تأثیر سامانه‌های کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر بر تنوع زیستی دشمنان طبیعی تریپس پیاز، *Thrips tabaci* Lindeman

سید علی اصغر فتحی*

***نویسنده مسوول:** دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (fathi@uma.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۴

چکیده

در پژوهش حاضر تأثیر سامانه‌های کشت نواری شامل سه، شش و نه ردیف لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris* L.) در کنار سه ردیف شبدر (*Trifolium resupinatum* L.) و نیز سیستم تک‌کشتی لوبیا سبز بر تنوع زیستی شکارگرهای تریپس پیاز (*Thrips tabaci* Lindeman) و نسبت تراکم شکارگرها به شکار در یک مزرعه آزمایشی واقع در اردبیل در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵ مطالعه شد. در این تحقیق، ۲۱ گونه شکارگر تریپس پیاز جمع‌آوری و شناسایی شدند که از میان آن‌ها گونه‌های *Aeolothrips intermedius* Bagnall و *Orius niger* (Wolff) بیشترین درصد فراوانی نسبی را در هر یک از سامانه‌های کشت داشتند. شاخص تنوع شانون (*H*) در هر سه تیمار کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر به‌طور معنی‌داری از تک‌کشتی لوبیا سبز بیش‌تر بود. مقدار شاخص شباهت تنوع گونه‌ای موریسیتا-هورن (C_{MH}) بین تک‌کشتی لوبیا سبز با هر یک از تیمارهای کشت نواری ($C_{MH} \leq 0.85$) کمتر از مقدار این شاخص بین سه تیمار کشت نواری لوبیا سبز و شبدر ($C_{MH} \geq 0.94$) بود. در هر دو سال، نسبت تراکم شکارگرها به شکار و نیز تراکم شکارگرهای تریپس پیاز به‌خصوص دو گونه شکارگر غالب *A. intermedius* و *O. niger* در هر سه تیمار کشت نواری لوبیا سبز و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی لوبیا سبز بود. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت نواری لوبیا سبز و شبدر باعث افزایش تنوع گونه‌ای شکارگرهای تریپس پیاز و کاهش تراکم *T. tabaci* شد. استفاده از سامانه‌های کشت نواری مذکور در مزارع لوبیا سبز به‌عنوان یکی از اجزای مهم در مدیریت تلفیقی تریپس پیاز توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: تریپس پیاز، تعداد گونه، شکارگرها، فراوانی گونه، کشت مختلط

مقدمه

لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris* L.) گیاهی یک‌ساله از تیره بقولات می‌باشد. این گیاه به‌عنوان یکی از منابع تأمین غذای انسان بوده و دارای پروتئین، فسفر، آهن، ویتامین های B1، C و فیبر بوده و فاقد کلسترول می باشد (Giller et al., 1998؛ Maingi et al., 2001). سطح زیر کشت حبوبات (لوبیا، نخود، عدس) در استان اردبیل در سال زراعی ۱۳۹۳، بیش از ۶۵ هزار هکتار بود (Anonymous, 2014). شبدر ایرانی، *Trifolium resupinatum* L.، گیاهی است یک‌ساله و از تیره‌ی بقولات که به‌عنوان کود سبز یا یک گیاه علوفه‌ای در ایران به‌طور وسیع کشت می‌شود (Koocheki et al., 1987).

تریپس پیاز، *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) آفتی چندخوار است که هر ساله با تغذیه از شیره سلولی گیاهان میزبان و نیز انتقال عوامل بیمارگر زمینه کاهش محصول را فراهم می‌آورد. این تریپس دامنه‌ی میزبانی وسیعی دارد و به گیاهان زراعی و گلخانه‌ای مختلف در سراسر دنیا

خسارت می‌زند (Lewis, 1997). در ایران خسارت تریپس پیاز روی محصولات زراعی مختلف نظیر لوبیا سبز، پیاز، خیار، فلفل، بادمجان، سویا و تنباکو گزارش شده است (Fekrat et al., 2009؛ Fathi, 2009؛ Madadi et al., 2006؛ Fathi and Nouri-Ganbalani, 2010). تریپس پیاز با سوزن‌های قطعات دهانی خود اپیدرم برگ را سوراخ کرده و با ترشح بزاق سلول‌های پارانشیمی برگ‌ها و جوانه‌های میزبان را تجزیه نموده و ماده تولید شده را توسط پمپ حلقی خود می‌مکد. در سطح برگ‌های آلوده، سلول‌های خالی و به دنبال آن، لکه‌های ریز نقره‌ای رنگ ایجاد می‌شوند. از بین رفتن سبزینه موجب کاهش فتوسنتز گیاه شده و درنهایت، کاهش عملکرد محصول را در پی دارد (Lewis, 1997؛ Shelton et al., 2008). هرچند استفاده از حشره‌کش‌ها روشی رایج برای کنترل تریپس پیاز است ولی در اغلب موارد، پنهان شدن این حشره در پناهگاه‌های مخفی گیاهان باعث عدم کارآیی کنترل شیمیایی در مدیریت این آفت می‌شود (Lewis, 1997). همچنین، به دلیل کاربرد بی‌رویه انواع متعددی از آفت‌کش‌ها و باروری بالا و طول دوره نسلی کوتاه تریپس پیاز، امکان مقاوم شدن آن به آفت‌کش‌ها وجود دارد (Alston and Drost, 2008).

دشمنان طبیعی به خصوص شکارگرها نقش قابل توجهی در کنترل جمعیت تریپس پیاز دارند. یکی از اصول اساسی در مدیریت آفات حفظ و حمایت از دشمنان طبیعی به‌منظور افزایش تنوع گونه‌ای (تعداد و فراوانی گونه‌ها) آن‌ها روی گیاهان میزبان می‌باشد. افزایش تنوع گیاهی می‌تواند باعث افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی و در نتیجه کاهش جمعیت آفات روی محصولات مختلف شود (Altieri et al., 2009؛ Andow, 1991؛ Disney, 1999؛ Garratt et al., 2011؛ Magurran, 2004؛ Price, 1997). گیاهان علوفه‌ای با فراهم کردن شهد، گرده و شکارهای جایگزین (به دلیل تحمل بالا نسبت به خسارت آفات) باعث جلب و افزایش جمعیت دشمنان طبیعی می‌شوند (Altieri et al., 2009). بنابراین، انتخاب گیاه مناسب برای افزایش تنوع گیاهی در سامانه‌های کشت از طریق کشت مختلط می‌تواند در مهار زیستی آفات مؤثر باشد (Altieri et al., 2009؛ Chen et al., 2011؛ Soleyman-Nezhadiyan, 2009). برای مثال، Patt et al. (1997) گزارش کردند که در کشت مخلوط بادمجان با گیاهان شوید، *Anethum graveolens* L.، یا گشنیز، *Coriandrum sativum* L.، به دلیل افزایش فراوانی شکارگرها درصد بقا و فراوانی سوسک کلرادو، *Leptinotarsa decemlineata* Say کاهش یافت. همچنین، Chen et al. (2011) گزارش کرد که کشت نواری فلفل (*Capsicum annuum* L.) و نیشکر (*Saccharum sinense* Roxb.) باعث کاهش جمعیت مگس مینوز *Liriomyza huidobrensis* Becker، و افزایش تراکم زنبورهای پارازیتویید آن روی بوته‌های فلفل گردید.

