تحقیقات آفات گیاهی
۱۲-۱ :(۲) ۸- ۱۳۹۷

فراوانی حشرات در سیستم کشت خالص و مخلوط سویا و ذرت

وهاب رحیمی[1]*، جهانشیر شاکرمی[1] و بهاره شاه نظری[1]
۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۲۳)

چکیده

افزایش تولید محصولات با تنوع زراعی بیش‌تر از طریق کشت مخلوط می‌تواند در بهبود کارکردها و خدمات اکوسیستمی مؤثر باشد. یکی از مهم‌ترین کارکردهای نظام‌های کشت مخلوط کاهش در جمعیت آفات و در نتیجه افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. این بررسی با هدف تأثیر سیستم کشت مخلوط سویا و ذرت بر فراوانی حشرات گیاه خوار، گرده‌افشان و دشمنان طبیعی، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار (۱۰۰:۰ کشت خالص ذرت، ۰:۱۰۰ کشت خالص سویا و ترکیب‌های ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵، ۷۵:۲۵ سویا: ذرت) و ۴ تکرار انجام شد. به منظور جمع‌آوری حشرات از روش‌های مختلف نمونه‌برداری از جمله تله گودالی، الک، کارت‌های زرد و آبی رنگ چسبدار، ضربه زدن، تورحشره‌گیری و شمارش در محل استفاده شد. نمونه‌برداری در ۵ دوره و در فواصل ۱۴ روز انجام گرفت. در مجموع تعداد ۷۳۹۵ حشره جمع‌آوری شد که به ۱۰ راسته و ۳۹ خانواده تعلق داشتند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که جمعیت هر سه گروه از حشرات جمع‌آوری شده (حشرات گیاه‌خوار، گرده‌افشان ها و دشمنان طبیعی) به طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم کشت مخلوط قرار گرفت، به طوری که بیش‌ترین تعداد دشمنان طبیعی و کم‌ترین تعداد حشرات گیاه خوار در تیمار ۵۰:۵۰ سویا: ذرت مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین تعداد حشرات گرده‌افشان مربوط به تیمار ۲۵:۷۵ سویا: ذرت بود، در حالی‌که بالاترین تعداد حشرات گیاه‌خوار، و در پی آن کم‌ترین تعداد حشرات گرده‌افشان و دشمن طبیعی در تیمار کشت خالص ذرت مشاهده شد. نتایج نشان داد بین حشرات دشمن طبیعی و گیاه خوار و همچنین بین عملکرد سویا و جمعیت حشرات گیاه‌خوار یک رابطه منفی (معکوس) وجود دارد. بر اساس نتایج این پژوهش، برخی از تیمارهای مخلوط سویا و ذرت، دارای مهار زیستی مؤثرتری بوده و افزایش عملکرد بیش‌تری نسبت به کشت خالص هر دو گیاه نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، حشرات گیاه‌خوار، گرده‌افشان، دشمن طبیعی، سویا، ذرت.

* نویسنده مسئول: rahimi.vahab@yahoo.com

مقدمه

کشت مخلوط یعنی کاشت بیش از یک گیاه زراعی در یک سال در یک قطعه زمین معین (Mazaheri, 1998)، که به عنوان یکی از روش‌ها و نمونه‌ای از نظام پایدار کشاورزی، اهدافی نظیر ایجاد تعادل و تنوع اکولوژیک و اقتصادی، بهره‌برداری بیش‌تر از منابع و کاهش خسارت آفات (Altieri, 1991)، بیماری‌ها (Mundt, 2002) و علف‌های هرز (Xu *et al.*, 2009) را دنبال می‌کند. کاهش وابستگی کشاورزان به آفت‌کش‌ها به شرط حفظ کیفیت محصول و بازارپسندی آن یکی از اهداف اصلی کشت مخلوط در کشاورزی پایدار است (Fernandez *et al.*, 2007). همچنین، یک رژیم کشت درهم یا کشت مخلوط می‌تواند باعث کاهش فرسایش خاک (Kremer and Kussman, 2008)، بهبود تثبیت نیتروژن (Singer, 2008)، افزایش تنوع و فراوانی دشمنان طبیعی (You *et al.*, 2004)، و افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول شود (Blaser *et al.*, 2007). بنابراین بسیاری از اکولوژیست‌ها از کشت مخلوط در مدیریت تلفیقی آفات حمایت می‌کنند (Landise *et al.*, 2000).

