه تنوع‌زیستی در مزارع می‌شود (Elsen, 2000). در این تحقیق واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دو گیاه زراعی ذرت‌شیرین و بامیه به نوع سیستم تغذیه‌ای (شیمیایی و آلی) در شرایط تک-کشتی و مخلوط مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در ۱۷ کیلومتری غرب تهران با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۳۵۳ متر از سطح دریا اجرا گردید. عوامل مورد بررسی نسبت اختلاط ذرت-شیرین و بامیه به‌روش جایگزینی شامل کشت

ذرت و لوبیای سودانی (*Cajanus cajan* L. Millsp.) و گندم (*Triticum aestivum*) (Myaka et al., 2006) و باقلا (*Vicia faba* L.) (Ageenehu et al., 2008) گزارش شده است. هر چند نتایج تحقیقی نشان داده است که کشت مخلوط بامیه با تراکم بالای تاج‌خروس زراعی (*Amaranthus spp.*) باعث کاهش رشد و عملکرد هر دو گیاه در مقایسه با کشت خالص شده است (Muoneke, & Ndukwe, 2008). با وجود این در گزارشی دیگر کشت مخلوط بامیه با خیار عامل افزایش ارتفاع بوته و عملکرد بامیه، همچنین عامل افزایش تعداد میوه و عملکرد خیار شناخته شده است و بهترین الگوی کشت مخلوط بامیه با خیار، الگوی کشت یک‌ردیف بامیه با یک ردیف خیار با نسبت برابری زمین ۲/۴ و الگوی کشت دو ردیف بامیه با یک ردیف خیار با نسبت برابری زمین ۲/۲ معرفی شده است (Ofosu-Anim & Limbani, 2007).

بهبود کیفیت محصول و ارزش تغذیه‌ای گیاهان زراعی در سیستم کشت مخلوط نیز یکی از فرضیه‌های قابل ارزیابی در آزمایش‌های کشت مخلوط است. در کشت مخلوط بادام‌زمینی و ذرت میزان عنصر آهن در تمام بافت‌های بادام زمینی نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرد (Hongchun et al., 2013). بنا به گزارش (Masuda et al., 2014) میزان ماده خشک، خاکستر، پروتئین و محتوی تانن لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط ذرت - لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به تک-کشتی فزونی یافت. همچنین افزایش ترکیبات آنتی-اکسیدانی ذرت در سیستم کشت مخلوط ذرت - سویا در مقایسه با تک‌کشتی گزارش شده است (Dragicevic et al., 2017). یافته‌های (Staniak et al., 2014) نیز حاکی از آن است که کشت مخلوط غلات و حبوبات سبب افزایش پروتئین دانه غلات شده و همچنین عملکرد پروتئین خام در زیست توده هر دو محصول افزایش یافت. به‌کارگیری انواع کودهای آلی و یا شیمیایی به‌منظور حصول عملکرد بالا در محصولات زراعی لازم است (Guarda et al., 2004). با این وجود، استفاده دراز مدت از کودهای شیمیایی به‌سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند

۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله چهار برگی و ظهور گل تاجی ذرت شیرین به صورت چال کود در کنار ردیف‌های کاشت به کار برده شد. ترکیب شیمیایی ورمی کمپوست در جدول ۲ نشان داده شده است.

علف‌های هرز در چندین نوبت به صورت دستی وجین شدند. در طول فصل رشد آفت و بیماری خاصی مشاهده نشد. با رسیدن بلال‌ها به مرحله خمیری و قهوه‌ای شدن کپسول بامیه، برداشت به صورت دستی انجام شد. در این مرحله از چهار خط میانی هر کرت به طول دو متر یعنی سطحی معادل ۴/۸ متر مربع بوته‌های ذرت- شیرین و بامیه کف‌بر شده و پس از توزین و یادداشت وزن تر، به آزمایشگاه منتقل شدند. شایان ذکر است برای رعایت اثر حاشیه‌ای از دو ردیف کناری هر واحد آزمایشی و نیز از یک متر ابتدا و انتهای هر کرت برداشتی انجام نشد. در آزمایشگاه نمونه‌ها به برگ، ساقه، بلال و بامیه تفکیک شده و پس از اندازه‌گیری وزن تر و شمارش تعداد میوه (بلال و بامیه) در واحد سطح فقط نمونه‌های برگ و ساقه گیاهان به- مدت ۷۲ ساعت در آون الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا شرایط برای محاسبه وزن خشک نمونه‌ها فراهم گردد. عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین مانند وزن هزار دانه، تعداد و وزن بلال‌های مرغوب (قابل کنسرو) و نیز عملکرد و اجزای عملکرد بامیه شامل وزن هزار دانه، عملکرد دانه، تعداد میوه در متر مربع و وزن میوه اندازه‌گیری شده و برای ارزیابی سودمندی یا عدم کمبود سایر عناصر مخلوط این دو گیاه مورد استفاده قرار گرفتند.