در تحقیق حاضر فرض بر آن است که کشت مختلط لوبیا سبز با شبدر برتنوع زیستی دشمنان طبیعی تریپس پیاز و نسبت تراکم شکارگرها به شکار تأثیر دارد. لذا تحقیق حاضر با اهداف (الف) شناسایی دشمنان طبیعی تریپس پیاز و تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از آن‌ها، (ب) محاسبه شاخص تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی تریپس پیاز، (ج) مقایسه تراکم جمعیت گونه‌های غالب دشمنان طبیعی و (د) مقایسه نسبت تراکم شکارگرها به شکار در سامانه‌های کشت نواری لوبیا سبز و شبدر تحت شرایط مزرعه‌ای انجام شد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌تواند در انتخاب سیستم کشت مناسب لوبیا سبز با هدف افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی تریپس پیاز و کاهش جمعیت آن در برنامه‌های مدیریت تلفیقی تریپس پیاز در مزارع لوبیا سبز مفید باشد.

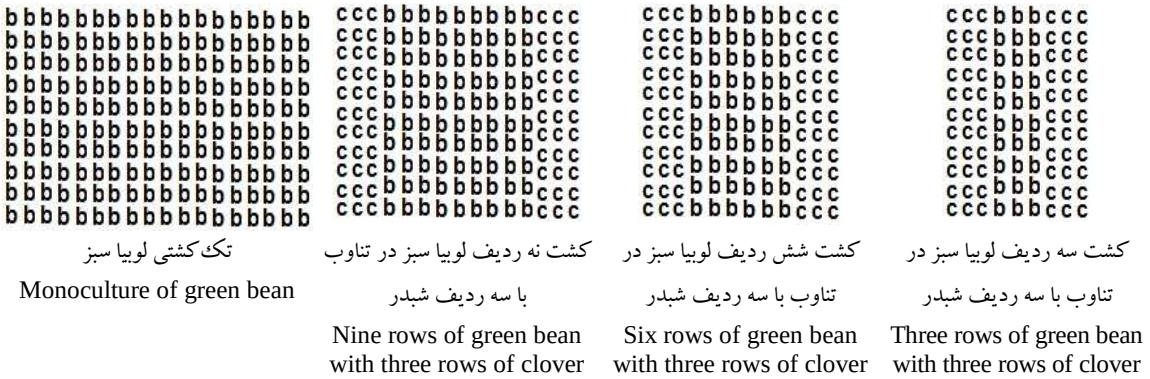
مواد و روش‌ها

مکان آزمایش و روش آماده‌سازی مزرعه آزمایشی

این آزمایش در دشت اردبیل (با طول جغرافیایی ۴۸

درجه و ۱۷ دقیقه شرقی؛ عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی؛ میزان بارندگی متوسط سالیانه ۳۰۳/۹ میلی‌متر و ارتفاع ۱۳۳۲ متر از سطح دریا) و طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد. در این پژوهش، تنوع و فراوانی گونه‌های دشمنان طبیعی تریپس پیاز (به‌عنوان آفت اصلی لوبیا سبز در دشت اردبیل طی مشاهدات شخصی چند ساله) و نسبت تراکم شکارگرها به شکار در سه سامانه‌ی کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر شامل: ۱) کاشت سه ردیف لوبیا سبز در تناوب با سه ردیف شبدر، ۲) کاشت شش ردیف لوبیا سبز در تناوب با سه ردیف شبدر و ۳) کاشت نه ردیف لوبیا سبز در تناوب با سه ردیف شبدر به همراه تیمار تک‌کشتی لوبیا سبز (به‌عنوان شاهد) مطالعه شد (شکل ۱).

قبل از کاشت گیاهان، خاک مزرعه آزمایشی به مساحت تقریبی ۸۰۰ متر مربع با کمپوست کود حیوانی به مقدار ده تن در هکتار توسط دو دیسک عمود بر هم با خاک مخلوط شد و جوی و پشته‌هایی به فاصله ۹۰ سانتی‌متر از یکدیگر در مزرعه ایجاد شدند. سپس مزرعه مورد آزمایش به پنج بلوک عمود بر جهت آبیاری بلوک‌بندی گردید. طرح مورد استفاده از نوع بلوک‌های کامل تصادفی با پنج بلوک و چهار تیمار بود. بذرهای لوبیا سبز، *Phaseolus vulgaris* L. (رقم Humilis) و شبدر ایرانی، *Trifolium resupinatum* L.، (رقم اقلید فارس) از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. در هر دو سال، لوبیا سبز و شبدر بر اساس تیمارهای آزمایشی در کرت‌های مربوطه در مزرعه آزمایشی کشت شدند. بذرهای لوبیا سبز روی هر یک از پشته‌ها در دو ردیف و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر و بذرهای شبدر روی هر یک از پشته‌ها در سه ردیف و با فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر در عمق ۲ تا ۳ سانتی‌متری خاک کشت شدند (Giller et al., 1998؛ Maingi et al., 2001) در هر تیمار، کاشت لوبیا سبز و شبدر به‌طور همزمان در اوایل اردیبهشت‌ماه انجام گرفت. اولین آبیاری سه روز پس از سبز شدن بذرهای لوبیا و شبدر انجام شد. آبیاری‌های بعدی با توجه به دوره رایج برای مزرعه حبوبات هر نه روز یک بار و به صورت سیفونی انجام گرفت. آبیاری تا زمان زرد شدن ۲۵ درصد بوته‌های لوبیا سبز ادامه یافت. وجین علف‌های هرز به صورت دستی و همزمان با مرحله رشدی دو تا چهار برگ کامل لوبیا شروع شد و هر ماه یک‌بار در طول فصل رشد ادامه یافت. همچنین، در مرحله دو تا چهار برگ کامل لوبیا سبز، صد کیلوگرم کود ازته گرانوله (۴۶ درصد ازت) در هکتار به‌عنوان کود سرک به صورت یکنواخت در تمام تیمارها استفاده شد. در مزارع آزمایشی از مصرف حشره‌کش‌ها اجتناب شد.



