Archive of SID

JESI

DOI: 10.22117/JESI.2021.352331.1399

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۴۰۱-۳۸۹ ,(٤) ٤٠ ,١٣٩٩

JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2021, 40 (4), 389-401

تاثیر کشت‌های نواری فلفل با سیر در کنترل کنهٔ تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

خاطره محمدی، سید علی اصغر فتحی*، جبرائیل رزمجو و بهرام ناصری

گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: fathi@uma.ac.ir

چکیده

کنهٔ تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch یکی از آفات مهم محصولات کشاورزی در ایران است. در این تحقیق تاثیر تک‌کشتی فلفل (P)، *Capsicum annuum* L.، و کشت نواری فلفل با سیر (G)، *Allium sativum* L.، در سه الگوی ردیفی 3P:5G، 3P:8G، 3P:11G بر تراکم کنهٔ تارتن دولکه‌ای، تنوع و فراوانی دشمنان طبیعی آن و عملکرد محصول در مزرعه آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی دو فصل زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بررسی شد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک *T. urticae* روی گیاه فلفل در تیمارهای کشت نواری در مقایسه با تک کشتی فلفل به طور معنی‌دار کمتر بود ($P \leq 0.05$). شاخص تنوع شانون (H') و شاخص پیلو (J') برای گونه‌های شکارگر *T. urticae* در تیمارهای کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی فلفل به طور معنی داری بیشتر بود ($P \leq 0.05$). در تحقیق حاضر، کفشدوزک *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) و سن شکارگر *Orius niger* (Wolff) شکارگرهای غالب کنهٔ تارتن دولکه‌ای روی گیاهان فلفل بودند. فراوانی *O. niger* در کشت‌های نواری بیشتر از تک‌کشتی فلفل بود، ولی فراوانی *S. gilvifrons* بین تیمارهای کشت نواری و تک‌کشتی فلفل اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. مقادیر نسبت برابری زمین (LER) در هر دو سال مورد مطالعه در تیمارهای کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی فلفل و سیر بیشتر از عدد یک بود ($LER \geq 1.15$). بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت نواری فلفل و سیر می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی *T. urticae* در مزارع فلفل موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تراکم آفت، تراکم شکارگرها، عملکرد محصول، کشاورزی پایدار

The effect of strip-intercropping pepper and garlic on the control of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae)

Khatere Mohammadi, Seyed Ali Asghar Fathi*, Jabraeil Razmjou & Bahram Naseri

Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
* Corresponding author, E-mail: fathi@uma.ac.ir

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is an important pest of agricultural crops in Iran. In this study, intercropping pepper (P), *Capsicum annuum* L., with garlic (G), *Allium sativum* L., in the three patterns 3T:5G, 3T:8G and 3T:11G (row ratios) along with sole pepper crop were assessed on the densities of *T. urticae*, diversity of natural enemies and crop yield in an experimental field, based on a randomized complete block design during the two growing seasons 2017 and 2018. The densities of *T. urticae* eggs and mobile forms were lower in the three intercrops compared with sole pepper crop ($P \leq 0.05$). The values of the Shannon diversity index (H') and the Pielou's evenness index (J') for the composition of *T. urticae* predators were greater in the three intercrops compared with sole pepper crop. In the present study, *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) and *Orius niger* (Wolff) were the main predators of *T. urticae* on pepper plants. The abundance of *O. niger* was higher in the three intercrops compared with sole pepper crop, but the populations of *S. gilvifrons* had not significant difference between intercrops and sole pepper crop ($P \leq 0.05$). Moreover, the values of land equivalent ratio (*LER*) were greater

دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۵، پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱.

دبیر تخصصی : علیرضا صبوری

www.SID.ir

Archive of SID

than one in the three intercrops ($LER \geq 1.14$) compared to sole crops. These results revealed that intercropping pepper with garlic could be an effective method in the integrated management of *T. urticae* in pepper fields.

Key words: Crop yield, Pest densities, Predator densities, Sustainable agriculture.

Received: 26 October 2020, *Accepted:* 1 March 2021.