در میان گیاهان زراعی ذرت به دلیل داشتن مواد غذایی گوناگون، استفاده وسیع و سطح زیر کشت، چهارمین غله با اهمیت به ویژه در پرورش طیور محسوب می‌شود. حبوبات پس از غلات دومین و پر ارزش‌ترین تولیدات کشاورزی به حساب می‌آیند. بذرهای این گونه گیاهان بین ۲۵ تا ۴۰ درصد پروتئین و مواد قندی دارند که در تنظیم جیره غذایی انسان سهم زیادی دارند (Nourmohamadi *et al.*, 2010). گزارش‌های زیادی وجود دارد که کشت مخلوط ذرت با انواع حبوبات در کنترل آفات توصیه شده است (Godhani, 2006; Patel, 2001). بر اساس گزارش پاتل (Patel, 2001)، کشت درهم ذرت با کنجد به همراه پنبه منجر به کاهش معنی‌داری در جمعیت کرم غوزه پنبه در مقایسه با کشت شاهد شده است. همچنین بر اساس گزارش گادهانی (Godhani, 2006)، کشت مخلوط پنبه، ذرت و کنجد باعث کاهش چشمگیر جمعیت آفات *Earias vittella* Fab. و *Platyedra gossypiella* Sau. شد. در بررسی‌های انجام شده مشخص شد که الگوهای‌های زراعی آزمایش شده مبنی بر تنوع گیاهان در دهه‌های اخیر در ۵۰ درصد موارد باعث کاهش جمعیت آفات شده‌اند (Poveda *et al.*, 2008; Godhani, 2006). گزارش‌های سرینیواسا رائو و همکاران (Srinivasa Rao *et al.*, 2004)، افزایش فعالیت کفشدوزک‌ها و عنکبوت‌ها را در کشت مخلوط لگوم‌ها (حبوبات) نشان داده است. همچنین بر اساس بررسی‌های سرینیواسا رائو و همکاران (Srinivasa Rao *et al.*, 2002)، کشت مخلوط پنبه با لوبیا چشم‌بلبلی باعث افزایش در جمعیت کفشدوزک‌ها و همچنین کشت پنبه با بقولات باعث کاهش خسارت عسلک پنبه می‌شود. پژوهش‌ها نشان می دهدکه تنوع گیاهی، جمعیت دشمنان طبیعی آفات مانند سن شکارگر *Nabis* sp.، سن *Orius* sp.، سن شکارگر *Geocoris*، کفشدوزک‌ها، و بالتوری‌ها را افزایش می‌دهد، در حالی که جمعیت آفاتی مانند *Erythroneura elegantula* Osb. و *Frankliniella occidentalis* Perg. را در قیاس با تک‌کشتی کاهش می‌دهد (Nicholls and Altieri, 2004; Altieri *et al.*, 2006). تحقیقات نشان می‌دهد که کشت مخلوط آفتابگردان شمار حشرات مفید مانند *Geocoris* spp.، زنبور عسل (*Apis mellifera* L.)، عنکبوت (*Peucetia viridans* Hen.)، مورچه و زنبورهای درشت wasps را در قیاس با تک‌کشتی افزایش می‌دهد (Jones and Gillett, 2005). هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی جمعیت برخی خانواده‌های گیاه‌خوار، دشمن طبیعی و گرده‌افشان تحت تأثیر سیستم کشت مخلوط سویا و ذرت بود.

مواد و روش‌ها

محل و نوع آزمایش

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریای ۱۱۲۵ متر و متوسط بارندگی سالیانه ۴۷۱/۵۵ میلی‌متر و اقلیم نیمه خشک اجرا شد. آزمایش در

قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مخلوط سویا و ذرت به نسبت‌های ۲۵:۷۵، ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، کشت خالص ذرت و کشت خالص سویا بود.

نحوه کاشت و رقم

تراکم بوته در سویا و ذرت با توجه به کشت رایج به ترتیب بر اساس ۳۵ و ۷ بوته در متر مربع برای کشت خالص انتخاب شد و بر این اساس در کشت مخلوط نیز این تراکم اعمال شد. طول هر کرت ۶ متر، عرض آن ۴/۵ متر، فاصله بین کرت‌ها ۱ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت ۲۷ متر با ۶ خط کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر تعیین شد. رقم سویای مورد استفاده تی‌ام‌اس و رقم ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴ بود که قبل از کاشت، بذور هر دو گیاه با سم کاربوکسین تیرام به میزان دو در هزار برای جلوگیری از ابتلا به بیماری‌های قارچی ضدعفونی شد.

نمونه‌برداری

اولین نمونه‌برداری پس از رشد گیاه و مشاهده حشرات در مزرعه آزمایشی در شرایط محل آزمایش انجام گرفت. نمونه‌برداری در فواصل ۱۴ روز در ۵ دوره و بین خطوط ۲ و ۳ و همچنین ۴ و ۵ انجام شد، از خطوط ۱ و ۶ و نیم متر بالا و پایین هر کرت به علت اثر حاشیه‌ای نمونه‌برداری به عمل نیامد. برای نمونه‌برداری با توجه به جایگاه استقرار حشره (روی گیاه و خاک) از روش‌های مختلف نمونه‌برداری از جمله تله گودالی، الک، کارت‌های زرد و آبی رنگ چسبدار، ضربه زدن و شمارش در محل استفاده شد. معیار نمونه‌برداری فاصله دو بوته ذرت روی خط کشت و به موازات آن نسبت سویای مخلوط شده بود، به همین دلیل تله‌ها در این فاصله نصب شدند.

۱- تله گودالی

این تله برای جمع‌آوری حشراتی که روی سطح خاک راه می‌روند انتخاب شد. برای تهیه این تله ابتدا چاله‌ای به عمق و قطر ۱۲ سانتی‌متر حفر شد، سپس ظرف پلاستیکی درون چاله قرار داده شد به صورتی که دهانه آن هم‌سطح زمین بود. برای اینکه حشرات به دام افتاده نتوانند از تله بیرون بیایند مقداری آب به ظرف اضافه شد.

۲- الک

یکی از روش‌های استخراج حشرات از خاک الک است. الک کردن یک روش فیزیکی است و بر خلاف قیف برلیز بستگی به تحرک حشره ندارد. در این آزمایش برای جمع‌آوری حشرات خاکزی، ابتدا خاک پای بوته‌های مشخص شده برای نمونه‌برداری به عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر حفر شد و از دو الک یکی با سوراخ‌های بزرگ (۲۰ مش) برای جدا کردن بقایای گیاهی و ذرات درشت خاک و دیگری با سوراخ‌های ریز (۱۰۰ مش) برای جدا کردن حشرات ریز استفاده شد. حشرات جمع‌آوری شده به ظروف حاوی الکل اتیلیک ۷۰٪ انتقال داده شدند.

۳- کارت‌های زرد و آبی رنگ چسبدار

با توجه به تمایل ذاتی تعدادی از حشرات پرتحرک برای حرکت به سمت نورهای مختلف از تله‌های رنگی جسبدار استفاده شد. در این پژوهش از کارت‌های زرد و آبی رنگ چسبدار، به ابعاد ۲۵ در ۱۰ سانتی‌متر که هر دو طرف آن‌ها چسب دار بود استفاده شد. در هر مرحله نمونه‌برداری از هر دو کارت زرد وآبی رنگ برای به دام انداختن حشرات پروازی به تعداد یک عدد در محل‌های نمونه برداری استفاده شد. کارت‌های رنگی چسبدار روی یک پایه چوبی به ارتفاع ۱ متر نصب می‌شدند. حشراتی که توسط کارت‌های چسبدار به دام افتاده بودند، پس از جمع‌آوری و انتقال به آزمایشگاه به وسیله ذره‌بین، بینوکولر و چشم معمولی شمارش می‌شدند.