شکل ۱- نقشه شماتیک از سه سامانه‌ی کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر به همراه سامانه‌ی تک‌کشتی لوبیا سبز (b) نشان‌دهنده بوته‌های لوبیا سبز و (c) نشان‌دهنده بوته‌های شبدر می‌باشند

Figure 1. Schematic map of the three strip-intercropping of green bean and clover along with green bean monoculture (b) indicated green bean plants, and (c) indicated clover plants

اندازه‌گیری فراوانی نسبی و شاخص تنوع زیستی دشمنان طبیعی تریپس پیاز

نمونه‌برداری‌ها از مرحله چهار برگی شدن بوته‌های لوبیا سبز و همزمان با شروع آلودگی آن‌ها به تریپس پیاز آغاز شد و به فواصل هر هفت روز یک‌بار تا مرحله زرد شدن ۲۵ درصد بوته‌های لوبیا سبز ادامه یافت. در این تحقیق، یک بوته‌ی لوبیا سبز به‌عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شد و در هر نوبت نمونه‌برداری، پنج بوته در هر سامانه‌ی کشت بین ساعت ۹ تا ۱۲ صبح بررسی شدند. تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه‌ی (۱) محاسبه گردید (Southwood and Henderson, 2000).

$$N = [(1.96\ S)/(D\bar{x})]^2 \qquad (۱)$$

در این رابطه، N تعداد نمونه مناسب، S انحراف معیار داده‌های حاصل از نمونه‌برداری اولیه، $\bar{x}$ میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه و D سطح دقت آزمایش بوده که مقدار آن ۰/۲۵ در نظر گرفته شد. در بررسی نمونه‌ها، حشرات کامل شکارگرها روی هر گیاه با استفاده از ذره‌بین دستی ۲۰X شمارش شدند. سپس تعدادی از پوره‌ها یا لاروهای شکارگرها درون قفس‌های لیوانی با درپوش توری گذاشته شدند و برچسب حاوی نام سامانه‌ی کشت، تاریخ نمونه‌برداری و مرحله رشدی گیاه به آن چسبانده شد و تا زمان تکمیل نشو و نما و تبدیل آن‌ها به حشرات کامل شکارگر در شرایط اطاق نگهداری شدند. روزانه برگ‌های آلوده به مراحل مختلف زیستی تریپس پیاز برای تغذیه در اختیار شکارگرهای درون لیوان‌ها قرار می‌گرفت. حشرات کامل گونه‌های شکارگر با استفاده از کلیدهای معتبر زیر استریومیکروسکوپ و یا میکروسکوپ شناسایی شدند (Aukema and Rieger, 1995؛ Bei-Bienko et al., 1967؛ Gordon, 1985؛ Kethley, 1990؛ Minaei and Mound, 2008؛ Mound and Kibby, 1998). همچنین، تعداد و فراوانی گونه‌های شکارگر در هر نمونه یادداشت گردید. از داده‌های مربوط به فراوانی گونه‌های شکارگر در تعیین درصد فراوانی نسبی آن‌ها و محاسبه‌ی شاخص‌های تنوع شانون (H) (رابطه‌ی ۲) و شباهت تنوع گونه‌ای موریسیتا-هورن (C_{MH}) (رابطه‌ی ۳) در هر یک از چهار تیمار کشت استفاده شد (Magurran, 2004؛ Shannon and Weaver, 1949):

$$H = -\sum p_i \ln p_i \qquad (۲)$$

در این رابطه H شاخص تنوع شانون و p_i نسبت افراد در گونه iام به کل افراد (n_i/N) می‌باشند.

$$C_{MH} = 2\sum (a_i b_i)/(d_a + d_b)(N_a N_b)_i \qquad (۳)$$

در این رابطه N_a تعداد کل افراد در سامانه‌ی a، N_b تعداد کل افراد در سامانه‌ی b، a_i تعداد افراد گونه iام در سامانه a، b_i تعداد افراد گونه iام در سامانه b، $d_a = \sum a_i^2/N_a^2$ و $d_b = \sum b_i^2/N_b^2$ می‌باشند. شاخص شباهت موریسیتا-هورن بین صفر تا یک متغیر است.

تراکم شکارگرهای تریپس پیاز

پس از مشخص شدن فراوانی شکارگرهای تریپس پیاز در آزمایش قبلی، تراکم جمعیت شکارگرها و نیز تراکم دو گونه غالب شکارگر در چهار تیمار کشت فوق طی دو سال مقایسه گردید.

تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز

همزمان با آزمایش‌های قبلی، در نمونه‌های انتخاب شده گیاهان لوبیا سبز (پنج بوته‌ی لوبیا سبز در هر یک از سامانه‌های کشت مورد مطالعه در هر تاریخ نمونه‌برداری برای تعیین تعداد و فراوانی گونه‌های دشمنان طبیعی) تعداد حشرات کامل تریپس پیاز با استفاده از یک ذره‌بین دستی ۲۰X شمارش و یادداشت شدند. در ادامه، نمونه‌های آلوده به لارو تریپس پیاز به آزمایشگاه منتقل شدند و درون ظرف‌های پرورشی حاوی یک سانتی‌متر خاک اره (به‌عنوان محلی برای تبدیل شدن لاروها به مرحله پیش‌شفیرگی و شفیرگی کاذب) در شرایط اطاق تا زمان تبدیل به حشرات کامل نگهداری شدند. لاروهای تریپس پیاز پس از تبدیل شدن به حشرات کامل با استفاده از کلید شناسایی معتبر شناسایی شدند (Mound and Kibby, 1998) و تعداد آن‌ها در هر نمونه شمارش و یادداشت شد. از داده‌های حاصل در تعیین میانگین تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز در هر یک از سامانه‌های کشت مذکور استفاده گردید.

