

تأثیر رژیم غذایی و مدت ذخیره سازی بر طول عمر و کارایی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* Gahan

بیژن حاتمی و حسن قهاری^۱

چکیده

با توجه به اهمیت و توانایی زیاد زنبور پارازیتوئید (*Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) سفیدگلخانه در کنترل مگس سفیدگلخانه (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae)، تأثیر رژیم های غذایی گوناگون، و نیز ذخیره سازی پارازیتوئید فوق در دمای کم، بر طول عمر و کارایی آن بررسی گردید. اختلاف میانگین طول عمر این پارازیتوئید میان تیمارهای محلول ۱۵٪ آب و عسل، محلول ۱۰٪ آب و عسل، محلول ۱۵٪ ساکارز و عسلک مگس سفیدگلخانه از یک سو، با تیمارهای آب مقطر و شاهد (بدون آب و ماده غذایی) از سوی دیگر، در سطح ۱٪ معنی دار بود. تغییر در غلظت محلول آب و عسل به میزان ۵٪، تأثیری در طول عمر پارازیتوئید نداشت. نبودن اختلاف معنی دار بین میانگین تیمارهای عسلک و ساکارز ۱۵٪ احتمالاً به خاطر تشابه نسبی این دو ماده از نظر ارزش غذایی است.

ذخیره سازی پوره های پارازیت مگس سفیدگلخانه حاوی شفیره های ۱-۲ روزه پارازیتوئید در دمای 8 ± 1 درجه سانتیگراد بر درصد خروج و کارایی زنبورهای حاصل تأثیر داشت. چهار تیمار، شامل شفیره های زنبور درون پوره های سن چهارم مگس سفیدگلخانه در دمای 8 ± 1 درجه سانتیگراد برای مدت ۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ روز ذخیره شدند. تیمار شاهد شامل شفیره هایی بود که در دمای معمولی اتاق (24 ± 4 درجه سانتیگراد) تا زمان خروج حشرات کامل پارازیتوئید نگهداری می شد. پوره های میزبان توسط حشرات کامل پارازیتوئید حاصل از تمام تیمارها پارازیت شده شدند. میانگین شمار پوره های پارازیته در تیمارهای ۵ و ۱۵ روز و شاهد، در سطح آماری ۱٪ اختلاف معنی دار نشان نداد.

واژه های کلیدی: پارازیتوئید، رژیم غذایی، ذخیره سازی، کارایی

مقدمه

جهانی داشته و کاربرد روزافزونی دارد، به طوری که افزایش استفاده از آن، از سطحی معادل ۲۴۰۰ هکتار در سال ۱۹۸۵ به بیش از ۷۰۰۰ هکتار در سال ۱۹۹۰، بیانگر توانایی چشمگیر آن	زنبور <i>Encarsia formosa</i> Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) پارازیتوئید مگس های سفید (Homoptera: Aleyrodidae) است. این پارازیتوئید انتشار
--	---

۱. به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

در کنترل مگس‌های سفید، به ویژه گونه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood است (۱۸).

زنبورهای جنس *Encarsia*، مانند دیگر گونه‌های خانواده *Aphelinidae*، پس از خروج از شفیره نیاز به تغذیه از شهد، عسلک و غیره دارند، که از این نظر از پارازیتوئیدهای سین اویژنیک^۱ محسوب می‌شوند. یعنی برای تولید تخم، تغذیه آنها از ماده غذایی ضروری است. طول عمر حشرات کامل به عوامل اکولوژیک، به ویژه غذا و درجه دما وابسته است. حشرات کامل پارازیتوئید، بدون غذا یا میزبان مدت کوتاهی زنده می‌مانند، ولی در شرایط دسترسی به ماده غذایی کافی و مناسب طول عمر آنها افزایش می‌یابد (۶). بنابراین، اهمیت استفاده از جیره غذایی مطلوب در پرورش دشمنان طبیعی به امکان استقرار دشمنان طبیعی در محیط، افزایش توانایی و باروری، تسریع در بلوغ و حفظ آنها برای مدت طولانی، به خصوص در هنگام کمبود غذا در محیط، و نیز جلب آنها به نقاطی که احتمال افزایش جمعیت آفت وجود دارد، و افزایش سریع جمعیت آنها در مقابل آفات بستگی دارد (۱۷).

نخستین کوشش برای کاربرد غذاهای مصنوعی به سال ۱۹۰۱ مربوط می‌شود، که لاروهای کفش‌دوزک *Adalia bipunctata* L. روی تخم مرغ خام و پخته و پودر خرما پرورش داده شد (۹). در *E. formosa*، استفاده از عسل به عنوان منبع غذایی مطلوب موجب افزایش طول عمر و باروری این پارازیتوئید می‌شود (۱۶).

