

تأثیر کشت نواری بادنجان با سویا در تراکم کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae*، تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آن و عملکرد محصول

مهدی کبیری رئیس‌آباد^۱، سید علی اصغر فتحی^{۲*}، قدیر نوری قنبلانی^۱ و بهنام امیری بشلی^۳
۱ و ۲. دانشجوی دکتری و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳. دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵)

چکیده

در این پژوهش تأثیر سامانه‌های تک‌کشتی بادنجان (E) و سویا (S) و سه سامانه کشت نواری شامل دو ردیف بادنجان با چهار ردیف سویا (2E: 4S)، دو ردیف بادنجان با دو ردیف سویا (2E: 2S) و چهار ردیف بادنجان با دو ردیف سویا (4E: 2S) روی تراکم کنه تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch، تنوع و فراوانی شکارگرهای آن و عملکرد هر دو محصول در مزرعه آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. در هر دو سال مورد پژوهش، تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک *T. urticae* روی گیاه بادنجان و سویا در هر سه سامانه کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی بادنجان و تک‌کشتی سویا به‌طور معنی‌داری کمتر بود ($P < 0.05$). علاوه بر آن، در هر یک از سامانه‌های تک‌کشتی و کشت نواری تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک *T. urticae* روی گیاه سویا به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه بادنجان بود. شاخص تنوع شانون (H') برای گونه‌های شکارگر *T. urticae* روی گیاه بادنجان در سامانه‌های کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی بادنجان به‌طور معنی‌داری بیشتر بود، ولی مقدار این شاخص روی گیاه سویا در تک‌کشتی سویا و سامانه کشت نواری 2E: 4S بیشتر از 2E: 2S و 4E: 2S بود ($P < 0.05$). مقادیر نسبت برابری زمین (LER) در هر یک از دو سال مورد پژوهش در سامانه کشت نواری 2E: 4S بالاتر از سایر سامانه‌های کشت بود؛ بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سامانه کشت نواری 2E: 4S مناسب‌ترین سامانه کشت برای استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی *T. urticae* در مزارع بادنجان و سویا است.

واژه‌های کلیدی: آزمایش مزرعه‌ای، شاخص تنوع شانون، شکارگرها، نسبت برابری زمین.

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

Mahdi Kabiri Raeis Abad¹, Seyed Ali Asghar Fathi^{2*}, Gadir Nouri-Ganbalani² and Behnam Amiri-Besheli³

1, 2. Ph.D. Candidate and Professor, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3. Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran

(Received: Apr. 29, 2018 - Accepted: Mar. 6, 2019)

ABSTRACT

In this research, the influence of eggplant monoculture (E), soybean monoculture (S), and three intercropping systems including two rows of eggplant with four rows of soybean (2E: 4S), two rows of eggplant with two rows of soybean (2E: 2S) and four rows of eggplant with two rows of soybean (4E: 2S) were studied on population densities of *Tetranychus urticae* Koch, diversity and abundance of its predators, and yield of both crops in an experimental field based on a randomized block design with four blocks during two cropping seasons (2016 - 2017). In both years, the densities of *T. urticae* eggs and mobile forms on eggplant and soybean were significantly lower in the three intercrops compared to monoculture systems ($P < 0.05$). Moreover, the densities of *T. urticae* eggs and mobile forms were significantly higher on the soybean than the eggplant in each monoculture and intercrop system. The Shannon's diversity indexes (H') for *T. urticae* predators on eggplants were significantly higher in the three intercrops compared to the monoculture. Furthermore, the values of this index were greater in soybean monoculture and 2E: 4S intercrop than 2E: 2S and 4E: 2S systems ($P < 0.05$). Values of the land equivalent ratio (LER) were higher in 2E: 4S relative to other intercrop systems in both years. Therefore, it could be concluded that 2E: 4S intercrop is the most suitable cropping system for using in integrated management of *T. urticae* in eggplant and soybean fields.

Keywords: Field experimental, land equivalent ratio, predators, Shannon's diversity index.

* Corresponding author E-mail: fathi@uma.ac.ir

مقدمه

بادنجان، *Solanum melongena* L. یکی از سبزی‌های مهم تیره Solanaceae و سویا، *Glycine max* (L.) یکی از بقولات مهم تیره Fabaceae هستند. این گیاهان به‌طور متداول در ایران کشت می‌شوند. یکی از مهم‌ترین آفات محصول بادنجان و سویا در ایران و جهان کنه تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* است (Bostanian et al., 2003). کنه تارتن دولکه‌ای طیف میزبانی وسیعی دارد. این کنه با تغذیه مستقیم از شیره سلولی و تخریب کلروپلاست باعث کاهش سطح فتوسنتزکننده گیاه و کاهش کیفیت و کمیت محصول می‌شود (Gorman et al., 2002).

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، آلودگی محیطی، از بین رفتن دشمنان طبیعی آفات و همچنین به خطر افتادن سلامت مصرف‌کنندگان را به دنبال دارد (Kim et al., 2001). از آنجایی که مقاومت این کنه به کنه‌کش‌ها در حال گسترش است، بنابراین استفاده از راه‌کارهای سالم نظیر افزایش تنوع پوشش گیاهی به‌منظور حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی برای مدیریت این کنه ضروری است (Gerson & Weintraub, 2007). پژوهش‌های زیادی در مناطق مختلف جهان به‌منظور حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی برای کنترل این کنه انجام شده است (Rhodes & Liburd, 2006; De Souza-Pimentel et al., 2016). گیاهان گل‌دار از طریق تأمین منابع غذایی از جمله گرده، شهد و شکار جایگزین، باعث حفظ و حمایت از جمعیت دشمنان طبیعی می‌شوند. اضافه کردن این قبیل گیاهان به سامانه‌های کشت می‌تواند کارایی دشمنان طبیعی را افزایش و جمعیت آفات را کاهش دهد و در نتیجه خسارت کمتری به محصولات وارد شود (Letourneau et al., 2011). کشت نواری نوعی از کشت درهم است که دو یا چند گونه مختلف گیاهی در دو یا چند ردیف مجاور هم به‌صورت متناوب و در فواصل مشخص از هم کشت می‌شوند. این سامانه کاشت در بسیاری از مناطق جهان به‌منظور کاهش جمعیت آفات

(Ma et al., 2007; Konar et al., 2010)، اصلاح بافت

خاک و حفاظت خاک در برابر فرسایش بادی و آبی (Bucur et al., 2007) استفاده می‌شود. تأثیر سامانه‌های چندکشتی در تراکم جمعیت آفات مختلف در پژوهش‌های پیشین بررسی شده است. به‌عنوان مثال Rezayi et al. (2015) گزارش کردند که وجود گیاه تاتوره در مجاورت گیاه گوجه‌فرنگی باعث کاهش جمعیت شته *Myzus persicae* (Sulzer) تریپس پیاز *Thrips tabaci* Lindeman و کرم میوه گوجه‌فرنگی *Helicoverpa armigera* (Hübner) شد. در پژوهش دیگر گزارش شد که کشت یونجه در حاشیه مزارع نیشکر باعث افزایش تنوع دشمنان طبیعی ساقه‌خوارهای نیشکر و کاهش درصد آلودگی ساقه‌ها به ساقه‌خوارها شد (Soleymannejadian, 2009). Allam (2011) گزارش کرد که میانگین تعداد کنه تارتن دولکه‌ای روی گیاه لوبیا قرمز در سامانه کشت مخلوط نعنا، رازیانه و زیره سیاه با لوبیا قرمز کاهش یافت. همچنین، Hata et al. (2016) نیز گزارش کردند که کشت گیاه سیر بین ردیف‌های توت‌فرنگی راهکار بسیار مناسبی برای کنترل کنه تارتن دولکه‌ای در مزارع توت‌فرنگی است.

