

# بررسی کارآیی زنبورهای پارازیتوئید سفید بالک‌های خیار گلخانه‌ای

محمدجواد ارده<sup>۱\*</sup> (نویسنده مسئول)، ولی‌اله بنی‌عامری<sup>۱</sup> و شهرام فرخی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> - استادیار پژوهش در بخش تحقیقات حشره‌شناسی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران، mjardeh@gmail.com

<sup>۲</sup> - استادیار پژوهش در بخش تحقیقات حشره‌شناسی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران، ameriva2014@gmail.com

<sup>۳</sup> - استادیار پژوهش در بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران، shahram.farrokhi@gmail.com

تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۶

## The efficiency of parasitoids wasps for biological control of whiteflies in cucumber greenhouses

Mohammad Javad Ardeh (Corresponding author)<sup>1\*</sup>, Valiallh baniameri<sup>2</sup> and Shahram Farrokhi<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> - Associated professor in Research Department of Agricultural Entomology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, mjardeh@gmail.com

<sup>2</sup> - Associated professor in Research Department of Agricultural Entomology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, ameriva2014@gmail.com

<sup>3</sup> - Associated professor in Research Department of biological control, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, shahram.farrokhi@gmail.com

Received: June 2017

Accepted: July 2017

### Abstract

A serious pest of agricultural crops are two species of whitefly that (*Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*), which also make damages to greenhouse crops and ornamental plants. The biocontrol agents for these pests belong to the aphelinid wasps. To date two species of the genus *Encarsia* and *Eretmocerus* are used as effective natural enemies worldwide under greenhouses condition to control whiteflies. In this project, these parasitoids were release in a commercial greenhouse (5000 m<sup>2</sup>) to control the whiteflies populations in Varamin region (east of Tehran). Releasing was either uniform or spotted, in the uniform releasing 3, 6 or 9 parasitoids was considered per square meters, but in spotted releasing, in infection point, releasing rate was increased depending on the whitefly infestation. The results showed that the population of *T. vaporariorum* was increase from week 9<sup>th</sup> till week 14<sup>th</sup>. However, it was decrease from 23<sup>th</sup> week onward, while the parasitism rate of *E. eremicus* was higher than *E. formosa* (more than 80%). Therefore, using of these agents (in biological control program) can control the whiteflies population throughout the season. However, in addition to a good infrastructure of the greenhouses, other biological control agents (predator mite) that are released to control other pests, can feed from the whiteflies nymphs, and reduces the pest population.

**Keywords:** Biocontrol agents, Biological control, Greenhouses

فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۱، صص ۱۱-۱۹

### چکیده

از آفات مهم و کلیدی محصولات کشاورزی دو گونه از سفید بالک‌ها شامل *Trialeurodes vaporariorum* و *Bemisia tabaci* هستند که روی گیاهان زینتی و محصولات گلخانه‌ای فعالیت می‌کنند. از مهم‌ترین پارازیتوئیدهای این آفات می‌توان به زنبورهای آفیلینید (Hym: Aphelinidae) اشاره کرد که هم اکنون دو گونه از جنس‌های *Encarsia* و *Eretmocerus* به عنوان دشمنان طبیعی مؤثر در دنیا برای کنترل سفیدبالک‌ها در شرایط گلخانه‌ای استفاده می‌شوند. در این پروژه رهاسازی عوامل فوق برای کنترل جمعیت سفید بالک‌ها در سطح گلخانه‌های تجاری (حدود ۵۰۰۰ متر مربع) خیار در شهرستان ورامین صورت گرفت. رهاسازی‌ها به دو صورت یکنواخت یا لکه‌ای انجام شد، که در رهاسازی یکنواخت تعداد ۳، ۶ یا ۹ شغیره پارازیتوئید در متر مربع در نظر گرفته شد، ولی در رهاسازی لکه‌ای، کانون‌های آلودگی، رهاسازی بسته به شدت آلودگی افزایش می‌یافت. نتایج نشان داد جمعیت *T. vaporariorum* از هفته نهم تا هفته چهاردهم روند افزایشی داشت، اما در هفته بیست و سوم جمعیت این آفت در گلخانه بسیار کم و میزان پارازیتسم زنبور *E. eremicus* نسبت به زنبور *E. formosa* افزایش یافت (بیش از ۸۰٪). بنابراین استفاده به موقع از عوامل فوق (در قالب یک برنامه کنترل بیولوژیک) می‌تواند به خوبی جمعیت سفیدبالک را در طول فصل کنترل نماید. البته علاوه بر وجود زیر ساخت‌های مناسب در گلخانه، عوامل کنترل بیولوژیک دیگر (مانند کنه‌های شکارگر) که برای کنترل سایر آفت رهاسازی می‌شوند نیز ممکن است از پوره‌های سفیدبالک‌ها تغذیه کرده و جمعیت آنها را کاهش دهد.

