

## دموگرافی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) با تغذیه از پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Aphalaridae) در شرایط آزمایشگاهی

فاطمه اصغری<sup>1\*</sup>، محمد امین سمیع<sup>2</sup> و حمزه ایزدی<sup>3</sup>

\* - نویسنده مسؤول: دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره شناسی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان (stare2030@yahoo.com)  
3و3- استادیاران گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان

تاریخ پذیرش: 90/8/11

تاریخ دریافت: 89/10/21

### چکیده

کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) یکی از شکارگرهای فعال پسیل معمولی پسته در باغ‌های پسته می‌باشد. جدول زندگی این حشره در سال 1388 مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در شرایط دمایی  $27 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 5$  و 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی انجام شد. تعداد 100 عدد تخم هم‌سن با عمر کمتر از 24 ساعت انتخاب و درون پتری‌دیش قرار گرفت. لاروهای کفشدوزک پس از خروج از تخم، روزانه با پوره‌های پسیل معمولی پسته تغذیه شدند. جهت محاسبه پارامترهای رشد جمعیت، کفشدوزک‌های نر و ماده ظاهر شده هم‌سن که 24 ساعت از ظهور آن‌ها می‌گذشت، انتخاب و باروری روزانه و میزان بقاء آن‌ها محاسبه گردید. داده‌های به دست آمده از باروری روزانه به همراه اطلاعات مربوط به مرگ و میر و دوره رشد قبل از بلوغ، از روش Jackknife و با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه گردید. نرخ ذاتی و نرخ متناهی افزایش جمعیت به ترتیب 0/14 (ماده/ماده/روز) و 1/16 (روز) تعیین شد. مدت زمان دو برابر شدن هر نسل و متوسط مدت زمان یک نسل به ترتیب 4/7 و 28/88 روز تعیین گردید. نرخ خالص باروری و نرخ خالص بارآوری به ترتیب 71/19 و 58/9 محاسبه شد.

کلید واژه‌ها: پسیل معمولی پسته، دموگرافی، کفشدوزک، جدول زندگی

### مقدمه

فصل بهار و تابستان، روی درختان پسته نیز حضور دارد و از پوره‌های پسیل معمولی پسته تغذیه می‌کند (1).

مطالعات دموگرافیک و جدول زندگی برای تعیین پارامترهای رشد جمعیت و کارایی دشمنان طبیعی برای مبارزه با آفات جایگاه ویژه دارد. جداول زندگی باروری، برای ثبت بقاء گروهی از افراد متولد شده در یک زمان، و زمان مرگ آن‌ها تا آخرین فرد از گروه ایجاد می‌شوند (16، 34 و 41). اصطلاح دموگرافی برای اولین بار توسط گیلارد<sup>1</sup> (به نقل از

پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hem.: Aphalaridae) یکی از مهم‌ترین آفات پسته است که همه ساله سبب کاهش کیفی و کمی محصول پسته می‌شود (8). کفشدوزک‌ها از مهم‌ترین شکارگرهایی هستند که در کنترل بیولوژیک آفات گیاهی استفاده می‌شوند (21، 22 و 35). کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) یک گونه پلی‌فاژ است که به شته‌ها و شپشک‌های درختان میوه حمله می‌کند (4). این کفشدوزک در ابتدای بهار در باغ‌های پسته و روی علف‌های هرز آلوده به شته فعالیت دارد و در طول

جدول زندگی ویژه سنی، افرادی هستند که به طور هم‌زمان متولد شده‌اند و بقا و مرگ و میر آن‌ها تا مرگ آخرین فرد گروه ثبت می‌شود. این جدول‌های زندگی برای توصیف دوره رشد و نمو، نرخ بقا هر مرحله زندگی حشره و باروری افراد ماده مورد استفاده قرار می‌گیرند (34). با مطالعه جدول زندگی حشرات، می‌توان اثر عوامل گوناگون، از جمله نوع میزبان (20، 42 و 43)، منشا جغرافیایی (36) و شرایط اقلیمی (دما، نور، رطوبت) (24، 27 و 37) را بر شاخص  $r_m$  بررسی کرد. با توجه به اینکه تاکنون پارامترهای جدول زندگی این کفشدوزک با تغذیه از پسیل معمولی پسته بررسی نشده است و به انگیزه برآورد کارایی کفشدوزک *H. variegata* برای مبارزه با پسیل معمولی پسته در این پژوهش، پارامترهای جدول زندگی این شکارگر در شرایط کنترل شده محاسبه شد.

#### روش انجام پژوهش

**جمع‌آوری کفشدوزک:** کفشدوزک *H. variegata* جهت انجام پژوهش، از روی درختان پسته و یونجه‌کاری‌های ایستگاه شماره 2 موسسه تحقیقات پسته رفسنجان در تاریخ 15 تیرماه سال 1387 جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه کنترل بیولوژیک واقع در موسسه تحقیقات پسته رفسنجان منتقل گردید. برای جمع‌آوری کفشدوزک از روی درختان پسته از روش ضربه‌زنی استفاده شد. حشرات کامل گردآوری شده، به همراه برگ‌های آلوده به پسیل (برای تغذیه کفشدوزک در زمان انتقال) درون ظروف پلاستیکی به ابعاد  $10 \times 25 \times 20$  سانتی متر با تهویه مناسب قرار داده شده، به آزمایشگاه آورده شد. در آزمایشگاه کفشدوزک *H. variegata* از کفشدوزک‌های دیگر جدا شد.