در پژوهش حاضر فرض بر این است که گیاه سویا با جلب‌کنندگی بیشتر نسبت به کنه تارتن در مقایسه با گیاه بادنجان (Van den Boom et al., 2003) از یک‌طرف به‌عنوان گیاه تله عمل کرده و بیشتر جمعیت کنه تارتن را به خود جلب کند و از طرف دیگر با فراهم کردن جمعیت مناسب کنه تارتن برای شکارگرهای آن و نیز تحمل بالا نسبت به خسارت کنه باعث تقویت دشمنان طبیعی شود. همچنین، این گیاه قابلیت تثبیت نیتروژن در خاک را داشته و باعث افزایش حاصلخیزی خاک و نیز اصلاح بافت خاک می‌شود (Salvagiotti et al., 2008)؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سامانه‌های کشت نواری مختلف بادنجان و سویا روی جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای، تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی آن و عملکرد هر دو محصول انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر می‌تواند در انتخاب مناسب‌ترین سامانه کشت در مدیریت تلفیقی کنه تارتن مفید باشد.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش‌ها و سامانه‌های کاشت

آزمایش‌ها در یک مزرعه آزمایشی به مساحت تقریبی ۰/۱ هکتار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهشهر (با عرض جغرافیایی $39^{\circ} 41' 36''$ شمالی و $53^{\circ} 07' 14''$ شرقی و طول جغرافیایی متوسط بارندگی سالیانه $683/7$ میلی‌متر) طی دو فصل زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تک‌کشتی بادنجان (E)، تک‌کشتی سویا (S) و سه نوع سامانه کشت نواری بادنجان با سویا شامل دو ردیف بادنجان با چهار ردیف سویا (2E: 4S)، دو ردیف بادنجان با دو ردیف سویا (2E: 2S) و چهار ردیف بادنجان با دو ردیف سویا (4E: 2S) بودند. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بلوک در کرت‌های آزمایشی به طول پنج و عرض چهار متر برای هر تیمار انجام شدند. فاصله چهار متری اطراف هر کرت به‌عنوان حاشیه برای انجام نمونه‌برداری‌ها بدون کشت باقی ماند. برای شروع کاشت ابتدا جوی و پشته‌هایی با فاصله ۷۰ سانتی‌متری از یکدیگر در مزرعه ایجاد شد. بذرها بادنجان (رقم جویبار مازندران) و سویا (رقم ویلیامز) از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. بذرها بادنجان در اواسط فروردین‌ماه هر سال آزمایشی در خزانه واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهشهر کشت شدند و پس از آن‌که ارتفاع نشاءها به ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر رسید در اوایل اردیبهشت به کرت‌های آزمایشی در مزرعه اصلی انتقال یافتند. نشاهای بادنجان روی هر پشته در دو ردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند (تعداد ۱۲ بوته در هر ردیف). لازم به یادآوری است که بذرها سویا در اوایل اردیبهشت‌ماه هم‌زمان با نشاکاری بادنجان روی هر پشته در سه ردیف با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از هم کاشته شدند (تراکم ۴۵ بوته در مترمربع). آبیاری با توجه به دمای هوا و همچنین نیاز آبی گیاهان هر هفته یک‌بار انجام شد. علف‌های هرز طی فصل رشد به‌صورت دستی وجین شدند.

تعیین تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن

دولکه‌ای روی هر دو محصول

نمونه‌برداری‌ها از زمان مشاهده کنه روی گیاهان

بادنجان و سویا در اول تیر ۱۳۹۵ و دوازدهم تیر ۱۳۹۶ آغاز و هر ده روز یک‌بار تا زمان رسیدن و برداشت محصولات ادامه یافت. در این پژوهش یک سانتی‌متر مربع از برگ هر دو گیاه میزبان مورد پژوهش به‌عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شد. نمونه‌برداری‌ها طی ساعات ۹ تا ۱۲ انجام شدند. در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد چهار بوته از هر یک از دو گیاه بادنجان و سویا در هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب شد و از چهار جهت جغرافیایی قسمت میانی هر گیاه یک برگ (در مجموع ۱۶ برگ از هر کرت آزمایشی) انتخاب شد و تعداد تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن در واحد یک سانتی‌متر مربع از هر دو سطح فوقانی و تحتانی برگ با استفاده از ذره‌بین دستی $20\times$ شمارش و ثبت شد. لازم به ذکر است که میانگین داده‌های تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه به‌ازای هر کرت آزمایشی در تجزیه واریانس داده‌ها استفاده شد.

بررسی تنوع زیستی دشمنان طبیعی کنه تارتن دولکه‌ای

هم‌زمان با آزمایش‌های قبلی، تعداد چهار بوته از هر کدام از گیاهان بادنجان و سویا در هر کرت آزمایشی به‌صورت تصادفی انتخاب و تعداد گونه‌های شکارگر مشاهده‌شده روی هر گیاه با استفاده از یک ذره‌بین دستی $20\times$ شمارش و یادداشت شد. لازم به ذکر است که تعدادی از حشرات کامل، پوره‌ها و لاروهای شکارگر درون قفس‌های لیوانی با درپوش توری گذاشته شدند و با برچسب حاوی نام تیمار، نام گیاه میزبان، تاریخ نمونه‌برداری و مرحله رشدی گیاه به آزمایشگاه منتقل شدند. پوره‌ها و لاروهای شکارگرها در دمای اتاق تا زمان تکمیل نشو و نما و تبدیل آن‌ها به حشرات کامل شکارگر نگهداری شدند. روزانه برگ‌های آلوده به مراحل مختلف زیستی کنه تارتن برای تغذیه در اختیار شکارگرهای درون لیوان‌ها قرار می‌گرفت. حشرات کامل و کنه‌های بالغ گونه‌های شکارگر با استفاده از کلیدهای معتبر زیر استریومیکروسکوپ و یا میکروسکوپ شناسایی شدند (Bei-Bienko *et al.*, 1967; Chant & McMurtry, 2007). سپس، بر اساس داده‌های تعداد و فراوانی

به‌منظور تعیین سودمندی کشت نواری بادنجان و سویا نسبت به تک‌کشتی هر یک از محصولات نامبرده، از شاخص نسبت برابری زمین (Land Equivalent Ratio) (معادله ۲) استفاده شد (Mead & Willey, 1980):

$$LER = (Y_{Ei}/Y_E) + (Y_{Si}/Y_S) \quad (2)$$

در این معادله Y_{Ei} و Y_E به ترتیب عملکرد بادنجان در کشت نواری و تک‌کشتی و Y_{Si} و Y_S به ترتیب عملکرد سویا در کشت نواری و تک‌کشتی هستند. در صورتی که 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، به‌منظور حذف غیریکنواختی واریانس داده‌های تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن از تبدیل داده $\log(x)$ استفاده گردید. داده‌های مربوط به تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن روی دو محصول در سامانه‌های کشت مختلف در هر یک از سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به‌طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس شدند و سپس اختلافات بین میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند (SAS ver. 2005). شاخص تنوع شانون برای گونه‌های شکارگر کنه تارتن در هر کرت مربوط به هر تیمار به‌طور جداگانه با استفاده از نرم‌افزار Excel 2003 محاسبه شد و سپس داده‌های شاخص تنوع شانون و تراکم گونه‌های غالب شکارگرها روی هر محصول به‌طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بلوک تجزیه واریانس شدند و اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند (SAS ver. 2005). همچنین، داده‌های مربوط به عملکرد هر دو محصول بادنجان و سویا به‌طور جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بلوک