خالص ذرت شیرین (M_1)، مخلوط ۷۵ درصد ذرت شیرین و ۲۵ درصد بامیه (M_2)، ۵۰ درصد ذرت شیرین و ۵۰ درصد بامیه (M_3)، مخلوط ۲۵ درصد ذرت شیرین و ۷۵ درصد بامیه (M_4) و کشت خالص بامیه (M_5) و دو نوع سیستم تغذیه‌ای مشتمل بر کود شیمیایی (F_1) و کود آلی از نوع ورمی کمپوست (F_2) بود. پیش از آماده‌سازی زمین، یک نمونه مرکب از خاک مزرعه برای آنالیز فیزیکی شیمیایی تهیه شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ ارائه شده است. عملیات تهیه بستر شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی و پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی- متر از هم صورت گرفت. هر کرت مشتمل بر شش خط کاشت به طول چهار متر بود که با دو ردیف نکاشت از کرت کناری جدا شد. فاصله روی ردیف برای هر دو گیاه ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

کشت در اوایل خرداد ماه انجام شد. بذر ذرت شیرین رقم ۴۰۳ موسوم به دانه طلایی از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و گواهی بذر و بذر بامیه اکوتیپ اصفهان از شرکت پاکان- بذر در این طرح استفاده گردید. آبیاری نیز در صورت نیاز گیاه و با توجه به شرایط دمایی به- صورت نشتی در طول فصل کشت صورت گرفت.

کود آلی (ورمی کمپوست) به مقدار هفت تن در هکتار پس از آماده‌سازی عمومی خاک در هر یک از کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش شد و با بیل تا عمق ۲۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. کود شیمیایی به‌کار رفته در آزمایش با توجه به آنالیز خاک و عدم کمبود سایر عناصر در خاک به‌جز نیتروژن به‌صورت اوره با مقدار

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Farm soil physicochemical properties

Depth of soil	Soil texture	OC%	Organic matter	EC (dS/m)	Total N (%)	Available P (ppm)	Available K (ppm)	pH
0-30	Sa.L	0.682	1.176	0.66	0.07	49	291	7.76
30-60	Sa.L	1.111	1.916	0.49	0.1	48	271	7.87

جدول ۲: تجزیه شیمیایی ورمی کمپوست

Table 2. Chemical analyzes of vermicompost

pH	EC (ds/m)	Organic matter (%)	OC (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)
7.5	0.5-1.2	40-50	23-25	1.5-2.5	1-1.5	0.2-1	7000-9000	500-800	0-250	15-20	25-35

سهولت در محاسبات ریاضی در صفحات برنامه Excel وارد شده و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز مطابق روش تجزیه واریانس (PROC ANOVA) از برنامه آماری SAS (version 9.3) استفاده شد. سپس مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین

نتایج تجزیه واریانس حاکی از عدم معنی‌دار بودن اثر نوع کود و برهمکنش آن با نسبت اختلاط روی وزن هزار دانه می‌باشد اما نسبت اختلاط در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ درصد ذرت-شیرین به بامیه (M₄) با ۹۰/۴۴ گرم کمترین وزن هزار دانه را داشت (شکل ۱).

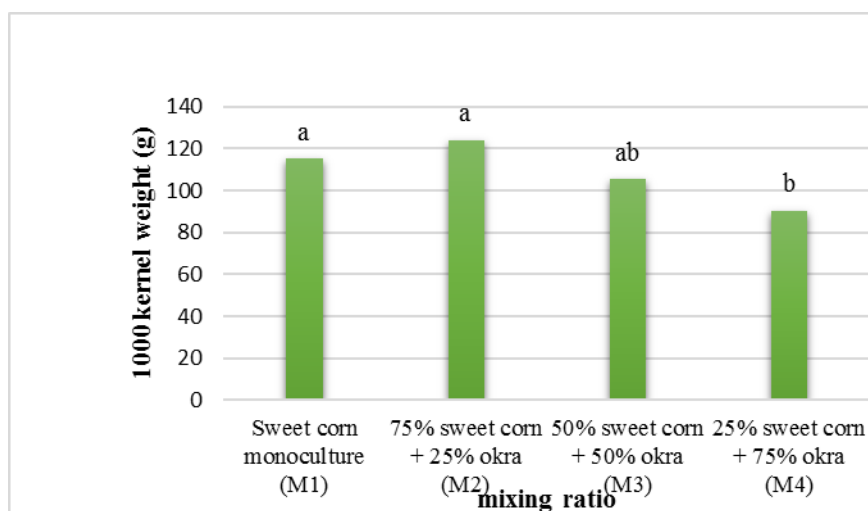
در این آزمایش نسبت برابری زمین با استفاده از معادله شماره ۱ و شاخص رقابت به کمک معادله شماره ۲ محاسبه شد:

