

مقاله تحقیقی

نقش دشمنان طبیعی در مهار جمعیت سفیدبالک توت (*Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem.: Aleyrodidae)

در فضای سبز شهر تهران

شهرام فرخی^۱، شهاب منظری^۲ و سیاوش یونسی^۳

۱ و ۲- استادیار، استادیار موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- مدیر گیاه پزشکی سازمان بوستان‌ها و فضای سبز تهران، تهران، ایران.

مسئول مکاتبات: شهرام فرخی، ایمیل: shahram.farrokhi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۵

۱۳۰-۱۱۵ (۱)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹

چکیده

پس از گزارش سفیدبالک توت (*Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem.: Aleyrodidae) در تابستان ۱۳۹۳ از فضای سبز شهر تهران، ادامه فعالیت شدید و طغیانی این آفت روی درختان توت معابر و سایر میزبان‌های گیاهی، باعث ایجاد مزاحمت فیزیکی برای شهروندان شد. با تشکیل شبکه مراقبت سفیدبالک توت، ضمن ارائه راهکارهای مدیریت غیرشیمیایی، دشمنان طبیعی این آفت شناسایی و روند تغییرات جمعیت میزبان و زنبورهای پارازیتوئید آن طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۶ تعیین شد. در بین ۱۹ گونه دشمنان طبیعی سفیدبالک توت که از راسته‌ها و خانواده‌های مختلف حشرات و کنه‌ها در تهران جمع‌آوری شد، دو گونه زنبور پارازیتوئید از خانواده Aphelinidae به نام‌های *Encarsia strenua* (Silvestri) و *Eretmocerus sp. nr trialeurodis* Hayat شناسایی شد. بررسی تغییرات جمعیت مراحل نابالغ و حشرات کامل سفیدبالک به همراه پایش زمان و محل دقیق حضور و فعالیت زنبورهای پارازیتوئید این آفت طی پنج سال اخیر، نشان داد که در سال ۱۳۹۸ جمعیت سفیدبالک توت با فعالیت دشمنان طبیعی، به‌ویژه این دو گونه زنبور پارازیتوئید حداکثر با ایجاد ۷۱/۱۶٪ و ۴۵/۴٪ پارازیتسم به ترتیب روی درختان توت و زیتون، جمعیت این آفت مهار شده و به یک تعادل طبیعی رسیده است. به‌علاوه، نتایج نشان داد که درختان زیتون دارای نقش مهمی در حفظ جمعیت پارازیتوئیدهای این سفیدبالک در فصل خزان درختان توت می‌باشند. به همین دلیل، در بوم‌سامانه‌های فضای سبز شهری، اجتناب از کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی در پایداری تعادل طبیعی و حفظ تنوع زیستی عوامل کنترل بیولوژیک، بسیار مورد تأکید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت جمعیت سفیدبالک، زنبورهای پارازیتوئید، تغییرات جمعیت، کنترل بیولوژیک، فضای سبز شهری

مقدمه

(مانند آلودگی هوا، آب و خاک)، عوامل زنده (نظیر آفات و بیماری‌های گیاهی) را نیز شامل می‌شود که بسته به شرایط اقلیمی، خسارات فراوانی به درختان و فضای سبز وارد می‌کنند. از تابستان سال ۱۳۹۳، در تهران شاهد فعالیت گونه‌ای سفیدبالک با نام علمی *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem.: Aleyrodidae) روی درختان توت (*Morus alba*) بودیم که با حضور انبوه و ناخوانده خود، علاوه بر خسارتی که به‌عنوان یک حشره گیاه‌خوار به فضای

توسعه فضاهای سبز به‌منظور تأمین اکسیژن مورد نیاز شهروندان، زیباسازی محیط زیست و کاهش آلودگی‌ها از اولویت‌های مدیریت کلان‌شهرها محسوب می‌شود. براساس آمار و ارقام ارائه شده توسط سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهر تهران در سال ۱۳۹۵، فضای سبز داخل محدوده شهر تهران بیش از ۱۳۰۰۰ هکتار می‌باشد و سرانه فضای سبز در پایتخت بالغ بر ۱۵/۸ مترمربع اعلام شده است. عوامل تهدیدکننده فضای سبز شهری، علاوه بر عوامل غیرزنده

مورد اول طغیان سفیدبالک زبان گنجشک (Ash) (*Siphoninus phillyreae* (Haliday), whitefly) در سال ۱۹۸۸ در ایالات متحده آمریکا می‌باشد. آلودگی درختان زبان گنجشک و درختان زیتنی به *S. phillyreae* ابتدا در لس‌آنجلس مشاهده شد و تا سال ۱۹۹۱، آلودگی به ۴۶ شهر دیگر در ایالت کالیفرنیا گسترش یافت. تراکم زیاد آفت در پارک‌ها و فضای سبز شهری علاوه بر ریزش برگ درختان میزبان، در چندین ایالت آمریکا موجب بروز مشکلات تنفسی برای شهروندان شد. براساس اصول روش کلاسیک و به دلیل فقدان دشمنان طبیعی بومی و اختصاصی آفت، جمعیت محدودی از زنبور پارازیتوئید *Encarsia inaron* (Walker) از خاورمیانه و ایتالیا واردسازی و پس از تکثیر اولیه طی دو سال در مناطق آلوده رهاسازی شد. پس از گذشت ۵-۶ سال، با استقرار این عوامل غیربومی و تداوم کنترل طبیعی، جمعیت آفت از ۲۱-۸ عدد پوره و شفیره در هر سانتی‌متر مربع برگ به ۲/۱۸-۰/۳۲ عدد کاهش یافت (Pickett et al., 1996).

مورد دوم کنترل سفیدبالک زبان گنجشک (*S. Phillyreae*) در باغ‌های انار مصر می‌باشد که با تلاش محققین و کارشناسان در تکثیر و رهاسازی ۱۱۵۵۰۰۰ عدد زنبور *E. inaron* و ۹۹۰۰۰۰ عدد کفشدوزک لکه هلالی، *Clitostethus arcuatus* (Rossi)، طی یک دهه (۱۹۹۶-۲۰۰۶) موفق به مدیریت آفت به روش غیرشیمیایی شدند. در نهایت ۹۳ درصد پارازیتیسیم و ۴۴-۱۳ عدد کفشدوزک در ۱۰۰ عدد برگ انار مشاهده و گزارش شد (Abd-Rabou & Simmons, 2010).

امروزه در فضاهای سبز محیط شهری کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی با توجه به تماس مستقیم با شهروندان و عوامل زنده دیگر با محدودیت‌های مرتبط با سلامت آن‌ها همراه است. از این رو، حفظ و افزایش تنوع زیستی (Biodiversity) در چنین مکان‌هایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در همین راستا بر حفاظت (Conservation) و حمایت از دشمنان طبیعی به عنوان روشی پایدار و کم‌هزینه در قالب برنامه مدیریت تلفیقی با محوریت روش‌های غیرشیمیایی تأکید می‌شود (Farrokhi

سبز شهر وارد نمود، نوعی مزاحمت فیزیکی را در بوستان‌ها و معابر برای شهروندان به همراه داشت.