غیر از غذا، اساساً مشکل عمده در تولید انبوه دشمنان طبیعی، نگهداری و ذخیره سازی آنها است (۱۰). از آنجایی که زمستان‌گذرانی زنبورهای خانواده *Aphelinidae* به صورت مراحل لاروی و شفیرگی است، و بدن میزبان به ویژه در دماهای خیلی کم محافظ خوبی برای این مرحله زمستان‌گذران است (۱۹)، بنابراین با الهام از وضعیت *E. formosa* در شرایط طبیعی، ذخیره سازی آن در شرایط سرد امکان‌پذیر می‌باشد. نکته حایز اهمیت در ذخیره سازی دشمنان طبیعی، بررسی

کیفیت و کارایی آنها در پایان دوره ذخیره سازی است (۱۱). نبود آگاهی کافی از جیره‌های غذایی مناسب در ایران و نیز چگونگی ذخیره سازی بیوتیپ زنبور *E. formosa* موجود در اصفهان، موجب انجام پژوهشی در مورد پارازیتوئید فوق شد، تا با دستیابی به یک رژیم غذایی مطلوب، طول عمر و بازده پارازیتیزی آن در کنترل مگس‌های سفید افزایش یابد، و نیز با حفظ کارایی در میزان پارازیتیزم مطلوب بتوان آن را در مدت زمان طولانی‌تر ذخیره نمود.

مواد و روش‌ها

تأثیر رژیم‌های غذایی گوناگون بر طول عمر زنبور پارازیتوئید *E. formosa*

سی و شش زنبور ماده تازه خارج شده باکره *E. formosa*، هر کدام در یک ظرف پتری پلاستیکی درب‌دار به قطر ۹ و به ارتفاع ۱/۷ سانتی‌متر در انکوباتوری با دمای 24 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد، و ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه روز قرار داده شدند. به منظور یکسان نمودن شرایط داخل ظروف پتری با محیط انکوباتور، سوراخی به قطر سه سانتی‌متر روی درب ظروف پتری ایجاد، و برای جلوگیری از خروج زنبور با پارچه توری ۵۰ مش بسته شد. در بدنه ظروف پتری سوراخی به قطر ۱/۲ سانتی‌متر برای تعویض آب و ماده غذایی تعبیه گردید، که در دیگر مواقع با پنبه مسدود شده بود.

در تمام تیمارها، غیر از تیمار عسلک و شاهد، ماده غذایی و آب به وسیله یک قطعه اسفنج بسیار کوچک در اختیار زنبور قرار می‌گرفت. مواد غذایی هر ۱۲ ساعت یک بار تعویض می‌شد. در تیمار عسلک یک برگ شاه‌پسند درختی (*Lantana camara*) به ابعاد تقریبی 4×5 سانتی‌متر، آلوده به بیست حشره بالغ (۳) مگس سفید گلخانه در ظرف پتری قرار داده شد. برای افزایش دوام برگ‌ها، شکافی به عرض پنج میلی‌متر در بدنه ظرف پتری ایجاد، و دم‌برگ از آن خارج گردید، و با پنبه مرطوب پوشانده شد. برای جلوگیری از خروج احتمالی مگس‌های سفید

و زنبور، محل شکاف نیز با پنبه کاملاً مسدود گردید. این آزمایش در چارچوب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار، و در شش تکرار انجام شد. تیمارها شامل محلول ۱۰ درصد آب و عسل (شریت عسل)، محلول ۱۵ درصد آب و عسل، محلول ۱۵ درصد ساکارز، عسلک تولید شده توسط مگس سفید گلخانه، آب مقطر و شاهد (بدون آب و ماده غذایی) بودند.

تعیین درصد خروج حشرات کامل زنبور پارازیتوید *E. formosa* پس از ذخیره سازی

سی ظرف پتری (همانند آزمایش ۱)، هر یک محتوی دو برگ گیاه شاه‌پسند درختی دارای پوره‌های پارازیت شده مگس سفید گلخانه انتخاب شد. در هر ظرف پتری ۱۰ پوره پارازیت سن چهارم مگس سفید گلخانه، که حاوی شفیره‌های ۱-۲ روزه زنبور *E. formosa* بودند، قرار داده شد. بیست و چهار عدد از ظروف پتری درون انکوباتور (همانند آزمایش ۱) با دمای $1 \pm 8^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد، و شش ظرف پتری دیگر در شرایط معمولی اتاق و در دمای متغیر $4 \pm 24^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد در شبانه روز قرار گرفتند.

آزمایش در چارچوب یک طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، و شش تکرار انجام شد. تیمارها شامل شفیره‌هایی بودند که به مدت ۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ روز در دمای $1 \pm 8^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور، و یک تیمار نیز به عنوان شاهد در دمای معمولی آزمایشگاه قرار داشتند. پس از پایان دوره ذخیره سازی، تمام ظروف پتری بجز تیمار شاهد به انکوباتور دیگری با شرایط مشابه، ولی با دمای $1 \pm 24^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد منتقل، و به مدت یک هفته (۲) تا خروج کامل تمام پارازیتویدها در آنجا باقی ماندند.

در پایان روز هفتم، برای آسانی در گردآوری زنبورها، تمام ظروف پتری به مدت نیم ساعت به قسمت یخدان یخچال معمولی منتقل گردیدند. در مورد تیمار شاهد، یک هفته پس از آغاز آزمایش، با پایان یافتن طول دوره رشد و نمو زنبور

E. Formosa و ظهور حشرات کامل، شمارش حشرات کامل خارج شده، پس از بی حس کردن آنها در یخدان انجام گردید. شمار حشرات کامل پارازیتوید و پوسته‌های خالی شده میزبان، براساس رنگ و شکل سوراخ خروجی (۲)، به عنوان معیاری در تعیین درصد خروج پارازیتوید در نظر گرفته شد.