$$LER = \sum_c^n \frac{Y_{C_i}}{Y_{C_m}} \quad \text{(معادله ۱)}$$

در این معادله Y_{C_i} عملکرد جزء C در مخلوط و Y_{C_m} حداکثر عملکرد تک‌کشتی جزء C است (مظاهری، ۱۳۷۷).

$$CI = \frac{(N'_A - N_A)(N'_B - N_B)}{N_A N_B} \quad \text{(معادله ۲)}$$

N'_A = محصول گیاه A در کشت خالص، N_A = محصول گیاه A در کشت مخلوط،
 N'_B = محصول گیاه B در کشت خالص و N_B = محصول گیاه B در کشت مخلوط (Mazaheri, 2000).
 داده‌های آماری حاصل از نمونه‌برداری‌ها برای



شکل ۱: مقایسه میانگین وزن هزار دانه ذرت شیرین تحت تأثیر نسبت اختلاط در کشت مخلوط با بامیه (میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد نشان نمی‌دهند).

Figure 1. Means comparison of 1000 kernel weight of sweet corn affected by mixing ratio in intercropping with okra. (Means with the same letter (according to LSD) are not significantly different at 5% probability level).

شیمیایی به دلیل سهل‌الوصول بودن برای گیاه سبب افزایش عملکرد شده است. تفاوت آماری وزن بلال‌های مرغوب ذرت شیرین که به‌عنوان عملکرد ذرت شیرین محسوب می‌شود تحت تأثیر برهمکنش عوامل مورد مطالعه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های این صفت نشان داد که کشت خالص ذرت شیرین با دریافت کود شیمیایی (M_1F_1) با ۹۶۱۴/۵۸ کیلوگرم در هکتار بلال مرغوب نسبت به سایر تیمارها، بیشترین عملکرد را داشت (جدول ۴).

نتایج تعداد بلال‌های مرغوب (قابل کنسرو)؛ نشان داد که تأثیر برهمکنش عوامل مورد بررسی معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از آن است که کشت خالص ذرت شیرین با دریافت کود شیمیایی (M_1F_1) بیشترین و نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ (ذرت شیرین: بامیه) تحت هر دو نوع سیستم تغذیه (M_4F_2 و M_4F_1) کمترین تعداد بلال را داشتند (جدول ۴). این برتری اولاً به دلیل سهم بیشتر ذرت در کشت خالص بوده و ثانیاً استفاده از کود

جدول ۳: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت تأثیر کود و نسبت اختلاط با بامیه

Table 3. Analysis of variance of sweet corn yield and yield components affected by nutrition system and mixing ratio with okra

S.O.V.	Df	Mean Squares		
		1000 kernel weight	The number of high-quality ear	Sweet corn yield
Block	2	16.67 ^{ns}	4162127 ^{ns}	8740.8 ^{ns}
Mixing ratio (M)	3	1243.54 [*]	57979946 ^{**}	42552177.9 ^{**}
Type of fertilizer (F)	1	135.95 ^{ns}	143399259 ^{**}	3296285.7 ^{**}
MF	3	200.20 ^{ns}	88679015 ^{**}	7849744.6 ^{**}
Error	14	329.34	5751932	14551.5
CV (%)		16.67	10.46	4.00

ns, *, ** and ** respectively, showing no significant and meaningful at 5% and 1% probability level respectively.

جدول ۴: مقایسه میانگین تعداد بلال مرغوب، عملکرد ذرت شیرین و عملکرد دانه بامیه تحت تأثیر برهمکنش نسبت اختلاط و نوع کود

Table 4. Mean comparison of the number of desirable ear, sweet corn yield and okra grain yield affected by interaction of mixing ratio and nutrition system.

