

بررسی برخی ویژگی های زیستی و تغذیه ای زنبور پارازیتوید *Eretmocerus delhiensis* Mani روی سفیدبالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

۱. جعفر ابراهیمی فر؛ ۲. ارسلان جمشیدنیا*؛ ۳. حسین الهیاری

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، گروه حشره شناسی و بیماری های گیاهی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۳. دانشیار، گروه گیاه پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۱)

چکیده

سفیدبالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum* (Hem., Aleyrodidae) آفتی همه جازی، پلی فاژ و کلیدی است که به دامنه وسیعی از محصولات حمله می کند. در این پژوهش، پارامترهای زیستی و تغذیه ای زنبور پارازیتوید *Eretmocerus delhiensis* Mani (Hym., Aphelinidae) روی سفیدبالک گلخانه در تغذیه از گیاه گوجه فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش ها در شرایط کنترل شده، دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) در اتاقک رشد انجام شد. بر اساس این تحقیق، نتایج زنبور پارازیتوید همگی ماده بود و جنس نر مشاهده نشد. طول دوره پیش از بلوغ، دوره پیش از تخم ریزی، دوره تخم ریزی، دوره پس از تخم ریزی، دوره بلوغ و طول عمر زنبور پارازیتوید به ترتیب: $15/03 \pm 0/32$ ، $0/46 \pm 0/06$ ، $4/2 \pm 0/12$ ، $1/04 \pm 0/08$ ، $5/71 \pm 0/13$ و $20/74 \pm 0/5$ روز برآورد شد. همچنین سایر پارامترهای زیستی مثل میانگین تخم ریزی روزانه، تخم ریزی کل، میزان تغذیه روزانه از میزبان و میزان تغذیه کل به ترتیب: $3/04 \pm 0/11$ ، $17/43 \pm 0/17$ ، $1/07 \pm 0/05$ و $6/40 \pm 0/35$ تخم و $3/04 \pm 0/11$ و $17/43 \pm 0/17$ تخم و $1/07 \pm 0/05$ و $6/40 \pm 0/35$ پوره محاسبه گردید. نتایج تجزیه رگرسیونی نشان داد که تغذیه از میزبان تاثیر معنی داری بر میزان تخم ریزی این پارازیتوید دارد. نتایج دلالت بر این دارد که زنبور پارازیتوید *E. delhiensis* علاوه بر پارازیتسم قادر است بخشی از جمعیت میزبان را از طریق تغذیه از بین ببرد. بنابراین، به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک بالقوه می تواند در مدیریت آفت سفیدبالک گلخانه مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌گان: پارازیتسم، بکرزای ماده‌زا، تغذیه از میزبان.

Study of some biological and host feeding characteristics of parasitoid wasp, *Eretmocerus delhiensis* on greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*Jafar Ebrahimifar¹, Arsalan Jamshidnia^{2*} and Hossein Allahyari³

1, 2. Former M. Sc. Student and Assistant Professor, Department of Entomology and Plant Pathology, Campus of Aburaihan, University of Tehran, Iran

3. Associate Professor, Department of Plant Protection, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Oct. 28, 2015 - Accepted: Oct. 22, 2016)

ABSTRACT

The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hem., Aleyrodidae) is a cosmopolitan and polyphagous insect that attack a wide range of crops. In this study, the biological parameters of parasitoid wasp, *Eretmocerus delhiensis* Mani (Hym., Aphelinidae) on *T. vaporariorum* were evaluated. The experiments were conducted at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH and a photoperiod of 16: 8 h (L: D) in growth chamber. Based on the results of our studies, all of parasitoid progeny were female and there was no male progeny. Adult emergence, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition period, developmental time and longevity of female parasitoid were 71 %, 15.03 ± 0.32 , 0.46 ± 0.06 , 4.2 ± 0.12 , 1.04 ± 0.08 , and 5.71 ± 0.13 and 20.74 ± 0.5 days, respectively. Also, other parameters such as; daily fecundity, total fecundity, daily host feeding, and total host feeding were 3.04 ± 0.11 and 17.43 ± 0.17 eggs 1.07 ± 0.05 , and 6.40 ± 0.35 nymphs, respectively. Regression analysis revealed that host feeding had a significant effect on oviposition of this parasitoid. Therefore, the parasitoid wasp *E. delhiensis* not only parasitize their hosts but also kill them through host feeding. These results suggest *E. delhiensis* has the potential to be used as a biological control agent in greenhouse whitefly management.

Keywords: Host-feeding, parasitism, thelytokous.