سفیدبالک توت، گونه‌ای است از جنس *Aleuroclava* که هیچ کدام از گونه‌های آن تاکنون به عنوان ناقل بیماری‌های ویروسی به گیاهان شناخته نشده‌اند. همچنین، هیچ کدام از سفیدبالک‌های شناسایی و گزارش شده در دنیا، ناقل بیماری به انسان نیستند و یا بیماری را از انسانی به انسان دیگر منتقل نمی‌کنند، لذا از این نظر صدمه‌ای متوجه انسان نیست. تنها در مواقع افزایش بیش از حد جمعیت و پرواز حشرات کامل ممکن است مزاحمت‌هایی به صورت بروز تحریکات تنفسی برای شهروندان ایجاد شود (Manzari & Farrokhi, 2017; 2019). به طور کلی، دلایل اصلی طغیان سفیدبالک توت در شهر تهران را می‌توان به این موارد نسبت داد:

۱- تغییر اقلیم و مساعد شدن شرایط آب‌وهوایی برای فعالیت این آفت. دما عامل محدودکننده اولیه جمعیت سفیدبالک‌ها است که در پراکنش، تولید مثل، مرگ‌ومیر و توانایی آن‌ها در بهره‌برداری از گیاهان میزبان تأثیر می‌گذارد. کوتاه بودن طول نسل در این حشرات باعث می‌شود پویایی جمعیت آن‌ها نه تنها به میانگین دمای سالانه بلکه به تغییرات دمایی درون سالانه نیز بسیار حساس باشد، به طوری که با بالا رفتن دمای محیط، افزایش قابل توجهی در میانگین تعداد نسل سالانه و اندازه جمعیت آن‌ها، و نیز طولانی‌تر شدن فصل رشدی قابل پیش‌بینی است (Curnutte et al., 2014; Zidon et al., 2016).

۲- در دسترس بودن درختان توت و زیتون که به صورت غالب در تمام نقاط شهر تهران کاشته شده است.

۳- فعال نبودن و یا عدم استقرار دشمنان طبیعی و کارآمد در فضای سبز شهر تهران که بخشی از آن ممکن است در اثر سم‌پاشی‌های عمومی که علیه سایر آفات فضای سبز شهری صورت می‌گیرد، اتفاق افتاده باشد (Manzari & Farrokhi, 2017; 2019).

از موارد مشابهی که پیش‌ازین در دنیا اتفاق افتاده و پژوهشگران توانسته‌اند به تدریج آن را مدیریت کنند، می‌توان به دو نمونه اشاره کرد:

کویری و جنوب گرم و خشک، در نواحی کوه‌پایه‌ای سرد و نیمه‌مرطوب و در نواحی مرتفع، سرد همراه با زمستان‌های طولانی است. به‌طور خلاصه می‌توان گفت در نواحی مختلف استان تهران به‌علت موقعیت ویژه جغرافیایی، آب‌وهوای متفاوتی شکل گرفته است و کلان‌شهر تهران نیز از این قاعده مستثنی نیست. برخلاف تصور، در تهران نیز با وجود آلودگی‌های زیست‌محیطی، فون غنی از بندپایان مفید وجود دارد (Farrokhi *et al.*, 2017; Manzari & Farrokhi, 2019).

تشکیل شبکه مراقبت و بررسی‌های انجام شده در دو طرح پژوهشی که با هدف تعیین گیاهان میزبان سفیدبالک توت، تعیین کانون‌های آلودگی و شروع فعالیت جمعیت نسل اول و بررسی نوسانات جمعیت مراحل مختلف رشدی آن در شرایط آب‌وهوای مناطق بیست‌ودوگانه شهر تهران انجام شد، و نیز پایش مستمر وضعیت دشمنان طبیعی فعال روی سفیدبالک توت نشان داد که علاوه بر انجام اقدامات اجرایی و کنترلی مبتنی بر نتایج حاصل از فعالیت‌های فوق، می‌توان تراکم جمعیت این سفیدبالک مهاجم را با تاکید بر روش‌های غیرشیمیایی و حمایت از دشمنان طبیعی، به‌ویژه زنبورهای پارازیتوئید و افزایش تنوع زیستی در فضای سبز شهری کاهش داد.

مواد و روش‌ها

شناسایی زنبورهای پارازیتوئید سفیدبالک

برای جمع‌آوری زنبورهای پارازیتوئید، سفیره‌های پارازیت‌شده سفیدبالک توت به‌همراه برشی از برگ گیاه میزبان جمع‌آوری و داخل ظروف پتری تا خروج زنبورهای پارازیتوئید در شرایط آزمایشگاهی نگه‌داری شدند. زنبورهای خارج‌شده برای انجام بررسی‌های ریخت‌شناسی به لوله‌های اپندورف حاوی الکل ۷۰ درصد برای انجام بررسی‌های ریخت‌شناسی انتقال یافتند. برای شناسایی زنبورهای پارازیتوئید، از آن‌ها اسلاید میکروسکوپی به روش Noyes (1982) به شرح زیر تهیه شد:

۱- حرارت دادن زنبورها به‌مدت ۵-۲ دقیقه در پتاس ۱۰٪ در دمای جوش (تا شفاف شدن نمونه‌ها)، ۲- تخلیه

(Shrewsbury & Leather, 2012; *et al.*, 2017). این روش شامل اصلاح شرایط محیط و شیوه‌های حفاظتی است که به‌منظور افزایش جمعیت دشمنان طبیعی و کاهش خسارت آفات به‌کار گرفته می‌شود. برای مثال، برخی از این موارد عبارتند از: (۱) عدم استفاده از روش‌هایی که فعالیت و کارایی دشمنان طبیعی را مختل می‌کنند، (۲) ایجاد پناهگاه برای زمستان‌گذرانی و تکثیر دشمنان طبیعی، (۳) تأمین میزبان و منابع غذایی مناسب، و (۴) استفاده از آفت‌کش‌های غیرشیمیایی و کم‌خطر.

خوشبختانه فضای سبز مناطق شهری در ایران مانند بسیاری از بوم‌سامانه‌های (اکوسیستم) مختلف کشور از غنای ژنتیکی و تنوع زیستی قابل توجهی برخوردارند. نتایج بررسی‌های انجام شده نیز موید این موضوع می‌باشد که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. خواجه‌زاده و دوانی (۱۳۸۹) در همایش ملی تنوع زیستی، اهمیت تنوع گونه‌ای گیاهی در فضای سبز شهری را تشریح نموده‌اند. عزیزخانی و همکاران (۱۳۹۰)، شیوه‌های حفاظت و حمایت از دشمنان طبیعی آفات در فضاهای سبز شهری را با ذکر مثال‌هایی توصیف کردند. محمدیگی (۱۳۹۲)، با بررسی فون کفشدوزک‌های فضای سبز شهر کرج، ۱۶ گونه کفشدوزک شکارگر را معرفی کرده است. حیدری لیتیاری و همکاران (۱۳۹۴)، هشت گونه از سن‌های شکارگر فعال روی درختان کاج در فضای سبز شهری مشهد را معرفی کردند. مالکی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی تنوع زیستی کنه‌های خاکزی میان‌استیگمایان در فضای سبز بوستان پلیس تهران، ۸۰ گونه کنه مفید را به‌عنوان شاخص تعیین کیفیت خاک جمع‌آوری و شناسایی کردند (برگرفته از: Farrokhi *et al.*, 2017).

استان تهران در حد فاصل منطقه کوهستانی و دشت قرار دارد. سه عامل در اقلیم تهران نقش مؤثری دارند: رشته‌کوه البرز، بادهای مرطوب غربی و دشت کویر (وزارت راه و شهرسازی، سازمان هواشناسی کشور، <http://www.irimo.ir/far/services/climate/799>). درواغ رشته‌کوه البرز آب‌وهوای تهران را معتدل کرده است. در شمال تهران، آب‌وهوا معتدل و کوهستانی و در نقاط کم‌ارتفاع، نیمه‌خشک است. اقلیم استان تهران در نواحی

– نصب یک عدد کارت زرد شماره گذاری شده در ناحیه جنوبی هر درخت و در بیرونی ترین قسمت تاج درخت در ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متری با رعایت حداقل فاصله ۵۰ متری درختان از یکدیگر.

– تعویض کارت‌ها به صورت هفتگی تا زمان خزان برگ‌ها (البته بسته به جمعیت آفت و همچنین میزان گرد و غبار چسبیده شده روی کارت، تعویض کارت‌ها با نظر کارشناس مربوطه انجام شد و فواصل زمانی تعویض آن از کمتر از یک هفته تا حدود ۴ هفته نیز متغیر بود).