مقدمه

فلفل، *Capsicum annuum* L.، گیاهی از تیرهٔ Solanaceae است که در بسیاری از مناطق ایران کشت می‌شود. کنهٔ تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch از خانوادهٔ Tetranychidae یکی از مهم‌ترین آفات محصولات کشاورزی در ایران می‌باشد (Fathi, 2014; Abad *et al*., 2019). این کنه با قطعات دهانی سوزنی‌شکل، ابتدا سلول‌های گیاهی را سوراخ کرده و از محتویات آن تغذیه می‌کند. در نتیجه خالی شدن محتویات سلول‌ها، لکه‌های زردرنگ خیلی ریز در برگ ایجاد می‌شوند. در آلودگی‌های شدید این لکه‌های ریز زردرنگ به یکدیگر چسبیده و کل برگ به حالت کلروزه و در نهایت نکروزه تبدیل می‌شود. برگ‌های آلوده ضمن تغییر رنگ، به دلیل تنیدن تار توسط کنه دولکه‌ای به هنگام تخمریزی منظره گردآلود به خود می‌گیرند (Gorman *et al*., 2002; Meck *et al*., 2012). برای کنترل خسارت کنه تارتن دولکه‌ای روی محصولات مختلف اغلب از کنه‌کش‌ها استفاده می‌شود (Kim *et al*., 2006). کاربرد مکرر این ترکیبات مشکلات متعددی همچون گسترش مقاومت کنه تارتن دولکه‌ای به کنه‌کش‌ها و به خطر افتادن سلامت مصرف‌کنندگان را به همراه دارد (Kim *et al*., 2001). از سوی دیگر کاربرد بی‌رویه سموم شیمیایی و نیز تک‌کشتی محصولات باعث کاهش تنوع گونه‌ای و تراکم دشمنان طبیعی در بوم-سامانه‌های کشاورزی می‌شود (Altieri, 1999; Isman, 2006). یکی از روش‌های موثر و جایگزین در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات استفاده از سامانه‌های چندکشتی به جای تک‌کشتی به منظور حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی است (Gerson & Weintraub, 2007; Fathi, 2017; Midega *et al*., 2018). سامانه‌های چندکشتی از طریق دو فرضیه، (الف) اختلال در میزبان‌یابی آفات به دلیل همپوشانی مواد فرار مترشحه از سوی گیاه میزبان با مواد فرار مترشحه از سوی گیاهان همراه و (ب) افزایش کارایی شکارگرها و انگل‌واره‌ها به دلیل حضور شکارهای جایگزین، زیستگاه‌های مناسب برای فعالیت و نیز فراهم شدن شهد و گرده، باعث کاهش تراکم آفات روی گیاه میزبان می‌شوند (Chabert & Sarthou, 2017; Fathi, 2019; Abad *et al*., 2020; Cañarte *et al*., 2020). به طوری-که هر چه تنوع شکارها در سامانه‌های کشت بیشتر شود به همان میزان تنوع دشمنان طبیعی نیز افزایش می‌یابد (Khan *et al*., 2009; Letourneau *et al*., 2011; Midega *et al*., 2018). از سوی دیگر گیاهانی که همراه با گیاه اصلی کشت می‌شوند رفتار حشرات گیاه‌خوار روی گیاه اصلی را تغییر می‌دهند. به طوری که گیاهان همراه ممکن است باعث کاهش محرک‌های میزبان‌یابی حشرات گیاه‌خوار شده و یا حرکت و جابه‌جایی آن‌ها به سمت گیاهان میزبان را تغییر دهند و باعث کاهش استقرار و کلنی سازی حشرات گیاه‌خوار روی گیاه میزبان شوند که این منجر به کاهش جمعیت حشرات آفت روی محصول اصلی می‌شود (Isman, 2006; Letourneau *et al*., 2011; Kebede *et al*., 2018). برای مثال، گزارش شده است که کشت سیر بین ردیف‌های توت‌فرنگی راهکار بسیار مناسبی در کاهش جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای روی گیاهان توت‌فرنگی بود (Hata *et al*,. 2016).

تنوع پوشش گیاهی در سامانه‌های کشاورزی در تنظیم فراوانی آفات نقش مؤثری دارد (Isman, 2006; Song *et al*., 2010; Letourneau *et al*., 2011; Zhou *et al*., 2014; Kebede *et al*., 2018; Zarei *et al*., 2019). برای مثال، گزارش شده است کشت نواری کلم بروکلی با سیر در کاهش تخم‌گذاری و جمعیت پشهٔ *Contarinia nasturtii* Kieffer روی گیاهان کلم بروکلی تاثیر معنی‌داری دارد (Stratton *et al*., 2019).

در سامانه‌های کشت نواری، کاشت گیاهان همراه به همراه گیاه اصلی علاوه بر کاهش جمعیت آفات و افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی ممکن است، موجب بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش نفوذ آب، تثبیت

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن (به خصوص توسط لگوم‌ها)، جلوگیری از فرسایش خاک و کاهش جمعیت علف‌های هرز نیز شود (Vandermeer, 1989; Labrie *et al*., 2016; Zarei *et al*., 2019). بر این اساس تحقیق حاضر با هدف مطالعه تاثیر کشت‌های نواری فلفل و سیر در الگوهای مختلف روی فراوانی کنه تارتن دولکه‌ای، تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی و عملکرد هر دو محصول انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌تواند در انتخاب مناسب‌ترین الگوی کشت در مدیریت تلفیقی کنه تارتن دولکه‌ای مفید باشد.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش

آزمایش‌ها در مزرعه‌ای به مساحت ۰/۳ هکتار در شهرستان اهر از توابع استان آذربایجان شرقی (′51 °38 N, 46° 66′ E) طی دو فصل زراعی ١٣٩٦ و ١٣٩٧ انجام شدند.

تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایشی شامل تک‌کشتی فلفل (P) و سه الگوی کشت نواری فلفل و سیر شامل (١) سه ردیف فلفل با پنج ردیف سیر (3P:5G)، (٢) سه ردیف فلفل و هشت ردیف سیر (3P:8G) و (٣) سه ردیف فلفل و یازده ردیف سیر (3P:11G) بودند. لازم به ذکر است که از تیمار تک‌کشتی سیر (G) فقط برای اندازه‌گیری عملکرد محصول سیر نسبت به کشت‌های نواری در این آزمایش‌ها نیز استفاده شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در تحقیق حاضر، بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ بلوک بود. اندازه هر کرت ٥ × ٨ متر بود و فاصلهٔ ٤ متری اطراف هر کرت به عنوان حاشیه بدون کشت باقی ماند. بذرهای فلفل (رقم Prosid) و پیازهای سیر (رقم Rama) از موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. در مزرعه آزمایشی پیازهای سیر در آبان ماه سال قبل و بذرهای فلفل در اردیبهشت ماه سال بعد به صورت جوی و پشته و مطابق طرح آزمایش در کرت‌های مربوطه در مزرعه آزمایشی کاشته شدند. فاصلهٔ بین پشته‌ها در کشت فلفل ٦٠ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین پشته‌ها در کشت سیر ٣٠ سانتی‌متر بود. در این مزرعه آزمایشی از مصرف حشره‌کش‌ها اجتناب شد. بعد از کاشت محصولات وجین علف‌های هرز مطابق با عرف منطقه به صورت دستی انجام شد. در این تحقیق از کود ازته به میزان ١٥٠ گیلوگرم در هکتار پس از رویش گیاهان در مزرعه در اواخر اردیبهشت ماه استفاده شد.

