تحقیقات آفات گیاهی
۱۵- ۱ :(۳)۱۳- ۱۴۰۲
Open access
doi: 10.22124/iprj.2023.25626.1535
pISSN:2322-2409
eISSN: 2538-6123

علمی پژوهشی

تاثیر کشت گیاهان پوششی مختلف در باغ‌های گلابی در تنظیم جمعیت پسیل گلابی، *Cacopsylla pyricola*

سید علی اصغر فتحی
دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
0000-0003-2169-3574

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۳۰)

چکیده

کشت گیاهان پوششی یکی از روش‌های رایج در مدیریت زیستگاه برای افزایش تنوع بندپایان مفید است. در پژوهش حاضر تأثیر کشت گیاهان پوششی بین ردیف‌های درختان گلابی، *Pyrus communis* L.، در تراکم جمعیت و میزان خسارت پسیل گلابی، *Cacopsylla pyricola* (Förster)، و دشمنان طبیعی آن روی درختان گلابی طی دو سال متوالی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ بررسی شد. گیاهان پوششی مورد آزمایشی شامل (۱) شبدر قرمز، *Trifolium pratense* L.، (۲) رزماری، *Rosmarinus officinalis* L.، (۳) کلزا، *Brassica napus* L.، (۴) کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا و (۵) شاهد فاقد گیاهان پوششی بودند. نتایج نشان دادند که کمترین تراکم تخم‌ها، پوره‌ها و حشرات کامل پسیل گلابی و نیز درصد برگ‌ها و میوه‌های دارای علایم خسارت پسیل به ازای یک شاخه ۳۰ سانتی‌متری در کرت‌های حاوی کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا مشاهده شد. همچنین، بیشترین فراوانی کل شکارگرها در کرت‌های حاوی کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا ثبت شد. در بین شکارگرهای جمع‌آوری شده گونه‌های *Anthocoris nemoralis* (Fabricius)، *Orius niger* (Wolff)، *Hippodamia variegata* (Goeze)، *Chrysoperla carnea* (Stephens) و *Episyrphus balteatus* De Geer به‌ترتیب فراوانی بیشتری داشتند. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون ($H' =$ ۲/۲۲ در سال ۱۴۰۱ و ۲/۲۰ در سال ۱۴۰۲) و شاخص یکنواختی پیلو ($J' =$ ۰/۹۶ در هر دو سال مورد آزمایش) برای ترکیب گونه‌های شکارگر پسیل گلابی در کرت‌های حاوی کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا محاسبه شد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا بین درختان گلابی موجب افزایش تنوع و فراوانی شکارگرها و کاهش جمعیت پسیل گلابی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پسیل، تنوع زیستی، حفاظت، دشمنان طبیعی، کشاورزی پایدار

*نویسنده مسئول: fathi@uma.ac.ir

CC BY

مقدمه

استفاده گسترده از آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و سایر روش‌های رایج کشاورزی به منظور افزایش عملکرد محصول، تنوع زیستی بندپایان را در اکوسیستم‌های کشاورزی به طور منفی تحت تاثیر قرار می‌دهد (Tscharntke *et al.*, 2005; Isbell *et al.*, 2011; Geldenhuys *et al.*, 2021). بنابراین، پژوهشگران تلاش می‌کنند روش‌های موثر و کارآمد با هدف حفاظت و حمایت از تنوع گونه‌ای بندپایان مفید در برنامه‌های حفاظت از طبیعت را جایگزین روش‌های فشرده کشاورزی کنند. این روش‌ها نظیر کشت گیاهان گلدار، فراهم کردن پناهگاه‌های زمستانی و تامین آشیانه‌های اکولوژیکی متنوع به منظور افزایش تنوع دشمنان طبیعی در کنترل آفات و کاهش کاربرد آفتکش‌ها می‌باشند (Winter *et al.*, 2018; Albrecht *et al.*, 2020; de Pedro *et al.*, 2020). بررسی‌های قبلی نشان داده‌اند که کشت گیاهان همراه مناسب و صحیح در اکوسیستم‌های کشاورزی ممکن است نقش حیاتی در افزایش تنوع و فراوانی بندپایان مفید (de Pedro *et al.*, 2020; Eckert *et al.*, 2020)، افزایش کارایی دشمنان طبیعی (Letourneau *et al.*, 2011; Albrecht *et al.*, 2020) و نیز بهبود حاصلخیزی خاک (Zarei *et al.*, 2019; Fathi, 2022) داشته باشند.

درخت گلابی، *Pyrus communis* L.، متعلق به تیره Rosaceae است که به طور گسترده در آسیا، اروپا و آمریکا کشت می‌شود. گونه‌های مختلفی از حشرات به درختان گلابی خسارت می‌زنند که از مهم‌ترین آن‌ها در ایران می‌توان به پسیل گلابی، *Cacopsylla pyricola* (Förster)، اشاره کرد. پسیل گلابی با قطعات دهان زننده-مکنده با تغذیه از شیره گیاهی درختان گلابی، ترشح عسلک فراوان و انتقال بیماری فیتوپلاسمی (مرگ تدریجی درختان) خسارت می‌زند. علایم خسارت این آفت به صورت ضعف کلی درخت، سوختگی برگ، بدشکلی و کوچک شدن میوه‌ها است (Jerinic-Prodanovic *et al.*, 2010; Sanchez & Ortin-Angulo, 2012; Kocourek *et al.*, 2021; Sanchez *et al.*, 2021). بررسی منابع نشان داد که شکارگرهای عمومی از تاکسون-های Anthocoridae، Miridae، Chrysopidae، Syrphidae، Coccinellidae، Araneae و Acari و پارازیتوییدها از جنس *Trechnites* در تنظیم جمعیت این پسیل نقش موثری دارند (Fallahzadeh & Japoshvili, 2010; Jerinic-Prodanovic *et al.*, 2010; Sanchez & Ortin-Angulo, 2012; DuPont & Strohm, 2020; Gajski & Pekár, 2021). بنابراین، طراحی روش‌های موثر و مناسب در حفاظت و حمایت از این دشمنان طبیعی و افزایش کارایی آنها در مدیریت زیستگاه-های حاوی این درختان می‌تواند بسیار موثر باشد (Cahenzli *et al.*, 2019; Sanchez, 2020; DuPont *et al.*, 2021).

کشت نواری گیاهان گلدار، گیاهان پوششی و ایجاد حصارهای گیاهی دور باغ یا مزرعه از روش‌های موثر در افزایش تنوع زیستی و حفاظت زیستگاه‌ها است (Landis *et al.*, 2000; Saunders *et al.*, 2013; de Pedro *et al.*, 2020). تاسیس زیستگاه غنی از گیاهان گلدار مناسب می‌تواند برای افزایش تنوع زیستی و فراهم‌سازی آشیانه‌های اکولوژیکی متنوع‌تر برای بندپایان مفید سودمند باشد (Eckert *et al.*, 2020) که در نهایت منجر به بهبود کنترل طبیعی آفات می‌شود (Khan *et al.*, 2008; Fathi, 2019; Albrecht *et al.*, 2020). کارایی کشت گیاهان همراه در بهبود کنترل طبیعی آفات به تنوع و فراوانی آنها (Letourneau *et al.*, 2011) یا به اثرات دورکنندکی ترکیبات فرار مترشحه از گیاهان پوششی (Landis *et al.*, 2000; Gurr *et al.*, 2003) بستگی دارد. کشت گیاهان پوششی گلدار اطراف درختان در باغ‌ها و مزارع با هدف برقراری تعادل طبیعی و استفاده بهینه از منابع طبیعی به منظور افزایش تنوع زیستی دشمنان طبیعی انجام می‌شوند (Letourneau *et al.*, 2011; Fathi, 2023).

