نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۸۷ – ۲۸(۲): ۲۷-۴۴

دموگرافی زنبـور پارازیتوئیـد *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae) روی *Galleria mellonella* (Lep.: Pyralidae) در دماهای مختلف

مریم فروزان[۱]، احد صحراگرد[۱و*] و مسعود امیرمعافی[۲]

۱- دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت ۲- موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sahragard@guilan.ac.ir

Demography of *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae) on *Galleria mellonella* (Lep.: Pyralidae) at different temperatures

M. Frouzan[1], A. Sahragard[1&*] and M. Amir-Maafi[2]

1. Department of Plant Protection, Agricultural College, University of Guilan, Rasht, Iran, 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.

*Corresponding author, Email: sahragard@guilan.ac.ir

چکیده

پارامترهای دموگرافیک زنبـور پارازیتوئیـد *Habrobracon hebetor* Say پـرورش‌یافتـه روی لاروهـای سـن آخـر (L.) *Galleria mellonella* در ۵ دمای ثابت ۲۰ ، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۰/۵ ± ۳۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و طول دوره‌ی روشنایی ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت مطالعه شد. نرخ ناخالص باروری در دمای ۲۰ºC (۴۳/۱۷ تخم به ازای هـر ماده) حدود نصف مقدار آن در سایر دماهای مورد مطالعه بود. مقدار نرخ خالص باروری و نرخ خالص بارآوری برای زنبور ماده‌ی *H. hebetor*، در دماهای مورد مطالعه، با افزایش دما، افزایش یافت. کمترین مقدار آن‌ها در دمای ۲۰ºC به ترتیب ۸/۴۹ و ۸/۴۰۵ تخم و بیشترین آن در دمای ۳۰ºC، ۳۰/۴۷ تخم بود. در دمای ۳۵ºC مقادیر آن بیش از ۳۰ درصد کاهش یافت و به ترتیب به ۲۱/۴۹ و ۲۰/۶۳ عدد تخم رسید. مقدار تولید مثل (V_x) در اوایل دوره‌ی تولید مثلی به حداکثر میزان خود رسـید و با افزایش سن از میزان آن کاسته شد، به طوری که در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس، به ترتیب در روزهای ۳۰، ۱۸، ۱۴، ۱۴ و ۱۱ عمر حشرات کامل به حداکثر مقدار خود رسید. بیشترین نرخ خالص تولید مثل (R_0) ۱۷/۰۶ (نتاج ماده به ماده) در دمای ۳۰ºC و کمترین آن (۶/۲۷) در دمای ۳۵ºC بـه دسـت آمـد. نـرخ ذاتـی افـزایش جمعیـت (r_m) در دمـای ۳۰ºC بیشترین مقدار (۰/۱۷) و در دمای ۲۰ºC کمترین مقدار (۰/۰۳۹) را نشان داد. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) در دمای ۳۰ºC در بالاترین حد (۱/۱۸۶) و در دمای ۲۰ºC در پائین‌ترین حد خود (۱/۰۴) بود. به عبارت دیگـر، جمعیـت زنبورهـای ماده‌ی *H. hebetor* در دمای ۳۰ºC، روزانه ۱۱/۸۶ درصد افزایش می‌یابد. متوسط مدت زمان یک نسل (T) در دمـای ۲۰ºC، طولانی‌ترین (۴۱/۸۱ روز) و در دمای ۳۵ºC به کوتاه‌ترین حد خود (۱۴/۹۳ روز) رسید. مدت زمان دو برابر شـدن آن (DT) در دمای ۲۰ºC طولانی‌ترین (۱۷/۸۲ روز) و در دمای ۳۰ºC در کوتاه‌ترین حد (۴/۰۷۲ روز) برآورد شد. این نتایج حـاکی از آن است که دمای ۳۰ºC در مجموع شرایط مطلوب‌تری را برای پرورش و تولید انبوه زنبور *H. hebetor* فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، دموگرافی، *Habrobracon hebetor*، *Galleria mellonella*

دریافت: ۱۳۸۶/۱۱/۲، پذیرش: ۱۳۸۷/۴/۱۵.

Abstract

Demographic parameters of *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) reared on the last larval instars of *Galleria mellonella* (L.) were studied at 20, 25, 28, 30 and 35 ± 0.5°C, 60 ± 5% R.H. and 16L: 8D h conditions. The gross fecundity rate of the parasitoid was 43.17 eggs at 20°C that was approximately half of it at other temperatures. Net fecundity and net fertility rates increased as the temperature increased. Their lowest values were 8.49 and 8.405 at 20 ± 0.5°C and the highest values were 30.47, 30.47 eggs at 30°C, respectively. Their values decreased more than 30% and amounted to 21.49 and 20.63 eggs at 35, respectively. Reproductive value (V_x) was at maximum value at the early period of female reproduction and decreased as females aged. In other words, it was at peak, when females were 30, 18, 14, 14 and 11 day-old at above temperatures. The highest value of net reproductive rate (R_0) was 17.06 at 30°C and the lowest (6.27) at 35°C. The intrinsic rate of increase (r_m) had the highest value (0.17) at 30°C and the lowest (0.039) at 20°C. The highest value of finite rate of increase (λ) was 1.186 at 30°C and the lowest (1.04) at 20°C. In other words, the parasitoid population would increase 11.86% daily at 30°C. Mean generation time (*T*) was the longest (41.81 days) at 20°C and the shortest (14.93 days) at 35°C. The longest doubling time (*DT*) (17.82 days) was obtained at 20°C and the shortest (4.072) was at 30°C. These results showed that the temperature at 30°C would provide a more favorable condition for mass rearing of *H. hebetor*.

Key words: intrinsic rate of increase, demography, *Habrobracon hebetor*, *Galleria mellonella*

مقدمه

زنبور *Habrobracon hebetor* Say پارازیتوئید خارجی و اجتماعی لارو تعداد زیادی از پروانه‌ها است (Hussain & Jafar , 1969; Adashkevich *et al*., 1981; Balevski, 1984; Cline & Press, 1990; Voloshenko & Khachumov, 2000; Hopper, 2003). بر اساس منابع موجود اولین مطالعات در زمینه‌ی زیست‌شناسی، اکولوژی و پراکنش زنبور پارازیتوئید *H. hebetor*، توسط Hussain & Jafar (1969) در کشور عراق روی *Ephestia kuehniella* Zeller که آفت مهم خرما در این منطقه است و Kovalenkov & Kozlova (1981) در کشور شوروی (سابق) انجام شده است. این محققان به پتانسیل این پارازیتوئید نیز اشاره نموده‌اند. Hussain & Jafar (1969) نشان دادند که این پارازیتوئید طی ماه‌های حضور یعنی از آوریل تا اکتبر دارای ۵ نسل است. طول دوره‌ی رشدی مراحل نابالغ آن طی این ماه‌ها به دما بستگی دارد و بین ۷ تا ۸ و یا ۹ تا ۱۲ روز متغیر است. دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی حشرات ماده ۳ تا ٤ روز و طول عمر حشرات بالغ ۲ تا ١٦ روز است. مرگ و میر دوره‌ی لاروی بالا بوده و تعداد کمی تبدیل به شفیره می‌شوند.

