



دانشگاه تحقیقات ریهایی  
دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی  
گروه آموزشی گیاه پزشکی

رساله برای دریافت درجه دکتری تخصصی  
رشته حشره‌شناسی کشاورزی گرایش اکولوژی و کنترل بیولوژیک

# برخی برهم‌کنش‌های شکارگر-شکار بین کفشدوزک *Scymnus syriacus* و بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* با دو گونه از شته‌های مهم مرکبات

پژوهشگر:

محبوبه مرادی

استاد راهنما:

دکتر مهدی حسن‌پور

اساتید مشاور:

دکتر سید علی اصغر فتحی

دکتر علی گلی‌زاده

بهمن ۱۳۹۸

**Chrysoperla carnea** با دو گونه از شته‌های مهم مرکبات / محبوبه مرادی

استاد راهنما: دکتر مهدی حسن پور

استادان مشاور: دکتر سید علی اصغر فتحی - دکتر علی گلی زاده

تاریخ دفاع: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸

تعداد صفحات: ۱۲۵ ص.

شماره پایان نامه: گروه گیاه پزشکی

**چکیده:**

**هدف:** هدف این تحقیق، بررسی برخی پارامترهای شکارگری کفشدوزک *Scymnus syriacus* Marseul و بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* Stephens روی شته‌ی سبز مرکبات، *Aphis spiraeicola* Patch و شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* Glover در شرایط آزمایشگاهی بود.

**روش شناسی پژوهش:** در این تحقیق، واکنش تابعی و ترجیح غذایی لارو سن چهارم و حشرات ماده‌ی کامل کفشدوزک *S. syriacus* و لاروهای سنین دوم و سوم بالتوری سبز، *C. carnea* روی شته‌ی سبز مرکبات، *A. spiraeicola* و شته‌ی جالیز، *A. gossypii* مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین شکارگری درون رسته‌ای بین این دو گونه شکارگر بررسی شد. آزمایش‌ها روی برگ پرتقال رقم تام سون ناول در اتاقک ر شد در دمای  $27 \pm 2$  درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

**یافته‌ها:** نتایج تجزیه‌ی رگرسیون لجستیک داده‌ها نشان داد که واکنش تابعی مراحل زیستی مورد مطالعه‌ی کفشدوزک *S. syriacus* و بالتوری سبز نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز از نوع دوم بود. حشرات ماده‌ی کفشدوزک شکارگر و لارو سن سوم بالتوری سبز بیشترین نرخ حمله (*a*) را روی شته جالیز داشتند. همچنین، بیشترین مقدار حداکثر نرخ حمله‌ی تئوریک (*T/Th*) زمانی برآورد شد که لارو سن چهارم کفشدوزک و لارو سن سوم بالتوری سبز از شته‌ی جالیز تغذیه کردند. نتایج به دست آمده از بررسی ترجیح غذایی لارو سن چهارم و حشره‌ی ماده‌ی کامل کفشدوزک *S. syriacus* و لارو سن دوم و سوم بالتوری سبز در نسبت‌های مختلف شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز نشان داد که هر دو شکارگر، شته‌ی جالیز را به شته‌ی سبز مرکبات ترجیح دادند. میانگین تعداد طعمه‌های خورده شده توسط هر دو شکارگر در اکثر نسبت‌های مورد بررسی روی شته‌ی جالیز بیشتر بود. شکارگری درون رسته‌ای (IGP) بین کفشدوزک *S. syriacus* و بالتوری سبز یک طرفه و نامتقارن بود؛ به طوری که، در تمامی آزمایش‌ها بدون حضور شکار خارج رسته، لاروهای سنین دوم و سوم بالتوری سبز به عنوان شکارگر درون رسته و لارو سن سوم و چهارم کفشدوزک به عنوان شکار درون رسته عمل کردند. با این حال، در حضور هر یک از طعمه‌ها، IGP بین این دو شکارگر مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج بررسی حاضر نشان داد که کفشدوزک *S. syriacus* و بالتوری سبز، *C. carnea* توانایی بالایی برای کنترل شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز دارند. با این حال، برای به دست آوردن جزئیات بیشتری از روابط متقابل بین این شکارگرها و آفات، آزمایش‌های تکمیلی بیشتری در شرایط صحرایی مورد نیاز است.

**واژه‌های کلیدی:** مرکبات، شته، واکنش تابعی، ترجیح غذایی، شکارگری درون رسته‌ای

## ۱- مقدمه و هدف

### ۱-۱- مقدمه

یکی از مهمترین اهداف کشورهای در حال توسعه، افزایش تولیدات کشاورزی و پیشگیری از ضایعات آن می‌باشد. این کشورها برای حفظ منابع و استقلال ملی و نیز پیشگیری از خروج ارز، باید افزایش تولید و جلوگیری از ضایعات کشاورزی را به عنوان سیاست محوری خود قرار دهند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی‌امیری، ۱۳۹۳).

تولید مرکبات یکی از منابع بسیار مهم تولید ثروت، مبادلات تجاری و اشتغال ساکنین حدود ۱۵۰ کشور مرکبات‌خیز جهان می‌باشد. با استناد به آمار، ایران رتبه‌ی هشتم سطح زیر کشت مرکبات را داراست و جایگاه هفتم را از نظر تولید مرکبات که نزدیک به ۴ میلیون تن می‌باشد به خود اختصاص داده است. بیشترین سطح زیر کشت مرکبات در کشورمان در نواحی ساحلی دریاچه‌ی خزر، نواحی مرکزی و مناطق جنوبی کشور می‌باشد و مازندران رتبه‌ی اول را در بین تمام استان‌های ایران از نظر تولید مرکبات به خود اختصاص داده است (درستی و عبدی، ۱۳۹۸). سطح زیر کشت زراعی و باغی استان برای کنترل غیرشیمیایی حدود ۵۹ هزار هکتار است که از این میزان ۴۸ هزار هکتار مربوط به محصولات زراعی (برنج، ذرت، سویا و گوجه‌فرنگی) و ۱۱ هزار هکتار به باغات مرکبات اختصاص دارد. در حال حاضر، استان مازندران جزو استان‌های پیشرو در مدیریت تلفیقی به‌ویژه استفاده از کنترل بیولوژیک در کنترل آفات است، به‌طوری‌که حدود ۲۵ درصد عملیات کنترل بیولوژیک با آفات محصولات کشاورزی در استان مازندران اجرا می‌شود (مکاتبات شخصی).