نسبت تراکم شکارگرها به شکار

با مشخص شدن فراوانی شکارگرها در آزمایش اول و تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز در آزمایش دوم، نسبت تراکم شکارگرها به شکار با تقسیم تراکم کل شکارگرها (مجموع تراکم کل گونه‌های شکارگر) به تراکم کل شکار (مجموع تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز) در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه محاسبه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها

شاخص تنوع شانون برای گونه‌های شکارگر تریپس پیاز در هر کرت مربوط به هر تیمار در هر یک از پنج بلوک مزرعه آزمایشی به‌طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار Excel محاسبه شد و سپس داده‌های شاخص تنوع در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج بلوک و چهار تیمار تجزیه شد و اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شد (SAS, 2005). همچنین، شاخص شباهت موریسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌های شکارگر تریپس پیاز بین چهار سامانه‌ی کشت با استفاده از نرم‌افزار Excel محاسبه شد. در خصوص داده‌های تراکم کل شکارگرها و دو گونه شکارگر غالب و نیز تراکم تریپس پیاز به دلیل غیریکنواختی واریانس این داده‌ها (که در آزمون نرمال بودن داده‌ها مشخص گردید)، از تبدیل داده Log(X+2) استفاده گردید. داده‌های مربوط به تراکم کل شکارگرها و دو گونه شکارگر غالب و نیز تراکم تریپس پیاز در هر یک از چهار سامانه کشت در هر یک از سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به‌طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج بلوک و چهار تیمار تجزیه شدند و سپس اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند (SAS, 2005).

نتایج

فراوانی نسبی و تنوع زیستی دشمنان طبیعی تریپس پیاز

در این تحقیق ۲۱ گونه شکارگر تریپس پیاز از مزرعه آزمایشی لوبیا سبز در منطقه اردبیل جمع‌آوری گردید که درصد فراوانی نسبی آن‌ها در هر چهار نوع سیستم کشت لوبیا سبز و شبدر در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در جدول ۱ ارایه شده است. لازم به یادآوری است که طی دو سال بررسی، هیچ گونه پارازیتوییدی از مراحل مختلف نشوونمایی تریپس پیاز جمع‌آوری نگردید. در هر دو سال مورد مطالعه، تریپس شکارگر *Aeolothrips intermedius* Bagnall و سن شکارگر *Orius niger* (Wolff) فراوانی نسبی بالاتری را در بین شکارگرهای تریپس پیاز در هر چهار تیمار مورد مطالعه داشتند. علاوه بر آن، در تک‌کشتی لوبیا سبز سن‌های شکارگر *Deraeocoris* spp. و سوسک‌های Staphylinidae به ندرت مشاهده شدند و بقیه گونه‌های شکارگر درصد فراوانی نسبی پایینی داشتند (جدول ۱). در صورتی که، در هر سه تیمار کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر علاوه بر دو گونه شکارگر غالب سایر شکارگرها نیز با درصد فراوانی نسبی متوسط یا پایین حضور داشتند (جدول ۱).

مقدار شاخص تنوع شانون (H) برای گونه‌های شکارگر تریپس پیاز در هر سه تیمار کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی لوبیا سبز در هر دو سال مورد مطالعه بود ($P=0.002$، $F=9.17$، $df=3, 12$ در سال ۱۳۹۴ و $P=0.003$، $F=8.24$، $df=3, 12$ در سال ۱۳۹۵) (جدول ۲).

شاخص شباهت تنوع گونه‌ای موریسیتا- هورن (C_{MH}) برای ترکیب گونه‌های شکارگر تریپس پیاز در چهار تیمار مورد مطالعه در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در جدول ۳ ارایه شده است. در هر دو سال بیشترین شباهت تنوع گونه‌ای ($C_{MH}=0.97$ در سال ۱۳۹۴ و $C_{MH}=0.96$ در سال ۱۳۹۵) بین دو تیمار کشت مختلط سه ردیف لوبیا سبز در تناوب با سه ردیف شبدر و شش ردیف لوبیا سبز در تناوب با سه ردیف شبدر و کمترین مقدار این شاخص ($C_{MH}=0.82$ در سال ۱۳۹۴ و $C_{MH}=0.81$ در سال ۱۳۹۵) بین دو تیمار تک‌کشتی لوبیا سبز و کشت مختلط سه ردیف لوبیا سبز با سه ردیف شبدر مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۱- درصد فراوانی نسبی شکارگرهای *Thrips tabaci* در چهار سامانه‌ی کشت نواری لوبیا سبز و شبدر در منطقه اردبیل

Table 1. The percentange of relative abundance of predators of *Thrips tabaci* in the four strip-intercropping systems of green bean and clover in Ardabil region

Predator species	Monoculture of green bean		Three rows of green bean with three rows of clover		Six rows of green bean with three rows of clover		Nine rows of green bean with three rows of clover	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Thysanoptera								
Aeolothripidae								
Aeolothrips intermedius Bagnall	28.7	30.2	19.8	18.7	22.1	21.9	23.4	24.2
Phlaeothripidae								
Haplothrips subtilissimus Haliday	2	1.8	3	3.1	3.1	3	3.2	2.9
Thripidae								
*Scolothrips sexmaculatus*Pergande	0.9	1.4	2.3	2.8	2.2	2.4	3.4	2.7
Hemiptera								
Anthocoridae								
Orius niger (Wolff)	24.4	23.8	16.8	15.9	17.1	16.8	18.6	17.6
Orius minutus (L.)	9.1	10.1	6.2	7	6.4	7.8	7.1	7.3
Miridae								
Macrolophus sp.	5.1	4.5	5.8	5.5	5.2	6	4.2	4
Deraeocoris lutescens (Schilling)	0.6	0.5	2.7	2.5	2.7	2.4	2.3	2.1
Deraeocoris punctulatus Fallen	0	0	1.5	1.6	1.8	1.2	1.9	1.3
Nabidae								
*Nabis pseudoferus*Remane	2.3	2.1	3.4	3.7	4.3	3.4	4.9	3.8
Geocoridae								
Geocoris sp.	0	0	1.6	1.8	1.8	1.2	1.4	1.1
Neuroptera								
Chrysopidae								
Chrysoperla carnea (Stephens)	9.5	9.8	8.7	8.1	8.4	7	7.3	8.2
Coleoptera								
Coccinellidae								
Hippodamia convergens (Guerin)	2.6	2.4	3.3	3.4	3.2	2.9	3.2	2.8
Scymnus sp.	3.5	3.2	4.3	4.7	4.7	5.7	4.3	5.2
Propylea quatuordecimpunctata (L.)	1	0.8	2.4	2.3	1.2	1.1	1.1	1
Coccinella septempunctata (L.)	1.4	1.9	2.7	2.4	1.3	2.7	1	2.3
Staphylinidae								
Lathrobium sp.	0	0	1.4	1.3	1.1	1.1	1	0.7
Tetralaucopora sp.	0	0	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3
Hexagonia sp.	0	0	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.4
Diptera								
Syrphidae								
Episyrphus balteatus (De Geer)	2	1.6	4.6	5.4	4.5	5.6	4.1	5.2
Acari								
Anystidae								
Anystis baccarum (L.)	3.7	3.4	4.4	4.9	4.9	4.3	4.3	4.9
Bdellidae								
Spinibdella sp.	3.2	2.5	3.5	3.6	3	2.5	2.6	2

جدول ۲- میانگین (±SE) شاخص تنوع شانون (*H*) برای شکارگرهای *Thrips tabaci* در چهار سامانه‌ی کشت نواری لوبیا سبز و شبدر در سال ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

Table 2. Mean (±SE) of Shannon diversity index (*H*) for predators of *Thrips tabaci* in the four strip-intercropping systems of green bean and clover in 2015 and 2016

Cropping systems	Shannon diversity index (*H*)	
	2015	2016
Monoculture of green bean	2.04±0.03[b]	2.01±0.04[b]
Three rows of green bean with three rows of clover	2.42±0.06[a]	2.54±0.05[a]
Six rows of green bean with three rows of clover	2.38±0.04[a]	2.50±0.05[a]
Nine rows of green bean with three rows of clover	2.35±0.05[a]	2.49±0.04[a]

The means followed by different letters in the same columns are significantly different (P<0.05).