مقدمه

کنترل بیولوژیک به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای مدیریت آفات مطرح است و عوامل کنترل بیولوژیک آفات شامل میکروارگانیسم‌ها، پارازیتوئیدها و شکارگرها برای کنترل و کاهش جمعیت و خسارت آفات مورد استفاده قرار می‌گیرند. سفیدبالک‌ها دارای دشمنان طبیعی متعددی از جمله شکارگرها (بالتوری سبز و سن‌ها)، قارچ‌های بیماری‌زا و زنبورهای پارازیتوئید می‌باشند (Ren *et al.* 2010, Zolnerowich and Rose 2008). جمعیت سفیدبالک گلخانه توسط زنبورهای پارازیتوئید خانواده Aphelinidae کاهش یافته و در این بین جنس‌های *Encarsia* و *Eretmocerus* بیشتر مورد توجه حشره‌شناسان قرار گرفته‌اند. جنس *Eretmocerus* دارای ۶۵ گونه زنبور بوده که در کنترل بیولوژیک و مدیریت تلفیقی سفیدبالک‌ها اهمیت بسزایی دارد و به عنوان اکتو-اندو پارازیتوئید اولیه و انفرادی سفیدبالک‌ها شناخته می‌شود (Zolnerowich and Rose 2008). با توجه به این که زنبورهای پارازیتوئید جنس *Eretmocerus* سین‌اویژنیک^۱ می‌باشند (Qiu *et al.* 2004) لذا علاوه بر پارازیتیسیم بخشی از جمعیت میزبان را با تغذیه از بین می‌برند (Urbaneja *et al.* 2007, Urbaneja and Stansly 2004). مطالعات زیادی روی گونه‌های *Eretmocerus* علیه سفیدبالک گلخانه صورت گرفته است. در طی دهه‌های اخیر، محققین متعددی پارامترهای زیستی زنبورهای پارازیتوئید را روی آفات بررسی کرده‌اند. یکی از گونه‌های جنس *Eretmocerus* که از ایران گزارش شده است، *E. delhiensis* می‌باشد که اولین بار از خوزستان و از روی سفیدبالک نیشکر *Neomaskellia andropogonis* Corbett گزارش شده است. این پارازیتوئید، بکرزای ماده‌زا^۲ می‌باشد (Khadempour *et al.* 2014). دلیل ماده‌زایی در زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus* احتمالاً به دلیل وجود باکتری همزیست درونی *Wolbachia* در اندام‌های تولیدمثلی آنها است که باعث ماده‌زایی در این پارازیتوئید شده است (Hance *et al.* 2006). خادم‌پور (۲۰۱۳) پارامترهای زیستی زنبور *E. delhiensis* را روی سفیدبالک نیشکر *N. andropogonis* بررسی نمود

سفیدبالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hem., Aleyrodidae) آفتی همه‌جاری، پلی‌فاژ و کلیدی است که به دامنه وسیعی از گیاهان حمله می‌کند و باعث ایجاد خسارت به گیاهان گرمسیری و نیمه گرمسیری می‌شود (Ardeh *et al.* 2005, Van Lenteren and Noldus 1990). سفیدبالک گلخانه دارای یک مرحله تخم، چهار سن پورگی و مرحله حشره کامل (جنس نر و ماده) می‌باشد (Byrne 1990). پوره‌ها و حشرات کامل سفیدبالک گلخانه شیرهی گیاهی و قند اضافی گیاهان را می‌مکند و به عنوان عسلک از طریق مخرج دفع می‌کنند. عسلک مترشحه بستر مناسبی برای رشد قارچ دوده (فوماژین) روی سطح گیاه به وجود می‌آورد که منجر به تضعیف هرچه بیشتر گیاه می‌شود. علاوه بر این، سفیدبالک گلخانه ناقل برخی از ویروس‌های گیاهی نیز می‌باشد (van der Linden and van der Staaaj 2001). گیاهانی مثل گوجه‌فرنگی، بادمجان، فلفل شیرین، خیار و لوبیا از جمله میزبان‌های این آفت بوده و از گیاهانی نظیر پنیرک، داتوره و کاهوی وحشی نیز تغذیه می‌کند (Roditakis 1990). دامنه میزبانی وسیع، مقاومت به اکثر حشره‌کش‌ها، ظرفیت تولیدمثلی بالا و قابلیت انتقال ویروس‌های گیاهی سفیدبالک گلخانه را به یک آفت مهم تبدیل کرده است (Ardeh 2005). برای کنترل سفیدبالک گلخانه تاکنون روش‌های شیمیایی و غیرشیمیایی فراوانی به‌کار گرفته شده است. پیشتر اعتقاد بر این بود که روش‌های شیمیایی تنها راه علاج این آفت است اما به علت مصرف بی‌رویه حشره‌کش‌ها و استعداد بالای سفیدبالک‌ها برای بروز مقاومت، گزارش‌هایی مبنی بر مقاومت جمعیت این آفت به حشره‌کش‌های مختلف منتشر گردیده است (Wang *et al.* 2003). مدیریت تلفیقی سفیدبالک‌ها شامل استفاده از گیاهان مقاوم، کنترل شیمیایی، عملیات زراعی، و کنترل بیولوژیک می‌باشد (Hilje *et al.* 2001). به علت عدم کنترل شیمیایی در بلند مدت، محققین متعددی در توسعه کنترل بیولوژیک با تحقیق روی کارایی دشمنان طبیعی سفیدبالک‌ها گام نهاده‌اند (Albajes 1999, Hilje *et al.* 2001).