آفات بسیاری به درختان مرکبات شمال کشور خسارت وارد می‌کنند که از آن جمله می‌توان به شته‌ها اشاره کرد (اسماعیلی، ۱۳۷۵). شته‌ها یک گروه متنوع از حشرات گیاه‌خوار متعلق به راسته Hemiptera و خانواده‌ی Aphididae هستند که بیشتر در اقلیم‌های معتدل از جمله شمال آمریکا، اروپا، مرکز و شرق آسیا فعالیت دارند (Nelson and Rosenheim, 2006). حدود ۴۰۰۰ گونه شته توصیف شده است که به بیش از ۲۵۰ محصول کشاورزی در سراسر جهان خسارت می‌زنند (Blackman and Eastop, 2000). کمتر گیاهی یافت می‌شود که از حمله‌ی شته‌ها در امان باشد. شته‌ها روی برگ، سرشاخه، ساقه، تنه، میوه و ریشه‌ی گیاهان میزبان کلنی‌های بزرگی را تشکیل می‌دهند و با مکیدن شیره‌ی گیاهی خسارت هنگفتی را به بار می‌آورند (مدرس اول، ۱۳۷۲).

شته‌ی سبز مرکبات، *Aphis spiraecola* Patch همه ساله اکثر جوانه‌های مرکبات را در شمال کشور آلوده می‌کند و برای کنترل آن چندبار سمپاشی انجام می‌گیرد (رضوانی و همکاران، ۱۳۷۳؛ غلامیان و همکاران، ۱۳۹۶). جمعیت زیاد شته‌ی سبز مرکبات باعث خسارت مستقیم به درختان جوان مرکبات شامل تخریب برگ‌ها، کوتاه شدن گره‌های انتهایی شاخه و انتقال ویروس تریستزای مرکبات می‌شود (Balaraman and Ramakrishnan, 1979; Yokomi and Damsteegt, 1991 and Michaud, 1999).

شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* Glover گونه‌ای همه‌جازی و چندین‌خوار است که در مناطق گرمسیر، نیمه گرمسیر و معتدل پراکنده است. این شته بیش از سایر گونه‌ها در همه مناطق و روی بسیاری از میزبان‌ها به ویژه پنبه و جالیز دیده می‌شود و از روی درختان مرکبات در مناطق شمالی و جنوبی ایران نیز جمع‌آوری شده است (آقاجانزاده و غلامیان، ۱۳۹۷). این شته علاوه بر خسارت مستقیم، به وسیله‌ی ترشح عسلک و انتقال ویروس‌های گیاهی نیز به صورت غیرمستقیم خسارت می‌زند. این آفت حدود ۶۰ ویروس گیاهی را به گیاهان مختلف منتقل می‌کند (Kresting et al. 1999).

برای کنترل شته‌ها، چندین حشره‌کش توصیه شده است، اما در بیشتر موارد حشره‌کش‌ها باعث مرگ و میر موجودات مفید، اثرات منفی روی محیط زیست، گسترش مقاومت و طغیان مجدد شته‌ها می‌شوند (Koch et al. 2018)؛ بنابراین، استفاده از دشمنان طبیعی در کنار سایر روش‌های سازگار می‌تواند کاهش سطح جمعیت این آفات موثر باشد (Delfosse et al. 2005).

کنترل بیولوژیک یکی از روش‌های منطقی و پایدار است که از نظر زیست محیطی کاملاً ایمن است (Lewis et al. 1997). حشرات مفید غالب‌ترین و فراوان‌ترین دشمنان طبیعی آفات را تشکیل می‌دهند و در بین آنها شکارگران نقش عمده‌ای را در کنترل جمعیت شته‌ها ایفا می‌کنند (Van Driesch and Bellows, 1996). در بین دشمنان طبیعی، کفشدوزک‌های خانواده‌ی Coccinellidae از مهم‌ترین شکارگرهای حشرات آفت از جمله شته‌ها و شپشک‌ها هستند که نقش بسیار مهمی در کاهش جمعیت آنها و ایجاد تعادل طبیعی دارند (Iperti, 1999). کفشدوزک‌ها در سراسر جهان به عنوان حشرات مفید شناخته شده‌اند (William et al. 2004). کفشدوزک‌ها به دلیل عملکرد موفقیت‌آمیزشان در کنترل بسیاری از حشرات مضر در سیستم‌های زراعی، اهمیت اقتصادی زیادی دارند (Agarwala and Dixon, 1992). شته‌ها غذای اصلی کفشدوزک‌ها هستند، در حالی که شپشک‌ها، کنه‌ها، شهد گیاهی، گرده، نوش و کپک به عنوان غذای ثانوی آنها گزارش شده است (Bianchi et al. 2004; Deligeorgidis et al. 2005). مهم‌ترین برتری کفشدوزک‌ها نسبت به سایر شکارگرها فعالیت شکارگری هر دو مرحله‌ی حشرات کامل و لاروهای آنهاست (Hodek, 1973).

بزرگترین قبیله‌ی کفشدوزک‌ها، Scymnini، با بیش از ۶۰۰ گونه شناخته شده است که بیش از ۵۷۰ گونه‌ی آن متعلق به سه جنس *Diamus*، *Neplus* و *Scymnus* است (Whitehead, 1967; Pope, 1979 and Gordon, 1985). جنس *Scymnus* از دیدگاه کنترل بیولوژیک مهم‌ترین آنهاست (Whitehead, 1967 and. Pope, 1979).

کفشدوزک *Scymnus syriacus* Marseul یکی از کفشدوزک‌های غالب با فعالیت شکارگری روی جمعیت‌های مختلف شته‌ها به ویژه شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز است که از نقاط مختلف ایران از جمله مازندران گزارش شده است (امامی، ۱۳۷۵).

از دیگر شکارگرهای این دو گونه شته می‌توان به بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* Stephens اشاره کرد. بالتوری‌های خانواده‌ی Chrysopidae از جمله حشرات مفید و موثر در اکوسیستم‌های زراعی و باغی بوده و در برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات گیاهان باغی، زراعی و گلخانه‌ای کاربردی موثر و عملی دارند. حشرات این خانواده، در مرحله‌ی لاروی و برخی نیز در مرحله‌ی بلوغ از آفات مختلف از قبیل شته‌ها، شپشک‌ها، پسیل‌ها، تریپس‌ها، کنه‌ها، تخم و لارو سن اول تعدادی از بالپولکداران و سخت‌بالپوشان تغذیه می‌کنند (Canard et al. 1984). این خانواده شامل بیش از ۹۰ جنس و ۱۸۰۰ گونه‌ی شناخته می‌باشد که رفتار شکارگری آنها همواره مورد توجه حشره‌شناسان در برنامه‌های کنترل بیولوژیک بوده است (Brook and Banard, 1990). تاکنون ۱۹۳ گونه بالتوری از ایران گزارش شده است که ۴۶ گونه‌ی آن متعلق به خانواده‌ی Chrysopidae می‌باشد (Farahi et al. 2009). این شکارگر به دلیل سازگاری به انواع زیست‌محیط‌ها، قدرت پراکنش زیاد، تنوع طعمه و دوره‌ی نسبتاً کوتاه نشوونما در برنامه‌های کنترل بیولوژیک همیشه مورد توجه محققین بوده است (فانژ و همکاران، ۱۳۷۹ و Farahi et al. 2009).