مقایسه کارایی زنبورهای حاصل از شفیره‌های ذخیره شده با زنبورهای معمولی

در گلخانه‌ای با اندازه‌های $2 \times 3 \times 12$ متر، ده قفس چوبی به ابعاد $70 \times 70 \times 70$ سانتی‌متر، که از شش طرف با پارچه توری ۵۰ مش مسدود بودند، روی سکوی فلزی قرار داده شد. درون هر قفس یک گلدان از جنس پی‌وی‌سی به قطر دهانه ۱۸ و عمق ۱۳ سانتی‌متر، محتوی دو قلمه ۸-۱۲ برگی شاه‌پسند درختی قرار گرفت. یک صد ماده جفت‌گیری کرده مگس سفید گلخانه داخل هر قفس رها، و ۲۴ ساعت بعد خارج شدند.

آزمایش در چارچوب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار، و در چهار تکرار (هر دو تکرار در یک زمان و به فاصله ۷۲ ساعت) انجام شد. تیمارها شامل زنبورهای ماده باکره *E. formosa* که ۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ روز از دوره شفیرگی خود را در دمای $1 \pm 8^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد گذرانده بودند، و یک تیمار نیز به عنوان شاهد (زنبورهای معمولی که شفیره‌های آنها در دمای طبیعی اتاق، $4 \pm 24^\circ\text{C}$ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند) بود.

آزمایش به گونه‌ای تنظیم گردید که روز پانزدهم پس از تخم گذاری مگس‌های سفید، که مصادف با آغاز سن چهارم پورگی مگس سفید می‌باشد (۳)، پارازیتویدها از شفیره‌های ذخیره شده بیرون آمده باشند. با ظهور پوره سن چهارم مگس سفید گلخانه، ۲۰۰ پوره به ازای هر گیاه منظور، و بقیه با سوزن ظریفی حذف گردیدند. شش زنبور ماده باکره *E. formosa* داخل هر قفس رها، و ۴۸ ساعت بعد خارج شدند. زنبورها پیش از رهاسازی در قفس، به مدت ۱۲ ساعت در یک ظرف پتری با محلول ۱۵٪ آب و عسل تغذیه شدند، و سپس به منظور استاندارد کردن آزمایش، پارازیتویدهای جوان به مدت نیم

ساعت درون ظرف پتری، در کنار یک برگ شاه‌پسند درختی آلوده به پوره‌های سن چهارم مگس سفید گلخانه قرار گرفتند. برای انجام دو تکرار بعدی و اطمینان از نبودن زنبور در قفس‌ها، تمام قفس‌ها به طور کامل با آب شست‌شو شدند. داده‌های به دست آمده از تمام آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار اس.آ.اس (۱۲) تجزیه و تحلیل شده، و در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین تیمارها، میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن با یکدیگر مقایسه و گروه‌بندی گردیدند.

نتایج و بحث

نتیجه آزمایش مربوط به رژیم‌های غذایی نشان داد که نوع جیره غذایی بر طول عمر زنبور *E. formosa* تأثیر دارد، به طوری که زنبورهای تغذیه شده با محلول‌های آب و عسل ۱۵٪ و ۱۰٪ بیشترین طول عمر را در مقایسه با تیمارهای دیگر داشتند، و اختلاف آنها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱ و نگاره ۱). طول عمر زنبورهای تغذیه شده با عسلک و محلول ۱۵٪ ساکارز با تیمارهای شاهد و آب مقطر تفاوت معنی‌دار داشت. مقایسه میان تیمارهای محلول آب و عسل ۱۰ و ۱۵ درصد بیانگر این نکته است که تغییر در غلظت عسل تأثیر ناچیزی بر طول عمر زنبور *E. formosa* دارد. نداشتن اختلاف معنی‌دار تیمارهای عسلک و ساکارز ۱۵ درصد نشان می‌دهد که ارزش غذایی عسلک تولید شده توسط مگس سفید گلخانه تا حدودی مانند محلول ۱۵ درصد ساکارز است. هم‌چنین، نبودن اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای آب مقطر و شاهد، بیانگر این است که آب مقطر جیره غذایی مطلوبی برای *E. formosa* نیست.

طول عمر، و احتمالاً کارایی زنبور پارازیتوئید *E. formosa* در گلخانه، با قرار دادن محلول آب و عسل ۱۰ تا ۱۵ درصد برای تغذیه آن افزایش می‌یابد (۶). از سوی دیگر، وجود عسل به

عنوان منبع غذای مطلوب برای زنبور، مانع تغذیه میزبانی^۱ (۱۸) آن می‌شود، و این خود موجب افزایش شمار افراد پارازیته شده، و سرانجام درصد پارازیتسم می‌گردد. در حقیقت، با تخم‌گذاری بیشتر پارازیتوئید روی میزبان، شمار بیشتری پارازیتوئید ایجاد می‌شود و در ماندگاری و موفقیت آن تأثیر مثبت می‌گذارد (۳). هم‌چنین، تغذیه میزبانی موجب مرگ میزبان و تخم نگذاشتن پارازیتوئید در میزبان‌های مرده می‌گردد، و نتیجه آن کاهش جمعیت فعال پارازیتوئید خواهد بود (۶).