#### ایجاد کلنی کفشدوزک *H. variegata* در

**آزمایشگاه:** حشرات کامل جمع‌آوری شده درون ظرف پلاستیکی شفاف و سفید رنگ بزرگی به ابعاد

(16) برای جوامع بشری به کار برده شد که جمعیت‌ها و فرایندهای شکل دهنده آن‌ها را بررسی می‌کند. مطالعات دموگرافی در حشره‌شناسی، برای اهداف مختلف استفاده شده است که از جمله آن‌ها می‌توان اهداف زیر را برشمرد:

- 1- تجزیه و تحلیل علل مرگ و میر (15)
- 2- تخمین و مقایسه نرخ رشد جمعیت‌ها (13 و 16)
- 3- تأثیر کنترل شیمیایی روی دینامیسم جمعیت (13)
- 4- ارزیابی و مقایسه دشمنان طبیعی در کنترل آفات (2، 10 و 19) 5- مقایسه جمعیت‌های آزمایشگاهی و طبیعی (15) 6- پرورش انبوه مگس‌های میوه (*Anastrepha Dip.*: Tephritidae) (31) و پارازیتوئیدهای آن‌ها (14)
- 7- بررسی سیستم میزبان- پارازیتوئید (2) 7- مقایسه جمعیت‌ها و بیوتیپ‌های مختلف (5، 6 و 7)
- 8- کارایی و نرخ رشد ذاتی آفت در شرایط مزرعه در نسل‌های مختلف (38).

ظرفیت ذاتی افزایش جمعیت را می‌توان به مفهوم حداکثر میزان افزایش در جمعیت یک موجود در شرایط کاملاً مطلوب تعریف نمود (17 و 26). ظرفیت ذاتی افزایش جمعیت یک حشره بستگی به باروری، طول دوره زیستی و سرعت رشد آن حشره دارد.

ظرفیت ذاتی افزایش جمعیت ابتدا برای مطالعه جمعیت‌های انسانی مطرح شد ولی ارتباط آن با دنیای جانوران توسط سایر اکولوژیست‌ها هر چه بیش‌تر مورد بررسی و تأیید قرار گرفت و در پی آن، توسط بیرچ<sup>1</sup> (12) لیسلی و پارک<sup>2</sup> (30)، اوانس و اسمیت<sup>3</sup> (18) به دنیای حشرات کشانده شده و تعمیم  $r_m$  در حشرات گوناگون گسترش یافت. تشکیل جدول زندگی یک روش مناسب برای توصیف دینامیسم جمعیت حشرات است. شالوده

1- Birch

2- Leslie & Park

3- Evans & Smith

شد. برای حفظ رطوبت داخل پتری‌دیش و سالم ماندن برگها، از محیط کشت آگار 0/8 درصد استفاده شد. به این صورت که محیط آگار در اتوکلاو با دمای 120 درجه سانتی‌گراد با فشار 1 اتمسفر تهیه و پس از خنک شدن (قبل از انجماد) حدود 5 میلی‌لیتر از آن را داخل پتری‌دیش ریخته و پس از سرد شدن، برگ پسته به اندازه پتری‌دیش بریده شد و از سطح پشتی روی محیط کشت قرار گرفت.

#### دموگرافی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته

مطالعه‌ی جدول زندگی با استفاده از 100 عدد تخم شروع شد. این آزمایش در دمای  $27 \pm 1$  درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $55 \pm 5\%$  و طول دوره‌ی 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی انجام گرفت. هر 24 ساعت یک‌بار از دیسک‌های برگی حاوی تخم بازدید شد و حد فاصل میان زمان تخم‌گذاری تا تفریح تخم‌ها به عنوان دوره‌ی انکوباسیون تخم ثبت گردید. بدین ترتیب با تعیین نسبت بین تخم‌های تفریح شده و تخم‌هایی که به نوزاد تبدیل نشده‌اند درصد مرگ و میر حشره در مرحله‌ی تخم محاسبه شد. با تفریح تخم‌ها، لاروهای سن 1 یک روزه به صورت جداگانه در پتری‌دیش‌هایی به قطر 6 سانتی‌متر با روزه‌ای به قطر 1/5 سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بود قرار داده شد و روند رشد آن‌ها به صورت روزانه مورد مطالعه قرار گرفت و دوره‌ی لاروی در سنین مختلف بررسی شد. میزان مرگ و میر سنین مختلف لاروی و شفیرگی نیز ثبت شد. پس از اتمام دوره شفیرگی حشرات کامل ظاهر شدند و حشراتی که در یک روز ظاهر شدند را به یک پتری‌دیش منتقل کرده تا جفت‌گیری نمایند. حشرات در حال جفت‌گیری به پتری‌های مجزا منتقل شدند و تخم‌گذاری روزانه هر جفت ثبت شد (این تعداد جفت باقی ماند) و سپس حشرات کامل را به پتری‌دیش‌های جدید منتقل کرده و تخم‌های

$20 \times 25 \times 10$  سانتی متر قرار داده شدند. به منظور تنظیم رطوبت در حدود  $55 \pm 5\%$  از یک ظرف حاوی 30 گرم نمک نیترات منیزیم استفاده شد. به منظور تغذیه حشرات کامل، برگ‌های آلوده به پوره‌های پسپیل معمولی پسته روزانه از باغات پسته جمع آوری شده و در اختیار حشرات کامل قرار داده می‌شد. کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه دو نسل روی پسپیل پسته پرورش داده شدند. برای انجام آزمایش‌های اصلی روی کفشدوزک و تامین شرایط کنترل شده از دستگاه‌های ژرمیناتور ساخت شرکت گروک و کابین آزما استفاده شد.