کنترل بیولوژیک که یکی از اجزای اصلی مدیریت تلفیقی آفات (IPM) را تشکیل می‌دهد، زمانی موفقیت‌آمیز خواهد بود که جنبه‌های مختلف زیستی، اکولوژیکی و رفتاری دشمنان طبیعی مورد استفاده، به دقت مطالعه و بررسی شوند

(Ridgway et al. 1970 and Daane and Yokota, 1997). جهت افزایش تاثیر دشمنان طبیعی در یک جمعیت طعمه، عوامل ارتباط دهنده بین دشمنان طبیعی و طعمه باید مورد مطالعه قرار گیرند (Rabb, 1974). از جمله این عوامل ارتباطی، واکنش تابعی است که در سطح فرد شکارگر اتفاق می‌افتد (Holling, 1959). واکنش تابعی به عنوان پایه و اساس مطالعات شکارگری و پارازیتسم در برنامه‌های کنترل بیولوژیک کلاسیک و کاربردی و نیز مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شود (Enkegaard, 1994).

ترجیح غذایی دشمنان طبیعی نیز یکی از پدیده‌های است که در بررسی کارایی و انتخاب دشمنان طبیعی باید مورد توجه قرار گیرد (علایی ورکی و اللهیاری، ۱۳۹۲). با این که در اغلب

موارد گیاه‌خواران با انواع مختلفی از شکارگرها مواجه‌اند، اما در بسیاری از مطالعات آزمایشگاهی اثرات فردی شکارگرها مورد بحث قرار گرفته است. اثرات گونه‌های مختلف شکارگرها ممکن است به شکل پیچیده‌ای بر جمعیت طعمه تاثیر بگذارد. برای درک بهتر اثر کاربرد مضاعف شکارگرها بر نرخ مصرف آنها، ارزیابی برهم‌کنش شکارگری درون‌رسته‌ای نیز دارای اهمیت می‌باشد (طاووسی اجود و همکاران، ۱۳۹۲).

#### ۱-۲- هدف

براساس بررسی منابع صورت گرفته، تاکنون مطالعات جامعی در خصوص پارامترهای مختلف شکارگری کفشدوزک *S. syriacus* و بالتوری سبز، *C. carnea* و نقش توأم این دو، روی شته‌ی سبز مرکبات و شته‌ی جالیز روی مرکبات صورت نگرفته است. لذا در پژوهش حاضر برخی برهم‌کنش‌های شکارگر - شکار بین این دو گونه شکارگر با این دو گونه شته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده در این تحقیق به شرط حصول نتایج قابل قبول در شرایط طبیعی می‌تواند در تدوین برنامه‌های مدیریت تلفیقی این دو آفت مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲- مبانی و پیشینه تحقیق

### ۲-۱- طرز خسارت و اهمیت اقتصادی شته‌ها

شته‌ها از راسته‌ی Hemiptera و آفاتی همه‌جازی هستند که به صورت مستقیم با تغذیه و غیر مستقیم با راه انتقال عوامل بیماری‌زا به گیاهان خسارت می‌زنند. کمتر گیاهی است که روی آن شته وجود نداشته باشد. چندین گونه شته ممکن است از یک گیاه تغذیه کنند، این شته‌ها ممکن است در یک جنس، چندین جنس و یا چندین خانواده جای داشته باشند (رضوانی، ۱۳۸۰). شته‌ها از جمله آفاتی هستند که در صورت مناسب بودن محیط رشد، با زاد و ولد سریع و مکیدن شیرهی گیاهی، ترشح عسلک و در نهایت ایجاد محیطی مناسب برای رشد قارچ دوده خسارت اقتصادی بسیار زیادی به محصولات باغی و زراعی وارد می‌کنند (اسماعیلی، ۱۳۷۵).

به طور کلی خسارت شته‌ها را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد (Azize et al. 2008):

الف- مکیدن شیرهی گیاهی که باعث پژمردگی، بی‌رنگی و کاهش رشد می‌شوند.  
ب- فعالیت سمی ترشحات بزاقی آن‌ها که باعث به‌وجود آمدن گال روی برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها می‌شوند.

ج- با ترشح عسلک، شرایط مناسب برای رشد قارچ دوده را فراهم می‌کنند.

د- ناقل و پروس‌های بیماری‌زای گیاهی هستند.

از میان انواع مختلف شته‌ها که به انواع محصولات از جمله مرکبات خصوصاً در شمال کشور خسارت وارد می‌کنند، شته‌ی سبز مرکبات *Aphis spiraecola* و شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* از اهمیت بسزایی برخوردار هستند. تغییرات فصلی جمعیت این شته‌ها در شمال کشور به‌صورتی است که در فروردین ماه شروع به فعالیت می‌کنند و در اردیبهشت و اوایل خرداد به حداکثر تراکم جمعیت می‌رسند (آقاجانزاده و غلامیان، ۱۳۹۷).

۲-۲- شته‌ی سبز مرکبات *Aphis spiraeicola*

۲-۲-۱- جایگاه شته‌ی سبز مرکبات در رده‌بندی حشرات (Singh, 2016)

Order: Hemiptera  
Suborder: Sternorrhyncha  
Superfamily: Aphidoidea  
Family: Aphididae  
Subfamily: Aphidinae  
Tribe: Aphidini  
Genus: *Aphis*  
Species: *spiraeicola* Patch (1914)

۲-۲-۲- مشخصات شته‌ی سبز مرکبات، *A. spiraeicola*

شته‌ی سبز مرکبات یک گونه‌ی پلی‌فاژ با انتشار جهانی است (Andreev et al. 2009)؛ و به‌عنوان یکی از آفات مرکبات از اوایل قرن بیستم مورد توجه قرار گرفته است (Cole, 1925; Miller, 1929; Vacante and Gerson, 2012). این شته بومی آسیای شرقی بوده و ابتدا در سال ۱۹۰۷ در شمال آمریکا به ثبت رسید (Van Emden and Harrington, 2007). اگرچه این آفت در سال‌های بسیار قبل وارد اروپا شد، اما نزدیک به سال ۱۹۶۰ به عنوان آفت کلیدی مرکبات در آمد (Marco, 2015). این آفت شته‌ی غالب باغ‌های مرکبات در شمال کشور است، به طوری که ۸۲ درصد از جمعیت شته‌های جمع‌آوری شده از غرب مازندران شته‌ی سبز مرکبات بوده است (آقاجانزاده و همکاران، ۱۹۹۷). هم‌چنین علوی و همکاران (۲۰۰۷) شته‌ی سبز مرکبات را به عنوان یکی از شته‌های غالب مرکبات استان مازندران معرفی نموده‌اند.