کلمات کلیدی: دشمنان طبیعی، کنترل بیولوژیک، گلخانه

فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۱، صص ۱۱-۱۹

## مقدمه و کلیات

استفاده از گلخانه‌ها یکی از روش‌های افزایش تولید محصولات کشاورزی است که نسبت به تولید محصولات مزرعه‌ای دارای شرایط مناسبی برای تولید محصول می‌باشند. با این وجود، سلامت جامعه بیش از پیش به علت استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی (گاهی تا دو بار در هفته) و باقی‌مانده سموم در محصولات، مورد تهدید قرار گرفته است. اما کنترل شیمیایی در محیط‌های گلخانه‌ای به مراتب مشکل است زیرا نیاز بیشتر به کنترل شیمیایی در گلخانه (به دلیل رشد بهتر آفات)، به دلیل استفاده مداوم از سموم، پدیده مقاومت آفات به سموم سریع‌تر صورت می‌گیرد، مقدار باقی‌مانده سموم در محصولات تولیدی بیشتر شده و در نتیجه سلامت مصرف‌کننده بیشتر تهدید می‌شود. بنابراین لزوم بکارگیری سایر روش‌های کنترل آفات از جمله کنترل بیولوژیک در گلخانه بیشتر احساس می‌گردد. باید در نظر داشت که امکان موفقیت کنترل بیولوژیک در گلخانه به دلیل محصور بودن فضا بیشتر است. یکی از آفات مهم و کلیدی محصولات کشاورزی سفیدبالک‌ها (Hem.: Aleyrodidae) می‌باشند که با شرایط گلخانه‌ای به خوبی سازش پیدا کرده‌اند. این آفت در شرایط گلخانه بطور مداوم قادر به تولید مثل می‌باشد. به همین دلیل به سرعت در مقابل آفت‌کشهای مورد استفاده مقاومت نشان می‌دهند و هزینه‌های کنترل شیمیایی را بالا می‌برد. لذا کنترل بیولوژیک سفیدبالک‌ها دارای اولویت بسیار بالایی در برنامه‌های مدیریت آفات محصولات گلخانه‌ای می‌باشد. از این رو در این تحقیق کنترل بیولوژیک سفیدبالک‌ها در شرایط گلخانه خیار در شایط ایران مد نظر قرار گرفت. معمولاً دو گونه از سفیدبالک‌ها

*Trialeurodes vaporariorum* Aleyrodidae)

(Westwood)(Hem.: و

(Hem.:Aleyrodidae) *Bemisia tabaci*

(Gennadius) به عنوان آفات مهم محصولات

کشاورزی محسوب شده و بر روی گیاهان زیتنی و

محصولات گلخانه‌ای خسارت وارد می‌سازند. از

مهم‌ترین پارازیتوئیدهای این آفات می‌توان به

زنبورهای خانواده Aphelinidae اشاره کرد.

بطوری‌که برای کنترل سفیدبالک‌ها در شرایط

گلخانه‌ای از دو گونه زنبور پارازیتوئید از جنس

*Encarsia* و *Eretmocerus* به عنوان دشمنان طبیعی

مؤثر در سطح دنیابه‌صورت تجاری استفاده می‌شود.

در بین این پارازیتوئیدها گونه‌های *E. formosa*، *E.*

*mundus* و *E. eremicus* بیشترین کاربرد را در کنترل

بیولوژیک آفات فوق به خود اختصاص می‌دهند (van

Lenteren and Woets, 1988; Fransen and van

Lenteren, 1994; Hu et al., 2002). حشرات ماده

پارازیتوئید هر دو جنس *Encarsia* و *Eretmocerus*

علاوه بر پارازیته کردن پوره‌ها از طریق تغذیه میزبانی

نیز موجب کاهش جمعیت آفت می‌شوند. اما آن‌ها

ترجیح میزبانی متفاوتی دارند به عنوان مثال گونه *E.*

*formosa* پوره‌های *T. vaporariorum* و گونه *E.*

*mundus* پوره‌های *B. tabaci* را ترجیح می‌دهند.