Kovalenkov & Kozlova (1981) در مطالعه و بررسی توانایی‌های نژاد بومی *H. hebetor* در کشور شوروی (سابق)، نشان دادند که این پارازیتوئید قبل از هجوم به اولین نسل *Heliothis armigera* Hub. در مزارع گوجه‌فرنگی، ۲ تا ۲/۵ نسل را تولید می‌کند. این محققین، باروری پارازیتوئید مذکور را بسته به عوامل متعددی مانند تغذیه، دما و تعداد لاروهای میزبان

در دسترس دانسته‌اند. این پارازیتوئید در شرایط عـادی ۷۰ تـا ۱۰۰ عـدد تخـم مـی‌گـذارد. و حشرات بالغ زمستان را در زیر پوست درختان نزدیک مزارع و یا در زیر بقایای گیاهی موجود در مزارع می‌گذرانند.

زنبور *H. hebetor* اولین بار از ایران توسط Farahbakhsh (1961) از ورامـین جمـع‌آوری و گزارش شد. در زمینه‌ی زیست‌شناسی و اکولوژی این پارازیتوئیـد در ایـران مطالعـه‌ی انـدکی صورت گرفته است. Attaran (1996) در بررسـی زیـست‌شناسـی *H. hebetor* روی دو میزبـان *Galleria mellonella* (L.) و *E. kuehniella* در شرایط آزمایـشگاهی، ویژگـی‌هـایی ماننـد طـول دوره‌ی رشدی، تعداد شفیره، تعداد نتاج، نسبت خروج، میزان تخم‌ریزی، نسبت جنسی و طول عمر حشرات بالغ را مطالعه و مقایسه کرد و نشان داد کـه *G. melonella*، میزبـان مناسـب‌تـری برای پرورش انبوه این پارازیتوئیـد مـی‌باشـد. Noori (2003) در بررسـی صـحرایی خـود روی *H. hebetor* نشان داد که فعالیت این پارازیتوئید در کرمانشاه در اوایل خـرداد در مـزارع نخـود شروع می‌شود و تا اواسط شهریور در مزارع ذرت و گوجه‌فرنگی خاتمه می‌یابد. با افزایش دما میزان پارازیتیسم نیز افـزایش مـی‌یابـد (از ٢٤ درصـد بـه ۹۵ درصـد). پارازیتیـسم در مـزارع زودکاشت زودتر از مزارع دیرکاشت مشاهده می‌شود.

اکولـوژی کمـی جمعیـت (Demography) در حـشره‌شناسـی بـا کارهـای Carey (1982) روی مگس‌های Tephritidae عمق و توسعه یافته است و در طول سال‌های گذشـته، داده‌هـا، کاربردهـا و پیشرفت‌های نظری جدیدی برای این روش به وجود آمـده اسـت. روش‌هـا و چـارچوب ریاضـی تحقیقات دموگرافیک توسط Carey در سال‌های 1982، 1989، 1991 و 1993 توسعه یافـت. اکولـوژی کمی جمعیت دارای کاربردهای وسیعی است و از آن برای درک اثر کنترل روی دینامیـک جمعیـت (Carey, 1982)، تخمین نرخ رشد از ساختار سنی جمعیت‌های صحرایی (Carey, 1983, 1986, 1993)، تحلیل علت مرگ و میر (Carey & Vargas, 1985; Carey *et al.*, 1988; Carey, 1989)، پـرورش انبـوه مگس‌های Tephritidae و پارازیتوئیدهای آن (Liedo & Carey, 1994)، مطالعه‌ی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* Thomson (Amir-Maafi, 2000) و مطالعـه‌ی پارامترهـای دموگرافیـک سـن گندم استفاده کرده‌اند (Amir-Maafi & Parker, 2001).

به طور کلی، پارامترهای دمگرافیک با عوامل محیطی متفاوت متغیر بوده و متأثر از دمای فصل (Johnson *et al*., 2000)، مقاومت به آفت‌کش‌ها و سایر متغیرها مانند نوع میزبان هستند (Benson, 1974; Baker *et al*., 1995). اطلاعات مربوط به دموگرافی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* خیلی محدود است و Amir-Maafi & Chi (2006) از اولین محققانی هستند که ویژگی‌های دموگرافیک این زنبور پارازیتوئید را روی دو میزبان آزمایشگاهی یعنی *G. mellonella* و *E. kuehniella* در دمای ۲۸ºC مورد مطالعه قرار داده‌اند.

هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی دموگرافی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* روی میزبان آزمایشگاهی آن، لارو *G. mellonella* در دماهای مختلف است. این اطلاعات در طراحی برنامه‌های پرورش انبوه این پارازیتوئید در شرایط آزمایشگاهی دارای اهمیت زیادی است.

مواد و روش‌ها

در این بررسی از زنبورهای پرورش‌یافته روی لارو *G. mellonella* استفاده شد (Amir-Maafi & Chi, 2006). از کلنی پرورشی مربوطه، تعداد ۱۲۰۰ عدد تخم (٤-۰ ساعته) زنبور پارازیتوئید از نسل هشتم که روی لاروهای میزبان گذاشته شده بود، به صورت تصادفی انتخاب و برای سهولت بررسی هر لارو میزبان که حامل تخم زنبور پارازیتوئید بود، به صورت انفرادی داخل یک ظرف پتری به قطر ۵ سانتی‌متر قرار داده شد که کف آن توسط دستمال کاغذی پوشانده شده بود. سپس این تخم‌ها به ٦ گروه ۲۰۰ عددی تقسیم و هر گروه در یک دما (۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۰/۵ ± ۳۵ درجه‌ی سلسیوس) با رطوبت ۵ ± ٦۰ درصد و طول دوره‌ی روشنایی ١٦ و تاریکی ۸ ساعت، به انکوباتور منتقل شد. در مرحله‌ی تخم، هر ٤ ساعت یک‌بار و در مرحله‌ی رشدی لارو و شفیره، هر ٢٤ ساعت یک‌بار ظروف پتری بازدید و تعداد و مرحله‌ی رشدی مشاهده شده در جدول‌های مربوطه ثبت شد. پس از خروج حشرات کامل، همه‌ی حشرات نر و ماده به صورت جفتی به داخل ظروف آزمایش منتقل و در همان شرایط قرار داده شدند. ظروف آزمایش از جنس پلیتن، استوانه‌ای شکل به قطر ٦/۵ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر بود. برای تهویه‌ی مناسب، در سطح جانبی استوانه یک دریچه‌ی مدور به قطر ۲ سانتی‌متر تعبیه و با توری ظریف مسدود شد. در قسمت فوقانی ظرف آزمایش دو دریچه‌ی