گونه‌های شکارگر، شاخص تنوع شانون (H') (معادله ۱) در هر یک از پنج تیمار آزمایشی محاسبه شد (Magurran, 2004):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

در این معادله H' شاخص تنوع شانون و p_i نسبت افراد در گونه i ام به کل افراد (n_i/N) هستند. در ادامه، با تعیین درصد فراوانی نسبی هر یک از گونه‌های شکارگر و مشخص شدن شکارگرهای غالب کنه تارتن، تراکم جمعیت گونه‌های غالب شکارگر بین تیمارهای آزمایشی طی دو سال مقایسه شدند.

تعیین سودمندی کشت نواری بادنجان و سویا از لحاظ عملکرد هر دو محصول

در این پژوهش، برداشت میوه‌های بادنجان به‌طور هفتگی از اواخر تیرماه آغاز و تا اوایل مهرماه ادامه یافت. به این صورت که در فصل برداشت بادنجان در هر کرت چهار بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و با بستن نواری به دور ساقه آن‌ها نشان‌دار شدند. برداشت در هر نوبت نمونه‌برداری فقط از بوته‌های نشان‌دار انجام گرفت. میوه‌های چیده‌شده در پاکت‌های با برچسب حاوی نام تیمار، نام بلوک و تاریخ نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه میوه‌ها به‌صورت جداگانه با استفاده از ترازوی حساس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم (Sartorius Inc., Edgewood, NY, USA) وزن شدند. سپس میانگین وزن کل میوه‌های چیده شده به ازای یک گیاه در هر کرت و عملکرد محصول بادنجان در هکتار (با احتساب تراکم بوته در مترمربع) محاسبه شد.

به‌منظور تعیین عملکرد سویا در زمان برداشت محصول تعداد چهار بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب شد و پس از برش، بوته‌ها داخل پاکت به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه بوته‌های سویا داخل پاکت درون آون در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت (به‌منظور رساندن رطوبت نسبی دانه‌ها به زیر ۱۴ درصد)، خشک شدند و سپس تعداد دانه در هر گیاه و وزن دانه‌ها به ازای یک گیاه تعیین شدند. پس‌از آن، با احتساب تراکم گیاه سویا در مترمربع عملکرد سویا در هکتار محاسبه شد.

حاضر نشان داد که تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه روی گیاه بادنجان در سامانه‌های کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی این محصول کاهش معنی‌داری را داشت (جدول ۱ و ۲). علاوه بر این، در تمام سامانه‌های کشت نواری و نیز تک‌کشتی‌ها تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه روی گیاه سویا به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه بادنجان بود ($P=0/001$ ؛ $F_{7,21}=5884/9$ در سال ۱۳۹۵ و $P=0/001$ ؛ $F_{7,21}=6007/2$ در سال ۱۳۹۶ برای تخم‌ها و $P=0/001$ ؛ $F_{7,21}=10291/1$ در سال ۱۳۹۵ و $P=0/001$ ؛ $F_{7,21}=33896/4$ در سال ۱۳۹۶ برای مراحل متحرک؛ جدول‌های ۱ و ۲).

تجزیه واریانس شدند و اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند (SAS ver. 2005).

نتایج

تراکم جمعیت کنه تارتن دولک‌های

در پژوهش حاضر مشخص شد که بیشترین تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن دولک‌های در سامانه تک‌کشتی سویا مشاهده شد؛ درحالی‌که تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه روی این محصول در سامانه‌های کشت نواری کاهش معنی‌داری را نشان دادند (جدول‌های ۱ و ۲). همچنین نتایج پژوهش

جدول ۱. میانگین (\pm خطای استاندارد) تراکم تخم‌های *T. urticae* به ازای یک سانتی‌متر مربع از برگ‌های سویا و بادنجان در سامانه‌های تک‌کشتی و کشت نواری در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 1. Means (\pm SE) densities of *T. urticae* eggs per cm^2 of soybean and eggplant leaves in monocultures and intercropping systems in 2016 and 2017

Cropping systems	Crops	Density of eggs per cm^2	
		2016	2017
Monoculture	Soybean	7.13 \pm 1.26 ^a	6.74 \pm 1.23 ^a
	Eggplant	4.27 \pm 0.63 ^b	3.56 \pm 0.54 ^c
Intercrop: 2E:4S	Soybean	5.56 \pm 1.13 ^b	5.03 \pm 1.04 ^b
	Eggplant	1.87 \pm 0.40 ^c	1.59 \pm 0.32 ^e
Intercrop: 2E:2S	Soybean	5.31 \pm 1.07 ^b	4.73 \pm 0.99 ^b
	Eggplant	2.25 \pm 0.42 ^c	1.92 \pm 0.36 ^{de}
Intercrop: 4E:2S	Soybean	4.75 \pm 1.01 ^b	4.40 \pm 0.99 ^b
	Eggplant	2.32 \pm 0.45 ^c	2.17 \pm 0.40 ^d

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

جدول ۲. میانگین (\pm خطای استاندارد) تراکم مراحل متحرک *T. urticae* به ازای یک سانتی‌متر مربع از برگ‌های سویا و بادنجان در سامانه‌های تک‌کشتی و کشت نواری در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 2. Mean (\pm SE) densities of mobile forms of *T. urticae* per cm^2 of soybean and eggplant leaves in monocultures and intercropping systems in 2016 and 2017

Cropping systems	Crops	Density of mobile forms per cm^2	
		2016	2017
Monoculture	Soybean	6.14 \pm 1.11 ^a	5.30 \pm 1.04 ^a
	Eggplant	3.46 \pm 0.53 ^c	2.89 \pm 0.47 ^b
Intercrop: 2E:4S	Soybean	4.77 \pm 1.03 ^b	3.92 \pm 0.87 ^b
	Eggplant	1.25 \pm 0.26 ^d	1.08 \pm 0.22 ^c
Intercrop: 2E:2S	Soybean	4.52 \pm 0.96 ^b	3.67 \pm 0.83 ^b
	Eggplant	1.56 \pm 0.30 ^d	1.24 \pm 0.25 ^c
Intercrop: 4E:2S	Soybean	4.08 \pm 0.93 ^{bc}	3.30 \pm 0.80 ^b
	Eggplant	1.74 \pm 0.32 ^d	1.63 \pm 0.30 ^c

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

تنوع زیستی شکارگرهای کنه تارتن دولکهای

در این پژوهش تعداد ۲۰ گونه شکارگر از پنج نوع سامانه کشت مورد پژوهش جمع‌آوری و شناسایی شدند (جدول ۳). در هر دو سال بین شکارگرهای کنه تارتن، کنه‌های شکارگر Phytoseiidae (با درصد فراوانی نسبی ۳۸/۵ و ۴۳/۸ درصد در دو سال متوالی)، سن‌های شکارگر Anthocoridae (با درصد فراوانی نسبی ۲۸/۷ و ۲۵/۹ درصد در دو سال متوالی) و *Chrysoperla carnea* (Stephen) (با درصد فراوانی نسبی ۲۱/۵ و ۱۹/۸ درصد در دو سال متوالی) بیشترین فراوانی را داشتند. شاخص