۴- ضربه زدن

در این روش با پهن کردن سینی سفید لعابی زیر بوته‌ها و ضربه زدن به آن‌ها حشرات جمع آوری می‌شدند. قابل ذکر است که این روش در مورد بوته‌های سویا به دلیل انعطاف بیشتر کارایی بیشتری داشت. هرچند که در مراحل اولیه رشد ذرت نیز از این روش استفاده می‌شد.

۵- شمارش در محل

در این روش، از وسیله خاصی استفاده نشد و شمارش حشرات بر اساس مشاهده عینی بود. با استفاده از این روش حشرات بزرگ را می‌توان در زیستگاه دید و تعداد آن‌ها را ثبت کرد. در این روش با جستجوی شاخه و برگ گیاهان،

تعداد حشرات شمارش شدند. برای دقت بیشتر، با قلم‌مو حشرات روی سطح برگ برداشته می‌شدند و به وسیله یک قیف که به بطری حاوی الکل اتیلیک ۷۰٪ متصل بود جمع‌آوری شدند.

شمارش حشرات

پس از به دام افتادن حشرات توسط تله‌های مختلف کار گذاشته شده، به هر حشره یک کد شناسایی داده شد. سپس نمونه‌ی کدها برای شناسایی در سطح خانواده به آزمایشگاه برده شدند. حشرات شناسایی شده در یکی از چهار گروه حشرات گیاه‌خوار، دشمنان طبیعی، گرده‌افشان و متفرقه (حشراتی که دارای فراوانی کم بودند و در محاسبات آماری لحاظ نشدند) طبقه‌بندی شدند.

عملکرد سویا وذرت

در این پژوهش به منظور تعیین میزان عملکرد سویا و ذرت در هر تیمار اجزاء عملکرد سویا (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه) و ذرت (تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه و تعداد بلال در بوته) نیز اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری داده‌ها

تمام داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس روش تجزیه واریانس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار با کمک نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها تیمارها از آزمون توکی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد، همبستگی بین صفات نیز با استفاده از همین نرم‌افزار تعیین شد.

نتایج و بحث

کل حشرات جمع‌آوری شده در این پژوهش ۷۳۹۵ عدد بود که متعلق به ۱۰ راسته و ۳۹ خانواده بودند که فراوانی هر کدام در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- تعداد حشرات جمع‌آوری شده بر اساس خانواده و راسته

Table 1. Number of insects collected on the basis of orders and families

Orders	Families	Number
Coleoptera	Carabidae, Coccinelidae, Buprestidae, Bruchidae, Scarabidae, Anticidae Curculionidae, Chrysomelidae, Staphilinidae , Tenebrionidae	400
Hemiptera	Nabidae, Pentatomidae, Aphididae, Cicadellidae, Cicadiidae, Anthocoridae, Miridae, Lygaeidae	2860
Diptera	Muscidae, Caliphoridae, Rhinophoridae, Syrphidae, Tephritidae, Hesteridae	758
Hymenoptera	Apiidae, Vespidae, Halictidae, Chrysididae, Formicidae	1228
Lepidoptera	Arctidae, Pieridae, Noctuidae،Crambidae	12
Orthoptera	Acrididae،Gryllidae	209
Odonata	Libellulidae	65
Neuroptera	Chrysopidae	14
Thysanoptera	Halotripidae	1847
Mantodea	Mantidae	2
Total		7395

در این آزمایش، نتایج حاصل از تجزیه واریانس، در ارتباط با تعداد حشرات گیاه خوار (فراوانی نسبی آن‌ها) اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($F= 8.84, Df= 4, 12, Pr < 0.01$). بر اساس نتایج، بیشترین تعداد حشرات گیاه خوار در کشت خالص ذرت (۳۳۰/۷۵ عدد در هر کرت) مشاهده شد (جدول ۲). همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین چهار تیمار ۱۰۰:۰، ۷۵:۲۵، ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ (سویا:ذرت) هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. برای مثال، نتایج نشان داد که جمعیت حشرات خانواده Cicadellidae که یکی از آفات مهم ذرت به حساب می‌آیند، در تیمارهای ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ (سویا: ذرت) (۹۷/۷۵ و ۸۳/۲۵ در هر کرت) نسب به تیمار کشت خالص

ذرت (۱۴۶/۷۵ در هرکرت) دارای تفاوت معنی‌داری بود (جدول ۲). همچنین جمعیت حشرات خانواده Halothripidae در تمامی تیمارهای مخلوط نسبت به کشت خالص سویا از فراوانی کمتری برخوردار بود (جدول ۲).

جدول۲- مقایسه میانگین جمعیت حشرات گیاه‌خوار و برخی خانواده‌های مهم آن (توکی، $p<0.05$)

Table 2. Mean number of herbivorous insect families compared (Tukey, $p<0.05$)

Treatment	TNHIF	Acrididae	Gryllidae	Pentatomidae	Aphididae	Cicadellidae	Halothripidae
100:00 (corn: soybean)	330.8 a	3.5 b	10.25 a	0.75 a	82.5 a	146.8 a	78 b
00:100 (corn: soybean)	251.8 b	5.5 a	4.75 b	2 a	11.75 c	53.5 c	165 a
50:50 (corn: soybean)	212.3 b	1.75 b	7.25 ab	3.75 a	17.5 bc	97.75 b	74.25 b
25:75 (corn: soybean)	218.3 b	1.75 b	7.5 ab	3.75 a	34 b	83.25 bc	74.25 b
75:25 (corn: soybean)	236.3 b	1.5 b	8.5 a	1.5 ab	32 b	113.8 ab	70.25 b

Means with common letter(s) in each column are not significantly different at 5% of probability level
TNHIF: total number of herbivorous insect families