– شمارش هفتگی حشرات کامل سفیدبالک توت و سایر بندپایان مفید (زنبورهای پارازیتوئید و بندپایان شکارگر) با استفاده از ذره بین یا لوپ دستی 30X از هر دو سطح کارت زرد ۴ عدد کادر مربعی به صورت تصادفی انتخاب (۲ کادر از هر طرف کارت) و تعداد حشرات آن‌ها ثبت، و در نهایت نیز میانگین تعداد سفیدبالک توت در هر کادر ۲×۲ سانتی متری محاسبه شد.

۲- ثبت آمار هفتگی جمعیت سفیدبالک روی برگ درختان توت و زیتون در پایلوت‌های مناطق مختلف:

– به این منظور ۲۰ عدد درخت توت و ۲۰ عدد درخت زیتون (هم‌سن و هم ارتفاع) در هر ناحیه از منطقه شهرداری مربوطه انتخاب و شماره گذاری شد. حداقل فاصله درختان از یکدیگر حدود ۵۰ متر در نظر گرفته شد. این کار در ۲ ناحیه از هر منطقه به عنوان پایلوت صورت گرفت.

– از هر درخت به صورت هفتگی چهار عدد برگ، از چهار جهت مختلف و ارتفاع یکسان (۱/۵ تا ۲ متر) از ۴۰ سانتی متر مانده به انتهای شاخه جمع آوری و با ثبت کامل مشخصات (شامل نام میزبان، تاریخ و محل جمع آوری و نام جمع آوری کننده)، در داخل پاکت کاغذی به آزمایشگاه منتقل شدند.

– شمارش و ثبت تفکیکی مراحل مختلف رشدی فعال سفیدبالک توت روی برگ‌های مذکور با استفاده از استرئومیکروسکوپ مناسب در آزمایشگاه صورت گرفت. با توجه به کوچک بودن پهنک برگ زیتون، این مراحل در تمام سطح پشتی برگ شمارش شد اما در مورد برگ توت، با کادرگذاری تصادفی در سطح زیرین برگ (کادر

۳- افزودن اسید استیک خالص (۳-۲ دقیقه)، ۴- تخلیه اسید استیک، ۵- افزودن آب مقطر (۶۰-۱۰ دقیقه)، ۶- تخلیه آب مقطر، ۷- افزودن آب مقطر و الکل ۸۰ درجه به نسبت مساوی (۵ دقیقه)، ۸- تخلیه محتویات مرحله قبل، ۹- افزودن الکل ۸۰ درجه (۵ دقیقه)، ۱۰- افزودن الکل مطلق به محتویات مرحله ۹ (به همان نسبت که الکل ۸۰ درجه در مرحله ۹ داشتیم) (۵ دقیقه)، ۱۱- تخلیه محتویات مرحله قبل، ۱۲- افزودن الکل مطلق (۵ دقیقه)، ۱۳- افزودن مقداری روغن میخک (۸-۷ قطره) و به هم زدن آن (صبر می‌کنیم تا الکل تبخیر شود)، ۱۴- چسباندن و الصاق نمونه روی لام، و ۱۵- در نهایت خشک کردن پرپاراسیون در آون (دمای ۴۲-۳۵ درجه سلسیوس) حداقل به مدت ۶ هفته.

بررسی تغییرات جمعیت سفیدبالک توت و بندپایان

مفید

همانطور که توضیح داده شد، در نواحی مختلف استان تهران به علت موقعیت ویژه جغرافیایی، آب و هوای متفاوتی شکل گرفته است، لذا برای انجام این مطالعه لازم بود که اطلاعات مورد نیاز از تمام ۲۲ منطقه شهرداری تهران جمع آوری شود. این کار با تشکیل شبکه مراقبت که کارشناسانی از تمام مناطق مذکور در آن حضور داشتند، به شرح زیر صورت گرفت:

۱- پایش مستمر و هفتگی سفیدبالک توت با نصب کارت‌های زرد چسبی با رعایت موارد زیر انجام شد:

– تهیه کارت تله زرد رنگ استاندارد (۱۰×۲۵ سانتی متر)، دارای کادرهای مربعی شکل ۲×۲ سانتی متری.

– انتخاب تعداد ۱۴ عدد درخت توت و ۱۰ عدد درخت زیتون (جمعاً ۲۴ درخت در سه قسمت مختلف از هر ناحیه از منطقه شهرداری مربوطه که در آنجا از سموم شیمیایی استفاده نشده و بیان‌گر میزان واقعی آلودگی در منطقه مربوطه بود). این کار در ۲ ناحیه از هر منطقه به عنوان پایلوت انجام شد.

– شماره گذاری کارت‌ها و درخت‌های مورد بررسی که این شماره‌ها تا پایان دوره پایش ثابت بودند.

در فضای سبز شهر تهران در مجموع ۱۹ گونه دشمنان طبیعی سفیدبالک توت، شامل ۲ گونه زنبور پارازیتوئید و ۱۷ گونه شکارگر از راسته‌ها و خانواده‌های مختلف، جمع‌آوری و شناسایی شد (Manzari *et al.*, 2018) که اسامی علمی آنها به این شرح می‌باشد: کفشدوزک‌های *Adalia bipunctata* (L.) (Col., Coccinellidae) *Clitostethus arcuatus*, *Chilocorus bipustulatus* (L.) *Coccinula*, *Coccinella septempunctata* L. (Rossi) *Menochilus sexmaculatus* *elegantula* Weise *Scymnus*, *Oenopia conglobata* (L.) (Fabricius) (Dipt., مگس شکارگر سنوزیا *syriacus* Marseul؛ سن *Coenosia attenuata* Stein Muscidae) اوریوس *Orius* sp. (Hem., Anthocoridae)؛ سن *Geocoris punctipes* (Say) Geocoridae)؛ سن‌های *Ectagela guttata* Schmidt (Hem., Miridae) *Malacocoris* و *Campylomma diversicorne* Reuter (Neur., بالثوری سبز *chlorizans* (Panzer) *Chrysoperla carnea* (Stephens) Chrysopidae) تریپس شکارگر *Scolothrips longicornis* Priesner (Thys., Thripidae) و کنه شکارگر (Mesostigmata, *Typhlodromus bagdasarjani* Wainstein Phtoseiidae) & Arutunjan

باتوجه به مطالعات اولیه که به‌صورت فعالیت جنبی در این تحقیق انجام شد، از این میان کارایی دو گونه زنبور پارازیتوئید در کنترل این آفت از سایر دشمنان طبیعی بیشتر بوده و کفشدوزک لکه‌هلالی (*C. arcuatus*) و یک گونه سن شکارگر Miridae به‌ترتیب در موقعیت‌های بعدی قرار داشتند (Ahmadipour *et al.*, 2017; Manzari & Farrokhi, 2019).

خوشبختانه در مناطق محدودی از شهر تهران که اقدامات حفاظتی در آنها بیشتر رعایت می‌شود، از نیمه دوم مرداد ماه سال ۱۳۹۵ نمونه‌هایی از شفیره‌های پارازیت‌شده سفیدبالک توت توسط گونه‌ای از جنس *Encarsia* مشاهده شد که جمعیت آنها تا اواخر پاییز روی درختان توت رو به افزایش بود. در خرداد ماه سال ۱۳۹۶ زنبور پارازیتوئید

مربعی شکل ۲×۲ سانتی‌متر)، تعداد مراحل مختلف رشدی فعال داخل دو عدد کادر (سطحی معادل هشت سانتی‌متر مربع) شمارش و ثبت شدند.

۳- برای تعیین تراکم شفیره سفیدبالک و میزان پارازیتیسیم آن علاوه بر بررسی پایلوت و تکمیل فرم مربوط، در سطح هر منطقه هر دو هفته یکبار، حداقل ۴۰۰ عدد برگ توت و ۲۰۰ عدد برگ زیتون جمع‌آوری و تعداد مراحل مختلف زیستی آفت و شفیره‌های پارازیت شده، در کل سطح برگ شمارش و ثبت شدند (ضمائم گزارش نهایی: Farrokhi & Manzari, 2021). بر اساس شکل ظاهری شفیره پارازیت (شکل‌های یک الی ۳)، گونه غالب زنبور در هر منطقه تعیین و گزارش شد.

