

ارزیابی نظام‌های کشت نواری ذرت و شبدر در کنترل زیستی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت
Ostrinia nubilalis (Hübner)

سید علی اصغر فتحی*

دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۷)

چکیده

کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، *Ostrinia nubilalis* (Hübner) آفت مهم ذرت در ایران است. در این تحقیق تأثیر تک‌کشتی ذرت و سه نظام کشت نواری شامل سه، شش و نه ردیف ذرت در تناوب با سه ردیف شبدر در تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی *O. nubilalis*، نسبت تراکم شکارگرها به شکار و درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده آفت در مزارع آزمایشی واقع در منطقه اردبیل در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ مطالعه شد. در این تحقیق، هشت گونه شکارگر، پنج گونه پارازیتوید لارو و یک گونه پارازیتوید تخم جمع‌آوری و شناسایی شدند که در بین آنها *Orius niger* (Wolff)، *Lydella thompsoni* Herting، *Bracon hebetor* Say و *Trichogramma brassicae* Bezdenko درصد فراوانی نسبی بالایی را در نظام‌های کشت مورد مطالعه داشتند. شاخص تنوع شانون (H) در هر سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود. مقدار شاخص شباهت تنوع گونه‌ای مورسیتا-هورن (C_{MH}) بین نظام تک‌کشتی ذرت با هر یک از تیمارهای کشت نواری ($C_{MH} \leq 0.893$) کمتر از مقدار این شاخص بین سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر ($C_{MH} \geq 0.977$) بود. در هر دو سال، نسبت تراکم شکارگرها به شکار و درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده *O. nubilalis* در هر سه تیمار کشت ردیفی ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود. اجرای نظام‌های کشت مذکور در مزارع ذرت گام مهمی در مدیریت *O. nubilalis* می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پارازیتسم، شکارگری، غنای گونه‌ها، فراوانی گونه‌ها، کشت نواری.

Evaluation of strip-intercropping systems of corn and clover in biocontrol of the European corn worm, *Ostrinia nubilalis* (Hübner)

Seyed Ali Asghar Fathi*

Associate Professor in Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(Received: Apr. 9, 2016 - Accepted: Sep. 28, 2016)

ABSTRACT

The European corn worm, *Ostrinia nubilalis* (Hübner) is an important pest of corn in Iran. In this research, the influence of corn monoculture and also, three strip-intercropping systems including three, six and nine rows of corn with three rows of clover were evaluated on the natural enemies diversity of *O. nubilalis*, the proportion of predators/prey density and finally, the percentage of parasitized eggs and larvae in experimental fields in Ardabil region in 2014 and 2015. In this study, eight predator species, five larval parasitoid species and one egg parasitoid species were collected and identified which amongst them, *Orius niger* (Wolff), *Lydella thompsoni* Herting, *Bracon hebetor* Say and *Trichogramma brassicae* Bezdenko had the high relative abundance in the tested cropping systems. The Shannon diversity index (H) in each of the three intercrops was significantly greater than in corn monoculture. The values of Morisita-Horn index (C_{MH}) between corn monoculture and each of the three intercrops ($C_{MH} \leq 0.893$) were lower in comparison with the values of this index among the three intercrops ($C_{MH} \geq 0.977$). In two years, the proportion of predators/prey, and the percentage of parasitized eggs and larvae of *O. nubilalis* in each of the three intercrops were significantly higher than in corn monoculture. Implementation of these cultivation systems in the corn fields is an important step in the management of *O. nubilalis*.

Keywords: Parasitism, predators, species abundance, species richness, strip-intercropping.

مقدمه

ذرت، *Zea mays* L. گیاهی یکساله از تیره غلات (Poaceae) است که به دلیل سازگاری گسترده در اقلیم‌های مختلف از نظر سطح زیر کشت در جهان بعد از گندم و برنج در مکان سوم قرار دارد (FAO 2014). کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Crambidae) (Hübner)، یکی از آفات مهم ذرت می‌باشد. لاروهای سن اول پس از خروج از تخم از غلاف برگ انتهایی و گل آذین نر تغذیه می‌کنند و در مراحل بعدی ساقه و بلال را سوراخ کرده و از ساقه و بلال تغذیه می‌کنند. لاروها با تغذیه از ساقه و ایجاد دالان‌های لاروی درون ساقه سبب شکسته شدن ساقه‌ها در اثر وزش باد می‌شوند (Hudson and LeRoux 1986, Leahy and Andow 1994, Fadamiro and Baker 1998, Capinera 2001). هرچند استفاده از حشره‌کش‌ها روشی رایج برای کنترل کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت است، ولی در اغلب موارد رفتار پنهان شدن لاروهای این حشره درون ساقه یا بلال باعث عدم کارایی لازم کنترل شیمیایی در مدیریت این آفت می‌شود (Nault and Kennedy 1996). همچنین، به دلیل کاربرد بی‌رویه انواع متعدد حشره‌کش‌ها، امکان بروز مقاومت به حشره‌کش‌ها به دلیل باروری بالا و طول دوره نسلی کوتاه آفت وجود دارد (Nault and Kennedy 1996). بنابراین، لازم است از روش‌های سالم و سازگار با محیط زیست نظیر حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی در کنترل این آفت استفاده شود. چراکه، دشمنان طبیعی نقش قابل توجهی در کنترل جمعیت کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت دارند. افزایش تنوع پوشش گیاهی می‌تواند باعث افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی و کاهش جمعیت آفات روی محصول مورد نظر شود (Andow 1991, Price 1997, Disney 1999, Magurran 2004, Altieri et al. 2009, Garratt et al. 2011). تعدادی از گیاهان علوفه‌ای با فراهم کردن شهد، گرده، و شکارهای جایگزین (به دلیل تحمل بالا نسبت به خسارت آفات) باعث جلب و حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی می‌شوند (Altieri et al. 2009, Soleyman-Nezhadiyan 2009). بنابراین، انتخاب گیاه مناسب برای افزایش تنوع گیاهی در سیستم‌های کشت

می‌تواند در کنترل زیستی آفات موثر باشد (Patt et al. 1997, Altieri et al. 2009, Garratt et al. 2011, Bickerton and Hamilton 2012). برای مثال، بیکرتون و همیلتون گزارش کردند که کشت گیاهان گلدار *Anethum graveolens* L.، *Coriandrum sativum* L. و *Fagopyrum esculentum* Moench در حاشیه مزرعه ذرت باعث افزایش کارایی سن شکارگر *Orius insidiosus* Say کفشدوزک *Coleomegilla maculata* DeGeer و بالتوری *Chrysoperla* sp. در تغذیه از تخم‌ها و لاروهای سن اول کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت شد (Bickerton and Hamilton 2012). پت و همکاران گزارش کردند که درصد بقا و فراوانی سوسک کلرادو، *Leptinotarsa decemlineata* Say در کشت مخلوط بادمجان با گیاهان شوید، *Anethum graveolens* L. یا گشنیز، *Coriandrum sativum* L.، به دلیل افزایش فراوانی شکارگرها کاهش یافت (Patt et al. 1997). سلیمان‌نژاد بیان گزارش کرد که در مزارع نیشکر جنوب اهواز با کشت یونجه در حاشیه مزارع نیشکر شاخص تنوع دشمنان طبیعی ساقه‌خوارهای نیشکر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و درصد ساقه‌های آلوده به ساقه‌خوارها نیز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Soleyman-Nezhadiyan 2009).