#### مطالعه تاریخچه زندگی کفشدوزک *H. variegata* در آزمایشگاه

برای آزمایش‌های وابسته به مراحل رشدی کفشدوزک، تخم، لارو، شفیره و حشره کامل درون پتری‌دیش‌هایی به قطر 6 سانتی‌متر با روزه‌ای به قطر 1/5 سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بود قرار داده شد. درون هر پتری‌دیش یک عدد حشره قرار گرفت. سپس 10 عدد از این پتری‌ها درون ظرف پلاستیکی شفاف و سفید رنگ بزرگی به ابعاد  $20 \times 25 \times 10$  سانتی‌متر قرار داده شدند. به منظور تهویه در داخل ظرف پلاستیکی، سوراخی به قطر 3 سانتی‌متر ایجاد و سپس با یک پارچه توری روی آن پوشانده شد. به منظور مطالعه و پرورش دستجات تخم و حشره کامل، از محلول نیترات منیزیم و جهت پرورش لاروها و حشرات کامل به دلیل استفاده از دیسک برگ پسته از بلورهای نمک نیترات منیزیم استفاده شد. ظروف نمک هر 24 ساعت یک‌بار بررسی و در صورت لزوم تعویض می‌شد. در این تحقیق، برخی از مطالعات آزمایشگاهی با استفاده از دیسک برگ پسته انجام شد. برای تهیه دیسک برگی ابتدا تعدادی برگ درخت پسته از باغ چیده و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس برگ‌ها با آب شسته شده و با دستمال کاغذی خشک شد، و به اندازه قطر پتری‌دیش‌ها برش داده

های رشد جمعیت (به‌عنوان بخشی از دموگرافی) مطالعه زیست‌شناسی فرد است و مهم‌ترین عامل در آن، سن می‌باشد.

### تحلیل کمی جمعیت (Demography):

تجزیه کمی جمعیت (دموگرافی) در سه گروه شامل زیر جدول بقا، زیر جدول باروری و جدول تولیدمثل می‌باشد. واحد اساسی و نقطه شروع تجزیه کمی جمعیت فرد است. تجزیه و تحلیل جداول زندگی و تولید مثل و معادلات مربوط به روش کری<sup>2</sup> (16) به صورت زیر انجام شد.

### تشکیل جدول بقا

برای تشکیل جدول زندگی ویژه‌ی سن، یک ستون سن ( $x$ ) و یک ستون تعداد افراد زنده مانده تا سن  $x$  ( $N_x$ ) تشکیل شد و با استفاده از آنها پارامترهای ستون‌های دیگر جدول بر اساس روش کری (16)، سمیع و همکاران (5) محاسبه شدند. این پارامترها  $I_x =$  نسبت افراد زنده مانده تا سن  $x$  ،  $P_x =$  نسبت افراد زنده مانده تا سن  $x$  که در فاصله سنی  $x$  تا  $x + 1$  نیز زنده می‌مانند (بقاء دوره<sup>3</sup>) ،  $q_x =$  نسبت افراد زنده مانده تا سن  $x$  که در فاصله سنی  $x$  تا  $x + 1$  می‌میرند (مرگ و میر ویژه سنی<sup>4</sup>) ،  $dx =$  نسبتی از افراد اولیه که در فاصله سنی  $x$  تا  $x + 1$  می‌میرند ،  $L_x =$  نسبت سرانه زنده ماندن در فاصله سنی  $x$  تا  $x + 1$  ،  $T_x =$  تعداد کل روزهایی که بعد از سن  $x$  زنده مانده اند و  $ex =$  امید زندگی<sup>5</sup> در سن  $x$  ، بودند.

### جدول تولیدمثل

اجزای اصلی ساخت جدول تولید مثل ویژه سن عبارتند از سن ( $x$ ) که در یک ستون تنظیم شد و پارامترهای  $L_x$ ،  $M_x$  و  $hx$  که هر کدام در یک ستون مطابق سن چیده شدند و با استفاده از آنها

گذاشته شده توسط هر جفت را روزانه بررسی کرده و تعداد تخم‌هایی که تفریح می‌شدند نیز یادداشت شد. این روند تا مرگ حشرات ماده دنبال شد. سپس این تخم‌ها به‌منظور تعیین نسبت جنسی افراد بالغ نر و ماده، داخل ظروف پتری تا ظهور حشرات کامل تغذیه نگهداری شدند. برای مشخص کردن کفشدوزک‌های نر و ماده از روش بنهام و ماگلتون<sup>1</sup> (11) استفاده شد. ابتدا به وسیله ته سنجاق آغشته به لاک ناخن به آرامی نشانی بر روی انتهای بالپوش سمت راست کفشدوزک‌هایی که از پیش جفتگیری کرده و جنس آنها مشخص شده بود گذاشته شد. برای نرها از لاک قرمز و برای ماده‌ها از لاک ناخن سفید رنگ استفاده شد. روزانه به نوبت یک نر و یک ماده نشان‌دار به‌طور جداگانه در اختیار کفشدوزک‌های جوان قرار داده می‌شد. این عمل تا زمان مشاهده جفت‌گیری و تعیین جنسیت حشرات کامل تازه ظاهر شده، هر روز تکرار گردید. در مواردی که شمار حشرات ظاهر شده در یک روز زیاد بود آنها را با هم در یک پتری دیش قرار داده و با مشاهده افرادی که در حال جفتگیری بودند آنها را جدا کرده و برای آزمایش‌های بعدی استفاده شد. پس از تعیین نسبت جنسی (نسبت ماده به مجموع ماده و نر)، نسبت تخم‌های ماده (تخم‌هایی که به افراد ماده تبدیل شدند) از میان کل تخم‌های تولید شده مشخص شد و برای محاسبه میانگین تعداد ماده (تخم ماده) تولید شده به‌ازای هر فرد ماده در هر روز ( $m_x$ ) استفاده گردید. علاوه بر تعداد تخم‌ها، میزان مرگ‌ومیر حشرات ماده ثبت گردید. در صورت مرگ حشره نر موجود در هر پتری‌دیش، بلافاصله یک حشره نر از کلنی پرورش جای‌گزین آن گردید. این بررسی تا انتهای عمر آخرین حشره ماده ادامه یافت. پس از جمع‌آوری داده‌های لازم، شاخص‌های رشد جمعیت محاسبه شدند. نقطه شروع شاخص -

2- Carey

3- Survival period

4- Age specific mortality

5- life expectation

1- Behnam &amp; Muggleton

محاسبه می گردد (r<sub>all</sub>) آنگاه یکی از n تکرار حشرات از داده های اصلی حذف شد و با استفاده از داده های باقیمانده n-1 حشره، نرخ افزایش دوباره محاسبه شد (r<sub>i</sub>) سپس مقادیر بعدی جک نایف با رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$r_i = n \cdot r_{all} - (n-1)r_i$$