جیره غذایی با عسل علاوه بر افزایش طول عمر زنبور، در روند تولید تخم^۲ و افزایش باروری نیز تأثیر مثبت دارد (۱۶). افزایش طول عمر زنبور *E. formosa* بر اثر تغذیه از عسل، عسلک و ساکارز در این بررسی، با گزارش هودل و همکاران (۶) و ون رورموند و ون لنترن (۱۸)، مبنی بر افزایش طول عمر و باروری این زنبور در اثر تغذیه از هیدرات‌های کربن هم‌خوانی دارد. در این بررسی میانگین طول عمر زنبور *E. formosa* تغذیه شده با محلول ۱۰ درصد آب و عسل $520 \pm 84/05$ ساعت به دست آمد، که این نتیجه با گزارش فرخی (۱) هم‌خوانی دارد.

از آن جایی که عسلک به عنوان یک منبع غذایی مؤثر در افزایش طول عمر *E. formosa* اهمیت دارد، پیشنهاد می‌شود که رهاسازی زنبورها از طریق پخش برگ‌های حامل پوره‌های پارازیته شده مگس سفید، در مکان‌هایی صورت گیرد که آلودگی قبلی به مگس سفید وجود داشته باشد، تا عسلک به عنوان منبع غذایی در دسترس پارازیتوئیدهایی که از شفیره خارج می‌شوند قرار گیرد. به سخن دیگر، روش رهاسازی کلاسیک^۳ برای زنبور *E. formosa* به دلیل وجود مقداری غذا مثل عسلک، نتایج موفقیت‌آمیزی خواهد داشت. در حالی که روش دریل^۴، که در سال ۱۹۷۵ توسط گولد و همکاران (۵) پیشنهاد گردید، از

1. Host feeding

2. Oogenesis

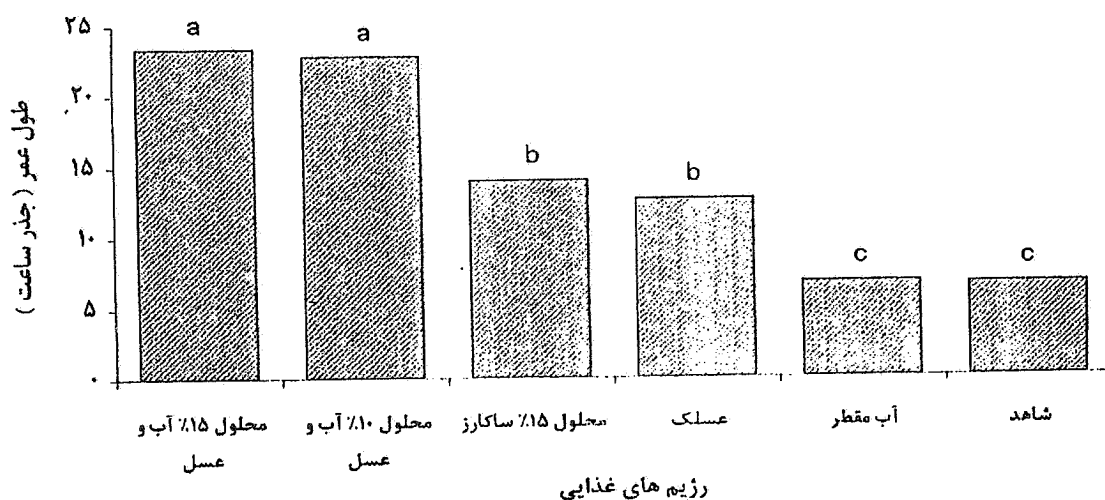
۳. Classical release method: در این روش گیاهان میزبان پیش از رهاسازی زنبور در محیط، آلوده به مگس سفید می‌باشند.

۴. Dribble release method: در این روش پیش از مشاهده آفت، و پس از آن که گیاه در مکان‌هایی کاشته شد که پیشینه آلودگی شدید به مگس سفید وجود دارد، رهاسازی پارازیتوئید انجام می‌شود.

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر رژیم‌های غذایی گوناگون بر طول عمر زنبور *E. formosa*

منبع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	F
تیمار (T)	۱۶۳۵/۷۷۲۶	۵	۳۲۷/۱۵۴	۲۶۴/۰۱***
اشتباه (E)	۳۷/۱۷۵۱۶	۳۰	۱/۲۳۹۱	
کل (G)	۱۶۷۲/۹۴۷۸	۳۵		

***: در سطح آماری یک درصد میان تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد. (ضریب تغییرات) $CV=7/7724$



نگاره ۱. تأثیر رژیم‌های غذایی گوناگون بر طول عمر زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa*

(۴) طول عمر این زنبور را در دماهای ۱۶ و ۲۸ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۳۰ و ۹ روز و ون‌لترن و همکاران (۱۶) در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد ۵۳ روز گزارش نمودند. بررسی و مقایسه نتایج پژوهش حاضر با گزارش پژوهشگران فوق نشان می‌دهد که به طور طبیعی، افزایش دما از محدوده ۱۶ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش طول عمر زنبور *E. formosa* می‌گردد. بنابراین، با توجه به این که میانگین طول عمر زنبور *E. formosa* در این بررسی ۲۲/۶ روز به دست آمده، پیشنهاد می‌گردد در رهاسازی این پارازیتوئید، به ویژه در روش تلقیحی^۱، در روز بیست و دوم پس از رهاسازی پارازیتوئید، به دلیل آغاز مرگ و میر طبیعی و کاهش تراکم پارازیتوئیدهای فعال، تلقیح دوباره پارازیتوئید به محیط انجام گیرد.

