



Short article

**Predation rate of *Clitostethus arcuatus* on *Aleuroclava jasmini sensu lato*,
the dominant mulberry whitefly in urban green space of Tehran**

SHAHRAM FARROKHI^{1✉}, RAZIYEH AHMADIPOUR², SHAHAB MANZARI³, AREZO YOUSEFI PORSHOKOUH⁴

1,4. Associate Professor, Researcher of Biological Control Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; 2. Green Space Expert, District 11, Tehran Municipality, Tehran, Iran; 3. Associate Professor of Insect Taxonomy Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(Received: Sep., 2025; Accepted: Oct., 2025)

Abstract

In reviewing the natural enemies of the dominant mulberry whitefly, *Aleuroclava jasmini sensu lato*, in Tehran, the ladybird beetle *Clitostethus arcuatus* (Rossi) was collected and identified as a specific whitefly predator in the urban green area during 2016-2018. In this study, the predation rate of the adults and larval stage of *C. arcuatus* was studied under laboratory conditions at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $55\pm 5\%$ RH, and a photoperiod of 16:8 h (L:D). To study the predation rate, a cohort containing 24 neonate larvae and eight pairs of adults was selected individually. The predator adults and larvae were fed daily on the mulberry whitefly immature stages. According to the results, the total number of consumed prey by larval instars and one pair of the adult predator was determined 125 ± 5.86 and 641.38 ± 75.33 , respectively. The maximum number of prey consumed by larval stages and one pair of *C. arcuatus* (male and female adults) were estimated 70.05 ± 4.61 third larval stage and 450.88 ± 62.48 eggs of mulberry whitefly, respectively. The results indicate the potential of this specific whitefly predator to control the dominant mulberry whitefly in Tehran metropolis naturally.

Keywords: Biological control, *Clitostethus arcuatus*, Coccinellidae, mulberry whitefly, predation



مقاله کوتاه

بررسی میزان شکارگری کفشدوزک لکه‌هلالی، *Clitostethus arcuatus*
روی *Aleuroclava jasmini sensu lato* سفیدبالک غالب توت در فضای سبز تهران

شهرام فرخی^۱✉، راضیه احمدی‌پور^۲، شهاب منظری^۳، آرزو یوسفی‌پرشکوه^۴

۱- دانشیار، محقق، بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۲- کارشناس، واحد فضای سبز منطقه ۱۱ شهرداری تهران، ایران؛ ۳- دانشیار، بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

در بررسی دشمنان طبیعی سفیدبالک غالب توت *Aleuroclava jasmini sensu lato* در فضای سبز شهر تهران، کفشدوزک لکه‌هلالی *Clitostethus arcuatus* (Rossi)، به‌عنوان شکارگر اختصاصی سفیدبالک‌ها جمع‌آوری و شناسایی شد. در این تحقیق میزان شکارگری مراحل لاروی و حشرات بالغ این کفشدوزک روی سفیدبالک توت در شرایط آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ۲۴ عدد لارو سن یک کفشدوزک و همچنین هشت جفت حشره کامل تازه تفریخ شده انتخاب و به‌صورت جداگانه داخل ظروف پتری حاوی یک قطعه برگ توت آلوده به مراحل نابالغ سفیدبالک *A. jasmini* (تخم، پوره و شفیره) در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 55 ± 5 درصد، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. هر ۲۴ ساعت برگ توت آلوده به سفیدبالک به عنوان طعمه در اختیار سنین مختلف لاروی و حشرات کامل کفشدوزک قرار داده شد. براساس نتایج، تعداد کل طعمه شکار شده توسط سنین لاروی کفشدوزک لکه‌هلالی و یک جفت حشره کامل، به ترتیب $125 \pm 5/86$ و $641/38 \pm 75/33$ عدد به‌دست آمد. بیشترین تعداد طعمه شکار شده توسط مراحل لاروی و همچنین یک جفت کفشدوزک نر و ماده به ترتیب $70/05 \pm 4/61$ عدد پوره سن سوم و $450/88 \pm 62/48$ عدد تخم سفیدبالک توت تعیین شد. نتایج بدست آمده حاکی از توان بالقوه این شکارگر اختصاصی در کنترل طبیعی سفیدبالک غالب توت در کلان‌شهر تهران می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سفیدبالک توت، شکارگری، کفشدوزک لکه‌هلالی، کنترل بیولوژیک

مقدمه

توسعه فضاهای سبز به منظور تأمین اکسیژن مورد نیاز برای شهروندان و حیات جانوری مرتبط با آن و کاهش آلودگی‌ها از اولویت‌های مدیریت کلان‌شهرها محسوب می‌شود. عوامل تهدیدکننده فضای سبز شهری، علاوه بر عوامل غیرزنده (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 مجموع عوامل خسارت‌زای زنده می‌توان به سفیدبالک‌ها (Whiteflies) اشاره کرد که با افزایش جمعیت خود در فضاهای سبز شهری، علاوه بر خسارتی که می‌توانند به عنوان یک حشره گیاه‌خوار به فضای سبز شهر وارد کنند، نوعی مزاحمت فیزیکی را در بوستان‌ها و معابر برای شهروندان به همراه دارند.