Treatment	Symbol	Number of desirable ear	Sweet corn yield (kg/ha)	Okra grain yield (kg/ha)
Sweet corn monoculture + chemical fertilizer	M_1F_1	34027 ^a	9614.58 ^a	-
Sweet corn monoculture + vermicompost	M_1F_2	18055 ^d	4116.68 ^f	-
75% Sweet corn:25% Okra + chemical fertilizer	M_2F_1	33333 ^{ab}	9181.11 ^b	625.04 ^e
75% Sweet corn:25% Okra + vermicompost	M_2F_2	29167 ^{bc}	7076.39 ^d	459.62 ^b
50% Sweet corn:50% Okra + chemical fertilizer	M_3F_1	25805 ^c	7893.05 ^c	1084.23 ^e
50% Sweet corn:50% Okra + vermicompost	M_3F_2	25694 ^c	6156.25 ^e	915.38 ^f
25% Sweet corn:75% Okra + chemical fertilizer	M_4F_1	8333 ^e	2151.39 ^e	1595.93 ^e
25% Sweet corn:75% Okra + vermicompost	M_4F_2	9028 ^e	2115.28 ^e	1395.73 ^d
Okra monoculture + chemical fertilizer	M_5F_1	-	-	2848.65 ^a
Okra monoculture + vermicompost	M_5F_2	-	-	1948.80 ^b

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند. Means in each column with the same letter (according to LSD) are not significantly different at 1% probability level.

وزن هزار دانه ۶۱/۹۵ و ۶۰/۰۶ گرم، از سایر نسبت‌های اختلاط و وزن هزار دانه بیشتری داشتند (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت اختلاط توانست تعداد میوه در هر مترمربع را تحت تأثیر قرار دهد. طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) فقط نسبت اختلاط بود که روی تعداد میوه اثر معنی‌داری داشت ($P \leq 0.01$). مقایسه میانگین نسبت اختلاط

عملکرد و اجزای عملکرد بامیه

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان از عدم معنی‌دار بودن نوع کود و برهمکنش آن با نسبت اختلاط دارد، اما نسبت اختلاط در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ (ذرت شیرین: بامیه) (M_2) و کشت خالص بامیه (M_5) به ترتیب با

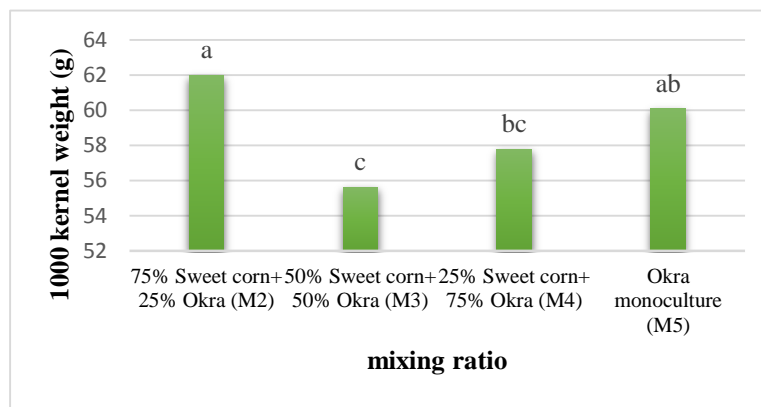
نشان داد که بیشترین تعداد میوه در هر متر مربع از کشت خالص بامیه (M₅) و کمترین آن از نسبت اختلاط ۷۵:۲۵ ذرت شیرین به بامیه (M₂) حاصل شد (شکل ۳).

جدول ۵: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد بامیه تحت تأثیر کود و نسبت اختلاط با ذرت شیرین

Table 5. Analysis of variance of okra yield and yield components affected by nutrition system and mixing ratio with sweet corn

