

جدول زندگی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک مرکبات *Pulvinaria aurantii* روی نارنگی کلمانتین و نارنج

مریم بزرگ امیرکلانی^{۱*}، سید علی اصغر فتحی^۲، علی گلی زاده^۲ و سید اسمعیل مهدویان^۳
۱. دانشجوی دکتری، دانشیاران دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳. استادیار ایستگاه تحقیقات گیاه پزشکی خشکداران، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
(تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۱۶ - تاریخ تصویب: ۹۳/۶/۲۵)

چکیده

کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant یکی از کارآمدترین شکارگرهای بالشک مرکبات *Pulvinaria aurantii* Cockerell است. در این تحقیق، ویژگی‌های زیستی کفشدوزک *C. montrouzieri* با تغذیه از کیسه‌های تخم *P. aurantii* پرورش یافته روی برگ‌های دو گیاه میزبان (نارنگی کلمانتین و نارنج) در شرایط کنترل شده در دمای 26 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی بررسی شد. داده‌ها براساس مدل جدول زندگی دوجنسی سن-مرحله زیستی، تجزیه و تحلیل شدند. این کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک روی نارنگی کلمانتین در مقایسه با نارنج به‌طور معناداری نشو و نمای سریع‌تر و باروری بیشتری داشت. اختلافات معناداری در پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک در دو تیمار مشاهده شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ منتهای افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و طول دوره یک نسل (T) به ترتیب، 0.122 روز^{-۱}، $1/129$ روز^{-۱}، $3.09/0$ نتاج ماده و $47/1$ روز روی نارنگی کلمانتین و 0.110 روز^{-۱}، $1/116$ روز^{-۱}، $2.14/2$ نتاج ماده و $48/8$ روز روی نارنج محاسبه شد. نتایج نشان داد که تأثیرات مثبت گیاه میزبان روی پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک در تغذیه از کیسه‌های تخم *P. aurantii* روی نارنگی کلمانتین در مقایسه با نارنج بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: بالشک، تولیدمثل، کفشدوزک، گیاه میزبان، نشو و نما.

مقدمه

روش‌های کنترل سالم مانند کنترل بیولوژیک با هدف کاهش تأثیرات مضر روی محیط زیست، ضروری به نظر می‌رسد (van Driesche, 1994). کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) یکی از شکارگرهای مهم بالشک مرکبات است (Halaji, DeBach. & Schlinger, 1964; Sani, 1999). این کفشدوزک به‌طور وسیع در برنامه‌های کنترل بیولوژیک گونه‌های مختلف شپشک‌ها و بالشک‌ها در جهان کاربرد دارد (Kairo et al., 2013). این شکارگر از تخم‌های بالشک مرکبات در مقایسه با تخم‌های شپشک آردآلود به مقدار بیشتری تغذیه می‌کند (Gharizadeh et al., 2004). رشته‌های مومی تولیدشده

بالشک مرکبات، *Pulvinaria aurantii* Cockerell (Hem.: Coccidae) یکی از مهم‌ترین آفات مرکبات در شمال کشور است که با تغذیه از شیرۀ گیاهی موجب ضعف درخت شده و در شرایط طغیانی موجب خسارت شدید و ریزش برگ، میوه و خشک شدن گیاه می‌شود. علاوه بر آن، این آفت با ترشح زیاد عسلک سبب رشد قارچ فوماژین نیز می‌شود و در نتیجه کیفیت و بازارپسندی میوه‌ها به شدت کاهش می‌یابد (Hallaji-Sani, 1999; Damavandian, 2006). مصرف بی‌رویه سموم به‌منظور کنترل این بالشک تأثیرات جانبی نامطلوبی بر محیط زیست و ظهور زئونوتیپ‌های مقاوم بالشک به اغلب حشره‌کش‌ها می‌گذارد (Bedford et al.,

تأیید در شرایط طبیعی می‌تواند در طراحی برنامه‌های مدیریت تلفیقی بالشک در باغ‌های مرکبات مفید باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها در اتاقک رشد با دمای 26 ± 1 درجه سانتی-گراد، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام گرفت.

گیاه میزبان

نهال‌های یکساله گیاهان میزبان به نام‌های نارنج، *Citrus aurantium* L. و نارنگی کلمانتین، *Citrus clementina* Hort. ex Tan. cv. Cadoux (با پایه نارنج) از ایستگاه تحقیقات مرکبات کترای شهرستان تنکابن وابسته به مرکز تحقیقات مرکبات کشور تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی به قطر دهانه ۲۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر در مخلوطی از خاک، ماسه، کود دامی به نسبت (۱:۱:۲) کشت شدند.

پرورش کلنی بالشک مرکبات

برای تهیه کلنی بالشک مرکبات، در چند نوبت شاخه‌های آلوده به پوره‌های سن‌سوم و حشرات کامل ماده بالشک از باغ‌های مرکبات شهرستان تنکابن جمع‌آوری و در میان نهال‌های یکساله هر دو گیاه میزبان آزمایش شدند. یک نسل بالشک مرکبات، روی هر یک از گیاهان میزبان مورد مطالعه پرورش داده شد.

جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک کریپتولموس

برای تهیه کلنی کفشدوزک کریپتولموس، لاروها و شفیره‌های آن از باغ‌های پرتقال (رقم سیاورز) تنکابن جمع‌آوری و داخل ظروف پلاستیکی به ابعاد $30 \times 30 \times 40$ سانتی‌متر دارای درپوش برای تهیه روی جوانه سیب‌زمینی آلوده به شپشک آردآلود مرکبات (*Planococcus citri* (Risso)) در شرایط تعریف‌شده در قبل تا ظهور حشره کامل نگهداری شدند. پس از ظهور حشرات کامل یک نر و یک ماده جفت شدند و هر جفت به‌طور جداگانه به ظروف تخم‌ریزی حاوی جوانه سیب‌زمینی آلوده به شپشک آردآلود منتقل شدند. حشرات کامل پس از تخم‌ریزی روزانه به ظرف‌های جدید منتقل شدند. قبل از شروع آزمایش‌ها، کفشدوزک کریپتولموس


توسط شپشک‌ها و بالشک‌ها جلب‌کننده و محرک تخم‌ریزی کفشدوزک *C. montrouzieri* هستند (Merlin et al., 1996). این کفشدوزک فقط در کیسه‌های تخم بالشک‌ها تخم‌ریزی می‌کند، زیرا این آفت تنها در مرحله کیسه تخم دارای رشته‌های مومی است (Gharizadeh et al., 2004). ظرفیت تولیدمثلی کفشدوزک‌ها به کیفیت و کمیت تغذیه‌شان بستگی دارد (Seagraves, 2009).

گونه گیاه میزبان می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم (با تحت تأثیر قرار دادن آفت) پارامترهای رشد جمعیت دشمنان طبیعی را تغییر دهد و در نتیجه موجب افزایش یا کاهش کارایی عوامل زنده شود (Price et al., 1980). مطالعات قبلی حاکی از آن است که ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی گیاهان میزبان کیفیت شکار (Omkar & Srivastava, 2003) نقش مهمی در نشو و نما و باروری کفشدوزک‌ها دارند. بنابراین، شناخت برهمکنش سه‌جانبه گیاه میزبان-آفت-شکارگر می‌تواند به‌طور بالقوه برای بهبود راهکارهای مدیریت محصول مؤثر باشد (Bottrell et al., 1998). تحقیقات زیادی در زمینه ویژگی‌های زیستی این کفشدوزک با تغذیه از طعمه‌های مختلف صورت گرفته است (Mani & Krishnamoorthy, 1997; Gharizadeh et al., 2011, 2004)، اما تا به امروز مطالعه‌ای در مورد تأثیر گیاهان میزبان آلوده به کیسه‌های تخم بالشک مرکبات روی پارامترهای زیستی *C. montrouzieri* انجام نگرفته است. در جدول زندگی تک‌جنسی جمعیت نرها و تفاوت طول دوره‌های رشدی بین افراد نادیده گرفته می‌شود و این به بروز اشتباه در تجزیه و تحلیل جدول زندگی منجر می‌شود (Chi & Yang, 2003). جدول زندگی سن-مرحله رشدی دوجنسی با همسان کردن نرخ‌های متنوع نشو و نما و نیز لحاظ کردن هر دو جنس نر و ماده نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988). بنابراین، در این تحقیق جدول زندگی *C. montrouzieri* با تغذیه از کیسه‌های تخم *P. aurantii* پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین و نارنج براساس نظریه جدول زندگی دوجنسی سن-مرحله رشدی بررسی شد که نتایج حاصله پس از

ماده تازه ظاهر شده از هر تیمار جفت شدند و هر جفت جداگانه درون ظروف پتری (قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی-متر) حاوی یک برگ از همان گیاه میزبان آلوده به پنج کیسه تخم بالشک به منظور تعیین طول عمر حشرات کامل، باروری و طول دوره تخم‌ریزی انتقال یافتند. برگ‌های درون ظروف روزانه با برگ‌های جدید از همان گیاه میزبان و آلوده به پنج کیسه تخم بالشک تعویض شدند و تعداد تخم‌های گذاشته شده کفشدوزک درون کیسه‌های تخم *P. aurantii* زیر استریومیکروسکوپ با تشریح شمارش شدند. این کار تا زمان مرگ حشرات کامل نر و ماده در هر ظرف ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها بر مبنای نظریه جدول زندگی دوجنسی ویژه سن-مرحله با نرم‌افزار Two-Sex-MSchart (Chi, 2014) تجزیه شدند. در تشکیل جدول زندگی دوجنسی از داده‌های هر دو جنس ماده و نر استفاده می‌شود. بر این اساس نرخ بقا ویژه سن و مرحله زیستی (S_{xj})، باروری ویژه سن و مرحله زیستی (f_{xj}) و ارزش تولیدمثلی ویژه سن و مرحله زیستی (V_{xj}) برآورد شد. همچنین نرخ بقا ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی جمعیت (m_x) با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد که x و j به ترتیب نمایانگر سن و مرحله زیستی و β بیانگر تعداد مرحله زیستی است (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988).

 $l_x = \sum_{j=1}^{\beta} l_{xj} f_{xj}$ (بسته به سن لاروهای گیاهان میزبان مورد مطالعه) قرار داده شد. این کار تا زمان تکمیل نشو و نمای لارو

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} l_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} l_{xj}}$$

پارامتر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) براساس معادله Euler-Lotka که در زیر آمده است، برآورد شد، به طوری که سن حشره از روز صفر در نظر گرفته شد (Goodman, 1982).

طی یک دوره نشو و نمای از تخم تا حشره کامل از کیسه‌های تخم بالشک مرکبات پرورش یافته روی هر یک از دو گیاهان میزبان مورد مطالعه در ظروف پرورش تغذیه کرد. بدین منظور روزانه برگ‌های هر یک از گیاهان میزبان آلوده به کیسه‌های تخم بالشک در اختیار لاروهای کفشدوزک در ظروف پرورش قرار داده شد.