1. Syn-ovigenic
2. Thelytokous

مورد تایید قرار گرفت. برای پرورش پارازیتوئید، تعدادی بوته آلوده به مراحل نابالغ مناسب سفیدبالک گلخانه (پوره‌های سنین سوم)، در یک اتاقک جداگانه (دمای 25 ± 2 ، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) درون پارچه توری ارگانزا (با ابعاد $120 \times 50 \times 50$ سانتی‌متر) قرار داده شد و جمعیتی از زنبور پارازیتوئید روی آنها رهاسازی شد. هر چند روز یک‌بار تعدادی بوته آلوده به سفیدبالک به کلنی زنبور پارازیتوئید اضافه شد تا جمعیت مناسبی از پارازیتوئید تکثیر و پرورش یابد. پوره‌های پارازیته‌شده به رنگ قهوه‌ای روشن و با لکه‌های چشمی مشخص بودند اما در مراحل ابتدایی تشخیص آن‌ها مشکل بود و تنها راه تشخیص پارازیته شدن، وارونه کردن پوره موردنظر است که وجود یک نقطه سیاه رنگ در سطح شکمی پوره نشان‌دهنده پارازیته شدن میزبان است. بعد از مشخص شدن پوره‌های پارازیته‌شده، تعدادی برگ حاوی این پوره‌ها، داخل ظروف پتری ۸ سانتی‌متری قرار داده شد و زنبورهایی که از این پوره‌ها خارج می‌شدند در آزمایش‌های اصلی در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در اتاقک رشد استفاده گردید.

پارامترهای زیستی

برای تعیین پارامترهای زیستی زنبور *E. delhiensis*، ابتدا تعداد ۱۰۰ پوره پارازیته‌شده درون ظروف پتری ۸ سانتی‌متری در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت روشنایی و تاریکی در اتاقک رشد قرار داده شد. طول دوره رشد پیش از بلوغ (تخم تا حشره کامل) هر زنبور کاملی که از پوسته پورگی سفیدبالک گلخانه خارج می‌شد، یادداشت گردید و هم‌چنین تعداد پوره‌های سفیدبالک پارازیته‌شده که زنبور کامل از آن‌ها خارج نشد به‌عنوان میزان مرگ‌ومیر پیش از بلوغ زنبور ثبت شد. بعد از خروج زنبورها، روزانه تعداد ۲۵-۳۰ پوره سفیدبالک گلخانه در اختیار هر زنبور درون ظروف پتری (۸ سانتی‌متری) دیگری گذاشته شد و این عمل تا زمان مرگ پارازیتوئید ادامه داشت. میزان خروج

(Khadempour 2013). با توجه به ماده‌زا بودن این زنبور پارازیتوئید، پتانسیل آن به عنوان عامل کنترل بیولوژیک در شرایط گلخانه برای کنترل سفیدبالک گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت و پارامترهای زیستی و تغذیه‌ای زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* بررسی شدند.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

برای پرورش میزبان آفت از گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) رقم سوپرچف^۱ استفاده شد. بذور تیمار شده با قارچ‌کش تیرام از شرکت فلات تهیه و در سینی نشا کاشته شدند. بعد از یک هفته نشاها از سینی کشت به گلدان‌هایی به قطر ۱۰ سانتی‌متر که سه‌چهارم آن‌ها با خاک مزرعه، ماسه و کود دامی پوسیده به نسبت ۲:۱:۱ پر شده بودند، منتقل گردید و هر دو روز یک‌بار گیاهان با محلول کودی N:P:K آبیاری شدند. گیاهان در شرایط گلخانه پرورش داده شدند.

تشکیل کلنی سفیدبالک گلخانه *T. vaporariorum*

برای تشکیل کلنی سفیدبالک گلخانه، پس از رشد مناسب گیاهان (مرحله ۳ تا ۴ برگ گیاه)، گلدان‌های سالم و بدون آلودگی به آفت به داخل یک قفس که با پارچه توری ارگانزا (با ابعاد $120 \times 50 \times 50$ سانتی‌متر) پوشیده شده بود، انتقال گردید و در معرض آفت قرار گرفت. سفیدبالک‌های مورد استفاده از پردیس ابوریحان جمع‌آوری و شناسایی گردید و از نظر تشخیص گونه مورد اطمینان قرار گرفت. این کلنی در شرایط گلخانه تشکیل شد.