تنوع شانون برای شکارگرهای کنه تارتن روی گیاه بادنجان در سامانه‌های کشت نواری به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی بادنجان بود ($F_{3,9}=10/49$; $P=0/003$) در سال ۱۳۹۵ و $F_{3,9}=12/43$; $P=0/001$ در سال ۱۳۹۶). در مقابل، شاخص تنوع شانون برای شکارگرهای کنه تارتن روی گیاه سویا در تک‌کشتی سویا و سامانه‌های کشت نواری 2E: 4S به‌طور معنی‌داری بیشتر از سامانه کشت نواری 4E: 2S بود ($P=0/002$ ؛ $F_{3,9}=15/67$; $P<0/001$ و $F_{3,9}=12/14$ در سال ۱۳۹۵ و $F_{3,9}=12/14$ در سال ۱۳۹۶؛ جدول ۴).

جدول ۳. شکارگرهای کنه تارتن دولکهای جمع‌آوری‌شده از مزرعه آزمایشی در منطقه بهشهر

Table 3. Predators of the two-spotted spider mite collected from the experimental field in Behshahr region

Order	Family	Species
Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Phytoseiulus persimilis</i> (Athias- Henriot)
		<i>Transeius caspiensis</i> (Denmark and Daneshvar)
		<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor)
		<i>Amblyseius swirskii</i> Athias-Henriot
		<i>Typhlodromus caspiensis</i> (L.)
Trombidiformes	Trombidiidae	<i>Euseius amissibilis</i> Meshkov
		<i>Allotrombium pulvinum</i> Ewing
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Stethorus punctillum</i> Wiese
		<i>Stethorus gilvifrons</i> Mulsant
		<i>Macrolophus caliginosus</i> Wagner
Hemiptera	Miridae	<i>Macrolophus rubi</i> Woodroffe
		<i>Deraeocoris lutescens</i> Schilling
	Anthocoridae	<i>Orius minutus</i> (L.)
		<i>Orius niger</i> (Wolff)
Hemiptera	Geocoridae	<i>Geocoris punctipes</i> (Say)
		Nabidae
Thysanoptera	Tripidae	<i>Scolothrips longicornis</i> Priesner
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephen)
Diptera	Cecidomidae	<i>Feltiella acarisuga</i> (Vallot)

جدول ۴. میانگین (\pm خطای استاندارد) شاخص تنوع شانون برای ترکیب شکارگرهای *T. urticae* به ازای یک گیاه سویا و

بادنجان در سامانه‌های تک‌کشتی و کشت نواری در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 4. Mean (\pm SE) of Shannon's diversity indexes (H') for complex of *T. urticae* predators per plant of soybean and eggplant in monocultures and intercropping systems in 2016 and 2017

Cropping systems	Shannon's diversity index (H')			
	Soybean		Eggplant	
	2016	2017	2016	2017
Monoculture	2.99 \pm 0.04 ^a	2.97 \pm 0.03 ^a	2.12 \pm 0.02 ^d	2.04 \pm 0.02 ^c
Intercrop 2E: 4S	2.92 \pm 0.04 ^{ab}	2.94 \pm 0.02 ^{ab}	2.88 \pm 0.01 ^a	2.90 \pm 0.004 ^a
Intercrop 2E: 2S	2.86 \pm 0.01 ^b	2.85 \pm 0.02 ^b	2.77 \pm 0.01 ^b	2.80 \pm 0.03 ^a
Intercrop 4E: 2S	2.42 \pm 0.04 ^c	2.44 \pm 0.02 ^c	2.37 \pm 0.02 ^c	2.41 \pm 0.02 ^b

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

به‌طور معنی‌داری بیشتر از تک‌کشتی بادنجان بود (جدول ۵). در مقابل، تراکم کنه‌های شکارگر Phytosseidae ($F_{3,9}=434/94$; $P=0/001$) و سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=638/29$ در سال ۱۳۹۶)، سن‌های شکارگر Anthocoridae ($F_{3,9}=42/35$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=57/08$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۶) و بالتوری سبزی ($F_{3,9}=35/14$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=45/37$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۶) روی برگ‌های سبزی در تک‌کشتی سویا به‌طور معنی‌داری بیشتر از سامانه‌های کشت نوری بود و با کاهش نسبت تعداد ردیف‌های سویا به بادنجان تراکم شکارگرها روی گیاهان سویا کاهش یافت (جدول ۶).

تراکم شکارگرهای غالب کنه تارتن دولک‌های (شامل کنه‌های شکارگر Phytosseidae، سن‌های شکارگر Anthocoridae و بالتوری سبزی) روی گیاهان بادنجان و سویا به‌ترتیب در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده‌اند. در هر دو سال موردپژوهش، تراکم کنه‌های شکارگر Phytosseidae ($F_{3,9}=9/83$; $P=0/003$) در سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=11/31$; $P=0/002$) در سال ۱۳۹۶)، سن‌های شکارگر Anthocoridae ($F_{3,9}=16/14$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=15/97$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۶) و بالتوری سبزی ($F_{3,9}=7/29$; $P=0/004$) در سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=6/22$; $P=0/014$) در سال ۱۳۹۶) روی برگ‌های بادنجان در سامانه‌های کشت نوری به‌خصوص 4S: 2E:

جدول ۵. میانگین (\pm خطای استاندارد) تراکم شکارگرهای غالب *T. urticae* به ازای یک گیاه بادنجان در سامانه تک‌کشتی

بادنجان و کشت نوری بادنجان و سویا در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 5. Mean (\pm SE) densities of dominant predators of *T. urticae* per plant of eggplant in eggplant monoculture and intercropping of eggplant with soybean in 2016 and 2017

Cropping systems	Density of Phytosseidae mobile form per plant		Density of Anthocoridae mobile form per plant		Density of <i>Chrysoperla carnea</i> larvae per plant	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Eggplant monoculture	0.75±0.06 ^c	1.12±0.12 ^c	0.22±0.02 ^b	0.17±0.02 ^b	0.12±0.02 ^c	0.10±0.04 ^c
Intercrop: 2E:4S	2.63±0.14 ^a	3.32±0.28 ^a	0.85±0.07 ^a	0.82±0.06 ^a	0.47±0.05 ^a	0.50±0.04 ^a
Intercrop: 2E:2S	2.17±0.13 ^b	2.52±0.21 ^b	0.62±0.04 ^a	0.71±0.05 ^a	0.35±0.05 ^{ab}	0.42±0.02 ^{ab}
Intercrop: 4E:2S	1.82±0.11 ^b	2.18±0.15 ^b	0.57±0.07 ^a	0.62±0.04 ^a	0.29±0.02 ^b	0.34±0.04 ^b

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

جدول ۶. میانگین (\pm خطای استاندارد) تراکم شکارگرهای غالب *T. urticae* به ازای یک گیاه سویا در سامانه تک‌کشتی سویا و

کشت نوری بادنجان و سویا در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 6. Mean (\pm SE) densities of dominant predators of *T. urticae* per plant of soybean in soybean monoculture and intercropping of eggplant with soybean in 2016 and 2017