تعیین تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای

نمونه‌برداری‌ها در مزرعه آزمایشی از زمان مشاهده تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای (٣١ اردیبهشت ١٣٩٦ و ٥ خرداد ١٣٩٧) آغاز و به فاصله زمانی هفتگی تا زمان برداشت محصول ادامه یافت. واحد نمونه‌برداری یک سانتی‌متر مربع از سطح پایینی برگ انتخاب شد. ابتدا نمونه‌برداری‌های اولیه برای تعیین تعداد نمونه کافی انجام شد. تعداد نمونه کافی برای برآورد جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای با استفاده از رابطه (١) محاسبه شد (Southwood & Henderson, 2000).

$$N = (\frac{1.96}{D})^2 (\frac{S}{\overline{x}})^2 \qquad (١)$$

در این رابطه: N تعداد نمونه کافی، S انحراف معیار داده‌های حاصل از نمونه‌برداری اولیه و $\overline{X}$ میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه می‌باشد. D نیز سطح دقت آزمایش بود که مقدار آن ۰/۲۵ در نظر گرفته شد.

سپس، در هر نوبت نمونه‌برداری چهار گیاه فلفل در هر کرت آزمایشی (در مجموع ١٦ گیاه برای هر سامانه کشت) به طور تصادفی در الگوی Z شکل انتخاب شدند. در هر نوبت نمونه‌برداری یک برگ از قسمت‌های

www.SID.ir

Archive of SID

پایینی، میانی و انتهایی گیاه انتخاب شد و تعداد تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای در واحد یک سانتی‌متر مربع از سطح پایینی برگ (با یادداشت کردن مشخصاتی همچون نام تیمار و تاریخ نمونه‌برداری) با استفاده از ذره‌بین (۱۰×) شمارش و یادداشت شدند. همه شمارش‌ها بین ساعت ۹ تا ۱۲ انجام شد. لازم به ذکر است که میانگین داده‌های تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک این کنه به ازای هر کرت آزمایشی در تجزیه واریانس داده‌ها استفاده شدند.

بررسی تنوع زیستی دشمنان طبیعی کنهٔ تارتن دولکه‌ای

همزمان با آزمایش‌های قبلی، روی چهار گیاه فلفل انتخاب شده در هر کرت آزمایشی برای تخمین فراوانی کنه (در مجموع ۱۶ گیاه برای هر سامانه کشت) تعداد گونه‌های شکارگر مشاهده شده روی هر گیاه با استفاده از یک ذره‌بین دستی (۱۰×) (با یادداشت کردن مشخصاتی همچون نام تیمار و تاریخ نمونه‌برداری) شمارش و ثبت شد. لازم به ذکر است که تعدادی از حشرات کامل، پوره‌ها و لاروهای گونه‌های شکارگر درون قفس‌های لیوانی با درپوش توری با برچسب حاوی نام تیمار، نام گیاه میزبان، تاریخ نمونه‌برداری و مرحله رشدی گیاه به آزمایشگاه منتقل شدند و در دمای اتاق تا زمان تکمیل نشوونما و تبدیل آنها به حشرات کامل شکارگر نگهداری شدند. حشرات کامل و کنه‌های بالغ گونه‌های شکارگر با استفاده از کلیدهای معتبر در آزمایشگاه زیر استریومیکروسکوپ و یا میکروسکوپ شناسایی شدند (Bei-Bienko *et al.*, 1967; Chant & McMurtry, 2007). سپس بر اساس داده‌های تعداد و فراوانی گونه‌های شکارگر، شاخص تنوع شانون (H') (رابطه‌ی ۲) و شاخص پیلو (J') (رابطهٔ ۳) برای هر یک از تیمارهای آزمایشی محاسبه شد (Magurran, 2004):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \qquad (۲)$$

در این رابطه: H' شاخص تنوع شانون و p_i نسبت افراد درگونه i ام به کل افراد (n_i/N) می‌باشند.

$$J' = H'/\ln S \qquad (۳)$$

در این رابطه S غنای گونه‌ای است.

در ادامه، با تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از گونه‌های شکارگر و مشخص شدن شکارگرهای غالب کنه تارتن دولکه‌ای، تراکم جمعیت گونه‌های غالب شکارگر بین تیمارهای آزمایشی مقایسه شدند.

تعیین سودمندی کشت‌های نواری

در این آزمایش‌ها، برداشت فلفل به طور هفتگی از اوایل مردادماه آغاز و تا اواسط شهریورماه ادامه یافت. به این صورت که در هر کرت یک کادر یک متر مربعی به طور تصادفی انتخاب شد و بوته‌ها با بستن نواری به دور ساقه آن‌ها نشان‌دار شدند. برداشت فلفل در هر نوبت نمونه‌برداری فقط از بوته‌های نشان‌دار انجام گرفت. میوه‌های چیده شده درون پاکت با برچسب حاوی نام تیمار، نام بلوک و تاریخ نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل شدند و به صورت جداگانه با استفاده از ترازوی حساس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم (Sartorius Inc., Edgewood, NY, USA) وزن شدند. در پایان فصل برداشت وزن کل میوه‌های چیده شده به ازای یک متر مربع در هر کرت محاسبه شد.

همچنین، عملکرد سیر در هر کرت در یک کادر یک متر مربعی تعیین شد. به این صورت که در زمان زرد شدن برگ‌های گیاهان سیر در مزرعه، یک مساحت یک متر مربعی به طور تصادفی در هر کرت انتخاب شد، سپس کل بوته‌های سیر درون مربع از خاک بیرون آورده شدند و به مدت یک هفته زیر نور خورشید خشک شدند. پس از آن، پیازهای هر کرت از شاخ و برگ‌ها بریده شدند و وزن پیازها به ازای یک کوادرات تعیین شد.