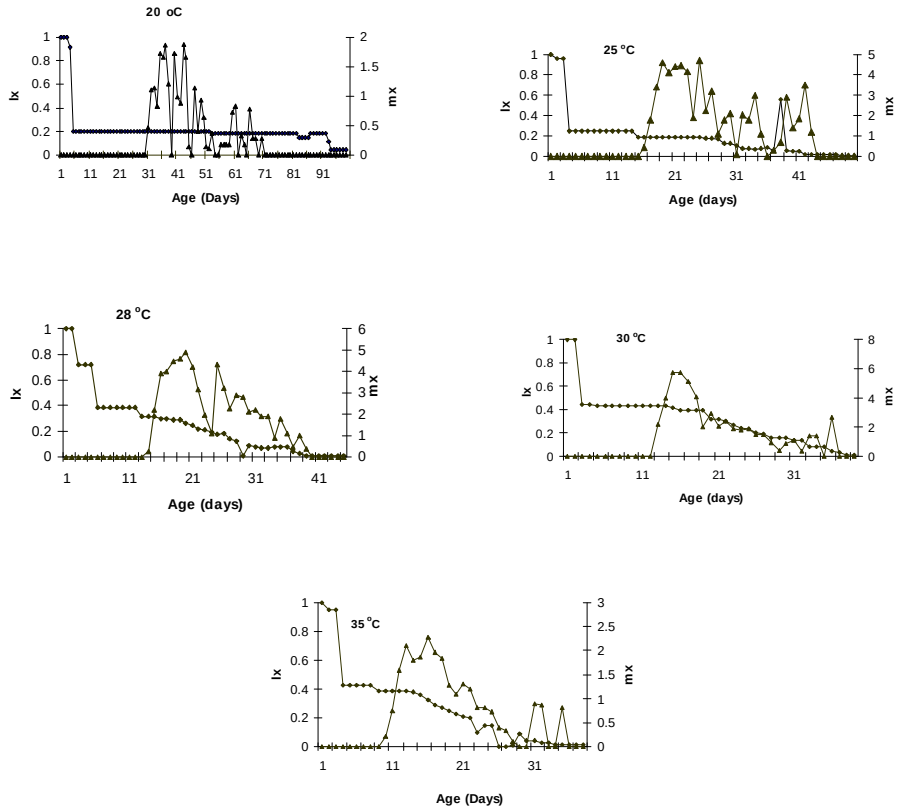
مدور به قطر ۱/۵ سانتی‌متر جهت نوار غذا و لوله‌ی آب ایجاد شد. دریچه‌ی نوار غذا توسط چوب‌پنبه مسدود می‌شد. قسمت تحتانی ظرف آزمایش نیز توسط توری ظریف مسدود شد. در هر ظرف آزمایش، برای تخم‌گذاری، هر روز دو عدد لارو سن آخر از میزبان *G. mellonella* تا آخر عمر زنبور ماده ارایه شد. پس از ۲٤ ساعت لاروهای پارازیته شده به تفکیک حشره‌ی ماده‌ی پارازیتوئید و میزبان به ظروف پتری منتقل و تعداد تخم‌های گذاشته شده شمارش و سپس تا زمان ظهور حشرات کامل در همان شرایط پرورش داده شدند. متغیرهایی مانند تعداد تخم تفریخ‌شده و تعداد حشرات نر و ماده‌ی خارج‌شده شمارش و نتایج به تفکیک دمای مورد بررسی در جدول‌های مربوطه ثبت شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبه‌ی پارامترها (مانند نرخ بقای ویژه‌ی سنی، باروری، نرخ ناخالص باروری، مقدار تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، مدت زمان یک نسل، نرخ متناهی افزایش جمعیت و...) بر اساس روش Carey (1993) و با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

درصد بقا و الگوی باروری زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در شکل ۱ نشان داده شده است. در روزهای اول خروج حشرات کامل، میزان تولید نتاج ماده‌ی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* کم بود ولی به سرعت بر میزان آن افزوده شد. اوج تولید نتاج ماده در دماهای پائین‌تر در روزهای سی و ششم و بیست و یکم و در دماهای بالاتر در روزهای شانزدهم و چهاردهم اتفاق افتاد و به تدریج از تولید نتاج ماده کاسته شد. درصد بقا نیز در تمام دماهای مورد مطالعه روند تقریباً مشابهی را نشان داد.

مقدار نرخ ناخالص باروری در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس (٤۳/۱۷ تخم به ازای هر ماده) حدود نصف مقدار آن در سایر دماهای مورد مطالعه بود (جدول۱). این مقدار نشان‌دهنده‌ی متوسط تعداد تخم تولیدشده توسط ماده‌ها در طول عمرشان می‌باشد. نقطه‌ی مقابل این پارامتر نرخ ناخالص بارآوری می‌باشد که مقدار آن در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس نیز حدود نصف مقدار آن در سایر دماهای مورد مطالعه بود. این مقدار نشان‌دهنده‌ی تعداد تخم‌های تفریخ شده در طول عمر می‌باشد. نرخ ناخالص تفریخ به جز در دمای ۲۸ درجه‌ی

سلسیوس که ۰/۸٤٦ بود در سایر دماها حدود ۱ است. از محاسبه‌ی پارامترها نتیجه گرفته می‌شود که زنبورهای ماده‌ی *H. hebetor* که روزانه به آن‌ها ۲ عدد لارو *G. mellonella* به عنوان میزبان جهت تخم‌گذاری ارایه شد، تا آخرین روز که زنده بودند توانستند در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس ٤۳/۱۷ عدد تخم بگذارند، در صورتی که در دماهای بالاتر (بین ۲۵ تا ۳۵ درجه‌ی سلسیوس) این مقدار به دو برابر افزایش یافت. به استثناء دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس که نرخ



شکل ۱. نرخ بقای ویژه‌ی سنی (l_x) و باروری ویژه‌ی سنی (m_x) زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* پرورش‌یافته روی لاروهای *G. mellonella* در دمای مختلف (۲۰–۳۵ºC).