از جمله مزایای کشت گیاهان همراه افزایش تنوع بندپایان، برقراری تعادل طبیعی و در نتیجه کنترل طبیعی حشرات آفت است. هر چند که در برخی موارد جمعیت آفات در تیمارهای حاوی کشت گیاهان همراه ممکن است بیشتر از شاهد باشد (Landis *et al.*, 2000). سازوکارهای

موثر در کنترل طبیعی آفات در زیستگاه‌های با تنوع پوشش گیاهی بالاتر با دو فرضیه (۱) تاثیر دشمنان طبیعی در کنترل آفات (Letourneau *et al.*, 2011) و (۲) تاثیر غلظت مواد فرار مترشحه از گیاهان مختلف (Grez & González 1995; Gurr *et al.*, 2003) قابل توجیه است. مطابق فرضیه اول، دشمنان طبیعی در زیستگاه‌های متنوع‌تر فراوانی بالاتری دارند (Letourneau *et al.*, 2011). دلایل این امر می‌تواند با تامین شهد، گرده، خردزیستگاه و شکارهای متنوع‌تر در زیستگاه‌های با پوشش گیاهی متنوع‌تر در ارتباط باشد. مطابق فرضیه دوم به دلیل همپوشانی بوهای متصاعد شده از گیاهان میزبان با بوهای متصاعد شده از گیاهان غیر میزبان، آفات در میزبان‌یابی و تخمگذاری روی گیاهان میزبان دچار سردرگمی می‌شود و حتی ممکن است آن منطقه را ترک کند و در نتیجه جمعیت آفت در آن منطقه کاهش می‌یابد (Landis *et al.*, 2000; Stratton *et al.*, 2019). چراکه حشرات آفت در سیستم‌های کشت متنوع با استفاده از نشانه‌های بینایی و بویایی میزبان خود را پیدا می‌کنند (Finch & Collier, 2000). برای مثال، در تحقیق انجام شده توسط محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2021) مشخص شد که ترکیبات فرار ترشح شده توسط گیاه سیر سبب دورکنندگی کنه دولکه‌ای روی لوبیا سبز شد. همچنین، ایجاد پوشش گیاهی در حاشیه مزارع و باغ‌ها به عنوان حصار فیزیکی یکی دیگر از روش‌های موثر در مدیریت زیستگاه‌های کشاورزی است. در این حالت نیز آفت در یافتن گیاه میزبان به دلیل وجود موانع فیزیکی و نیز بوهای متصاعد شده توسط آن‌ها دچار اختلال می‌شود (Landis *et al.*, 2000; Eckert *et al.*, 2020). روش دیگر، استفاده از گیاهان تله در برنامه‌های مدیریت زیستگاه است که مواد فرار مترشحه آنها باعث جلب آفات اختصاصی روی آنها می‌شود (Khan *et al.*, 2008).

در مطالعه حاضر، فرض بر آن است که کشت گیاهان پوششی شامل: (۱) شبدر قرمز، *Trifolium pratense* L.، (۲) رزماری، *Rosmarinus officinalis* L. ، (۳) کلزا، *Brassica napus* L. و (۴) کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا، اطراف درختان گلابی با تولید گل‌های فراوان و فراهم کردن منابع غذایی و خردزیستگاه‌های متنوع‌تر در تنوع و فراوانی دشمنان طبیعی موثر هستند (Isman *et al.*, 2008; Fathi, 2023). بررسی منابع نشان دادند که مطالعه‌ای در زمینه تاثیر کشت گیاهان پوششی نامبرده در پای درختان گلابی روی جمعیت پسیل گلابی و دشمنان طبیعی آن انجام نشده است. بنابراین، این مطالعه با هدف ارزیابی کشت گیاهان پوششی نامبرده در مقایسه با شاهد فاقد گیاهان پوششی روی تنوع و فراوانی دشمنان طبیعی پسیل گلابی انجام شد. یافته‌های حاصل از این مطالعه می‌تواند در برنامه‌های مدیریت پسیل گلابی روی درختان گلابی در باغ‌های گلابی سودمند باشد.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش، تیمارهای آزمایشی و ارزیابی‌ها

این آزمایش در دشت تبریز (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) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بلوک طی سال‌های ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ انجام شد. درختان گلابی، *Pyrus communis* L.، (رقم Sebri) مورد مطالعه در همه کرت‌ها در اوایل شروع آزمایش در سال ۱۴۰۱ پنج ساله بودند. در هر کرت (۶ ×۶ متری) تعداد ۹ درخت گلابی با فاصله سه متر بین و داخل ردیف‌های کشت وجود داشت. بین کرت‌های مورد آزمایش فاصله ۶ متری به صورت دست نخورده رها شدند. تیمارهای آزمایشی ما شامل کشت گیاهان پوششی (۱) شبدر قرمز، *Trifolium pratense* L.، (۲) رزماری، *Rosmarinus officinalis* L. ، (۳) کلزا، *Brassica napus* L.، (۴) کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا، و (۵) فقدان پوشش گیاهی (به عنوان شاهد) بودند. آزمایش‌ها طی دو فصل رشدی از اردیبهشت تا اوایل شهریورماه انجام شدند.

برای شناسایی گونه پسیل گلابی یک نمونه با ۱۵۰ پوره سن آخر پسیل از باغ مورد آزمایش انتخاب شد و پس از انتقال به آزمایشگاه در شرایط دمایی ۲ ± ۲۵ درجه

سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دروه نوری ۱۶ ساعت روشنایی تا زمان ظهور حشرات کامل نگهداری شد. سپس، گونه پسیل گلابی با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی با استفاده از استریومیکروسکوپ شناسایی شد (Bei-Bienko *et al.*, 1967; Burckhardt & Lauterer, 1993). نمونه-برداری‌ها به طور هفتگی از اواخر اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ بعد از مشاهده پوره‌های پسیل گلابی روی شاخه‌های درختان گلابی شروع شدند و تا اوایل شهریور ادامه یافتند. تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه‌ی (۱) محاسبه شد (Southwood & Henderson, 2000).

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

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 هر کرت چهار درخت به طور تصادفی در شروع نمونه‌برداری انتخاب و علامت گذاری شدند و سپس، در هر کدام از این درختان نیز یک شاخه انتهایی ۳۰ سانتی‌متری (دارای ۲۴ برگ و ۱۵ میوه در حال تشکیل) از قسمت‌های بالایی، میانی و پایینی تاج هر درخت به طور تصادفی انتخاب شدند. در هر تاریخ نمونه-برداری تراکم تخم‌ها، پوره‌ها، و حشرات کامل پسیل در نمونه‌های انتخاب شده با استفاده از ذره‌بین دستی شمارش و یادداشت شدند. علاوه بر آن، برای ارزیابی تاثیر تیمارهای آزمایشی روی خسارت وارده توسط پسیل، در فصل برداشت (اوایل شهریورماه) تعداد برگ‌ها و میوه‌های دارای علایم خسارت پسیل (داشتن عسلک و لکه‌های نکروزه) در شاخه‌های انتخاب شده در آخرین نوبت نمونه‌برداری شمارش و یادداشت شدند. کار شمارش و نمونه‌برداری بین ساعت ۸ تا ۱۲ قبل از ظهر انجام شد.

شکارگرهای پسیل گلابی روی همان شاخه‌های انتخاب شده در آزمایش قبلی با شمارش مستقیم با استفاده از ذره‌بین شمارش و یادداشت شدند. گونه‌های شکارگر که در شناسایی آنها مردد بودیم به آزمایشگاه منتقل شدند و با استفاده از ویژگی‌های ریخت شناسی و کلیدهای معتبر شناسایی شدند (Bei-Bienko *et al.*, 1967; Gordon, 1985; Brooks & Barnard, 1990; Gilbert, 1993).