در تحقیق حاضر فرض بر آن است که کشت نواری ذرت و شبدر بر تنوع و کارایی دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت تأثیر دارد. لذا تحقیق حاضر با اهداف (الف) شناسایی دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت و تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از آن‌ها، (ب) ارزیابی تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی، (ج) تعیین نسبت تراکم شکارگرها به شکار، و (د) تعیین درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده این آفت در نظام‌های کشت نواری ذرت و شبدر تحت شرایط مزرعه‌ای انجام شد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌تواند در انتخاب سیستم کشت مناسب ذرت با هدف افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی، افزایش نسبت تراکم شکارگرها به شکار، و افزایش درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت در مزارع ذرت مفید باشد.

مواد و روش‌ها

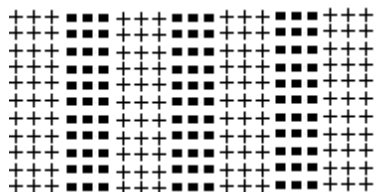
مکان آزمایش

پژوهش حاضر در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در اردبیل (ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۲ متر؛ عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، و میزان بارندگی متوسط سالیانه ۳۰۳/۹ میلی‌متر) انجام شد.

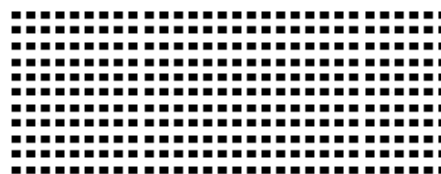
سیستم‌های کشت

سیستم‌های کشت مورد مطالعه در تحقیق حاضر شامل تک‌کشتی ذرت و سه نوع نظام کاشت نواری ذرت و شبدر شامل: (۱) کشت سه ردیف ذرت در تناوب با سه ردیف شبدر، (۲) کشت شش ردیف ذرت در تناوب با سه ردیف شبدر و (۳) کشت نه ردیف ذرت در تناوب با سه ردیف شبدر بودند (شکل ۱). بذرهای ذرت (هیبرید NS704) و بذر شبدر ایرانی، *Trifolium resupinatum*

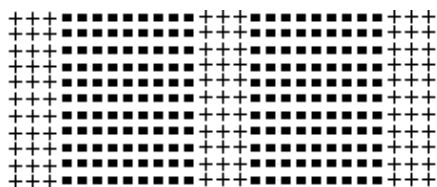
L. (رقم اقلید فارس) از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. در هر دو سال، ذرت و شبدر بر اساس تیمارهای آزمایشی در چهار مزرعه تحقیقاتی (یک مزرعه برای هر سیستم کشت) هر کدام به مساحت تقریبی ۲۵۰ متر مربع (۲۵ × ۱۰ متر) و به روش جوی و پشته (با فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متری) کشت شدند. بذور ذرت روی هر یک از پشته‌ها در یک ردیف و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند (Cox 1997)، ولی بذرهای شبدر روی هر یک از پشته‌ها در سه ردیف و با فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند (Barnes et al. 2007). در هر تیمار، کاشت ذرت و شبدر به‌طور همزمان در اوایل اردیبهشت‌ماه انجام شد. عملیات داشت شامل وجین علف‌های هرز همزمان با مرحله ساقه‌دهی ذرت و مطابق با عرف رایج در منطقه به‌صورت دستی انجام شد. آبیاری مزارع به فواصل منظم ده روز یکبار انجام شد.



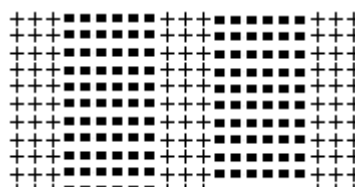
Strip-intercropping of three rows of corn with three rows of clover



Corn monoculture



Strip-intercropping of nine rows of corn with three rows of clover



Strip-intercropping of six rows of corn with three rows of clover

شکل ۱. نقشه شماتیک از تک‌کشتی ذرت و سه نوع نظام کشت نواری ذرت و شبدر.

(+ نشان دهنده بوته‌های شبدر و ■ نشان‌دهنده بوته‌های ذرت می‌باشند)

Figure 1. Schematic map of corn monoculture and three strip-intercropping of corn with clover.

(+ indicated clover plants, and ■ indicated corn plants)

نمونه‌برداری یک بوته ذرت انتخاب شد. در هر مرحله از ارزیابی، ده بوته در هر نظام کشت بررسی شدند. در بررسی نمونه‌ها، ابتدا شکارگرهای مشاهده‌شده روی هر بوته با استفاده از ذره‌بین دستی ۲۰ × شمارش شدند. نمونه‌های دارای پوره‌های شکارگر در قفس‌های لیوانی با درپوش توری تا زمان تکمیل نشوونما و تبدیل آنها به حشرات کامل شکارگر تحت شرایط دمایی اطاق نگهداری

دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، درصد فراوانی نسبی و شاخص تنوع گونه‌ای آنها نمونه‌برداری‌ها از مرحله تولید برگ انتهایی (اواخر به ساقه رفتن) و شروع آلودگی گیاهان ذرت به کرم ساقه‌خوار ذرت آغاز شد و به فواصل هر ده روز یکبار تا مرحله رسیدگی و برداشت ذرت (به تعداد ده تاریخ نمونه‌برداری) ادامه یافت. در این تحقیق واحد

$$E = H/\ln S$$

در این رابطه E شاخص یکنواختی شانون، H شاخص تنوع شانون و S تعداد گونه در نمونه می‌باشد.

شاخص شباهت مورسیتا-هورن برای محاسبه مقدار شباهت ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت بین چهار نوع نظام کشت استفاده گردید. شاخص شباهت مورسیتا-هورن بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Magurran 2004):

$$C_{MH} = 2 \sum (a_i b_i) / (d_a + d_b) * (N_a * N_b)$$

در این رابطه N_a تعداد کل افراد در گیاه A ، N_b تعداد کل افراد در گیاه B ، a_i تعداد افراد گونه i ام در گیاه A ، b_i تعداد افراد گونه i ام در گیاه B ، $d_a = \sum a_i^2 / N_a^2$ و $d_b = \sum b_i^2 / N_b^2$ می‌باشند. شاخص شباهت مورسیتا-هورن بین صفر تا یک متغیر است.