این فرایند تا زمان محاسبه تمام مقادیر بعدی n زیر مجموعه n-1 عضوی تکرار شد. سرانجام مقدار میانگین (r<sub>j</sub>) و خطای استاندارد n مقدار بعدی جک نایف محاسبه شد و مقایسات بر اساس داده های به دست آمده انجام گرفت (32)

### تجزیه و تحلیل داده ها

تجزیه داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS 13.0، انجام شد. قبل از تجزیه داده ها برقراری شرایط آنالیز واریانس از جهت نرمال بودن و تصادفی بودن خطاها، هم گنی واریانس ها و هم-بستگی واریانس ها با میانگین با استفاده از نرم افزار Minitab 14.0 بررسی و تبدیل های لازم انجام شد. از روش جک نایف (32 و 33)، روابط ارائه شده و نرم افزار Excel برای محاسبه و تخمین پارامترهای زیستی استفاده شد. مقایسات و گروه بندی میانگین-ها با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تعیین پارامترهای جدول بقا

**حشرات کامل:** جدول زندگی از نوع Single decrement بود. مرگ به هرعلت که بود به شکل کاهش تعداد ثبت گردید. پارامترهای اساسی جدول زندگی در شکل های 1 تا 4 نشان داده شده است. امید به زندگی در روز اول 46/6 بوده و به تدریج کاهش یافته و در روز 54 به صفر رسید (شکل 1). نرخ بقا در روز اول یک بود و به تدریج کاهش یافته و در روز 54 به صفر رسید (شکل 2).

مرگ و میر در فاصله سنی x تا x+1 در روز اول صفر و در روز 44 افزایش یافته و مقدار آن 0/1 بوده

پارامترهای ستون های دیگر جدول بر اساس کری (16)، سمیع و ایزدی<sup>1</sup> (39) محاسبه شدند. که در آن  $Lx =$  بقا در فاصله سنی  $x^2$  تا  $x + 1$ ،  $Mx =$  متوسط تعداد تخم گذاشته شده توسط ماده در فاصله x تا  $x + 1$  و  $hx =$  نرخ تفریح تخم در سن x که نشانگر کسری از همه تخم های تولید شده می باشد که تفریح شده اند. پارامترهای محاسبه شده شامل نرخ ناخالص باروری، نرخ ناخالص زادآوری، نرخ ناخالص تفریح، نرخ خالص باروری، میانگین سن باروری ناخالص، میانگین سن زادآوری ناخالص، میانگین سن باروری خالص، میانگین سن زادآوری خالص، میانگین سن تفریح، میانگین تخم در روز و تعداد تخم به ازای هر ماده در روز بودند.

#### پارامترهای جمعیت پایدار

اجزای اصلی محاسبه شامل سن x، بقای میان دوره ( $l_x$ ) و تعداد نتاج ماده حاصل از تولید مثل ماده در سن x ( $m_x$ ) می باشند که هر کدام در یک ستون مطابق سن چیده شدند و با استفاده از آنها پارامترهای ستون های دیگر جدول بر اساس (16)، (39 و 40) محاسبه شدند. که در آن  $Ix =$  بقا در فاصله سنی x تا  $x + 1$ ،  $m_x =$  متوسط تعداد ماده تولید شده توسط ماده در فاصله x تا  $x + 1$  است. پارامترهای محاسبه شده شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، نرخ ذاتی تولد، نرخ ذاتی مرگ، نرخ ناخالص تولید مثل، نرخ خالص تولید مثل، توزیع سنی پایدار، متوسط مدت زمان نسل و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت بود.

با استفاده از روش جک نایف<sup>3</sup> که توسط میر و همکاران<sup>4</sup> (33) ارائه شده است خطای استاندارد برای نرخ ذاتی افزایش طبیعی جمعیت بدست آمد. برای انجام روش جک نایف ابتدا مقدار دقیق  $r_m$  با روش معمول از مجموعه اصلی n تعداد حشره

1- Samih & Izadi

2- midpoint survival

3- Jackknife

4- Mayer et al.

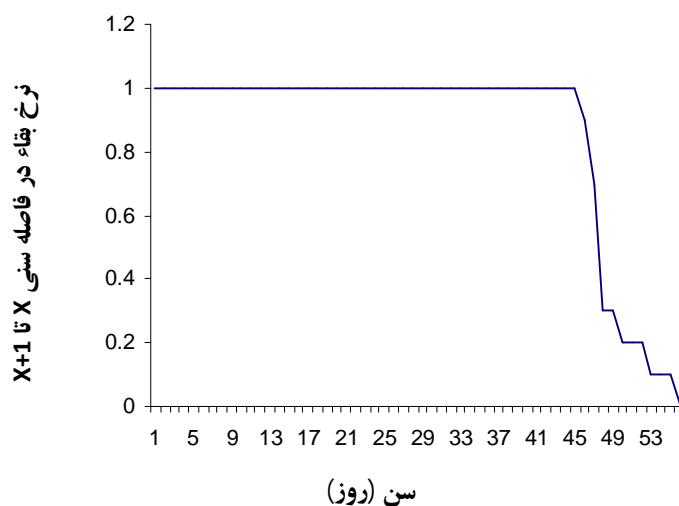
اصغری و همکاران: دموگرافی کفشدوزک...

یافت. مقایسه دو پارامتر  $P_x$  و  $q_x$  با تغذیه از پسپیل معمولی پسته نشان داد که مرگ و میر لارو و حشرات کامل با شدت کمتری آغاز می‌شود و در روز 48 افزایش می‌یابد (شکل 4).