همچنین، نرخ پارازیتیسم پوره‌های پسیل (که رنگ آنها تغییر یافته بود) با تقسیم تعداد پوره‌های پارازیته به تعداد کل پوره‌ها در شاخه‌های انتخاب شده در آزمایش اول طی دو فصل رشدی با شمارش مستقیم با استفاده از ذره‌بین محاسبه شد. برای شناسایی گونه‌های پارازیتویید، یک نمونه ۵۰ عددی از پوره‌های پارازیته به آزمایشگاه انتقال داده شد و در شرایط دمایی ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دروه نوری ۱۶ ساعت روشنایی تا زمان ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. سپس، گونه‌های پارازیتوییدها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی با استفاده از استریومیکروسکوپ شناسایی شدند (Tobias, 1995; Guerrieri & Noyes, 2009).

تجزیه داده‌ها

داده‌های تراکم تخم، پوره‌ها، و حشرات کامل پسیل و نیز فراوانی شکارگرها با استفاده از تبدیل داده لگاریتمی و داده‌های نرخ پارازیتیسم و درصد برگ‌ها و میوه‌های دارای علایم خسارت پسیل با تبدیل داده زاویه‌ای نرمال شدند. سپس، داده‌ها با روش ANOVA با پنج تیمار و چهار تکرار تجزیه واریانس شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند (IBM SPSS v.24.0). علاوه بر آن، مقادیر شاخص تنوع گونه‌ای شانون (H') با استفاده از رابطه ۲ و شاخص یکنواختی پیلوجی (J') یا استفاده از رابطه ۳ برای هر کرت محاسبه شدند (Magurran, 2004) و با روش ANOVA تجزیه واریانس و با آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند (IBM SPSS v.24.0).

$$H' = -\sum Pi \ln Pi \qquad (۲)$$

در این معادله $pi = ni/N$، ni فراوانی هر گونه، و N فراوانی کل گونه‌ها است.

$$J' = H'/\ln(S) \qquad (۳)$$

S در این معادله تعداد گونه است.

نتایج

تراکم جمعیت پسیل گلابی و خسارت آن

در تحقیق حاضر مشخص شد که کشت گیاهان پوششی پای درختان گلابی جمعیت تخم‌ها (P≤ ۰/۰۰۱، F= ۵۸/۵۹ ، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۴۴/۲۹، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲)، پوره‌ها (P≤ ۰/۰۰۱، F= ۳۵/۶۲، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۲۹/۳۷، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲)، و حشرات کامل (P≤ ۰/۰۰۱، F= ۱۹/۸۳، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۱۷/۹۵، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) پسیل گلابی را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد. در هر دو سال مورد مطالعه، کشت گیاهان پوششی شبدر، رزماری، کلزا به صورت تنها و نیز مخلوط هر سه آن‌ها باعث کاهش تراکم تخم‌ها، پوره‌ها و حشرات کامل پسیل در مقایسه با شاهد (فاقد پوشش گیاهی) شد (جدول ۱). در بین گیاهان پوششی مورد آزمایش، کمترین تراکم تخم‌ها، پوره‌ها و حشرات کامل پسیل گلابی به ازای یک شاخه در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی مخلوط گیاهان شبدر-رزماری-کلزا مشاهده شد. علاوه بر آن، در کرت حاوی پوشش گیاهی شبدر تراکم تخم‌ها و پوره‌های پسیل در مقایسه با کرت‌های حاوی پوشش گیاهی رزماری و کلزا کمتر بود (جدول ۱). به طور مشابه، درصد برگ‌های آلوده (P≤ ۰/۰۰۱، F= ۲۴/۰۳، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۱۹/۷۴، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) و درصد میوه‌های آلوده (P≤ ۰/۰۰۱، F= ۱۸/۰۳، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۲۳/۷۴، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) در تیمارهای حاوی پوشش گیاهی در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود. در بین تیمارهای مورد آزمایش، کمترین درصد برگ‌های آلوده و میوه‌های دارای علایم آلودگی در کرت‌های دارای پوشش گیاهی مخلوط گیاهان شبدر-رزماری-کلزا مشاهده شد. علاوه بر آن، کاهش معنی‌داری در درصد برگ‌های آلوده و درصد میوه‌های آلوده در سال ۱۴۰۲ در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی شبدر در مقایسه با رزماری و کلزا در هر دو سال مورد آزمایش مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) تراکم تخم‌ها، پوره‌ها، و حشرات کامل پسیل گلابی روی شاخه‌های درختان گلابی (P) با وجود گیاهان پوششی شبدر (Cl)، رزماری (Ro)، کلزا (Ca)، مخلوط شبدر-رزماری-کلزا (Cl-Ro-Ca) و شاهد (C) پای درختان گلابی در دو فصل رشدی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 1. Mean (± SE) density for the eggs, nymphs, and adults of pear psylla on the branches of pear trees (P) in cropping clover (Cl), rosemary (Ro), canola (Ca), a mixture of clover-rosemary-canola (Cl- Ro-Ca), and control (C) around trees in two growing seasons 2022 and 2023

Treatments	Density of eggs/branch		Density of nymphs/branch		Density of adults/branch	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
P-Cl	6.4 ± 0.5 c	8.1 ± 0.4 d	5.4 ± 0.3 c	6.7 ± 0.6 c	1.3 ± 0.2 b	1.7 ± 0.3 b
P-Ro	8.6 ± 0.8 b	11.7 ± 0.7 b	6.6 ± 0.5 b	8.2 ± 0.7 b	1.6 ± 0.3 b	2.0 ± 0.4 b
P-Ca	9.8 ± 1.1 b	10.4 ± 1.0 c	7.9 ± 0.9 b	8.3 ± 0.8 b	1.8 ± 0.2 b	2.2 ± 0.5 b
P-Cl- Ro-Ca	3.7 ± 0.9 d	5.3 ± 1.3 e	2.8 ± 0.8 d	4.1 ± 1.1 d	0.8 ± 0.1 c	1.1 ± 0.1 c
P-C	15.7 ± 0.9 a	20.3 ± 1.3 a	11.8 ± 0.8 a	13.1 ± 1.1 a	3.8 ± 0.4 a	4.1 ± 0.6 a

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (Tukey's HSD test: $P > 0.05$)

جدول ۲- میانگین (± خطای معیار) درصد برگ‌ها و میوه‌های دارای علایم خسارت پسیل گلابی روی شاخه‌های درختان گلابی (P) با وجود گیاهان پوششی شبدر (Cl)، رزماری (Ro)، کلزا (Ca)، مخلوط شبدر-رزماری-کلزا (Cl-Ro-Ca) و شاهد (C) پای درختان گلابی در دو فصل رشدی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 2. Means (±SE) of the percent of leaves and fruits with symptoms of pear psylla damage the branches of pear trees (P) in cropping clover (Cl), rosemary (Ro), canola (Ca), a mixture of clover-rosemary-canola (Cl- Ro-Ca), and control (C) around trees in two growing seasons 2022 and 2023

Treatments	Percentage of infested leaves/branch		Percentage of infested fruits/branch	
	2022	2023	2022	2023
P-Cl	13.7 ± 0.9 c	16.0 ± 1.4 c	12.3 ± 1.3 c	13.8 ± 1.4 c
P-Ro	15.2 ± 1.6 bc	20.7 ± 1.7 b	15.2 ± 1.5 b	17.3 ± 1.7 b
P-Ca	16.6 ± 1.8 b	17.2 ± 1.4 bc	15.9 ± 1.6 b	16.4 ± 1.6 bc
P-Cl- Ro-Ca	9.7 ± 0.9 d	10.3 ± 0.8 d	8.4 ± 0.8 d	9.1 ± 1.0 d
P-C	31.7 ± 2.9 a	41.4 ± 3.3 a	27.8 ± 2.8 a	30.3 ± 3.1 a

Means within a column followed by the same letter are not significantly different (Tukey's HSD test: $P > 0.05$)