Cropping systems	Density of Phytosseidae mobile form per plant		Density of Anthocoridae mobile form per plant		Density of <i>Chrysoperla carnea</i> larvae per plant	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
Soybean monoculture	4.17±0.23 ^a	3.92±0.19 ^a	1.15±0.09 ^a	1.22±0.08 ^a	0.9±0.08 ^a	1.04±0.09 ^a
Intercrop: 2E: 4S	3.64±0.31 ^{ab}	3.57±0.26 ^a	0.95±0.08 ^a	1.08±0.09 ^b	0.82±0.07 ^a	0.95±0.08 ^a
Intercrop: 2E: 2S	3.15±0.17 ^b	2.93±0.14 ^b	0.75±0.04 ^b	0.87±0.07 ^c	0.62±0.04 ^b	0.72±0.06 ^b
Intercrop: 4E: 2S	2.65±0.17 ^c	2.77±0.19 ^b	0.62±0.02 ^b	0.71±0.04 ^d	0.55±0.04 ^b	0.63±0.04 ^b

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

در سامانه کشت نوری 2E:4S مشاهده شد ($F_{3,9}=9/55$; $P=0/004$) و سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=10/12$ در سال ۱۳۹۶) برای تعداد میوه‌های بادنجان و ($F_{3,9}=2818/7$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۵ و ($F_{3,9}=1000/4$; $P=0/001$) در سال ۱۳۹۶) برای وزن میوه‌ها؛ (جدول ۷).

در خصوص گیاه سویا، بیشترین تعداد بذرها به

سودمندی کشت نوری بادنجان و سویا از لحاظ عملکرد هر دو محصول

نتایج آزمایش نشان دادند که تعداد میوه‌های بادنجان و وزن میوه‌ها به ازای یک گیاه بادنجان در سامانه‌های کشت نوری مورد آزمایش بیشتر از تک‌کشتی بادنجان بودند و در بین سامانه‌های کشت نوری بیشترین تعداد میوه‌های بادنجان و وزن میوه‌ها به ازای یک گیاه

تعداد بذرها و $F_{3,9}=8/33$; $P=0/006$ در سال ۱۳۹۵ و $F_{3,9}=7/47$; $P=0/008$ در سال ۱۳۹۶ برای وزن بذرها؛ جدول ۸).

شاخص نسبت برابری زمین (LER) برای دو محصول بادنجان و سویا در سامانه‌های کشت نواری موردپژوهش بیشتر از عدد یک بود و بالاترین مقدار این شاخص در سامانه کشت نواری 2E: 4S (۱/۲۶) و ۱/۲۴ به ترتیب برای سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ (مشاهده شد (جدول ۹).

ازای یک گیاه (۶۸/۰۶ و ۷۰/۴۳ عدد به ترتیب در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) و بیشترین وزن بذرها به ازای یک گیاه (۶/۹۸ و ۷/۱۴ گرم به ترتیب در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در سامانه کشت نواری 4E: 2S مشاهده شد (جدول ۸)؛ در سایر تیمارها تعداد بذرها به ازای یک گیاه و وزن بذرها به ازای یک گیاه در تک‌کشتی سویا به‌طور معنی‌داری کمتر از سامانه‌های کشت نواری 2E: 2S و 2E: 4S بود ($P<0/001$; $F_{3,9}=98/4$ در سال ۱۳۹۵ و $P<0/001$; $F_{3,9}=78/2$ در سال ۱۳۹۶ برای

جدول ۷. اجزای عملکرد بادنجان در تک‌کشتی بادنجان و کشت نواری بادنجان و سویا در دو سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 7. Yield components of eggplant in the monoculture of eggplant and intercropping of eggplant with soybean in 2016 and 2017

Treatments	Number of fruits per plant		Weight of fruits per plant (g)	
	2016	2017	2016	2017
Eggplant monoculture	10.43±0.49 ^b	10.68±0.06 ^b	603.55±0.77 ^d	613.41±1.28 ^d
Intercrop 2E: 4S	12.12±0.16 ^a	12.43±0.31 ^a	779.35±0.59 ^a	802.99±2.89 ^a
Intercrop 2E: 2S	11.87±0.16 ^a	12.12±0.12 ^a	754.92±0.31 ^b	772.25±1.42 ^b
Intercrop 4E: 2S	11.31±0.06 ^{ab}	11.93±0.11 ^a	737.33±1.93 ^c	757.31±1.11 ^c

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

جدول ۸. اجزای عملکرد سویا در تک‌کشتی سویا و کشت نواری بادنجان و سویا در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 8. Yield components of soybean in the monoculture of soybean and intercropping of eggplant with soybean in 2016 and 2017

Treatments	Number of seeds per plant		Weight of seeds per plant (g)	
	2016	2017	2016	2017
Soybean monoculture	57.62±0.26 ^c	56.87±0.16 ^c	5.59±0.19 ^b	5.81±0.41 ^b
Intercrop 2E: 4S	66.37±0.33 ^b	67.31±0.73 ^b	6.68±0.42 ^{ab}	6.80±0.13 ^a
Intercrop 2E: 2S	67.43±0.42 ^{ab}	69.37±0.31 ^{ab}	6.83±0.09 ^a	7.04±0.04 ^a
Intercrop 4E: 2S	68.06±0.27 ^a	70.43±0.47 ^a	6.98±0.27 ^a	7.14±0.05 ^a

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

جدول ۹. عملکرد سویا و بادنجان و نسبت برابری زمین (LER) در سامانه‌های تک‌کشتی و کشت نواری در دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

Table 9. Yield of soybean and eggplant and land equivalent ratio (LER) in monocultures and intercropping systems in 2016 and 2017

Cropping systems	Crop	Yield (t/ha)		Relative yield (t/ha)		LER	
		2106	2017	2016	2017	2016	2017
Monoculture	Soybean	2.23	2.25	2.23	2.25	1	1
	Eggplant	24.15	25.67	24.15	25.67		
Intercrop: 2E: 4S	Soybean	2.65	2.68	1.77	1.78	1.26	1.24
	Eggplant	34.17	35.08	11.39	11.69		
Intercrop: 2E: 2S	Soybean	2.73	2.75	1.36	1.37	1.20	1.19
	Eggplant	28.60	29.96	14.30	14.98		
Intercrop: 4E: 2S	Soybean	2.79	2.80	0.93	0.93	1.14	1.14
	Eggplant	26.49	28.11	17.66	18.74		

مقادیر میانگین در هر ستون که با حروف مختلف همراه هستند، تفاوت معنی‌داری دارند ($P \leq 0/05$).

Mean values in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$).