بر اساس یافته‌های مختلف، علت این کاهش جمعیت می‌تواند به دلیل افزایش در جمعیت دشمنان طبیعی، اختلال در میزبان‌یابی حشره آفت (Root, 1973)، ایجاد تغییرات فیزیولوژیک در گیاه که باعث تولید دورکننده‌ها می‌شود، حمایت فیزیکی گیاهان از همدیگر، برای مثال اختلاف در ارتفاع گیاهان مخلوط شده که موجب تشکیل کانوپی سینوسی شکل در مزرعه می‌شود، تولید محرک‌های مضر و تقلید محرک‌های بویایی باشد (Mazaheri, 1998). بر اساس گزارش‌های بلاد و همکاران (Blade *et al.*, 1992)، کشت مخلوط ذرت با لوبیا چشم‌بلبلی به طور معنی‌داری باعث کاهش جمعیت حشرات گیاه خوار در مزرعه شد. با توجه به قدرت جهش و حرکت محدود حشرات در رفتن به بوته‌های مجاور، به نظر می‌رسد وجود بوته‌های ذرت و سویا به صورت مخلوط به عنوان سدهایی برای جلوگیری از این حرکت باشد. برای مثال، جمعیت حشرات خانواده ملخ‌های شاخک کوتاه Acrididae در هر دو تیمار خالص ذرت و سویا بیشتر از سایر نسبت‌های مخلوط (۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۲۵:۷۵) سویا: ذرت بود (جدول ۲) که شاید کاشت ردیفی این گیاهان به صورت متناوب در حرکت (جهش) حشرات این خانواده به عنوان موانع فیزیکی برای همدیگر مفید بوده است که نتایج حاضر با یافته‌های محققین فوق مطابقت دارد. همچنین سازوکارهای متنوعی می‌تواند در پاسخ حشرات به گیاهان میزبان خود، اختلال ایجاد کند که از آن جمله می‌توان به موانع فیزیکی، استتار بینایی، ایجاد بوهای مزاحم، مواد شیمیایی دورکننده و کاهش کیفیت گیاه میزبان اشاره کرد (Hooks and Johnson, 2003). حشرات برای پیدا کردن غذای خود علاوه بر قدرت بینایی از قدرت بویایی خود نیز استفاده می‌کنند. بر اساس فرضیه تمرکز منابع یا گیاهان مختل کننده (Root, 1973)، کشت مخلوط به دلیل تأثیر بر تغییر غلظت محرک‌های شیمیایی اجزاء مخلوط شده (در واقع تولید محرک‌های گیج کننده)، می‌تواند اثر مستقیمی روی توانایی حشرات آفت موجود در مزرعه در پیدا کردن و استفاده از گیاه میزبان خود، نسبت به تک‌کشتی داشته باشد. به طوری که حشره گیاه‌خوار در پیدا کردن میزبان خود دچار سردرگمی می‌شود و در نتیجه از میزان خسارت آن به محصول کم می‌شود. در کشت مخلوط یک عامل فیزیکی و بیولوژیک می‌تواند باعث دور شدن آفت شود. همانطور که گفته شد یکی دیگر از دلایل کاهش جمعیت آفات در سیستم مخلوط، افزایش جمعیت دشمنان طبیعی است که کنترل بیولوژیک مؤثرتری را به همراه خواهد داشت. بر اساس نتایج حاصل از ضرایب همبستگی (جدول ۳) مشخص شد که رابطه بین آفات و دشمنان طبیعی در این سیستم منفی و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود که بیانگر این نکته است که با افزایش جمعیت دشمنان طبیعی، جمعیت حشرات آفت کاهش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که سیستم مخلوط با افزایش جمعیت دشمنان طبیعی، به عنوان یک عامل مهار زیستی در پایین آوردن

جمعیت حشرات آفت نقش مؤثری داشته است. نظریه دشمنان طبیعی (Root, 1973)، که بیان می‌کند در سیستم‌های متنوع (مخلوط) به دلیل فعالیت دشمنان طبیعی جمعیت آفات کاهش می‌یابد صحت نتایج فوق را تأیید می‌کند. برای مثال، کشت مخلوط پنبه با کاسیا منجر به پایداری جمعیت تریکوگراما شده که باعث کاهش محسوسی در جمعیت کرم غوزه پنبه می‌شود (Yadav and Jha, 2003).

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در آزمایش کشت خاص و مخلوط سویا و ذرت (توکی، $p<0.05$)

Table 3. Correlation coefficient of traits in intercropping and sole cropping of soybean and corn (Tukey, $p<0.05$)

	CGY (kg/ha)	SGY (kg/ha)	TNHIF	TNPIF	TNNEIF
CGY (kg/ha)	1	-0.676 *	0.197 ns	- 0.037 ns	- 0.033 ns
SGY (kg/ha)		1	-0.521 ns	0.709 *	0.281 ns
TNHIF			1	-0.612 ns	-0.625 *
TNPIF				1	-0.502 ns
TNNEIF					1

*: Significant at 0.05 probability level ns: non-significant

CGY: corn grain yield; SGY: soybean grain yield; TNNEIF: total number of natural enemy insect families; TNHIF: total number of herbivorous insect families, TNPIF: total number of pollinator insect families.

در این‌پژوهش مشخص شد که کانوپی (تاج پوشش) سینوسی (کوتاه وبلند بودن دو گیاه مورد آزمایش) مزرعه تحقیقاتی در توزیع حشرات نقش بسزایی داشته است و بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس معلوم شد که فراوانی دشمنان طبیعی تحت تأثیر اجزاء مخلوط قرار دارد (F= 4.55, Df= 4, 12, Pr < 0.05). همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمارها از لحاظ جمعیت حشرات دشمن طبیعی اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). برای مثال، بیشترین تعداد جمعیت حشرات دشمن طبیعی در تیمار مخلوط ۵۰:۵۰ (سویا: ذرت) (۳۷/۶۳ در هر کرت) مشاهده شد. در حالی که، کمترین تعداد دشمن طبیعی در تیمار کشت خالص ذرت (۲۰/۸۸ در هرکرت) مشاهده شد (جدول ۴). بر این اساس بیشترین جمعیت حشرات خانواده‌های Carabidae و Vespidae به ترتیب در تیمارهای ۲۵:۷۵ و ۵۰:۵۰ (سویا: ذرت) مشاهده شد (به ترتیب ۱۰ و ۹/۲۵ عدد در هر کرت) (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین جمعیت حشرات گوشتخوار و برخی خانواده‌های مهم آن (توکی، $p<0.05$)