نتایج و بحث

معرفی دشمنان طبیعی سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini sensu lato*

بررسی تعداد و تنوع بندپایانی که در تله‌های زرد چسبی به دام افتاده بودند، نشان‌دهنده فون بسیار غنی فضای سبز شهر تهران، به‌ویژه در فصل بهار بود. در مواردی شکار بیش از ۱۰۰ عدد از دشمنان طبیعی آفات فضای سبز روی یک عدد تله زرد چسبی ۱۰×۲۵ سانتی‌متری در اوایل فصل بهار به ثبت رسید که عمدتاً شامل گونه‌های مختلف کفشدوزک و سایر حشرات شکارگر بود. فعالیت دشمنان طبیعی در برخی مناطق، به‌ویژه مناطقی که سابقه مصرف سموم شیمیایی در آنها کم‌تر بود و حالت طبیعی‌تری داشتند، از وضعیت مناسب‌تری برخوردار بود که برای مثال می‌توان به مناطق ۸، ۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۹ و ۲۲ اشاره کرد. در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، میزان شکار حشرات کامل سفیدبالک توت در تله‌های زرد چسبی روی درختان توت بسیار ناچیز بود و نصب این تله‌ها در دو ماه اول سال روی این درختان صرفاً با هدف پایش اولیه انجام شد. استفاده بیش از میزان توصیه‌شده با هدف شکار انبوه حشرات کامل سفیدبالک توت نتیجه‌ای جز نابودی حشرات مفید و اتلاف سرمایه نخواهد داشت.

(Rasekh et al., 2010). علاوه بر این، در سایر کشورها سه گونه دیگر از جنس *Encarsia*، به نام‌های *E. lutea* (Masi)، *E. nipponica* Silvestri و *E. perflava* Hayat به عنوان پارازیتوئیدهای این سفیدبالک معرفی شده‌اند (Evans, 2007, 2008).

بدن زنبور *E. strenua* عموماً یک‌دست، زرد رنگ است؛ هرچند قسمت میانی پیش‌گرده (pronotum) و حاشیه لب میانی (midlobe) میان‌گرده (mesonotum) گاهی به رنگ قهوه‌ای روشن می‌باشد و در سطح پشتی بندهای اول و دوم شکم نیز اثری از تیره‌تر شدن رنگ زرد دیده است. همچنین، شاخک در هر دو جنس نر و ماده هشت‌بندی (فرمول شاخک ماده ۳-۳-۱-۱) (در شاخک افراد نر دو بند انتهایی با هم یکی شده و شاخک به نظر هفت‌بندی دیده می‌شود) و پنجه پا پنج‌بندی (۵-۵-۵) است. پوسته شفیره‌های سفیدبالک توت که توسط این گونه پارازیت شده باشد، شفاف و مومیایی شکل بوده و به راحتی شفیره زنبور که در مراحل پایانی پوسته‌ای قهوه‌ای رنگ دارد، از بیرون دیده می‌شود. قطعات کوچکی که در دو طرف پوسته پارازیت شفیره سفیدبالک به رنگ نارنجی متمایل به قهوه‌ای دیده می‌شود، فضولات مراحل لاروی زنبور است که پیش از تبدیل شدن به شفیره از بدن لارو تخلیه شده است (شکل ۱). با ایجاد سوراخ دایره‌ای شکل توسط حشره کامل زنبور و خروج آن از بدن میزبان، پوسته کاملاً شفاف شفیره سفیدبالک توت (میزبان) به همراه فضولات لاروی و بقایای قهوه‌ای رنگ پوسته شفیره زنبور دیده خواهد شد (پوسته سمت چپ در شکل ۳).

۲- *Eretmocerus sp. nr trialeurodis* Hayat (Hym.: Aphelinidae)

نمونه‌های جمع‌آوری شده شبیه گونه *Eretmocerus trialeurodis* Hayat هستند اما از آنجایی که تغییرات ریخت‌شناسی درون‌گونه‌ای برخی از نمونه‌ها با توصیف گونه مذکور که توسط Hayat (۱۹۹۸) ارائه شده است، هم‌خوانی کامل ندارد، با قطعیت شناسایی نشدند. مطالعات تکمیلی برای شناسایی دقیق این گونه در حال انجام است و

دیگری از جنس *Eretmocerus* روی سفیدبالک توت مشاهده شد. اوج فعالیت هردو زنبور پارازیتوئید اواخر شهریور و اوایل مهرماه بود که تا پارازیت کردن این آفت روی درختان زیتون (میزبان دوم) نیز استمرار یافت. هر چند تا سال ۱۳۹۷ به دلیل پائین بودن تراکم آنها در میانگین آمار نواحی پایلوت، به صورت درصد پارازیتسم قابل محاسبه و برآورد نبود. فراوانی این دو گونه زنبور پارازیتوئید که به شرح زیر معرفی می‌شوند، طی سال‌های اجرای پروژه و در مناطق مختلف تهران، متفاوت بود. در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، روی درختان زیتون به‌طور کلی فراوانی گونه *Encarsia strenua* در اواخر زمستان و اوایل بهار بیشتر از گونه *Eretmocerus sp. nr trialeurodis* بود. روی درختان توت نیز در بیشتر مناطق معمولاً ابتدا گونه *E. strenua* مشاهده شد. اما به تدریج در فصل تابستان و تا اواسط پاییز، زنبور *Eretmocerus sp. nr trialeurodis* در بیشتر مناطق به‌عنوان گونه غالب فعالیت داشت. البته لازم به توضیح است که در برخی مناطق از جمله ۱۱، ۱۵، ۱۶ و ۱۹ در آخرین نمونه برداری‌های آذر ماه ۹۸، زنبور *Encarsia strenua* دارای فراوانی نسبی بیشتری بود.

ویژگی‌های ریخت‌شناسی برای شناسایی اولیه و تفکیک دو گونه زنبور پارازیتوئید:

۱- *Encarsia strenua* (Silvestri) (Hym.: Aphelinidae)

این گونه برای اولین بار توسط (Manzari et al. 2019) از ایران گزارش شد. شیان ذکر است که گونه مذکور ابتدا به دلیل عدم جمع‌آوری نمونه نر، تحت نام *Encarsia sp. nr protransvena* Viggiani شناسایی و معرفی شد (به دلیل شباهت بالای افراد ماده این دو گونه) اما بعداً با جمع‌آوری نمونه‌های نر، با قطعیت با نام علمی *Encarsia strenua* شناسایی شد (شکل‌های ۱ و ۳).

در ارتباط با زنبورهای پارازیتوئید سفیدبالک *A. jasmini* در ایران، پیش‌از این سه گونه زنبور پارازیتوئید از خانواده Aphelinidae به نام‌های *Encarsia alemansoori* Rasekh & Polaszek، *Encarsia hamata* Haung & Polaszek و *Eretmocerus sp. nr delhiensis* Mani (Rasekh & Polaszek, 2010) استان فارس گزارش شده‌اند (Rasekh & Polaszek, 2010).

درختان توت به تفکیک در مناطق مختلف و کل سطح شهر تهران ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، طی این سال‌ها اوج تراکم سفیره در سال ۱۳۹۶ از ۳/۹۶ عدد در ۸ cm² از سطح پستی برگ به ۰/۰۶ عدد در کل سطح برگ کاهش یافته، به نحوی که طی دو سه سال اخیر هیچ موردی از گزارش‌های مردمی مبنی بر ایجاد مزاحمت پرواز سفیدبالک برای عابرین و شهروندان تهرانی به سامانه ۱۳۷ اعلام نشده است. بر اساس جمع‌بندی و تجزیه تحلیل داده‌های بدست آمده، بیشترین درصد پارازیتسم سفیره‌های سفیدبالک توت در مهر ماه سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ به ترتیب، ۴۵/۶۵، ۷۱/۱۶ و ۶۰/۸۶ درصد بوده که با در نظر گرفتن کاهش تراکم سفیدبالک، درصد بسیار قابل توجه و موثری در کنترل آفت محسوب می‌شود. در بین مناطق مختلف، در سال ۱۳۹۹ جمعیت آفت در شرق تهران (مناطق ۴، ۸، ۱۳ و ۱۴) تقریباً به صفر رسیده است. جزئیات روند تغییرات جمعیت سفیره‌های سالم و پارازیت سفیدبالک روی درختان توت طی سال‌های اخیر، در نمودارهای شکل ۵ ارائه شده است.