سفیدبالک‌ها حشراتی ریز به طول ۱-۳ میلی‌متر با دامنه انتشار وسیع بوده که تمام مناطق جغرافیای جانوری (Zoogeographical regions) را شامل می‌شوند (Mound, 1973; 1984). این حشرات متعلق به خانواده Aleyrodidae، بالاخانواده Aleyrodoidea، زیرراسته Sternorrhyncha و راسته Hemiptera می‌باشند (Martin et al., 2000). سفیدبالک‌ها از خطرناک‌ترین حشراتی هستند که به محصولات زراعی و گلخانه‌های در سرتاسر جهان حمله می‌کنند. تغذیه این حشره از برگ گیاه منجر به ضعف گیاه و در نهایت خشکی آن شده و همچنین با ترشح عسلک چسبنده، محیط مناسبی برای رشد قارچ‌های دوده یا فوماژین (*Capnodium* spp.) فراهم می‌کنند که به نوبه خود سبب اختلال در پدیده فتوسنتز و در نهایت گیاه سوزی می‌شود (Byrne and Bellows, 1991; Byrne et al., 1990). همچنین علاوه بر خسارت اقتصادی این حشرات می‌تواند ناقل بیماری‌های ویروسی نیز باشد (Byrne et al., 1990). اما به هیچ عنوان انتقال دهنده هیچ گونه بیماری به انسان نیستند و تنها ممکن است در صورت ورود به چشم و مجاری بینی حساسیت‌هایی را ایجاد کنند. چرخه زندگی سفیدبالک‌ها شامل شش مرحله؛ تخم، سه

سن پوره‌گی، شفیره و در نهایت حشره بالغ است و تولیدمثل آن‌ها به دو روش جنسی و بکرزایی می‌باشد (Martin et al., 2000). در دنیا حدود ۲۵ گونه سفیدبالک از روی درخت توت (*Morus alba*) جمع‌آوری و گزارش شده که از این تعداد، هفت گونه از جنس *Aleuroclava* می‌باشد (Bandyopadhyay et al., 2000; Wang et al., 2014). سفیدبالک توت، با نام علمی *Aleuroclava jasmini sensu lato*، گونه‌ای از همین جنس بوده و یکی از مهمترین آفات مرکبات در مناطق جنوبی کشور می‌باشد که از تابستان سال ۱۳۹۳ فعالیت آن روی درختان توت در فضای سبز شهر تهران مشاهده شد. پیش‌ازین، فعالیت تغذیه‌ای این گونه روی درخت توت گزارش نشده بود. شایان ذکر است با در نظر گرفتن نام علمی گونه این سفیدبالک که درحقیقت برگرفته از نام گیاه میزبانی است که اولین بار از روی آن جمع‌آوری و توصیف شده است، یعنی *Jasminum* sp. (Takahashi, 1932)، این سفیدبالک در منابع داخلی و خارجی با نام عمومی سفیدبالک یاس یا *jasmine whitefly* شناخته می‌شود اما به دلیل فعالیت تغذیه‌ای و جمعیت بالای آن روی درختان توت در تهران، به‌ویژه نیمه دوم تابستان که حالت طغیانی داشت، به سفیدبالک توت نیز معروف شد.

شیوع گسترده جمعیت این آفت در سال‌های اخیر در فضای سبز شهر تهران سبب شد این موضوع برای یافتن راهکاری علمی و مطمئن به مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ارجاع شود. با توجه به تعداد زیاد نسل آفت، استفاده از حشره‌کش‌ها که پیامدهای زیان‌باری بر سلامت انسان و محیط‌زیست خواهد داشت توصیه نمی‌شود. بنابراین به‌کارگیری شیوه کنترل بیولوژیک، می‌تواند موجب کاهش جمعیت آفت و همچنین کاهش آثار سوء آفت‌کش‌ها بر انسان و محیط‌زیست شود (Wraight et al., 2017). دشمنان طبیعی سفیدبالک‌ها شامل حشرات مختلفی از پارازیتوئیدها (Parasitoids) و شکارگرها است (Mound and Halsey, 1978). علاوه براین، برخی از قارچ‌های بیمارگر حشرات نیز به عنوان

روش بررسی

به منظور شناسایی دشمنان طبیعی سفیدبالک توت، طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۵ پایش مستمر در فضای سبز شهر تهران انجام شد. نمونه‌برداری‌ها به‌طور منظم و هفتگی با استفاده از تله انجام شد. علاوه‌براین، با بررسی‌های میدانی، شکارگرهای سفیدبالک توت با آسپیراتور به‌طور مستقیم جمع‌آوری و به‌روش معمول شناسایی شدند. با توجه به این‌که کفشدوزک لکه‌هلالی بیشترین فراوانی را در میان شکارگرهای جمع‌آوری‌شده داشت، از این گونه برای پرورش و ارزیابی کارایی شکارگری استفاده شد.