Table 4. Mean number of carnivorous insect families compared (Tukey, $p<0.05$)

Treatment	TNNEIF	Coccinellidae	Carabidae	Libelullidae	Nabidae	Vespidae	Spyrphidae	Chrysopidae
100:00 (corn: soybean)	20.75 c	5.25 ab	3.25 b	2.5 a	1.25 a	3.75 b	1.25 a	0.875 ab
00:100 (corn: soybean)	26.50 bc	1.5 b	4.75 b	4.5 a	1 a	4 b	3.25 a	0.125 b
50:50 (corn: soybean)	37.75 a	8 a	6.75 ab	3 a	1.5 a	9.25 a	3.75 a	1.375 a
25:75 (corn: soybean)	34.50 ab	6 ab	10 a	3.5 a	1 a	8 a	3.5 a	1.5 a
75:25 (corn: soybean)	24.50 bc	4.5 ab	4 b	3.75 a	0.25 a	6.75 ab	2.25 a	0.125b

There is no significant difference between the means with common letter (s) in each column.

TNNEIF: total number of natural enemy insect families

یکی از مزایای سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک‌کشتی، آسیب پذیری کمتر آن‌ها در مقابل آفات می‌باشد. در واقع محصولاتی که به صورت مخلوط کشت می‌شوند در مقایسه با محصولاتی که در نظام‌های تک‌کشتی قرار دارند، آسیب‌پذیری کمتری دارند. کشت مخلوط با افزایش تنوع زیستی باعث بالا بردن انواع کنترل کننده‌های طبیعی مانند شکارگرها و پارازیتوئیدها که نقش مهمی در پایداری اکوسیستم‌های زراعی دارند می‌شود و در واقع هزینه مهار آفات را تا حدی پایین می‌آورد (Mazaheri, 1998). بر اساس گزارش‌های راب و همکاران (Rabb *et*

al., 1976)، شکارگرها تمایل به چندین‌خوار بودن دارند و بنابراین برای تغذیه از طعمه‌های جایگزین نیاز به زیستگاه‌های متنوع دارند تا با نظم بهتری از طعمه‌های جایگزین حاضر در چند کشتی‌نسبت به تک‌کشتی استفاده کنند. در موافقت با نظریه دشمنان طبیعی (Root, 1973)، نتایج سایر پژوهشگران بیانگر این نکته است که دشمنان طبیعی بیشترین فراوانی را در زیستگاه‌های متنوع دارند (Andow, 1991). نتایج آزمایش حاضر نیز با یافته‌های این محققین مطابقت دارد، به طوری که در تیمار ۵۰:۵۰ (سویا: ذرت) بیشترین فراوانی جمعیت دشمنان طبیعی مشاهده شد (۳۷/۷۵ عدد در هر کرت) (جدول ۴) و این در حالی است که در این تیمار نیز کمترین تعداد حشره گیاه‌خوار وجود داشت (۲۱۲/۳ عدد در هر کرت) (جدول ۲). بنابراین می‌توان اظهار داشت که در سیستم مخلوط، به‌دلیل بالا رفتن سطح پوشش زمین که باعث جلب دشمنان طبیعی روز پرواز می‌شود دشمن طبیعی به دلیل زمان بیش تر برای تولید مثل و همچنین محیط مناسب برای رشد، استقرار بیشتری در مزرعه آزمایشی دارد و می‌تواند در رقابت با حشرات گیاه خوار برتری خود را نشان دهد. همچنین بچ (Bach, 1980)، اظهار می‌دارد که کشت مخلوط یا سیستم‌های با تنوع بالا تمایل به داشتن تراکم بیش تری از شکارگرها و پارازیتوئیدها نسبت به تک‌کشتی دارند و از این رو هجوم کمتری از آفات در آن‌ها مشاهده می‌شود.

از دیدگاه دیگر، با توجه به پایین بودن نرخ زادآوری دشمنان طبیعی نسبت به آفات، تک‌کشتی ممکن است در ایجاد رقابت بین جمعیت بالای آفات و تعداد کم دشمنان طبیعی مؤثر بوده و باعث حذف و یا کاهش تأثیر این حشرات مفید شود، بنابراین کشت مخلوط می‌تواند به عنوان یک زیستگاه ثانویه در حمایت از آن‌ها مفید باشد، به طوری که ضرایب همبستگی (جدول ۳) نشان داد که با افزایش جمعیت دشمنان طبیعی، جمعیت آفات کاهش پیدا کرده است. بر اساس بررسی‌های کوربت و پلنت (Corbett and Plant, 1993) در برخی موارد سیستم مخلوط، فراوانی شکارگرها را افزایش می‌دهد و همچنین استیلینگ و همکاران (Stiling *et al*., 2003)، اظهار داشتند که افزایش تنوع زیستی در سیستم‌های زراعی می‌تواند منجر به مهار حشرات گیاه خوار به وسیله دشمنان طبیعی شود. همچنین تیلیاناکیس و همکاران (Tylianakis *et al*., 2004) و برنت و راتن (Berndt and Wratten, 2005) ذکر کردند که اضافه کردن منابع گیاهی، بقاء، باروری بالقوه، طول عمر، رفتار دشمنان طبیعی و همچنین تأثیر آن‌ها را افزایش دهد. بر این اساس لانگلوت و دنو (Langellotto and Denno, 2004) و فرر و همکاران (Frere *et al*., 2007) به این نتیجه رسیدند که حضور منابع گیاهی می‌تواند به روش‌های مختلف از جمله فراهم کردن پناهگاه برای زندگی و تولیدمثل و به عنوان منبع جایگزین میزبان یا طعمه، فراهم نمودن غذاهای میزبانی مثل شهد و گرده مفید باشد. یافته‌های پژوهشگران حاضر، نتایج این پژوهش را در خصوص تأثیر کشت مخلوط بر افزایش جمعیت دشمنان طبیعی تأیید می‌کند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که جمعیت حشرات گرده‌افشان در سیستم مخلوط مورد آزمایش تحت تأثیر اجزاء این سیستم قرار گرفت ($F=16.67, Df=4, 12, Pr < 0.01$). همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد حشرات گرده‌افشان در تیمار ۲۵:۷۵ (سویا:ذرت) با جمعیت ۱۰۷/۵ عدد در هر کرت از هر دو تیمار کشت خالص سویا و ذرت به‌ترتیب با فراوانی ۸۵/۵ و ۶۳/۷۵ در هرکرت بیشتر بود (جدول ۵). بر اساس نتایج این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط می‌تواند در حمایت حشرات مفید مؤثر باشد. آنچه از تجزیه آماری به دست آمد، بیانگر نقش مؤثر کشت مخلوط، به ویژه با افزایش سهم دو گیاه به ۷۵٪ نسبت به کشت خالص (سویا: ذرت) بود. به طور مثال جمعیت حشرات خانواده Formicidae در کشت خالص ذرت و سویا به ترتیب ۱۸/۵و ۲۹/۷۵ عدد در هر کرت بود، درحالی‌که این جمعیت در تیمارهای ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۷۵:۲۵ (سویا:ذرت) به ترتیب ۳۱/۷۵، ۴۷/۷۵ و ۴۲/۷۵ عدد در هر کرت بود. این تغییرات یا به‌عبارتی افزایش تعداد حشرات گرده‌افشان که به نوبه خود در گرده‌افشانی سویا و افزایش عملکرد دانه آن