۲-۲-۳- شکل‌شناسی

حشره‌ی کامل کوچک، به رنگ سبز روشن، فرق سر در بین دو شاخک نسبتاً صاف و از گونه‌های مشابه متمایز است (اسماعیلی، ۱۳۷۵). پاها و شاخک‌ها اساساً کمرنگ، اما کورنیکول‌ها و دم قهوه‌ای تیره تا سیاه رنگ است (Blackman and Eastop, 2000). کورنیکول‌ها بلند، مخروطی و دم نسبتاً بلند و مودار است. شته‌های بال‌دار دارای سر و سینه قهوه‌ای تیره، شکم سبز متمایل به زرد با یک لکه‌ی جانبی تیره روی هر بند هستند (شکل ۲-۱). اندازه‌ی شته‌های بال‌دار و بدون بال ۲/۲-۱/۲ میلی‌متر است (Blackman and Eastop, 2000). این شته شباهت زیادی به شته‌ی سبز سیب (*Aphis pomi* De Gear) دارد، به طوری که عده‌ای آن را نژاد بیولوژیک شته‌ی سبز سیب می‌دانند (اسماعیلی، ۱۳۷۵). این شته دارای ۸-۱۳ عدد مو روی دم می‌باشد (Marco, 2015).



شته‌ی سبز مرکبات یکی از آفات مهم مرکبات در نقاط مختلف جهان است. این حشره گرچه دو میزبان است، ولی حالت جنسی آن به‌ندرت دیده شده و در مواردی تخم این آفت روی درختچه‌ی زینتی اسپیره مشاهده شده است (اسماعیلی، ۱۳۷۵).

این شته دارای چهار سن پورگی است که تکمیل نشو و نمای هر سن بطور معمول بین یک تا دو روز طول می‌کشد (Lyla and Joy, 1983). بررسی زیست‌شناسی این آفت در شرایط آزمایشگاهی نشان داده است که در شرایط مطلوب تقریباً ۱۴ نسل در یک سال دارد. دوره‌ی پورگی پنج تا شش روز و میانگین پوره‌زایی هر ماده ۳۰ پوره گزارش شده است (Kranz et al. 1977). زیست‌شناسی شته‌ی سبز مرکبات در شرایط آزمایشگاهی روی یک گونه علف هرز (*Chromolaena odorata*) بررسی شد. در این تحقیق دوره‌ی زندگی حشرات کامل بین ۱۱-۶ روز و یک چرخه‌ی کامل ۱۲-۱۸ روز طول کشید.

همچنین مطالعه‌ی شته‌ی سبز مرکبات روی گونه‌ای از بداغ (*Viburnum odoratissimum*) نشان دهنده‌ی یک دوره‌ی ۱۹/۶ روزه از زمان تولد تا مرگ بوده و میزان باروری آن ۳۹/۷ پوره به ازای هر ماده گزارش شده است (Tang and Yokomi, 1996).

در یک تحقیق زیست‌شناسی شته‌ی سبز مرکبات در هشت دمای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰، ۳۲ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس روی یک گونه پلیسیاس (*Polyscias crispata*) مورد ارزیابی قرار گرفت. حداقل و حداکثر دوره‌ی رشد مراحل نابالغ، ۷/۳ و ۲۳ روز به ترتیب در دمای ۲۸ و ۱۰ درجه‌ی سلسیوس به‌دست آمد. درصد بقای مراحل نابالغ از ۷۸/۲ تا ۹۵ درصد در محدوده‌ی دمایی ۳۰-۱۰ درجه‌ی سلسیوس متغیر بود و در دماهای ۳۲ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس کاهش یافت. میانگین طول عمر ماده‌های بالغ از ۳۶/۵ روز در دمای ۱۰ درجه‌ی سلسیوس تا ۶ روز در دمای ۳۲ درجه‌ی سلسیوس در نوسان بود. میانگین تولید نتاج به ازای هر ماده از ۴۴ پوره در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس به ۵/۱ پوره در دمای ۳۲ درجه‌ی سلسیوس رسید؛ بنابراین دامنه‌ی مطلوب دما برای رشد جمعیت شته‌ی سبز مرکبات بین ۳۰-۲۰ درجه‌ی سلسیوس به‌دست آمد (Wang and Tsai, 2000).



شکل ۲-۱- شته‌ی سبز مرکبات روی برگ مرکبات: الف- حشرات کامل بی بال، ب- بالدار ج- پوره‌ها به همراه شته کامل بی بال (اصل)

تسای و وانگ (Tsai and Wang, 2001) نیز زیست‌شناسی شته‌ی سبز مرکبات را در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس روی هفت گیاه میزبان شامل دو گونه پلیسیاس (*Polyscias crispata* and *P. scutellaria*)، یک گونه بداغ (*Viburnum suspensum*)، گریپ فروت، لیموترش، پرتقال و مورایا (*Murraya paniculata*) بررسی کردند. بقای شته‌ی اسپیره روی گیاه مورایا به شدت کاهش یافت. مدت زمان نشو و نما برای مراحل نابالغ بین ۷/۹ روز روی *P. scutellaria* تا ۹/۹ روز روی پرتقال در نوسان بود. بقای مراحل نابالغ نیز بین ۹۷/۲ درصد روی *P. scutellaria* تا ۷۸/۸ درصد روی پرتقال متغیر بود. میانگین تعداد پوره‌های تولید شده به ازای هر ماده برای ۶ گیاه ذکر شده (به جز مورایا) به ترتیب ۴۲/۷، ۳۵/۷، ۲۸/۷، ۲۲/۳، ۱۸/۰ و ۱۱/۷ پوره بود. ماده‌های بالغ به‌طور

متوسط به مدت ۱/۴، ۳/۱۵، ۲/۱۲، ۱۲، ۱۱ و ۳/۹ روز به ترتیب روی میزبان‌های مذکور زنده ماندند.

این آفت در بیشتر مناطق مورد انتشار دارای سیستم تولیدمثلی بکرزایی اجباری است. با وجود این، در شرق آسیا و آمریکای شمالی که دارای زمستان سرد است دارای سیستم تولیدمثلی بکرزایی اختیاری است (Blackman and Eastop, 2000).