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور تعیین سودمندی کشت نواری فلفل و سیر نسبت به تک‌کشتی هر یک از محصولات نامبرده، از شاخص نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio) (رابطه ٤) استفاده شد (Mead & Willey, 1980):

$$LER= (Y_{Pi}/Y_P)+(Y_{Gi}/Y_G) \qquad (٤)$$

در این معادله Y_{Pi} و Y_P به ترتیب عملکرد فلفل در کشت نواری و تک‌کشتی و Y_{Gi} و Y_G به ترتیب عملکرد سیر در کشت نواری و تک‌کشتی می‌باشند. در صورتیکه نسبت برابری زمین بزرگ‌تر از یک باشد، به معنی این است که سامانه‌های کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی هر یک از محصولات سودمندی بیشتری دارد، ولی اگر این نسبت کمتر از یک باشد به این معنی است که سامانه‌های کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی هر یک از محصولات سودمندی ندارد (Mead & Willey, 1980).

تجزیه آماری داده‌ها

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، به منظور حذف غیریکنواختی واریانس داده‌های تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای از تبدیل داده Log(x) استفاده شد. داده‌های مربوط به تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای در هر یک از سال‌های ١٣٩٦ و ١٣٩٧ به‌طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند و مقایسهٔ میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (SAS, 2005). شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی پیلو برای گونه‌های شکارگر کنه تارتن دولکه‌ای در هر کرت مربوط به هر تیمار به طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار Excel 2003 محاسبه شدند. همچنین، داده‌های مربوط به عملکرد هر دو محصول فلفل و سیر نیز به طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند و مقایسهٔ میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (SAS, 2005).

نتایج

تراکم کنه تارتن دولکه‌ای

در پژوهش حاضر مشخص شد که در هر دو سال، تراکم تخم‌های کنه تارتن دولکه‌ای در تک کشتی فلفل به طور معنی‌داری بیشتر از کشت‌های نواری فلفل و سیر بود ($F_{٣,٩}$=٧١/٩٢; P ≤ ٠/٠٠١ در سال ١٣٩٦ و ٠/٠٠١ ; ≤$F_{٣,٩}$=٥٩/٢٧P در سال ١٣٩٧). همچنین، در سال ١٣٩٦ تراکم تخم‌ها در کشت‌های نواری 3P:8G و 3P:11G به طور معنی‌داری کمتر از تیمار 3P:5G بود (جدول ١). بیشترین تراکم مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای در هر دو سال در حالت تک‌کشتی فلفل مشاهده شد ($F_{٣,٩}$=٦٥/٠٨ ; P ≤ ٠/٠٠١ در سال ١٣٩٦ و $F_{٣,٩}$=٤٧/٣٢; P ≤ ٠/٠٠١ در سال ١٣٩٧).

جدول ١- میانگین (±SE) تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک *Tetranychus urticae* به ازای یک سانتی‌متر مربع برگ‌های فلفل در تک‌کشتی فلفل (P) و سه الگوی کشت نواری فلفل با سیر (P:G) در سال ١٣٩٦ و ١٣٩٧

Table 1. Mean (± SE) densities of *Tetranychus urticae* eggs and mobile forms per cm^2 on pepper leaves in sole pepper (P) and the three intercrop patterns of pepper with garlic (P:G) in 2017 and 2018

Cropping systems	Density of eggs per cm^2		Density of mobile forms per cm^2	
	2017	2018	2017	2018
Sole pepper	5.34 ± 0.45 a	4.44 ± 0.15 a	5.45 ± 0.42 a	5.57 ± 0.101 a
3P:5G	1.24 ± 0.27 b	1.27 ± 0.19 b	1.02 ± 0.20 b	0.94 ± 0.15 b
3P:8G	1.08 ± 0.17 b	0.98 ± 0. 16 c	0.89 ± 0.12 b	0.83 ± 0.13 b
3P:11G	0.81 ± 0.31 b	0.87 ± 0.19 c	0.71 ± 0.18 b	0.67 ± 0.10 b

Means with the same letter in each column are not significantly different (Tukey's HSD test, $P \leq 0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

تنوع گونه‌ای شکارگرها

در تحقیق حاضر *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (Col., Coccinellidae) و *Orius niger* (Wolff) (Hem., Anthocoridae) در بین شکارگرهای کنه تارتن دولکه‌ای بیشترین فراوانی را در دو سال مورد آزمایش داشتند (جدول ۲). سایر گونه‌های شکارگر کنه تارتن دولکه‌ای به نام‌های *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neur., Chrysopidae)، *Scolothrips longicornis* (Pergande) (Thys., Thripidae)، *Aeolothrips intermedius* (Bagnall) (Thy., Aeolothripidae)، *Neoseiulus zwoelferi* (Dosse) (Acari, Phytoseiidae)، *Orius minutus* (Linnaeus) (Hem., Anthocoridae)، *Geocoris punctipes* (Say) (Hem., Geocoridae)، *Nabis pseudoferus* (Remane) (Hem., Nabidae)، *Deraeocoris panctalutus* (Fallen) (Hem., Miridae)، *Macrolophus caliginosus* (Wagner) (Hem., Miridae)، *Anystis baccarum* (Linnaeus) (Acari., Anystidae) و *Scymnus gracilis* (Motschulsky) (Col., Coccinellidae) نیز به ترتیب با فراوانی متوسط رو به پایین در مزرعه آزمایشی جمع‌آوری شدند (جدول ۲). در هر دو سال مورد آزمایش، شاخص تنوع شانون برای شکارگرهای کنه تارتن دولکه‌ای در کشت‌های نواری بیشتر از تک کشتی فلفل بود (جدول ۲). همچنین، در هر دو سال مورد مطالعه شاخص پیلو در کشت‌های نواری فلفل با سیر به دلیل افزایش تعداد گونه‌های شکارگر و همگن‌تر شدن فراوانی نسبی آن‌ها بیشتر از تک‌کشتی فلفل بود (جدول ۲).