مؤثر هستند، در سایر خانواده‌های مهم حشرات گرده‌افشان نیز مشاهده شد (جدول۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین جمعیت حشرات گرده‌افشان و برخی خانواده‌های مهم آن (توکی، $p<0.05$)

Table 5. Mean number of pollinator insect families compared (Tukey, $p<0.05$)

Treatment	TNPIF	Apiidae	Halictidae	Formicidae	Muscidae	Calliphoridae
100:00 (corn: soybean)	63.75 ^{c}	9 ^{b}	7 ^{a}	18.5 ^{c}	16.25 ^{b}	10.5 ^{c}
00:100 (corn: soybean)	85 ^{b}	16.25 ^{a}	8.75 ^{a}	29.75 ^{bc}	16 ^{b}	10.75 ^{bc}
50:50 (corn: soybean)	88 ^{b}	11 ^{ab}	6.25 ^{a}	31.75 ^{abc}	20.75 ^{ab}	14.75 ^{ab}
25:75 (corn: soybean)	107.3 ^{a}	14.25 ^{ab}	9.25 ^{a}	47.75 ^{a}	18 ^{ab}	15.25 ^{a}
75:25 (corn: soybean)	102 ^{ab}	10.75 ^{ab}	7.75 ^{a}	42.75 ^{ab}	22 ^{a}	14.50 ^{abc}

There is no significant difference between the means with common letter (s) in each column.
TNPIF: total number of pollinator insect families

ضرایب همبستگی نشان داد که که رابطه بین حشرات گرده‌افشان با عملکرد سویا مثبت است، به این معنی که سویا در افزایش جمعیت حشرات گرده‌افشان نقش مؤثرتری نسبت به ذرت داشته است (جدول ۳). شاید یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش جمعیت حشرات گرده افشان در کشت ذرت این است که گرده‌افشانی در ذرت توسط باد می‌باشد (Nourmohamadi *et al.*, 2010) و این در حالی است که بر اساس تحقیقات انجام شده حشرات درگرده‌افشانی سویا نقش دارند (Khajehpour, 2007). بر اساس گزارش‌های جونز و ژیلت (Jones and Gillett, 2005)، کشت مخلوط آفتابگردان جمعیت حشرات مفید مانند زنبور عسل و مورچه را در قیاس با تک‌کشتی افزایش می‌دهد.

در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه ذرت از تیمار ۷۵:۲۵ (سویا: ذرت) معادل ۱۲۸۹۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تیمار ۲۵:۷۵ (سویا: ذرت) برابر ۲۸۸۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۶). جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al.*, 2008) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی افزایش عملکرد را ناشی از افزایش پوشش گیاهی و نزدیک شدن آن‌ها به تراکم مطلوب در کشت مخلوط و استفاده بهینه از منابع محیطی نسبت داده‌اند. در مطالعه حاضر نیز معلوم شد که برای حصول حداکثر عملکرد در کشت ذرت، کشت مخلوط آن در مقایسه با کشت خالص، ارجحیت داشته و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. نکته قابل توجه در مورد رابطه عملکرد ذرت با جمعیت حشرات آفت این است که نتایج ضرایب همبستگی (جدول ۳)، مثبت بودن رابطه را نشان می‌دهد یا به عبارتی افزایش در عملکرد ذرت به‌طور مستقیم به دلیل کاهش در جمعیت حشرات آفت نبوده است. البته می‌توان کاهش در جمعیت حشرات آفت را به دلیل تفاوت در ارتفاع دو گیاه، عدم حرکت (جهش) آفت در سرکشی به بوته‌های مجاور و همچنین گیج شدن حشرات در پیدا کردن میزبان اشاره کرد.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد ذرت، سویا، و تعداد حشرات گیاه خوار، گرده‌افشان و دشمن طبیعی (توکی، $p<0.05$)

Table 6. Mean comparisons of corn and soybean grain yields, total number of natural enemies, herbivorous and pollinating insect families (Tukey, $p<0.05$)

Treatment	CGY (kg/ha)	SGY (kg/ha)	TNNEIF	TNHIF	TNPIF
100:00 (corn: soybean)	10480 ^{b}	-	20.75 ^{c}	330.8 ^{a}	63.75 ^{c}
00:100 (corn: soybean)	0	3021 ^{ab}	26.50 ^{bc}	251.8 ^{b}	85 ^{b}
50:50 (corn: soybean)	6037 ^{c}	2119 ^{bc}	37.75 ^{a}	212.3 ^{b}	88 ^{b}
25:75 (corn: soybean)	2887 ^{d}	4230 ^{a}	34.50 ^{ab}	218.3 ^{b}	107.3 ^{a}
75:25 (corn: soybean)	12890 ^{a}	925 ^{cd}	24.50 ^{bc}	236.3 ^{b}	102 ^{ab}

There is no significant difference between the means with common letter (s) in each column. CGY: corn grain yield; SGY: soybean grain yield; TNNEIF: total number of natural enemy insect families; TNHIF: total number of herbivorous insect families, TNPIF: total number of pollinator insect families.