دشمنان طبیعی

در این تحقیق، ده گونه شکارگر پسیل گلابی روی درختان گلابی طی دو فصل رشدی جمع‌آوری و شناسایی شدند (جدول ۳). در بین شکارگرها، دو گونه سن شکارگر *Anthocoris nemoralis* (Fabricius) و *Orius niger* (Wolff)، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens)، مگس *Episyrphus balteatus* (De Geer)، و کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) شکارگرهای اصلی پسیل گلابی روی درختان گلابی طی دو فصل رشدی بودند (جدول ۳). در رتبه‌های بعدی، سن‌های شکارگر *Temnostethus reduvinus parilis* (Horváth)، *Nabis pseudoferus* Remane، *Deraeocoris punctulatus* (L.)، کفشدوزک *Coccinella septempunctata* L. و کنه شکارگر *Anystis baccarum* (L.) از خانواده Anystidae از لحاظ فراوانی بودند (جدول ۳). فراوانی سن شکارگر *A. nemoralis* در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۳۸/۲۵، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۴۲/۱۹، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲). در بین گیاهان پوششی، کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا در مقایسه با رزماری و کلزا به طور معنی‌داری فراوانی این شکارگر را افزایش دادند (جدول ۳). همچنین، کشت گیاهان پوششی به طور مثبت و معنی‌داری در مقایسه با شاهد فراوانی سن شکارگر *O. niger* را تحت تاثیر قرار داد ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۲۶/۳۱، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۳۹/۰۶، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲). فراوانی این شکارگر در تیمارهای مخلوط شبدر-رزماری-کلزا و شبدر در مقایسه با رزماری و کلزا به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ۳). به طور مشابه فراوانی سن‌های شکارگر *T. reduvinus parilis* ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۱۹/۳۱، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۲۹/۰۶، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲)، *N. pseudoferus* ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۱۷/۵۶، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۲۰/۳۸، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲)، و *D. punctulatus* ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۱۵/۹۵، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۱۸/۳۷، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲) روی درختان گلابی نیز در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی به ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا و شبدر در مقایسه با شاهد در هر دو سال مورد مطالعه افزایش یافت (جدول ۳). همچنین، تاثیر مثبت و معنی‌دار کشت گیاهان پوششی به خصوص کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا و شبدر در مقایسه با شاهد در فراوانی بالتوری سبز *C. carnea* ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۲۷/۲۴، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۳۱/۲۷، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲)، مگس سیرفید *E. balteatus* ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۱۴/۳۹، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۱ و $P\leq$۰/۰۰۰۱، F= ۲۶/۷۲، df= ۴, ۱۲ در سال ۱۴۰۲)، و کفشدوزک‌های *H. variegata* ($P\leq$۰/۰۰۱، F= ۳۱/۷۱، df= ۴, ۱۲

در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۲۹/۴۶، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) و *C. septempunctata* (P≤۰/۰۰۱، F= ۱۵/۶۸، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۱۴/۲۶، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) مشاهده شد (جدول ۳). در مقابل، فراوانی کنه شکارگر *A. baccarum* روی درختان گلابی در کرت‌های حاوی گیاهان پوششی و شاهد فاقد گیاهان پوششی اختلاف معنی‌داری را نشلان نداد (P=۰/۰۲۱، F= ۴/۳۶، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P=۰/۰۷۹، F= ۲/۷۳، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۳۹۹) (جدول ۳). در مجموع، بیشترین فراوانی کل شکارگرهای پسیل گلابی در کرت‌های حاوی کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا مشاهده شد (شکل ۱). علاوه بر آن، اختلاف در فراوانی کل شکارگرهای پسیل گلابی در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی شبدر به طور معنی‌داری بیشتر از رزماری و کلزا بود (P≤۰/۰۰۱، F= ۱۱۴/۸۷، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P≤۰/۰۰۰۱، F= ۱۵۶/۵۲، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲؛ شکل ۱).

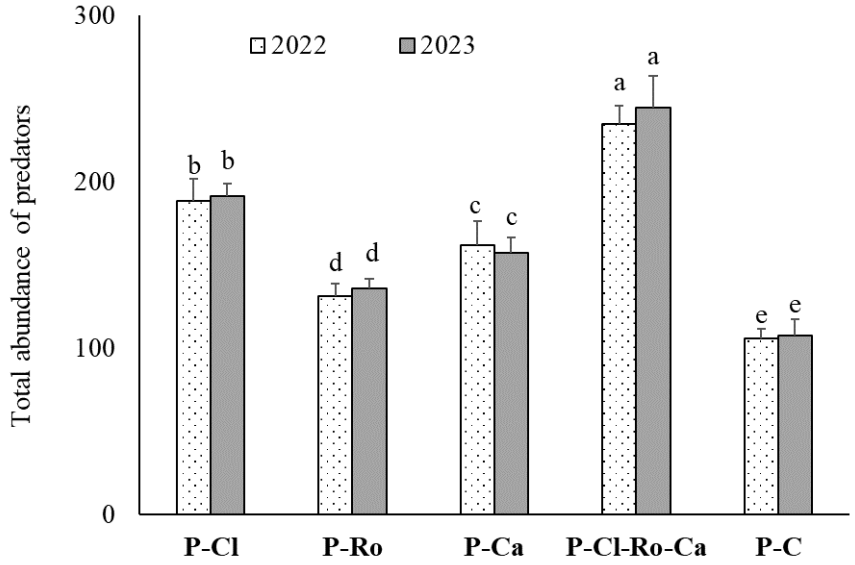
جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) فراوانی شکارگرهای پسیل گلابی روی شاخه‌های درختان گلابی (P) با وجود گیاهان پوششی شبدر (Cl)، رزماری (Ro)، کلزا (Ca)، مخلوط شبدر-رزماری-کلزا (Cl-Ro-Ca) و شاهد (C) پای درختان گلابی در دو فصل رشدی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 3. Average (± SE) abundance of predators of the pear psylla on the branches of pear trees (P) in cropping clover (Cl), rosemary (Ro), canola (Ca), a mixture of clover-rosemary-canola (Cl- Ro-Ca), and control (C) in two growing seasons 2022 and 2023

