

پارامترهای تولید مثل و رشد جمعیت زنبور *Anisopteromalus calandrae* (Hym.: Pteromalidae) پارازیتوئید سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae)

فاطمه کاظمی*، علی اصغر طالبی و یعقوب فتحی‌پور

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی کشاورزی، گروه حشره‌شناسی، تهران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Kazemi_fa@yahoo.com

The reproduction and population growth parameters of *Anisopteromalus calandrae* (Hym.: Pteromalidae), a parasitoid of *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae)

F. Kazemi*, A. A. Talebi and Y. Fathipour

Department of Entomology, College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

*Corresponding author, E-mail: Kazemi_fa@yahoo.com

چکیده

پارامترهای تولید مثل و رشد جمعیت زنبور *Anisopteromalus calandrae* (Howard) روی لارو سن چهارم سوسک *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) در دمای ثابت 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 20 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد بررسی قرار گرفت. نرخ تفریح تخم (h_x) زنبور به دلیل پنهان بودن لاروهای میزبان داخل دانه‌های حبوبات برابر یک (۱۰۰٪) فرض شد. بر اساس نتایج به دست آمده نرخ ناخالص باروری و بارآوری 306.51 تخم و نرخ‌های خالص باروری و بارآوری 236.25 تخم در هر ماده تعیین شد. میانگین تعداد تخم تولیدشده توسط یک زنبور ماده در هر روز $11/48$ عدد و نرخ ذاتی و متناهی افزایش رشد جمعیت زنبور روی لارو سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات به ترتیب 0.163 و $1/18$ محاسبه شد. مدت زمان لازم برای افزایش جمعیت زنبور به اندازه‌ی نرخ خالص تولید مثل (R_0) $35/30$ روز و زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت زنبور، $4/24$ روز تعیین گردید. نرخ ناخالص تولید مثل زنبور $123/36$ و نرخ خالص تولید مثل $109/49$ ماده به ازای هر زنبور ماده در طول عمر آن محاسبه گردید. بررسی توزیع سنی پایدار جمعیت زنبور نشان داد که $62/3$ درصد جمعیت زنبور را مراحل نابالغ و $37/7$ درصد جمعیت را مرحله‌ی بالغ تشکیل می‌دهد. امکان استفاده از نتایج این تحقیق جهت کنترل بیولوژیک *C. maculatus* مورد بحث قرار گرفته است. **واژگان کلیدی:** *Callosobruchus maculatus*، *Anisopteromalus calandrae*، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ خالص تولید مثل، جمعیت پایدار

Abstract

The reproduction and population growth parameters of *Anisopteromalus calandrae* (Howard) on the 4th instar larvae of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) were investigated at temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $20 \pm 5\%$ R.H. and a photoperiod of 16: 8 (L: D) hours. Since the parasitoid eggs are laid inside the seeds where the host larvae live, egg hatch rate (h_x) was assumed to be 1 (100%). As a result of this study, the gross and net fecundity and fertility rates were determined to be 306.51 and 236.25, respectively. The average number of eggs produced per female per day was obtained 11.48. The intrinsic and finite rates of

increase on the 4th instar of *C. maculatus* were 0.163 and 1.18, respectively. The mean generation and doubling times were 35.30 and 4.24 days, correspondingly. The gross and net reproduction rates were 123.36 and 109.49 females/female/generation, respectively. The results of this study on the stable age distribution showed that 62.3 % and 37.7 % of the population belonged to immature stages and adults, respectively. The possible application of these results for biological control of *C. maculatus* is discussed.

Key words: *Anisopteromalus calandrae*, *Callosobruchus maculatus*, intrinsic rate of increase, net reproduction rate, stable population

مقدمه

سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، *Callosobruchus maculatus* (Fabricius)، دارای دامنه‌ی میزبانی نسبتاً وسیع بوده و در اکثر مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان دیده می‌شود. این سوسک از آفات مهم گیاهان خانواده‌ی بقولات بوده و لاروهای آن در مزرعه و انبار از بذور حبوبات مختلف مانند لوبیا، نخود، ماش، باقلا، نخودفرنگی و خلر تغذیه می‌کنند (Booth, et al., 1990; Bagheri Zenouz, 1996; Modarres Aval, 1997). میزان خسارت این آفت روی حبوبات قابل توجه است و هر ساله بیش از ۳۰ درصد نخود ایران (*Cicer arietinum* L.) در اثر خسارت ناشی از این سوسک و سایر سوسک‌های خانواده‌ی Bruchidae از بین می‌رود (Taheri, 1995). از آنجا که حبوبات در رده‌ی اول گیاهان پروتئین‌دار قرار دارند و دارای اهمیت زیادی در رژیم غذایی انسان هستند، کنترل این آفت ضروری است (Singh & Pandey, 2001).