تراکم تخم‌ها و لاروهای کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت و درصد گیاهان آلوده

در این آزمایش‌ها، از هر نظام کشت در هر تاریخ نمونه-برداری تعداد ده بوته ذرت از مرحله تولید برگ انتهایی و شروع آلودگی گیاهان ذرت به کرم ساقه‌خوار ذرت تا مرحله رسیدگی و برداشت ذرت (ده تاریخ نمونه‌برداری به فواصل هر ده روز یکبار) به‌طور تصادفی انتخاب شدند. در هر نمونه، ابتدا تعداد تخم‌های آفت شمارش شدند و سپس کل بوته ذرت از محل طوقه جدا شد و ساقه و بلال‌ها با استفاده از تیغ تیز برش داده شده و تعداد لاروهای موجود در داخل ساقه و بلال‌ها به ازای یک گیاه شمارش و یادداشت شدند. از داده‌های حاصل در تعیین تراکم تخم‌ها و لاروهای کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت به ازای یک گیاه و درصد گیاهان آلوده به آفت در هر یک از چهار نوع نظام کشت استفاده گردید. لازم به ذکر است که بوته‌هایی که در دفعات مختلف نمونه‌برداری، بریده شدند به عنوان بوته حذف شده از آزمایش تلقی شدند. از آنجایی‌که تعداد گیاهان در هر مزرعه آزمایشی خیلی زیاد بود (بالغ بر ۱۵۰۰ گیاه در هر مزرعه)، لذا حذف تعدادی از این گیاهان در طی هفت تاریخ نمونه‌برداری تأثیر چندانی در تراکم آفت و دشمنان طبیعی آن نخواهد داشت.

شدند. لازم به ذکر است که روزانه برگ‌های آلوده به تخم‌ها و لاروهای تازه تفریخ شده کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت برای تغذیه پوره‌های شکارگرها فراهم شد. حشرات کامل گونه‌های شکارگر با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی شدند (Bei-Bienko et al. 1967, Gordon). تعداد هر گونه شکارگر در هر نمونه یادداشت گردید. همچنین، برای جمع‌آوری پارازیتوئیدهای تخم و لارو کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در هر یک از چهار نظام کشت مورد مطالعه، دسته‌های تخم روی برگ و لاروها داخل تکه‌های برش داده‌شده از ساقه یا بلال آلوده ذرت به‌طور جداگانه داخل قفس‌های لیوانی با درپوش توری (به منظور تهویه) به آزمایشگاه منتقل شدند و در اتاقک رشد در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا زمان ظهور حشرات کامل پارازیتوئیدها نگهداری شدند. گونه‌های پارازیتوئیدها بر اساس منابع معتبر و همکاری دکتر Ahmet Beyarslan از کشور ترکیه شناسایی شدند (Baker et al. 1949, Tobias 1995). تعداد هر گونه زنبور پارازیتوئید ظاهر شده از هر نمونه یادداشت گردید. از داده‌های تعداد و فراوانی هر یک از گونه‌های دشمنان طبیعی در تعیین درصد فراوانی نسبی آن‌ها، شاخص تنوع شانون (H)، شاخص یکنواختی شانون (E) و نیز شاخص شباهت تنوع گونه‌ای مورسیتا-هورن (C_{MH}) استفاده شد. از شاخص تنوع شانون برای محاسبه تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در هر یک از چهار نظام کشت استفاده شد. این شاخص بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Shannon and Weaver 1949, Magurran 2004):

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

در این رابطه H شاخص تنوع شانون و p_i نسبت افرادی است که در گونه i ام (n_i/N) وجود دارند. از شاخص یکنواختی شانون برای محاسبه یکنواختی گونه‌های دشمنان طبیعی در هر یک از چهار نظام کشت استفاده شد. شاخص یکنواختی شانون تابعی از شاخص تنوع شانون و تعداد گونه می‌باشد. این شاخص بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Shannon and Weaver 1949, Magurran 2004):

یکنواخت کردن واریانس داده‌ها استفاده گردید. داده‌های تعداد تخم‌ها، لاروها، درصد گیاهان آلوده به آفت، نسبت تراکم شکارگرها به شکار و درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌طور جداگانه (به دلیل معنی‌دار نبودن اثر سال) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (با چهار تیمار و ده تکرار مربوط به ده تاریخ نمونه‌برداری) آنالیز شدند. اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند (SAS 2005).

نتایج

دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، درصد فراوانی نسبی و شاخص تنوع گونه‌ای آن‌ها گونه‌های دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت و درصد فراوانی نسبی آنها در هر یک از چهار نظام کشت در دشت اردبیل در جدول ۱ ارایه شده است. در این تحقیق، در تک‌کشتی ذرت شش گونه شکارگر تخم و لارو، دو گونه پارازیتوئید لارو و یک گونه پارازیتوئید تخم و در نظام‌های کشت نواری ذرت و شبدر هشت گونه شکارگر تخم و لارو، پنج گونه پارازیتوئید لارو و یک گونه پارازیتوئید تخم جمع‌آوری و شناسایی شدند که در جدول ۱ اسامی علمی به همراه درصد فراوانی نسبی آن‌ها ارایه شده است. در بین گونه‌های شکارگر درصد فراوانی نسبی *Orius niger* (Wolff) در هر یک از چهار نظام کشت طی سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در مقایسه با بقیه گونه‌های شکارگر بیشتر بود و گونه‌های *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephans)، *Nabis punctatus* و *Coccinella septempunctata* L. (به عنوان شکارگرهای تخم‌ها و سنین اولیه لاروی) از لحاظ درصد فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. گونه‌های شکارگر *Nabis pseudoferus* Remane، *Podisus maculiventris* (Say) و *Propylea quatuordecimpunctata* (L.) (به عنوان شکارگرهای تخم‌ها و سنین اولیه لاروی) درصد فراوانی نسبی بسیار ناچیزی داشتند (جدول ۱). در بین گونه‌های پارازیتوئید لارو، مگس *Lydella thompsoni* Herting و زنبور *Bracon hebetor* Say درصد فراوانی نسبی بالایی را در

نسبت تراکم شکارگرها به شکار

در تحقیق حاضر، در هر نظام کشت با مشخص شدن فراوانی شکارگرها در آزمایش اول و تراکم تخم‌ها و لاروهای آفت در آزمایش دوم نسبت تراکم شکارگرها به شکار (مجموع تراکم تخم‌ها و لاروها) در هر یک از تاریخ‌های نمونه‌برداری محاسبه گردید.

درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت

در این آزمایش‌ها، دسته‌های تخم روی برگ و لاروها داخل تکه‌های برش داده شده از ساقه یا بلال آلوده ذرت به‌طور جداگانه (با ذکر نام نظام کشت و تاریخ نمونه‌برداری) داخل قفس‌های لیوانی با درپوش توری (به منظور تهویه) به آزمایشگاه منتقل شدند و در اتاقک رشد در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تا زمان ظهور حشرات کامل پارازیتوئیدها نگهداری شدند. در طول این آزمایش‌ها، درصد تخم‌های پارازیت‌شده (که به رنگ تیره تغییر رنگ یافته بودند و دارای سوراخ خروجی پارازیتوئید بودند) و نیز درصد لاروهای پارازیت‌شده (لاروهای که با ظهور پارازیتوئیدها مرده بودند) در تیمارهای مورد مطالعه در هر یک از تاریخ‌های نمونه‌برداری تعیین شدند.

تجزیه آماری داده‌ها

شاخص تنوع و یکنواختی شانون و نیز شاخص شباهت موریسیتا-هورن برای گونه‌های دشمنان طبیعی در هر یک از چهار نظام کشت با استفاده از نرم‌افزار Excel محاسبه شدند. شاخص تنوع و یکنواختی شانون در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ به‌طور جداگانه در قالب طرح آزمایشی یک‌طرفه آنالیز شدند و از آزمون توکی برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده گردید (SAS 2005). علاوه بر آن، قبل از تجزیه آماری داده‌های تراکم تخم‌ها و لاروهای آفت، نسبت تراکم شکارگرها به شکار و درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد و از تبدیل داده $\log(X)$ برای داده‌های تراکم تخم‌ها و لاروها و از تبدیل داده $\arcsin(x)$ برای داده‌های درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده به منظور

رتبه‌های بعدی قرار داشتند (جدول ۱). همچنین، در این تحقیق زنبور پارازیتوید تخم *Trichogramma brassicae* Bezdenko نیز درصد فراوانی نسبی بالایی را در هر یک از چهار نظام کشت داشت (جدول ۱).

هر یک از چهار نظام کشت داشتند و سایر پارازیتویدهای لارو شامل *Exorista larvarum* (L.)، *Simpiesis* و *Diadegma majale* (Gravenhorst) و *viridula* (Thomson) از لحاظ درصد فراوانی نسبی در

جدول ۱. گونه‌های دشمنان طبیعی *Ostrinia nubilalis* و درصد فراوانی نسبی آن‌ها در چهار نوع نظام کشت ذرت و شبدر در منطقه اردبیل
Table 1. Natural enemies of *Ostrinia nubilalis* and the percentage of their relative abundance in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region

Natural enemies	Corn monoculture		Strip-intercropping						
			Three rows of corn with three rows of clover		Six rows of corn with three rows of clover		Nine rows of corn with three rows of clover		
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	
The predators of eggs and larvae	<i>Orius niger</i> (Wolff) (Hem.: Anthocoridae)	14.8	17.6	15.4	15.6	15.9	16.2	15.8	18.4
	<i>Nabis punctatus</i> A. Costa (Hem.: Nabidae)	3.1	3.5	4.6	4.8	4.4	4.7	4.0	5.1
	<i>Nabis pseudoferus</i> Remane (Hem.: Nabidae)	2.0	2.5	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	2.9
	<i>Podisus maculiventris</i> (Say) (Hem.: Pentatomidae)	0.0	0.0	2.4	2.3	1.6	1.5	0.7	1.6
	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephans) (Neur.: Chrysopidae)	8.2	7.5	6.5	6.9	6.3	6.5	6.8	8.9
	<i>Hippodamia convergens</i> Guérin-Méneville (Col.: Coccinellidae)	10.7	11.6	7.8	8.4	7.2	8.2	6.1	6.0
	<i>Coccinella septempunctata</i> L. (Col.: Coccinellidae)	6.6	5.5	4.9	5.4	4.7	5.0	4.3	3.7
	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (L.) (Col.: Coccinellidae)	0.0	0.0	2.4	2.8	2.2	2.6	1.8	1.8
Larval parasitoids	<i>Lydella thompsoni</i> Herting (Dip.: Tachinidae)	7.7	6.5	11.6	12.2	11.6	12.1	11.2	10.6
	<i>Exorista larvarum</i> (L.) (Dip.: Tachinidae)	0.0	0.0	3.0	3.6	3.4	3.5	4.0	5.5
	<i>Bracon hebetor</i> Say (Hym.: Braconidae)	9.7	10.6	7.8	7.9	7.8	7.6	7.9	6.5
	<i>Diadegma majale</i> (Gravenhorst) (Hym.: Ichneumonidae)	0.0	0.0	3.2	3.3	3.4	3.2	4.0	3.9
	<i>Simpiesis viridula</i> (Thomson) (Hym.: Eulophidae)	0.0	0.0	2.4	2.3	1.9	1.8	2.2	1.7
Egg parasitoid	<i>Trichogramma brassicae</i> Bezdenko (Hym.: Trichogrammatidae)	37.2	34.7	24.8	21.4	26.5	23.9	28.0	23.4

چهار نظام کشت به ترتیب در سال ۱۳۹۳ ($P=0/421$)، $F=0/97$ ، $df=3$ ، $F=0/27$ ، $P=0/232$) و ۱۳۹۴ ($P=0/421$)، $F=1/52$ ، $df=3$ ، $F=0/27$ ، $P=0/232$) معنی‌دار نبود (جدول ۲).

شاخص شباهت تنوع گونه‌ای مورسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت بین چهار نظام کشت در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که در هر دو سال، مقدار شاخص شباهت تنوع گونه‌ای مورسیتا-هورن بین نظام تک‌کشتی ذرت با هر یک از تیمارهای کشت نواری ($C_{MH} \leq 0/893$ در سال ۱۳۹۳ و $C_{MH} \leq 0/870$ در سال ۱۳۹۴) پایین‌تر از مقدار این شاخص بین سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر ($C_{MH} \geq 0/980$ در سال ۱۳۹۳ و $C_{MH} \geq 0/977$ در سال ۱۳۹۴) بود (جدول ۳).