جدول زندگی

برای به دست آوردن تخم‌های همسن کفشدوزک برای شروع آزمایش‌ها، حشرات کامل ظاهر شده از همان گیاه میزبان جفت (یک نر و یک ماده) شدند و به داخل ظروف آزمایشی (قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی-متر) حاوی یک برگ از همان گیاه میزبان و آلوده به کیسه‌های تخم بالشک منتقل شدند. این ظروف روزانه بررسی و حشرات کامل به ظروف جدید منتقل شدند. به این ترتیب تعداد ۷۰ تخم با عمر کمتر از ۲۴ ساعت برای هر تیمار به طور تصادفی انتخاب شدند و داخل ظروف پتری به قطر ۹ سانتی-متر و مجهز به سوراخ تهویه با پوشش توری نگهداری شدند. تخم‌ها همراه با بخشی از کیسه مومی بالشک بودند. این ظروف روزانه تا زمان خروج لاروهای سن یک کفشدوزک بررسی شدند. لاروهای سن اول تفریخ شده از تخم‌ها به صورت انفرادی به داخل ظروف پتری مجزا حاوی یک برگ از همان گیاه میزبان و آلوده به کیسه‌های تخم بالشک انتقال داده شدند. براساس یک آزمایش مقدماتی روزانه تعداد دو تا پنج کیسه تخم بالشک مرکبات پرورش یافته روی برگ‌های هر یک از دو گیاهان میزبان مورد مطالعه (بسته به سن لاروهای کفشدوزک) در اختیار لاروهای *C. montrouzieri* قرار داده شد. این کار تا زمان تکمیل نشو و نمای لارو کفشدوزک به شغیره در هر ظرف ادامه یافت. این ظروف روزانه تا زمان ظهور حشرات کامل کفشدوزک تعیین طول دوره نشو و نمای مراحل نابالغ کفشدوزک در هر دو تیمار، بررسی شدند. همچنین حشرات کامل کفشدوزک ظاهر شده از هر یک از دو تیمار از طریق رنگ پاهای جلویی تعیین جنسیت شدند. پاهای جفت اول در حشرات نر کفشدوزک، قهوه‌ای مایل به قرمز و در حشرات ماده سیاه‌رنگ است (Mani & Krishnamoorthy, 1997). در ادامه کفشدوزک‌های نر و

Baskaran et al. (1999) و ۱۳/۰ روز توسط Ghorbanian et al. (2011) گزارش شد. (2004 Gharizadeh et al.) طول دوره لاروی و طول دوره نشو و نمای مراحل نابالغ کفشدوزک کریپتولوموس را در دمای ۲۵ درجه سانتی-گراد روی ترکیبی از تخم‌ها و پوره‌های بالشک مرکبات جمع‌آوری شده از چندین گیاه میزبان به ترتیب ۱۵/۶ و ۳۰/۸ روز گزارش کردند. این اختلافات نشان می‌دهد که علاوه بر نوع طعمه، مرحله زیستی طعمه نیز می‌تواند تأثیر بسزایی در نرخ نشو و نمای کفشدوزک داشته باشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تخم‌های بالشک از ارزش غذایی بیشتری نسبت به پوره‌های آن برخوردارند. شرایط دمایی، رطوبتی و نوری آزمایش نیز می‌تواند نتایج حاصل را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین در برخی مطالعات قبلی گزارش شده است که پارامترهای چرخه زندگی بسیاری از کفشدوزک‌ها به‌طور چشمگیری به ویژگی‌های گیاه میزبان طعمه‌شان بستگی دارد که منطبق بر نتایج حاصل از پژوهش حاضر است (Garcia & O'Neil, 2000; Francis et al., 2001; Al-zyoud et al., 2005; Wu et al., 2010).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که طول عمر حشرات کامل نر و ماده (به ترتیب $P=0/7502$, $df=43$, $t=0/32$ و $P=0/6002$, $df=45$, $t=0/53$)، طول دوره پیش از تخم‌ریزی ($P=0/2190$, $df=45$, $t=1/25$) و طول دوره تخم‌ریزی ($P=0/2955$, $df=45$, $t=1/06$) کفشدوزک‌های پرورش‌یافته روی برگ‌های هر یک از دو میزبان آلوده به کیسه تخم بالشک مرکبات اختلاف معناداری نداشتند (جدول ۲)؛ در صورتی که کل دوره پیش از تخم‌ریزی کفشدوزک (فاصله زمانی از تولد فرد تا اولین تخم‌ریزی) با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک روی نارنگی کلمانتین ($P=0/2955$, $df=45$, $t=1/06$) نسبت به نارنج ($P=0/2190$, $df=45$, $t=1/25$) به‌طور معناداری کوتاه‌تر بود ($P=0/0001$, $df=45$, $t=4/21$) (جدول ۲). علاوه بر آن اختلاف معناداری بین میانگین تعداد تخم گذاشته‌شده به ازای هر ماده کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک پرورش‌یافته روی برگ‌های دو گیاه میزبان مشاهده شد ($P<0/0001$, $df=45$, $t=5/15$) (جدول ۲).