به‌منظور پرورش کفشدوزک لکه‌هلالی، ابتدا تلاش شد از جمعیت سفیدبالک مورد نظر در فضای سبز تهران، یعنی گونه *A. jasmini*، استفاده شود. در این راستا نهال‌های سالم توت رقم کاکوزا، در شرایط گلخانه بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور (دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 10 درصد، دوره نوری طبیعی) تکثیر و نگهداری شدند. سپس، به‌صورت مجزا نسبت به آلوده‌سازی آن‌ها به حشرات کامل سفیدبالک توت اقدام شد، اما به‌دلیل عدم استقرار آن‌ها روی این نهال‌ها در شرایط گلخانه و همچنین داخل قفس‌های آستینی و برگی در شرایط طبیعی فضای باز، از سفیدبالک کاهو وحشی (*Aleyrodes singularis* (Danzig)، که پیش از این به عنوان یکی از طعمه‌های اصلی این کفشدوزک معرفی شده بود (Farrokhi, 1996; Yazdani and Zarabi, 2009)، استفاده شد. برای این منظور، در شرایط گلخانه ابتدا بوته‌های کاهو وحشی، *Lactuca serriola* L. به‌صورت انفرادی داخل گلدان‌هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند، و پس از رسیدن به شرایط مناسب رشدی، حشرات کامل سفیدبالک کاهو وحشی در داخل قفس‌های حاوی گیاه میزبان رهاسازی شدند.

برای ایجاد و نگهداری کلنی کفشدوزک *C. arcuatus*، از پتری‌های پلاستیکی به قطر ۷ و ۹ سانتی‌متر مجهز به تأمین آب و سوراخ تهویه، استفاده شد. برای پرورش کفشدوزک

دشمنان طبیعی سفیدبالک‌ها گزارش شده‌اند (Evans, 2008; James, 2008).

از جمله شکارگرهای موثر سفیدبالک‌ها، کفشدوزک لکه‌هلالی (*Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.:Coccinellidae) است (Agekyan, 1977; Loi, 1978; Bathon and Pietrizik, 1986; Gerling, 1990; Mesbah *et al.*, 1998; Tavadjoh *et al.*, 2009). شکارگر برای اولین بار در مصر به‌عنوان شکارگر *Dialeurodes citri* توسط Mesbah *et al.* (1998) ثبت شد. مهم‌ترین ویژگی‌های ظاهری این گونه، وجود علامت نعل اسبی شکل، روی بالپوش‌ها است (Ghahari and hatami, 2000). مراحل رشدی این کفشدوزک شامل چهار مرحله تخم، لارو، شفیره و حشرات کامل است (شکل ۱). این شکارگر در مراحل لاروی و حشره کامل، از تخم و سنین مختلف پورگی سفیدبالک‌ها تغذیه می‌کند (Ghahari and Hatami, 2000). در ایران (Yazdani (1989 این کفشدوزک را از روی درخت زبان گنجشک در استان فارس گزارش کرده است. این حشرات سوسک‌های بسیار کوچکی به اندازه کمتر از ۲ میلی‌متر هستند. بیولوژی و اکولوژی کفشدوزک *C. arcuatus* توسط بسیاری از محققین مورد بررسی قرار گرفته است (Agekyan, 1977; Liotta, 1981; Bellows *et al.*, 1992; Mesbah, 2000 and 2001; Tavadjoh *et al.*, 2009; Khalifa, 2011). برخی محققین بیان کردند که این حشره از خرداد تا آذرماه به فرم فعال است (Bathon and Pietrizik, 1986)، در حالی‌که (Tavadjoh *et al.* (2009 حشرات کامل *C. arcuatus* را تا اواسط دی‌ماه به فرم فعال مشاهده کرده است. بنابراین لارو و حشره کامل این شکارگر به‌عنوان یک دشمن طبیعی کارآمد می‌تواند در کاهش تراکم جمعیت سفیدبالک‌ها به زیر سطح زیان اقتصادی مؤثر باشد. در این راستا هدف از تحقیق حاضر، تعیین شکارگری کفشدوزک لکه‌هلالی به‌عنوان یکی از مهمترین شکارگرهای سفیدبالک توت مورد بررسی قرار گرفت.