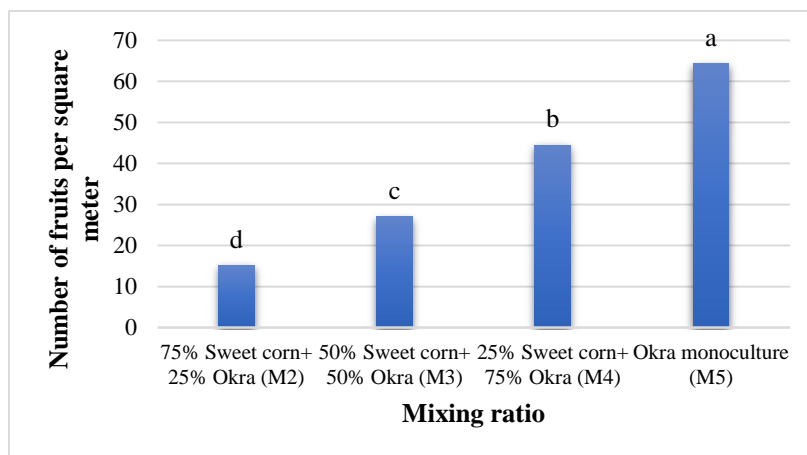
S.O.V.	Df	Mean squares			
		1000 grain weight	Grain yield	Number of fruits per square meter	Okra fruit weight
Block	2	12.15 ^{ns}	1108.28 ^{ns}	0.79 ^{ns}	1405930.8 ^{ns}
Mixing ratio (M)	3	45.47 ^{**}	3791442.35 ^{**}	2749.85 ^{**}	64223627.6 ^{**}
Type of fertilizer (F)	1	1.32 ^{ns}	771477.70 ^{**}	81.33 ^{ns}	9176783.9 [*]
MF	3	4.18 ^{ns}	195680.42 ^{**}	24.63 ^{ns}	293845.6 ^{ns}
Error	14	5.99	676.38	69.34	1179708.0
CV (%)		4.16	1.91	22.04	17.0

ns, * and ** respectively, showing no significant and meaningful at 5% and 1% probability level



شکل ۲: مقایسه میانگین وزن هزار دانه بامیه تحت تأثیر نسبت اختلاط در کشت مخلوط با ذرت شیرین (میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند)

Figure 2. Means comparison of 1000 grain weight of okra affected by mixing ratio in intercropping with sweet corn. (Means with the same letter (according to LSD) are not significantly different at 1% probability level)



شکل ۳: مقایسه میانگین تعداد میوه بامیه تحت تأثیر نسبت اختلاط در کشت مخلوط با ذرت شیرین (میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان نمی‌دهند)

Figure 3. Means comparison of the number of okra fruits per square meter affected by mixing ratio in intercropping with sweet corn. (Means with the same letter (according to LSD) are not significantly different at 1% probability level)

سودمندی کشت مخلوط و افزایش مجموع عملکرد مخلوط نسبت به تک‌کشتی اجزای آن در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی (Eskandari & Ghanbari, 2011)، ارقام سویا (Seyed Sharifi *et al.*, 2004)، ذرت و لوبیای سودانی (Myaka *et al.*, 2006) و گندم با باقلا (Ageenehu *et al.*, 2008) نیز اثبات شده است. بر این اساس با توجه به اصل مساعدت و کاهش رقابت، مانند استفاده بهینه از منابع، عدم رقابت برای ریشه در تأمین نیاز کودی گیاهان و عدم رقابت برای دریافت نور به دلیل نیاز نوری بالای ذرت- شیرین نسبت به بامیه در نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ (ذرت شیرین: بامیه) و ۵۰:۵۰ نسبت به کشت خالص عملکرد بالایی را تولید نمودند. نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ درصد ذرت شیرین به بامیه با سیستم کود شیمیایی (M_4F_1) با LER برابر ۰/۷۲ در این بررسی سودمندی را نشان نداد به طوری که طبق این نتیجه در صورت اجرای این تیمار کاهش عملکرد تا ۲۸ درصد نسبت به تک‌کشتی حاصل خواهد شد (جدول ۶).

شاخص رقابت (CI^3)

با توجه به مقدار شاخص رقابت (جدول ۶) سودمند بودن تیمارهایی که با مقدار نسبت برابری زمین در بالا معرفی شده‌اند، نیز اثبات می‌شوند. به دلیل اینکه در بررسی این شاخص، مقادیر شاخصی با مقدار بالاتر از یک بر عدم سودمندی مخلوط و شدید بودن رقابت اشاره دارند و مقادیر کمتر از یک ترکیب‌های سودمند را معرفی می‌نمایند. با این توجیه مشاهده شد که تمام نسبت‌های اختلاط به جز نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ درصد ذرت شیرین به بامیه با سیستم کود شیمیایی شاخص رقابت کمتر از یک شد که نشان‌دهنده سودمند بودن این نسبت‌های اختلاط نسبت به تک-کشتی می‌باشد. تیمار نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ درصد ذرت شیرین به بامیه با نوع کود شیمیایی (M_4F_1) با شاخص رقابت بالاتر از یک در این ارزیابی نیز عدم سودمند بودن کشت مخلوط را بار دیگر نشان داد. بر این اساس با ارزیابی این شاخص می‌توان با اطمینان