وجه دیگر تمایز این دو گونه در هنگام شفیره شدن

است؛ به این‌صورت‌که شفیره‌های *Eretmocerus* زرد

مایل به قهوه‌ای ولی شفیره‌های *Encarsia* خاکستری

مایل به سیاه می‌باشند (Ardeh et al. 2004). علاوه

بر این کمینه دما برای فعالیت این پارازیتوئید بین ۱۰

الی ۱۳ و بیشینه دما حدود ۳۹ درجه سلیسوس

می‌باشد (Van Roermund and Van Lenteren, )

(1992). در دماهای پایین‌تر و بالاتر جمعیت آفت

رشد و نمو سریع‌تری نسبت به پارازیتوئید دارد و

بنابراین کنترل آن مشکل می‌شود. امروزه در مورد

زنبور پارازیتوئید *Er. mundus* تحقیقاتی توسط طالبی و همکاران، صورت گرفته (Talebi et al., 2000) که نشان دهنده طول دوره رشدی بیشتر در ماده‌ها بود و میانگین کل و روزانه نتاج تولید شده به ترتیب ۳۱/۸ و ۲/۶۳ گزارش شد. از بین سه عامل بیولوژیک رهاسازی شده (*Er. Macrolophus caliginosus*) برای کنترل سفیدبالک‌ها (*E. formosa* و *mundus*) در شرایط گلخانه، گونه *E. formosa* بهتر توانسته جمعیت خود را حفظ کرده و نقش موثرتری را در کنترل هر دو گونه سفیدبالک فعال در گلخانه (حتی در تابستان) نشان دهد (Nannini et al., 2009). در این گلخانه اگرچه عوامل بومی نیز در گلخانه مشاهده شد اما کارایی خیلی زیادی برای آن‌ها در نظر گرفته نشده است (Nannini et al., 2009). با این حال در خصوص امکان استفاده از این عوامل در سطح گلخانه‌ها نیاز به بررسی بیشتر می‌باشد. موفقیت آمیز بودن برنامه کنترل بیولوژیک علاوه بر در دسترس داشتن عوامل مورد نیاز، به آگاهی از شیوه رهاسازی و ارزیابی کارایی آن‌ها بستگی دارد. بنابر اطلاعات موجود، در شرایط گلخانه‌های تجاری ایران، کارایی عوامل بیولوژیک مورد بررسی قرار نگرفته است. لذا در این تحقیق کارایی این پارازیتوئیدها در کنترل سفیدبالک‌ها، به عنوان بخشی از برنامه کنترل بیولوژیک آفات گلخانه در شرایط ایران، مورد بررسی قرار گرفت. به عبارت دیگر هدف از اجرای این پروژه بستر سازی برای بکارگیری عوامل بیولوژیک در راستای مدیریت آفات گلخانه‌ای بوده است.

#### فرآیند پژوهش

تهیه زنبورهای پارازیتوئید: دو گونه زنبور پارازیتوئید مورد استفاده در این تحقیق شامل *E. formosa* و *Er. mundus* از شرکت گیاه بذر الوند

برخی از آفت، که حالت طغیانی در گلخانه‌ها دارند، رهاسازی را قبل از دیده شدن آفت توصیه شده است. به طوری که عامل بیولوژیک را در گلخانه رهاسازی می‌کنند تا از ایجاد خسارت آفت جلوگیری گردد (Belda et al., 2013). این در حالیست که گاهی برای مهار جمعیت خسارت‌زای آفات مجبور به استفاده از چندین عامل بیولوژیک هستیم. این گونه رهاسازی‌ها، بر خلاف تصور ما، همیشه تأثیر کاهنده بر کنترل عوامل بیولوژیک ندارد. بلکه تأثیر هم افزایی آنها در کاهش جمعیت آفت نیز گزارش شده است (Velasco et al., 2013). به طوری که شکارگرهای رهاسازی شده برای کنترل سفیدبالک‌ها کمتر از میزبان‌های پارازیته شده تغذیه می‌کردند، لذا رهاسازی همزمان این دو عامل، نه تنها بحران را نبوده بلکه می‌تواند برای کنترل سفیدبالک مد نظر قرار گیرد (Khan and Wan 2015a, b). در ایران تحقیقات خوبی در خصوص امکان تولید انبوه زنبور پارازیتوئید *E. formosa* برای کنترل *T. vaporariorum* صورت گرفته، که نشان دهنده موفقیت آمیز بودن پرورش و رهاسازی آن‌ها می‌باشد (Farrokhi, 2002). با این حال، جداسازی سفیره‌های پارازیتوئید از برگ میزبان و آماده سازی آنها برای رهاسازی در گلخانه‌ها، از جمله چالش‌های تحقیق فوق بوده است (Farrokhi, 2002). بررسی میزان مرگ و میر این پارازیتوئید روی چهار میزبان گیاهی اختلاف معنی دار نداشته، اما سرعت رشد و نمو آن روی گیاه لوبیا چیتی نسبت به سایر گیاهان بیشتر بوده، در حالی که کمترین میزان زادآوری بر روی گیاه خیار و بیشترین میزان بر روی گیاه لوبیا چیتی ثبت شده است (Sarraf Moaiery et al., 2003). علاوه بر این در مورد برخی از پارامترهای زیستی