همچنین عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت تأثیر اجزاء کشت مخلوط قرار گرفت ($F= 23.11, Df= 4, 12, Pr < 0.01$). در این پژوهش بیشترین عملکرد سویا در تیمار ۲۵:۷۵ (سویا: ذرت) را (۴۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) به خود اختصاص داد، به عبارتی بیشترین جزء مخلوط (۷۵٪ سویا) همانند ذرت در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین عملکرد را داشت (جدول ۶). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به تناسب کاهش جزء مخلوط سویا، عملکرد این گیاه نیز کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که کمترین عملکرد در سویا به ترکیب ۷۵:۲۵ (سویا: ذرت) معادل ۹۵۲ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۶). سازگاری بیشتر گیاهان زراعی در کشت مخلوط، به دلیل کاهش رقابت بین آن‌ها، منجر به افزایش عملکرد در مقایسه با کشت خالص می‌شود (Kamkar and Mahdavi Damghani, 2008). از دلایل افزایش و یا بهبود اجزاء عملکرد در کشت مخلوط (سویا: ذرت) احتمالاً می‌توان به ترمیم فضای رشد دو گیاه با توجه به حضور آن‌ها در تشکیل پوشش شبکه‌ای و یا الگوی پوشش دو گیاه اشاره کرد، زیرا این حالت در تغییر شرایط برای رقابت در کسب نور (با توجه به نفوذ بیش تر و کامل‌تر آن)، سایه‌انداز گیاه با تنظیم تراکم کاشت و ایجاد شرایط مطلوب برای تولید اجزاء عملکرد شده است. یکی دیگر از دلایل این افزایش عملکرد، کاهش در جمعیت حشرات آفت بود. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی (جدول ۳) نشان داد که رابطه بین عملکرد سویا و جمعیت آفت منفی و معنی‌دار بود به این معنی که کاهش در جمعیت حشرات آفت به طور مستقیم باعث افزایش عملکرد دانه سویا شده است. برای مثال، در این پژوهش بیشترین جمعیت تریپس‌ها به تیمار خالص سویا تعلق داشت در حالی که تیمار ۲۵:۷۵ (سویا: ذرت) که دارای بیشترین عملکرد بود (جدول ۲) دارای جمعیتی کمتر از نصف این حشرات بود، برای مثال، استینر (Steiner, 1984) بیان کرد که تک‌کشتی سویا ممکن است باعث افزایش در جمعیت سن سبز پنبه نسبت به کشت مخلوط آن شود.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط سویا و ذرت در کاهش جمعیت حشرات گیاه‌خوار و افزایش جمعیت حشرات گوشت‌خوار و گرده‌افشان نقش به‌سزایی داشته و همچنین می‌تواند باعث افزایش در عملکرد دو گیاه نسبت به تک‌کشتی آن‌ها شود.

References

Altieri, M. A. 1991. How best can we use biodiversity in agroecosystems? **Outlook on Agriculture.** 20: 15-23.

Altieri, M. A., Ponti, L. and Nicholls, C. I. 2006. Managing pests through plant diversification. **Leisa Magazine** 22: 9-11.

Andow, D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology** 36: 561–586.

Bach, C. E. 1980. Effects of plant diversity and time of colonization on an herbivore plant interaction. **Oecologia** 44: 319-326.

Berndt, L. A. and Wratten, S. D. 2005. Effects of alyssum flowers on the longevity, fecundity, and sex ratio of the leafroller parasitoid *Dolichogenidea tasman*ica. **Biological Control** 32: 65–69.

Blade, S. F., Mather, D. E., Singh, B. B. and Smith D. L. L. 1992. Evaluation of Yield stability of cowpea under sole and intercropping management in Nigeria, **Euphytica** 61: 193-201.

Blaser, B. C., Signer, J. W. and Gibson, L. R. 2007. Winter cereal, seeding rate, and intercrop seeding rate effect on red clover yield and quality, **Agronomy Journal** 99: 723–729.

Corbett, A. and Plant, R. E. 1993. Role of movement in the response of natural enemies to agroecosystem diversification: a theorical evaluation. **Environmental Entomology** 22: 519-531.

Fernandez-Aparicio, M., Sillero, J. C. and Rubials, D. 2007. Intercropping with cereals reduces infections be *orobanche crenata* in legumes. **Crop protection** 26: 1166-1172.

Frere, I., Fabry, J. and Hance, T. 2007. Apparent competition or apparent mutualism? An analysis of the influence of rose bush strip management on aphid population in wheat field. **Journal of Applied Entomology** 131: 275–283.

Godhani, P. H. 2006. Impact of intercropping on the insect pests suppression in Hybrid cotton–10. Ph. D thesis submitted to Anand Agriculture University of Anand (India).

Hooks, C. R. R. and Johnson, M. W. 2003. Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. **Crop Protection** 22: 223–238.

Jamshidi, K., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Rahimian, H. and Pezhambiri, S. 2008. Evaluation of yield in mixed crops (*Zea mays* L.) and beans (*Vigna unguiculata* L.**). Journal of Research and Engineering in Agriculture and Horticulture** 80: 110-118.

Jones, G. A. and Gillett, J. L. 2005. Intercropping with sunflowers to attract beneficial insects in organic agriculture. **Florida Entomology** 88: 91-96.

Kamkar, B. and Mahdavi Damghani, A. S. 2008. Sustainable Agricultural Foundations. 1nd ed, Ferdowsi University Press, Mashhad, 307 p.