محصول مؤثر باشد (Ratnadass *et al.*, 2012). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کشت نواری بادنجان و سویا نقش مهمی در کاهش تراکم تخم‌ها و مراحل

بحث

تنوع پوشش گیاهی در یک مزرعه می‌تواند در کاهش تراکم جمعیت آفات، افزایش پایداری و بازدهی

شکارگرها به این سامانه خواهند شد. در نتیجه عوامل نامبرده، در سامانه کشت 2E: 2S جمعیت کنه تارتن روی گیاهان بادنجان کاهش یافت و روی گیاهان سویا در سطح متوسط و قابل تحمل بود و به سم‌پاشی نیازی نداشت. با کاهش نسبت تعداد ردیف‌های سویا نسبت به بادنجان (۳۳/۳۳ درصد سویا و ۶۶/۶۷ درصد بادنجان) در سامانه کاشت 4E: 2S و در نتیجه کاهش نسبت مواد فرآر مترشحه گیاهان سویا نسبت به بادنجان از یک‌سو جمعیت کنه تارتن روی گیاهان بادنجان در مقایسه با دو سامانه کشت نواری 2E: 4S و 2E: 2S افزایش یافت و از سوی دیگر تنوع شکارگرها کاهش یافت؛ چراکه شکارگرها با استفاده از مواد فرآر مترشحه از گیاهانی که مورد حمله آفات قرار می‌گیرند، به گیاهان میزبان جلب و مستقر می‌شوند (Vet & Dicke, 1992; Dicke & Sabelis, 1988). یکی از مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی گیاه سویا متیل سالیسیلات (Methyl salicylate) است (Cai et al., 2015). این ترکیب هنگامی که گیاه سویا توسط آفاتی نظیر کنه تارتن مورد حمله قرار می‌گیرد، از گیاه منتشر شده (Van Den Boom et al., 2004) و باعث جلب کنه شکارگر *P. persimilis* به سمت این گیاه می‌شود (De Boer & Dicke, 2004; Van Den Boom et al., 2004). در پژوهش حاضر نیز در هر سه سامانه کشت نواری، کنه‌های شکارگر Phytoseiidae به‌خصوص *P. persimilis* فراوانی نسبی بالایی داشتند. همچنین این ترکیب در جلب دشمنان طبیعی دیگری چون سن‌های *Anthocoris nemoralis* (F.)، *Geocoris pallens* (White)، *O. tristicolor*، *O. insidiosus* Say، کفشدوزک شکارگر *Coccinella septempunctata* L. و بالتوری سبز *C. carnea* مؤثر است (Dicke & Sabelis, 1998; Drukker et al., 2000; James, 2003; Zhu & Park, 2005). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند که کاشت نواری ردیف‌های سویا با بادنجان به‌خصوص در نسبت‌های بالاتر از ۵۰ درصد سویا نسبت به بادنجان در جلب شونده‌گی شکارگرها و به‌طبع آن کاهش تراکم جمعیت کنه تارتن روی هر دو محصول نقش بسزایی دارد. علاوه بر عوامل نامبرده ممکن است عوامل مختلف دیگری نیز

متحرک کنه تارتن دولکه‌ای روی گیاه بادنجان دارد. در مقابل تک‌کشتی بادنجان باعث افزایش تراکم کنه تارتن می‌شود. در بین تیمارهای کشت نواری، تراکم تخم‌ها و مراحل متحرک کنه تارتن روی برگ‌های بادنجان در سامانه کشت نواری 2E: 4S در پایین‌ترین گروه آماری قرار داشت. دلیل این امر طبق فرضیه غلظت منبع (Root, 1973) می‌تواند با کاشت نسبت بیشتر تعداد ردیف‌های سویا نسبت به تعداد ردیف‌های بادنجان (۶۶/۶۷ درصد سویا و ۳۳/۳۳ درصد بادنجان) مرتبط باشد. چراکه با افزایش تعداد ردیف‌های سویا غلظت مواد فرآر مترشحه از گیاهان سویا نسبت به گیاهان بادنجان غالب‌تر خواهد شد. از سوی دیگر داده‌های تک‌کشتی بادنجان و سویا نشان دادند که گیاهان سویا جلب‌شوندگی بیشتری نسبت به کنه تارتن دارند. این دو عامل سبب شد کنه تارتن روی گیاهان سویا بیشتر مستقر شود و روی گیاهان بادنجان جمعیت کمتری داشته باشد. از سوی دیگر مطابق فرضیه دشمنان طبیعی (Root, 1973)، با فراهم شدن جمعیت بیشتر کنه تارتن روی گیاهان سویا برای شکارگرها، گونه‌های متنوع‌تری از شکارگرها به این سامانه کشت جلب و مستقر خواهند شد و با تغذیه از کنه تارتن باعث کاهش تراکم کنه در این سامانه کشت خواهند شد. در نتیجه، در این سامانه کشت، جمعیت کنه تارتن روی گیاهان بادنجان کاهش قابل‌ملاحظه‌ای را داشت و روی گیاهان سویا (به دلیل تحمل بالای این گیاه نسبت به خسارت کنه) قابل‌چشم‌پوشی بود. در سامانه کشت نواری 2E: 2S نسبت کاشت دو محصول برابر (۵۰ درصد سویا و ۵۰ درصد بادنجان) بوده و مطابق فرضیه غلظت منبع نسبت مواد فرآر مترشحه از دو محصول تقریباً برابر بود. ولی چون کنه تارتن جلب شونده‌گی بیشتری نسبت به گیاهان سویا در مقایسه با گیاهان بادنجان داشت، بنابراین این دو عامل سبب شد که کنه تارتن بیشتر روی گیاهان سویا مستقر شده و جمعیت کمتری روی گیاهان بادنجان داشته باشد. به دنبال آن مطابق فرضیه دشمنان طبیعی، گیاهان سویا با تأمین منبع تغذیه‌ای کافی (شکار، گرده و شهد) برای شکارگرها باعث جلب و استقرار گونه‌های متنوع‌تری از

گونه‌ها و فراوانی هرکدام از آن‌ها بستگی دارد، بنابراین دلیل بالا بودن این شاخص در کشت نواری بادنجان و سویا می‌تواند با تعداد بیشتر گونه‌های شکارگر و همگن‌تر بودن فراوانی نسبی آن‌ها در سامانه‌های کشت نواری در ارتباط باشد (Magurran, 2004). یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش Sujayanand *et al.* (2015) مبنی بر اینکه کشت نواری گشنیز با بادنجان باعث افزایش شاخص تنوع شانون برای شکارگرها شد، مطابقت دارد. پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که سامانه‌های چندکشتی در مقایسه با تک‌کشتی‌ها باعث افزایش فراوانی دشمنان طبیعی نظیر سن‌های شکارگر، کفشدوزک‌ها، بالتوری‌ها و مگس‌های سیرفیده می‌شوند (Bickerton & Hamilton, 2012). در پژوهش حاضر جمعیت کنه‌های شکارگر Phytosseidae، سن‌های شکارگر Anthocoridae و بالتوری سبز به‌عنوان شکارگر غالب کنه تارتن روی گیاهان بادنجان در سامانه‌های کشت نواری به‌مراتب بیشتر از تک‌کشتی بادنجان بود. کنه‌های شکارگر Phytosseidae و سن‌های شکارگر *Orius* به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مهار زیستی کنه تارتن توسط پژوهش‌گران قبلی گزارش شده‌اند (Easterbrook *et al.*, 2001; Barber *et al.*, 2003).

استفاده از گیاهان تله در کشت مخلوط با گیاه اصلی با هدف جلب آفات و کاهش جمعیت آن روی گیاه اصلی یکی از اجزا مهم در برنامه‌های مهار زیستی است (Landis *et al.*, 2000; Griffiths *et al.*, 2008). در پژوهش حاضر گیاه سویا با جلب بیشتر کنه تارتن در مقایسه با گیاه بادنجان به‌عنوان گیاه تله در کشت نواری استفاده شد. گیاه سویا علاوه بر فراهم کردن جمعیت مناسب کنه تارتن دولکه‌ای برای شکارگرها، با تأمین گرده و شهد نیز برای شکارگرهای کنه باعث جلب، حفاظت و حمایت از آن‌ها شد و باعث شد که شکارگرها در سامانه‌های کشت نواری جمعیت خود را افزایش دهند و در کنترل کنه تارتن دولکه‌ای مؤثرتر باشند. افزایش فراوانی جمعیت شکارگرها در نتیجه حضور گیاهان گل‌دار و نیز گیاهان تله در پژوهش‌های قبلی نیز به اثبات رسیده است (Carrillo *et al.*, 2010; Zaho *et al.*, 2016).