جدول ۳- مقدار شاخص موریسیتا-هورن (C_{MH}) برای ترکیب گونه‌های شکارگر *Thrips tabaci* بین چهار سامانه‌ی کشت نواری لوبیا سبز و شبدر در سال ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

Table 3. The value of Morisita-Horn index (C_{MH}) for species complex of predators of *Thrips tabaci* in the four strip-intercropping systems of green bean and clover in 2015 and 2016

Years	Cropping systems	Monoculture of green bean	Three rows of green bean with three rows of clover	Six rows of green bean with three rows of clover
2015	Monoculture of green bean	-	-	-
	Three rows of green bean with three rows of clover	0.82	-	-
	Six rows of green bean with three rows of clover	0.84	0.97	-
	Nine rows of green bean with three rows of clover	0.87	0.94	0.94
2016	Monoculture of green bean	-	-	-
	Three rows of green bean with three rows of clover	0.81	-	-
	Six rows of green bean with three rows of clover	0.83	0.96	-
	Nine rows of green bean with three rows of clover	0.85	0.94	0.95

تراکم شکارگرهای تریپس پیاز

تراکم شکارگرهای تریپس پیاز و دو گونه شکارگر غالب آن *A. intermedius* و *O. niger* در جدول ۴ ارایه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال مورد آزمایش، تراکم شکارگرهای تریپس پیاز در تیمارهای کشت مختلط به‌طور معنی‌داری از تک‌کشتی لوبیا سبز بالاتر بود (df=3, 12، F=53.71، P=0.001 در سال ۱۳۹۴ و df=3, 12، F=41.08، P=0.001 در سال ۱۳۹۵ جدول ۴). همچنین، تراکم تریپس شکارگر *A. intermedius* در تیمارهای کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر به‌طور معنی‌داری از تک‌کشتی لوبیا سبز بیشتر بود (df=3, 12، F=17.28، P=0.001 در سال ۱۳۹۴ و df=3, 12، F=13.74، P=0.001 در سال ۱۳۹۵)، ولی اختلاف بین سه تیمار کشت مختلط معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج مشابهی برای تراکم سن شکارگر *O. niger* در چهار تیمار مورد مطالعه در هر دو سال مشاهده گردید. به‌طوری‌که در هر دو سال مطالعه، تراکم این سن شکارگر در تیمارهای مربوط به کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر به‌طور معنی‌داری از تیمار تک‌کشتی لوبیا سبز بیش‌تر بود (df=3, 12، F=9.17، P=0.002 در سال ۱۳۹۴ و df=3, 12، F=8.49، P=0.003)، ولی بین تراکم سن شکارگر در سه تیمار مربوط به کشت مختلط اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در هر دو سال مورد مطالعه، اختلاف بین تراکم جمعیت لاروهای

تـریپس پیـاز در چهـار سـامانه‌ی کشـت لوبیـا سـبز و شـبدر معنی‌دار بـود ($P=0.001$، $F=98.57$، $df=3, 12$ در سـال ۱۳۹۴ و $P=0.001$، $F=89.34$، $df=3, 12$ در سـال ۱۳۹۵؛ جدول ۵). به‌طوری‌که، در هر دو سـال مـورد مطالعـه تـراکم لاروها در تک‌کشتی لوبیـا سـبز به‌طور معنـی‌داری از تیمارهـای کشـت مخـتلط لوبیـا سـبز و شـبدر بـیش‌تـر بـود، ولـی بـین تیمارهـای کشـت مخـتلط از ایـن نظـر اخـتلاف معنـی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). همچنین، در هـر دو سـال آزمـایش میانگین جمعیت حشرات کامل تریپس پیاز در هر سـه تیمـار کشت مختلط بـه‌طـور معنـی‌داری از تـک‌کشـتی لوبیـا سـبز کم‌تـر بـود ($P=0.001$، $F=124.34$، $df=3, 12$ در سـال ۱۳۹۴ و $P=0.001$، $F=108.64$، $df=3, 12$ در سـال ۱۳۹۵)، ولـی بـین تیمارهـای کشـت مخـتلط از ایـن نظـر اخـتلاف معنـی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۵).

نسبت تراکم شکارگرها به شکار

نسبت تراکم شکارگرها به شکار (مجموع تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز) در چهار تیمار مورد مطالعـه در دو سال در شکل ۲ ارایه شده است. در هـر دو سـال، نسـبت تراکم شکارگرها به شکار در هـر سـه تیمـار کشـت مخـتلط لوبیا سبز و شبدر به‌طور معنی‌داری از تـک‌کشـتی لوبیـا سـبز بیش‌تر بود ($P=0.006$، $F=6.86$، $df=3, 12$ در سال ۱۳۹۴ و $P=0.004$، $F=7.49$، $df=3, 12$ در سال ۱۳۹۵)، در صورتی‌که بین تیمارهای کشت مختلط از این نظر اخـتلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲).