لاروهای سن اول کفشدوزک پس از ظهور به‌طور جداگانه به ظروف پتری با مشخصات مذکور منتقل و با مراحل نابالغ سفیدبالک توت (تخم، پوره و شفیره) که به تعداد کافی در سطح زیرین برگ توت قرار داشتند، تغذیه شدند. روند نشو و نمای لاروها و طول دوره زیستی هر یک از سنین لاروی، میزان تخم و پوره‌های تغذیه شده و زمان مرگ سنین مختلف لاروی در ۲۴ تکرار ثبت شد. پس از ظهور حشرات کامل، حشرات نر و ماده با عمر کمتر از یک روز به‌صورت جفتی (شکل ۱) و در هشت تکرار به ظروف پتری پلاستیکی منتقل و میزان تغذیه آن‌ها به‌صورت روزانه شمارش شد. میزان تغذیه کفشدوزک نر، به صورت جداگانه و انفرادی در هشت تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش‌های مربوط به این قسمت، در شرایط ژرمیناتور ۱۳۰۰ لیتری شرکت نور صنعت فردوس (دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 55 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتیجه و بحث

فضای سبز مناطق شهری مانند بسیاری از بوم‌سامانه‌های مختلف کشور از غنای ژنتیکی و تنوع زیستی قابل توجهی برخوردار است. در نواحی مختلف استان تهران نیز با وجود آلودگی‌های زیست‌محیطی، فون غنی از بندپایان مفید وجود دارد (Farrokhi *et al.*, 2017; Manzari & Farrokhi, 2019). در این راستا در بررسی دشمنان طبیعی سفیدبالک توت، *A. jasmini* در فضای سبز تهران، ۱۷ گونه شکارگر از راسته‌ها و خانواده‌های مختلف، جمع‌آوری و شناسایی شد که از این میان، کفشدوزک لکه‌هلالی، *C. arcuatus*، با توجه به فراوانی و تغذیه قابل توجه از سفیدبالک توت برای تحقیق حاضر در نظر گرفته شد. کاربرد این کفشدوزک در حفاظت فضای سبز تهران به دلیل کاهش اثرات مخرب ناشی از مصرف آفتکش‌های شیمیایی مورد توجه بوده و سبب کاهش خسارات ناشی از آفات گیاهی می‌شود. به‌طور کلی این کفشدوزک شکارگر، اهمیت اقتصادی مهمی در

لکه‌هلالی، پتری‌هایی که حاوی برگ کاهو وحشی آلوده به مراحل مختلف زیستی سفیدبالک *A. singularis* بودند، در اتاق حرارت ثابت دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 10 ± 60 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. پیش از انجام آزمایش‌های تعیین میزان شکارگری، جمعیت کفشدوزک لکه‌هلالی حداقل یک نسل روی سفیدبالک توت پرورش داده شدند.



شکل ۱- کفشدوزک لکه‌هلالی، *Clitostethus arcuatus*: A- لارو کفشدوزک در حال تغذیه از پوره سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini*، B- شفیره، C- حشره کامل.

Fig. 1. *Clitostethus arcuatus*: A) A larva feeding on *Aleuroclava jasmini*, B) Pupa, C) Adult.

بررسی نرخ شکارگری کفشدوزک لکه‌هلالی، *C. arcuatus*

برای به‌دست آوردن یک گروه هم‌سن از شکارگر، برگ‌های تازه و جوان توت غیرمثمر (واريته کاکوزا) آلوده به مراحل نابالغ سفیدبالک *A. jasmini*، در ظروف پلاستیکی شفاف در اختیار ۱۰ تا ۱۵ جفت کفشدوزک *C. arcuatus* قرار داده شد تا روی آن‌ها تخم‌ریزی کنند. پس از ۱۲ ساعت، حشرات بالغ شکارگر حذف و برگ‌های حاوی تخم کفشدوزک زیر استریومیکروسکوپ بررسی شدند. سپس برای انجام مطالعات، ۸۴ عدد تخم تازه کفشدوزک به‌صورت انفرادی به ظروف خاص تهیه شده با پتری پلاستیکی به قطر ۷ سانتی‌متر به‌همراه یک قطعه برگ توت و یک قطعه پنبه مرطوب، منتقل شدند. به‌منظور ایجاد تهویه، سوراخی به قطر ۱/۵ سانتی‌متر روی درپوش هر ظرف پتری ایجاد و با توری مناسب پوشانده شده بود. ظروف پتری هر سه روز یک‌بار تا زمان ظهور لاروهای سن اول تعویض و تخم‌ها هر ۲۴ ساعت یک‌بار بازدید شدند.

بوده است. همچنین، بیشترین تعداد طعمه شکارشده توسط یک جفت کفشدوزک نر و ماده، مربوط به تخم سفیدبالک توت به میزان $62/48 \pm 450/88$ عدد بود (جدول ۲).