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ متنه‌ای افزایش جمعیت (λ) و میانگین طول هر نسل (T) نیز با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$\lambda = e^r, \quad T = (\ln R_0) / r, \quad R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

داده‌های مربوط به نشو و نمای هر یک از مراحل زیستی و باروری با آزمون T به وسیله نرم‌افزار SAS (1999) مقایسه شدند. میانگین و خطای استاندارد پارامترهای رشد جمعیت توسط روش Bootstrap با ۱۰۰۰۰ تکرار محاسبه شد (Efron & Tibshirani, 1993; Huang & Chi, 2013). داده‌های Bootstrap برای دو تیمار بر مبنای آزمون T به وسیله نرم‌افزار TWOSEX-MSChart (Chi, 2014) مقایسه شدند. ترسیم نمودارها با نرم‌افزار Sigmaplot 12.0 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که طول دوره نشو و نمای جنینی، طول دوره پیش‌شغیرگی و طول دوره شغیرگی *C. montrouzieri* بین دو تیمار اختلاف معناداری را نشان نداد (به ترتیب $P=0/2541$, $df=116$, $t=1/15$; $P=0/1173$, $df=99$, $t=1/58$ و $P=0/7341$, $df=90$, $t=0/34$) (جدول ۱)؛ در صورتی که طول دوره نشو و نمای لاروی کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین ($P=0/07$, $t=12/34$ روز) در مقایسه با نارنج ($P=0/082$, $df=99$, $t=2/70$) به‌طور معناداری کوتاه‌تر بود (جدول ۱).

همچنین، طول دوره نشو و نمای از تخم تا حشره کامل *C. montrouzieri* با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین ($P=0/09$, $t=27/48$ روز) در مقایسه با نارنج ($P<0/0001$, $df=90$, $t=5/23$) (جدول ۱). در مطالعات قبلی طول دوره نشو و نمای لاروی این کفشدوزک روی شپشک

جدول ۱. طول دورهٔ نشو و نمای مراحل نابالغ کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* (روز \pm SE) با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک مرکبات پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین و نارنج

گیاه میزبان	مراحل مختلف زیستی کفشدوزک			
	تخم	لارو	پیش‌شغیره	شغیره
نارنگی کلمانتین	۴/۳۳±۰/۰۶ (۶۳) a	۱۲/۰۷±۰/۰۷ (۵۴) b	۲/۲۲±۰/۱۴ (۵۴) a	۸/۹۶±۰/۰۷ (۵۲) a
نارنج	۴/۴۴±۰/۰۷ (۵۵) a	۱۲/۳۴±۰/۰۷ (۴۷) a	۲/۴۸±۰/۱۶ (۴۷) a	۹/۰۰±۰/۰۹ (۴۰) a

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال $P < 0.05$ است.
*اعداد در پرانتز بیانگر تعداد نمونه است.

کلمانتین و نارنج به ترتیب ۸۰/۱۰ و ۷۵۲/۷ تخم تعیین شد که بیشتر از مقادیر باروری گزارش شده در مطالعات قبلی بود. برای مثال، باروری این کفشدوزک با تغذیه از *P. aurantii* *Maconellicoccus hirsutus* (Green) و *P. citri* به ترتیب ۱۱۸/۷، ۳۹۰/۰ و ۴۳۳/۱ تخم به ازای یک ماده گزارش شده است (Persad & Khan 2002; Gharizadeh *et al.*, 2004; Ghorbanian *et al.*, 2011). با وجود این، مقادیر باروری کفشدوزک به دست آمده در تحقیق حاضر با مقدار باروری گزارش شده برای این کفشدوزک با تغذیه از *P. citri* (۸۰۵) تخم به ازای هر ماده (توسط Özgökce *et al.* (2006) مطابقت دارد. اختلافات در نتایج حاصل از این تحقیق در مقایسه با مطالعات قبلی را می‌توان به متفاوت بودن نوع گیاه میزبان، نوع و مرحلهٔ زیستی طعمه و شرایط آزمایش نسبت داد.

تفاوت در میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده به ازای هر ماده کفشدوزک روی برگ‌های آلوده به کیسه‌های تخم بالشک دو گیاه میزبان حاکی از آن است که کیفیت غذایی کیسه‌های تخم پرورش‌یافته روی این دو گیاه میزبان متفاوت است. به عبارت دیگر، گونهٔ گیاه میزبان می‌تواند کیفیت طعمه و در نتیجه تولیدمثل کفشدوزک‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (Hodek & Honek, 2009). تأثیر معنادار گونه‌های گیاه میزبان آلوده به طعمه‌های مختلف در باروری کفشدوزک‌ها در مطالعات قبلی نیز گزارش شده است (Le Rü & Mitsipa, 2000; Francis *et al.*, 2001; Al-zyoud *et al.*, 2005). در کل، برای درک بهتر تأثیر ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه میزبان در کیفیت تغذیه‌ای بالشک نسبت به کفشدوزک *C. montrouzieri* باید مطالعات تکمیلی بیشتری در آینده انجام گیرد. در این تحقیق باروری به ازای هر ماده *C. montrouzieri* روی نارنگی

جدول ۲. طول دورهٔ نشو و نمای مراحل نابالغ کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* (روز \pm SE) با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک مرکبات پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین و نارنج