مقدار شاخص تنوع و یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در هر یک از چهار نظام کشت در دو سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در جدول ۲ ارائه شده است. اختلاف در شاخص تنوع شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی بین چهار نظام کشت به ترتیب برای سال ۱۳۹۳ ($P=0/012$)، $F=4/37$ ، $df=3$ ، $F=4/37$ ، $P=0/008$) و ۱۳۹۴ ($P=0/008$)، $F=4/86$ ، $df=3$ ، $F=4/37$ ، $P=0/008$) معنی‌دار بود. به این صورت که در هر دو سال، مقدار شاخص تنوع شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی در هر سه تیمار کشت نواری ذرت در تناوب با شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود (جدول ۲). در مقابل، اختلاف در مقادیر شاخص یکنواختی شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی بین

جدول ۲. میانگین ($\pm SE$) مقادیر شاخص تنوع شانون (H) و شاخص یکنواختی شانون (E) برای گونه‌های دشمنان طبیعی

Ostrinia nubilalis در چهار نوع نظام کشت ذرت و شبدر در منطقه اردبیل

Table 2. Mean ($\pm SE$) values of Shannon diversity index (H) and Shannon evenness index (E) for natural enemies of *Ostrinia nubilalis* in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region

Cropping systems	Shannon diversity index (H)		Shannon evenness index (E)		
	2014	2015	2014	2015	
Corn monoculture	1.88 \pm 0.12 b	1.90 \pm 0.17 b	0.86 \pm 0.07 a	0.87 \pm 0.09 a	
Strip-intercropping	Three rows of corn with three rows of clover	2.35 \pm 0.14 a	2.39 \pm 0.12 a	0.89 \pm 0.05 a	0.90 \pm 0.04 a
	Six rows of corn with three rows of clover	2.30 \pm 0.17 a	2.33 \pm 0.14 a	0.87 \pm 0.08 a	0.88 \pm 0.06 a
	Nine rows of corn with three rows of clover	2.27 \pm 0.15 a	2.26 \pm 0.11 a	0.86 \pm 0.06 a	0.86 \pm 0.05 a

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

Means followed by the different letter in a column are significantly different ($P \leq 0.05$; Tukey's HSD test).

جدول ۳. مقادیر شاخص شباهت مورسیتا-هورن (C_{MH}) بین ترکیب گونه‌های دشمنان طبیعی *Ostrinia nubilalis* در چهار نوع نظام کشت ذرت و شبدر در منطقه اردبیل

Table 3. Values of Morisita-Horn index (C_{MH}) for species composition of natural enemies of *Ostrinia nubilalis* in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region

Years	Cropping systems	Corn monoculture	Strip-intercropping		
			Three rows of corn with three rows of clover	Six rows of corn with three rows of clover	Nine rows of corn with three rows of clover
2014	Corn monoculture	-	-	-	-
	Strip-intercropping	Three rows of corn with three rows of clover	0.879	-	-
		Six rows of corn with three rows of clover	0.883	0.996	-
		Nine rows of corn with three rows of clover	0.893	0.980	0.992
2015	Corn monoculture	-	-	-	-
	Strip-intercropping	Three rows of corn with three rows of clover	0.775	-	-
		Six rows of corn with three rows of clover	0.750	0.997	-
		Nine rows of corn with three rows of clover	0.870	0.977	0.982

نسبت تراکم شکارگرها به شکار

نسبت تراکم شکارگرها به شکار (مجموع تراکم تخم‌ها و لاروهای کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت) در چهار نظام کشت در دو سال در شکل ۳ ارائه شده است. در هر دو سال، نسبت تراکم شکارگرها به شکار در هر سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود، در صورتی‌که این نسبت بین سه تیمار کشت مخلوط ذرت و شبدر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P=0/007$)، $F=4/97$ ، $df=3$ ، 27 ، در سال ۱۳۹۳ و $P=0/003$ ، $F=6/14$ ، $df=3$ ، 27 ، در سال ۱۳۹۴؛ (شکل ۳).

درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت

درصد تخم‌های پارازیت‌شده کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در چهار نظام کشت در دو سال در شکل ۴ ارائه شده است. در هر دو سال، درصد تخم‌های پارازیت‌شده در هر سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود، در صورتی‌که درصد تخم‌های پارازیت‌شده بین سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P=0/001$)، $F=6/83$ ، $df=3$ ، 27 ، در سال ۱۳۹۳ و $P<0/001$ ، $F=7/62$ ، $df=3$ ، 27 ، در سال ۱۳۹۴؛ (شکل ۴).

درصد لاروهای پارازیت‌شده کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در چهار نظام کشت در دو سال در شکل ۵ ارائه شده است. در هر دو سال، درصد لاروهای پارازیت‌شده در تک‌کشتی ذرت به‌طور معنی‌داری کمتر از هر سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر بود، در مقابل درصد

تراکم تخم‌ها و لاروهای کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت و درصد گیاهان آلوده

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در هر دو سال مورد مطالعه، اختلاف در تراکم تخم‌های کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت به ازای یک گیاه بین چهار نظام کشت معنی‌دار بود ($P<0/001$)، $F=25/49$ ، $df=3$ ، 27 ، در سال ۱۳۹۳ و $P<0/001$ ، $F=32/84$ ، $df=3$ ، 27 ، در سال ۱۳۹۴). به این صورت‌که در هر دو سال، تراکم تخم‌ها به ازای یک گیاه در هر سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری کمتر از تک‌کشتی ذرت بود، ولی اختلاف در تراکم تخم‌ها به ازای یک گیاه بین سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر معنی‌دار نبود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه آماری نشان داد که تراکم لاروها به ازای یک گیاه نیز بین چهار نظام کشت اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/001$)، $F=39/06$ ، $df=3$ ، 27 ، برای سال ۱۳۹۳ و $P<0/001$ ، $F=27/15$ ، $df=3$ ، 27 ، به ترتیب برای سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴). در هر دو سال، تراکم لاروها به ازای یک گیاه در هر سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود، در مقابل تراکم لاروها بین سه تیمار کشت نواری ذرت و شبدر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴).

در هر دو سال مورد مطالعه، درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در نظام تک‌کشتی ذرت به‌طور معنی‌داری بیشتر از هر سه تیمار کشت ردیفی ذرت و شبدر بود ($P<0/001$)، $F=14/81$ ، $df=3$ ، 27 ، برای سال ۱۳۹۳ و $P<0/001$ ، $F=21/05$ ، $df=3$ ، 27 ، برای سال ۱۳۹۴؛ (شکل ۲).

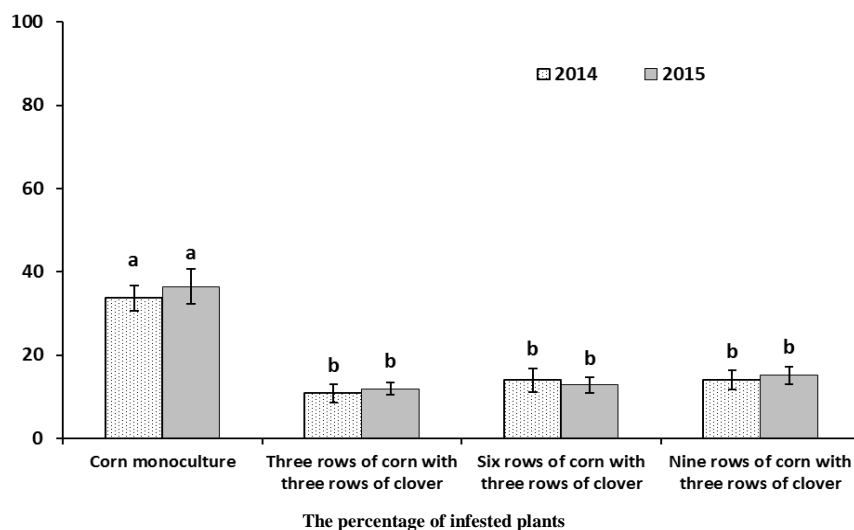
لاروهای پارازیت‌شده بین سه تیمار کشت نواری ذرت و شیدر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P=0/003$ ، $F=6/13$ ، $df=3, 27$ ، در سال ۱۳۹۳ و $P=0/001$ ، $F=7/24$ ، $df=3, 27$ در سال ۱۳۹۴: شکل ۵).