در جدول (۲) نیز به اختصار تغییرات اوج جمعیت و تراکم سفیره سالم و پارازیت‌شده سفیدبالک *A. jasmini sensu lato* طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۹ روی درختان زیتون به تفکیک در مناطق مختلف و کل سطح شهر تهران ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، طی این سال‌ها اوج تراکم سفیره در سال ۱۳۹۶ از ۱/۱ عدد در برگ زیتون به ۰/۰۴ در سال ۱۳۹۸ و در سال جاری تقریباً به صفر رسیده است. این موضوع به لحاظ عدم دسترسی زنبورهای پارازیتوئید به میزبان اصلی، می‌تواند تا حدی موجب شکنندگی تعادل طبیعی ایجاد شده بین آفت و زنبورهای پارازیتوئید شود، گرچه این احتمال وجود دارد که این دو گونه زنبور پارازیتوئید، برای حفظ بقاء خود به سمت سایر میزبان‌ها و درختان میزبان شیفت کنند. جزئیات روند تغییرات جمعیت سفیره‌های سالم و پارازیت سفیدبالک روی درختان زیتون طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۸، در نمودارهای شکل (۶) ارائه شده است.

۹۸/۷/۲۸ رسید که حاکی از اثرات مثبت روش‌های حفاظت و حمایت (Conservation methods) بر جمعیت زنبورهای پارازیتوئید و سایر دشمنان طبیعی می‌باشد (نمودارهای شکل‌های ۴).

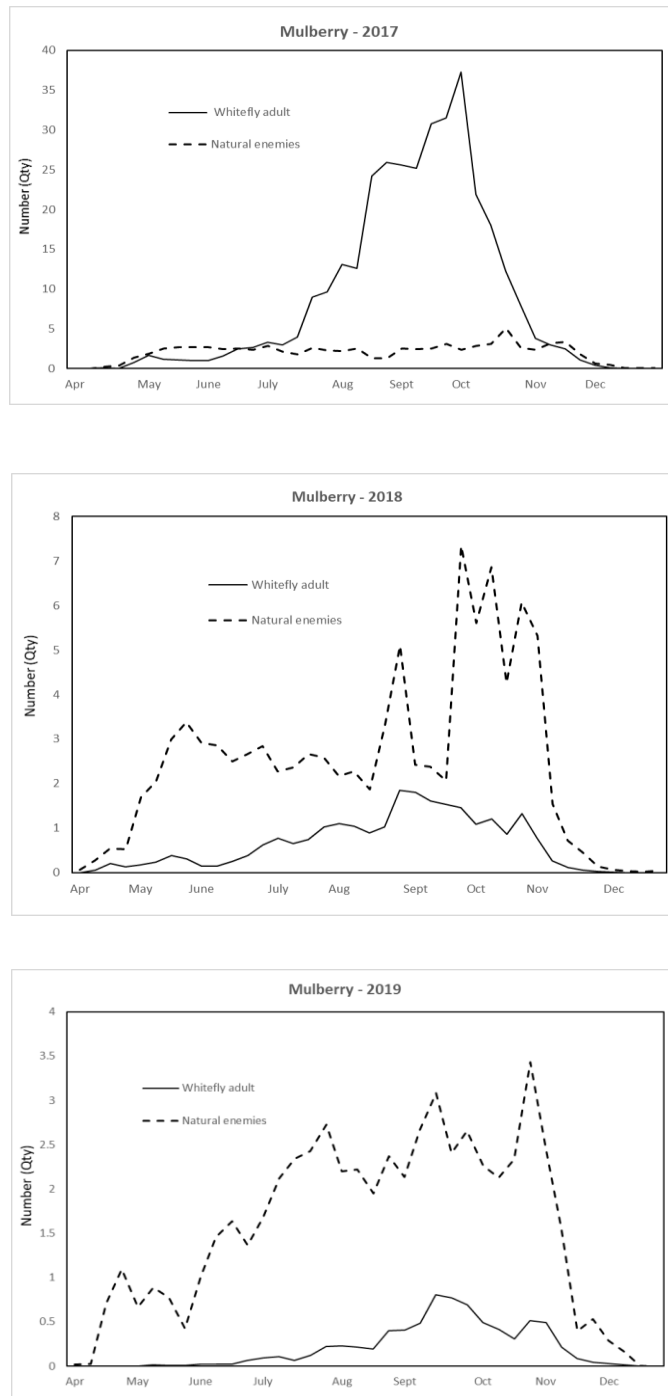


شکل ۳- پوسته‌های پوره سن چهارم (سفیره) سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini sensu lato*، پارازیت‌شده توسط زنبورهای *Eretmocerus sp. nr trialeurodis* (راست) و *Encarsia strenua* (چپ).

Fig. 3. The pupal exuviae of *Aleuroclava jasmini sensu lato* parasitized by *Eretmocerus sp. nr trialeurodis* (right) and *Encarsia strenua* (left).

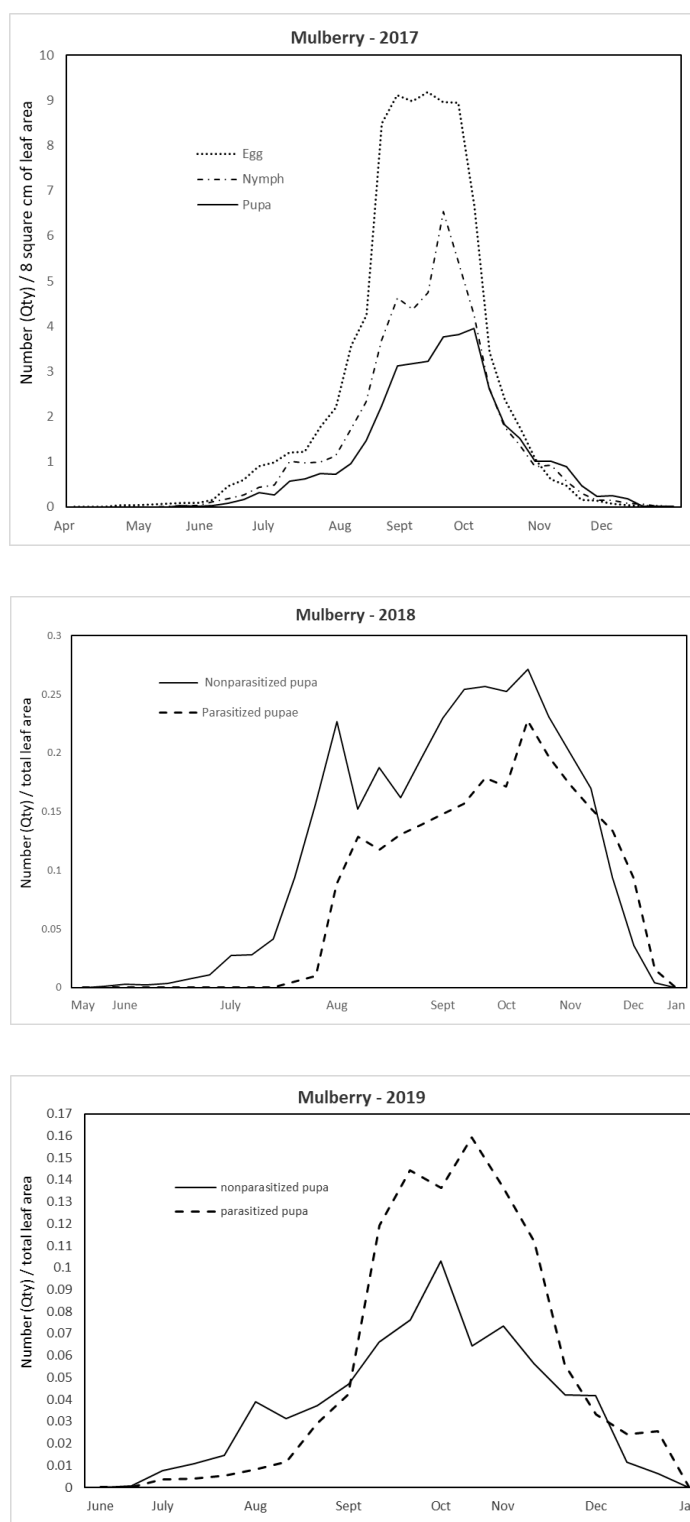
در شکل‌های ۴ الی ۶، نقش و اهمیت درختان زیتون به عنوان میزبان ثانویه و جایگزین برای درختان توت در فصل سرما و خزان به خوبی مشخص می‌باشد. بدین ترتیب که با سرد شدن هوا و خزان درختان توت، به تدریج حشرات کامل سفیدبالک توت برای تخم‌ریزی و حفظ بقاء خود، به سمت درختان زیتون رفته و در پشت برگ‌های همیشه سبز این گیاه تخم‌ریزی می‌کنند. همان‌طور که اشاره شد، این آفت تا سه نسل در فصول پاییز و زمستان، و یک نسل را نیز در بهار روی میزبان دوم خود تشکیل می‌دهد. از نظر بقاء و حفظ جمعیت زنبورهای پارازیتوئید سفیدبالک توت، درختان زیتون نقش ذخیره‌گاه (Reservoir) را بازی می‌کنند که نباید این موضوع در تداوم و حفظ تعادل طبیعی میزبان-پارازیتوئید، نادیده گرفته شود.