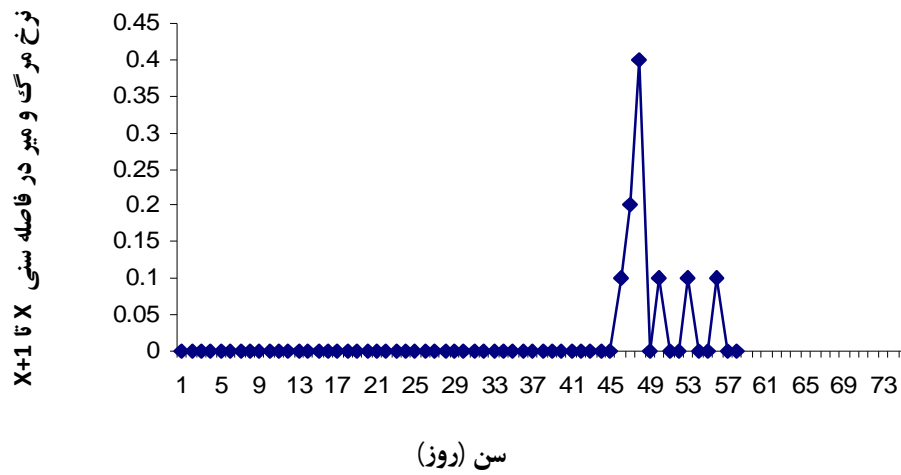
و بعد با نوساناتی به تدریج افزایش و کاهش متناوب داشته و در روز 54 به صفر رسید (شکل 3). احتمال زنده ماندن حشرات کامل تا سن  $x$  ( $P_x$ ) در اولین روز مرگ و میر حشرات کامل به دست آمد که با افزایش سن در 44 روزگی به تدریج کاهش



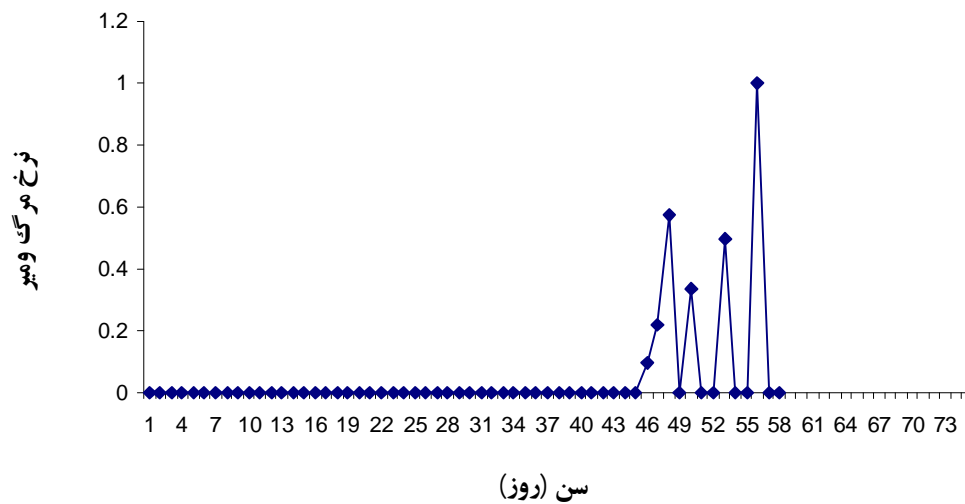
شکل 1- نمودار امید به زندگی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته  
*Agonoscena pistaciae*



شکل 2- نمودار نرخ بقا کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته  
*Agonoscena pistaciae*



شکل 3- نمودار مرگ و میر در فاصله سنی  $x$  تا  $x+1$  کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae*

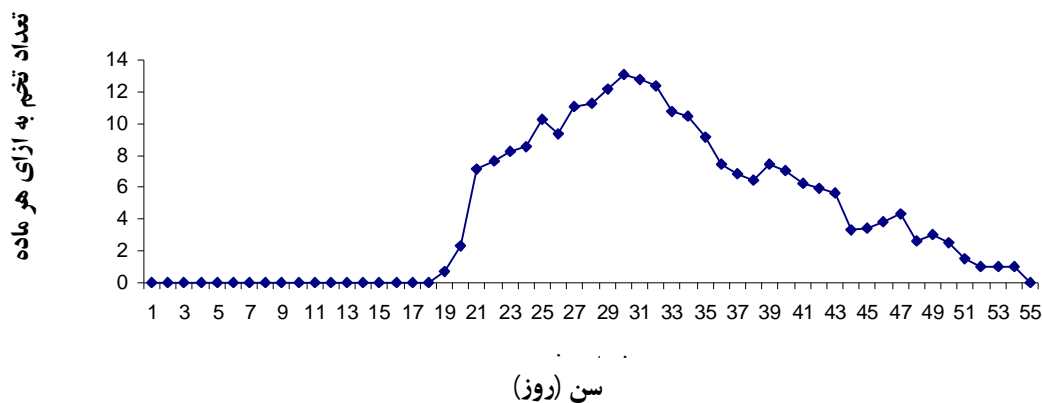


شکل 4- نمودار نرخ مرگ و میر ویژه سنی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae*

کفشدوزک مورد مطالعه در شکل 5 دیده می‌شود. بیش‌ترین مقدار تخم‌گذاری و روز مربوط به آن، شروع تخم‌گذاری و پایان تخم‌گذاری به ترتیب 13/1، 30، 18، 55 بود.