سوسک *C. maculatus* مانند بسیاری از آفات دارای دشمنان طبیعی زیادی است که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به زنبورهای پارازیتوئید اشاره نمود. در بین زنبورهای پارازیتوئید، زنبور *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hym.: Pteromalidae) به دلیل کارایی بالای آن (۹۳/۱۷ درصد پارازیتسیم) در کنترل این آفت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و شناخت ویژگی‌های زیستی آن می‌تواند در کنترل بیولوژیک موفق آفت مؤثر باشد. در مورد زیست‌شناسی این پارازیتوئید روی میزبان‌های متعدد توسط محققین کشورهای مختلف بررسی‌هایی صورت گرفته است (Wen et al., 1994; Ahmed, 1996; Schmale et al., 2001; Menon et al., 2002)، اما در ایران تاکنون تحقیقی در مورد زیست‌شناسی این زنبور به عنوان پارازیتوئید سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات صورت نگرفته و فقط فعالیت آن روی آفت مذکور گزارش شده است (Sharifi Hosseini, 1986; Shojai, 1989; Marouf, 1996; Modarres Aval, 1997). بنابراین با توجه به اهمیت جایگاه آفات انباری و شناخت اثرات متقابل پارازیتوئید-میزبان، و ناچیز بودن

اطلاعات در این زمینه در ایران، در این تحقیق دموگرافی و میزان کارایی این زنبور در کنترل سوسک *C. maculatus* مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

حبوبات آلوده به سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و زنبورهای پارازیتوئید آن از انبارهای نگهداری حبوبات در سطح شهر تهران جمع‌آوری و جهت پرورش به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شناسایی زنبور *A. calandrae* توسط H. Baur (موزه تاریخ طبیعی سوئیس)، حشرات کامل زنبور با استفاده از اسپیراتور جمع‌آوری و به ظروف پلاستیکی (به ابعاد $4 \times 7 \times 14$ سانتی‌متر) که حاوی مراحل مختلف سنی سوسک *C. maculatus* بودند منتقل شدند. در دیواره‌ی این ظروف، سوراخ‌هایی ایجاد و توسط توری ظریف (حریر) مسدود شدند. ظروف پرورش در انکوباتور در دمای 1 ± 25 درجه‌ی سیلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 20 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. پارامترهای تولید مثل و جمعیت پایدار با استفاده از نسل سوم جمعیت پرورش‌یافته‌ی زنبور روی سوسک *C. maculatus* مطالعه شد. جهت داشتن جمعیت بالایی از زنبور به طور پیوسته میزبان کافی جهت تخمگذاری در اختیار آنها قرار داده شد.

روش بررسی دموگرافی زنبور *A. calandrae*

برای تعیین پارامترهای دموگرافیک (پارامترهای تولید مثل و رشد جمعیت) زنبورهای مورد نظر حداقل ۳ نسل روی میزبان پرورش یافتند. سپس تعداد ۱۶ جفت زنبور ماده و نر با عمر حداکثر ۲۴ ساعت از کلنی پرورش زنبور به صورت تصادفی انتخاب و به طور جداگانه درون لوله‌های آزمایش به قطر ۲ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر قرار داده شدند. مطالعه‌ی ویژگی‌های زیستی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات توسط Kazemi (2004) نشان داده شد. مطالعه‌ی ویژگی‌های مشابه با تحقیق حاضر، ۲۵-۲۳ روز بعد از تخم‌گذاری، آفت در مرحله‌ی رشدی لارو سن ۴ قرار دارد. بر همین اساس، روزانه در هر لوله‌ی آزمایش، حدود ۱۵ عدد لارو سن ۴ آفت که ۲۵-۲۳ روز از رشد آن‌ها گذشته بود داخل دانه‌های نخود در اختیار هر زنبور قرار داده شد و

آزمایش تا مرگ آخرین حشره‌ی ماده ادامه یافت. دهانه‌ی لوله‌ها با پنبه مسدود و در انکوباتور با همان شرایط پرورش (ذکر شده در بالا) نگهداری شدند.