در جدول (۱) به صورت خلاصه وضعیت تغییرات پیک جمعیت و تراکم سفیره سالم و پارازیت شده سفیدبالک *A. jasmini sensu lato* طی سال‌های ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۹ روی



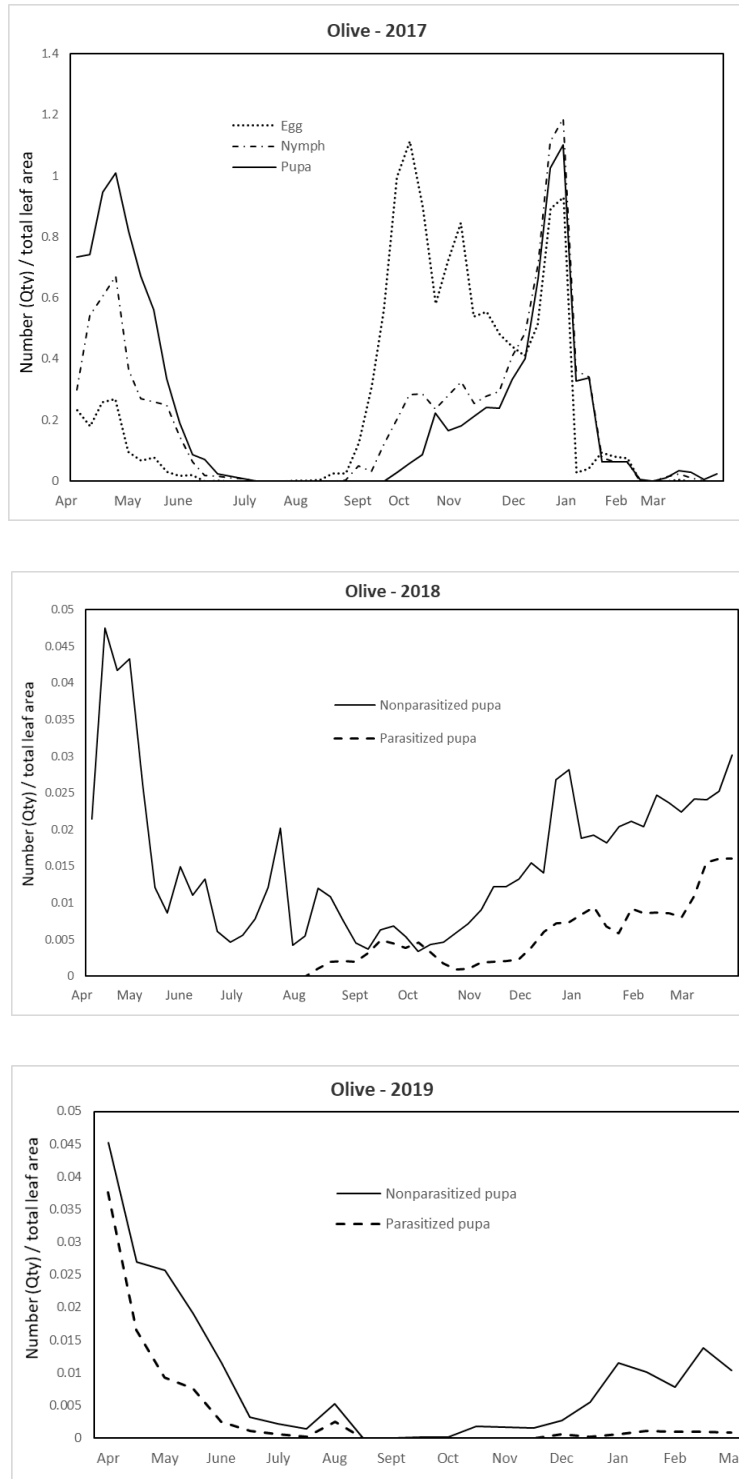
شکل ۴- میانگین شکار تله‌های زرد چسبی درختان توت در پایلوت‌های مناطق بیست و دو گانه شهر تهران (۱۳۹۶-۱۳۹۸) (تعداد سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini sensu lato*، در هر کادر ۲×۲ سانتی‌متری و کل بندپایان مفید روی هر دو سطح کارت).

Fig. 4. The average number of insects trapped on the yellow sticky traps of mulberry trees in the pilot areas of Tehran (2017–2019) (number of mulberry whiteflies, *Aleuroclava jasmini sensu lato*, per 4 cm² and total number of natural enemies recorded on both sides of the sticky card).



شکل ۵- میانگین تغییرات جمعیت مراحل نابالغ (۱۳۹۶)، سفیره سالم و پارازیته سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini sensu lato* روی درختان توت مناطق بیست و دو گانه شهر تهران (۱۳۹۷-۱۳۹۸).

Fig. 5. The population fluctuations of immature stages (2017), healthy and parasitized pupae of *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem., Aleyrodidae) on mulberry trees in total municipal areas of Tehran (2018–2019).



شکل ۶- میانگین تغییرات جمعیت مراحل نابالغ (۱۳۹۶)، شفیره سالم و پارازیتة سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini sensu lato* روی درختان زیتون مناطق بیست و دو گانه شهر تهران (۱۳۹۷-۱۳۹۸).

Fig. 6. The population fluctuations of immature stages (2017), healthy and parasitized pupae of *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem., Aleyrodidae) on olive trees in total municipal areas of Tehran (2018-2019).

جدول ۱- وضعیت پارازیتسم سفیره سفیدبالک *Aleuroclava jasmini sensu lato*، در هر برگ توت (n=۴۰۰) در مناطق مختلف شهر تهران (۱۳۹۶-۱۳۹۹).

Table 1. The parasitism percentage of *Aleuroclava jasmine sensu lato*, in mulberry leaf (n=400), in different municipal zones of Tehran (2017-2020).