جدول ۴. میانگین (\pm SE) تعداد تخم‌ها و لاروهای *Ostrinia nubilalis* در چهار نوع نظام کشت ذرت و شیدر در منطقه اردبیل
Table 4. Mean (\pm SE) number of *Ostrinia nubilalis* eggs and larvae in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region

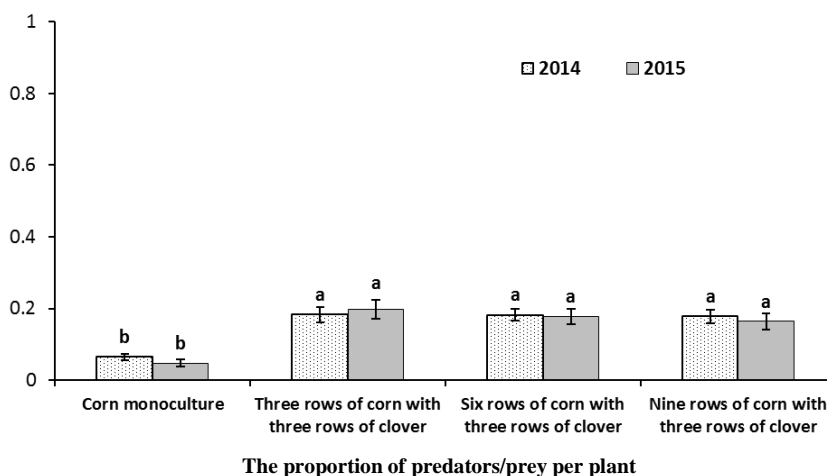
Cropping systems	Number of eggs per plant		Number of larvae per plant	
	2014	2015	2014	2015
Corn monoculture	7.5 \pm 1.0 a	8.5 \pm 1.1 a	3.8 \pm 0.4 a	4.3 \pm 0.3 a
Strip-intercropping	Three rows of corn with three rows of clover	3.8 \pm 0.3 b	4.1 \pm 0.5 b	0.7 \pm 0.2 b
	Six rows of corn with three rows of clover	3.9 \pm 0.5 b	4.4 \pm 0.4 b	0.8 \pm 0.2 b
	Nine rows of corn with three rows of clover	4.4 \pm 0.7 b	5.1 \pm 0.3 b	0.8 \pm 0.1 b

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

Means followed by the different letter in a column are significantly different ($P \leq 0.05$; Tukey's HSD test).

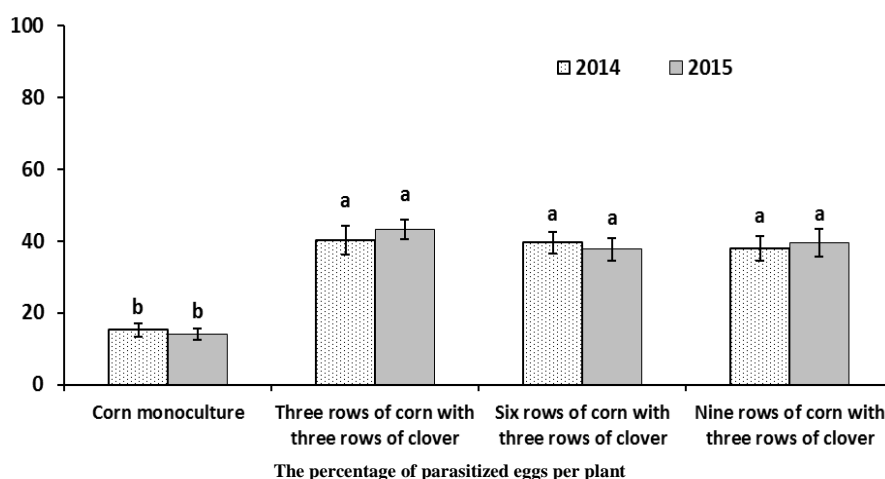


شکل ۲. درصد (\pm SE) گیاهان آلوده به *Ostrinia nubilalis* در چهار نوع نظام کشت ذرت و شیدر در منطقه اردبیل
Figure 2. The percentage of infested plants by *Ostrinia nubilalis* in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region



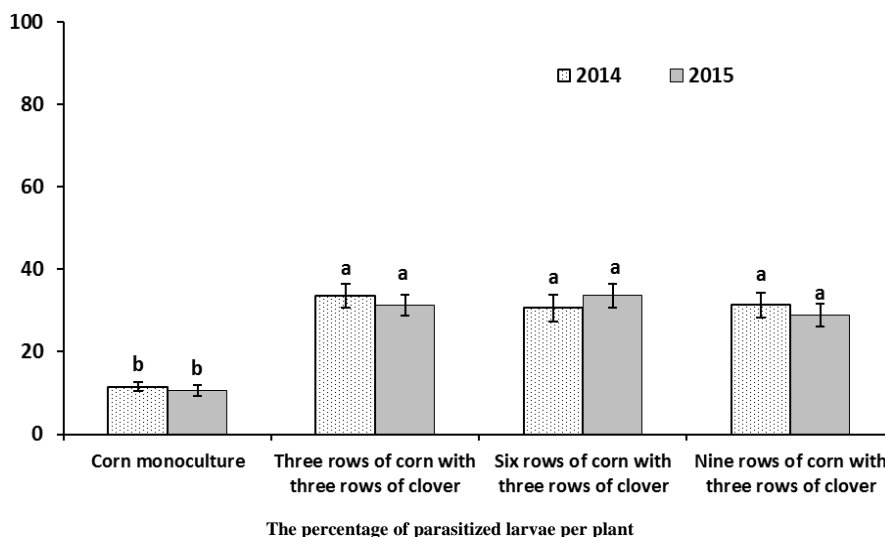
شکل ۳. نسبت تراکم شکارگرها به شکار (مجموع تراکم تخم و لاروهای *Ostrinia nubilalis*) در چهار نوع نظام کشت ذرت و شیدر در منطقه اردبیل

Figure 3. The proportion of the density of predators/prey (sum of *Ostrinia nubilalis* eggs and larvae density) in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region



شکل ۴. درصد تخم‌های پارازیت‌شده *Ostrinia nubilalis* در چهار نوع نظام کشت ذرت و شبدر در منطقه اردبیل