همان‌گونه که از مجموع تعداد کل طعمه تغذیه شده توسط چهار سن لاروی و یک جفت حشره کامل کفشدوزک لکه‌هلالی مشخص است، میزان تغذیه حشره کامل به‌مراتب بیش‌تر از سنین لاروی است. براساس جدول‌های ۲ و ۳، به‌طور متوسط می‌توان برآورد نمود که یک عدد کفشدوزک نر و ماده به‌ترتیب $291/67$ و $349/71$ عدد طعمه (از همه مراحل نابالغ سفیدبالک توت) را ظرف مدت $11/3$ و $14/6$ روز مورد تغذیه قرار داده‌اند، که البته مرحله تخم و پوره سن سوم بیشترین ارجحیت را برای کفشدوزک بالغ داشته است.

اکوسیستم کشاورزی داشته و گسترش موفق آن، در کنترل بیولوژیک بسیاری از آفات نقش مهمی دارد (Agarwala *et al.*, 1989; Priore, 1969; Bathon & Pietrzik, 1986).

در این بررسی از ۸۴ عدد تخم انفرادی کفشدوزک لکه‌هلالی که در شرایط آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت، به‌دلیل تلفات و همچنین فرار لارو از محیط پرورش، ۲۴ عدد به مرحله شفیرگی رسیدند. نتایج مربوط به طول دوره رشدی و میزان تغذیه هریک از مراحل و همچنین طعمه مرجع آن‌ها در جدول‌های ۱ تا ۳ ارایه شده است. نتایج نشان داد چهار سن لاروی کفشدوزک به‌طور متوسط طی مدت ۱۲ روز، درمجموع از $125 \pm 5/86$ عدد طعمه تغذیه کرده‌اند (جدول ۱). در بین مراحل نابالغ سفیدبالک توت، سن سوم پورگی با $70/05 \pm 4/61$ عدد بیشترین تعداد را شامل شده و برای هر چهار سن لاروی کفشدوزک نیز بالاترین ارجحیت را دارا

جدول ۱- میانگین میزان تغذیه سنین مختلف لاروی کفشدوزک *Clitostethus arcuatus* از مراحل نابالغ سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini*

Table 1. Average consumption rate ($M \pm SE$) of *Clitostethus arcuatus* larval instars from different immature stages of *Aleuroclava jasmini*.

Larval stages of <i>Clitostethus arcuatus</i>	Larval period (day)	<i>Aleuroclava jasmini</i>					Total number of prey consumed
		Egg	N1	N2	N3	Pupa	
L1	3	2.88±0.57	2.5±0.39	4.71±0.6	5.71±1.02	0.33±0.10	15.88±1.39
L2	2	0.83±0.27	2.17±0.41	4.29±0.74	6.13±1.19	0.33±0.13	13.75±1.77
L3	2	1.04±0.21	4.38±0.61	7.29±1.14	18.21±2.5	0.42±0.15	31.33±3.77
L4	4	2.88±0.71	8.71±1.02	11.88±1.42	40±3.96	0.58±0.15	64.04±6.01
Total	12	7.63±0.83	17.76±1.16	28.17±1.95	70.05±4.61	1.66±0.33	125±5.86

N1-N3: Nymphal stages of mulberry whitefly

L1-L4: Larval instars of predatory coccinellid

جدول ۲- میانگین میزان تغذیه یک جفت حشره کامل کفشدوزک *Clitostethus arcuatus* از مراحل نابالغ سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini*

Table 2. Average consumption rate ($M \pm SE$) of *Clitostethus arcuatus* pair adult (male and female together)

from different immature stages of *Aleuroclava jasmini*.

Length of predation period (day)	Mean of predation period (day)	<i>Aleuroclava jasmini</i>					Total number of prey consumed
		Egg	N1	N2	N3	Pupa	
10-21	14.6	450.88±62.48	7.63±1.0	12.0±2.52	170.38±13.95	1.5±0.53	641.38±75.33

N1-N3: Nymphal stages of mulberry whitefly

جدول ۳- میانگین میزان تغذیه یک عدد کفشدوزک نر *Clitostethus arcuatus* از مراحل نابالغ سفیدبالک توت، *Aleuroclava jasmini*

Table 3. Average consumption rate of one *Clitostethus arcuatus* male adult from different immature stages of *Aleuroclava jasmini* ($M \pm SE$).