نتایج آزمایش مربوط به درصد خروج حشرات کامل

موفقیت کمتری برخوردار است. مگر این که یک منبع غذایی مناسب به طور مصنوعی تهیه و در اختیار پارازیتوئیدها قرار داده شود، تا احتمال تلف شدن پارازیتوئیدهای خارج شده از شفیره در اثر عدم دسترسی به غذا، در مدتی کوتاه به وجود نیاید. این امر مستلزم صرف هزینه بیشتر، در مقایسه با روش کلاسیک می‌باشد.

طول عمر زنبور *E. formosa* تنها به رژیم غذایی بستگی ندارد، بلکه تحت تأثیر عوامل محیطی دیگر، به ویژه درجه دما نیز می‌باشد. در این بررسی حداکثر طول عمر زنبور *E. formosa* در دمای 24 ± 1 درجه سانتی‌گراد حدود ۲۲/۶ روز به دست آمد. در آزمایش‌های پژوهشگران دیگر، از جمله هودل و همکاران (۶)، طول عمر این پارازیتوئید در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد حداکثر ۵۲ روز اندازه‌گیری گردید. هم چنین، انکگارد

E. formosa نشان داد که تیمارهای ۵ و ۱۵ روز ذخیره شده، در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند. از سوی دیگر، بر پایه نتایج به دست آمده در این بررسی، می توان این پارازیتوید را در مرحله شفیرگی به مدت ۲۵ روز در دمای 8 ± 1 درجه سانتی گراد ذخیره نمود، به گونه ای که با انتقال آن به دمای 24 ± 1 درجه سانتی گراد، ۷۱/۶ درصد از حشرات کامل از پوره های پارازیت شده خارج گردند (جدول ۲ و نگاره ۲). نتایج این پژوهش با گزارش فرخی (۱)، مبنی بر خروج ۸۲٪ از حشرات کامل *E. formosa* از شفیره های ۲۰ روز ذخیره شده در دمای ۱۱ درجه سانتی گراد، هم خوانی نسبی دارد.

پژوهشگران دیگر نیز در شرایط محیطی گوناگون به نتایج متفاوتی دست یافتند. از جمله هوسی و اسکوپس (۷) شفیره *E. formosa* را به مدت ۲۰ روز در دمای ۱۳ درجه سانتی گراد ذخیره نمودند، سپس با انتقال به دمای ۲۲ درجه سانتی گراد، ۶۸٪ آنها به حشره کامل تبدیل شدند. هم چنین، بنا بر گزارش پایل و همکاران (۱۰)، ۵۰-۶۰ درصد از شفیره های *E. formosa* که به مدت ۴۰ روز در دمای ۱۲-۱۳ درجه سانتی گراد قرار داشتند، با انتقال به دمای 25 ± 1 درجه سانتی گراد به حشره کامل تبدیل شدند. اختلاف در دما، طول دوره ذخیره سازی، بیوتیپ زنبور و مگس سفید گلخانه، نوع و مرحله زیستی مگس سفید میزبان، که پارازیتوید دوره تکامل خود را در آن سپری می کند، و از همه مهم تر مرحله زیستی خود پارازیتوید که ذخیره می شود، دلایل تفاوت های موجود میان نتایج این بررسی با گزارش پژوهشگران یاد شده می باشد.

در پژوهش حاضر از شفیره های ۱-۲ روزه زنبور، که در پوره سن چهارم میزبان قرار داشتند، استفاده شد. ذخیره سازی لاروهای سنین اول، دوم و سوم پارازیتوید، مرگ و میر و خارج نشدن زنبورهای کامل را همراه داشت. هم چنین، با ذخیره سازی پوره های پارازیت شده سنین اول تا سوم مگس سفید گلخانه، که حاوی مراحل گوناگون زندگی زنبور بودند، شمار بسیار ناچیزی پارازیتوید خارج شد. افزون بر این، ذخیره سازی شفیره های مسن تر از سه روز پارازیتوید موجب خروج

حشرات کامل زنبور در طول دوره ذخیره سازی گردید. بنابراین، در ذخیره سازی زنبور *E. formosa* باید از شفیره های ۱-۲ روزه زنبور، که در پوره سن چهارم مگس سفید گلخانه قرار دارند، استفاده شود، و مدت ذخیره سازی از ۲۵ روز بیشتر نشود.

نتایج این بررسی نشان می دهد که ذخیره سازی شفیره های بیوتیپ زنبور موجود در منطقه اصفهان به مدت بیش از ۱۵ روز در دمای 8 ± 1 درجه سانتی گراد، بر درصد خروج حشرات کامل پارازیتوید تأثیر منفی می گذارد (نگاره ۲). این یافته با گزارش هودل و همکاران (۶)، مبنی بر این که ذخیره سازی پوره های پارازیت شده مگس سفید گلخانه در دمای ۹-۱۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵-۲۰ روز تأثیری بر درصد خروج حشرات کامل آنها ندارد، هم خوانی ندارد.