در تحقیق حاضر، فراوانی *S. gilvifrons* در هر دو سال مورد بررسی، بین تک‌کشتی فلفل و کشت‌های نواری فلفل و سیر اختلاف معنی‌داری نداشت ($F_{۳و۹}$=۱/۲۷ ; P = ۰/۳٤۲ در سال ۱۳۹٦ و $F_{۳و۹}$=۲/٤۳; P = ۰/۱۳۲ در سال ۱۳۹۷) (جدول ۳). در مقابل، فراوانی *O. niger* در کشت‌های نواری فلفل و سیر از نظر آماری به طور معنی‌داری بیشتر از تک کشتی فلفل بود ($F_{۳و۹}$=۱۵/۹۲ ; P ≤ ۰/۰۰۱ در سال ۱۳۹٦ و $F_{۳و۹}$=۲۷/۳۲; P ≤ ۰/۰۰۱ در سال ۱۳۹۷) (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- فراوانی شکارگرها، و شاخص تنوع شانون (*H'*) و شاخص یکنواختی پیلو (*J'*) برای ترکیب گونه‌ای شکارگرهای *Tetranychus urticae* در تک‌کشتی فلفل (P) و سه الگوی کشت نواری فلفل با سیر (P:G) در سال ١٣٩٦ و ١٣٩٧

Table 2. Abundance of predators, and Shannon diversity index (*H'*) and Pielou's evenness index (*J'*) for the complex of predators of *Tetranychus urticae* in sole pepper (P) and the three intercrop patterns of pepper with garlic (P:G) in 2017 and 2018

Predators	Sole crop		3P:5G		3P:8G		3P:11G	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Stethorus gilvifrons	534 (43.7[a])	626 (49.25)	502 (32.12)	534 (30.99)	482 (28.37)	525 (29.48)	452 (27.05)	509 (28.09)
Orius niger	295 (24.14)	248 (19.51)	443 (28.34)	510 (29.6)	543 (31.96)	584 (32.79)	603 (36.09)	640 (35.32)
Chrysoperla carnea	107 (8.756)	129 (10.15)	178 (11.39)	182 (10.56)	185 (10.89)	175 (9.83)	157 (9.40)	188 (10.38)
Scolothrips longicornis	95 (7.774)	103 (8.1)	145 (9.28)	166 (9.63)	159 (9.36)	162 (9.1)	141 (8.44)	152 (8.40)
Aeolothrips intermedius	46 (3.764)	23 (1.81)	62 (3.97)	60 (3.48)	66 (3.89)	63 (3.54)	55 (3.29)	58 (3.20)
Neoseiulus zwoelferi	26 (2.13)	37 (2.91)	46 (2.94)	54 (3.13)	47 (2.77)	54 (3.03)	50 (2.99)	49 (2.70)
Orius minutus	24 (1.96)	20 (1.57)	38 (2.43)	39 (2.26)	45 (2.65)	42 (2.36)	37 (2.21)	39 (2.15)
Geocoris punctipes	21 (1.72)	15 (1.18)	34 (2.18)	32 (1.86)	33 (1.94)	30 (1.68)	39 (2.33)	34 (1.88)
Nabis pseudoferus	21 (1.72)	18 (1.42)	32 (2.05)	36 (2.09)	36 (2.12)	34 (1.91)	32 (1.92)	36 (1.98)
Deraeocoris punctulatus	19 (1.56)	16 (1.26)	26 (1.66)	30 (1.74)	29 (1.71)	32 (1.80)	30 (1.79)	35 (1.93)
Macrolophus caliginosus	15 (1.23)	13 (1.02)	16 (1.02)	29 (1.68)	25 (1.47)	31 (1.74)	27 (1.62)	28 (1.55)
Anystis baccarum	19 (1.56)	16 (1.26)	28 (1.79)	33 (1.92)	33 (1.94)	33 (1.85)	32 (1.92)	28 (1.55)
Scymnus gracilis	-	7 (0.55)	13 (0.83)	18 (1.05)	16 (0.94)	16 (0.90)	16 (0.96)	16 (0.88)
Total abundance	1222 (100)	1271 (100)	1563 (100)	1723 (100)	1699 (100)	1781 (100)	1671 (100)	1812 (100)
Shannon diversity index (*H´*)	1.72	1.64	1.9	1.91	1.92	1.89	1.88	1.86
Pielou's evenness index *J´= H'* /ln(*S*)	0.69	0.66	0.76	0.77	0.77	0.76	0.76	0.74

a, is relative abundance (%)

جدول ۳- میانگین (±SE) تراکم *Orius niger* و *Stethorus gilvifrons* به ازای یک گیاه فلفل در تک‌کشتی فلفل (P) و سه الگوی کشت نواری فلفل با سیر (P:G) در سال ١٣٩٦ و ١٣٩٧

Table 3. Mean (± SE) densities of *Orius niger* and *Stethorus gilvifrons* per pepper plant in sole pepper (P) and and the three intercrop patterns of pepper with garlic (P:G) in 2017 and 2018

Cropping systems	Density of *Orius niger* per plant		Density of *Stethorus gilvifrons* per pant	
	2017	2018	2017	2018
Sole pepper	0.42 ± 0.05 b	0.35 ± 0.04 b	0.75 ± 0.09 ns	0.89 ± 0.10 ns
3P:5G	0.63 ± 0.07 a	0.73 ± 0.08 a	0.71 ± 0.05 ns	0.76 ± 0.08 ns
3P:8G	0.77 ± 0.09 a	0.83± 0.11 a	0.69 ± 0.04 ns	0.74 ± 0.06 ns
3P:11G	0.86 ± 0.10 a	0.91 ± 0.09 a	0.64 ± 0.06 ns	0.72 ± 0.07 ns

Means with the same letter in a column are not significantly different (Tukey's HSD test, $P \leq 0.05$)
[ns] indicated no-significant difference among treatments

عملکرد کشت‌های نواری

عملکرد فلفل در کشت‌های نواری، در هر دو سال مورد مطالعه به طور معنی‌داری بیشتر از حالت تک کشتی فلفل بود ($F_{٣,٩}$=١٣٤/٣٥; P≤ ٠/٠٠١ در سال ١٣٩٦ و $F_{٣,٩}$=٩٢/٨٧; P ≤ ٠/٠٠١ در سال ١٣٩٧) (جدول ٤).