نظیر موانع فیزیکی، مخفی شدن از دید حشره و کیفیت گیاه میزبان در وجود اختلاف در تراکم آفات در سامانه‌های مختلف کشت‌های نواری مؤثر باشند (Hooks & Johnson, 2003; Finch & Collier, 2000). Hata *et al.* (2016) نیز گزارش کردند که کشت نواری گیاه سیر بین ردیف‌های توت‌فرنگی باعث کنترل کنه تارتن دولکه‌ای در مزارع توت‌فرنگی می‌شود (Hata *et al.*, 2016). این پژوهش‌گران یکی از دلایل کاهش جمعیت کنه تارتن در کشت‌های نواری توت‌فرنگی با سیر را به ترشح مواد فرار دارای حلقه‌های آروماتیکی توسط گیاهان سیر نسبت دادند. در بررسی حاضر یکی از دلایل کاهش جمعیت کنه تارتن در کشت‌های نواری می‌تواند با ترشح بالای متیل سالیسیلات توسط گیاهان سویا در نتیجه تغذیه بیشتر کنه تارتن از این گیاه (به‌عنوان گیاه حساس) و جلب بیشتر شکارگرها (Dicke & Sabelis, 1998; Drukker *et al.*, 2000; James, 2003; Zhu & Park, 2005) به کشت‌های نواری نسبت به تک‌کشتی بادنجان در ارتباط باشد. Valizadegan (2015) گزارش کرد که کشت نواری گشنیز با باقلا در نسبت‌های ردیفی مختلف باعث کاهش جمعیت آفات مختلف باقلا و افزایش تنوع گونه‌ای دشمنان طبیعی شد. این پژوهش‌گر دلیل اصلی کاهش جمعیت آفات باقلا را تراکم بالاتر دشمنان طبیعی در این سامانه‌های کشت نسبت به تک‌کشتی‌ها عنوان کردند که با نتایج پژوهش حاضر در ارتباط با افزایش تراکم جمعیت دشمنان طبیعی در سامانه‌های کشت نواری مطابقت دارد. در بررسی دیگر مشخص شد که کشت نواری بادنجان و گشنیز باعث کاهش آلودگی بادنجان به *Leucinodes orbonalis* (Guenée) و کاهش مصرف آفت‌کش‌ها توسط کشاورزان شد (Satpathy & Mishra, 2011). این پژوهش‌گران دلیل این امر را به وجود ترکیبات دارای حلقه‌های آروماتیکی در مواد فرار مترشحه از سوی گیاهان گشنیز نسبت دادند. در پژوهش حاضر، در تک‌کشتی بادنجان در دو سال زراعی مورد آزمایش شاخص تنوع گونه‌ای شانون به‌طور معنی‌داری کمتر از سامانه‌های کشت نواری بود. با توجه به اینکه شاخص تنوع شانون به دو عامل تعداد

بقیه سامانه‌های کشت نواری داشت. Valizadegan (2015) نیز گزارش کرد که سودمندی کشت نواری ۲۵ درصد گشنیز با ۷۵ درصد باقلا به دلیل افزایش مقدار نسبت برابری زمین (۱/۵۸) بیشتر از سایر کشت‌های نواری و نیز تک‌کشتی هر یک از محصولات نامبرده است. علاوه بر آن، افزایش سودمندی از لحاظ عملکرد محصولات در سامانه‌های چندکشتی نسبت به تک‌کشتی‌ها در خصوص برخی از گیاهان با نسبت‌های خاص دو محصول نسبت به یکدیگر در بررسی‌های قبلی نیز به اثبات رسیده است (Hunady & Hochman, 2014; Degri & Samaila, 2014).

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاشت نواری سویا با بادنجان به‌خصوص کشت نواری 2E: 4S با کاهش تراکم کنه تارتن، افزایش تنوع گونه‌ای و تراکم شکارگرها و نیز افزایش سودمندی عملکرد دو محصول باعث کاهش وابستگی به استفاده از کنه‌کش‌ها و نیز کودهای نیتروژنه می‌شود؛ بنابراین، کشت نواری این دو محصول به‌خصوص کشت نواری 2E: 4S برای استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی کنه تارتن دولکه‌ای با هدف افزایش سودمندی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به‌خاطر همکاری و حمایت مالی از پژوهش حاضر و ایستگاه تحقیقات کشاورزی منطقه بهشهر به‌خاطر تأمین مزرعه آزمایشی و امکانات آزمایشگاهی، تشکر و قدردانی می‌گردد.

سامانه‌های کشت نواری موردبررسی در پژوهش حاضر ضمن کاهش تراکم جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای و افزایش جمعیت دشمنان طبیعی باعث افزایش عملکرد هر دو محصول نسبت به تک‌کشتی هر یک از آن‌ها نیز شدند؛ به‌طوری‌که عملکرد هر دو محصول در هر دو سال در سامانه کشت نواری به‌خصوص 2E: 4S بیشتر از تک‌کشتی هر دو محصول نامبرده بود. سودمندی سامانه‌های کشت نواری نسبت به تک‌کشتی هر کدام از محصولات بر اساس شاخص نسبت برابری زمین (LER) محاسبه می‌شود. افزایش مقدار این شاخص از عدد یک نشان می‌دهد که دو محصول در کنار یکدیگر رشد خوبی نسبت به تک‌کشتی هر کدام از آن‌ها داشتند و رقابتی بین دو محصول در مزرعه رخ نداده است (Mead & Willey, 1980). در پژوهش حاضر، گیاه سویا از طریق رابطه همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم در سطح ریشه، توانایی تثبیت نیتروژن را داشته و به‌احتمال زیاد از این طریق نیتروژن موردنیاز گیاهان بادنجان در مزرعه آزمایشی را تأمین کرده و باعث افزایش عملکرد محصول بادنجان شده است. از سوی دیگر گیاهان سویا با داشتن ریشه‌های عمیق در اصلاح بافت خاک نیز نقش بسیار مؤثری دارند (Misiko et al., 2008). در پژوهش حاضر شاخص LER در هر سه سامانه کشت نواری مورد آزمایش بیشتر از عدد یک به دست آمد که نشان می‌دهد سودمندی سامانه‌های کشت نواری در مقایسه با تک‌کشتی بادنجان و سویا بیشتر است. همچنین در بین سامانه‌های کشت نواری بیشترین مقدار شاخص LER (۱/۲۶ و ۱/۲۴ به ترتیب در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) در سامانه کشت نواری 2E:4S به دست آمد که نشان می‌دهد این سامانه کشت نواری سودمندی بیشتری نسبت به

REFERENCES

- Allam, S. A. (2011). Utilization intercropping in the reduction of the two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch, infesting kidney bean. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 2, 645-652.
- Barber, A., Campbell, C. A. M., Crane, H., Lilley, R. & Tregidga, E. (2003). Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Biocontrol Science and Technology*, 13, 275-284.
- 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. 1214 pp.