**تعیین شاخص‌های رشد جمعیت:** شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک *H. variegata* روی پوره‌های پسیل پسته در شرایط کنترل شده در جدول 1 ارائه شده است. داده‌های به‌دست آمده از باروری روزانه 15 کفشدوزک شکارگر به همراه اطلاعات مربوط به تعداد تخم‌های گذاشته شده و نسبت جنسی با استفاده از روش جک نایف تجزیه و تحلیل گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده طول مدت زمان هر نسل (T) 28/88 روز و نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ ) نیز که مجموع ماده‌های تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با دخالت عامل میزان بقاء را نشان می‌دهد 70/64 ماده/ماده/نسل تعیین گردید. و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن

**تعیین پارامترهای تولید مثل ویژه سن:** داده‌های به‌دست آمده از باروری 15 کفشدوزک ماده *H. variegata* (باقی مانده از جدول بقاء) به همراه اطلاعات مرگ و میر نشان داد که نرخ ناخالص باروری، نرخ ناخالص زادآوری، نرخ خالص باروری، نرخ خالص زادآوری به ترتیب 192، 234، 58/9، 71/19، 0/823 بود. سن باروری ناخالص، میانگین سن زادآوری ناخالص، میانگین سن زادآوری خالص و میانگین سن زادآوری خالص و میانگین سن تفریح به ترتیب 34/48، 25/23، 25/26، 32/59، 32/26 روز، تعداد تخم به ازای هر ماده در روز 2/59 تخم و میانگین تعداد تخم‌های بارور به ازای هر ماده در روز 2/14 تخم بود. هم‌چنین طول دوره قبل از تخم‌ریزی 6/1 روز و طول دوره تخم‌ریزی 25/6 روز و طول دوره پس از تخم‌ریزی 2/23 روز بدست آمد. روند تخم‌گذاری به‌وسیله هر ماده در روز ( $M_x$ ) برای



شکل 5- متوسط تعداد تخم گذاشته شده توسط ماده کفشدوزک *Hippodamia variegata* در فاصله

$x$  تا  $x+1$



جدول 1- مقادیر شاخص های رشد جمعیت کفشدوزک دو لکه ای *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* در شرایط کنترل شده

شاخص ها	مقدار	واحد
طول مدت زمان هر نسل (T)	28/88	روز
مدت زمان دو برابر شدن (DT)	4/70	روز
نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ )	1/16	روز
نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ )	70/64	ماده/ماده/نسل
نرخ ناخالص تولید مثل (GRR)	75/0418	ماده/ماده/نسل
نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ )	0/149	ماده/ماده/روز
نرخ ذاتی تولد (b)	0/1440	ماده/ماده/روز
نرخ ذاتی مرگ (d)	0/00492	ماده/ماده/روز

افزایش می یابد. میانگین طول مدت زمان یک نسل (T) یا متوسط طول دوره زمانی بین تولد والدین و تولد نتاج در کفشدوزک شکارگر 28/88 روز برآورد گردید. به عبارت دیگر کفشدوزک شکارگر به 28/88 روز نیاز دارد تا جمعیت آن به اندازه نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ ) افزایش یابد. نتیجه این تحقیق نشان داد که کفشدوزک شکارگر از لحاظ توانایی و سرعت افزایش جمعیت در وضعیت مطلوبی قرار دارد ولی این دشمن طبیعی نیز مانند سایر دشمنان طبیعی نیاز به حمایت دارد.

اگر طول عمر کفشدوزک *H. variegata* را به 3 قسمت تقسیم کنیم، بیشترین میزان تخم گذاری در قسمت دوم عمر حشره اتفاق می افتد. به بیان دیگر در مرحله اول، میزان تخم گذاری افزایش یافت، در مرحله دوم میزان تخم گذاری روند کم و بیش ثابتی داشته و در مرحله سوم میزان تخم گذاری حشره به تدریج کاهش یافته ولی تخم گذاری تا پایان عمر ادامه داشت. نرخ تولیدمثل خالص ( $R_0$ ) و نرخ ذاتی افزایش جمعیت دو شاخص مهم در ارزیابی دشمنان طبیعی معرفی شده اند (37). بسیاری از محققین مبارزه بیولوژیک بر این عقیده اند که دشمنان طبیعی زمانی موثرترند که با

جمعیت (DT) 4/70 روز محاسبه شد. نرخ ذاتی افزایش ( $r_m$ ) 0/149 ماده/روز تعیین گردید. مقایسه شاخص های رشد جمعیت کفشدوزک *H. variegata* با شاخص های رشد جمعیت پسپیل معمولی پسته نشان می دهد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت پسپیل پسته بیشتر از کفشدوزک مطالعه شده می باشد (1). در این تحقیق مقدار ( $r_m$ ) کفشدوزک شکارگر 0/149 به دست آمد که در مقایسه با  $r_m$  پسپیل معمولی پسته که 0/217 می باشد کمتر است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت نشانگر تعداد ماده های افزوده شده به جمعیت به ازای هر فرد ماده در هر روز است و به عبارت دیگر نشان دهنده سرعت رشد جمعیت در حالت نامحدود است. نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) برای کفشدوزک شکارگر 1/16 تعیین شد. زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن تعداد افراد جمعیت کفشدوزک شکارگر (DT) 4/70 روز تعیین گردید. این بدین معنی است که کفشدوزک شکارگر با تغذیه از پسپیل پسته 4/70 روز نیاز دارد تا جمعیت خود را دو برابر کند که این زمان مناسبی است تا این شکارگر بتواند آفت مورد تغذیه را با افزایش جمعیت خود کنترل کند. این زمان هر چه کوتاه تر باشد کارایی شکارگر در کنترل طعمه

همکاران<sup>3</sup> (28) نشان دادند در شرایط کنترل شده (دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد رطوبت نسبی 80-60% 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی) نرخ ذاتی رشد کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته سبز هلو  $r_m=0/114$ ، نرخ خالص تولید مثل  $R_0 = 52/75$  و مدت زمان یک نسل  $T = 41/88$  روز به دست آمد. مجموع تخم‌های گذاشته شده توسط کفشدوزک *H. variegata* در شرایط کنترل شده (دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد رطوبت نسبی 65% و دوره نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی) و با تغذیه از شته آردآلود به ژاپنی (*Dysaphis crataegi*) بین 789 تا 1256 تخم و متوسط تخم‌گذاری  $956 \pm 134/7$  نرخ خالص تولید مثل  $R_0 = 425/9$  نرخ ذاتی رشد کفشدوزک  $r_m=0/178$  میانگین طول دوره نسل  $T=34$  روز و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت  $3/9$  روز بود.  $r_m$  به دست آمده در این پژوهش با نتایج لنزونی و همکاران (28) تقریباً همخوانی دارد. اختلافاتی که در این پژوهش با سایر پژوهش‌ها مشاهده می‌شود را می‌توان به متفاوت بودن نوع طعمه، دمای پرورش، منطقه جغرافیایی پراکنش و روش محاسبه  $r_m$  نسبت داد. در ادامه این پژوهش پیشنهاد می‌شود مقدار  $r_m$  درصد مرگ و میر، زمان دستیابی و نرخ جستجوگری این کفشدوزک تحت تاثیر سموم رایج مورد استفاده در باغ‌های پسته تعیین گردد. همچنین به منظور استفاده از عوامل بیولوژیک در کنترل آفات و کاهش استفاده از سموم شیمیایی، پیشنهاد می‌شود مطالعات مقایسه‌ای روی کفشدوزک‌های منطقه انجام شده و پس از تعیین کاراترین و با اهمیت‌ترین کفشدوزک موجود در هر منطقه به پرورش انبوه و رهاسازی آن اقدام شود.