Predators	Years	P-Cl	P-Ro	P-Ca	P- Cl- Ro-Ca	P- C
Anthocoris nemoralis	2022	39.4 ± 2.7 ab	34.1 ± 2.3 b	36.2 ± 2.7 b	44.2 ± 3.1 a	29.4 ± 1.9 c
	2023	42.7 ± 2.1 b	35.7 ± 2.0 c	37.5 ± 3.2 bc	50.4 ± 2.8 a	32.8 ± 2.2 c
Orius niger	2022	27.2 ± 1.7 ab	19.7 ± 1.6 c	23.5 ± 1.8 b	31.8 ± 2.5 a	19.9 ± 1.4 c
	2023	28.9 ± 2.6 a	22.3 ± 1.5 b	21.9 ± 2.2 b	29.7 ± 2.1 a	18.5 ± 2.3 b
Temnostethus reduvinus parilis	2022	14.7 ± 1.1 b	4.7 ± 0.4 c	13.2 ± 1.2 b	20.9 ± 1.6 a	2.3 ± 0.3 d
	2023	16.2 ± 1.6 b	5.5 ± 0.6 d	10.4 ± 1.3 c	21.5 ± 1.7 a	2.7 ± 0.4 e
Nabis pseudoferus	2022	10.1 ± 0.8 b	3.1 ± 0.4 d	6.2 ± 0.5 c	14.1 ± 1.3 a	1.3 ± 0.2 e
	2023	8.7 ± 1.0 b	3.6 ± 0.4 c	7.3 ± 0.8 b	16.5 ± 1.7 a	1.5 ± 0.2 d
Deraeocoris punctulatus	2022	8.4 ± 0.8 b	3.4 ± 0.3 c	3.9 ± 0.4 c	12.5 ± 0.9 a	1.1 ± 0.2 d
	2023	6.9 ± 0.7 b	2.7 ± 0.2 c	2.6 ± 0.3 c	13.9 ± 1.2 a	1.2 ± 0.5 d
Chrysoperla carnea	2022	26.4 ± 1.2 b	18.7 ± 1.6 c	23.4 ± 1.9 b	30.2 ± 2.3 a	15.4 ± 1.7 c
	2023	25.6 ± 2.2 a	17.4 ± 1.1 c	21.8 ± 1.4 b	28.9 ± 1.8 a	14.3 ± 1.5 d
Episyrphus balteatus	2022	20.1 ± 1.8 b	17.3 ± 1.1 c	18.4 ± 1.2 bc	26.1 ± 2.1 a	13.9 ± 1.2 d
	2023	21.3 ± 2.1 a	16.1 ± 1.3 b	17.1 ± 1.7 b	24.8 ± 1.8 a	12.9 ± 1.3 c
Hippodamia variegata	2022	19.8 ± 1.6 b	14.2 ± 1.3 c	17.9 ± 1.4 b	25.3 ± 2.1 a	10.2 ± 1.0 d
	2023	20.2 ± 1.3 b	16.6 ± 1.8 c	17.2 ± 1.3 c	29.4 ± 2.3 a	11.9 ± 2.0 d
Coccinella septempunctata	2022	14.2 ± 1.0 b	8.1 ± 0.7 d	11.9 ± 0.9 c	19.8 ± 1.2 a	4.8 ± 0.3 e
	2023	13.6 ± 0.9 b	9.5 ± 0.8 c	13.9 ± 1.3 b	23.2 ± 2.3 a	5.6 ± 0.4 d
Anystis baccarum	2022	8.1 ± 0.8 a	7.9 ± 0.6 a	7.4 ± 0.9 a	9.9 ± 1.1 a	7.6 ± 0.8 a
	2023	7.1 ± 0.6 a	6.2 ± 0.9 a	7.7 ± 0.9 a	6.3 ± 0.8 a	5.9 ± 0.9 a

Means within a row followed by the same letter are not significantly different (Tukey's HSD test: $P > 0.05$)

بررسی شاخص‌های تنوع گونه‌ای شکارگرهای پسیل گلابی نشان داد که شاخص تنوع گونه‌ای شانون در کرت‌های با پوشش گیاهی در مقایسه با شاهد فاقد پوشش گیاهی به طور معنی‌داری بیشتر بودند (جدول ۴). در بین تیمارهای مورد آزمایش، بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون در تیمار کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا محاسبه شد. همچنین، مقدار این شاخص در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی شبدر در مقایسه با کرت‌های حاوی رزماری و کلزا بیشتر بود (P=۰/۰۰۷، F= ۵/۸۶، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P=۰/۰۰۴، F= ۷/۰۹، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) (جدول ۴). به طور مشابه، بیشترین مقادیر شاخص‌های یکنواختی پیلو برای ترکیب گونه‌های شکارگرهای پسیل گلابی در کرت‌های با کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا محاسبه شد (جدول ۴). همچنین، مقدار این شاخص در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی شبدر به طور معنی‌داری بیشتر از کرت‌های حاوی رزماری و کلزا بود (P=۰/۰۱۵، F=۴/۸۵، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P=۰/۰۰۶، F= ۶/۰۸، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) (جدول ۴).



شکل ۱- میانگین (± خطای معیار) فراوانی کل شکارگرهای پسیل گلابی روی شاخه‌های درختان گلابی (P) با وجود گیاهان پوششی شبدر (Cl)، رزماری (Ro)، کلزا (Ca)، مخلوط شبدر-رزماری-کلزا (Cl-Ro-Ca) و شاهد (C) پای درختان گلابی در دو فصل رشدی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Figure 1. Average (± SE) abundance of predators of the pear psylla on the branches of pear trees (P) in cropping clover (Cl), rosemary (Ro), canola (Ca), a mixture of clover-rosemary-canola (Cl- Ro-Ca), and control (C) in two growing seasons 2022 and 2023

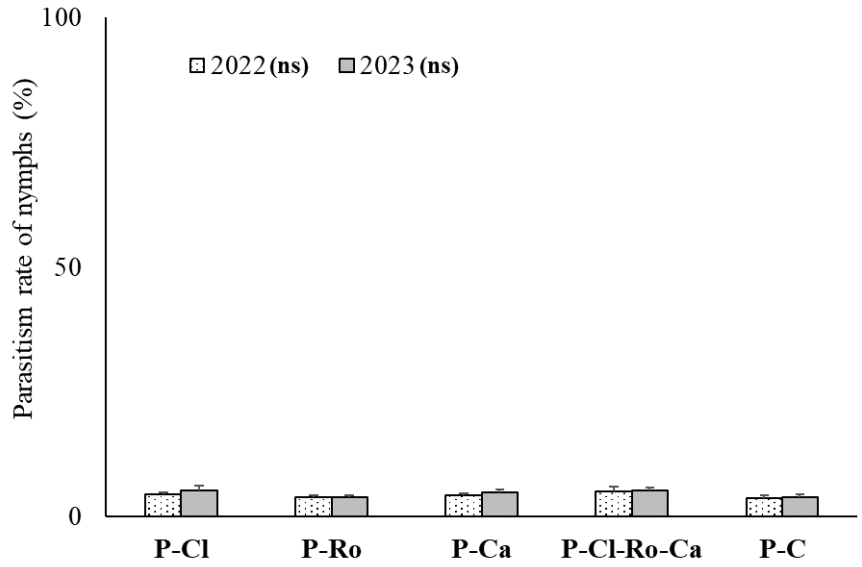
جدول ۴- میانگین (± خطای معیار) شاخص تنوع شانون (H') و شاخص یکنواختی پیلو (J') برای ترکیب گونه‌ای شکارگرهای پسیل گلابی روی شاخه‌های درختان گلابی (P) با وجود گیاهان پوششی شبدر (Cl)، رزماری (Ro)، کلزا (Ca)، مخلوط شبدر-رزماری-کلزا (Cl-Ro-Ca) و شاهد (C) پای درختان گلابی در دو فصل رشدی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲

Table 4. Average (± SE) Shannon diversity index (H') and Pielou's evenness index (J') for the complex of predators of the pear psylla on the branches of pear trees (P) in cropping clover (Cl), rosemary (Ro), canola (Ca), a mixture of clover-rosemary-canola (Cl- Ro-Ca), and control (C) in two growing seasons 2022 and 2023

Predators	Years	P-Cl	P-Ro	P-Ca	P- Cl- Ro-Ca	P- C
Shannon diversity index (H')	2022	2.18 ± 0.01 b	2.06 ± 0.01 d	2.14 ± 0.01 c	2.22 ± 0.01 a	1.96 ± 0.01 e
	2023	2.15 ± 0.01 b	2.05 ± 0.01 d	2.12 ± 0.01 c	2.20 ± 0.01 a	1.95 ± 0.01 e
Pielou's evenness index (J')	2022	0.95 ± 0.01 ab	0.89 ± 0.01 c	0.93 ± 0.01 b	0.96 ± 0.01 a	0.85 ± 0.01 d
	2023	0.93 ± 0.01 b	0.89 ± 0.01 c	0.92 ± 0.01 b	0.96 ± 0.01 a	0.85 ± 0.01 d

Means within a row followed by the same letter are not significantly different (Tukey's HSD test: $P > 0.05$)

در تحقیق حاضر، فقط یک گونه زنبور پارازیتویید *Trechnites insidiosus* (Crawford) از پوره‌های پارازیته پسیل گلابی روی درختان گلابی در همه تیمارهای مورد آزمایش ظاهر شد. در هر دو سال مورد مطالعه، نرخ پارازیتیسم پوره‌های پسیل روی درختان گلابی در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی و شاهد فاقد پوشش گیاهی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P=۰/۰۵۵، F= ۳/۱۴، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۱ و P=۰/۱۰۱، F= ۲/۴۷، df= ۴ ,۱۲ در سال ۱۴۰۲) (شکل ۲). میانگین نرخ پارازیتیسم پوره‌های پسیل بین ۳/۵ درصد در کرت‌های شاهد فاقد پوشش گیاهی تا ۵/۱ درصد در کرت‌های حاوی کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا متغیر بود (شکل ۲).