Fig. 1. Age-specific survival rate (l_x) and age-specific fecundity (m_x) of the parasitoid, *H. hebetor* reared on *G. mellonella* larvae at different temperatures (20-35ºC).

جدول ۱. مقدار و واحد پارامترهای تولید مثلی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در ۵ دمای مختلف، رطوبت ۵ ± ٦٠ درصد و طول دوره‌ی روشنایی ١٦ و تاریکی ٨ ساعت روی *G. mellonella*.

Table 1. Reproductive parameters of *H. hebetor* reared on *G. mellonella* and their units under laboratory conditions (5 temperature levels, 60 ± 5% R.H. and 14L: 8D h).

Reproductive parameters	Values at different temperatures (°C)					Units
	20 ± 0.5	25 ± 0.5	28 ± 0.5	30 ± 0.5	35 ± 0.5	
Gross fecundity rate	43.17	98.29	91.98	99.07	80.98	Eggs
Fertility rate	42.73	94.36	77.84	99.07	77.74	Eggs
Gross hatch rate	0.99	0.96	0.846	1	0.96	-
Net fecundity rate	8.49	13.49	19.08	30.47	21.49	Eggs
Net fertility rate	8.405	12.95	16.36	30.47	20.63	Eggs
Mean age gross fecundity	43.22	27.63	22.04	20.08	17.73	Days
Fertility	43.22	27.63	21.85	20.08	17.73	Days
Mean age net fecundity	42.9	24.1	19.45	17.53	15.29	Days
Mean age net fertility	42.9	24.1	19.37	17.53	15.29	Days
Mean age hatch	48.82	29.5	24.03	23.04	19.86	Days
Mean No. of eggs/day	0.608	2.73	2.787	3.538	2.699	Eggs/day
Mean No. of eggs laid/ female/day	0.715	3.751	4.176	4.806	3.998	Eggs/female/day
Mean No. of fertilized eggs/ day	0.602	2.621	2.359	3.538	2.591	Eggs/day

تفریخ ٠/٨٤٦ بود، در سایر دماهای مورد مطالعه تقریباً کلیه‌ی تخم‌ها قادر به تفریخ بودند، یا به عبارت دیگر نرخ تفریخ حدود ۱۰۰ درصد بود.

مقدار دو نرخ خالص تولید مثل یعنی نرخ خالص باروری و نرخ خالص بارآوری برای زنبور ماده‌ی *H. hebetor* در دماهای مورد مطالعه، با افزایش دما افزایش یافت. کمترین مقدار در دمای ۲۰ و بیشترین آن در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس بود. در دمای اخیر، نرخ خالص باروری و بارآوری با هم برابر بود. با افزایش دما، یعنی در دمای ۳۵ درجه‌ی سلسیوس، مقدار آن حدود ۳۰ درصد کاهش یافت و به ترتیب به ٢١/٤٩ و ٢٠/٦٣ عدد تخم رسید. میانگین‌های سنی تولید مثل، میانگین سن باروری ناخالص، میانگین سن بارآوری ناخالص، میانگین سن باروری خالص و میانگین سن بارآوری خالص در جدول ۱ آورده شده‌اند. محاسبه‌ی این پارامترها نشان داد که میانگین سن باروری ناخالص (= متوسط سن تولید مثل) برای زنبورهای

مادهی *H. hebetor*، با افزایش دما کاهش یافت. طولانیترین زمان در دمای ۲۰ و کوتاهترین زمان در دمای ۳۵ درجهی سلسیوس رخ داد. تفریخ تخم روی میانگین سنی تولید مثل تأثیری ندارد، لذا میانگین سن باروری ناخالص با میانگین سن بارآوری ناخالص برابر بود؛ در صورتی که مرگ و میر روی قدرت تولید مثل تأثیر میگذارد، بنابراین میانگین سن باروری خالص در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجهی سلسیوس به ترتیب کاهش پیدا کرد. اگر تأثیر تفریخ تخم و مرگ و میر روی پتانسیل تولید مثل در نظر گرفته شود (به استثنای دمای ۲۸ درجهی سلسیوس)، تفاوتی بین میانگین سن بارآوری خالص (یعنی متوسط سن واقعی تولید مثل) با میانگین سن باروری خالص وجود ندارد (جدول ۲).

مقدار نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*)، برای زنبورهای مادهی *H. hebetor* در دمای ۲۰ درجهی سلسیوس ۲۵/۸٦ عدد تخم بود که با افزایش دما بر میزان آن افزوده شد و در دمای ۲۸ درجهی سلسیوس به حداکثر مقدار خود رسید. سپس دوباره در دمای حداکثر (۳۵ درجهی سلسیوس) به شدت از مقدار آن کاسته شد. مقدار نرخ خالص تولید مثل (R_0) که نشاندهندهی تعداد مادههای حاصل از مادههای مورد آزمایش است، در دماهای مورد مطالعه به ترتیب ٥/۰۸٦، ۹/۳۱۳، ۱۲/۹، ۱۷/۰٦ و ٦/۲۷ عدد بود. این پارامتر بیانکنندهی نرخ رشد هر نسل از جمعیت است. همانطور که ملاحظه میشود، این پارامتر به شدت متأثر از دما بوده و در دماهای ۲۰ و ۳۵ درجهی سلسیوس به حدود نصف یا یکسوم مقدار آن در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجهی سلسیوس رسید (جدول ۲).

مقدار تولید مثل (V_x)، برای دورههای سنی مختلف زنبور *H. hebetor* در دماهای مختلف، در شکل ۲ درج شده است. نتایج برای تمام دماهای مورد مطالعه نشان داد که در بدو تولد مقدار تولید مثل حدود ۱ بود و با افزایش سن، میزان آن نیز افزایش یافت. در اوایل دورهی تولید مثلی به حداکثر میزان خود رسید و با افزایش سن از میزان آن کاسته شد؛ بدین ترتیب که در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجهی سلسیوس، مقدار تولید مثل به ترتیب در روزهای ۳۰، ۱۸، ۱٤، ۱٤ و ۱۱ عمر حشرات کامل به حداکثر مقدار خود رسید.

مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) برای زنبور مادهی *H. hebetor* با افزایش دما، افزایش یافت، به طوری که در دمای ۳۰ درجهی سلسیوس به حداکثر مقدار خود (۰/۱۷) رسید و سپس

در دمای ۳۵ درجه‌ی سلسیوس کاهش یافت. این پارامتر، نرخ رشد سرانه‌ی جمعیت بوده و نشان‌دهنده‌ی تفاوت بین نرخ ذاتی تولد و مرگ در جمعیت پایدار است (شکل ۳).