### ۲-۳-۲- شته‌ی جالیز *Aphis gossypii*

#### ۲-۳-۱- جایگاه شته‌ی جالیز در رده‌بندی حشرات (Mehrparvar, 2017)

Order: Hemiptera  
Suborder: Sternorhyncha  
Superfamily: Aphidoidea  
Family: Aphididae  
Subfamily: Aphidinae  
Tribe: Aphidini  
Genus: *Aphis*  
Species: *gossypii* Glover (1877)

#### ۲-۳-۲- مشخصات شته‌ی جالیز، *A. gossypii*

شته‌ی جالیز با پراکنش وسیعی که روی محصولات مختلف دارد در اکثر گلخانه‌ها و خارج از گلخانه دارای اهمیت اقتصادی است. این شته در ایران ابتدا در سال ۱۳۱۷ توسط افشار تحت عنوان شته‌ی جالیز گزارش شد. همان‌طوری که از نام علمی این شته پیداست میزبان اصلی آن پنبه می‌باشد، ولی بسیار پلی‌فاژ بوده و در بعضی از کشورها به‌ویژه ایران به نام شته‌ی جالیز نیز نامیده می‌شود (بهداد، ۱۳۸۱). وانگ و لیو (Wang and Liu, 2001) شته‌ی جالیز را از آفات مهم پنبه و محصولات متعدد زراعی و سبزیجات در سراسر جهان معرفی می‌کنند. ابرت و کارت رایت (Ebert and Cartwright, 1997) دامنه‌ی میزبانی این شته را بسیار وسیع می‌دانند که بیش از ۹۲ تیره‌ی گیاهی شامل محصولات خوراکی، فیبری و گیاهان زینتی را در بر می‌گیرد و حداقل ۷۰۰ میزبان در سرتاسر جهان برای آن گزارش شده است.

این آفت با قطعات دهانی سوزنی شکل خود از شیرهی گیاهی تغذیه کرده و باعث ایجاد اختلال در رشد گیاه شده و عملکرد آن را پایین می‌آورد. همچنین با آلوده شدن میوه یا محصول به پوسته‌ی تعویض جلدی و عسلک باعث کاهش کیفیت محصول می‌گردد این آفت علاوه بر خسارت مستقیم، چندین ویروس مهم گیاهی را نیز منتقل می‌کند (نقل از خانجانی، ۱۳۸۶). مامدوا و گوسینو (Mamedova and Guseinov, 1984) آستانه‌ی زیان اقتصادی این گونه را در مرحله‌ی ۴-۳ برگی در هر بوته پنبه معادل ۱۰-۸ درصد آلودگی و تعداد ۲۵-۲۰ عدد شته ذکر کرده‌اند.

### ۳-۳-۲- شکل شناسی

شته‌ی ماده بکرزا، بدون بال و تخم‌مرغی شکل بوده و طول آن  $1/8$  میلی‌متر و عرض آن در ناحیه‌ی شکم  $0/9$  میلی‌متر می‌باشد. رنگ این شته متغیر، برخی از آنها سبز پررنگ، بعضی سبز مایل به زرد یا خاکستری و متمایل به سبز هستند. فرم‌های بال‌دار و کوچک در پاسخ به وارد آمدن استرس به گیاه یا انبوهی پدید می‌آیند. سر حشره گرد و طول و عرض آن یکسان و چشم‌ها قهوه‌ای تیره است. شاخک‌ها ۶ مفصلی و به‌طور مستقیم از قسمت پهن جلوی سر خارج می‌شوند. دو مفصل آخر شاخک تیره‌تر، نوک ساق و پنجه‌های پای سیاه‌رنگ و سه مفصل وسطی آنها زرد رنگ می‌باشد. طول شاخک کوتاه‌تر از طول بدن شته بوده و به قاعده‌ی کورنیکول نمی‌رسد. قاعده‌ی کورنیکول‌ها سیاه و کمی پهن است. طول کورنیکول‌ها به اندازه‌ی  $0/14$  تا  $0/8$  طول بدن می‌باشد (آقاجانزاده و غلامیان، ۱۳۹۷).

شته‌های زنده به رنگ سبز تیره تا سبز تیره‌ی مایل به سیاه، دم زبانی شکل با بریدگی کم و به طرف انتها باریک می‌شود. دم دارای ۴-۷ مو و روشن‌تر از کورنیکول می‌باشد. موهای روی ران کوتاه و طول بلندترین موی ران کمتر از عرض قاعده ران است. تعداد ریناریای ثانویه در بند سوم شاخک افراد بال‌دار ۴-۱۲ عدد است و بند چهارم شاخک فاقد ریناریای ثانویه است (آقاجانزاده، ۱۳۷۳).

دم مخروطی همراه با سه جفت موی جانبی می‌باشد که سبب مجزا ساختن این گونه از گونه‌ی *A. spiraecola* می‌شود که دارای دم قهوه‌ای تیره تا سیاه و ۸ تا ۱۳ مو می‌باشد. ماده‌های بال‌دار کوچک‌تر از شته‌های بی‌بال بوده و طول آن‌ها  $1/35$  میلی‌متر و عرض آن‌ها در ناحیه شکم  $0/65$  میلی‌متر است. عرض شته با بال‌های باز  $5/1$  میلی‌متر و عرض سر بیشتر از طول آن است. سر و زیر سینه در ماده‌های بال‌دار سیاه رنگ می‌باشد. چهار مفصل اول شکمی زرد رنگ و بقیه‌ی آنها به رنگ سبز می‌باشند (شکل ۲-۲). صفحه‌های کوتیکولی اطراف سوراخ‌های تنفسی در غالب مفاصل شکمی وجود دارند. کورنیکول‌ها، دم و شاخک سیاه‌رنگ هستند (Rivnay, 1962).

### ۴-۳-۲- مناطق انتشار و دامنه‌ی میزبانی

میزبان‌های این شته بسیار زیاد است و برخی از میزبان‌های این شته‌ی در ایران شامل خیار، خربزه، هندوانه، کدو، پنبه، کنف، بادمجان، توتون، چغندر، گوجه‌فرنگی، کنگد و بعضی اوقات پسته و مرکبات است (فرحبخش، ۱۳۴۰) این حشره دارای پراکنش گسترده‌ای است و در تمام قاره‌ها یافت می‌شود و در پنبه‌کاری‌های ایران یکی از گونه‌های مهم و خسارت‌زا می‌باشد و دارای بیش از

هفتصد میزبان شناخته شده است. این آفت علاوه بر پنبه یکی از مهم‌ترین آفات کدوئیان به ویژه خیار نیز می‌باشد (Ebert and Cartwright, 1997).