جدول ٤- میانگین (±SE) تراکم شکارگرهای تریپس پیاز و دو گونه شکارگر غالب *Aeolothrips intermedius* و *Orius niger* به ازای یک بوته در سه سامانه‌ی کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر و سامانه‌ی تک‌کشت لوبیا سبز در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

Table 4. Mean (±SE) of density of the onion thrips predators and two dominant predators *Aeolothrips intermedius* and *Orius niger* per plant in the three intercropping systems of green bean and clover and the monoculture of green bean in 2015 and 2016

Cropping systems	Density of predators per plant		Density of *A. intermedius* per plant		Density of *O. niger* per plant	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Monoculture of green bean	1.13±0.11^{b}	1.14±0.13^{b}	0.40±0.03^{b}	0.45±0.03^{b}	0.20±0.02^{b}	0.16±0.02^{b}
Three rows of green bean with three rows of clover	3.44±0.41^{a}	4.16±0.63^{a}	0.91±0.05^{a}	1.06±0.10^{a}	0.35±0.03^{a}	0.38±0.04^{a}
Six rows of green bean with three rows of clover	3.04±0.37^{a}	3.41±0.61^{a}	0.88±0.04^{a}	0.98±0.06^{a}	0.31±0.02^{a}	0.34±0.04^{a}
Nine rows of green bean with three rows of clover	2.62±0.34^{a}	2.89±0.48^{a}	0.81±0.06^{a}	0.90±0.07^{a}	0.29±0.03^{a}	0.31±0.03^{a}

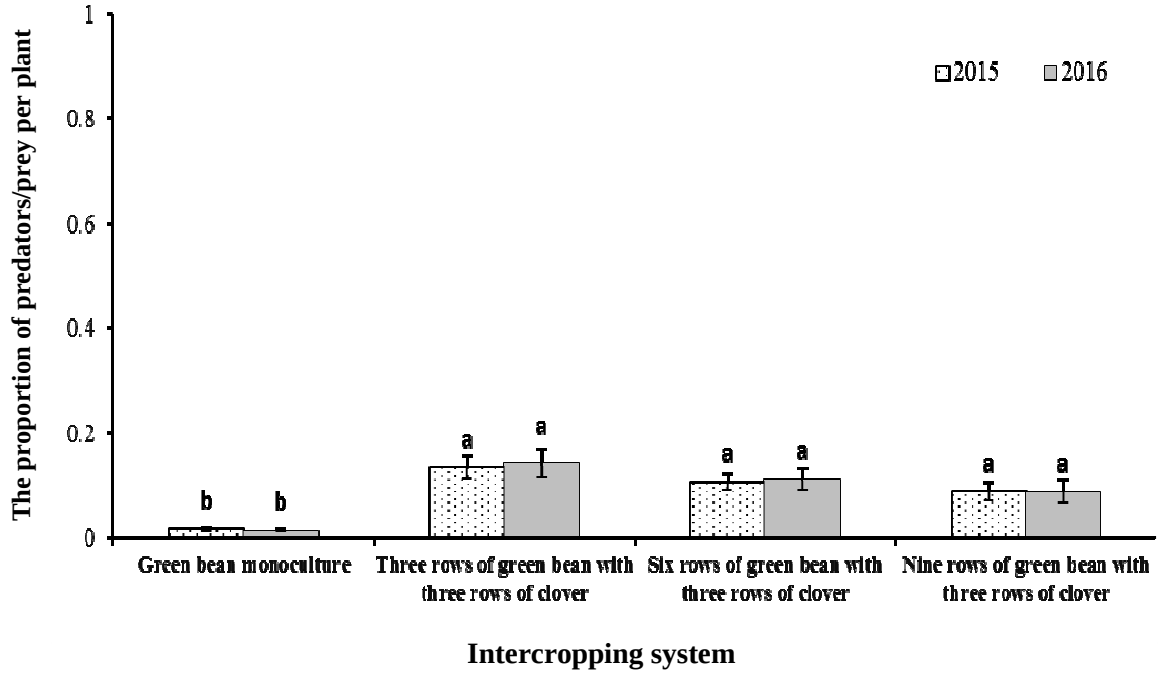
The means followed by different letters in the same columns are significantly different ($P<0.05$).

جدول ٥- میانگین (±SE) تراکم لاروها و حشرات کامل *Thrips tabaci* در هر گیاه در سه سامانه‌ی کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر و تک‌کشتی لوبیا سبز در سال‌های ۱۳۹٤ و ۱۳۹۵

Table 5. Mean (±SE) of density of *Thrips tabaci* larvae and adults per plant in the three intercropping systems of green bean and clover and the monoculture of green bean in 2015 and 2016

Cropping systems	Density of thrips larvae per plant		Density of thrips adults per plant	
	2015	2016	2015	2016
Monoculture of green bean	42.5±3.2^{a}	50.1±4.1^{a}	29.8±2.8^{a}	32.3±3.6^{a}
Three rows of green bean withthree rows of clover	15.8±1.4^{b}	17.9±1.5^{b}	9.8±0.9^{b}	11.4±1.1^{b}
Six rows of green bean with three rows of clover	17.5±1.3^{b}	18.8±1.7^{b}	11.1±1.1^{b}	11.9±0.9^{b}
Nine rows of green bean with three rows of clover	18.1±1.5^{b}	20.0±1.8^{b}	11.5± 1.0^{b}	13.0±1.2^{b}

The means followed by different letters in the same columns are significantly different ($P<0.05$).



شکل ۲- نسبت تراکم شکارگرها به شکار (مجموع تراکم لاروها و حشرات کامل *Thrips tabaci*) در چهار سامانه‌ی کشت نواری لوبیا سبز و شبدر در منطقه اردبیل

Figure 2. The proportion of the density of predators/prey (sum of *Thrips tabaci* larvae and adults density) in the four strip-intercropping systems of green bean and clover in Ardabil region

بحث

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، کشت نواری لوبیا سبز و شبدر موجب افزایش غنای گونه‌ای و فراوانی نسبی شکارگرهای تریپس پیاز گردید. به‌طوری‌که، مقدار شاخص تنوع شانون برای گونه‌های شکارگر در هر سه سامانه‌ی کشت نواری لوبیا سبز و شبدر در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا سبز بیشتر بود. این حالت نشان می‌دهد که سامانه‌های کشت نواری لوبیا سبز و شبدر باعث افزایش غنا و فراوانی گونه‌های شکارگر در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا سبز شده‌اند. همچنین، در این تحقیق مقدار شاخص شباهت موریسیتا-هورن برای ترکیب گونه‌ای شگارگرهای تریپس پیاز بین تک‌کشتی لوبیا سبز با هر یک از سامانه‌های کشت نواری لوبیا سبز و شبدر ($C_{MH}\leq0.87$ در سال ۱۳۹۴ و $C_{MH}\leq0.85$ در سال ۱۳۹۵) پایین‌تر از مقدار این شاخص بین سه سامانه‌ای کشت نواری ($C_{MH}\geq0.94$ در هر دو سال مورد مطالعه) بود که نشان می‌دهد غنا و فراوانی گونه‌های شکارگر بین تیمارهای کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا سبز همگن‌تر است.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تیمارهای کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر موجب افزایش تراکم شکارگرهای تریپس پیاز به‌خصوص دو گونه شکارگر غالب *A. intermedius* و *O. niger* شدند. به‌طوری‌که، در هر دو سال، تراکم شکارگرهای تریپس پیاز به‌خصوص دو گونه شکارگر غالب در هر سه تیمار کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر بیشتر از تک‌کشتی لوبیا سبز بود. بسیاری از شکارگرها به تراکم زیاد شکار واکنش نشان می‌دهند و در تراکم‌های زیاد شکار تمایل بیشتری به جلب و تغذیه از شکار دارند (Price et al., 1980). تراکم زیاد شکارگرهای تریپس پیاز در تیمارهای کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا سبز به این معنا است که سامانه‌های کشت مختلط باعث جلب بیش‌تر و افزایش تراکم دو گونه شکارگر نامبرده می‌شوند. از سوی دیگر سامانه‌های کشت مختلط منابع گل، گرده، شهد و شکارهای