Length of predation period (day)	Mean of predation period (day)	<i>Aleuroclava jasmini</i>					Total number of prey consumed
		Egg	N1	N2	N3	Pupa	
10-13	11.3	212.67±7.22	5.67±4.18	4.67±1.33	68.00±3.00	0.67±0.33	291.67±10.53

N1-N3: Nymphal stages of mulberry whitefly

زیست‌شناسی کفشدوزک لکه‌هلالی روی سفیدبالک زبان گنجشک، *Siphoninus phillyreae* توسط (Bellows et al., 1992). در سه دمای مختلف بررسی شد. بیشترین نرخ رشد و نمو، میزان بقا و باروری در دمای ۲۸/۲ درجه سلسیوس به‌دست آمد. در تحقیق دیگری، زیست‌شناسی این کفشدوزک در چهار دمای ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درجه سلسیوس روی سفیدبالک کلم، (*Aleyrodes prolella* (L.)) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که دمای ۲۵ درجه سلسیوس بهترین دما برای تکثیر انبوه و رشد و نمو کفشدوزک لکه‌هلالی می‌باشد. این محققین براساس حداقل آستانه دمایی مراحل نابالغ و مجموع دماهای مؤثر به‌دست آمده، پیش‌بینی نمودند که این کفشدوزک می‌تواند در شرایط منطقه آزورس (Azores) پرتغال تا ۱۲ نسل در سال ایجاد نماید (Mota et al., 2008).

طول دوره رشدی و نرخ تغذیه *C. arcuatus* روی دو گیاه توتون و بادمجان آلوده به سفیدبالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum* توسط (Yazdani and Zarabi, 2009) در شرایط آزمایشگاه (۲۵±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸) بررسی شده است. بر اساس نتایج بدست آمده توسط ایشان، طول دوره رشدی مراحل تخم، سنین اول تا چهارم لاروی و شفیره و طول عمر حشرات ماده و نر این کفشدوزک به ترتیب ۲/۷۵±۰/۹۶، ۳±۰، ۴/۷۵±۰/۹۶، ۷/۲۵±۰/۵، ۹/۵±۰/۵، ۴/۲۵±۰/۵، ۶۶/۴±۲/۵۹ و ۵۴/۹±۲/۵ روز و کل دوره رشدی از تخم تا حشرات کامل این کفشدوزک ۲۸/۶±۱/۰۷ روز به‌دست آمد. بالاترین میزان تغذیه روزانه یک جفت کفشدوزک *C. arcuatus* از مراحل مختلف زیستی سفیدبالک گلخانه به ترتیب روی گیاهان توتون و بادمجان، ۱۰۴/۵۱±۱/۰۱ و ۷۵/۲۱±۳/۶۸ تخم، ۲۳/۱۲±۰/۵۰ و ۱۱/۰±۱۲/۵۲ لارو سن اول تا سوم و ۴۷/۱۷±۰/۵۶ و ۳۲/۴۴±۰/۵۴ عدد شفیره گزارش شد که نشان دهنده ترجیح غذایی حشرات کامل این کفشدوزک به مراحل تخم و شفیره در مقایسه با سنین اول تا سوم پورگی می‌باشد. در این بررسی، میزان شکارگری کفشدوزک جنس ماده بیش از دو برابر نرها

اعلام شده که در مجموع نیز بیشتر از نتایج ارائه شده در جداول (۱) تا (۳) می‌باشد. به نظر می‌رسد عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی آزمایش، جمعیت یا اکوتیپ کفشدوزک، نوع طعمه (سفیدبالک گلخانه با سفیدبالک توت) و گیاه میزبان، در تفاوت نتایج بدست آمده در این دو آزمایش نقش داشته‌اند.

همچنین، یزدانی و ضرابی (۲۰۱۱)، تأثیر رژیم غذایی را روی طول عمر، میزان باروری و نسبت جنسی کفشدوزک لکه‌هلالی در شرایط ۲۵±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی بررسی کردند. چرخه زندگی این کفشدوزک با تغذیه از سفیدبالک گلخانه (*T. vaporariorum*) و سفیدبالک زبان گنجشک و همچنین جیره غذای مصنوعی تکمیل شد، اما این شکارگر از تخم بید غلات تغذیه نکرد (Yazdani and Zarrabi, 2011). در مطالعه دیگری، پارامترهای جدول زندگی کفشدوزک لکه‌هلالی در شرایط آزمایشگاهی روی گیاه توتون آلوده به سفیدبالک گلخانه و درخت زبان گنجشک آلوده به *S. phillyreae* بررسی شد (Yazdani and Samih, 2012). مطالعات انجام شده روی زیست‌شناسی و رفتار تغذیه‌ای کفشدوزک لکه‌هلالی در شرایط آزمایشگاه و فضای آزاد استان فارس روی سفیدبالک زبان گنجشک نشان داد که مقدار تغذیه کل از تخم سفیدبالک زبان گنجشک، به ترتیب در لاروهای سن چهارم و حشرات ماده این کفشدوزک به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر سنین لاروی و حشرات نر بود. همچنین، براساس نتایج به‌دست آمده، در شرایط استان فارس مشخص شد که این کفشدوزک قادر به ایجاد چهار نسل در سال است (Tavadjoh et al., 2010). بنا به اظهار (Abd-Rabou, 2006)، در مصر تکثیر و رهاسازی ۴۸۰۰۰۰ عدد کفشدوزک لکه‌هلالی (*C. arcuatus*)، در باغ‌های سیب، زیتون، گلابی و انار آلوده به سفیدبالک زبان گنجشک، ضمن کاهش جمعیت آفت، منجر به استقرار این کفشدوزک شده است. همچنین، تکثیر و رهاسازی زنبر *Encarsia inaron* و کفشدوزک لکه‌هلالی منجر به کاهش جمعیت سفیدبالک زبان گنجشک در باغ‌های انار این کشور شد (Abd-Rabou and Simmons, 2010).