Tehran areas		Year			
		2017*	2018	2019	2020
North area (Zone No.: 1, 2, 3)	Number of non-parasitized pupa	2.38	0.29	0.13	0.043
	Number of parasitized pupa	0	0.09	0.086	0.013
	Percentage of parasitized pupa	-	23.75%	39.3%	23.53%
East area (Zone No.: 4, 8, 13, 14)	Number of non-parasitized pupa	6.72	0.39	0.165	0
	Number of parasitized pupa	0	0.467	0.155	0
	Percentage of parasitized pupa	-	54.62%	48.44%	-
Central area (Zone No.: 6, 7, 10, 11, 12)	Number of non-parasitized pupa	4.51	0.14	0.078	0.085
	Number of parasitized pupa	0	0.21	0.27	0.114
	Percentage of parasitized pupa	-	60.31%	77.47%	57.3%
West area (Zone No.: 5, 9, 21, 22)	Number of non-parasitized pupa	1.71	0.58	0.055	0.167
	Number of parasitized pupa	0	0.294	0.155	0.23
	Percentage of parasitized pupa	-	33.62%	73.81%	58.18%
South area (Zone No.: 15, 16, 17, 18, 19, 20)	Number of non-parasitized pupa	7.52	0.07	0.08	0.06
	Number of parasitized pupa	0	0.25	0.31	0.17
	Percentage of parasitized pupa	-	78.36%	79.89%	73.19%
Total areas	Number of non-parasitized pupa	3.96	0.271	0.06	0.06
	Number of parasitized pupa	0	0.227	0.16	0.092
	Percentage of parasitized pupa	-	45.65%	71.16%	60.86%

* Parasitism rate in 8 cm² of the mulberry leaf in pilot areas (2017)

جدول ۲- وضعیت پارازیتسم سفیره سفیدبالک *Aleuroclava jasmini sensu lato*، در هر برگ زیتون (n=۲۰۰) در مناطق مختلف شهر تهران (۱۳۹۶-۱۳۹۹).

Table 2. The parasitism percentage of *Aleuroclava jasmine sensu lato*, in olive leaf (n=200), in different municipal zones of Tehran (2017-2020).

Tehran areas		Year			
		2017*	2018	2019	2020
North area (Zone No.: 1, 2, 3)	Number of non-parasitized pupa	0.85	0.043	0.1	0
	Number of parasitized pupa	0	0.036	0.012	0
	Percentage of parasitized pupa	-	22.92%	10.98%	-
East area (Zone No.: 4, 8, 13, 14)	Number of non-parasitized pupa	1.48	0	0	0
	Number of parasitized pupa	0	0.005	0	0
	Percentage of parasitized pupa	-	0	-	-
Central area (Zone No.: 6, 7, 10, 11, 12)	Number of non-parasitized pupa	0.78	0.065	0.2	0
	Number of parasitized pupa	0	0.06	0.17	0
	Percentage of parasitized pupa	-	47.36%	45.95%	-
West area (Zone No.: 5, 9, 21, 22)	Number of non-parasitized pupa	1.2	0.022	0.025	0
	Number of parasitized pupa	0	0.021	0.018	0
	Percentage of parasitized pupa	-	48.3%	41.38%	-
South area (Zone No.: 15, 16, 17, 18, 19, 20)	Number of non-parasitized pupa	2.2	0.009	0.0033	0
	Number of parasitized pupa	0	0.0017	0.0022	0
	Percentage of parasitized pupa	-	15.38%	39.39%	-
Total areas	Number of non-parasitized pupa	1.0	0.025	0.045	0
	Number of parasitized pupa	0	0.016	0.04	0
	Percentage of parasitized pupa	-	38.96%	45.4%	-

* Parasitism rate of the olive leaf in pilot areas in 2017

برخوردار است. بررسی روند تغییرات جمعیت مراحل نابالغ و حشرات کامل پروازی سفیدبالک به همراه پایش زمان و محل دقیق حضور و فعالیت زنبورهای پارازیتوئید (Hym., Aphelinidae) این آفت طی پنج سال اخیر، نشان داد که در حال حاضر جمعیت آفت توسط فعالیت دشمنان طبیعی، به‌ویژه زنبورهای پارازیتوئید با توانایی ایجاد ۷۱/۱۶ و ۴۵/۴٪ پارازیتیسیم به ترتیب روی درختان توت و زیتون، مه‌ار شده و به عبارتی به یک تعادل طبیعی رسیده است. به منظور تداوم این وضعیت مواردی به این شرح پیشنهاد می‌شود: ۱- استمرار پایش جمعیت آفات فضای سبز شهری و رعایت دقیق دستورالعمل مدیریت سفیدبالک توت (نشریه فنی شماره ۵۲۹۴۷ موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، Manzari & Farrokhi, 2019)، و توجه ویژه به زیتون‌کاری‌های سطح شهر تهران به عنوان ذخیره‌گاه زنبورهای پارازیتوئید و سایر دشمنان طبیعی سفیدبالک توت. ۲- با وجود کارشناسان علاقه‌مند و فعال در مراکز تام (تحقیق، آموزش و مشاوره) مناطق شهرداری تهران، الگو قرار دادن شبکه مراقبت سفیدبالک و توسعه این شبکه به سایر آفات مهم شهری برای اجتناب از مصرف هرگونه آفت‌کش شیمیایی در بوستان‌ها، فضای سبز شهری و پارک‌های جنگلی، بسیار راهگشا و موثر خواهد بود. به عبارتی هرگونه تصمیم‌گیری نادرست در کنترل سایر آفات می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به تنوع زیستی و تعادل طبیعی اکوسیستم‌ها وارد کند. ۳- در سال ۱۳۹۹ در برخی از مناطق تهران با وجود فعالیت نسبی زنبورهای پارازیت، تراکم قابل توجه گونه دیگری از سفیدبالک توت (*Pealius mori*)، مشاهده شد که می‌بایست ضمن پایش دقیق‌تر روی این گونه، روش‌های غیرشیمیایی توصیه شده به‌ویژه حذف شاخه‌های جوان آلوده به مراحل نابالغ (هرس سبز) در زمان مناسب و پیش از تفریح شفیره‌ها و شروع فعالیت پروازی حشرات کامل انجام شود.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل اجرای دو پروژه تحقیقاتی خاص (به شماره‌های ۹۵۰۴۰۱-۹۵۰۶۳-۱۶-۱۶-۴۷ و ۹۷۱۱۳۹-۱۲۶-

براساس نمونه‌برداری‌های وسیع و مستمری که در ماه‌های مختلف سال‌های ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۷ انجام شد (به بخش روش تحقیق رجوع شود)، مراحل زیستی سفیدبالک توت روی چندین گونه گیاهی در فضای سبز شهر تهران مشاهده شد. اما دو میزبان اصلی این سفیدبالک، چنانچه در گزارش قبلی نیز اشاره شد (Manzari & Farrokhi, 2019)، درختان توت و زیتون محسوب می‌شوند که در سال‌های اخیر در سطح وسیعی از شهر تهران کاشته شده‌اند. چرخه زندگی این آفت در ماه‌های معتدل و گرم سال روی ارقام مختلف توت سفید، به‌ویژه رقم کاکوزا و ارقام دارای برگ‌های پنجه‌ای، به‌عنوان میزبان اصلی (۶-۵ نسل) و در ماه‌های سرد سال و پس از خزان برگ درختان توت، روی زیتون به‌عنوان میزبان واسط (در حدود ۳ نسل) سپری می‌شود (Manzari & Farrokhi, 2019).

اختلاف ارتفاع، شرایط آب‌وهوایی، میزان تراکم فضای سبز در مناطق مختلف و تفاوت در وضعیت پوشش گیاهی معابر و بوستان‌های شهری با بوستان‌های جنگلی حاشیه شهر، موجب شد طول دوره رشدی و بالتبع، تراکم جمعیت سفیدبالک توت و دشمنان طبیعی، از جمله زنبورهای پارازیتوئید آن، در مناطق بیست‌ودوگانه کلان‌شهر تهران تنوع زیادی را در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۶ نشان دهد.