برهمکنش عوامل مورد بررسی تأثیر معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر عملکرد دانه بامیه داشت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل مورد بررسی نشان داد که کشت خالص بامیه با کود شیمیایی (M_5F_1) و کشت خالص بامیه با تیمار کودی ورمی-کمپوست (M_5F_2) نسبت به سایر تیمارها، بیشترین و تیمار ۲۵:۷۵ درصد (ذرت شیرین به بامیه) با کود ورمی کمپوست (M_2F_2) کمترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۴). برتری کشت خالص بامیه با کاربرد کود شیمیایی به دلیل سهم بیشتر بوته‌های بامیه در این تیمار بوده است و همچنین استفاده از کود شیمیایی به خاطر سهل‌الوصول بودن برای گیاه سبب افزایش عملکرد این تیمار نسبت به سایر تیمارها شد.

نسبت برابری زمین

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود با بررسی مقدار LER های به‌دست آمده از تیمارهای مورد آزمایش اولاً می‌توان سودمند بودن کشت مخلوط را اثبات کرد ثانیاً بیشترین سودمندی مربوط به نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ با سیستم کودی ورمی کمپوست (M_3F_2) احراز می‌شود. به این ترتیب نسبت برابری زمین در نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ برابر با ۲/۱۰ و بالاترین بود؛ از این رو تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد ذرت شیرین با ۵۰ درصد بامیه با تولید ۱۱۰ درصدی بیشتر از کشت خالص به‌عنوان تیمار برتر معرفی می‌گردد. در تحقیق Zand & Ghaffari Khaliq (2002) روی کشت مخلوط لوبیا چشم‌بلبلی و سورگوم دانه‌ای نیز مشاهده شد که نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ نسبت به کشت خالص سودمند شد. نسبت اختلاط ۲۵:۷۵ درصد ذرت شیرین به بامیه با سیستم کودی ورمی کمپوست (M_2F_2) نیز با LER برابر ۱/۹۲ در رتبه دوم قرار گرفت. LER برای نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ با نوع کودی شیمیایی (M_3F_1) ۱/۲۲ به‌دست آمد (جدول ۶). همچنین نسبت اختلاط ۷۵:۲۵ درصد ذرت شیرین به بامیه با سیستم کودی شیمیایی (M_2F_1) با ۲۰ درصد افزایش تولید نسبت به کشت خالص سودمند بودن کشت مخلوط را نشان داد.

بیشتری نسبت به سودمند بودن تیمارهای مورد آزمایش اظهار نظر کرد.

جدول ۶: عملکرد نسبی ذرت شیرین و بامیه، نسبت برابری زمین و شاخص رقابت ذرت شیرین در کشت مخلوط با بامیه

Table 6. Relative yield of sweet corn and okra, LER and sweet corn CI in intercropping with okra

symbol Treatment	Relative yield of sweet corn	Relative yield of okra	LER	CI
M ₁ F ₁	1.00	-	1.00	-
M ₁ F ₂	1.00	-	1.00	-
M ₂ F ₁	0.98	0.22	1.20	0.15
M ₂ F ₂	1.70	0.22	1.93	-0.80
M ₃ F ₁	0.83	0.39	1.22	0.35
M ₃ F ₂	1.60	0.50	2.10	-0.37
M ₄ F ₁	0.22	0.56	0.78	2.37
M ₄ F ₂	0.53	0.72	1.25	0.38
M ₅ F ₁	-	1.00	1.00	-
M ₅ F ₂	-	1.00	1.00	-

کود آلی ورمی کمپوست نسبت برابری زمین را در این مخلوط به ۱/۲۵ افزایش داد. ارزیابی شاخص رقابت در تیمارهای مختلف نیز رتبه‌بندی تیمارهای برتر را تأیید کرد. به این ترتیب می‌توان اذعان داشت که ورمی کمپوست نتوانست در کوتاه‌مدت شرایط را برای حصول عملکرد بیشینه بلال ذرت شیرین و بامیه فراهم کند. در شیوه رایج (کاربرد کود شیمیایی) توصیه می‌شود که برای بهره‌برداری بهینه از نهاده کود شیمیایی و برای اجتناب از مشکلات زیست‌محیطی، چهار اصل نوع، مقدار، زمان و روش مصرف کود همواره رعایت گردد.