پرورش زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis*

قبل از شروع آزمایش‌های مربوط به بررسی زیست‌شناسی زنبور *E. delhiensis*، جمعیت اولیه این زنبور از روی سفیدبالک نیشکر *N. andropogonis* از کشت و صنعت امام خمینی(ره) استان خوزستان جمع‌آوری گردید و توسط موسسه تحقیقات گیاهپزشکی

گیاهان گوجه فرنگی و فلفل ۰/۴ روز گزارش شده است (Urbaneja et al. 2007). طول دوره پیش از بلوغ زنبور *Eretmocer* روی *B. tabaci* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس ۱۵/۳۳ روز (Yang and Wan 2011)، برای زنبور پارازیتوئید *E. mundus* روی سفیدبالک *B. tabaci* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۱۵/۰۶ روز (Zandi-soohani 2008) و در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و شرایط نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشنایی) در زمینه بیولوژی *E. mundus* روی *B. tabaci* در تغذیه از گیاه لوبیا برای جنس ماده ۱۵/۰۷ روز و برای جنس نر ۱۵/۴۵ روز گزارش شده است (Karut 2007).

در یک آزمایش مشابه، طول دوره رشد پیش از بلوغ زنبور پارازیتوئید *Eretmocer* روی سفیدبالک *Parabemisia myricae* در *Rosen Sengonca et al.* (1994)، برای زنبور پارازیتوئید *Eretmocer* sp. nr. *furuhashii* روی سفیدبالک *B. tabaci* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس ۱۵/۸ روز (Qiu et al. 2007) و برای زنبور *Eretmocer* روی سفیدبالک *N. andropogonis* ۱۶/۹۱ روز گزارش شده است (Khadempour 2013).

جنسیت همه حشرات کامل خارج شده در این پژوهش ماده بود. در تمامی مراحل تحقیق با هیچ مورد حشره نر برخورد نشد و این بیانگر ماده‌زا بودن جمعیت پارازیتوئید در ایران است. مطالعات انجام شده توسط خادم‌پور و همکاران (۲۰۱۳) روی سفیدبالک نیشکر نیز موید این مطلب می‌باشد همچنین ماده‌زا بودن در سایر گونه‌های جنس *Eretmocer* از جمله: *E. mundus* نیز گزارش شده است (Ardeh 2005) که احتمالاً به دلیل وجود باکتری همزیست *Wolbachia* در اندام‌های تناسلی این پارازیتوئیدها می‌باشد (Warren 1997)، البته لازم است در این مورد مطالعات بیشتری صورت گیرد. در پرورش انبوه زنبورهای پارازیتوئید، یکی از مشکلات اصلی، نسبت جنسی به نفع نرها یا نرزیایی می‌باشد که در کاربرد این عوامل بیولوژیک ایجاد محدودیت می‌کند بنابراین ماده‌زا بودن در این پارازیتوئید یک ویژگی ممتاز و برجسته محسوب

پارازیتوئیدهای کامل، محاسبه گردید و به این صورت طول دوره پیش از تخم‌ریزی (از زمان خروج پارازیتوئید تا اولین روز تخم‌ریزی)، طول دوره تخم‌ریزی (از اولین روز تخم‌ریزی تا آخرین روز تخم‌ریزی)، طول دوره پس از تخم‌ریزی (از آخرین روز تخم‌ریزی تا زمان مرگ پارازیتوئید)، طول عمر حشرات کامل (از زمان خروج تا زمان مرگ پارازیتوئید)، میزان تخم‌ریزی روزانه و تعداد کل تخم تعیین گردید.

بررسی رفتار تغذیه از میزبان

بعد از رهاسازی زنبور روی پوره‌ها داخل ظروف پتری، برای تعیین تغذیه زنبور پارازیتوئید از میزبان، روزانه دو بار (صبح و عصر) پوره‌ها در زیر استریومیکروسکوپ (بینوکولر) مورد بررسی قرار گرفتند و خروج مایع همولنف (به رنگ زرد شفاف) دال بر تغذیه توسط پارازیتوئید بود. پوره‌های تغذیه شده در ابتدا با خروج همولنف نمایان می‌شد ولی بعد از گذشت چند روز به رنگ قهوه‌ای تیره ظاهر می‌شدند و به این صورت میزان تغذیه روزانه و کل محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ارتباط بین میزان تغذیه از میزبان و میزان تخم‌ریزی با استفاده از رگرسیون خطی با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام شد (SAS Institute 2008). به منظور محاسبه میانگین و انحراف معیار پارامترهای طول دوره رشد پیش از بلوغ، طول دوره بلوغ، طول عمر، میزان تخم‌ریزی و تغذیه روزانه و کل و همچنین رسم نمودار از نرم‌افزار Excel (2010) استفاده گردید.