در هر ۲۴ ساعت، زنبورها توسط اسپیراتور جمع‌آوری و به تفکیک روی میزبان‌های تازه منتقل و روی هر لوله‌ی آزمایش تاریخ تخم‌گذاری زنبور و شماره‌ی تکرار آن ثبت می‌شد. انتقال زنبورها به ظروف حاوی میزبان‌های پارازیت‌نشدنی تا زمان مرگ آخرین زنبور ماده ادامه داشت. هر روز تلفات طبیعی حشرات کامل زنبور ثبت و جویبات حاوی لاروهای پارازیت‌شده‌ی میزبان تا زمان خروج حشرات کامل در شرایط فوق نگهداری می‌شد. این جویبات مورد بازرسی روزانه قرار گرفته و بعد از خروج حشرات کامل زنبور از میزبان، تعداد نتاج نر و ماده‌ی خروجی شمارش و ثبت می‌شد. داده‌های حاصله، به روش Carey (1993) و توسط نرم‌افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

جدول تولید مثل برای زنبور *A. calandreae* تشکیل و پارامترهای مختلف تولید مثل محاسبه شد (جدول ۱). جداول سنی تولید مثل عبارت از نرخ‌های سرانه‌ی باروری (Fecundity) و بارآوری (Fertility) ویژه‌ی سنی، در طی فواصل سنی و یا عمر یک گروه (Cohort) است. از آنجا که تعیین تعداد تخم گذاشته‌شده توسط زنبورهای ماده و همچنین تعداد تخم تفریخ‌شده به دلیل پنهان بودن لاروهای میزبان در داخل دانه‌های جویبات کار بسیار مشکلی بود، لذا نرخ تفریخ تخم (h_x) معادل یک (۱۰۰٪) در نظر گرفته شد و در واقع فرض شد که تمام تخم‌های تولیدشده توسط زنبور تفریخ شده‌اند. نرخ ناخالص باروری و بارآوری یکسان و معادل $306/51$ تخم در هر ماده محاسبه گردید. مقدار پارامترهای نرخ خالص باروری و بارآوری نیز یکسان ($236/25$ تخم در هر ماده) به دست آمد (جدول ۱).

میانگین تعداد تخم تولیدشده توسط هر زنبور ماده در هر روز $11/48$ عدد تعیین شد. در حالی که بر اساس تحقیقات Ahmed (1996)، تعداد تخم روزانه‌ی تولیدشده توسط زنبور *A. calandreae* روی لارو *R. dominica* در دمای ۲۶ درجه‌ی سلسیوس $6/7$ و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس $8/7$ تخم تعیین شده است. نتایج تحقیق اخیر همچنین نشان داد که تولید

جدول ۱. مقادیر پارامترهای تولید مثل زنبور *A. calandrae* روی لارو سن چهار *C. maculatus* در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس.

Table 1. Reproduction parameters of *A. calandrae* on fourth instar larvae of *C. maculatus* at 25°C.

Parameter	Value	Unit
Gross fecundity rate	306.51	Eggs/female
Gross fertility rate	306.51	Eggs/female
Gross hatch rate	1	Ratio
Net fecundity rate	236.25	Eggs/female
Net fertility rate	236.25	Eggs/female
Mean eggs per day	11.48	Eggs/female

تخم روزانه‌ی زنبور با افزایش دما افزایش یافت اما در نهایت با توجه به کاهش طول عمر زنبورها، تعداد کل تخم گذاشته‌شده در طول عمر کاهش پیدا کرد (Ahmed, 1996). نتایج مطالعه‌ی دیگری نشان داده است که میزان تولید تخم تحت تأثیر تراکم زنبور پارازیتوئید قرار می‌گیرد، به طوری که در تراکم‌های پایین‌تر زنبور، نتاج بیشتری تولید می‌شوند (Ahmed, & Kabir, 1995). مقایسه‌ی نتایج تحقیقات مذکور و تحقیق حاضر نشان می‌دهد که لارو سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات نسبت به لارو سوسک *R. dominica* میزبان مناسب‌تری برای زنبور پارازیتوئید *A. calandrae* می‌باشد.