شکل ۲- نرخ پارازیتیسم (درصد) پوره‌های پسیل گلابی روی درختان گلابی (P) در کرت‌های حاوی گیاهان پوششی شبدر (Cl)، رزماری (Ro)، کلزا (Ca)، مخلوط شبدر-رزماری-کلزا (Cl-Ro-Ca) و شاهد (C) در دو فصل رشدی ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲
^{ns} نشان‌دهنده اختلاف غیر معنی‌دار بین تیمارها است.

Figure 2. Parasitism rate (%) of the pear psylla on the branches of pear trees (P) in cropping clover (Cl), rosemary (Ro), canola (Ca), a mixture of clover-rosemary-canola (Cl- Ro-Ca), and control (C) in two growing seasons 2022 and 2023.
^{ns} indicate non-significant difference among treatments.

بحث

افزایش تنوع زیستگاه‌های کشاورزی با کشت گیاهان گلدار در نقش گیاهان پوششی یکی از روش‌های موثر در بازسازی و افزایش فراوانی و تنوع بندپایان مفید است که با فراهم کردن خردزیستگاه‌های مناسب و مطلوب در برنامه-های حفظت و حمایت از دشمنان طبیعی کاربرد دارد (Letourneau *et al.*, 2011; Albrecht *et al.*, 2020; de Pedro *et al.*, 2020; Geldenhuys *et al.*, 2021). مطالعه حاضر نشان داد که کشت گیاهان پوششی شامل شبدر، رزماری، و کلزا به خصوص کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا به عنوان گیاه پوششی اطراف درختان گلابی در مقایسه با شاهد فاقد گیاهان پوششی روش موثر در کنترل جمعیت پسیل گلابی است. افزایش در فراوانی و تنوع شکارگرهای پسیل در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی به خصوص کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا به احتمال زیاد در کاهش جمعیت پسیل گلابی موثر بود. در این تحقیق، سن‌های شکارگر *A. nemoralis* و *O. niger*، بالتوری سبز *C. carnea*، مگس سیرفید *E. balteatus* و کفشدوزک *H. variegata* شکارگرهای اصلی پسیل گلابی روی درختان گلابی طی دو فصل رشدی بودند که فراوانی بالاتری در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی به‌ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا در مقایسه با شاهد داشتند. این نتایج با یافته‌های پژوهشگران قبلی مبنی بر اینکه کشت گیاهان پوششی باعث افزایش فراوانی دشمنان طبیعی و کنترل آفات می‌شود، مطابقت دارد (Tajmiri *et al.*, 2017; Albrecht *et al.*, 2020; Eckert *et al.*, 2020; Fathi, 2023).

فراوانی شکارگرهای پسیل شامل سن‌های شکارگر، کفشدوزک‌ها، بالتوری سبز و مگس‌های سیرفیده در کرت-های حاوی پوشش گیاهی به ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا بالاتر از شاهد فاقد گیاهان پوششی بود. از سوی دیگر، همگنی در توزیع فراوانی گونه‌های شکارگر در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی به ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا باعث افزایش مقادیر شاخص تنوع شانون و شاخص یکنواختی پیلو برای ترکیب گونه‌ای

شکارگرهای پسیل گلابی روی درختان گلابی شد. گیاهان پوششی به ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا اطراف درختان گلابی نقش مهمی در حفاظت و حمایت از تنوع گونه‌ای و فراوانی شکارگرهای عمومی با تامین گل‌های فراوان، منابع مطلوب شهد و گرده، شکارهای جایگزین و آشیانه‌های اکولوژیکی متنوع داشتند (Fathi, 2017; Zarei *et al.*, 2019; Albrecht *et al.*, 2020). بررسی‌های قبلی نشان داده‌اند که زیستگاه‌های حاوی پوشش گیاهی متنوع‌تر در مقایسه با زیستگاه‌های تک‌کشتی، فراوانی و تنوع زیستی عوامل کنترل طبیعی را افزایش دادند (Landis *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2010; Kabiri-Abad *et al.*, 2020; Geldenhuys *et al.*, 2021; Fathi, 2023). بنابراین، افزایش تنوع و فراوانی شکارگرهای عمومی در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی به ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا به احتمال زیاد سبب افزایش کنترل طبیعی پسیل گلابی روی درختان گلابی در مقایسه با شاهد شد.

علاوه بر آن، گیاهخواران متعددی از گیاهان پوششی پای درختان گلابی تغذیه می‌کردند که به عنوان شکارهای جایگزین برای شکارگرها در زمان نبود یا کمبود پسیل روی درختان گلابی عمل می‌کردند. بنابراین، رشد گیاهان شبدر و کلزا در اوایل فصل رشدی شکارهای متنوع، آشیانه‌های اکولوژیکی متنوع، و منابع غذایی مطلوب زیستگاه‌های مناسبی را برای جلب و استقرار و افزایش جمعیت شکارگرهای عمومی از سن‌های شکارگر، کفشدوزک‌ها، بالتوری سبز، و مگس‌های سیرفیده فراهم می‌سازند. در نتیجه شکارگرهای عمومی با افزایش جمعیت خود در اوایل فصل رشدی در حضور گیاهان پوششی شبدر و کلزا در کاهش جمعیت پسیل روی درختان گلابی طی فصل رشدی نقش موثری داشتند.

از سوی دیگر گیاهان پوششی خسارت دیده توسط گیاهخواران به ویژه شبدر و کلزا ممکن است باعث پخش مواد فرار جلب کننده نسبت به شکارگرهای عمومی نظیر متیل سالیسیلات در فضا شوند (James, 2006; Gadino *et al.*, 2012) و در نتیجه موجب جلب بیشتر عوامل کنترل کننده طبیعی و افزایش فراوانی آن‌ها در کرت‌های مربوطه شوند. جلب گونه‌های مختلف دشمنان طبیعی شامل سن‌های شکارگر (Drukker *et al.*, 2000; James, 2003)، کفشدوزک‌ها (James, 2003; Zhu & Park, 2005)، بالتوری سبز (James, 2006) و پارازیتوییدها (James, 2003; Orre *et al.*, 2010) به سمت متیل سالیسیلات پخش شده توسط گیاهان خسارت دیده از آفات توسط پژوهشگران قبلی گزارش شده است.

در مقابل، کشت گیاهان پوششی نام‌برده در تحقیق حاضر تاثیر معنی‌داری در افزایش نرخ پارازیتیسم پوره‌های پسیل گلابی توسط زنبور پارازیتوییدِ اختصاصی *T. insidiosus* (Rendon *et al.*, 2021; Tougeron *et al.*, 2021) در مقایسه با شاهد فاقد گیاهان پوششی نداشت. بنابراین، احتمال می‌رود که گل‌های گیاهان شبدر، کلزا، و رزماری نقش چندانی در جلب و حمایت از این زنبور پارازیتوییدِ نداشتند. چرا که، این زنبور پارازیتوییدِ تنها پوره‌های پسیل گلابی را پارازیته می‌کند و از عسلک ترشح شده از پسیل تغذیه می‌کند (Rendon *et al.*, 2021; Tougeron *et al.*, 2021). بنابراین، گیاهان پوششی نامبرده تاثیری در فراهم کردن میزبان‌های جایگزین برای این زنبور پارازیتوییدِ نداشتند. به همین خاطر، درصد پارازیتیسم پوره‌های پسیل توسط این زنبور پارازیتوییدِ اختصاصی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد آزمایش نداشت.