جایگزین مطلوب‌تر (به‌عنوان منابع غذایی برای شکارگرها) را برای شکارگرها فراهم می‌سازند که این عوامل باعث افزایش تنوع و فراوانی شکارگرها در سامانه‌های کشت مختلط می‌شود. تحقیقات قبلی نیز نشان داده است که تغذیه از شهد و گرده گل‌ها باعث افزایش تراکم جمعیت شکارگرها می‌شود (Deligeorgidis, 2002؛ Deligeorgidis et al., 2005؛ Fathi, 2009؛ Lewis, 1997).

در تحقیق حاضر مشخص گردید که تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز در هر سه تیمار کشت مختلط (سه، شش و نه ردیف لوبیا سبز در تناوب با سه ردیف شبدر) از سامانه‌ی تک‌کشتی لوبیا سبز کمتر بود و در مقابل، نسبت تراکم شکارگرها به شکار در تیمارهای کشت مختلط به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی لوبیا سبز بود. بنابراین، می‌توان احتمال داد که کاهش تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز در کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر می‌تواند با افزایش نسبت تراکم شکارگرها به شکار در این تیمارها در ارتباط باشد. این نتایج نشان داد که شکارگرها به سمت سامانه‌های کشت مختلط بیشتر جلب شدند و در کنترل جمعیت تریپس پیاز کارایی بالایی داشتند. از سوی دیگر، تراکم لاروها و حشرات کامل تریپس پیاز و نسبت تراکم شکارگرها به شکار بین سه تیمار کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر (سه، شش و نه ردیف لوبیا سبز در کنار سه ردیف شبدر) اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. این نتیجه نشان می‌دهد که افزایش تعداد ردیف‌های لوبیا سبز (تا نه ردیف لوبیا سبز) در کنار سه ردیف شبدر در میزان جلب و کارایی شکارگرها تأثیر چندانی نداشت. دلایل احتمالی بالا بودن جمعیت شکارگرها و پایین بودن تراکم جمعیت تریپس پیاز در تیمارهای کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر در مقایسه با تک‌کشتی لوبیا سبز می‌تواند با کاشت شبدر به‌عنوان ۱) تأمین‌کننده شهد و گرده (با تولید گل‌های فراوان) برای شکارگرهای تریپس پیاز، ۲) تأمین‌کننده‌ی میزبان‌های جایگزین برای شکارگرهای تریپس پیاز، و ۳) تولید مواد شیمیایی فرار توسط لوبیا سبز و شبدر و در نتیجه، تداخل در میزبان‌یابی آفت و کاهش کارایی پیدا کردن گیاه میزبان توسط تریپس پیاز در ارتباط باشد. با این اطلاعات می‌توان جمع‌بندی کرد که کاشت گیاه شبدر به صورت مخلوط با لوبیا سبز می‌تواند در حفظ و حمایت از دشمنان طبیعی تریپس پیاز مؤثر باشد. تحقیقات قبلی نیز نشان داده است که کشت مخلوط گیاهان تیره لگومینوز با سایر محصولات باعث کاهش تراکم آفات گردید (Altieri et al., 2009؛ Chen et al., 2011؛ Soleyman-Nejadiyan, 2009). برای مثال، Soleyman-Nejadiyan (2009) 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.

در مجموع، بر اساس نتایج این مطالعه، هر سه نوع سامانه‌ی کشت مختلط لوبیا سبز و شبدر ضمن فراهم کردن منابع گرده و شهد برای گونه‌های مختلف شکارگر می‌توانند در جلب، حفظ و حمایت از آن‌ها و در نتیجه افزایش تنوع گونه‌ای شکارگرهای تریپس پیاز و کاهش جمعیت این آفت در مزارع لوبیا سبز نقش مهمی داشته باشند. این نتایج می‌توانند در مدیریت تلفیقی تریپس پیاز در مزارع لوبیا سبز مفید واقع شوند. این تحقیق به منظور یافتن سامانه کشت مناسب لوبیا سبز با هدف افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی به منظور تقویت کنترل بیولوژیکی انجام شد و کشاورزان می‌توانند از تلفیق این روش با سایر روش‌های کنترل نظیر استفاده از سموم زیستی (با هدف عدم تأثیر روی دشمنان طبیعی)، فرومون‌های جنسی و رقم‌های مقاوم در راستای کنترل تریپس پیاز استفاده کنند. همچنین، لازم به ذکر است که در سامانه‌های کشت نواری با انتخاب عرض مناسب نوار برای هر محصول به‌منظور کار با دستگاه‌های مختلف کاشت، داشت و برداشت می‌توان کلیه عملیات زراعی هر دو محصول را به صورت مکانیزه انجام داد. حتی

می‌توان در سال بعد با کاشت لوبیا سبز در محل ردیف‌های شبدر (به دلیل تثبیت نیتروژن در خاک و افزایش حاصلخیزی آن) و کاشت شبدر در محل ردیف‌های لوبیا سبز باعث تقویت رشد گیاه لوبیا سبز نیز شد.

سپاس‌گزاری

از دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر حمایت مالی از تحقیق حاضر و نیز در اختیار قرار دادن امکانات لازم صمیمانه سپاسگزارم.

REFERENCES

Alston, D.G., and Drost, D. 2008. Onion thrips (*Thrips tabaci*). Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory, USA.

Altieri, M.A., Nicholls, C.I., and Ponti, L.2009. Crop diversification strategies for pest regulation in IPM systems. In: Radcliffe, E.B., Hutchinson, W.D., and Cancelado, R.E. (eds). Integrated pest management. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp: 116-130.

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

Anonymous. 2014. Agricultural statistics. Volume I: crop production (2013-2014). Bureau for statistics and information technology of planning and Economical division, Ministry of Jihad Agriculture. (In Farsi).

Aukema, B., and Rieger, C. 1995. Catalogue of the Heteroptera of the palaearctic region. Netherlands Entomological Society, Netherland.