نتایج و بحث

میزان خروج حشرات کامل، طول دوره پیش از بلوغ (تخم تا حشره کامل)، دوره پیش از تخم‌ریزی، دوره تخم‌ریزی و طول دوره پس از تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه به ترتیب؛ ۷۱ درصد و $15/03 \pm 0/32$ ، $0/46 \pm 0/06$ ، $4/2 \pm 0/12$ و $1/04 \pm 0/08$ روز می‌باشد (جدول ۱). طول دوره پس از تخم‌ریزی زنبور *Eretmocer* *mundus* روی *Gennadius Bemisia tabaci* در تغذیه از

شیرین به ترتیب ۲۲ و ۲۱/۵ روز محاسبه شده است (Soler and Van Lenteren 2004). طول عمر زنبورهای پارازیتوئید *E. formosa* استرین D و B، *E. eremicus* و *E. mundus* به ترتیب $۱۵/۶ \pm ۰/۳۲$ ، $۱۹/۸ \pm ۰/۲۴$ ، $۱۸/۶ \pm ۰/۵۷$ و $۱۸/۱ \pm ۰/۴۰$ روز گزارش شده است (Qiu et al. 2004). هم‌چنین طول دوره بلوغ *E. sp. nr.* *furuhashii* روی سفیدبالک *B. tabaci* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس ۵/۲ روز ثبت شده است (Qiu et al. 2007). در مطالعه دیگر در مورد بررسی بیولوژی *Eretmocerus sudanensis* روی *B. tabaci* biotype B در شرایط دمای ۲۶ درجه سلسیوس، ۱۳ ساعت روشنایی و ۶۲ ± ۶ درصد رطوبت نسبی، طول دوره بلوغ این پارازیتوئید به طور میانگین ۱۳/۲ روز ثبت شد (Castillo and Stansly 2011). نتایج حاصل از این تحقیق در مورد طول عمر زنبور *E. delhiensis* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نسبت به نتایج سایر محققین کمتر می‌باشد؛ زیرا اندازه بدن پوره‌های سفیدبالک گلخانه کوچک‌تر از سایر سفیدبالک‌ها می‌باشد و هر چه میزبان بزرگ‌تر باشد، نتایج پارازیتوئید بزرگ‌تر و احتمال زنده‌مانی آن‌ها نیز بیشتر است (جدول ۲).

میزان تخم‌ریزی روزانه و تعداد کل تخم به ترتیب $۳/۰۴ \pm ۰/۱۱$ و $۱۷/۴۳ \pm ۰/۷۲$ تخم، و میزان تغذیه روزانه از میزبان و تغذیه کل به ترتیب $۱/۰۷ \pm ۰/۰۵$ و $۶/۱۴ \pm ۰/۳۵$ پوره محاسبه شده است (جدول ۲). در آزمایشات مشابه میانگین تخم‌ریزی روزانه زنبور *Eretmocerus sudanensis* روی *B. tabaci* Biotype B در دمای ۲۶ درجه سلسیوس ۱۳ تخم و میانگین تخم‌ریزی کل ۱۶۱ تخم بود (Castillo and Stansly 2011). بررسی‌های سایر محققین نشان داد که میانگین تخم‌ریزی روزانه زنبور *E. sp. Nr. furuhashii* به ازای هر ماده روی *B. tabaci* در دماهای ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۹ و ۳۲ درجه سلسیوس به ترتیب برابر با ۳/۵، ۴/۱، ۵/۵، ۵/۹ و ۵ تخم و میانگین تعداد کل تخم آن در دماهای ذکر شده به ترتیب ۳۷/۸، ۲۵/۶، ۴۱/۱، ۳۸/۹ و ۲۵/۷ تخم محاسبه شد (Qiu et al. 2007). میانگین تخم‌ریزی روزانه و تعداد کل تخم زنبور *E. delhiensis* روی سفیدبالک نیشکر *N. andropogonis* به ترتیب $۴/۵ \pm ۰/۲۹$ و $۸۲/۸۰ \pm ۳/۲$ تخم گزارش شده است

می‌شود و چون که با رفتار شکارگری خود (تغذیه از میزبان) نیز می‌تواند بخشی از جمعیت میزبان را از بین ببرد لذا به عنوان یک کاندیدای مناسب و موثر در مدیریت سفیدبالک گلخانه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

میزان خروج زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه ۷۱ درصد می‌باشد (جدول ۱). با این حال میزان خروج حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *E. mundus* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس روی *B. tabaci* در تغذیه از دو گیاه گوجه‌فرنگی و فلفل شیرین به ترتیب $۶۹/۵ \pm ۱۱/۱$ و $۷۶/۶ \pm ۱۰/۵$ درصد گزارش شده است (Urbaneja et al. 2007). از تعداد تخم‌های گذاشته‌شده توسط زنبور پارازیتوئید *E. sp. nr. furuhashii* زیر پوره‌های *B. tabaci* ۵۹/۳ درصد از آن‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و ۷۱/۵ درصد از آن‌ها در دمای ۲۶ درجه سلسیوس رشد و نموی کامل داشتند (Qiu et al. 2007).