به هر حال، دلیل هم بستگی منفی میان طول دوره ذخیره سازی و درصد خروج پارازیتوید، احتمالاً اثر سوء دماهای کم بر فیزیولوژی زنبور می باشد. از سوی دیگر، خارج نشدن تمامی زنبورها از تیمار شاهد بیانگر این نکته است که زنبور *E. formosa* در شرایط مطلوب نیز دارای مرگ و میر طبیعی است. این مشاهده با گزارش شیشه بر و برنان (۱۴)، مبنی بر مرگ و میر طبیعی این پارازیتوید، هم خوانی دارد. این نکته باید در تولید بیوفابریک پارازیتوید فوق مدنظر قرار گیرد.

نتایج آزمایش مربوط به مقایسه کارایی زنبورهای حاصل از شفیره های ذخیره شده با زنبورهای معمولی بر پایه میانگین شمار پوره های پارازیت شده، نشان می دهد که با افزایش طول دوره ذخیره سازی، میانگین پوره های پارازیت شده توسط زنبور *E. formosa* کاهش می یابد. بنابراین، می توان گفت که کارایی زنبور پارازیتوید *E. formosa* با طول مدت ذخیره سازی هم بستگی منفی دارد. در این پژوهش، کارایی زنبورهای ۵ و ۱۵ روز ذخیره شده، در سطح آماری ۱٪ اختلاف معنی داری با شاهد نداشت. به گفته دیگر، می توان این پارازیتوید را به مدت ۱۵ روز در دمای 8 ± 1 درجه سانتی گراد ذخیره نمود، بدون این که کارایی آن کاهش یابد (جدول ۳ و نگاره ۳). نتایج این بررسی با گزارش لاسی و همکاران (۸)، مبنی بر این که ذخیره سازی

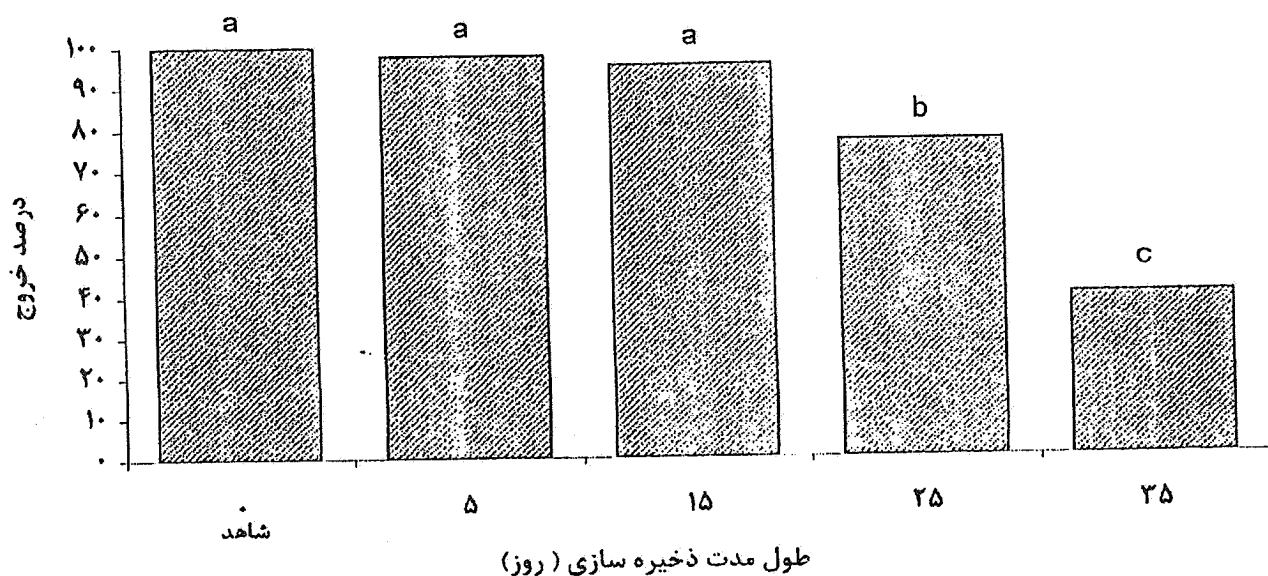
تأثیر رژیم غذایی و مدت ذخیره سازی بر طول عمر و کارایی زنبور پارازیتوئید.....

جدول ۲. تجزیه واریانس درصد خروج حشرات کامل <i>E. formosa</i> از پوره های پارازیت شده مگس سفید گلخانه				
منبع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	F
تیمار (T)	۱۲۵/۸۰	۴	۷/۹۶۶۶	۷۰/۴۱ ^{***}
اشتباه (E)	۱۱/۱۶۶	۲۵	۰/۴۴۶۶	
کل (G)	۱۳۶/۹۶۶	۲۹		

***: در سطح آماری یک درصد میان تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد. (ضریب تغییرات) CV=۸/۳۸۹

جدول ۳. تجزیه واریانس میانگین شمار پوره های پارازیت شده توسط زنبور <i>E. formosa</i>				
منبع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	F
تیمار (T)	۱۰۲۵۷/۵۰	۴	۲۵۶۴/۳۷۵۰	۳۶/۶۱ ^{***}
تکرار (R)	۹۱/۷۵۰	۳	۳۰/۵۸۳۳	۰/۴۴ ^{ns}
اشتباه (E)	۸۴۰/۵۰	۱۲	۷۰/۰۴۱۶	
کل (G)	۱۱۱۸۹/۷۵۰	۱۹		