Figure 4. The percentage of parasitized eggs of *Ostrinia nubilalis* in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region



شکل ۵. درصد لاروهای پارازیت‌شده *Ostrinia nubilalis* در چهار نوع نظام کشت ذرت و شبدر در منطقه اردبیل

Figure 5. The percentage of parasitized larvae of *Ostrinia nubilalis* in the four cropping systems of corn and clover in Ardabil region

and LeRoux 1986, Capinera 2001, Bickerton and Hamilton 2012). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در بین گونه‌های پارازیتوئید لارو، مگس *L. thompsoni* و زنبور *B. hebetor* بیشترین درصد فراوانی نسبی را در هر یک از نظام‌های کشت مورد مطالعه داشتند و سایر پارازیتوئیدهای لارو شامل مگس *E. larvarum* و زنبورهای *D. majale* و *S. viridula* از لحاظ درصد فراوانی نسبی در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. محققین قبلی نیز در مطالعات خود مگس‌های *L. thompsoni* و *E. larvarum* و زنبورهای *B. hebetor*، *Eriborus*، *Diadegma*، *S. viridula*، *terebrans* Gravenhorst

بحث

در این تحقیق، در بین شکارگرهای کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت گونه‌های *O. niger*، *H. convergens*، *C. carnea*، *C. septempunctata* و *N. punctatus* از لحاظ درصد فراوانی نسبی به ترتیب در رتبه‌های بالا به پایین قرار داشتند. بررسی تحقیقات قبلی نشان داد که سن‌های شکارگر *Orius* و *Nabis*، بالتوری‌های *Chrysoperla*، گونه‌های مختلف کفشدوزک‌های شکارگر به عنوان شکارگرهای مهم تخم‌ها و لاروهای سنین پایین کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت توسط محققین مختلف گزارش شده‌اند (Baker et al. 1949, Hudon)

کمتر از تک‌کشتی ذرت بودند و در مقابل نسبت تراکم شکارگرها به شکار، درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت شده در هر سه تیمار کشت نوازی ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بودند. بنابراین، می‌توان احتمال داد که کاهش تراکم تخم‌ها، لاروها و درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در تیمار-های کشت نوازی ذرت و شبدر می‌تواند با افزایش نسبت تراکم شکارگرها به شکار، و افزایش درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده در این تیمارها در ارتباط باشد. این نتایج نشان داد که گونه‌های شکارگر و پارازیتوئید جلب-شوندگی و کارایی بالایی در کنترل تخم‌ها و لاروهای کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در تیمارهای کشت نوازی ذرت و شبدر در مقایسه با تک‌کشتی ذرت دارند. از سوی دیگر، تراکم تخم‌ها، لاروها و درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، نسبت تراکم شکارگرها به شکار، درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده بین سه نوع تیمار کشت نوازی ذرت و شبدر (سه، شش و نه ردیف ذرت در تناوب با سه ردیف شبدر) اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. این نتیجه نشان می‌دهد که افزایش تعداد ردیف‌های ذرت (تا نه ردیف ذرت) در تناوب با سه ردیف شبدر در جلب شوندگی و کارایی شکارگرها و پارازیتوئیدها تأثیر چندانی نداشت. بنابراین، هر سه نوع نظام کشت نوازی ذرت و شبدر در راستای کاهش تراکم تخم‌ها، لاروها و درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، افزایش نسبت تراکم شکارگرها به شکار، و افزایش درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده جهت استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در مزارع ذرت به کشاورزان توصیه می‌شوند. دلایل احتمالی پایین بودن تراکم تخم‌ها، لاروها و درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت، نسبت بالای تراکم شکارگرها به شکار و درصد بالای تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده در تیمارهای کشت نوازی ذرت و شبدر در مقایسه با تک‌کشتی ذرت می‌تواند با کاشت شبدر به‌عنوان: (۱) گیاه تأمین‌کننده منبع شهد و گرده (با تولید گل‌های فراوان)، (۲) تامین شکارها یا میزبان‌های جایگزین و (۳) نیز تداخل مواد شیمیایی فرار مترشحه توسط ذرت و شبدر و در نتیجه کاهش کارایی کشف کرم ساقه‌خوار

spp. و *Macrocentris* spp. را به عنوان پارازیتوئیدهای لارو کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت گزارش کرده‌اند (Baker et al. 1949, Winnie and Chiang 1982, 2001, Campan et Capinera 2001, Phoofolo et al. 2014). همچنین، در این تحقیق زنبور پارازیتوئید تخم *T. brassicae* درصد فراوانی نسبی بالایی را در هر یک از چهار نظام کشت مورد مطالعه داشت. کارایی زنبوران تریکوگراما در کنترل کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت توسط محققین مختلف گزارش شده است (Hoffmann et al. 2001, Kuhar et al. 2004).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شاخص تنوع شانون برای گونه‌های دشمنان طبیعی در هر سه نوع نظام کشت نوازی ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی ذرت بود که این نتیجه با غنای گونه‌ای بیشتر و همگن‌تر بودن فراوانی نسبی گونه‌های دشمنان طبیعی در نظام‌های کشت نوازی ذرت و شبدر در ارتباط است. چراکه، مقدار شاخص تنوع گونه‌ای شانون بر اساس داده‌های تعداد و فراوانی هر یک از گونه‌ها در هر زیستگاه محاسبه می‌شود (Disney 1999, Magurran 2004). در این تحقیق، مقدار شاخص شباهت مورسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین نظام تک‌کشتی ذرت با هر یک از تیمارهای کشت نوازی ذرت و شبدر ($C_{MH} \leq 0/893$ در سال ۱۳۹۳ و $C_{MH} \leq 0/870$ در سال ۱۳۹۴) پایین‌تر از مقدار این شاخص بین سه تیمار کشت نوازی ($C_{MH} \geq 0/980$ در سال ۱۳۹۳ و $C_{MH} \geq 0/977$ در سال ۱۳۹۴) بود. مقدار شاخص شباهت مورسیتا-هورن بین صفر تا یک متغیر است و هر چه مقدار عددی شاخص مورسیتا-هورن از عدد صفر به عدد یک نزدیک‌تر می‌شود، نشان می‌دهد که شباهت ترکیب گونه‌ای دشمنان طبیعی بین تیمارهای مورد مطالعه بیشتر است (Magurran 2004).