بر اساس جدول ۱ طول دوره بلوغ و طول عمر زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه به ترتیب ۵/۷۱ و $۲۰/۷۴$ روز می‌باشد. طول عمر زنبور پارازیتوئید *E. mundus* بومی در حضور میزبان و بدون تغذیه از آب عسل ۹/۶ روز بر آورد شد. طول دوره بلوغ زنبور پارازیتوئید *E. mundus* بومی فلسطین اشغالی ۷/۶۵ روز و طول عمر پارازیتوئید *E. mundus* بومی مصر در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ۱۰/۵ روز محاسبه شده است، علاوه بر این طول عمر زنبور پارازیتوئید *E. eremicus* روی سفیدبالک گلخانه در تغذیه از گیاه گوجه فرنگی ۲۲ روز و سفیدبالک توتون روی گیاه خیار ۱۶/۱ روز گزارش شده است (Soler and Van Lenteren 2004). در یک آزمایش مشابه طول دوره افراد بالغ ماده زنبور *E. mundus* روی سفیدبالک *B. tabaci* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۸ روز محاسبه شد (Zandi-soohani 2008). هم‌چنین طول دوره بلوغ و طول عمر پارازیتوئید *E. eremicus* روی سفیدبالک برگ نقره‌ای *Bemisia argentioplii* در تغذیه از گیاه پنبه در دمای ۲۸ درجه سلسیوس به ترتیب ۵/۹ و ۲۲/۵ روز گزارش شده است و طول عمر زنبور پارازیتوئید *E. eremicus* روی سفیدبالک گلخانه روی گیاه گوجه فرنگی و فلفل

(Khadempour 2013). اختلاف در تخم‌ریزی روزانه و دلیل تفاوت در گونه پارازیتوئید و گونه سفیدبالک گلخانه‌ای با سایر مطالعات مشابه احتمالاً به است.

جدول ۱. میانگین (\pm SE) برخی ویژگی‌های زیستی حشرات ماده زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی پوره‌های سنین سوم سفیدبالک گلخانه *T. vaporariorum*

Table 1. Mean (\pm SE) of some biological characteristics of female parasitoid wasp, *E. delhiensis* on 3rd nymphal instars of greenhouse whitefly, *T. vaporariorum*

Parameter (\pm SE)						
Longevity (day)	Adult period (day)	Pre-adult period (day)	Pre-oviposition period (day)	Oviposition period (day)	Post-oviposition period (day)	Adult emergence (%)
20.74 \pm 0.5	5.71 \pm 0.13	15.03 \pm 0.32	0.46 \pm 0.06	4.2 \pm 0.12	1.04 \pm 0.08	71

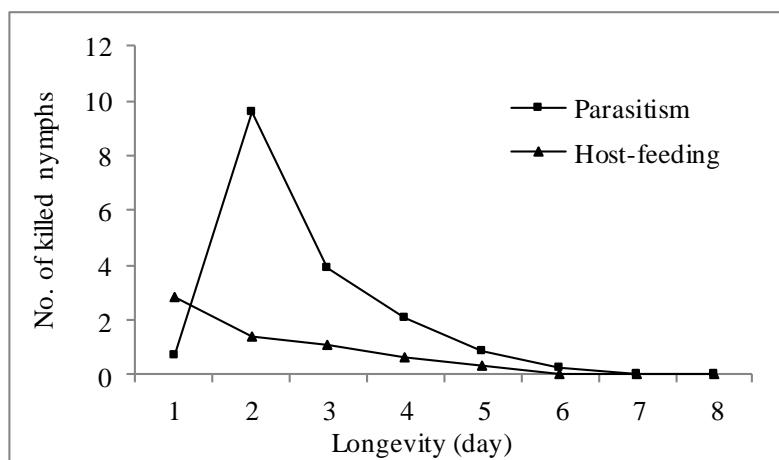
جدول ۲. میانگین (\pm SE) میزان تخم‌ریزی و تغذیه از میزبان زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه *T. vaporariorum*

Table 2. Mean (\pm SE) oviposition and host feeding of parasitoid wasp, *E. delhiensis* on greenhouse whitefly, *T. vaporariorum*