فوق برای مشخص شدن وجود و تراکم پوره‌های آفت (آلودگی کم، متوسط و یا زیاد) با لوپ دستی بررسی شد. در صورت وجود آلودگی، محل بوته‌ها بعنوان مناطق آلوده به سفیدبالک علامت گذاری شد تا در نوبت‌های بعدی روند گسترش و شدت آلودگی به سفیدبالک‌ها پیگیری شود. علاوه بر این تعداد پنج کارت زرد در هر ۱۰۰۰ مترمربع و در ارتفاع ۳۰ سانتی متری بالای بوته‌ها نصب شد. تعداد سفید بالک‌های شکار شده توسط آنها ثبت و به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های آلودگی و تعیین تراکم جمعیت آفت لحاظ شد.

**رهاسازی عوامل بیولوژیک:** رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید به صورت یکنواخت و یا لکه‌ای انجام شد. در رهاسازی یکنواخت تمام گلخانه مد نظر قرار گرفت بدین صورت که بر اساس داده‌های بدست آمده از شکار حشرات کامل توسط تله‌های زرد چسبنده، تعداد زنبورهای مورد نیاز طبق شیوه‌نامه شرکت تولید کننده برآورد شد (جدول ۱).

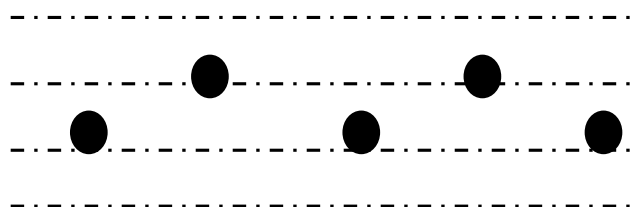
(نماینده شرکت KOPPERT) تهیه شد. این عوامل کنترل بیولوژیک در بسته‌هایی با ۱۰ برگه پنج قسمتی قرار داشتند که روی هر قسمت (۴×۶ سانتی متر) حدود ۸۰ الی ۱۲۰ سفیره پارازیتوئید چسبانده شده بود (هر قسمت یک کارت-پارازیتوئید). بسته‌های فوق تا زمان مصرف در دمای خنک نگهداری شدند و در زمان رهاسازی هر کدام از قسمت‌ها (کارت پارازیتوئیدها) جدا و بر روی بوته‌ها نصب شدند.

**پایش جمعیت آفت:** ارزیابی‌ها در یک گلخانه به مساحت حدود ۵۰۰۰ مترمربع در شهرستان پیشوای ورامین انجام شد. روند پراکندگی جمعیت آفت ( *T. vaporariorum* ) در طول فصل کشت در هر دو هفته یک بار ثبت شد. برای این منظور، از هر سه ردیف کاشت، یک ردیف برای نمونه برداری مشخص شد. سپس در ردیف فوق یک بوته از هر ده بوته به طور تصادفی انتخاب و وجود حشره کامل سفیدبالک بر روی دو برگ (یک برگ از قسمت میانی و یک برگ از قسمت بالائی) بررسی شد. در صورت مشاهده حشره کامل سفید بالک، سه یا چهار برگ پائینی بوته

جدول ۱: الگوی رهاسازی پارازیتوئیدها بر علیه سفید بالک‌ها در گلخانه خیار (پیشوای ورامین، ۱۳۹۰)

**Table 1: Releases pattern of parasitoids against whiteflies in greenhouse cucumber (Pishva-Varamin, 2012)**

Pattern of releases based on infection	rate	unit/m <sup>2</sup>	interval (days)	frequency	remark
Preventive	3/m <sup>2</sup>	1,000	7-14	-	-
Curative (light)	6/m <sup>2</sup>	500	7	min. 3x	release until control achievement
Curative (heavy)	9/m <sup>2</sup>	330	7	min. 3x	release until control achievement



شکل ۲: نحوی رهاسازی یکنواخت کارت-پارازیتوئیدها در گلخانه خیار

**Fig 2: The uniform release pattern of the parasitoids in cucumber greenhouse.**

فاصله ۳ الی ۴ متر یک کارت-پارازیتوئید به یکی از دم برگ‌های بوته‌های خیار و در دو سوم ارتفاع بوته