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین در هر دو فصل زراعی، عملکرد محصول سیر در کشت‌های نواری نیز بیشتر از حالت تک‌کشتی سیر بود ($F_{۳,۹}$=۷٤/۲۵ ; P ≤ ۰/۰۰۱ در سال ۱۳۹٦ و $F_{۳,۹}$=۸۰/٦۲; P ≤ ۰/۰۰۱ در سال ۱۳۹۷) (جدول ٤). شاخص نسبت برابری زمین (*LER*) در کشت‌های نواری در مقایسه با تک‌کشتی فلفل و سیر بیشتر از عدد یک به دست آمد (*LER* ≥ ۱/۱۵) (جدول ٤).

جدول ٤- میانگین (±SE) عملکرد فلفل و سیر و نسبت برابری زمین (*LER*) در تک‌کشتی فلفل (P) و سه الگوی کشت نواری فلفل با سیر (P:G) در سال ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷

Table 4. Mean (± SE) yields of pepper and garlic and land equivalent ratio (*LER*) in sole pepper (P) and the three intercrop patterns of pepper with garlic (P:G) in 2017 and 2018

Cropping systems	Pepper yield (kg/m^2)		Garlic yield (kg/m^2)		Land equivalent ratio (*LER*)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Sole crop	1.73 ± 0.15 b	2.02 ± 0.13 b	1.44 ± 0.06 b	1.53 ± 0.05 b	1	1
3P:5G	2.32 ± 0.24 a	2.53 ± 0.41 a	1.68 ± 0.12 a	1.74 ± 0.08 a	1.23	1.18
3P:8G	2.43 ± 0.16 a	2.68 ± 0.34 a	1.64 ± 0.10 a	1.73 ± 0.09 a	1.21	1.18
3P:11G	2.50 ± 0.21 a	2.66 ± 0.24 a	1.6 ± 0.07 a	1.69 ± 0.07 a	1.18	1.15

Means with the same letter in a column are not significantly different (Tukey's HSD test, $P \leq 0.05$).

بحث

در تحقیق حاضر کاهش جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در کشت‌های نواری فلفل با سیر در سه الگوی مختلف 3P:5G، 3P:8G و 3P:11G مشاهده شد. تاثیر کشت‌های نواری دو یا چند گونه گیاهی در کاهش جمعیت برخی از آفات توسط محققین قبلی (Hata *et al*., 2016; Stratton *et al*., 2019; Abad *et al*., 2020) گزارش شده بود. دلیل کاهش جمعیت آفات در کشت‌های نواری گیاه میزبان با سایر گیاهان همراه می‌تواند با کاهش میزبان‌یابی، استقرار و تخم‌گذاری آفات روی گیاه میزبان در ارتباط باشد (Hooks & Junson, 2003; Stratton *et al*., 2019). یکی از دلایل کاهش جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در کشت‌های نواری فلفل و سیر می‌تواند با خاصیت دورکنندگی بوهای متصاعد شده از سوی گیاهان سیر در ارتباط باشد (Stratton *et al*., 2019). چراکه در مطالعات قبلی خاصیت دورکنندگی بوهای متصاعد شده از گیاهان سیر (به دلیل داشتن حلقه های آروماتیکی) نسبت به برخی آفات گزارش شده است (Zhou *et al*., 2014; Hata *et al*., 2016; Stratton *et al*., 2019). در تحقیق حاضر، در سامانه تک‌کشتی فلفل چون تنها بوهای موجود در فضا فقط از گیاهان فلفل ترشح شد و با بوهای مترشحه از گیاهان سیر مخلوط نشد، بر این اساس، فرایند میزبان‌یابی و افزایش جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در تک‌کشتی فلفل سریع‌تر از کشت‌های نواری فلفل با سیر انجام شد. همینطور در تحقیق حاضر مشخص شد که کشت نواری سیر با فلفل در افزایش تنوع گونه‌ای شکارگرهای کنه تارتن دولکه‌ای نقش مهمی را داشت. تنوع گونه‌ای شکارگرها در سامانه‌های مختلف کشت با استفاده از شاخص‌های مختلف از جمله شاخص تنوع شانون (*H'*) و شاخص یکنواختی پیلو (*J´*) محاسبه می‌شود (Magurran, 2004). در تحقیق حاضر، مقادیر شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی پیلو در کشت‌های نواری فلفل با سیر بیشتر از تک‌کشتی فلفل بودند. افزایش تنوع پوشش گیاهی در کشت‌های نواری علاوه بر فراهم ساختن شکارهای جایگزین برای شکارگرها و انگل‌واره‌ها، باعث فراهم شدن خردزیستگاه‌های متنوعی می‌شود که در حمایت و حفاظت از دشمنان طبیعی و افزایش تنوع گونه‌ای آنها نقش بسیار موثری را دارند (Rowe *et al*., 2006; Letourneau *et al*., 2011; Zarei *et al*., 2019).