در این مطالعه، کشت گیاهان پوششی شبدر، رزماری، کلزا، به‌خصوص کشت مخلوط آن‌ها اطراف درختان گلابی اثر کاهشی روی میزان خسارت وارده توسط پسیل گلابی روی درختان گلابی در مقایسه با شاهد فاقد گیاهان پوششی داشت. از سوی دیگر، نتایج ما نشان داد که شکارگرهای پسیل گلابی در کرت حاوی پوشش گیاهی مخلوط شبدر-رزماری-کلزا فراوانی و تنوع بالاتری داشتند و در نتیجه موجب کاهش بیشتر جمعیت پسیل گلابی و به تبع آن کاهش بیشتر درصد برگ‌ها و میوه‌های آلوده به پسیل شدند. بررسی‌های قبلی متعددی نیز کاهش جمعیت آفات مختلف را در زیستگاه‌های حاوی پوشش گیاهی متنوع در

مقایسه با زیستگاه‌های با تنوع پوشش گیاهی پایین گزارش کرده‌اند (Albrecht *et al.*, 2020; Mohammadi *et al.*, 2021; Alioghli *et al.*, 2022; Fathi, 2022).

نتیجه‌گیری

در دسترس بودن منابع غذایی و اکولوژیکی جایگزین و متنوع در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی شبدر، رزماری، کلزا و به‌ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا، تنوع و فراوانی شکارگرهای عمومی روی درختان گلابی را در مقایسه با کرت‌های شاهد فاقد پوشش گیاهی افزایش داد. بنابراین، کنترل طبیعی پسیل گلابی در کرت‌های حاوی پوشش گیاهی به ویژه کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بر اساس یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر می‌توان پیشنهاد داد که کشاورزان می‌توانند کشت مخلوط شبدر-رزماری-کلزا در اطراف درختان گلابی را در برنامه‌های مدیریت پسیل گلابی به منظور افزایش کارایی عوامل کنترل‌کننده طبیعی استفاده کنند.

References

Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N. M., Tschumi, M., Blaauw, B. R., Bommarco, R., Campbell, A. J., Dainese, M., Drummond, F. A., Entling, M. H., Ganser, D., de Groot, G. A., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., Jonsson, M., Knop, E., Kremen, C., Landis, D. A., Loeb, G. M., Marini, L., McKerchar, M., Morandin, L., Pfister, S. C., Potts, S. G., Rundlof, M., Sardinas, H., Sciligo, A., Thies, C., Tscharntke, T., Venturini, E., Veromann, E., Vollhardt, I. M. G., Wackers, F., Ward, K., Westbury, D. B., Wilby, A., Woltz, M., Wratten, S., & Sutter, L. (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: A quantitative synthesis. *Ecology Letters*, *23*, 1488-1498. **DOI: https://doi.org/10.1111/ele.13576**

Alioghli, N., Fathi, S. A. A., Razmjou, J., & Hassanpour, M. (2022). Does intercropping patterns of potato and safflower affect the density of *Leptinotarsa decemlineata* (Say), predators, and the yield of crops? *Biological Control*, *175*, 105051. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105051**

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., & Zhiltsoo, L. A. (1967). Keys to the insects of the Europian USSR. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute.

Brooks, S. J., & Barnard, P. C. (1990). The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 59, 117-286.

Burckhardt, D., & Lauterer, P. (1993). The jumping plant-lice of Iran (Homoptera, Psylloidea). *Revue Suisse de Zoologie*, *100*, 829-898. **DOI: https://doi.org/10.5962/bhl.part.79887**

Cahenzli, F., Sigsgaard, L., Daniel, C., Herz, A., Lamar, L., Kelderer, M., Jacobsen, S. K., Kruczynska, D., Matray, S., Porcel, M., Sekrecka, M., Swiergiel, W., Tasin, M., Telfser, J., & Pfiffner, L. (2019). Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards - a pan-European study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *278*, 43–53. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.03.011**

de Pedro, L., Perera-Fernández, L. G., López-Gallego, E., Pérez-Marcos, M., & Sanchez, J.A. (2020). The effect of cover crops on the biodiversity and abundance of ground-dwelling arthropods in a Mediterranean pear orchard. *Agronomy*, *10*, 580. **DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10040580**

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. **DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-3032.2000.00190.x**

DuPont, S. T., & Strohm, C. (2020). Integrated pest management programs increase natural enemies of pear psylla in Central Washington pear orchards. *Journal of Applied Entomology*, *144*,109–122. **DOI: https://doi.org/10.1111/jen.12694**

DuPont, S. T., Strohm, C., Nottingham, L., & Rendon, D. (2021). Evaluation of an integrated pest management program for central Washington pear orchards. *Biological Control*, *152*, 104390. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104390**

Eckert, M., Mathulwe, L. L., Gaigher, R., Merwe, L. J. D., & Pryke, J. S. (2020). Native cover crops enhance arthropod diversity in vineyards of the Cape Floristic Region. *Journal of Insect Conservation*, *24*, 133–149. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10841-019-00196-0**

Fallahzadeh, M., & Japoshvili, G. (2010). Checklist of Iranian Encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea) with descriptions of new species. *Journal of Insect Science*, *10*, 1-24. **DOI: https://doi.org/10.1673/031.010.6801**

Fathi, S. A. A. (2017). Effect of strip-intercropping of spring canola with clover in improvement of natural biological control of *Plutella xylostella* (L.). *Plant Pest Research*, *7*, 73-86. **DOI: https://doi.org/10.22124/IPRJ.2017.2271**

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. **DOI: https://doi.org/10.22124/IPRJ.2019.3620**

Fathi, S. A. A. (2022). The role of intercrops of eggplant and cowpea on the control of *Leucinodes orbonalis* Guenee (Lepidoptera: Crambidae). *BioControl*, *67*, 307-317. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10526-022-10140-y**

Fathi, S. A. A. (2023). Does landscape management influence communities of *Psyllopsis* and natural enemies on the common ash (*Fraxinus excelsior* L.)? *Journal of Insect Conservation*, 27, 1-9. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10841-022-00454-8**

Finch, S., & Collier, R. (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. **DOI: https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00684.x**

Gadino, A. N., Walton, V. M., & Lee, J. C. (2012). Evaluation of methyl salicylate lures on populations of *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae) and other natural enemies in western Oregon vineyards. *Biological Control*, *63*, 48-55. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.06.006**

Gajski, D., & Pekár, S. (2021). Assessment of the biocontrol potential of natural enemies against psyllid populations in a pear tree orchard during spring. *Pest Management Science*, *77*, 2358–2366. **DOI: https://doi.org/10.1002/ps.6262**

Geldenhuys, M., Gaigher, R., Pryke, J. S., & Samways, M. J. (2021). Diverse herbaceous cover crops promote vineyard arthropod diversity across different management regimes. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 307*, 107222. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107222**

Gilbert, F. S. (1993). Hoverflies. Naturalist's Handbook No.5. Richmond Pub. Slough England

Gordon, R. (1985). The Coccinellidae (Coleoptera) of America north of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society, 93*, 1- 912. **DOI: https://www.jstor.org/stable/i25009450**

Grez, A. A., & González, R. H. (1995). Resource concentration hypothesis: effect of host plant patch size on density of herbivorous insects. *Oecologia*, *103*, 471-474. **DOI: https://doi.org/10.1007/BF00328685**

Guerrieri, E., & Noyes, J. S. (2009). A review of the European species of the genus *Trechnites* Thomson (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae), parasitoids of plant lice (Hemiptera: Psylloidea) with description of a new species. *Systematic Entomology*, *34*, 252–259. **DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2009.00473.x**

Gurr, G. M., Wratten, S. D., & Luna, J. M. (2003). Multi-function agricultural biodiversity: Pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*, *4*, 107–116. **DOI: https://doi.org/10.1078/1439-1791-00122**

Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W. S., Reich, P. B., Scherer-Lorenzen, M., Schmid, B., Tilman, D., van Ruijven, J., Weigelt, A., Wilsey, B. J., Zavaleta, E. S., & Loreau, M. (2011). High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, *477*: 199-202. **DOI: https://doi.org/10.1038/nature10282**

Isman, M. B., Wilson, J. A., & Bradbury, R. (2008). Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in relation to their chemical compositions. *Pharmaceutical Biology*, *46*, 82 - 87. **DOI: https://doi.org/10.1080/13880200701734661**

James, D. G. (2003). Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environmental Entomology, 32,* 977-982. **DOI: https://doi.org/10.1603/0046-225X-32.5.977**

James, D. G. (2006). Methyl salicylate is a field attractant for the golden-eyed lacewing, *Chrysopa oculata*. *Biocontrol Science and Technology, 16,* 107–110. **DOI: https://doi.org/10.1080/09583150500188510**

Jerinic-Prodanovic, D., Protic, L., & Mihajlovic, L. (2010). Predators and parasitoids of *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae) in Serbia. *Pesticidi i Fitomedicina, 25,* 29–42. **DOI: https://doi.org/10.2298/PIF1001029J**

Kabiri-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. **DOI: https://doi.org/10.1007/s42690-019-00048-z**

Khan, Z. R., James, D. J., Midega, C. A. O., & Pickett, J. H. (2008). Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control, 45,* 210-224. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.11.009**

Kocourek, F., Holý, K., Řezáč, M., Sopko, B., & Stará, J. (2021). The effects of various pest control regimes on the community structure and population dynamics of selected natural enemies of *Cacopsylla pyri* in pear orchards. *Biocontrol Science and Technology, 31,* 632-651. **DOI: https://doi.org/10.1080/09583157.2021.1877615**

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. **DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175**

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. **DOI: https://doi.org/10.1890/09-2026.1**

Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell publishing, Oxford, UK

Mohammadi, K., Fathi, S. A. A., Razmjou, J., & Naseri, B. (2021). Evaluation of the effect of strip intercropping green bean/garlic on the control of *Tetranychus urticae* in the field. *Experimental and Applied Acarology*, 83, 183-195. https://doi.org/10.1007/s10493-020-00583-2

Orre, G. U. S., Wratten, S. D., Jonsson, M., & Hale, R. J. (2010). Effects of an herbivore-induced plant volatile on arthropods from three trophic levels in brassicas. *BioControl, 53,* 62–67. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.10.010**

Rendon, D., Boyer, G., Strohm, C., Castagnoli, S., & DuPont, S. T. (2021). Love thy neighbors? Beneficial and pest arthropod populations in a pear and cherry orchard landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment,* 313,107390. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107390**

Sanchez, J. A. (2020). The effect of cover crops on the biodiversity and abundance of ground-dwelling arthropods in a Mediterranean pear orchard. *Agronomy, 10,* 580. **DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10040580**

Sanchez, J. A., & Ortín-Angulo, M. C. (2012). Abundance and population dynamics of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and its potential natural enemies in pear orchards in southern Spain. *Crop Protection, 32*, 24–29. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.11.003**

Sanchez, J. A., Carrasco-Ortiz, A., Lopez-Gallego, E., Ramirez-Soria, M. J., LaSpina, M., Ortin-Angulo, M. C., & Ibañez-Martinez, H. (2021). Density thresholds and the incorporation of biocontrol into decision-making to enhance the control of *Cacopsylla pyri* in pear (cv. Ercolini) orchards. *Pest Management Science, 78,* 116 - 125. **DOI: https://doi.org/10.1002/ps.6615**

Saunders, M. E., Luck, G. W., & Mayfield, M. M. (2013). Almond orchards with living ground cover host more wild insect pollinators. *Journal of Insect Conservation, 17*, 1011–1025. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10841-013-9584-6**

Silva, E. B., Franco, J. C., Vasconcelos, T., & Branco, M. (2010). Effect of ground cover vegetation on the abundance and diversity of beneficial arthropods in citrus orchards. *Bulletin of Entomological Research, 100,* 489–499. **DOI: https://doi.org/ 10.1017/S0007485309990526**

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. **DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-019-47094-8**

Tajmiri, P., Fathi, S. A. A., Golizadeh, A., & Nouri-Ganbalani, G. (2017). Strip-intercropping canola with annual alfalfa improves biological control of *Plutella xylostella* (L.) and crop yield. *International Journal of Tropical Insect Science, 37*, 208-216. **DOI: https://doi.org/10.1017/S1742758417000145**

Tobias, V. I. (1995). Keys of the insects of the European part of the USSR, Vol. 3, Hymenoptera. Science Publishers, Lebanon, New Hampshire.

Tougeron, K., Iltis, C., Renoz, F., Albittar, L., Hance, T., Demeter, S., & Le Goff, G. J. (2021). Ecology and biology of the parasitoid *Trechnites insidiosus* and its potential for biological control of pear psyllids. *Pest Management Science, 77*, 4836-4847. **DOI: https://doi.org/10.1002/ps.6517**

Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity ecosystem service management. *Ecology Letters, 8*, 857–874. **DOI: https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x**

Winter, S., Bauer, T., Strauss, P., Kratschmer, S., Paredes, D., Popescu, D., Landa, B., Guzmán, G., Gómez, J. A., Guernion, M., Zaller, J. G., & Batáry, P. (2018). Effects of vegetation management intensity on biodiversity and ecosystem services in vineyards: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology, 55*, 2484-2495. **DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2664.13124**

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. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.02.024**

Zhu, J., & Park, K. C. H. (2005). Methyl salicylate, a soybean aphid induced plant volatile attractive to the predator *Coccinella septempunctata*. *Journal of Chemical Ecology, 31*, 1733-1746. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10886-005-5923-8**

Plant Pest Research
2023- 13 (3): 1-15

Open access
doi: 10.22124/iprj.2023.25626.1535
pISSN: 2322-2409
eISSN: 2538-6123

Research paper

The effect of cultivation of different cover crops in pear orchards in population regulation of pear psylla, *Cacopsylla pyricola*

S. A. A. Fathi
Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
0000-0003-2169-3574

(Received: September 23, 2023- Accepted: October 22, 2023)

Abstract

Sowing cover crops is one of the agricultural practices in habitat management for enhancing the diversity of beneficial arthropods. In this study, the impact of sowing cover crops between the lines of pear trees, *Pyrus communis* L., was assessed on the densities and damage of the pear psylla, *Cacopsylla pyricola* (Förster), and natural enemies on the pear orchards over two growing seasons (2022 and 2023). Experimental cover crops were (1) red clover, *Trifolium pratense* L., (2) rosemary, *Rosmarinus officinalis* L., (3) canola, *Brassica napus* L., (4) mix cultivation clover-rosemary-canola, and (5) absence of cover crops (as control). The results indicated that the lowest densities of the eggs, nymphs, and adults, and the percent of infested leaves and fruits of the pear psylla per 30-cm branch were observed in the plots with mixed cultivation of clover-rosemary-canola. Moreover, the highest total abundance of predators was recorded in the mix of clover-rosemary-canola plots. Among the collected natural enemies, *Anthocoris nemoralis* (Fabricius), *Orius niger* (Wolff), *Hippodamia variegata* (Goeze), *Chrysoperla carnea* (Stephens), and *Episyrphus balteatus* De Geer, respectively indicated the higher abundance. The greatest values of the Shannon diversity index (H' = 2.22 in 2022 and 2.20 in 2023) and the Pielou's evenness index (J' = 0.96 in two years) for the combination of predators were calculated in the mix clover-rosemary-canola plots. Therefore, it could be concluded that cultivating of the mix clover-rosemary-canola between pear trees results in the rise of diversity and abundance of predators and the reduction of pear psylla.

Key words: Psylla, Biodiversity, Conservation, Natural enemies, Sustainable agriculture

*Corresponding author: fathi@uma.ac.ir