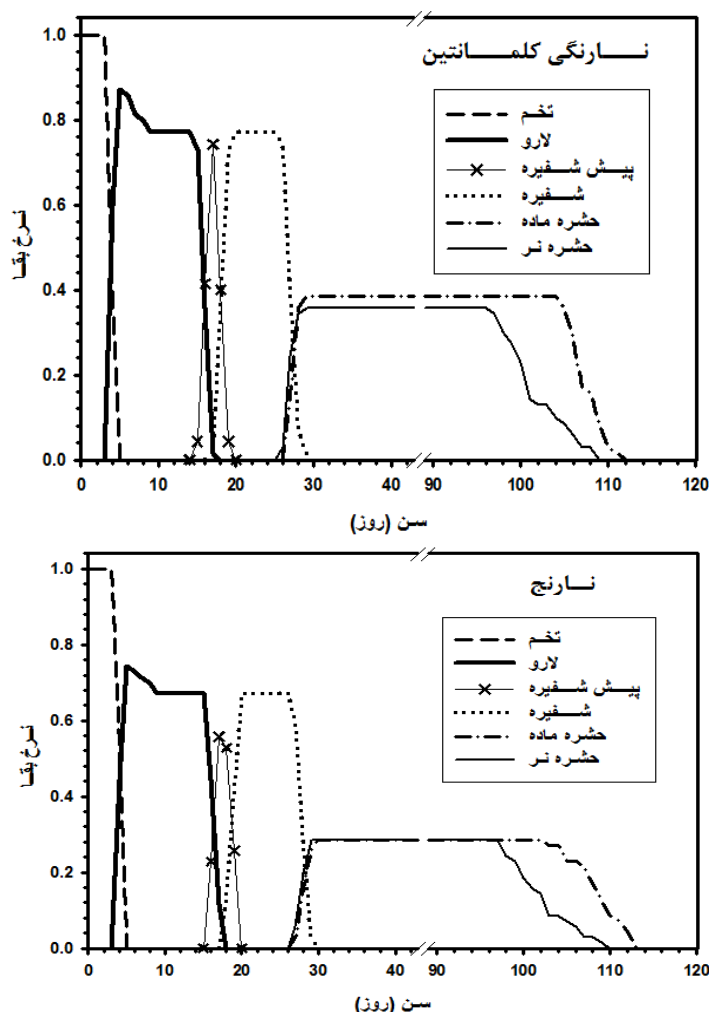
گیاه میزبان	تعداد	باروری	دورهٔ پیش از تخم‌ریزی پس از بلوغ	کل دورهٔ پیش از تخم‌ریزی	دورهٔ تخم‌ریزی	طول عمر حشرهٔ ماده	تعداد	طول عمر حشرهٔ نر
نارنگی کلمانتین	۲۷	۸۰/۱۰۰±۷/۱۲a	۴/۱۱±۰/۰۶a	۳۱/۷۸±۰/۱۱b	۷/۱۳±۰/۴۱a	۸۰/۱۹±۰/۳۹a	۲۵	۷۴/۸۸±۰/۷۰a
نارنج	۲۰	۷۵۲/۶۵±۵/۱۱b	۴/۲۵±۰/۱۰a	۳۲/۷۰±۰/۲۱a	۷/۵۰±۰/۶۷a	۸۰/۵۵±۰/۶۱a	۲۰	۷۴/۵۵±۰/۷۶a

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال $P < 0.01$ هستند.

به ترتیب ۰/۳۵ و ۰/۳۸ روی نارنگی کلمانتین و ۰/۲۹ و ۰/۲۹ روی نارنج ثبت شد (شکل ۱). منحنی‌های نرخ بقای ویژهٔ سنی (l_x)، باروری ویژهٔ سنی ماده (f_{xS})، باروری ویژهٔ سنی جمعیت (m_x) و زایش ویژهٔ سنی ($l_x m_x$) در شکل ۲ نشان داده شده است. در هر دو تیمار نرخ بقای این کفشدوزک با افزایش سن کاهش یافت و تولیدمثل نیز از روز ۳۱ شروع شد. اوج منحنی‌های (f_{xS})، (m_x) و

نرخ بقای ویژهٔ سن - مرحله (S_{xy}) برای هر یک از مراحل مختلف زیستی و همچنین همپوشانی بین این مراحل برای هر تیمار در شکل ۱ نشان داده شده است. در واقع نرخ بقا (S_{xy}) احتمال رسیدن یک فرد تازه متولد شده به هر سن و مرحلهٔ زیستی را نشان می‌دهد. احتمال بقای یک فرد تازه متولد شده تا حشرهٔ کامل نر و مادهٔ کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک

روی نارنگی کلمانتین در روز ۳۳ و روی نارنج در روز ۳۴ مشاهده شد.



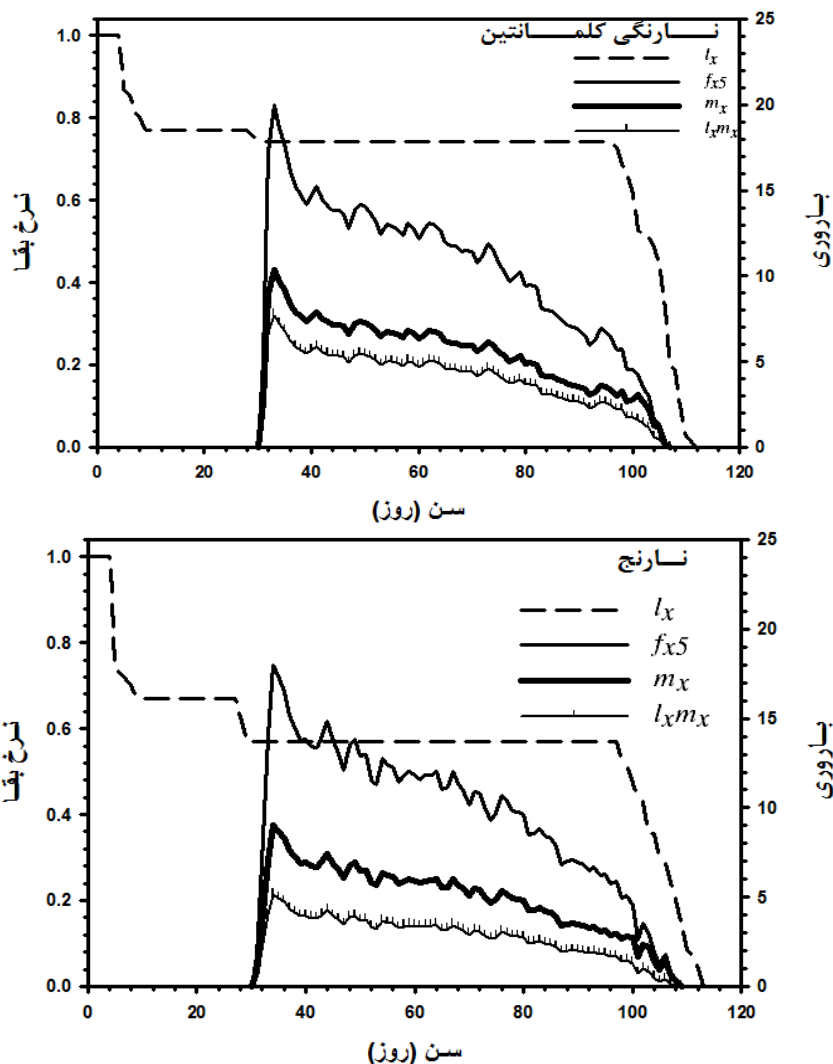
شکل ۱. منحنی‌های تعداد نسبی افراد زنده‌مانده در هر گروه سنی - مرحله زیستی (S_{ij}) کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* با تغذیه از بالشک روی نارنگی کلمانتین و نارنج