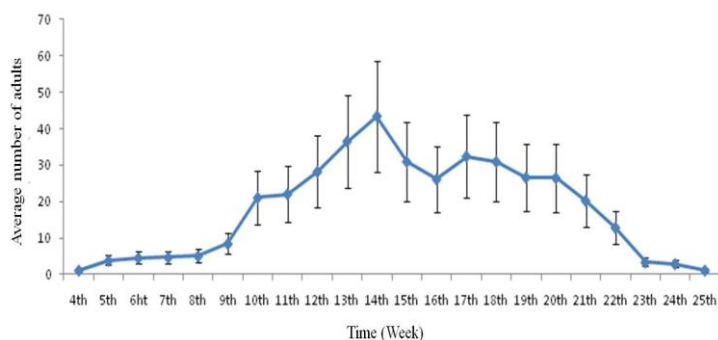
برای رهاسازی یکنواخت، چهار ردیف از بوته‌های خیار در نظر گرفته شد و در ردیف دوم و سوم به

### نتایج و بحث

از هفته اول پایش، حشرات کامل سفید بالک گلخانه *T. vaporariorum* بر روی بوته‌های خیار و مشاهده شد. این آلودگی در طی فصل پائیز، زمستان و بهار نیز وجود داشت اما جمعیت آفت حالت طغیانی پیدا نکرد و آلودگی فقط بصورت لکه‌ای بود. جمعیت این آفت در حاشیه شمالی، غربی و جنوبی (به فاصله حدود ۲ متر از دیواره گلخانه) از هفته نهم کشت تا هفته چهاردهم روند افزایشی داشت. اما بعد از هفته چهاردهم جمعیت این آفت کاهش یافت. در هفته بیست و یکم با شیب زیادی نزول کرد به طوری که در هفته بیست و سوم جمعیت این آفت در گلخانه بسیار کم شد (شکل ۳).

نصب شد (شکل ۲). رهاسازی غیر یکنواخت در مواردی که شدت آلودگی آفت به صورت لکه‌ای دیده شد، صورت گرفت. بدین صورت که در کانون‌های آلودگی تعداد کارت-پارازیتوئیدهای بیشتری نصب شد تا رشد جمعیت آفت در این کانون‌ها تحت کنترل قرار گیرد.

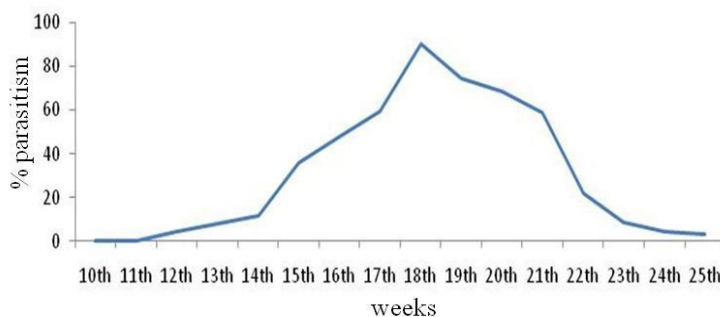
**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** داده‌های بدست آمده از حشرات کامل شکار شده به وسیله تله‌های زرد چسبنده، میزان پارازیتسم (درصد پارازیتسم = پوره‌های پارازیت شده تقسیم بر جمع کل پوره‌های سالم و پارازیت شده شمارش شده) و نسبت پارازیتسم در طی فصل رهاسازی محاسبه گردید و نمودارهای مربوطه به کمک برنامه Excel رسم گردید.



شکل ۳: میانگین ( $\pm$ SE) تعداد افراد کامل *T. vaporariorum* شکار شده توسط کارت زرد در گلخانه خیار (پشوا-ورامین)

Figure 3: Mean ( $\pm$  SE) number of adult whiteflies caught by yellow sticky card in cucumber greenhouse (Pishva-Varamin 2012)

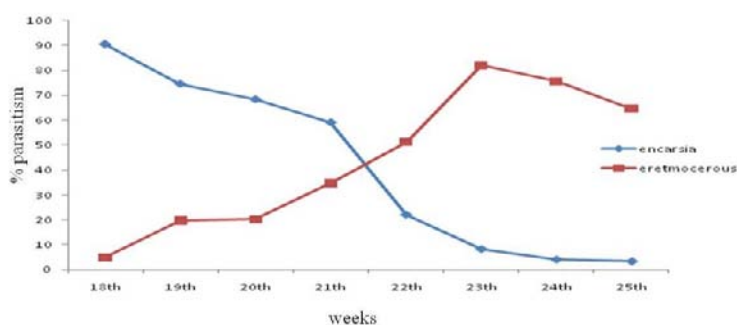
رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید: رهاسازی زنبور پارازیتوئید *E. formosa* از هفته نهم کشت یعنی اولین هفته رهاسازی شروع شد و هفته‌های دهم، دوازدهم، سیزدهم و چهاردهم تکرار شد. با شروع موج دوم آلودگی و افزایش جمعیت آفت، میزان پارازیتسم نیز افزایش یافت به طوری که در هفته هجدهم به اوج خود رسید. درصد پارازیتسم این پارازیتوئیدها تحت تأثیر گرم شدن هوا از هفته هجدهم و نوزدهم (حدود ۴۰ درجه سلسیوس) کاهش یافت به طوری که در پایان هفته بیست و پنجم به کمترین مقدار خود رسید (شکل ۴).