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از امکانات مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور (پروژه شماره ۹۷۰۳۹۱) و حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (اعتبار پروژه شماره ۹۶۰۱۰۶۱۹ نویسنده سوم) انجام شده که بدینوسیله از مساعدت مدیریت محترم مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و معاونت علمی و فناوری وزارت عتف قدردانی می‌شود.

به‌طور کلی با توجه به فعالیت زیاد و توام لارو و حشره کامل کفشدوزک لکه‌هلالی و نتایج ارائه شده در سایر پژوهش‌ها، به نظر می‌رسد فعالیت این شکارگر می‌تواند به‌عنوان یک دشمن طبیعی کارآمد برای کاهش جمعیت پوره‌های سفیدبالک توت، منجر به کاهش خسارت مستقیم و غیرمستقیم این آفت در فضای سبز تهران شود. امید است اطلاعات حاصل بتواند گامی هر چند کوچک در کنترل موفقیت‌آمیز سفیدبالک‌ها و همچنین کاهش مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی در فضای سبز تهران داشته باشد.

References

- ABD-RABOU, S. 2006. Biological control of the pomegranate whitefly, *Siphoninus phillyreae* (Hom: Aleyrodidae: Aleyrodinae) by using the bioagent, *Clitostethus arcuatus* (Col: Coccinellidae). Journal of Entomology, 3(4): 331–335.
DOI: <https://doi.org/10.3923/je.2006.331.335>
- ABD-RABOU, S. and A. M. SIMMONS, 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.
- AGEKYAN, N.G. 1977. *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae), the predator of the citrus whitefly in Adzharia. Entomological Review, 56(1): 22–23.
- AGARWALA, B.K., S. Das and M. SENCHOWDHURI, 1989. Biology and food relation of *Micraspis discolor* (F.) an aphidophagous coccinellid in India. Journal of Aphidology, 2: 7–17. DOI: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19891134777>
- BANDYOPADHYAY, U. K., M. V. S. Kumar and B. SARATCHANDRA, 2000. New record of a whitefly species on mulberry (*Morus alba*). Journal of Advanced Zoology, 21(2): 121–123.
- BATHON, V. H. and J. PIETRZIK, 1986. On the food consumption of *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col., Coccinellidae), a predator of *Aleurodes proletella* L. (Hem, Aleyrodidae). Journal of Applied Entomology, 102(4): 321–326.
- BELLOWS, T. S., Jr. T. D. Paine and D. Gerling, 1992. Development, survival, longevity, and fecundity of *Clitostethus arcuatus* (Col.: Coccinellidae) on *Siphoninus phillyreae* (Hem: Aleyrodidae) in the laboratory. Environmental Entomology, 21(3): 659–663.
- BYRNE, D.N. and T. S. Jr. BELLOWS, 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology, 36: 431–457. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.002243>
- BYRNE, D. N., T. S. Jr. BELLOWS and M. P. PARRELLA, 1990. Whiteflies in agricultural systems. pp. 227–261 In Gerling, D. (Ed.) Whiteflies: their bionomics, peststatus and management. 348 pp. Andover, Intercept.
- EVANS, G. A. 2008. The whiteflies (Hem: 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. 1995. An investigation of the biology and efficiency of *Encarsia inaron* & *E. formosa* (Hym,