کلمانتین در روز ۳۲ و روی نارنج در روز ۳۴ ثبت شد (شکل ۳). این نتایج نشان می‌دهد که حشره ماده در سنین ذکرشده در بالا برای هر گیاه میزبان نسبت به سنین دیگر بیشترین سهم را در جمعیت نسل آینده دارند. محاسبه پارامترهای جدول زندگی حشرات به‌ویژه نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) در تخمین رشد جمعیت آنها روی گیاهان میزبان مختلف بسیار مهم است (Southwood & Henderson, 2000). در این تحقیق نرخ ذاتی افزایش طبیعی *C. montrouzieri* با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین (۰/۱۲۲ روز^{-۱}) در مقایسه با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک پرورش‌یافته روی نارنج (۰/۱۱۰)

براساس منحنی باروری ویژه سنی ماده (f_{xS}) حداکثر تخم‌ریزی روزانه کفشدوزک با تغذیه از بالشک پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین ۲۰ تخم و روی نارنج ۱۸ تخم به‌دست آمد (شکل ۲). ارزش تولیدمثلی ویژه سن و مرحله زیستی (V_{ij} ، تعداد نتاجی است که انتظار می‌رود توسط هر فرد در سن x و مرحله رشدی z در باقی‌مانده عمرش تولید شود. به عبارتی ارزش تولیدمثلی میزان مشارکت افراد را در نسل آینده نشان می‌دهد که برای فرد تازه متولدشده در مرحله نخست (V_{01}) همان نرخ متناهی افزایش جمعیت است. نقطه اوج در منحنی ارزش تولیدمثلی برای حشره کامل ماده کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک پرورش‌یافته روی نارنگی

اختلاف معناداری در مدت زمان یک نسل (T) کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک روی دو تیمار وجود داشت. مقدار این پارامتر روی نارنگی کلمانتین (۴۷/۱ روز) در مقایسه با نارنج (۴۸/۸ روز) به‌طور معناداری کوتاه‌تر بود ($P < 0.0001$, $df = 138$, $t = 19.06$) (جدول ۳).

روز^{-۱}) به‌طور معناداری بیشتر بود ($P < 0.0001$ ، نرخ خالص تولیدمثل (جدول ۳). $t = 15.57$, $df = 138$). کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک روی نارنگی کلمانتین و نارنج به‌ترتیب ۳۰۹/۰ و ۲۱۴/۲ ماده / ماده به‌دست آمد که این اختلاف نیز معنادار بود ($P < 0.0001$, $df = 138$, $t = 12.80$) (جدول ۳). همچنین