پارامترهای رشد جمعیت زنبور *A. calandrae* روی لارو سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در جدول ۲ ذکر شده است. نرخ ناخالص و خالص تولید مثل به ترتیب ۱۲۳/۳۶ و ۱۰۹/۴۹ ماده/ماده/نسل محاسبه شدند. تفاوت این دو پارامتر نشان‌دهنده‌ی میزان تأثیر مرگ و میر روی تولید مثل زنبور است. در تحقیقات (Smith, 1992)، بیشترین و کمترین میزان بقا این زنبور روی *Sitophilus zeamais* Motschulsky در یازدهمین روز ظهور حشرات کامل در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه‌ی سلسیوس، به ترتیب ۹۰ و ۱۰ درصد به دست آمده است. بنابراین، احتمالاً در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس، مقادیر دو پارامتر "نرخ ناخالص تولید مثل" و "نرخ خالص تولید مثل" بسیار به هم نزدیک خواهند بود (Smith, 1992). تغییرات میزان بقا (l_x) و روند تولید تخم‌های ماده (m_x) طی دوره‌ی بلوغ زنبور *A. calandrae* روی لارو سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در شکل ۱ آورده شده است.

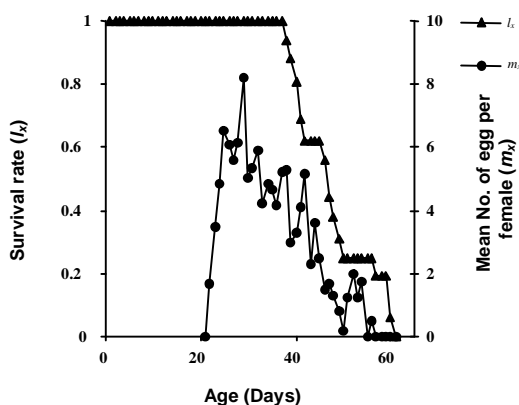
در تحقیق حاضر، نرخ‌های ذاتی تولد (b) و مرگ (d) زنبور *A. calandrae* به ترتیب $4/69$ و $4/53$ و نسبت نرخ ذاتی تولد به مرگ $1/035$ به دست آمد. به عبارت دیگر به ازای یک مرگ، $1/035$ تولد رخ می‌دهد. البته صرفاً با توجه به مقادیر این پارامترها نمی‌توان در مورد میزان و سرعت رشد جمعیت یک حشره اظهار نظر کرد. عامل تعیین‌کننده‌ی تفاوت نرخ‌های ذاتی تولد و مرگ است که نشان‌دهنده‌ی سرعت رشد جمعیت می‌باشد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نشان‌دهنده‌ی تعداد ماده‌های اضافه‌شده به جمعیت توسط هر فرد ماده در هر روز است. از این پارامتر در کنترل بیولوژیک به عنوان شاخصی برای درجه‌بندی میزان کارایی گونه‌های پارازیتوئید و نیز سوش‌های یک پارازیتوئید استفاده می‌شود. یکی از معیارهای موفقیت دشمنان طبیعی، در نظر داشتن نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) آفات نسبت به r_m موجود هدف است. پارازیتوئیدها زمانی مؤثرند که با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌ها، r_m آن‌ها برابر یا بیشتر از r_m آفت هدف باشد (Messenger, 1970; Hagvar & Hofsvong, 1990). این مسئله در مورد زنبور *A. calandrae* صادق بود، به طوری که نرخ ذاتی افزایش جمعیت در این زنبور $0/163$ به دست آمد؛ در حالی که مقدار این پارامتر در سوسک *C. maculatus* $0/068$ تعیین شده است (Kazemi, 2004). البته، نتایج بدست آمده مربوط به شرایط آزمایشگاهی است و برای بدست آوردن نرخ واقعی باید در شرایط طبیعی انبار نیز بررسی صورت گیرد.

جدول ۲. پارامترهای رشد جمعیت زنبور *A. calandrae* روی لارو سن چهار *C. maculatus* در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس.

Table 2. Population growth parameters of *A. calandrae* on the fourth instar larvae of *C. maculatus* at 25°C.