- Aphelinidae) on greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Hom, Aleyrodidae). M.Sc. Thesis, Department of Plant Protection, College of Agriculture. University of Tehran. 130 PP.
- FARROKHI, S., S. MANZARI and Y. YOUNESI, 2017. The necessity of natural enemy 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. 1–2 Nov. 2017, Guilan University, Rasht, Iran.
- GHAHARI, H. and B. HATAMI, 2000. Study on natural enemies of Whiteflies (Hem: Aleyrodidae) in Isfahan Province. Journal of Entomological Society of Iran, 20(1): 1–24.
- GERLING, D. 1990. Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Intercep Ltd, Andover, UK, 348 pp.
- JAMES, R. R. 2008. Pathogens of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae). pp. 2763–2765 in Capinera, J. L. (Eds.) Encyclopedia of Entomology. 4346 pp. Springer, Dordrecht.
- KHALIFA, A. A. 2011. Studies on the insect attacking pomegranate trees and their associated natural enemies. Ph.D. Thesis, Department of Economic Entomology, Faculty of Agriculture. Mansoura University. 159 PP.
- LIOTTA, G. 1981. Observations of the biology and behaviour of *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae) in SicilliaRedia, 64: 173–185.
- LOI, G. 1978. Osservazioni eco-etologiche sul coleottero Coccinellidae scimmio *Clitostethus arcuatus* (Rossi), predatore die *Dialeurodes citri* (Ashm) in Toscana. Frust. Entomol, 1: 123–145.
- MANZARI, S. and S. FARROKHI, 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.
- MARTIN, J. H., D. MIFSUD and C. RAPISARDA, 2000. The whiteflies (Hem: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. Bulletin of Entomological Research, 90: 407–448.
- DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485300000547>
- MESBAH, A. H. 2000. Development and efficiency of *Clitostethus arcuatus* (Col.: Coccinellidae) predator on *Siphoninus phillyreae* (Hom: Aleyrodidae) at Kafr El-Sheikh Governorate, Egypt. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 10(2): 123–127.
- MESBAH, A. H. 2001. Biology and efficiency of *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae) as a predator of *Bemisia tabaci* (Hom: Alyrodidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control, 11(2): 95–100.
- MESBAH, A. H., S. EL-HENEIDY, M. METWALY, Z. SHENISHEN and A. H. BORAEI, 1998. *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae), A new recorded predator species, of the citrus whitefly, *Dialeurodes citri* (Ashm) (Hom: Aleyrodidae) in Egypt, Journal of Biological Pest Control, 8(2): 99–100.
- MOTA, J. A., A. O. SOARES and P. V. GARCIA, 2008. Temperature dependence for development of the whitefly predator *Clitostethus arcuatus* (Rossi). BioControl, 53(4): 603–613.
- DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-007-9101-5>
- MOUND, L. A. 1973. Thrips and whitefly. pp. 229–242 In Gibbs, A. J. (Ed.) Viruses and invertebrates. 673 pp. North-Holland Publishing Company, Amsterdam. London.
- MOUND, L. A. 1984. Zoogeographical distribution of whiteflies. Current Topics in Vector Research, 2: 185–197.
- MOUND, L. A. and S. H. HALSEY, 1978. Whitefly of the world, a systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. 340 pp. British Museum (Natural History)/John Wiley and Sons.
- PRIORE, R. 1969. *Dealeurodes citri* (Ashmead) (Hom.: Aleyrodidae) in Campania. Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri, Portici, 27–316.

- TAKAHASHI, R. 1932. Aleyrodidae of Formosa, Part I. Report, Department of Agriculture, Government Research Institute, Formosa, 59: 1–57.
- TAVADJOH, Z., H. HAMZEHZARGHANI, H., ALEMANSOOR, J., KHALGHANI and A. VIKRAM, 2010. Biology and feeding behaviour of ladybird, *Clitostethus arcuatus*, the predator of the ash whitefly, *Siphoninus phillyreae*, in Fars province, Iran. Journal of Insect Science, 10, Article 120. DOI: <https://doi.org/10.1673/031.010.12001>
- WANG, J. R., Z.-Q. SONG and Y.-Z. Du. 2014. Six new record species of whiteflies (Hem: Aleyrodidae) infesting *Morus alba* in China. Journal of Insect Science, 14(1): 274. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu136>
- WRAIGHT, S. P., R. B. LOPES and M. FARIA, 2017. Microbial control of mite and insect pests of greenhouse crops. In: Microbial control of insect and mite pests. New York: Academic Press, 13: 237–252. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803527-6.00016-0>
- YAZDANI, M. and M. A. SAMIH, 2012. Life table attributes of *Clitostethus arcuatus* (Col.: Coccinellidae) feeding on *Trialeurodes vaporariorum* and *Siphoninus phillyreae* (Hem: Aleyrodidae). Journal of Asia-Pacific Entomology, 15(2): 295–298. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2012.01.010>
- YAZDANI, M. and M. ZARABI, 2009. Studies on developmental stages of *Clitostethus arcuatus* (Col.: Coccinellidae) on ash whitefly with note on a new host, *Aleyrodes singularis*. Hexapoda, 16(1): 14–17.
- YAZDANI, M. and M. ZARABI, 2011. The effect of diet on longevity, fecundity, and the sex ratio of *Clitostethus arcuatus* (Rossi) (Col.: Coccinellidae). Journal of Asia-Pacific Entomology, 14(3): 349–352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.04.003>