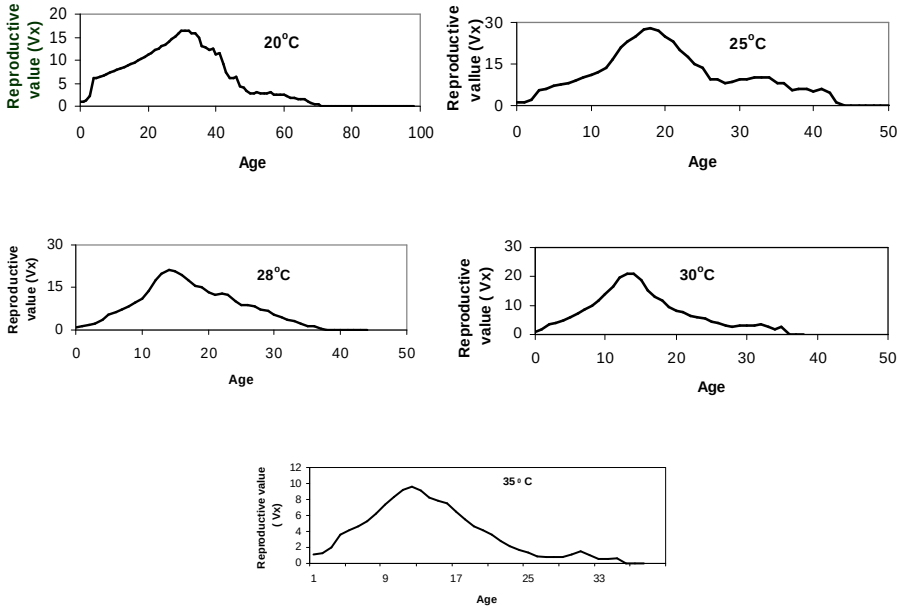
نرخ ذاتی تولد (b) به عبارتی نرخ تولد سرانه‌ی جمعیت است که مقدار آن برای زنبور ماده‌ی *H. hebetor* در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس ۰/۱۳٤ بود و با افزایش دما مقدار آن حدود ۲ تا ۳ برابر افزایش یافت. به عبارت دیگر، احتمال رخ‌دادن هر تولد برای هر فرد در جمعیت در دماهای ۲۵ تا ۳۵، ۲ تا ۳ برابر دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس است. نرخ ذاتی مرگ (d)، به عبارتی نرخ مرگ سرانه‌ی جمعیت و روند آن کاملاً مشابه روند نرخ تولد در دماهای مورد مطالعه بود (جدول ۲).

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نشان داد که جمعیت زنبورهای ماده‌ی *H. hebetor* در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس، روزانه به ترتیب ۱/۰٤، ۱/۱۰۱، ۱/۱٤۸، ۱/۱۸٦ و ۱/۱۳۱ برابر افزایش یافت.

مدت زمان دو برابر شدن (DT) که روش متفاوتی برای بیان پتانسیل رشد می‌باشد در دماهای مورد مطالعه با افزایش دما سیر نزولی پیدا کرد، بدین ترتیب که زنبورهای ماده در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس ۱۷/۸۲ روز نیاز دارند تا جمعیت خودشان را دو برابر کنند، در صورتی که با افزایش دما (بین ۲۵ تا ۳۵ درجه‌ی سلسیوس) این مدت زمان بین یک‌سوم تا یک‌چهارم کاهش می‌یابد.

متوسط مدت زمان یک نسل (T) که بنا به تعریف عبارت است از "مدت زمانی که یک جمعیت نیاز دارد که به اندازه‌ی نرخ خالص تولید مثل افزایش یابد"، برای زنبورهای ماده در دماهای مختلف بین ٤۱/۸۱ تا ۱٤/۹۳ روز (به ترتیب در دمای ۲۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس) متغیر بود. مقدار این پارامتر نشان می‌دهد که جمعیت زنبورهای ماده برای اینکه در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس، به ترتیب ۵/۰۸٦، ۹/۳۱۳، ۱۲/۹، ۱۷/۰٦ و ٦/۲۷۱ برابر شود، به ترتیب ٤۱/۸۱، ۲۳/۲٦، ۱۸/٤۹، ۱٦/٦۷ و ۱٤/۹۳ روز نیاز دارد (جدول ۲).

توزیع سنی پایدار جمعیت زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در دماهای مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که دما تأثیر مهمی بر ساختار جمعیت دارد. در دو دمای حداقل و حداکثر یعنی ۲۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس حدود ۸۰ درصد از جمعیت را مراحل



شکل ۲. مقدار تولید مثل *H. hebetor* پرورش‌یافته روی لاروهای *G. mellonella* در دماهای مختلف.

Fig. 2. Reproductive value of *H. hebetor* reared on *G. mellonella* larvae at different temperatures.

نابالغ و ۲۰ درصد از جمعیت را حشرات بالغ، و در دماهای ۲۵، ۲۸ و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، حدود ۹۰ درصد از جمعیت را مراحل نابالغ و ۱۰ درصد از جمعیت را حشرات بالغ تشکیل دادند. به عبارت دیگر حشرات بالغ مشارکت کمی در پایداری جمعیت داشتند که مقدار آن در دماهای ۲۰ و ۳۵، دو برابر دماهای ۲۵، ۲۸ و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس بود (جدول ۲).

بحث

درصد بقا و الگوی باروری زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در دماهای مختلف روند تقریباً مشابهی را نشان داد و با افزایش سن زنبور بر سرعت تولید نتاج ماده به تدریج افزوده شد.

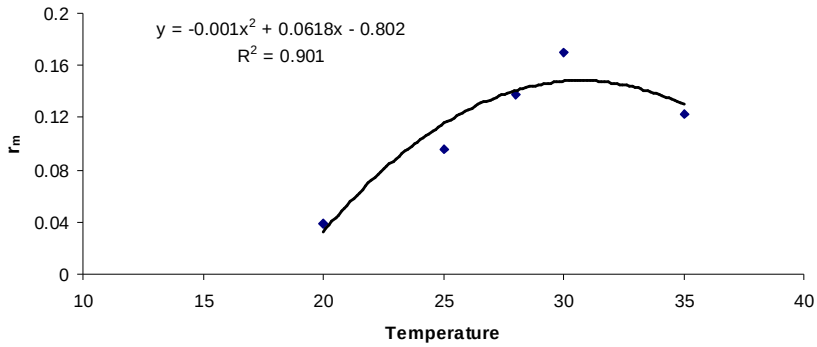
اوج تولید نتاج در دماهای پائین‌تر دیرتر و در دماهای بالاتر زودتر اتفاق افتاد و به تدریج از تولید نتاج ماده کاسته شد. درصد بقا نیز در تمام دماهای مورد مطالعه روند تقریباً مشابهی را نشان داد. این نتایج با مطالعات دموگرافیک Amir-Maafi & Chi (2006) روی این پارازیتوئید در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس هماهنگ است و روند مشابهی را در مورد نرخ بقا و تولید نتاج ماده در دمای فوق نشان می‌دهند.