نتیجه‌گیری نهایی

بیشترین عملکرد بلال مرغوب ذرت شیرین و بالاترین عملکرد بذر بامیه از تیمار کشت خالص آنها با دریافت کود شیمیایی اوره به‌دست آمد. در بررسی سودمندی کشت مخلوط مشاهده شد که بالاترین نسبت برابری زمین (۲/۱۰) از تیمار نسبت اختلاط ۵۰:۵۰ تحت سیستم تغذیه‌ای ورمی کمپوست (M₃F₂) به‌دست آمد و مخلوط ۲۵:۷۵ (ذرت شیرین: بامیه) تحت همان سیستم تغذیه‌ای (M₂F₂) با نسبت برابری زمین معادل ۱/۹۳ در رتبه بعدی قرار گرفت. کشت مخلوط ذرت شیرین: بامیه با نسبت اختلاط ۷۵:۲۵ در سیستم تغذیه شیمیایی سودمند نیست اما جایگزینی اوره با

REFERENCES

1. Abd El-Gaid, M. A., Al-Dokeshy, M. H. & Nassef, M. T. (2014). Effects of intercropping system of tomato and common bean on growth, yield components and land equivalent ratio in New Valley Governorate. *Asian J. of Crop Sci.*, 6: 254- 261.
2. Adelakun, O. E., Oyelade, O. J., Ade-Omowaye, B. I. O., Adeyemi, I. A. & Van de Venter, M. (2009). Chemical composition and the antioxidative properties of Nigerian Okra Seed (*Abelmoschus esculentus* Moench) Flour. *Food and Chemical Toxicology*, 47(6): 1123-1126.
3. Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2008). Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agronomy for Sustainable Development*, 28: 257-263.
4. Aggarwell, P.K., Garrity, D.P., Liboon, S.P., & Morris, R.A. (1992). Resource use and interaction in a ricemungbean intercrop. *Agronomy Journal*, 84: 71-78.
5. Altieri, M.A. & Liebman, M. (1986). Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In: Francis, C.A. (Ed.), *Multiple Cropping Systems*. MacMillan, New York, p. 182-218.
6. Arshi, Y. (2000). *Genetically Breeding of Agronomic Vegetables*. Jehade Daneshghahi Publishing, Mashhad. 724p. (in Persian).
7. Arun K.S. (2002). *A Hand Book of Organic Farming*. Pub. Agrobis, India.
8. Bulson, H.A.J., Snaydon R.W. & C.E. Stopes. (1997). Effect of plant density on intercropped wheat and field beans in on orgonic farming system. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 128: 59-71.
9. Dragicevic, V., Oljaca, S., Simic, M., Dolijanovic, Z., Kresovic, B. & Brankov, M. (2017). Content of some antioxidants in intercropped maize and soybean grain. *Journal of Agricultural Sciences*, 62(1), 31-40.