باتوجه به تأثیر مستقیم دما در طول دوره رشدی سفیدبالک‌ها، بالا بودن نسبی دما در فصل تابستان در مقایسه با فصل پاییز و اوایل فصل بهار، و نیز بالا بودن نسبی دما در نواحی مرکزی و جنوبی شهر تهران در مقایسه با نواحی شمالی در همان فصول، تفاوت قابل توجهی در تراکم جمعیت سفیدبالک توت و زنبورهای پارازیتوئید و سایر دشمنان طبیعی آن در مناطق مختلف شمالی، مرکزی، غربی، شرقی و جنوبی شهر مشاهده شد (Farrokhi & Manzari, 2021).

پیشنهادات

براساس نتایج به‌دست‌آمده از فعالیت شبکه مراقبت سفیدبالک توت در کلان‌شهر تهران، خوشبختانه فضای سبز تهران به لحاظ فون دشمنان طبیعی آفات از غنای بالایی

شهر تهران و کارشناسان و مدیران محترم گیاهپزشکی و فضای سبز مناطق بیست و دوگانه شهر تهران، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند. لازم به ذکر است که هزینه اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مورد اشاره، توسط سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهر تهران تامین شده است.

۱۶-۱۶-۴۷) می‌باشد که در قالب دو قرارداد همکاری مشترک بین موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و سازمان بوستان‌ها و فضای سبز شهر تهران، اجرا شده است. نگارندگان لازم می‌دانند از همکاری ارزشمند موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان بوستان‌ها و فضای سبز

References

- Abd-Rabou, S. & Simmons, A.M. 2010. Augmentation and evaluation of a parasitoid, *Encarsia inaron*, and a predator, *Clitostethus arcuatus*, for biological control of the pomegranate whitefly, *Siphoninus phillyreae*. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 43(13): 1318–1334.
- Ahmadipour, R., Farrokhi, S. & Manzari, M. 2017. Predation rate of *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae) on the dominant mulberry whitefly, *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem.: Aleyrodidae), in Tehran. Proceedings of the 8th Biological Control Development Congress in Agriculture and Natural Resources. 01–02 Nov. 2017, Guilan University, Rasht, Iran. p. 48.
- Curnutte, L.B., Simmons, A.M. & Abd-Rabou, S. 2014. Climate change and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae): impacts of temperature and carbon dioxide on life history. Annals of the Entomological Society of America, 107(5): 933–943.
- Evans, G.A. 2007. Parasitoids (Hymenoptera) associated with whiteflies (Aleyrodidae) of the world. USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), version 070202, 173 pp.
- Evans, G.A. 2008. The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. USDA/Animal Plant Health Inspection Service (APHIS), version 2008–09–23, 703 pp.
- Farrokhi, S., Manzari, S. & Younesi, Y. 2017. The necessity of natural enemies conservation to management of mulberry whitefly, *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem., Aleyrodidae) in Tehran green spaces. Proceedings of the 8th Biological Control Development Congress in Agriculture and Natural Resources. 01–02 Nov. 2017, Guilan University, Rasht, Iran.
- Farrokhi, S. & Manzari, S.Y. 2021. Study on population fluctuations and identification of mulberry whitefly parasitoids (Hym., Aphelinidae) in Tehran green spaces. Final project report, Iranian Research Institute of Plant Protection. Registration No.: 59954.
- Hayat, M. 1998. Aphelinidae of India (Hymenoptera: Chalcidoidea): a taxonomic revision. Memoirs on Entomology, International, 13: 108–109.
- Manzari, S. & Farrokhi, S. 2017. Management of mulberry whitefly *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem., Aleyrodidae) in Tehran green spaces (Technical Instruction). Technical publication, Iranian Research Institute of Plant Protection. Registration No.: 52947 .
- Manzari, S., Farrokhi, S., Shahbazvar, N. & Hosseini, R. 2018. Natural enemies of the whitefly *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem., Aleyrodidae) in Tehran green space. The 23rd Iranian Plant Protection Congress. 27–30 Aug., Gorgan, Iran, 923–924.
- Manzari, S. & Farrokhi, S. 2019. Identification and study of the biology of mulberry whitefly, *Aleuroclava* sp. (Hem., Aleyrodidae), as well as the identification of its natural enemies in order to control the pest in Tehran green spaces. Final project report, Iranian Research Institute of Plant Protection. Registration No.: 57378.
- Manzari, S. & Farrokhi, S. 2021. Conservation strategies for biological control agents of mulberry whitefly in Tehran green spaces (Technical Instruction). Technical publication, Iranian Research Institute of Plant Protection. Registration No.: 59216.
- Noyes, J. 1982. Collecting and preserving chalcid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea). Journal of Natural History, 16: 315–334.
- Pickett, C.H., Ball, J.C., Casanave, K.C., Klonsky, K.M., Jetter, K.M., Bezark, L.G. & Schoenig, S.E. 1996. Establishment of the ash whitefly parasitoid, *Encarsia inaron* (Walker) and its economic benefit to ornamental street trees in California. Biological Control, 6: 260–272.
- Rasekh, B., Alemansoor, H., Manzari, S., Fallahzadeh, M. & Shojai, M. 2010. Host range of six parasitoid wasp species (Hymenoptera: Aphelinidae) on citrus whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in Fars province, Iran. Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress, Vol. I, Pests, 117.
- Rasekh, B. & Polaszek, A. 2010. New records of *Encarsia* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae) parasitising Aleyrodidae (Hemiptera: Sternorrhyncha) in Iran, with the description of a new species. Journal of Hymenoptera Research, 19(2): 223–227.

- Shrewsbury, P.M. & Leather, S.R. 2012. Using biodiversity for pest suppression in urban landscapes. pp. 293–308. In: Gurr, G.M., Wratten, S.D., Snyder, W.E. & Read, D.M.Y. (eds.) Biodiversity and insect pests: key issues for sustainable management. 360 pp. John Willey & Sons, Ltd.
- Zidon, R., Tsueda, H., Morin, E. & Morin, S. 2016. Projecting pest population dynamics under global warming: the combined effect of inter- and intra-annual variations. *Ecological Applications*, 26(4): 1198–1210.

**The role of natural enemies in control of the mulberry whitefly population
(Hem., Aleyrodidae) in Tehran green spaces**

Shahram Farrokhi¹, Shahab Manzari² and Siavash Younesi³

1, 2. Assistant Professor, Assistant Professor, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3. Plant protection manager of the Tehran Parks and Green Spaces Organization, Tehran, Iran.

Corresponding author: Shahram Farrokhi, email: shahram.farrokhi@gmail.com

Received: May, 30, 2021

9(1) 115–130

Accepted: Aug., 27, 2021

Abstract

In the summer of 2014, the outbreak of *Aleuroclava jasmini sensu lato* (Hem., Aleyrodidae) on white mulberry trees in the urban green spaces of Tehran caused a disturbance for the citizens in the parks and streets. By formation of the monitoring and surveillance network, while providing non-chemical strategies for mulberry whitefly management, the natural enemies of this pest were identified. Later, the trend of changes in the host and its parasitoid populations was determined during 2017–2019. Among the 19 species of natural enemies of the mulberry whitefly collected from different orders and families of insects and mites, two species of parasitoid were identified as *Encarsia strenua* (Silvestri) and *Eretmocerus* sp. nr *trialeurodis* Hayat (Hym., Aphelinidae). The study of immature stages and adult whitefly population and monitoring the exact time and place of presence and activity of parasitoids of the pest, showed that during the last five years, the population of mulberry whitefly has been inhibited by forming a natural balance and 71.16 and 45.4% parasitism on mulberry and olive trees, respectively. Meanwhile, olive trees play an important role in maintaining the parasitoid population of this whitefly in autumn and winter. Therefore, in urban green space ecosystems, the avoidance of using chemical pesticides is highly emphasized for the preservation and sustainability of predators and parasitoids.

Keywords: whitefly population management, parasitoid wasps, population fluctuations, biological control, urban green spaces