Population parameters	Value	Unit
Gross reproduction rate	123.36	Females/female/ generation
Net reproduction rate (R_0)	109.49	Females/female/ generation
Intrinsic rate of increase (r_m)	0.163	Females/female/day
Finite rate of increase (λ)	1.18	Day ⁻¹
Mean generation time	35.30	Day
Doubling time	4.24	Day
Stable age distribution – Immature stages	62.3	%
Stable age distribution – Adults	37.7	%
Immature	62.30	%
Adult	37.70	%

نرخ متناهی افزایش جمعیت $1/18$ تعیین شد که نشان‌دهنده‌ی افزایش جمعیت به میزان $1/18$ برابر نسبت به جمعیت روز قبل است (جدول ۲). (Smith 1992) اثر دماهای مختلف (۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سیلیسیوس) را روی پارامترهای رشد جمعیت زنبور *A. calandreae* روی شپشه‌ی ذرت *S. zeamais* مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش دما



شکل ۱. نرخ بقا (l_x) و تولید مثل ویژه‌ی سنی (m_x) زنبور پارازیتوئید *A. calandreae* روی لارو سن چهار *C. maculatus* در دمای ۲۵ درجه‌ی سیلیسیوس.

Fig. 1. Age-specific survival rate (l_x) and age-specific fecundity (m_x) of *A. calandreae* on the fourth instar larvae of *C. maculatus* at 25°C.

باعث افزایش نرخ خالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت می‌شود. در واقع افزایش دما باعث افزایش کارایی این زنبور پارازیتوئید می‌گردد. بر اساس این نتایج، مقدار R_0 از $4/5$ در دمای ۲۰ درجه‌ی سیلیسیوس به $18/4$ ماده/ماده/نسل در دمای ۳۵ درجه‌ی سیلیسیوس رسید. همچنین مقادیر پارامترهای r_m و λ در بالاترین دما به ترتیب $0/237$ و $1/267$ به دست آمد. در تحقیق مذکور اثر تراکم میزبان روی این پارامترها نیز بررسی شد و مشخص گردید که در دمای بهینه، افزایش تراکم میزبان، کارایی زنبور را افزایش می‌دهد. طبق

این بررسی، افزایش تراکم میزبان در دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باعث افزایش مقادیر r_m , R_0 و λ به ترتیب به میزان ۲۷/۷، ۲۵۰/۰ و ۱/۲۸۳ شد (Smith, 1992).

بررسی اثر رطوبت روی پارامترهای رشد جمعیت زنبور *A. calandrae* نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت رطوبت روی کارایی زنبور در کنترل شپشه‌ی ذرت بود و حداکثر مقادیر r , R_0 و λ در بالاترین رطوبت مورد آزمایش (۱/۶ درصد) به دست آمد (Smith, 1993). نتایج این مطالعه نشان داد که نسبت رشد زنبور *A. calandrae* در دماهای بالاتر از ۲۵ درجه‌ی سیلسیوس و رطوبت نسبی ۶۳ درصد، بیشتر از *S. zeamais* می‌باشد. مدت زمان لازم برای دو برابر شدن و نیز مدت زمان لازم برای افزایش جمعیت زنبور *A. calandrae* به اندازه‌ی R_0 به ترتیب ۴/۲۴ و ۳۵/۳۰ روز محاسبه شد (جدول ۲). در تحقیقات (Smith 1992)، زمان لازم برای R_0 برابر شدن جمعیت این زنبور روی *S. zeamais* در دماهای ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه‌ی سیلسیوس به ترتیب ۵۳/۵، ۲۲/۲ و ۱۴/۸ روز تعیین گردید که نشان می‌دهد مقدار برآورد شده در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد کمتر از تحقیق حاضر است. با محاسبه‌ی توزیع سنی پایدار (C_x) می‌توان اطلاعات مفیدی از ساختار داخلی جمعیت (مراحل پیش از بلوغ و بلوغ) به دست آورد (Carey, 1982). نتایج به دست آمده نشان داد که در این زنبور پارازیتوئید، حدود ۶۲/۳ درصد جمعیت را مراحل نابالغ و ۳۷/۷ درصد جمعیت آن را حشرات کامل تشکیل می‌دهند (جدول ۲). مشارکت حشرات کامل از اواسط دوره‌ی تخم‌ریزی به بعد به تدریج کاهش می‌یابد و به عبارت دیگر حشرات کامل نقش کمتری در پایداری جمعیت ایفا می‌کنند.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از آقایان دکتر H. Baur (موزه‌ی تاریخ طبیعی سوئیس) و دکتر A. Timokhov (بخش حشره‌شناسی دانشگاه‌ی مسکو) که در تشخیص و تأیید زنبور *A. calandrae* و نژاد آن کمک‌های ارزشمندی نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Ahmed, K. S. (1996) Studies on the ectoparasitoid *Anisopteromalus calandrae* How. (Hymenoptera: Pteromalidae) as a biological agent against the lesser grain borer