در تحقیق حاضر، *S. gilvifrons* و *O. niger* جزو شکارگرهای غالب کنه تارتن دولکه‌ای روی گیاهان فلفل بودند. این نتیجه با یافته‌های محققین قبلی مبنی بر جمعیت بالای این شکارگرها روی گیاهان آلوده به کنه تارتن

www.SID.ir

Archive of SID

دولکه‌ای مطابقت دارد (Ahmad *et al*., 2010; Fathi, 2014; Taghizadeh *et al*., 2018; Abad *et al*., 2019). از سوی دیگر، در هر سه الگوی کشت نواری مورد مطالعه فراوانی سن شکارگر *O. niger* در مقایسه با حالت تک‌کشتی فلفل افزایش معنی‌داری داشت. دلیل این نتیجه می‌تواند با آلودگی گیاهان سیر به تریپس‌های گیاهخوار به خصوص تریپس پیاز و در نتیجه فراهم شدن جمعیت بالای تریپس‌های گیاهخوار روی گیاهان سیر به عنوان شکار جایگزین برای سن شکارگر *O. niger* ارتباط داشته باشد. محققین قبلی نیز افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آفات در برخی از سامانه‌های چندکشتی در مقایسه با تک‌کشتی را به دلیل تامین شکارهای جایگزین، شهد، گرده و پناهگاه‌های متنوع برای دشمنان طبیعی گزارش کردند (Garcia-Mari & González-Zamora, 1999; Men *et al*., 2004; Unsicker *et al*., 2006; Duarte *et al*., 2015; Zarei *et al*., 2019).

الگوهای کشت نواری مورد بررسی در پژوهش حاضر ضمن کاهش تراکم جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای باعث افزایش عملکرد هر دو محصول نسبت به حالت تک‌کشتی هر کدام از محصولات نیز شدند. سودمندی کشت‌های نواری نسبت به تک‌کشتی هر کدام از محصولات بر اساس شاخص برابری زمین (*LER*) محاسبه می‌شود (Willey & Osiru, 1972; Vandermeer, 1989). هر اندازه مقدار این شاخص از یک بیشتر باشد نشان دهندهٔ سودمندی نسبی کشت‌های نواری در مقایسه با تک‌کشتی‌های هر دو محصول است (Mead & Willey, 1980). در پژوهش حاضر، مقادیر شاخص *LER* برای هر سه سامانه کشت نواری بیشتر از عدد یک به دست آمد که نشان دهندهٔ سودمندی بالای کشت‌های نواری نسبت به تک کشتی هر کدام از محصولات به تنهایی است. بالاتر بودن مقادیر *LER* در کشت‌های نواری می‌تواند با ساختار پوشش گیاهی و کاهش سایه‌اندازی پوشش گیاهی و نیز عدم وجود رقابت بین محصولات کاشته شده در کشت‌های نواری در ارتباط باشد. از سوی دیگر، کاهش جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در کشت‌های نواری نیز یکی دیگر از دلایل افزایش سودمندی نسبی کشت‌های نواری بود. افزایش سودمندی نسبی در برخی از کشت‌های نواری در تحقیقات انجام شده توسط محققین قبلی نیز گزارش شده است (Labrie *et al*., 2016; Tajmiri *et al*., 2017a, b; Zarei *et al*., 2019).

در مجموع بر اساس یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت نواری فلفل و سیر به خصوص در الگوهای 3P:8G و 3P:11G باعث کاهش تراکم جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای، افزایش تنوع گونه‌ای شکارگرها و افزایش عملکرد هر دو محصول شد. بر این اساس، کشت نواری فلفل و سیر به خصوص در الگوهای 3P:8G و 3P:11G می‌تواند به عنوان روش موثر در کنترل کنه تارتن دولکه‌ای در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت در مزارع فلفل لحاظ شود.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر همکاری و حمایت مالی از پژوهش حاضر تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Abad, M. K. R., Fathi, S. A. A., Nouri-Ganbalani, G. & Amiri-Besheli, B. (2019) Effects of strip intercropping of eggplant with soybean on densities of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*, species diversity of its natural enemies, and crop yield. Iranian *Journal of Plant Protection Sci*ence 50, 27-39. (In Persian with English summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Abad, M. K. R., Fathi, S. A. A., Nouri-Ganbalani, G. & Amiri-Besheli, B. (2020) Influence of tomato/clover intercropping on the control of *Helicoverpa armigera* (Hübner). *International Journal of Tropical Insect Science* 40, 39-48.

Ahmad, M., Mofleh, M. & Haloum, M. (2010) The efficiency of the predator *Stethorus gilvifrons* Mulsant to control the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch in greenhouse eggplant. *Arab Journal of Plant Protection* 28, 169-174.

Altieri, M. A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture*. *Ecosystem and Environment* 74, 19-31.

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. H., Sharov, A. G., Spuris, Z. D., Yaczewski, T. L., Yakhontov, V. V. & Zhiltsoo, L. A. (1967). *Keys to the insects of the European USSR*. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute.

Cañarte, E., Sarmento, R. A., Erasmo, E. A. L., Pallini, A., Venzon, M., Pinto, I. O., Pedro-Neto, M. (2020) Contributions of intercropping systems for diversity and abundance of mite community on *Jatropha curcas*. *BioControl* 65, 305–312.

Chabert, A., Sarthou, J. P. (2017) Practices of conservation agriculture prevail over cropping systems and landscape heterogeneity in understanding the ecosystem service of aphid biocontrol. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 249, 70-79.

Chant, D. A. & McMurtry, J. A. (2007). *Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata)*. Indira Publishing House west Bloomfield Michigan, USA.

Duarte, M. V. A., Venzon, M., Bittencourt, M. C. S., Rodríguez-Cruz, F. A., Pallini, A., Janssen, A. (2015) Alternative food promotes broad mite control on chilli pepper plants. *BioControl* 60, 817–825.

Fathi, S. A. A. (2014) Efficiency of *Orius minutus* for control of *Tetranychus urticae* on selected potato cultivars. *Biocontorol Science and Technology* 24, 936-949.

Fathi, S. A. A. (2017) Effect of intercropping systems of green bean and clover on biodiversity of natural enemies of *Thrips tabaci* Lindeman. *Plant Protection (Science Journals Agricultural)* 40, 13-25. (In Persian with English summary)

Fathi, S. A. A. (2019) Intercropping effect of strawberry and coriander for controlling the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Plant Pest Research* 9, 15-24. (In Persian with English summary)

Garcia-Mari, F. & González-Zamora, J. E. (1999) Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. *Experimental and Applied Acarology* 23, 487-495.