شکل ۴: درصد پارازیتسم سفیدبالک *T. vaporariorum* توسط *E. formosa* در هفته‌های مختلف در گلخانه خیار

Figure 4: The percentage of parasitism of whiteflies in cucumber greenhouse in different weeks

با توجه به شروع گرما که مناسب افزایش رشد جمعیت آفت می‌باشد، از اوایل هفته پانزدهم، از ترکیب دو پارازیتوید (*E. eremicus* و *E. formosa*) به ترتیب با نرخ ۱۶/۵ و ۶ زنبور در متر مربع) برای کنترل جمعیت سفیدبالک استفاده شد. از این رو اولین علائم حضور زنبور پارازیتوید *E. eremicus* در گلخانه از اوایل هفته هجدهم مشاهده شد. به طوری که با گذشت زمان و گرم شدن هوا میزان پارازیتیزم زنبور *E. eremicus* نسبت به زنبور *E. formosa* افزایش یافت و در هفته بیست و سوم به بیش از ۸۰٪ رسید (شکل ۵).



شکل ۵: مقایسه درصد پارازیتیزم دو گونه پارازیتوید *E. formosa* و *E. eremicus* از هفته هجدهم تا پایان هفته بیست و پنجم در گلخانه خیار

Figure 5: Comparison of parasitism rate of two parasitoid species (*E. eremicus* and *E. formosa*) during the eighteenth to the twenty-fifth weeks in the cucumber greenhouse

جمعیت سفیدبالک‌ها اغلب از کناره‌های گلخانه و درب ورودی (U شکل) مشاهده می‌شد. یکی از دلایل می‌تواند وجود گیاهان میزبان در اطراف گلخانه باشد، لذا حذف علف‌های هرز (میزبان آفت) از حاشیه گلخانه‌ها در موفقیت آمیز بودن برنامه کنترل بیولوژیک بسیار مؤثر است. تحقیقات اخیر نشان داده که رهاسازی دو عامل بیولوژیک همزمان برای کنترل آفات بهتر از زمانی که به تنهایی رهاسازی می‌شوند، جمعیت آفت را کنترل می‌کنند (Messelink and Janssen, 2014). این در حالیست که برای کنترل سفیدبالک‌ها در شرایط گلخانه، زنبورهای هر دو گونه *E. eremicus* و *E. formosa* رهاسازی می‌گردد. با این وجود با افزایش دما، تخم‌ریزی زنبورهای *E. formosa* کاهش یافته و کارایی آنها کم می‌شود، در حالی که زنبورهای *E. eremicus* در دماهای بالاتر

با بالا رفتن دما و افزایش جمعیت سفیدبالک‌ها از نوارهای چسبنده زرد رنگ برای کاهش جمعیت حشرات بالغ و محلول پاشی با مایکوتال با نام علمی *Lecanicillium lecaniim*، به عنوان یک عامل میکروبی، برای کاهش جمعیت پوره‌ها (در سه نوبت) و کنترل خسارت آفت استفاده شد. علاوه بر این بکارگیری کنه شکارگر *Amblyseius swirskii* که برای کنترل سایر آفات رهاسازی می‌شد به عنوان یک شکارگر عمومی در کاهش جمعیت این آفت، به خصوص مراحل پورگی سفیدبالک‌ها مؤثر بود. بررسی روند ظهور و گسترش سفیدبالک‌ها در گلخانه، به‌ویژه در زمانی که شرایط محیطی برای فعالیت و هجوم احتمالی آنها به درون گلخانه فراهم است، می‌تواند در موفقیت آمیز بودن برنامه‌های کنترل بیولوژیک مفید باشد. به طوری که تراکم