Khajehpour, M. R. 2007. Industrial plants. 3nd ed, Esfahan: University Jihad, Isfahan Industrial Complex, 571 p. (In Farsi)

Kremer, R. J. and Kussman, R. 2008. Intercropping with kura clover improves soil quality in a pecan agroforestry system, Soil and Water Conservation Society Annual Meeting, Tuscan, AZ, July 26-30.

Landise, D. A., Wratten, S. D. and Gurr, G. M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology** 45: 175–201.

Langellotto, G. A. and Denno, R. F. 2004. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis, **Oecologia** 139: 1–10.

Mazaheri, D. 1998. Intercropping, 2nd ed, Tehran University Press, Tehran, 244 p. (In Farsi)

Mundt, C. C. 2002. Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management. **Annual Review of Phytopathology** 40: 381-410.

Nicholls, C. I. and Altieri, M. A. 2004. Agroecological bases of ecological engineering for pest management. pp. 33-54, In Gurr, G. M., Wratten, S. D. and Altieri, M. A. (Eds.) Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods. Cornell University.

Nourmohammadi, Q., Siyadat, A. and Kashani, A. 2010. 9th ed Crop Growing. first volume. Ahvaz: Shahid Chamran University 446 pages. (In Farsi)

Patel, H. M. 2001. Habitat manipulation in Hybrid cotton-10 and evaluation of subsequent arthropod natural enemies on insect pests. Ph. D. thesis, Gujarat Agric. University, Sardar Krushinagar (India).

Poveda, K., Gomez, M. I. and Martinez, E. 2008. Diversification practices: their effect on pest regulation and production. **Revista Colombiana de Entomologia** 34: 131-144.

Rabb, R. L., Stinner, R. E. and Van den Bosch, R. 1976. Conservation and augmentation of natural enemies. pp. 233-254, In Huffaker, C. B. and Messenger, P. (Eds.). Theory and practice of biological control. Academic Press, New York.

Root, R. B. 1973. Organization of plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs** 43: 95-124.

Singer, J. V. 2008. Corn belt assessment of cover crop management and preferences, **Agronomy Journal** 100: 1670–1672.

Srinivasa Rao, M., Dharma Reddy, K., Singh, T. V. K. and Subba Reddy, G. 2002. Crop-crop diversity as a key component of IPM-a review. Central Reasearch Institue for Dryland Agriculture (CRIDA), Santhoshnagar, Hyderabad. **Indian Agriculture Review** 23 (4): 272-280.

Srinivasa Rao, M., Dharma Reddy, K. and Singh, T. V. K. 2004. Impact of intercropping on the incidence of *Maruca vitrata* Geyer and *Helicoverpa armigera* Hubner and their predators on Pigeonpea during rainy and post rainy seasons. **Shashpa** 11: 61-70.

Steiner, K. G. 1984. Intercropping in small holder agriculture, with particular reference to West Africa. GTZ publication, Eschborn, 304 p.

Stiling, P., Rossi, A. M. and Cattell, M. V. 2003. Associational resistance mediated by natural enemies. **Ecological Entomology** 28: 587–592.

Tylianakis, J. M., Didham, R. K. and Wratten, S. D. 2004. Improved witness of aphid parasitoids receiving resources subsidies**. Ecology** 85: 658–666.

Xu, H. L., Qin, F. F., Wang, F. H., Xu, Q. C., Shah, S. K. and Li, F. M. 2009. Integrated dryland weed control in nature farming systems. **Journal of Food Agriculture and Environment** 7(2): 744-749.

Yadav D. N. and Jha A. 2003. Encouraging *Trichogramma* spp. By providing alternate hosts and its impact on population of *E. vittella* in cotton. Pest Management Economy. **Zoology** 11: 193-197.

You, M. S., Liu, Y. F. and Hou, Y. M. 2004. Biodiversity and integrated pest management in agroecosystems, **Acta Ecologica Sinica** 24 (1): 117–122.

Plant Pest Research
2018- 8(2): 1-12

Abundance of insects in sole culture and intercropping system of soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*)

V. Rahimi[*1], J. Shakarami[1] and B. Shahnazari[1]
1- Department of Plant Protection, College of Agriculture, Lorestan University

(Received: April 21, 2018- Accepted: July 14, 2018)

Abstract

Increasing the production of products with greater diversity through mixed cultivation can be effective in improving ecosystem services and functions. One of the most important functions of the mixed crop system is the reduction in the population of pests and, consequently, the increase of crop yields. This research is aimed at effects of the intercropping system of soybean and corn on abundance of insect pests, pollinators and natural enemies, an experiment was conducted at the Agricultural Research field of Lorestan University, Iran. The experiment was carried out in the randomized complete block design on five treatments with four replications. The experimental treatments were sole soybean 100:0, sole corn 0:100 and 50:50, 75:25 and 25:75 soybean: corn combinations, respectively. Different sampling methods such as pit fall trap, sieve, yellow and blue sticky cards, striking, sweep netting and local counting were applied to collect insects. Sampling was taken five times at interval of 14 days. Total of 7,395 insects were collected during the sampling period belonging to 10 orders and 39 families. Results showed that the population of the collected insect including pests, pollinators and natural enemies were significantly influenced by the intercropping system. The maximum number of natural enemies and the minimum number of pests were also observed in the 50:50 soybean: corn treatment. The maximum number of pollinating insects was found in 75:25 soybean: corn treatment. However, the highest rate of pests and subsequently the lowest pollinating and natural enemy insects were found in the sole corn treatment. On the other hand, a negative relationship between natural enemies and pests as well as soybean yield and pest insects was obtained. The population of some pest families influenced by the system showed an increase in abundance of insects in intercropping system compared to that of the control treatment (i.e., sole cropping). Results showed that, some mixed treatments of soybean: corn proved to have more efficient biological control and more yielding than their sole cultures.

Key words: Intercropping, Pests, Pollinators, Natural enemies, Soybean, Corn

* Corresponding author: rahimi.vahab@yahoo.com