باروری *H. hebetor* توسط Hussain & Jafar (1969)، Kovalenkov & Kozlova (1981)، Adashkevich & Atamirzaev (1986) و Attaran (1996) به ترتیب ۱۱/۱٤، ۱۰۰–۷۰، ۱۱٦/۵ و ۲۵۷/۷۵–۱۷۸/۲۵ تخم به ازای هر ماده روی لاروهای *G. mellonella* گزارش شده است که با

جدول ۲. مقدار و واحد پارامترهای جمعیت برای زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در دماهای مختلف، رطوبت ۵ ± ٦۰ درصد و طول دوره‌ی روشنایی ۱٦ و تاریکی ۸ ساعت روی *G. mellonella*.

Table 2. Population parameters of *H. hebetor* reared on *G. mellonella* and their units under laboratory conditions (5 temperature levels, 60 ± 5% R.H. and 14L: 8D h).

Population parameters	Symbols	Values at different temperatures (°C)					Units
		20 ± 0.5	25 ± 0.5	28 ± 0.5	30 ± 0.5	35 ± 0.5	
Gross reproductive rate	*GRR*	25.86	69.18	64.21	56.99	24.44	Female eggs/ female
Net reproductive rate	R_0	5.086	9.313	12.9	17.06	6.27	Female offspring/ female
Intrinsic rate of increase	r_m	0.039	0.096	0.138	0.17	0.123	1/day
Finite rate of increase	λ	1.04	1.101	1.148	1.186	1.131	1/day
Intrinsic rate of birth	*b*	0.134	0.254	0.244	0.311	0.238	1/day
Intrinsic rate of death	*d*	0.095	0.158	0.108	0.141	0.115	1/day
Doubling time	*DT*	17.82	7.225	5.012	4.072	5.64	Day
Generation time	*T*	41.81	23.26	18.49	16.67	14.93	Day
Egg	C_x	43.88	44.91	39.88	28.54	21.9	Percentage
Larva	C_x	12.27	24.54	30.57	33.72	37.59	Percentage
Pupa	C_x	23.51	20.99	21.21	27.6	19.36	Percentage
Adult	C_x	23.51	9.56	8.34	10.11	21.15	Percentage



شکل ۳. رابطه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت *H. hebetor* پرورش‌یافته روی لاروهای *G. melonella* با دماهای مختلف.

Fig. 3. Temperature (ºC) dependent r_m obtained for *H. hebetor* reared on *G. mellonella* larvae at different temperatures.

نتایج حاصله در این بررسی تفاوت دارند. Amir-Maafi & Chi (2006) نیز باروری این زنبور را روی *G. mellonella*، ۷۸/۳ تخم به ازای هر ماده برآورد کردند که اندکی کمتر از نتایج حاصل در این پژوهش است که می‌تواند ناشی از نوع میزبان، نسل مورد استفاده و نژاد زنبور پارازیتوئید باشد (در بررسی اخیر، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل جدول زندگی مرحله- سن و دوجنسی انجام شد که توسط Chi (1988) و Chi & Liu (1985) توسعه یافته بود).

نرخ خالص باروری و نرخ خالص بارآوری، به ترتیب متوسط تولید تخم و تخم تفریخ‌شده را در طول دوره‌ی زندگی برای ماده‌های مؤثر در تخم‌ریزی نشان می‌دهد، به عبارت دیگر نشان‌دهنده‌ی مشارکت ماده‌های مؤثر در تخم‌گذاری در تولید مثل در هر نسل برای نسل دیگر می‌باشد. این تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که تفریخ تخم روی پتانسیل تولید مثل تأثیری ندارد (به استثناء دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس که تأثیر کمی روی پتانسیل تولید مثل دارد). در صورتی که مرگ و میر نقش بسیار مهمی در پتانسیل تولید مثل دارد.

در مقایسه‌ی پارامترها برای کلیه‌ی دماهای مورد آزمایش، مشاهده شد که عامل تفریخ تخم اثری روی پتانسیل تولید مثل ندارد (به جز دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس که این تأثیر نیز بسیار ناچیز بود)، درصورتی که مرگ و میر روی متوسط سن تولید تأثیرگذار بود. نتایج نشان داد که تعداد تخم گذاشته‌شده توسط هر ماده در روز و تعداد تخم بارآور گذاشته‌شده توسط هر ماده در روز، در هر دما اندکی متفاوت بود و با افزایش دما بر میزان آن افزوده شده و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس به حداکثر خود رسید و سپس در دمای ۳۵ درجه‌ی سلسیوس از مقدار آن کاسته شد.

با افزایش دما بر مقدار نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*)، زنبورهای ماده‌ی *H. hebetor* افزوده شد و در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس به حداکثر مقدار خود رسید و سپس دوباره در دمای حداکثر (۳۵ درجه‌ی سلسیوس) به شدت از مقدار آن کاسته شد. نرخ خالص تولید مثل (R_0) که نشان‌دهنده‌ی تعداد ماده‌های حاصل از ماده‌های مورد آزمایش است، وابسته به دما است، به طوری که در دمای ۲۵ کمترین و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس بیشترین مقدار را نشان داد. این پارامتر مشخص‌کننده‌ی نرخ رشد هر نسل از جمعیت است. Amir-Maafi & Chi (2006) مقدار نرخ ناخالص تولید مثل و نرخ خالص تولید مثل این زنبور را به ترتیب ٥٤/٩ و ۱۱/۹ نتاج به دست آوردند که خیلی نزدیک به نتایج حاصله در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس در این پژوهش بود.