Bei-Bienko, G.Y., Blagoveshchenskii, D.I., Chernova, O.A., Dantsing, E.M., Emilianov, A.F., Kerzhner, I.M., Loginova, M.M., Martinova, E.F., Shaposhnikov, G.K., Sharov, A.G., Spuris, Z.D., Yaczewski, T.L., Yakhontov, V.V., and Zhiltsoo L.A. 1967. Keys to the insects of the Europian USSR. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute, USSR.

Chen, B., Wang, J., Zhang, L., and Li, G.X. 2011. Effect of intercropping pepper with sugarcane on populations of *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) and its parasitoids. Crop Protection, 30: 253-258.

Deligeorgidis, P.N. 2002. Predatory effect of *Orius niger* (Wolff) (Hem., Anthocoridae) on *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Thrips tabaci* Lindeman (Thys., Thripidae). Journal of Applied Entomology, 126: 82-85.

Deligeorgidis, P.N., Ipsilandis, C.G., Vaiopoulou, M., Kaltsoudas, G., and Sidiropoulos, G. 2005. Predatory effect of *Coccinella septempunctata* on *Thrips tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. Journal of Applied Entomology, 129: 246-249.

Disney, R.H.L. 1999. Insect biodiversity and demise of alpha taxonomy. Antenna, 23: 84-88.

Fathi, S.A.A. 2009. The abundance of *Orius niger* (Wolf.) and *O. minutus* (L.) in potato fields and their life table parameters when fed on two prey species. Journal of Pest Science, 82: 267-272.

Fathi, S.A.A., and Nouri-Ganbalani, G. 2010. Assessing the potential for biological control of potato field pests in Ardabil, Iran: functional responses of *Orius niger* (Wolf.) and *O. minutus* (L.) (Hemiptera: Anthocoridae). Journal of Pest Science, 83: 47-52.

Fekrat, L., Shishehbor, P., Manzari, S., and Soleiman-Nejadian, E. 2009. Comparative development, reproduction and life table parameters of three populations of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on onion and tobacco. Journal of Entomological Society of Iran, 29: 11-23. (In Farsi with English abstract).

Garratt, M.P.D., Wright, D.J., and Leather, S.R. 2011. The effects of farming system and fertilizers on pests and natural enemies: A synthesis of current research. Agriculture, Ecosystem & Environment, 141: 261-270.

Giller, K.E., Amijee, F., Brodrich, S.J., and Edje, O.T. 1998. Environmental constrains to nodulation and nitrogen fixation of *Phaseolus vulgaris* L. in Tanzania; response to N and P fertilizer and inoculation. African Journal of Agriculture Research, 6: 171-178.

Gordon, R.D. 1985. The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. Journal of the New York Entomological Society, 93(1): 1-912.

Kethley, J. 1990. Acarina: Prostigmata (Actinedida). In: D.L. Dindal (eds). Soil biology guide. John Wiley and Sons, New York, USA. pp: 667-753.

Koocheki, A., Khiabani, H., and Sarmadnia, G. 1987. Production crops. University of Mashhad Publications. (In Farsi).

Lewis, T. 1997. Thrips as crop pests. CAB International, Wallingford, UK.

Madadi, H., Kharazi-Pakdel, A., Ashouri, A., and Mohaghegh Neyshabouri, J. 2006. Life history parameters of *Thrips tabaci* (Thys.: Thripidae) on cucumber, sweet pepper and eggplant under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran, 25: 45-62. (In Farsi with English abstract).

Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Publishing, UK.

Maingi, J.M., Shisanya, C.A., and Gitonga, N.M., 2001. Nitrogen fixation by common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in pure and mixed stands in semiarid south-east Kenya. European Journal of Agronomy, 14: 1-12.

Minaei, K., and Mound, L.A. 2008. The Thysanoptera Haplothripini (Insecta: Phlaeothripidae) of Iran. Journal of Natural History, 42: 2617-2658.

Mound, L.A., and Kibby, G. 1998. Thysanoptera: an identification guide. 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK.

Patt, J.M., Hamilton, G.C., and Lashomb, J.H. 1997. Impact of strip-insectary intercropping with flowers on conservation biological control of the Colorado potato beetle. Advance in Horticultural Science, 11: 175-181.

Price, P.W. 1997. Insect ecology. 3rd edition. John Willey and Sons, Inc. New York.

Price, P.W., Bouton, C.E., Gross, P., McPheron, B.A., Thompson, J.N., and Weis, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 11: 41-65.

SAS Institute. 2005. SAS/Stat user guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.

Shannon, C.E., and Weaver W. 1949. A mathematical model of communication. Urbana, IL: University of Illinois Press.

Shelton, A.M., Plate, J., and Chen, M. 2008. Advances in control of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in cabbage. Journal of Economic Entomology, 101: 438-443.

Soleyman-Nejadiyan, A. 2009. Planting alfalfa in the adjacent sugarcane and its impact on the diversity of the sugarcane stem borer and damage. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 32: 89-92. (In Farsi with English abstract).

Southwood, T.R.E., and Henderson, P.A. 2000. Ecological methods. Blackwell Science, USA.

Effect of intercropping systems of green bean and clover on biodiversity of natural enemies of *Thrips tabaci* Lindeman

S.A.A. Fathi*

*__Corresponding Author:__ Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (fathi@uma.ac.ir)

Received: 2 November 2016 Accepted: 3 April 2017

Abstract

In this research, the influence of intercropping systems (including three, six and nine rows of green bean, *Phaseolous vulgaris* L. with alternate three rows of clover, *Trifolium resupinatum* L.) and monoculture of green bean on biodiversity of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman and the proportion of predators/prey density was studied in an experimental field in Ardabil during 2015 and 2016 years. 21 species of onion thrips predator were collected and identified among which the predator species *Aeolothrips intermedius* Bagnalland and *Orius niger* (Wolff) had the highest relative abundance in each of cropping systems. The Shannon diversity index (*H*) was significantly greater in each of the three intercrops than in green bean monoculture. The values of Morisita–Horn index (C_{MH}) between green bean monoculture and each of the three intercrops ($C_{MH} \leq 0.85$) were lower in comparison with the values of this index among the three intercrops ($C_{MH} \geq 0.94$). In two years, the proportion of predators/prey and the density of the onion thrips predators especially two dominant species *A. intermedius* and *O. niger* in each of the three intercrops were significantly higher than in green bean monoculture. Therefore, it can be concluded that strip-intercropping of green bean with clover caused higher biodiversity of the onion thrips predators and reduced the density of *T. tabaci*. Application of the strip-intercropping systems in the green bean fields as one of the important components in the integrated management of the onion thrips is recommended.

Keywords: The onion thrips, Species richness, Predators, Species abundance, Strip-intercropping