4. Bickerton, M. W. & Hamilton, G. C. (2012). Effect of intercropping with flowering plants on predation of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) egg by generalist predators in bell peppers. *Environmental Entomology*, 41, 612-620.
5. Bostanian, N. J., Trudeau, M. & Lasnier, J. (2003). Management of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in eggplant fields. *Phytoprotection*, 84, 1-8.
6. Bucur, D., Jitareanu, G., Ailincăi, C., Tsadilas, C., Ailincăi, D. & Mercus, A. (2007). Influence of soil erosion on water, soil, humus and nutrient losses in different crop systems in the Moldavian Plateau, Romania. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5, 261-264.
7. Cai, L., Koziel, J. & Neal, E. (2015). Studying plant–insect interactions with solid phase micro extraction: screening for airborne volatile emissions response of soybeans to the soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae). *Chromatography*, 2, 265-276.
8. Carrillo, D., Pena, J. E., Hoy, M. A. & Frank, J. H. (2010). Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pollen, *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other micro arthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. *Experimental and Applied Acarology*, 52, 119–129.
9. 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, 219 pp.
10. De Boer, J. G. & Dicke, M. (2004). The role of methyl salicylate in prey searching behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Journal of Chemical Ecology*, 30, 255-271.
11. Degri, M. M. & Samaila, A. E. (2014). Impact of intercropping tomato and maize on the infestation of tomato fruit borer (*Helicoverpa armigera* (Hubner)). *Journal of Agricultural and Crop Research*, 2, 160- 164.
12. De Souza-Pimentel, G., Reis, P., Da Silveira, E., Marafeli, P., Silva, E. & De Andrade, H. (2016). Biological control of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) on rosebushes using *Neoseiulus californicus* (Phytoseiidae) and agrochemical selectivity. *Revista Colombiana de Entomologia*, 40, 80-84.
13. Dicke, M. & Sabelis, M. W. (1988). How plants obtain predatory mites as body guards. *Netherlands Journal of Zoology*, 38, 148-165.
14. Drukker, B., Bruin, J. & Sabelis, M. W. (2000). Anthocorid predators learn to associate herbivore-induced plant volatiles with presence or absence of prey. *Physiological Entomology*, 25, 260- 265.
15. Easterbrook, M. A., Fitzgerald, J. D. & Solomon, M. G. (2001). Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25, 25-36.
16. Finch, S. & Collier, R. H. (2000). Host-plant selection by insects, a theory based on ‘appropriate/inappropriate landings’ by pest insects of cruciferous plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96, 91-102.
17. Gerson, U. & Weintraub, P. G. (2007). Mites for control of pest in protected cultivation. *Pest Management Science*, 63, 658-676.
18. 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.
19. Griffiths, G. J. K., Holland, J. M., Bailey, A. & Thomas, M. B. (2008). Efficacy and economics of shelter habitats for conservation biological control. *Biological Control*, 45, 200-209.
20. Hata, F., Ventura, M., Carvalho, 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.
21. Hooks, C. R. R. & Johnson, M. W. (2003). Impact of agricultural diversification on the insect community of cruciferous crops. *Crop Protection*, 22, 223-238.
22. Hunady, I. & Hochman, M. (2014). Potential of legume-cereal intercropping for increasing yields and yield stability for self-sufficiency with animal fodder in organic farming. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 50, 185-194.
23. James, D. G. (2003). Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environmental Entomology*, 32, 977-982.
24. Kim, J. J., Lee, M. H., Yoon, C. & Kim, H. (2001). Control of cotton aphid and greenhouse whitefly with a fungal pathogen. *Entomologica Experimentalis et Applicata*, 27, 1-5.
25. 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.

26. Konar, A., Singh, N. J. & Paul, R. (2010). Influence of intercropping on population dynamics of major insect pests and vectors of potato. *Journal of Entomological Research*, 34, 151-154.
27. Landis, D. A., Wratten, S. D. & Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201.
28. Letourneau, D. K., Armbrrecht, I., Riversa, B. S. R., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V., Gutierrez, C., Lopez, S. D., Mejia, J. L., Rangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saaverda, C. A., Torres, A. M. & Trujillo, A. R. (2011). Dose plant diversity benefits agroecosystem? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21, 9-21.
29. Ma, K. Z., Hao, S. G., Zhaz, H. Z. & Kang, L. (2007). Strip cropping wheat and alfalfa to improve the biological control of the wheat aphid *Macrosiphum avenae* by the mite *Allothrombium ovatum*. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 119, 49-52.
30. Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, USA. 256 pp.
31. Mead, R. & Willey, R. W. (1980). The concept of a 'land equivalent ratio' and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16, 217-228.
32. Misiko, M., Tittonell, P., Ramisch, J. J., Richards, P. & Giller, K. E. (2008). Integrating new soybean varieties for soil fertility management in smallholder systems through participatory research: Lessons from western Kenya. *Agricultural Systems*, 97, 1-12.
33. Ratnadass, A., Fernandes, P., Avelino, J. & Habib, R. (2012). Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 273-303.
34. Rezayi, M., Asadi, G. A. & Hosseini, M. (2015). Marginal effects of the datura plant (*Datura starmonium* L.) on density of key pests of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Weed Ecology*, 3, 81-89. (In Farsi).
35. Rhodes, E. M. & Liburd, E. (2006). Evaluation of predatory mites and acramite for control of two spotted spider mite in strawberries in north central Canada. *Horticultural Entomology*, 99, 1291-1298.
36. Root, R. B. (1973). Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs*, 43, 94-125.
37. Salvagiotti, F., Cassman, K. G., Specht, J. E., Walters, D. T., Weiss, A. & Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*, 108, 1-13.
38. SAS Institute. (2005). SAS/STAT user's guide, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC.
39. Satpathy, S. & Mishra, D. S. (2011). Use of intercrops and antifeedants for management of eggplant shoot and fruit borer *Leucinodes orbonalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 31, 52-58.
40. Soleymannejadian, E. (2009). Alfalfa planting beside sugarcane and its effect on biodiversity and sugarcane stem borers' damage. *Journal of Plant Protection*, 32, 1-13. (in Farsi)
41. Sujayanand, G. K., Sharma, R. K., Shankarganesh, K., Saha, S. & Tomar, S. (2015). Crop diversification for sustainable insect pest management in eggplant (Solanales: Solanaceae). *Florida Entomologist*, 98, 305- 314.
42. Valizadegan, O. (2015). Evaluation of insect's fauna diversity and agronomical yield, in intercropping coriander and faba bean. *Agricultural Crop Management*, 17, 69-80. (In Farsi).
43. Van den Boom, C. E. M., Van Beek, T. A. & Dicke, M. (2003). Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*, 127, 177-183.
44. Van den Boom, C. E. M., Van Beek, T. A., Posthumus, M. A., De Groot, A. & Dicke, M. (2004). Qualitative and quantitative variation among volatile profiles induced by *Tetranychus urticae* feeding on plants from various families. *Journal of Chemical Ecology*, 30, 69-89.
45. Vet, L. E. M. & Dicke, M. (1992). Ecology of info-chemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 37, 141-172.
46. Zaho, J., Guo, X., Tan, X., Desneux, N., Zappala, L., Zhang, F. & Wang, S. (2016). Using *Calendula officinalis* as a floral resource to enhance aphid and thrips suppression by the flower bug *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Management Science*, 73, 515-520.
47. Zhu, J. & Park, K. C. (2005). Methyl salicylate. A soybean aphid-induced plant volatile attractive to the predator *Coccinella septempunctata*. *Journal of Chemical Ecology*, 31, 1733-1746.