10. Elsen T.V. (2000) . Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77:101-109.
11. Eskandari, H. & Ghanbari, A. (2011). Evaluation of competition and complementarity of corn (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna sinensis*) intercropping for nutrient consumption. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(2): 67-75. (In Farsi).
12. Fageria, N.K. & Baligar, V.C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88: 97-185.
13. Griffe P., Metha S. & Shankar D. (2003). Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants: forward, preface and introduction.FAO.
14. Guarda, G., Padovan, S. & Delogu, G. (2004). Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *European Journal of Agronomy*, 21: 181– 192.
15. Helenius, J. (1990). Plant size,nutrient composition and biomass productivity of oats and faba bean in intercropping, and the effects controlling *Rhopalosiphum padi* (Hom.,Aphididae) on these properties. *Journal of Agricultural Science in Finland*, 62:21-31.
16. Hongchun, X., Shen, H., Zhang, L., Zhang, Y., Guo, X., Wang, P. & Zuo, Y. (2013). Comparative proteomic analysis for assessment of the ecological significance of maize and peanut intercropping. *Journal of Proteomics*, 78, 447-460.
17. Jayathi,C. (1994). Production potential of compatible fodder cereal-legume mixtures in the North-Western. Zone of Tamil Nadu. *Madras Agricultural Journal India*, 81(8).
18. Jensen. E.S. (1996). Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrop. *Plant and Soil*, 182: 25-38.
19. Kizilkaya, R. (2008). Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering*, 33: 150–156.
20. Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S. & Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158: 173–180.
21. Maganha, E. G., Halmenschlager, R. d. C., Rosa, R. M., Henriques, J. A. P., Ramos, A. L. L. d. P. & Saffi, J. (2010). Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus *Hibiscus*. *Food Chemistry*, 118(1): 1-10.
22. Mandal, B.K., Ghosh, R.K., Das, N.C. & Choudhury, A.K.S. (1987). Studies on cotton based multiple cropping. *Experimental Agriculture*, 23(4): 443-450.
23. Masuda, T. & Goldsmith, P. D. (2014). World soybean production: Area harvested, yield, and long-term projections. *The international Food and Agribusiness Management Review*, 12(4), 143-162.
24. Mazaheri, D. (1994). *Intercropping*. Tehran University Publications. 262 P. (In Farsi).
25. Mokhtarpoor, H., S.A. Sadat, M.T. Bozy. & A.R. Sabery. (2000). Date of planting and plant density effects on the sweet corn yield. *Iranian Journal of Agronomy Science*. 8(2): 171- 183. (in Farsi).
26. Morris, R.A. Villegan, A.N., Polthanee, A. & Centeno, H.S. (1990). Water use by monocropped and intercropped cowpea and sorghum after rice. *Agronomy*, 82: 664-668.
27. Muoneke, C.O. & Ndukwe, O. (2008). Effects of plant population and spatial arrangement on the productivity of okra/*Amaranthus* intercropping system. *Agronomy Science*, 7 (1): 54-66.
28. Myaka, F.M., Sakala, W.D., Adu-Gyamfi, J.J., Kamalongo, D., Ngwira, A., Odgaard, R., Nielsen, N.E. & Hogh- Jensen, H. (2006). Yields and accumulations of N and P in farmer-managed intercrops of maize-pigeonpea in semiarid Africa. *Plant and Soil*, 285: 207-220.
29. Nassiri-Mahallati, M. (2000). *Modelling of Crop Growth Processes Agroecology*. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. (In Farsi).
30. Ofosu-Anim, J. & Limbani, N.V. (2007). Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 8: 594-597.
31. Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y. & Kumari, U.R. (2008). An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. *Bioresource Technology*, 99: 1672-1681.
32. Pandita, A.K., Saha, M.H. & Bali, A.S. (2000). Effect of row ratio in cereal- legume intercropping system on productivity and competition functions under Kashmir condition. *Indian Journal Agronomy*, 45: 48-53.
33. Parajulee, M.N., Montandon, R. & Slosser, J.E. (1997). Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover.) in Texas cotton. *International Journal of Pest Management*, 43: 227–232.

34. Raja Sekar, K. & Karmegan, N. (2010). Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobiumleguminosarum*. *Scientia Horticulturae*, 124: 286-289.
35. Robinson, R.G. (1984). Sunflower for strip row, and relay intercropping. *Agronomy Journal*, 76: 43-46.
36. Sangwan, P., Kaushik, C.P. & Garg, V.K. (2008). Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, 99: 2442-2448.
37. Scheffer M.C. & Koehler H.S. (1993). Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefolium*. *Acta Horticulture*, 331:109-114.
38. Seyed Sharifi, R., Farzaneh, S., Kashiri, H. & Dabbagh Mohammadi Nasab, A. (2004). Evaluation competition and yield of two soybean cultivars under pure stand and intercropping systems. *Journal of Agriculture Science*, 16(4)-64: 95-102. (In Farsi).
39. Shivaramu, H.S. & Shivashnkar, K. (1992). Performance of sunflower and soybean in intercropping with different plant population and patterns. *Indian of Agronomy*, 37(2): 231-236.
40. Staniak, M., Książak, J. & Bojarszczuk, J. (2014). Mixtures of Legumes with Cereals as a Source of Feed for Animals. *Organic Agriculture Towards Sustainability* (pp. 123-145). INTECH. <https://doi.org/10.5772/58358>.
41. Tofinga, M.P., Paolini, R. & Snaydon, R.W. (1993). A study of root and shoot interactions between cereals and peas in mixtures. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 120: 13-24.
42. Tohid Nejad, E., Mazaheri, D. & Koocheki, A. (2004). Study of maize and sunflower intercropping. *Pajouhesh & sazandegi. ndegi & Pajouhesh of Journal*, 64: 39-45. (In Farsi).
43. Triplett, Jr. G.B. (1962). Intercrops in corn and soybean cropping systems. *Agronomy Journal*, 54: 106-109.
44. Zand, B. & Ghaffari Khaliq, H. (2002). Evaluation of grain sorghum-Cowpea intercropping under different planting patterns. *Proceeding of the 7th Iranian Congress of Crop Sciences*, 24-26 Aug. 2002. Karaj, Iran (In Persian).
45. Zulfigar, A., Asghar Malik, M. & Cheema, M.A. (2000). Studies on determining a suitable canola – wheat intercropping. *Agriculture Biology*, 2(1): 42-44.