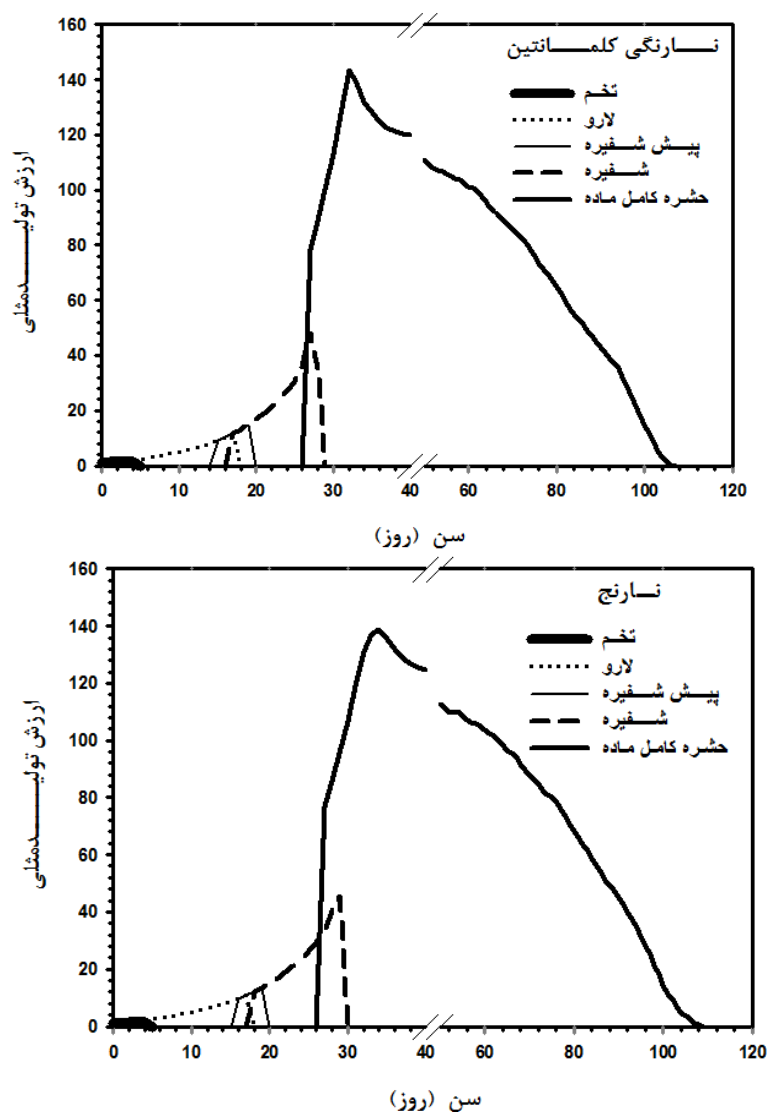


شکل ۲. نرخ بقای ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه سنی ماده (f_{x5})، باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x) و زایش ویژه سنی ($l_x m_x$) کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* با تغذیه از بالشک روی نارنگی کلمانتین و نارنج

از نارنج (۱/۱۱۶ روز^{-۱}) محاسبه شد ($P < 0.0001$ ، $Persad \& Khan (2002)$ (جدول ۳). $t = 8.48$, $df = 138$). مقادیر (r_m) ، (R_0) و (T) کفشدوزک را با تغذیه از *M. hirsutus* روی ختمی چینی گل‌سرخ در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب ۰/۱۳۵ روز^{-۱}، ۲۲۷/۲ نتاج ماده و ۴۰/۱ روز و (2011) *Ghorbanian et al.* مقدار

در واقع جمعیت کفشدوزک با تغذیه از بالشک روی نارنگی کلمانتین در مقایسه با نارنج در مدت زمان کمتری به اندازه نرخ خالص تولیدمثل (R_0) افزایش یافت. علاوه بر آن، نرخ متناهی افزایش جمعیت کفشدوزک با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک روی نارنگی کلمانتین (۱/۱۲۹ روز^{-۱}) به‌طور معناداری بیشتر

این پارامترها را برای کفشدوزک با تغذیه از *P. citri* روی گیاه حسن یوسف در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۰/۰۹۲ روز^{-۱}، ۱۲۵/۳ نتاج ماده و ۵۲/۴ روز به-دست آوردند.



شکل ۳. منحنی‌های ارزش تولیدمثلی سنی- مرحله زیستی (V_{xj}) کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* با تغذیه از بالشک روی نارنگی کلمانتین و نارنج

کفشدوزک علاوه بر نوع طعمه به مطلوبیت گیاه میزبان نیز بستگی دارد. ویژگی‌های ریخت‌شناسی، محتویات شیمیایی و متابولیت‌های سمی گیاه میزبان می‌توانند عملکرد دشمنان طبیعی را به‌طور غیرمستقیم با تأثیر بر کیفیت طعمه یا به‌طور مستقیم با تأثیر بر جلب‌کنندگی و توانایی جست‌وجوگری شکارگر تغییر دهند (Vet & Dicke, 1992; Garcia & O'Neil, 2000). در کل براساس یافته‌های ما در مطالعات جدول زندگی، افزایش نرخ نشو و نما، بقا و باروری کفشدوزک *C.*

مقدار کمتر r_m گزارش شده برای کفشدوزک با تغذیه از *P. citri* در مطالعه Ghorbanian et al. (2011) در مقایسه با تحقیق حاضر می‌تواند با طول دوره نسلی طولانی‌تر و نرخ خالص تولیدمثل کمتر مرتبط باشد. همچنین، مقدار r_m بالاتر گزارش شده توسط Persad & Khan (2002) برای این کفشدوزک در مقایسه با نتایج تحقیق حاضر می‌تواند با طول دوره نسلی کوتاه‌تر کفشدوزک با تغذیه از *M. hirsutus* در ارتباط باشد. بنابراین پارامترهای رشد جمعیت

یابد. نتایج این تحقیق پس از تأیید در شرایط طبیعی می‌تواند در برنامه‌های کنترل بیولوژیک *P. aurantii* در باغ‌های مرکبات مفید باشد و استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی را در مدیریت پایدار بالشک مرکبات در منطقه کاهش دهد.

montrouzieri روی نارنگی کلمانتین آلوده به بالشک در مقایسه با نارنج موجب خواهد شد که رشد جمعیت کفشدوزک روی نارنگی کلمانتین در مقایسه با نارنج بیشتر شود و در نتیجه کارایی کفشدوزک در کنترل کیسه‌های تخم بالشک روی نارنگی کلمانتین افزایش

جدول ۳. پارامترهای رشد جمعیت کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* (روز ± SE) با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک

مرکبات پرورش‌یافته روی نارنگی کلمانتین و نارنج				
T	λ	R_0	r_m	گیاه میزبان
۴۷/۱۰±۰/۳۰ b	۱/۱۲۹±۰/۰۰۴ a	۲۰۹/۰۲±۴۶/۶۸ a	۰/۱۲۲±۰/۰۰۳ a	نارنگی کلمانتین
۴۸/۷۶±۰/۶۶ a	۱/۱۱۶±۰/۰۰۲ b	۲۱۴/۲۱±۴۰/۷۹ b	۰/۱۱۰±۰/۰۰۴ b	نارنج

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنادار در سطح احتمال $P < 0.01$ هستند.