Mean (\pm SE)			
Daily host feeding (Nymph)	Total host feeding (Nymph)	Daily oviposition (Egg)	Total oviposition (Egg)
1.07 \pm 0.05	6.14 \pm 0.35	3.04 \pm 0.11	17.43 \pm 0.72

که بیشترین میزان تخم‌ریزی در روز دوم (۹/۶ تخم در روز) می‌باشد (شکل ۱). این در حالی است که محققین دیگر میزان تغذیه از میزبان در زنبور پارازیتوئید *E. melanoscutus* روی سفیدبالک توتون *B. tabaci* در دمای ۲۶ درجه سلسیوس روی گیاه کلم را ۳/۸ پوره در روز گزارش نموده‌اند (Liu 2007). میزان تغذیه از میزبان زنبور پارازیتوئید در *E. mundus* روی *B. tabaci* روی گیاهان گوجه فرنگی و فلفل ۱/۵ پوره در روز گزارش شده است که این میزان از نتایج پژوهش حاضر کمتر است (Urbaneja et al. 2007).

میزان کل تغذیه از میزبان توسط زنبور *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه ۶/۱۴ پوره در روز محاسبه شده است. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیونی نشان داد که میزان پارازیتیسیم تحت تاثیر میزان تغذیه از میزبان بوده ($df=1$, $F=393.9$, $P<0.0001$) و ارتباط معنی‌داری با هم دارند $(Y=0.453+6.181X, R^2=0.85)$. شیب خط رگرسیونی مثبت بوده و با افزایش میزان تغذیه از میزبان، میزان پارازیتیسیم نیز افزایش یافت. بررسی روند تخم‌ریزی و تغذیه نشان داد که میزان تغذیه از میزبان در روز اول بیشترین مقدار (۲/۰۸ پوره در روز) را داشته است در حالی



شکل ۱. تغییرات میانگین تعداد پوره‌های سفیدبالک گلخانه که از طریق پارازیتیسیم و تغذیه از میزبان توسط زنبور بالغ پارازیتوئید *E. delhiensis* تلف شده است.

Figure 1. Changes in the mean number of greenhouse whitefly nymphs killed by parasitism and host feeding by parasitoid wasp, *E. delhiensis*.

همولنف میزبان را مصرف می‌کنند و در این حالت پارازیتوئیدها از طریق سوراخ کردن جلد میزبان با تخم‌ریز از همولنف خارج شده تغذیه می‌نمایند و پس از بلوغ تخم‌ها به میزبان حمله می‌کنند.

نتیجه‌گیری کلی

از آنجایی که زنبور پارازیتوئید *E. delhiensis* روی سفیدبالک گلخانه علاوه بر پارازیتیسیم بخشی از جمعیت میزبان را نیز از طریق تغذیه میزبان (تغذیه از همولنف) از بین می‌برد و ماده‌زا بودن آن نیز یک ویژگی برجسته برای این پارازیتوئید می‌باشد بنابراین، به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک موثر در کاهش جمعیت میزبان می‌تواند در مدیریت آفت سفیدبالک گلخانه مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به شکل ۱ بیشترین میزان تغذیه و تخم‌ریزی به ترتیب در روز اول و دوم دیده می‌شود که بیانگر سین اویژنیک بودن این زنبور پارازیتوئید می‌باشد که با تغذیه در روز اول و بلوغ تخم‌های خود قادر به به تخم‌ریزی می‌باشد. الگوی تکامل تخم در طول دوره زندگی یک پارازیتوئید، روی روش‌های بالقوه‌ای که پارازیتوئید می‌تواند در مبارزه بیولوژیک مورد استفاده قرار گیرد، موثر است. بنابراین پارازیتوئیدهای پرو اویژنیک به محض ظهور حشره کامل، تمام تخم‌هایشان رسیده و می‌توانند فوراً به میزبان حمله کنند اما گروه دیگری که سین اویژنیک نام دارند باید قبل از تخم‌ریزی حتماً از منابع کربوهیدراتی، پروتئینی، شهد و یا عسلک به‌منظور بالغ نمودن تدریجی تخم‌های خود در طی دوره زندگی استفاده نمایند در حالی که بقیه پارازیتوئیدها