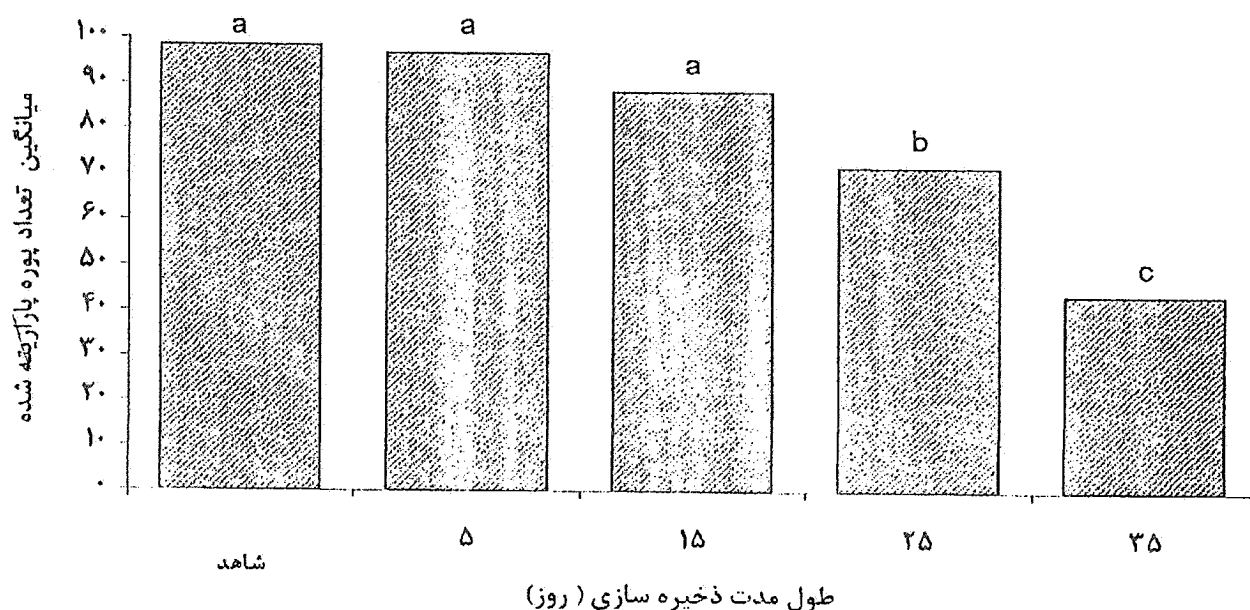
***: در سطح آماری یک درصد میان تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد. (ضریب تغییرات) CV=۱۰/۲۳۷۴
n.s: در سطح آماری ۱٪ میان تکرارها اختلاف معنی دار وجود ندارد.



نگاره ۲. تأثیر طول مدت ذخیره سازی بر درصد خروج حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa*

هم بستگی منفی میان طول دوره ذخیره سازی و کارایی پارازیتوسی، هم خوانی دارد. آستانه حرارتی حداقل برای تخم ریزی و رشد مراحل نابالغ زنبور *E. formosa* به ترتیب ۱۱/۴ و

زنبور پارازیتوئید *E. formosa* در دماهای کمتر از آستانه حرارتی حداقل به مدت بیش از ۱۰ روز بر کارایی آن تأثیر منفی می گذارد، و نیز با گزارش پایل و همکاران (۱۰)، مبنی بر

نگاره ۳. تأثیر طول مدت ذخیره سازی بر کارایی زنبور پارازیتوید *Encarsia formosa*

۱۲/۷ درجه سانتیگراد می باشد (۱۵).

به رغم گزارش های بسیار در مورد دامنه های حرارتی متفاوت برای ذخیره سازی مراحل گوناگون این پارازیتوید، نتایج این آزمایش با گزارش پایل و همکاران (۱۰) و اسکوپس و همکاران (۱۳)، مبنی بر این که ذخیره سازی در دماهای کمتر از آستانه حرارتی حداقل به مدت بیش از ۱۵ روز کارایی زنبور *E. formosa* را تحت تأثیر قرار می دهد، هماهنگی دارد.

در هر حال، امروزه یکی از مشکلات مهم در تولید بیوفابریک دشمنان طبیعی، ذخیره سازی آنها در شرایط مطلوب است، تا با حفظ کارایی آنها، در مواقع ضروری بتوان آنها را توزیع نمود. تلاش عمده در این زمینه، ایجاد تمهیداتی در افزایش طول دوره ذخیره سازی است، که با حفظ کارایی مطلوب نیز همراه باشد.

نکته حایز اهمیت در ذخیره سازی دشمنان طبیعی، بررسی کیفیت و کارایی آنها پس از ذخیره سازی است. برای این منظور می توان شاخص هایی مانند عرض کپسول سر، میزان ظهور حشرات کامل، میزان مرگ و میر، طول عمر، میزان تخم ریزی،

رفتار جستجوگری و توان پراکندگی را مدنظر قرار داد (۱۱).