در نظر گرفتن سایر ویژگی‌ها،  $r_m$  آن‌ها حداقل برابر یا بیش‌تر از آفت باشد (23 و 25). هافاکر و همکاران<sup>1</sup> (23) پیشنهاد می‌کنند که اگر  $r_m$  یک دشمن طبیعی کمتر از  $r_m$  آفت مربوطه است نباید تلقی کنیم که آن دشمن طبیعی ضعیف است و نمی‌تواند به عنوان یک عامل مبارزه بیولوژیک برای آن آفت به حساب آید. اما لنترن و همکاران<sup>2</sup> (29) معتقدند که یک دشمن طبیعی زمانی برای مبارزه بیولوژیک مناسب است که  $r_m$  آن برابر یا بزرگ‌تر از  $r_m$  آفت مربوطه باشد. با توجه به این پارامترها استفاده از کفشدوزک مذکور برای کنترل پسیل معمولی پسته نیاز به یک سری حمایت‌های جنبی دارد. ملاشاهی و همکاران (9) در شرایط کنترل شده (دمای  $26 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد رطوبت نسبی  $65 \pm 2$ %، 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی) با تغذیه کفشدوزک *H. variegata* از شته جالیز مشخص نمودند مجموع تخم‌های گذاشته شده توسط این کفشدوزک  $1916 \pm 127$  عدد برای 10 جفت و میانگین تعداد نتاج ماده در هر ماده در هر روز  $5/6 \pm 0/27$  بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل به ترتیب  $0/254$  و  $387/9$  بود. میانگین طول دوره نسل (T)  $23/46$  روز و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت  $2/73$  روز بود. میانگین طول عمر حشرات کامل  $53/4 \pm 4/44$  روز، دوره قبل از تخم‌ریزی  $5/6 \pm 0/27$  روز، و جمعیت کفشدوزک در مدت یک هفته ( $r_w$ )  $5/9$  برابر می‌شود. همچنین در مطالعات جعفری و همکاران (3) در شرایط کنترل شده (دمای  $25 \pm 1$ ، رطوبت نسبی  $5 \pm 65$  و 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی)، نرخ ذاتی رشد کفشدوزک *H. variegata* با استفاده از شته سیاه باقلا  $r_m=0/2870$  بدست آمد. لنزونی و

1- Huffaker et al.

2- Lenntern et al.

3- Lanzoni et al.

### منابع

1. اصغری، ف. 1388. بیولوژی و کارایی کفشدوزک (*Hippodamia variegata* (Goez) (Col.: Coccinellidae) با تغذیه از پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer در شرایط آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، 121 ص.
2. دهقان، ل. سمیع، م.ا.، طالبی، ع.ا.، و گلدسته، ش. 1387. تعیین شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک دو نقطه‌ای (*Aphis punicae* (Hom.: *Adalia bipunctata* (Col.: Coccinellidae) در شرایط آزمایشگاهی. همایش ملی کشاورزی آفات و بیماری‌های گیاهی، ارسنجان، 11 ص.
3. جعفری، ر.، کمالی، ک. و استوان، ه. 1387. زیست‌شناسی کفشدوزک *Hippodamia variegata* در شرایط آزمایشگاهی. خلاصه مقالات هیجدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ص 446.
4. رجبی، غ. 1368. حشرات زیان‌آور درختان میوه سردسیری ایران (جلد سوم جوربالان). انتشارات وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، موسسه بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی، 256 ص.
5. سمیع، م.ا.، کمالی، ک.، طالبی، ع.ا.، و جلالی-جواران، م. 1382 الف. مقایسه پارامترهای جدول زندگی جمعیت‌های منطقه‌ای سفید بالک پنبه (*Bemisia tabaci* (Genn.) در ایران. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، جلد 23، شماره 1، صص 1-13.
6. سمیع، م.ا.، کمالی، ک.، طالبی، ع.ا. و فتحی‌پور، ی. 1382 ب. مقایسه پارامترهای جمعیت در جمعیت‌های منطقه‌ای سفید بالک پنبه (*Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) در ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، جلد 7، شماره 4، صص 215-224.
7. سمیع، م.ا.، کمالی، ک.، طالبی، ع.ا. و جلالی-جواران، م. 1383. مقایسه پارامترهای زیستی 11 جمعیت منطقه‌ای سفید بالک پنبه (*Bemisia tabaci* (Genn.) در ایران. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شماره 1 جلد 11، صص 101-108.
8. سمیع، م.ا.، علیزاده، ع. و صابری ریس، ر. 1384. آفت‌ها و بیماری‌های مهم پسته در ایران و مدیریت تلفیقی آنها. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، 301 ص.
9. ملاشاهی، م.، صحراگرد، ا. و حسینی، ر. 1381. تعیین شاخص‌های رشد جمعیت کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) در شرایط آزمایشگاهی. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، ص 338.