محاسبه‌ی میانگین سن باروری ناخالص و میانگین سن باروری خالص نشان داد که میانگین سن باروری ناخالص (= متوسط سن تولید مثل) برای زنبورهای ماده‌ی *H. hebetor* پرورش‌یافته روی لارو سن آخر *G. mellonella* با افزایش دما کاهش یافت و از ٤٣/٢٢ روز در دمای ۲۰ تا ۱۷/۷۳ روز در دمای ۳۵ درجه‌ی سلسیوس در نوسان بود. تفریخ تخم نقشی روی میانگین سنی تولید مثل نداشت، لذا میانگین سن باروری ناخالص با میانگین سن بارآوری ناخالص در همه‌ی دماها برابر بود. اگر تأثیر تفریخ تخم و مرگ و میر روی پتانسیل تولید مثل در نظر گرفته شود تفاوتی بین میانگین سن بارآوری خالص (یعنی متوسط سن واقعی تولید مثل) با میانگین سن باروری خالص در دماهای مختلف وجود ندارد. در مقایسه‌ی پارامترها

مشاهده شد که عامل تفریخ تخم اثری روی پتانسیل تولید مثل نداشت در صورتی که مرگ و میر روی متوسط سن تولید تأثیرگذار بود.

مقدار تولید مثل (V_x) عبارت است از "تعداد نتاجی که انتظار می‌رود توسط یک فرد در سن x، در باقی‌مانده‌ی عمرش تولید شود" یا به عبارت دیگر مقدار تولید مثل، معیار ویژه‌ی سنی است که مشارکت نسبی هر گروه سنی را با نسل‌های آینده بیان می‌دارد (Fisher, 1930; Pianka, 1994). افزایش مقدار تولید مثل در دوره‌ی قبل از تولید مثل به دلیل کاهش بقاء با افزایش سن است در صورتی که افزایش یا کاهش مقدار تولید مثل، در دوره‌ی تولید مثل بستگی به افزایش یا کاهش تولید مثل دارد (Caswell, 2001). اصولاً مقدار تولید مثل به عنوان یک راهکار فردی جهت حداکثرکردن طول دوره‌ی زندگی، به طرف صفر میل می‌کند (Carey, 1993). در رهاسازی‌های انبوه یک عامل کنترل بیولوژیک، مقادیر تولید مثل و امید به زندگی از اهمیت خاصی برخوردارند. احتمالاً بهترین زمان رهاسازی یک عامل کنترل بیولوژیک هنگامی است که مقدار تولید مثل به حداکثر خود رسیده باشد (Kontodimas *et al*., 2007). وابستگی مقدار تولید مثل به دما در دو گونه‌ی کفشدوزک *Nephus includens* (Boheman) و *N. bisignatus* (Kirsch)، شکارگرهای شپشک آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* Risso، به اثبات رسیده است، به طوری که مقدار آن در هر دو گونه در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب در روزهای ۲۵ و ۲۰ عمر حشرات کامل دو شکارگر به اوج خود رسید (Kontodimas *et al*., 2007). مقدار تولید مثل *H. hebetor* در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس، به ترتیب در روزهای ۳۰، ۱۸، ۱٤، ۱٤، و ۱۱ عمر حشرات کامل به اوج خود رسید. سن اوج مقدار تولید مثل محاسبه‌شده برای این زنبور پارازیتوئید در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس توسط Amir-Maafi & Chi (2006) خیلی نزدیک به نتایج به دست آمده در بررسی حاضر است.

نتایج نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) برای زنبور ماده‌ی *H. hebetor* وابسته به دما است، به طوری که در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب حداکثر و حداقل مقدار را نشان داد. این پارامتر، نرخ رشد سرانه‌ی جمعیت بوده و نشان‌دهنده‌ی تفاوت بین نرخ ذاتی تولد و مرگ در جمعیت پایدار است. محاسبه‌ی نرخ ذاتی تولد و مرگ بیان‌کننده‌ی این مسئله است که به عنوان مثال در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، در هر روز در جمعیت پایدار

زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* پرورش‌یافته روی لارو *G. mellonella*، ۰/۳۱۱ تولد و ۰/۱۴۱ مرگ برای هر فرد در جمعیت رخ می‌دهد. از تفاوت نرخ‌های تولد و مرگ، نرخ ذاتی افزایش جمعیت به دست می‌آید. بر اساس نظر Carey (1993)، نرخ‌های ذاتی تولد و مرگ از سه جنبه دارای اهمیت هستند: (۱) از تفاوت نرخ تولد و مرگ، نرخ ذاتی افزایش جمعیت به دست می‌آید، (۲) نسبت نرخ تولد به مرگ (*b/d*) مورد استفاده در نظریه‌ی انقراض و تصادفی جمعیت و به عنوان معیاری برای احتمال این که هر فرد در یک جمعیت کوچک یک تولد و یک مرگ را تجربه می‌نماید، مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین نسبت تولد به مرگ در زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در دماهای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب ۱/۶۸، ۱/۹۱، ۲/۲۶، ۲/۲۱و ۲/۱ تولد در مقابل یک مرگ به ازای هر فرد در جمعیت است و (۳) حاصل جمع تولد و مرگ معیاری که توسط Ryder (1975) به عنوان متابولیسم جمعیت ارایه شده و به عنوان شاخص عمومی تعداد رخدادهای حیاتی در روز برای هر فرد در جمعیت است، برای دماهای مورد مطالعه به ترتیب ۰/۱۵۳، ۰/۳۰۸، ۰/۳۵۲، ۰/۴۵۲ و ۰/۳۵۳ رخداد حیاتی در روز برای هر فرد در جمعیت است. مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت *H. hebetor* روی *G. mellonella* توسط Amir-Maafi & Chi (2006) ۰/۱۵۲۰ برآورد شده است که اندکی بیش از مقداری (۰/۱۳۸) است که در این بررسی به دست آمده است.

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) نشان داد که جمعیت زنبورهای ماده‌ی *H. hebetor* در دمای ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس روزانه با روند تقریباً یکسانی افزایش یافت. مدت زمان دوبرابرشدن (*DT*) در دماهای مورد مطالعه با سیر نزولی روبه‌رو بود، بدین ترتیب که زنبورهای ماده در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس، ۱۷/۸۲ روز نیاز دارند که جمعیت خودشان را دوبرابر کنند، در صورتی که با افزایش دما (بین ۲۵ تا ۳۵ درجه‌ی سلسیوس) این مدت زمان بین یک‌سوم تا یک‌چهارم کاهش می‌یابد. متوسط مدت زمان یک نسل (*T*) زنبورهای ماده در دماهای مختلف بین ۴۱/۸۱ تا ۱۴/۹۳ روز (به ترتیب در دمای ۲۰ و ۳۵ درجه‌ی سلسیوس) متغیر بود. مدت زمان یک نسل و نرخ متناهی افزایش جمعیت محاسبه‌شده توسط Amir-Maafi & Chi (2006) برای این پارازیتوئید در دمای ۲۸ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب ۱۶/۸ روز و ۱/۱۶۴۰ (روز/۱) بود که با نتایج حاصل در این پژوهش اندکی متفاوت است.