REFERENCES

- Albajes R** (1999) Integrated pest and disease management in greenhouse crops Springer Science & Business Media.
- Ardeh MJ** (2005) Whitefly control potential of *Eretmocerus* parasitoids with different reproductive modes, PhD Dissertation. WUR Wageningen University.
- Ardeh MJ, de Jong PW, van Lenteren JC** (2005) Selection of *Bemisia* nymphal stages for oviposition or feeding, and host-handling times of arrhenotokous and thelytokous *Eretmocerus mundus* and arrhenotokous *E. eremicus*. *BioControl* 50: 449-463.
- Byrne D** (1990) Whiteflies in agricultural systems. *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*: 227-261.
- Castillo JA, Stansly PA** (2011) Biology of *Eretmocerus sudanensis* n. sp. Zolnerowich and Rose, parasitoid of *Bemisia tabaci* Gennadius. *BioControl* 56: 843-850.
- Hance T, Van Baaren J, Vernon P, Boivin G** (2006) Impact of extreme temperatures on parasitoids in a climate change perspective. *Annual Review of Entomology* 52:107.
- Hilje L, Costa HS, Stansly PA** (2001) Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases. *Crop Protection* 20: 801-812.
- Karut K.** (2007) Host instar suitability of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) for the parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). *Journal of Pest Science* 80:93-97.
- Khadempoor A** (2013) Survey of biological characteristics of parasitoid *Eretmocerus* sp. (Hym.: Aphelinidae) parasitizing sugarcane whitefly, *Neomaskellia andropogonis* Corbett (Hemi: Aleyrodidae). MSc. Thesis, Shahid Chamran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, P.130. (in Persian).
- Khadempoor A, Shishshbor P, Rasekh A, Evans GA** (2014) Report of the parasitoid wasp *Eretmocerus delhiensis* (Hym.: Aphelinidae) from Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 34(2): 17-18.
- Liu T-X** (2007) Life history of *Eretmocerus melanoscutus* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing nymphs of *Bemisia tabaci* biotype B (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control* 42: 77-85.
- Qiu B-L, De Barro PJ, Ren S-X, Xu C-X** (2007) Effect of temperature on the life history of *Eretmocerus* sp. *nr. furuhashii*, a parasitoid of *Bemisia tabaci*. *BioControl* 52: 733-746.
- Qiu Y, Van Lenteren JC, Drost YC, Posthuma-Doodeman C** (2004) Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* and *E. mundus*, aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae). *European Journal of Entomology* 101: 83-94.
- Ren S, Ali S, Huang Z, Wu J** (2010) *Lecanicillium muscarium* as microbial insecticide against whitefly and its interaction with other natural enemies. *Current Research Technology and Education in Tropic in Applied Microbiol and Microbial Biotechnology* 27: 339-348.

- Roditakis NE** (1990) Host plants of greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* westwood (Homoptera: Aleyrodidae) in Crete. Attractiveness and impact on whitefly life stages. Agriculture, Ecosystems and Environment 31:217-224.
- SAS Institute (2008)** PROC user's manual, version 6.12 SAS Institute, Cary, NC.
- Sengonca C, Uygun N, Ulusoy M, Kersting U** (1994) Laboratory studies on biology and ecology of *Eretmocerus debachi* Rose and Rosen (Hym., Aphelinidae) the parasitoid of *Parabemisia myricae* (Kuwana)(Hom., Aleyrodidae). Journal of Applied Entomology 118: 407-412.
- Soler R, van Lenteren JC** (2004) Reproduction and development of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae), Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology-Netherlands Entomological Society. pp. 111-118.
- Urbaneja A, Sanchez E, Stansly PA** (2007) Life history of *Eretmocerus mundus*, a parasitoid of *Bemisia tabaci*, on tomato and sweet pepper. BioControl 52: 25-39.
- Urbaneja A, Stansly PA** (2004) Host suitability of different instars of the whitefly *Bemisia tabaci* biotype Q for *Eretmocerus mundus*. BioControl 49: 15.161-3.
- Van der Linden A, Van der Staaij M** (2001) Banker plants facilitate biological control of whiteflies in cucumber, Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology-Netherlands Entomological Society. pp. 75-80.
- Van Lenteren J, Noldus L** (1990) White Flies: Their Bionomics, Pest Status and Management Intercept.
- Van Lenteren JC** (2003) Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures CABI.
- Wang KY, Kong XB, Jiang XY, Yi MQ, Liu TX** (2003) Susceptibility of immature and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) to selected insecticides. Journal of Applied Entomology 127: 527-533.
- Werren JH** (1997) Biology of wolbachia. Annual review of entomology 42: 587-609.
- Yang N-W, Wan FH** (2011) Host suitability of different instars of *Bemisia tabaci* biotype B for the parasitoid *Eretmocerus hayati*. Biological Control 59: 313-317.
- Zandi Soohani N** (2008) investigation of population dynamism and life parameters of cotton whitefly and its parasitoid wasps, *Eretmocerus mundus* and *Encarsia acaudaleyrodidis* on cucumber. 129. Ph.D. dissertation, Shahid Chamran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, P.126. (in Persian)
- Zolnerowich G, Rose M** (2008) The genus *Eretmocerus*, classical biological control of *Bemisia tabaci* in the United States-A review of interagency research and implementation, Springer. pp. 89-109.