10. Bellows, T.S., Van Drisch, R.G., and Elkinton, J.S. 1992. Life- table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. *Annual Review of Entomology*, 37: 587- 612.
11. Benham, B.R., and Muggleton, J.M. 1970. Studies on the ecology of *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). *The Entomologist*, 103: 153-170.
12. Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17:15-26.
13. Carey, J.R. 1982. Demography and population dynamics of the mediterranean fruitfly *Ceratitidis capitata*. *Ecological Entomology*, 9: 261-270.
14. Carey, J.R., Wong, T.T.Y., and Ramandan M.M. 1988. Demographic framework for parasitoid mass rearing: Case study of *Biostreteres tryoni*, a larval parasitoid of tephritid fruit flies. *Theoretical Population Biology*, 34: 279-296.
15. Carey, J.R. 1989. Demography analysis of fruit flies, In: Rabinson, A.S. And Hooper, G. (ed) *Crop pest: fruit flies: Their biology, natural enemies and control*, ed. 3: 235-262. Amesterdam: Elsevier, Netherland.
16. Carey, J.R. 1993. *Applied demography for biologists, with special emphasis on insects*. Oxford university press, U. K, 211 p.
17. Dent, D.R. 1997. Quantifying insect population: Estimates and parameters. In: D.R. Dent and M.P. Walton (eds), *Methods and agriculture entomology*. CAB International, pp: 57-99.
18. Evans, F.C., and Smith, F.E. 1952. The intrinsic rate of natural increase for the human louse *Pediculus humanis* L. *American Naturalist*, 86: 299-310.
19. Hoddle, M.S., and van Driesch, R. 1996. Evaluation of *Encarcia formosa* (Hym.: Aphelinidae) to control *Bemisia argentifolii* (Hom.: Aleyrodidae) on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*): A life table analysis. *Florida Entomologist*, 79: 1-12.
20. Hoddle, M.S., Jones, J.K., Orishi Morgan D., and Robinson, L. 2001. Evaluation of diets for the development and reproduction of *Franklinothrips orizabensis* (Thsanoptera: Aeolothripidae). *Bulletin of Entomological Research*, 91:273-280.
21. Hodek, I. 1973. *Biology of Coccinellidae*. W. Junk, The Hague, 260 p.
22. Hodek, I., and Honek, A. 1996. *Ecology of Coccinellidae*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht Boston London, 464 p.
23. Huffaker, C.B., Luck, R.F., and Messenger, P.S. 1997. The ecological basis of biological control. *Procceing of 15th International Congress of Entomology Washington, 1976*: 560-586.
24. Infante, F. 2000. Development and population growth rates of *Prorops nasuta* (Hym: Bethylidae) at constant temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 124: 343-348.

25. Jakson, H.B., Rogers, C.E., Stark, R.D., and Mcnew, R.W. 1974. Biology of *Ephedrus plagiator* on different aphid hosts and various temperatures. *Environmental Entomology*, 3: 618-620.
26. Jervis, M.A., and Copland, M.J.W. 1996. The life cycle. In: M. Jervis and N. Kidd (eds), *Insect natural enemies*. Chapman and Hall, 63-160 p.
27. Kresting, U., Satar, S., and Uygun, N. 1999. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom: Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Applied Entomology*, 123: 23-27.
28. Lanzoni, A., Accinelli, G., Bazzacchi, G.G., and Burgio, G. 2004. Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hipopodamia variegata* and *Adalia bipunctata* (Coleoptera:Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 128: 298-306.
29. Lennteren, J., Van, C., and Woest, J. 1998. Biological and intergrated pest control in green houses. *Annual Review of Entomology*, 33: 239-269.
30. Leslie, P.H., and Park, T. 1949. The intrinsic rate of natural increase of *Tribolium castaneum* Herbst. *Ecology*. 30: 469- 477.
31. Liedo, P., and Carey, J.R. 1994. Mass rearing of *Anastrepha* (Dip.: Tephritidae) fruit flies: A demographic analysis. *Journal of Economic Entomology*, 87: 176- 180.
32. Maia, A., De, H.N., Luiz A.J.B., And Campanhola, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational Aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93(2): 511–518.
33. Mayer, J.S., Ingersoll, C.G., Mcdonald, L.L., and Boyce M.S. 1986. Estimating uncertainly in population growth rates, Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, 67: 1156-1166.
34. Medeiros, R.S., Ramalho, F.S., Lemos, W.P., and Zanuncio, J.C. 2000. Age-dependent fecundity and life fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hem.: Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology*, 124:319-324
35. Obrycki, J.J., and Kring, T.J. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 143: 295-321.
36. Obrycki, J.J., Orr, D.B., Orr, C.J., Wallendorf, M., and Flanders, R.V. 1993. Comparative development and reproductive biology of three population of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 3: 27-33.
37. Rodriguez-Saona, C., and Miller, J.C. 1995. Life history traits in *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) after selection for fast development. *Biological Control*, 5: 389-396.
38. Sadre, Mohammadi, R., Samih, M.A., Rezvani, A., and Talebi, A.A. 2007. Demographic parameters of wrinkling aphid of pistachio leaf, *Forda hirsuta* Mordv.

- (Hem.: Pemphigidae) insitu of rafsanjan's orchards. *Communication in Agriculture and Applied Biological Science*, 72 (3): 475-485.
39. Samih, M.A., and Izadi, H. 2006. Age specific reproduction parameters of cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) and silverleaf whitefly (*B. argentifolii*) on cotton and rapeseed. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(3): 302-305.
  40. Samih, M.A. 2007. Demographic parameters of silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring on cotton in Iran. XVI International Plant Protection Congress, Glasgow, UK. 746-747.
  41. Southwood, R., and Henderson, P.A. 2000. *Ecological Methods*. 3<sup>rd</sup> edition. Blackwell Science, 592 p.
  42. Tasai, J.H., and Wang, J.J. 2001. Effect of host plant on biology and life table parameters *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 30(1): 44-50.
  43. Uygum, N., and Elekciogula, N.Z. 1998. Effect of three Diaspididae prey species on development and fecundity of the lady beetle *Chilocorus bipustulatus* in the laboratory. *Biocontrol*, 43: 153-162.