در پژوهش حاضر مشخص گردید که چهار نظام کشت مورد مطالعه در تراکم تخم‌ها، لاروها و درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار ذرت، نسبت تراکم شکارگرها به شکار، درصد تخم‌ها و لاروهای پارازیت‌شده تأثیر معنی‌داری دارند. به‌طوری‌که، تراکم تخم‌ها، لاروها و درصد گیاهان آلوده به کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در تیمارهای کشت نوازی ذرت و شبدر به‌طور معنی‌داری

Patt *et al.* 1997, Disney 1999, Southwood and Henderson 2000, Altieri *et al.* 2009, Soleyman-Nezhadiyan 2009, Garratt *et al.* 2011

در مجموع، بر اساس نتایج این آزمایش، کشت نواری شبدر در مزارع ذرت در سه حالت کشت سه، شش و نه ردیف ذرت در تناوب با سه ردیف شبدر می‌تواند در جلب، حفظ و حمایت از دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت و در نتیجه افزایش تنوع گونه‌های آن‌ها و کاهش تراکم این آفت نقش مهمی داشته باشد. این نتایج می‌توانند در مدیریت تلفیقی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت در مزارع ذرت مفید واقع شوند.

سپاسگزاری

از آقای دکتر Ahmet Beyarslan از کشور ترکیه به خاطر شناسایی گونه‌های زنبور پارازیتوئید، تشکر و قدردانی می‌گردد.

اروپایی ذرت در ارتباط باشد (Price 1997). با این اطلاعات می‌توان جمع‌بندی کرد که کشت گیاه شبدر به‌صورت نواری در مزرعه ذرت می‌تواند در حفظ و حمایت دشمنان طبیعی کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت موثر باشد. این نتایج با یافته‌های بیکرتون و همیلتون مبنی بر اینکه که کشت گیاهان گلدار *Anethum graveolens* L.، *Coriandrum sativum* L. و *Fagopyrum esculentum* Moench در حاشیه مزرعه ذرت باعث افزایش کارایی سن شکارگر *Orius insidiosus* Say کفشدوزک *Coleomegilla maculata* DeGeer و بالتوری *Chrysoperla* sp. در تغذیه از تخم‌ها و لاروهای سن اول کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت می‌شود (Bickerton and Hamilton 2012)، مطابقت دارد. همچنین، افزایش تنوع و کارایی دشمنان طبیعی در نظام‌های کشت با تنوع بالای پوشش گیاهی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Andow 1991).

REFERENCES

- Altieri MA, Nicholls CI, Ponti L (2009) Crop diversification strategies for pest regulation in IPM systems, *In: Radcliffe EB, Hutchinson WD, Cancelado RE (eds.)*, Integrated pest management. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 116-130.
- Andow DA (1991) Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586.
- Anonymous (2014) Iranian agriculture statistics. The ministry of Jihad-e-Agriculture, Iran, Tehran.
- Baker WA, Bradley WG, Clark CA (1949) Biological control of the European corn borer in the United States. *Technical Bulletin* 983:1-185.
- Barnes RF, Nelson CJ, Moore KJ, Collins M (2007) Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State University Press.
- Bei-Bienko GY, Blagoveshchenskii DI, Chernova OA, Dantsing EM, Emilianov AF, Kerzhner IM, Loginova MM, Martinova EF, Shaposhnikov GK, Sharov AG, Spuris ZD, Yaczewski TL, Yakhontov VV, Zhiltsoo LA (1967) Keys to the insects of the European USSR. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute.
- Bickerton MW, Hamilton GC (2012) Effects of intercropping with flowering plants on predation of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs by generalist predators in bell peppers. *Environmental Entomology* 41: 612-620.
- Campan EDM, Havard S, Sagouis A, Péliissier C, Muller FJ, Villemant C, Savriama Y, Guéry D, Hu J, Ponsard S (2014) Acceptability and suitability of the European *Ostrinia nubilalis* Hübner for *Macrocentrus cingulum* Brischke from Asia and Europe. *Biological Control* 74: 13-20.
- Capinera JL (2001) Handbook of Vegetable Pests. Academic Press, San Diego.
- Cox WJ (1997) Corn silage and grain yield response to plant densities. *Journal Production Agriculture* 70: 405-410.
- Disney RHL (1999) Insect biodiversity and demise of alpha taxonomy. *Antenna* 23: 84-88.
- Fadamiro HY, Baker C (1998) Reproductive performance and longevity of female European corn borer, *Ostrinia nubilalis*: effects of multiple mating, delay in mating and adult feeding. *Journal of Insect Physiology* 45: 385-392.
- FAO (2014) Production-crops, 2014 data. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Garratt MPD, Wright DJ, Leather SR (2011) The effects of farming system and fertilizers on pests and natural enemies: a synthesis of current research. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 141: 261-270.
- Gordon RD (1985) The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society* 93: 1-912.

- Hoffmann MP, Ode PR, Walker DL, Gardner J, van Nouhuys S, Shelton AM** (2001) Performance of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts including the target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biological Control* 21: 1-10.
- Hudon M, LeRoux EJ** (1986) Biology and population dynamics of the european corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Quebec. II. Bionomics. *Phytoprotection* 67: 81-92.
- Kelton LA** (1978) The Anthocoridae of Canada and Alaska: Heteroptera, Anthocoridae, part 4. Agriculture Canada: available from Print. and Pub., Supply and Services Canada.
- Kuhar TP, Barlow VM, Hoffmann MP, Fleischer SJ, Groden G, Gardner J, Hazzard RV, Wright MG, Pitcher SA, Speese J, Westgate P** (2004) Potential of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for biological control of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in solanaceous crops. *Journal of Economic Entomology* 97:1209-1216.
- Leahy TC, Andow DA** (1994) Egg weight, fecundity and longevity are increased by adult feeding in *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America* 87: 342- 349.
- Magurran AE** (2004) Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell publishing.
- Nault BA, Kennedy GG** (1996) Timing insecticide applications for managing European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) infestations in potato. *Crop Protection* 15: 465-471.
- Patt JM, Hamilton GC, Lashomb JH** (1997) Impact of strip-insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado Potato Beetle. *Advance in Horticultural Science* 11: 175-181.
- Phoofolo MW, Obrycki JJ, Lewis LC** (2001) Quantitative assessment of biotic mortality factors of the European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in field corn. *Journal of Economic Entomology* 94: 617-622.
- Price PW** (1997) Insect ecology. 3rd edition, John Willey and Sons, Inc. New York.
- SAS Institute** (2005) SAS/STAT user's guide, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC.
- Shannon CE, Weaver W** (1949). A mathematical model of communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Soleyman-Nezhadiyan A** (2009) Planting alfalfa in the adjacent sugarcane and its impact on the diversity of the sugarcane stem borer and damage. *Plant Protection* 32: 89-92. (in Persian)
- Southwood TRE, Henderson PA** (2000) Ecological methods. Blackwell Science, USA.
- Tobias VI** (1995). Keys of the insects of the European part of the USSR, Vol. 3, Hymenoptera. Science Publishers, Lebanon, New Hampshire.
- Winnie WV, Chiang HC** (1982) Seasonal history of *Macrocentrus grandii* (Hym.: Braconidae) and *Eriborus terebrans* (Hym.: Ichneumonidae), two parasitoids of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae). *BioControl* 27: 183-188.