- Rhizopertha dominica* (Fab.) in Saudi Arabia. *Journal of Stored Product Research* 32(2), 137-140.
- Ahmed, K. N. & Kabir, S. M. H.** (1995) Role of the ectoparasite *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) in the suppression of *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica*. *Entomon* 20(3-4), 175-182.
- Bagheri Zenouz, E.** (1996) *Pests of stored products and their control methods (injurious Coleoptera of food and industrial products)*. Vol. 1, 309 pp. Sepehreh Publishing, Tehran. [In Persian].
- Booth, R. G., Cox, M. L. & Madge, B.** (1990) *IIE Guides to insects of importance to man, 3. Coleoptera*. 384 pp. The Natural History Museum, London.
- Carey, J. R.** (1982) Demography and population dynamics of the Mediterranean fruit fly. *Ecology Modeling* 16, 125-150.
- Carey, J. R.** (1993) *Applied demography for biologists with special emphasis on insects*. 211 pp. Oxford University Press, UK.
- Hagvar, E. B. & Hofsvong, T.** (1990) Fecundity and intrinsic rate of increase of the aphid parasitoid *Ephedrus cerasicola* Stary (Hym.: Aphidiidae). *Journal of Applied Entomology* 109, 262-267.
- Kazemi, F.** (2004) Biology of *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hym.: Pteromalidae) on spotted cowpea weevil in Tehran, Iran. M.Sc. Thesis. College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 121 pp. [In Persian with English summary].
- Marouf, A.** (1996) Studying the reasons of nutrition preference of four spotted beetle and probability of its control by using vegetable oils. M.Sc. Thesis. College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran. 195 pp. [In Persian with English summary].
- Menon, A., Flinn, P. W. & Dover, B. A.** (2002) Influence of temperature on the functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) a parasitoid of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Journal of Stored Product Research* 38, 463-469.
- Messenger, P. S.** (1970) Bioclimatic inputs to biological control and pest management programs. pp. 84-99 in Rabb, R. L. & Guthrie, F. E. (Eds) *Concepts of pest management*. 330 pp. North Carolina State University, Raleigh.
- Modarres Aval, M.** (1997) *List of agricultural pest of Iran and their natural enemies*. 429 PP. Publication of Fedrdosi University, Mashhad, Iran.

- Schmale, I., Wackers, F. L., Cardona, C. & Dorn, S.** (2001) Control potential of three hymenopteran parasitoid species against the bean weevil in stored beans: the effect of adult parasitoid nutrition on longevity and progeny production. *Biological Control* 21, 134-139.
- Sharifi Hosseini, S.** (1986). Methods of culturing, handling and sexing the parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Proceeding of the 8th Iranian Plant Protection congress*, p. 2, Esfahan University of Technology.
- Shojai, M.** (1989) *Entomology (ethology, social life and natural enemies) (biological control)*. Vol. 3, 2nd ed. 406 pp. Tehran University Press. [In Persian].
- Singh, V. N. & Pandey, N. D.** (2001) Growth and development of *Callosobruchus chinensis* Linn. on different varieties. *Indian Journal of Entomology* 63(2), 182-185.
- Smith, L.** (1992) Effect of temperature on life history characteristics of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing maize weevil larvae in corn kernels. *Environmental Entomology* 21(4), 877-887.
- Smith, L.** (1993) Effect of humidity on life history characteristics of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) parasitizing maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae in shelled corn. *Environmental Entomology* 22(3), 618-624.
- Taheri, M. S.** (1995). Study of food preference and comparison of life cycle of cowpea weevils on various Iranian peas. *Applied Entomology and Phytopathology* 63(1, 2), 1-8. [In Persian with English Summary].
- Wen, B., Smith, L. & Brower, J. H.** (1994) Competition between *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) in corn. *Environmental Entomology* 23(2), 367-373.