شکارگر می‌باشد. به طوری که رهاسازی ۷۵ عدد کنه شکارگر *A. swirskii* برای کنترل دو آفت *B. tabaci* و *Frankliniella occidentalis* در گلخانه خیار کافی گزارش شده است (Calvo et al., 2011). این در حالی است که در مواقعی که جمعیت سفیدبالک توام با تریپس در محیط حضور دارند، استقرار کنه شکارگر نسبت به مواقعی که هر یک از این دو عامل به تنهای در محیط حضور دارد موفق‌تر است (Hoogerburgre et al., 2008). از طرف دیگر نشان داده شده که استفاده همزمان این کنه شکارگر و زنبور پارازیتوئید برای کنترل سفیدبالک‌ها حتی از زمانی که این دو عامل بیولوژیک به همراه کنترل شیمیایی مورد استفاده بوده، کارایی بیشتری داشته است (Calvo et al., 2009). لذا استفاده از این شکارگر برای کنترل تریپس‌ها، از یک طرف شدت آلودگی به تریپس را کاهش داده و از طرف دیگر به دلیل وجود تنوع میزبانی برای شکارگر، جمعیت نسبتاً خوبی از آن تا پایان دوره کشت در گلخانه وجود داشته که بر کاهش جمعیت سفیدبالک‌ها نیز مؤثر است. تلفیق رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید حتی با حشره‌کش‌های تنظیم کننده رشد IGR نیز برای کنترل سفیدبالک‌ها توصیه شده، به طوری که هزینه رهاسازی زنبورهای *E. formosa* و *E. eremicus* برای کنترل سفیدبالک *Bemisia argentifolii* که در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی به همراه کاربرد دو حشره‌کش آپلود و بوپروفزین، توانسته تعداد دفعات رهاسازی را ۶۶ درصد کاهش دهد (Hoddle and Van Driesche, 2015).

کارایی بیشتری دارند (Gerling and Castane, 2009). در بررسی‌های ما نیز اگر چه زنبور پارازیتوئید *E. formosa* از هفته‌ی شانزدهم به بعد جمعیت سفیدبالک را به خوبی کنترل کرد. اما با بالا رفتن دمای گلخانه (بالتر از ۳۵ درجه سلیسیوس در فصل بهار)، درصد پارازیتیسیم این زنبور کاهش می‌یافت. لذا با رهاسازی مخلوط هر دو زنبور پارازیتوئید (*E. formosa* و *E. eremicus*) در اواخر فصل کنترل جمعیت سفیدبالک بیشتر به وسیله زنبور *E. eremicus* صورت می‌گرفت. به طوری که درصد پارازیتیسیم *E. eremicus* بعد از گذشت ۳ الی ۴ هفته جایگزین زنبور پارازیتوئید *E. formosa* شده و میزان پارازیتیسیم در هفته بیست و سوم به حدود ۸۰ درصد رسید. البته هر دو گونه پارازیتوئید تغذیه میزبانی (Host feeding) نیز دارند، که موجب افزایش کارایی آن‌ها در از بین بردن آفت و کاهش خسارت وارده نیز می‌شود. به علاوه رهاسازی عوامل به تعداد بیشتر در نقاط آلوده (hot spots) می‌تواند از گسترش آلودگی در سطح گلخانه پیشگیری کرده و نیاز به کنترل شیمیایی را برطرف سازد (Gacheri et al., 2015). یکی دیگر از عوامل کاهش جمعیت سفیدبالک‌ها تغذیه کنه شکارگر *A. swirskii* از پوره‌ها بود که در چارچوب کنترل تلفیقی آفات و برای کنترل تریپس‌ها رهاسازی می‌شد. باید در نظر داشت که کنه شکارگر *A. swirskii* دشمن طبیعی مشترک سفیدبالک، تریپس و تخم کنه تارتن می‌باشد، لذا افزایش جمعیت تریپس و تا حدودی کنه دولکه‌ای تحت تأثیر این کنه

- 2- Belda J, Javier Calvo FJ, Soriano JD, Bolckmans KJF. 2013. *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) as the basis for control *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato protected crops in Spain. Proceedings of the 4th International Symposium on Biological Control of Arthropods, Pucón, Chile. 266-268.
- 3- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE. 2011. Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. BioControl. 56: 185-192.
- 4- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE. 2009. Development of a biological control-based Integrated Pest Management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. Entomologia Experimentalis et Applicata. 133 (1): 9-18.
- 5- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE. 2011. Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. BioControl. 56: 185-192.
- 6- Farrokhi S. 2002. Study of mass production of *Encarsia Formosa*. Final Report No. 620/80. Plant Pests and Diseases Research Institute, 30 p (in Persian).
- 7- Fransen JJ, van Lenteren JC. 1994. Survival of the parasitoid *Encarsia formosa* after treatment of parasitized greenhouse whitefly larvae with fungal spores of *Aschersonia aleyrodis*. Entomologia Experimentalis et Applicata. 71: 235-243.
- 8- Gacheri C, Kigen T, Sigsgaard L. 2015. Hot-spot application of biocontrol agents to replace pesticides in large scale commercial rose farms in Kenya. BioControl 60: 795-803.
- 9- Hoddle MS, van Driesche R. 1999. Evaluation of *Eretmocerus eremicus* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) Beltsville Strain in Commercial Greenhouses for Biological Control of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on Colored Poinsettia Plants. The Florida Entomologist. 82 (4) 556-569.
- 10- Hoogerbrugge H, van Houten Y, van Baal E, Bolckmans K. 2008. Alternative food sources to enable establishment of *Amblyseius swirskii* (AthiasHenriot) on chrysanthemum without pest presence. IOBC/wprs Bulletin 32: 79- 82.