Gerson, U & Weintraub, P. G. (2007) Mites for contorol of pests of protected cultivation. *Pest Management Science* 63, 658-676.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorman, K., Hewitt, F., Denholm, I. & Devine, G. J. (2002) New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in the UK. *Pest Management Science* 58, 123-130.

Hata, F., Ventura, M., Chrvalho, M., Miguel, A., Souza, M., Paula, M. & Zawadneak, M. (2016) Intercropping garlic plants reduces *Tetranychus urticae* in strawberry crop. *Experimental and Applied Acarology* 69, 311-321.

Hooks, G. R. R. & Juhnson, M. V. (2003) Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection* 22, 223-238.

Isman, M. B. (2006) Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51, 45-66.

Kebede, Y., Baudron, F., Bianchi, F. & Tittonell, P. (2018) Unpacking the push-pull system: Assessing the contribution of companion crops along a gradient of landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 268, 115-123.

Khan, Z. R., Midega, C. A. O., Wanyama, J. M., Amudavi, D. M., Hassanali, A., Pittchar, J. & Pickett, J. A. (2009) Integration of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.) into the push–pull technology developed for stemborer and Striga control in maize-based cropping systems. *Crop Protection* 28, 997-1006.

Kim, M., Sim, C., Shin, D., Suh, E. & Cho, K. (2006) Residual and sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on the instantaneous rate of increase of *Tetranychus urticae*. *Crop Protection* 25, 542- 548.

Kim, J. J., Lee, M. H., Yoon, C. & Kim, H. (2001) Contorol of catton aphid and greenhouse whitefly whit a fungal pathogen. *Entomologica Experimenta et Applicata* 27, 1-5.

Labrie, G., Estevez, B. & Lucas, E. (2016) Impact of large strip cropping system (24 and 48 rows) on soybean aphid during four years in organic soybean. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 222, 249-257.

Letourneau, D. K., Armbrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V. C., Rrez, C. G., Pez, S. N., Pez, J. L., Pangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M. & Trujillo, A. R. (2011) Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21, 9-21.

Magurran, A. E. (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, USA

Mead, R. & Willey, R. W. (1980) The concept of a 'Land equivalent ratio' and adventages in yields from intercropping. *Eperimental Agricultural* 16, 217-228.

Meck, E. D., Walgenbach, J. F. & Kennedy, G. G. (2012) Association of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding and gold fleck damage on tomato fruit. *Crop Protection* 42, 24-29

www.SID.ir

Archive of SID

Men, X. Y., Ge, F., Yardim, E. N. & Parajulee, M. N. (2004) Evaluation of winter wheat as a potential relay crop for enhancing biological control of cotton aphids in seedling cotton. *BioControl* 49, 701-714.

Midega, C. A. O., Pittchar, J. O., Pickett, J. A., Hailu, G. W. & Khan, Z. R. (2018) A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Protection* 105, 10-15.

Rowe, E. C., Healey, J. R., Edwards-Jones, G., Hills, J., Howells, M. & Jones, D. L. (2006) Fertilizer application during primary succession changes the structure of plant and herbivore communities, *Biological Conservation* 131, 510-522.

SAS Institute. (2005) SAS/STAT user's guide, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC.

Song, B. Z., Wu, H. Y., Kong, Y., Zhang, J., Du, Y. L., Hu, J. H. & Yao, Y. C. (2010) Effects of intercropping with aromatic plants on the diversity and structure of an arthropod community in a pear orchard. *BioControl* 55, 741-751.

Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000) *Ecological Methods*. Blackwell Science, USA.

Stratton, C. A., Hodgdon, E., Rodriguez-Saona, C., Shelton, A. M. & Chen, Y. H. (2019) Odors from phylogenetically-distant plants to Brassicaceae repel an herbivorous Brassica specialist. *Scientific Reports* 9, 10621.

Taghizadeh, M., Haddad Irani-Nejad, K., Iranipour, S. & Moghaddam, M. (2018) Daily consumption and functional respons of *Stethorus glivifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Orius albidipennis* (Hemoptera: Anthocoridae) to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Persian Journal of Acarology* 7, 363-380.

Tajmiri, P., Fathi, S. A. A., Golizadeh, A. & Nouri-Ganbalani, G. (2017a) Strip-intercropping canola with annual alfalfa improves biological control of *Plutella xylostella* (L.) and crop yield. *Internatiomal Journal of Tropical Insect Science* 37, 208-216.

Tajmiri, P., Fathi, S. A. A., Golizadeh, A & Nouri-Ganbalani, G. (2017b) Effect of strip-intercropping potato and annual alfalfa on populations of *Leptinotarsa decemlineata* Say and its Predators. *International Journal of pest Management* 63, 273-279.

Unsicker, S. B., Baeir, N., Kahmen, A., Wagner, M., Buchmann, N & Weisser, W. (2006) Invertebrate herbivory along a gradient of plant species diversity in extensively managed grasslands. *Oecologia* 150, 233-246.

Vandermeer, H. (1989) *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge.

Willey, R. W. & Osiru, D. S. O. (1972) Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *The Journal of Agricultural Science* 79, 519-529.

Zarei, E., Fathi, S. A. A., Hassanpour, M. & Golizadeh, A. (2019) Assessment of intercropping tomato and sainfoin for the control of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Crop Protection* 120, 125-133.

www.SID.ir

Archive of SID

Zhou, H., Chen, J., Liu, Y., Francis, F., Haubruge, E., Bragard, C., Sun, J. & Cheng, D. (2014) Influence of garlic intercropping or active emitted volatiles in releasers on aphid and related beneficial wheat fields in China. *Journal of Integrative Agriculture* 12, 667-473.

www.SID.ir