به طور کلی، مطالعه‌ی پارامترهای دموگرافیک زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در دماهای مختلف نشان داد که از بین دماهای مورد مطالعه، دمای ۳۰°C شرایط مطلوب و مناسب‌تری را برای پرورش و تولید انبوه زنبور *H. hebetor* فراهم می‌آورد.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله مراتب سپاس خود را از مدیریت محترم موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به خاطر در اختیارگذاشتن امکانات این تحقیق و همچنین از تکنسین‌های بخش تحقیقات سن گندم این موسسه آقایان علی‌اکبر حسنی و محمود صفری و خانم مرجان بی‌آبی اعلام می‌دارند.

منابع

Adashkevich, B. P., Adylov, Z. K. & Rasulev, F. K. (1981) The biomethod in action. *Zashchita Rastenii* 9, 9-10.

Adashkevich, B. P. & Atamirzaev, Kh. (1986) Which host is the better? *Zashchita Rastenii* 5, 27.

Amir-Maafi, M. (2000) An investigation on the host-parasitoid system between *Trissolcus grandis* Thomson (Hym.: Scelionidae) and Sunn pest eggs. Ph.D. Thesis. College of Agriculture, University of Tehran. 218 pp. [In Persian with an English summary].

Amir-Maafi, M. & Chi, H. (2006) Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on two pyralid hosts (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America* 99(1), 84-90.

Amir-Maafi, M. & Parker, B. L. (2001) Demography of sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in Iran (Hemiptera: Scutelleridae). *Arab Journal of Plant Protection* 19, 135-138.

Attaran, M. R. (1996) Effect of laboratory hosts on the biological attributes of parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. Thesis. College of Agriculture, Tabiat Modares University. 83 pp. [In Persian with an English summary].

Baker, J. E., Weaver, D. K., Throne, J. E. & Zettler, J. I. (1995) Resistance to protectant insecticides in two field strains of the stored-product insect parasitoid, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology* 88, 512-518.

Balevski, N. (1984) Use of the parasite, *Habrobracon* Say for biological control. *Rastitelna Zashchita* 32, 28-29.

Benson, J. F. (1974) Population dynamics of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Phycitidae) in a laboratory ecosystem. *Journal of Animal Ecology* 43, 71-86.

Carey, J. R. (1982) Demography and population dynamics of the Mediterranean fruit fly. *Ecological modeling* 16, 125-150.

Carey, J. R. (1983) A life table examination of growth rate and age structure trade-offs in mediterranean fruit fly populations. pp. 315-320 in Cavalloro, R. (Ed.) *Fruit flies of Economic Importance*. A. A. Bakeman, Rotherdom.

Carey, J. R. (1986) Interrelations and applications of mathematical demography to selected problems in fruit fly management. pp. 227-262 in Mangel, M., Carey, J. R. & Plant, R. E. (Eds) *Pest control*: *operations and systems analysis in fruit fly management*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Carey, J. R. (1989) Demographic analysis of fruit flies. pp. 253-256 in Robinson, A. S. & Hooper, G. (Eds.) *Fruit flies*: *their Biology, Natural Enemies and Control*. World Crop Pests 3B, Elsevier, Amsterdam.

Carey, J. R. (1991) Demographic approaches to specified problems in fruit fly management. Vijasegaran, S. (Ed). *Proceedings of the 1st International Symposium on Fruit Flies in the Tropics.* Kualalumpur, Malaysia.

Carey, J. R. (1993) *Applied demography for biologists*. 206 pp. Oxford University Press. Inc. New York.

Carey, J. R. & Vargas, R. I. (1985) Demographic analysis of insect mass rearing: a case study of three tephritids. *Journal of Economic Entomology* 78, 523-527.

Carey, J. R., Wong, T. T. Y. & Ramadan, M. M. (1988) Demographic framework for parasitoid mass rearing: case study of *Biosteres tryoni*, a larval parasitoid of tephritid fruit flies. *Theoretical Population Biology* 34, 279-296.

Caswell, H. (2001) *Matrix population models*. 2nd ed. 722 pp. Sinauer Associates, Sunderlands, MA.

Chi, H. (1988) Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26-34.

Chi, H. & Liu, H. (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of institute of Zoological Academy of Sinica* 24, 225-240.

Cline, L. D. & Press, J. W. (1990) Reduction in almond moth (Lepidoptera: Pyralidae) infestation using commercial packaging of food in combination with the parasitic wasp, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology* 83, 1110-1113.

Farahbakhsh, Gh. (1961) *A checklist of economically important insects and other enemies of plants and agricultural products in Iran.* 153 pp. Ministry of Agriculture.

Fisher, R. A. (1930) *The genetical theory of natural selection*. 272 pp. Calrendon Press, Oxford.

Hopper, K. R. (2003) United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service, research on biological control of arthropods. *Pest management Science* 59, 643-653.

Hussain, A. A. & Jafar, K. M. (1969) Biology of *Habrobracon hebetor* Say, with other mortality factors of its hosts in Iraq. *Bulletin de la Société Entomologique d'Égypte* 53, 227-233.

Johnson, J. A., Valero, K. A. & Gill, R. F. (2000) Seasonal occurrence of post harvest dried fruit insects and their parasitoids in a culled fig warehouse. *Journal of Economic Entomology* 93, 1380-1390.

Kontodimas, D. C., Milonas, P. G., Stathas, G. J. & Economou, L. P. (2007). Life table parameters of the pseudococcid predators *Nephus includens* and *Nephus bisignatus* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 104, 407-415.

Kovalenkov, V. G. & Kozlova, N. V. (1981). Seasonal colonization of *Habrobracon. Zashchita Rastenii* 12, 33-34.

Liedo, P. & Carey, J. R. (1994) Mass rearing of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) fruit flies: a demographic analysis. *Journal of Economic Entomology* 87, 176-180.

Noori, P. (2003). A study on the trend of parasitism by *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on *Heliothis* larvae in the pea fields of Kermanshah. *Journal of Plant Pest and Diseases* 61(1, 2), 23-31.

Pianka, E. R. (1994) *Evolutionary ecology*. 5th ed. 486 pp. Harper Collins, New York.

Ryder, N. B. (1975) Notes on the stationary populations. *Population Index* 41, 3-28.

Voloshenko, S. V. & Khachumov, E. S. (2000) Biological method of protecting tomato. *Kartofel' i Ovoshchi* 5, 27.