شته‌ی جالیز مشکلات زیادی را در کشورهای تایلند، سودان، روسیه و آمریکا به وجود آورده است (Schepers, 1989). در آمریکا برای اولین بار در سال ۱۸۵۴ به عنوان یک آفت مهم اقتصادی در کارولینای شمالی (North Carolina) گزارش شد. به دنبال این گزارش، این آفت در سال ۱۸۸۰ از مناطق جنوب شرقی آمریکا و همچنین در سال ۱۹۱۶ از تگزاس گزارش شد (Paddock, 1919; Slosser et al. 1989) در سال ۱۹۸۶ شته‌ی جالیز به عنوان یک مشکل اساسی در کارولینای شمالی، لوئیزیانا (Louisiana) و کالیفرنیا (California) گزارش شد (King et al. 1987). لکلنت و دگواين (Leclant and Deguine, 1994) شته‌ی جالیز را به عنوان یک آفت مهم در تمام نواحی تولید پنبه جهان معرفی می‌کنند. در آفریقای مرکزی از نظر اهمیت پس از *Helicoverpa armigera* (Hubner) دومین آفت اقتصادی پنبه می‌باشد. این شته روی تعداد زیادی از محصولات کشاورزی، علف‌های هرز و درختان جنگلی زندگی می‌کند و علاوه بر جالیز به پنبه، انار و سایر بوته‌های زمینی و درختان میوه حمله می‌کند (مراد اسحق‌ی و حجت، ۱۳۶۷). دامنه‌ی میزبانی *A. gossypii* بسیار وسیع است و بیش از ۹۲ تیره‌ی گیاهی از قبیل محصولات خوراکی، فیبری و گیاهان زینتی را در بر می‌گیرد. حداقل ۷۰۰ میزبان در سرتاسر جهان برای آن شناخته شده‌اند (Ebert and Cartwright, 1997).

#### ۵-۳-۲- زیست‌شناسی

در شمال کالیفرنیا شته‌های خربزه قسمتی از زمستان را روی علف‌های هرز و در باغ‌ها و گیاهانی که تحمل سرما را دارند مانند اسفناج می‌گذارند. هر ماده به طور متوسط ۸۴ پوره تولید می‌کند. در شرایط مناسب یک پوره در ۵ روز بالغ شده و شروع به تولیدمثل می‌کند (باقری، ۱۳۸۴ به نقل از سورن سن و همکاران (Sorensen et al. 2004)).

دو عامل در ایجاد افراد بال‌دار *A. gossypii* نقش دارد: عوامل تغذیه‌ای و انبوهی. اگر شرایط میزبان گیاهی در اثر تراکم، عدم کیفیت مطلوب غذا و طول روز کوتاه نامناسب شود شته‌های بالغ پوره‌هایی را تولید می‌کنند که تبدیل به افراد بال‌دار می‌شود (گرامی، ۱۳۸۳).



شکل ۲-۲- شته‌ی جالیز روی برگ‌های مرکبات: الف- حشرات کامل بی بال، ب- بالدار ج- پوره‌ها به همراه شته کامل بی بال (اصل)

با توجه به تحقیقاتی که در ایران شده، هیچ شکل جنسی در این شته دیده نشده و شته بدون هیچ وقفه‌ای تا موقعی که شرایط محیطی برای آن فراهم است به طریق بکرزایی زاد و ولد می‌کند. فاصله‌ی زمانی بین تولد یک پوره تا بلوغ آن خیلی کوتاه می‌باشد و در دمای ۲۸ - ۳۰ درجه‌ی سلسیوس چهار روز گزارش شده است. این شته در سال ممکن است تا ۲۰ نسل و در نواحی گرمسیر تا ۵۰ نسل ایجاد کند (آقاجانزاده و همکاران، ۱۳۷۶؛ رضوانی، ۱۳۸۲). آکی و بوتلر (Akey and Butler, 1993) دمای مناسب برای تولیدمثل این شته را ۲۰-۲۵ درجه‌ی سلسیوس ذکر کرده‌اند.

شته‌ی جالیز روی درختان مرکبات به صورت تخم زمستان‌گذرانی می‌کند، تخم‌ها در پاییز به طور عمده در کنار جوانه‌ها، شکاف زیر پوست نزدیک جوانه‌های انتهایی گذاشته می‌شود. تخم‌ها در بهار تفریخ شده و ماده‌های موسس ایجاد می‌شوند و آنها نسل بعدی را تولید می‌کنند (Komazaki, 1993).

### ۶-۳-۲- نحوه‌ی خسارت

شته‌ی *A. gossypii* با قطعات دهانی سوزنی شکل خود از شیرهی گیاهی تغذیه می‌کند و باعث اختلال در رشد گیاه شده و عملکرد آن را پایین می‌آورد. این شته همچنین با ترشح عسلک باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود. شته‌ها بیشتر در برگ‌های جوان و تازه روئیده نسبت به برگ‌های مسن تجمع می‌کنند، زیرا میزان آمینواسیدها در برگ‌های جوان‌تر و لیفی‌تر زیادتر است. در واقع میزان نیتروژن برگ‌های جوان بالاتر می‌باشد (Davies et al. 2003).

این شته بیش از ۵۰ ویروس گیاهی شامل ویروس‌های ناپایایی لوبیا، نخود، کدوئیان، لوبیای چشم بلبلی، خانواده کلم، پیاز و ویروس‌های پایای پنبه، ذرت و غیره را منتقل می‌کند (Blackman and Eastop, 2000).

این آفت در انبوهی بالا می‌تواند سبب خشک شدن کامل بوته‌ها گردد و علاوه بر خسارت مستقیم ناشی از تغذیه، قادر است از طریق انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی (از جمله بیماری لکه گرد ویروسی) به صورت غیر مستقیم نیز خسارت وارد کند. آستانه زیان اقتصادی این گونه در مرحله‌ی ۳-۴ برگی در هر بوته (پنبه) معادل ۱۰-۸ درصد آلودگی و تعداد ۲۰-۲۵ عدد شته تعیین شده است (Mamedova and Guseinov, 1984).

### ۴-۲- دشمنان طبیعی شته‌ها

شته‌ها در طبیعت دارای دشمنان طبیعی بسیار زیادی هستند که از زیاد شدن جمعیت آنها جلوگیری می‌کنند و اگر فعالیت این دشمنان طبیعی نبود شته‌ها در مدت کوتاهی قادر به از بین بردن تمامی بوته‌ها بودند که در بین آنها شکارگرها نقش عمده‌ای را در کنترل جمعیت آنها ایفا می‌کنند (Van Driesch and Bellows, 1996; Mullera and Brodeur, 2002).