با توجه به این که در زمینه تأثیر دماهای کم بر فیزیولوژی زنبور *E. formosa* بررسی های بسیار اندکی در دنیا انجام شده است، به نظر می رسد دلیل هم بستگی منفی میان طول مدت ذخیره سازی و کارایی این پارازیتوید، آثار منفی دماهای کمتر از آستانه حرارتی حداقل بر فیزیولوژی اندام های تولید مثلی، به ویژه شمار لوله های تخم^۱ باشد، که این وضعیت میزان تخم گذاری یا باروری را شدیداً تحت تأثیر قرار می دهد (۸). از سوی دیگر، با توجه به این که زنبورهای حاصل از شفیره های ذخیره شده، یا سرما دیده، در دامنه ای از دوره تکاملی خود شرایط نامناسب محیطی را پشت سر گذاشته اند، این احتمال نیز وجود دارد که حشرات کامل حاصل از این شفیره های ذخیره شده از نظر برخی ویژگی ها، مانند طول عمر، و به خصوص رفتار جستجوگری و توان پرواز، با زنبورهای حاصل از شفیره های معمولی تفاوت های چشم گیری داشته باشند. به هر حال، در پاسخ به این پرسش که چرا کارایی (میانگین شمار پوره پارازیت شده) این پارازیتوید با افزایش طول دوره ذخیره سازی کاهش

می‌یابد، و نیز در زمینه چگونگی تأثیر دماهای کمتر از آستانه بیواکولوژیک زنبور *E. formosa* به پژوهش‌های گسترده‌تری حرارتی حداقل بر شاخص‌های گوناگون مورفولوژیک و نیاز می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- فرخی، ش. ۱۳۷۵. بررسی زیست‌شناسی و کارایی دو گونه زنبور *Encarsia inaron* Walker و *E. formosa* Gahan (Hym.: Aphelinidae) روی آلرود گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* (Hym.: Aleyrodidae). پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشگاه تهران.
- قهاری، ح. ۱۳۷۸. مطالعه سه گونه زنبور پارازیتوید (Aphelinidae) روی مگس سفید گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae). پایان نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- قهاری، ح. و ب. حاتمی. ۱۳۷۹. مطالعه مورفولوژیک و بیولوژیک مگس سفید گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Homoptera: Aleyrodidae) در اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴(۲): ۱۴۱-۱۵۴.
- Enkegaard, A. 1993. *Encarsia formosa* parasitising the poinsettia strain of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, on poinsettia: Bionomics in relation to temperature. Ent. Exp. Appl. 69: 251-261.
- Gould, H. J., W. Parr, H. C. Woodville and S. P. Simmonds. 1975. Biological control of glasshouse whitefly on cucumbers. Entomophaga 20: 285-292.
- Hoddle, M. S., R. S. Van Driesche and J. P. Sanderson. 1998. Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. Annu. Rev. Ent. 43: 645-669.
- Hussey, N. W. and N. E. A. Scopes. 1976. The introduction of natural enemies for pest control in glasshouses. Ecological considerations. PP. 349-379. In: R. L. Ridgway and S. B. Vinson (Eds.), Biological Control by Augmentation of Natural Enemies. Plenum Press, New York.
- Lacey, L. A., L. Miller, A. A. Kirk and T. M. Perring. 1999. Effect of storage temperature and duration on survival of eggs and nymphs of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) and pupa of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). Ann. Ent. Soc. Am. 92(3): 430-434.
- Obrycki, J. J. and T. J. Kring. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. Annu. Rev. Ent. 43: 295-321.
- Pyle, R. M., M. Bentzien and P. A. Opler. 1981. Insect conservation. Annu. Rev. Ent. 26: 233-258.
- Ravensberg, W. J. 1991. A quality control test for *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and results of ten years period. IOBC/WPRS Bull. 5: 80-89.
- SAS Institute. 1982. SAS User's Guide Statistics. SAS Institute Cary, N. C.
- Scopes, N. E. A., S. M. Biggerstaff and D. E. Goodall. 1973. Cool storage of some parasites used for pest control in glasshouses. Plant Pathol. 22: 189-193.
- Shishehbohr, P. and P. A. Brennan. 1997. Parasitism of *Trialeurodes ricini* by *Encarsia formosa*: Level of parasitism. Entomophaga 40: 299-305.
- Stenseth, C. 1997. The time of development of *Trialeurodes vaporariorum* at constant and alternating temperatures, and its importance for the control of *T. vaporariorum*. Proc. Symp. Aug. 19-27, USA.
- Van Lenteren, J. C., A. Van Vianen, H. F. Gast and A. Kortenhoff. 1987. The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* and *Trialeurodes vaporariorum*. XVI. Food effects on oogenesis, oviposition life span and fecundity of *Encarsia formosa* and other hymenopterous parasites. J. Appl. Ent. 103: 69-84.

17. Van Lenteren, J. C. and J. Woets. 1988. Biological and integrated control in greenhouses. *Annu. Rev. Ent.* 33: 239-269.
18. Van Roermund, H. J. W. and J. C. Van Lenteren. 1992. Life-history parameters of the greenhouse whitefly and the parasitoid *Encarsia formosa*. *Wageningen Agric. Univ. Papers* 92.3: 1-147.
19. Viggiani, G. 1984. Bionomics of the Aphelinidae. *Annu. Rev. Ent.* 29: 257-276.