(1999). از این رو یکی از مهمترین عوامل موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک، نه تنها زمان صحیح رهاسازی عوامل بیولوژیک بلکه در صورت ضرورت، استفاده همزمان سایر روش‌های کنترلی می‌باشد. در این تحقیق نیز در اواخر فصل و بالا رفتن تراکم جمعیت سفیدبالک‌ها، از نوارهای چسبنده زرد رنگ (روش کنترل غیر شیمیایی) برای کاهش جمعیت حشرات بالغ و محلول پاشی با مایکوتال (با ماده مؤثره قارچ *Lecanicillium lecaniim*)، به عنوان یک عامل میکروبی، برای کاهش جمعیت پوره‌ها (در سه نوبت) استفاده شد. در مجموع می‌توان گفت که موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک علاوه بر نیاز به زیر ساخت‌های لازم گلخانه، به دقت کافی و زمان بندی مناسب رهاسازی عوامل مورد نظر بستگی دارد. به علاوه رهاسازی زنبور پارازیتوید و کنه شکارگر به طور همزمان در گلخانه‌های خیار و سایر محصولات گلخانه‌ای، که اغلب آلوده به تریپس غربی گل، تریپس پیاز و سفیدبالک‌ها هستند، می‌تواند احتمال موفقیت را بالا ببرد. با این وجود جمعیت آفت باید بطور مستمر مورد پایش قرار گیرد و در صورت لزوم از روش‌های سازگار با برنامه‌های کنترل بیولوژیک برای کنترل جمعیت‌های طغیانی بهره جست.

#### منابع

- 1- Ardeh MJ, de Jong P, van Lenteren JC. 2005. Whitefly control potential of *Eretmocerus* parasitoids with different reproductive modes. Thesis Wageningen University, 112p. ISBN: 90-8504-174-0; (ref. & summary in English, Dutch and Farsi).



- 19- Van Roermund JJW, van Lenteren JC. 1992. The parasite host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) XXXV. Life History Parameters of the Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, and the parasitoid *Encarsia formosa*. Wageningen Agricultural University Papers. 92: 106-47.
- 20- Velasco HMC, Ramirez RR, Cicero L, Michel RC, Desneux N. 2013. Intraguild Predation on the Whitefly Parasitoid *Eretmocerus eremicus* by the Generalist Predator *Geocoris punctipes*: A Behavioral Approach. Plos ONE: 8(11), p 1-9.
- 11- Hu JS, Gelman DS, Blackburn MB. 2002. Growth and development of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) in the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae): Effect of host age. Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 49: 125-146. (in Persian).
- 12- Khan IA, Wan FH. 2015a. Prey consumption by *Harmonia axyridis* of unparasitized and *Encarsia formosa* parasitized Bemisia tabaci biotype B prey. Journal of Entomology and Zoology Studies 3:122-127.
- 13- Khan IA, Wan FH. 2015b. Prey consumption of *Encarsia Formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae) un-parasitized and parasitized Bemisia tabaci (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae) biotype B prey by Coccinella Septempunctata L. Coleoptera, Coccinellidae) predator. Journal of Entomology and Zoology Studies; 3(4): 223-228.
- 14- Messelink GJ, Janssen A. 2014. Increased control of thrips and aphids in greenhouses with two species of generalist predatory bugs involved in intraguild predation. Biol Control 79:1-7.
- 15- Nannini M, Foddi F, Manca L, Pisci R, Sanna F. 2009. Biological agents for whitefly control in Sardinian greenhouse tomatoes. Communications in agricultural and applied biological sciences. 74(2): 363-73.
- 16-bSarraf Moaiery H. R., Ashoori 1, A., Kharrazi Pakdel A., and Farrokhi Sh. 2004. Effects of Four Different Host Plants on *Encarsia formosa* Gahan, the Important Agent in Biological Control of Greenhouse Whitefly. Iranian journal of agricultural sciences. 35(2) 437-448.
- 17- Talebi A, Kamali K, Esmaili M, Khalghani J, Sahragard A. 2000. Comparison of the length of developmental period, adult longevity and fecundity of parasitoid wasps, *Encarsia lutea* and *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae), on *Bemisia tabaci*. Applied Entomology and Phytopathology. 67: Pe1-16; En1-4.
- 18- Van Lenteren JC, Woets J. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Annual Review Entomology 33: 239-269.