در باغ‌های مرکبات دشمنان طبیعی متعددی از پارازیتوئیدها و شکارچی‌ها روی شته‌ها فعالیت می‌کنند. از کفشدوزک‌ها حشره کامل و لارو کفشدوزک هفت نقطه‌ای (*Coccinella* (Linnaeus) و *septempunctata* کفشدوزک *Scymnus* از شته‌ها تغذیه می‌کنند. کفشدوزک *Scymnus* از تراکم جمعیت بیشتری نسبت به کفشدوزک هفت نقطه‌ای در شمال کشور برخوردار است. لارو مگس‌های خانواده سیرفیده Syrphidae از شته‌ها و حشرات کامل آنها از گرده و نوش گلها تغذیه می‌کنند. لاروهای پشه *Aphidoletes aphidimyza* Rondani از شکارچی‌های فعال و موثر شته‌های مرکبات محسوب می‌شوند. لاروهای بالتوری‌های *Chrysopa formosa* و *Micromus* sp هم از شته‌ها تغذیه می‌کنند. گروه‌های زیادی از زنبورهای خانواده Chalcididae پارازیت داخلی شته‌های مرکبات می‌باشند (آقاجانزاده و غلامیان، ۱۳۹۷).

شکارگرهای شته‌خوار نظیر مگس‌های *Episyrphus balteatus* (De Geer) یکی از گونه‌های خانواده‌ی سیرفیده است که به عنوان شکارگر طیف وسیعی از شته‌ها گزارش شده است (Ankersmit et al. 1986; Sadeghi and Gilbert, 2000; Alhamedi et al. 2008).

لطفعلی‌زاده (۱۳۸۱) با مطالعه‌ی دشمنان طبیعی شته‌ی جالیز در دشت مغان چهارگونه کفشدوزک، دو گونه سن شکارگر و ۶ گونه مگس سیرفیده را جمع‌آوری و گزارش کرده است که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

کفشدوزک *Hipodamia varigata* (Goeze)، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens)، سن شکارگر *Orius niger* (Wolff) زنبور پارازیتوئید *Diplozon laetatorius* (Fabricius) از خانواده‌ی Ichneumonidae، زنبورهای پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) و *Diaeretiella rapae* (McIntosh) از خانواده‌ی Aphidiidae، *Aphelinus varipes* (Förster) از خانواده‌ی Pteromalidae، *Pachyneuron aphidis* (Bouche)، *Aphelinidae*، زنبور پارازیتوئید *Syrphophagus aphidivorus* (Mayr) از خانواده‌ی Encyrtidae و مگس *Episyrphus* (DeGeer) از خانواده‌ی Syrphidae.

گزارش‌های زیادی مبنی بر مقاومت شته‌ی جالیز به انواع حشره‌کش‌ها در مزارع جالیز ثبت شده است (Li and Han, 2004). بررسی‌ها نشان می‌دهد که سطح مقاومت این آفت به حشره-کش‌ها روی میزبان‌های گیاهی مختلف در ژاپن متفاوت است و روی خیار بیشترین سطح مقاومت را نشان داده است (Wang and Liu, 2001).

## ۵-۲- جایگاه کفشدوزک‌ها در کنترل بیولوژیک آفات

حشرات شکارگر به عنوان موثرترین تنظیم‌کننده‌های جمعیت حشرات آفت محسوب می‌شوند (Padmalatha et al. 2003) و استفاده از آنها در برنامه‌های مدیریت حشرات آفت روز به روز بیشتر می‌شود (Wiedenmann and Smith, 1997).

کفشدوزک‌ها به عنوان عوامل کنترل بیولوژیک با قابلیت تغذیه از طیف گسترده‌ای از آفات از جمله شته‌ها مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند (Oliveira et al. 2004; Snyder et al. 2004). حمایت از جمعیت‌های بومی کفشدوزک‌ها، واردسازی، پرورش و رهاسازی آنها در مناطقی که وجود ندارند، می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش استفاده از سموم شیمیایی و تامین اهداف کنترل تلفیقی داشته باشد (ملاشاهی و همکاران، ۱۳۸۸). کفشدوزک‌ها در مرحله‌ی لاروی و حشره‌ی کامل از شته‌ها تغذیه می‌کنند. از جمله کفشدوزک‌هایی که در شمال کشور روی درختان مرکبات به عنوان شکارگر شته‌ها مورد توجه است، کفشدوزک *S. syriacus* می‌باشد (آقاجانزاده و غلامیان، ۱۳۹۷).



۱-۵-۲- کفشدوزک *Scymnus syriacus*

۲-۵-۲- جایگاه کفشدوزک *S. syriacus* Marseul در رده بندی حشرات (Hodek, 1973)

Order: Coleoptera

Superfamily: Cucujoidea

Family: Coccinellidae

Subfamily: Scymninae

Tribe: Scymnini

Genus: *Scymnus*

Species: *Scymnus syriacus* Marseul (1868)

۳-۵-۲- شکل شناسی *S. syriacus*

۱-۳-۵-۲- تخم

تخم‌ها بیضی شکل با انتهای گرد به طول  $0.14 \pm 0.053$  و عرض  $0.11 \pm 0.03$  میلی‌متر هستند. تخم‌های تازه گذاشته شده به رنگ زرد روشن بوده و در ۱ تا ۲ روز بعد به رنگ قهوه‌ای روشن در می‌آیند (امامی، ۱۳۷۵).

۲-۳-۵-۲- لارو

لاروها در ناحیه‌ی سر و انتهای بدن باریک و در ناحیه‌ی وسط پهن‌تر و از نوع کارابی‌فرم هستند. لاروهای تازه تفریخ شده پوشش مومی ندارند، ولی در حدود ۲۴ ساعت پس از ظهور نقاط سفید مومی در سطح پشتی آنها ظاهر شده و به سرعت به صورت رشته‌های ابریشمی (شکل ۲-۳-الف) توسعه پیدا می‌کند (امامی، ۱۳۷۵).

۳-۳-۵-۲- پیش شفیره

لارو سن چهارم پس از تکمیل رشد از تغذیه و حرکت باز ایستاده و فضولات زیادی از بدن آن خارج می‌شود، در این موقع لارو انتهای بدن خود را به محلی که روی آن قرار دارد، چسبانده و ثابت می‌شود. در این حالت بدن آن پهن و کوتاه شده و به حالت قوسی در زیر رشته‌های مومی (شکل ۲-۳-ب) محافظت می‌شود (امامی، ۱۳۷۵).

۴-۳-۵-۲- شفیره

شفیره از نوع آزاد و در ابتدای ظهور به رنگ قهوه‌ای روشن است و با گذشت زمان به رنگ قهوه‌ای تیره در می‌آید (شکل ۲-۳-ج). رشته‌های مومی به صورت پوشش، بدن شفیره را می‌پوشاند (امامی، ۱۳۷۵).

۵-۳-۵-۲- حشره‌ی کامل

سطح پشتی بدن پوشیده از موهایی به رنگ زرد روشن، سر به رنگ قهوه‌ای روشن، قطعات دهانی، شاخک و پاها به رنگ نارنجی تا قهوه‌ای روشن، پیش‌گرده به رنگ قهوه‌ای و حاشیه‌ی کناری جلویی آن زرد رنگ، بالپوش‌ها به رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره، در قاعده و در وسط تیره‌تر از بقیه‌ی قسمت‌ها بوده به طوری که هر نیم‌بالپوش دارای یک لکه تیره در قسمت میانی است که اطراف آن را هاله‌ی روشنی با رنگ زرد (شکل ۲-۳-۵) احاطه کرده است (امامی، ۱۳۷۵). شاخک‌ها ۱۱ بندی، آرواره‌ی بالا در انتها و در قاعده دارای یک دندان‌هی کوچک، در اندام تناسلی نر طول پارامر برابر با لب قاعده‌ای و در انتها دارای زائده‌ی سوزنی با لب غشایی کشیده است (وفایی نژاد، ۱۳۷۵؛ صحراگرد و همکاران، ۱۳۸۰).

#### ۴-۵-۲-زیست‌شناسی کفشدوزک *S. syriacus*

مراحل زیستی کفشدوزک *S. syriacus* شامل تخم، چهار سن لاروی، پیش‌شفیرگی، شفیرگی و حشرات کامل است. هر چهار سن لاروی دارای پوشش مومی سفید رنگ هستند که یک وسیله‌ی دفاعی و استحکامی در برابر مورچه‌های مراقبت کننده از شته‌هاست (Towfic et al. 1973; Izhersky and Orlinsky; 1998; Agarwala and Yasuda, 2001). لاروهای تازه تفریخ شده پوسته‌ی تخم را بدون تغذیه ترک کرده و در اطراف پوسته شروع به حرکت می‌کنند. این لاروها پوشش مومی ندارند، ولی در محدوده‌ی ۲۴ ساعت پس از ظهور نقاط سفید مومی در سطح پشتی بدن آنها ظاهر می‌شود. پوست‌اندازی معمولاً در زیر برگ یا در گوشه‌ی تاریک و ترشح موم نیز پس از آن صورت می‌گیرد (امامی، ۱۳۷۵؛ Naranjo et al. 1990).

روی شته‌ی سبز مرکبات نشان داد که متوسط طول دوره‌ی *S. syriacus* پرورش کفشدوزک رشدی کفشدوزک از تخم تا ظهور حشره‌ی کامل در دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب ۳۸/۸، ۲۲/۷، ۱۷/۲ و ۱۳/۷۱ روز و مناسب‌ترین دما برای تخم‌گذاری و سایر فعالیت‌های حیاتی و بقای حشرات کامل دماهای ۲۰ تا ۲۵ درجه‌ی سلسیوس است. آستانه‌ی رشدی مراحل مختلف از ۹/۳۵ درجه‌ی سلسیوس برای شفیره تا ۱۶/۹۵ درجه‌ی سلسیوس برای چهارمین سن لاروی محاسبه شده است (امامی و همکاران، ۱۹۹۸). دمای ۱۵ درجه‌ی سلسیوس و پایین‌تر از آن و دمای ۴۰ درجه‌ی سلسیوس و بالاتر باعث اختلال در فعالیت‌های حیاتی کفشدوزک شده و دوره‌ی رشدی آن کامل نمی‌شود. مدت زمان جفت‌گیری به طور متوسط  $3/35 \pm 18/5$  دقیقه است و مدت زمان بین ظهور حشره‌ی کامل تا تخم‌گذاری به طور متوسط  $0/63 \pm 4/72$  روز است. متوسط تخم‌گذاری روزانه و میانگین کل تخم‌های گذاشته شده توسط هر ماده به ترتیب  $0/9 \pm 15/85$  و  $70/42 \pm 597$  عدد تخم گزارش شده است. حشرات ماده تخم‌های خود را در حاشیه‌ی پیچ‌خورده برگ‌ها، محل اتصال دم‌برگ به ساقه، زیر

Title and Author:	<b>Some predator-prey interactions between <i>Scymnus syriacus</i> and <i>Chrysoperla carnea</i> with two important aphids of the citrus / Mahboobeh Moradi</b>
Supervisor:	<b>Dr. Mahdi Hassanpour</b>
Graduation date:	<b>2020.01.28</b>
Number of pages:	<b>125</b>

### **Abstract**

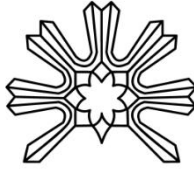
**Research Aim:** The aim of this research was to study some predation parameters of *Scymnus syriacus* Marseul and *Chrysoperla carnea* Stephens on *Aphis spiraecola* Patch and *Aphis gossypii* Glover in laboratory conditions.

**Research method:** In this research, functional response and prey preference of fourth larval instar and adult female of *S. syriacus* and second and third larval instars of *C. carnea* to *A. spiraecola* and *A. gossypii* was investigated. Also, intraguild predation (IGP) between these two predators was studied. The experiments were carried out on citrus leaves in a growth chamber at  $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $65\pm 5\%$  RH and a photoperiod of 16L: 8D h.

**Findings:** The logistic regression analysis revealed that the functional response of *S. syriacus* and *C. carnea* to different densities of *A. spiraecola* and *A. gossypii* was Type II. Females of *S. syriacus* and third instar larvae of *C. carnea* had the highest attack rate ( $a$ ) when feeding on melon aphid. Furthermore, the highest values of the theoretical maximum attack rate ( $T/T_h$ ) were estimated when fourth instar larvae of *S. syriacus* and third instar larvae of *C. carnea* fed on the melon aphid. The prey preference experiments revealed that both predators preferred *A. gossypii* over *A. spiraecola*. Mean numbers of consumed preys by both predators in most prey ratios were high on the melon aphid. Intraguild predation between *S. syriacus* and *C. carnea* was unidirectional and asymmetric. In the experiments without extraguild prey, the second and third instar larvae of *C. carnea* were the IG-predators and the third and fourth instar larvae of *S. syriacus* were the IG-preys. Furthermore, in the presence of each prey, as extraguild prey, the IGP between these predators was not detected.

**Conclusion:** The results of this study showed that *S. syriacus* and *C. carnea* have high potential to control *S. syriacus* and *A. gossypii*. However, supplementary field-based studies are needed to provide further details of the predator-prey interactions.

**Keywords:** Citrus, aphid, functional response, prey preference, intraguild predation



University of Mohagheh Ardabili  
Faculty of Agriculture and Natural Resources  
Department of Plant Protection

Dissertation submitted in partial fulfillment for the degree of Doctor of  
Philosophy  
in  
Agricultural Entomology- Ecology and Biological control

Some predator-prey interactions between  
*Scymnus syriacus* and *Chrysoperla carnea*  
with two important aphids of the citrus

By:  
Mahboobeh Moradi

Supervisor:  
**Mahdi Hassanpour (Ph.D)**

Advisor:  
**Seyed Ali Asghar Fathi (Ph.D)**  
**Ali Golizadeh (Ph.D)**

**January 2020**