جمعیت کفشدوزک روی گیاه میزبان نارنگی کلمانتین آلوده به بالشک مرکبات در مقایسه با نارنج بیشتر خواهد شد.

نتیجه‌گیری کلی
در این آزمایش‌ها، نشو و نمای کفشدوزک کریپتولوموس با تغذیه از کیسه‌های تخم بالشک روی نارنگی کلمانتین در مقایسه با نارنج سریع‌تر تکمیل شد و میزان تولیدمثل و درصد بقاء، بیشتر بود. این حالت موجب افزایش رشد

REFERENCES

- Al-Zyoud, F., Tort, N. & Sengonca, C. (2005). Influence of host plant species of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom., Aleyrodidae) on some of the biological and ecological characteristics of the entomophagous *Serangium paracetosum* Sicard (Col., Coccinellidae). *Journal of Pest Science*, 78(1), 25–30.
- Baskaran, R. K. M., Lakshmi, L. G. & Uthamasamy, S. (1999). Comparative biology and predatory potential of Australian ladybird beetle (*Cryptolaemus montrouzieri*) on *Planococcus citri* and *Dactylopius tomentosus*. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 69(8), 605–606.
- Bedford, E. C. G., van den Berg, M. A. & De Villiers, E. A. (1998). *Citrus pests in the Republic of South Africa* (2nd ed.). Nelspruit: ARC Institute for Tropical and Subtropical Crops.
- Bottrell, D. G., Barbosa, P. & Gould, F. (1998). Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology*, 43, 347–367.
- Chi, H. (1988). Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17(1), 26–34.
- Chi, H. (2014). Twosex-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. (<http://140.120.197.173/Ecology/Download/Twosex-MSChart.zip>).
- Chi, H. & Liu, H. (1985). Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 24(2), 225–240.
- Chi, H., & Yang, T. C. (2003). Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 32(2), 327–333.
- Damavandian, M. R. (2006). Laboratory bioassay to estimate LC50 & LC 90 of mineral oil against second, third instars and adult female of *Pulvinaria aurantii* Cockerell. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13(4), 55–61. (In Persian with English abstract).
- DeBach, P. & Schlinger, E. I. (1964). *Biological control of insect pests and weeds*. London: Chapman and Hall.
- Efron, B. & Tibshirani, R. J. (1993). *An introduction to the bootstrap*. New York: Chapman and Hall.
- Francis, F., Haubruge, E., Hastir, P. & Gaspar, C. (2001). Effect of aphid host plant on development and reproduction of the third trophic level, the predator *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 30(5), 947–952.
- Garcia, J. F. & O'Neil, R. J. (2000). Effect of Coleus size and variegation on attack rates, searching strategy and selected life history characteristics of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 18 (3), 225–234.

14. Gharizadeh, E., Hatami B. & Seyedoleslami, H. (2004). Comparison of Biological Characteristics of *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Col.: Coccinellidae) on *Planococcus citri* Risso (Hom.: Pseudococcidae) and *Pulvinaria aurantii* Cockerell (Hom.: Coccidae) in Laboratory. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8 (2), 217-228. (In Persian with English abstract).
15. Ghorbanian, S., Aghdam, H. R., Ghajarieh, H. & Malkeshi, S. H. (2011). Life cycle and population growth parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) reared on *Planococcus citri* (Risso) (Hem.: Pseudococcidae) on Coleus. *Journal of the Entomological Research Society*, 13(2), 53-59.
16. Goodman, D. (1982). Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. *The American Naturalist*, 119(6), 803-823.
17. Hallaji-Sani, M. F. (1999). Investigation on the bioecology of *Pulvinaria aurantii* Ckll. (Hom.:Coccidae) in north of Iran. MSc., thesis. Guilan University, Iran. (In Persian).
18. Hodek, I. & Honek, A. (2009). Scale insects, mealybugs, whiteflies and psyllids (Hemiptera, Sternorrhyncha) as prey of lady beetles. *Biological Control*, 51(2), 232-243.
19. Huang, Y. B. & Chi, H. (2013). Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. *Journal of Applied Entomology*, 137(5), 327-339.
20. Kairo, M. T. K., Paraiso, O., Gautam, R. D. & Peterkin, D. D. (2013). *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. *CAB Reviews*, 8, 1-20.
21. Le Rü, B. & Mitsipa, A. (2000). Influence of the host plant of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* on life-history parameters of the predator *Exochomus flaviventris*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95(2), 209-212.
22. Mani, M. & Krishnamoorthy, A. (1997). Australian lady bird beetle *Cryptolaemus montrouzieri*. *Madras Agriculture Journal*, 84(5), 237-249.
23. Merlin, J., Lemaitre, O. & Gregoire, J. C. (1996). Oviposition in *Cryptolaemus montrouzieri* stimulated by wax filaments of its prey. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79(2), 141-146.
24. Omkar, & Srivastava, S. (2003). Influence of six aphid prey species on development and reproduction of a ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*. *Biocontrol*, 48(4), 379-393.
25. Özgökce, M. S., Atlihan, R. & Karaca, I. (2006). The life table of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) after different storage periods. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 4(1), 282-287.
26. Persad, A. & Khan, A. (2002). Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*. *Biocontrol*, 47(2), 137-149.
27. Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPherson, B. A., Thompson, J. N. & Weis, A. E. (1980). Interactions among three trophic levels: influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11, 41-65.
28. SAS Institute. (1999). SAS/Stat usera guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.
29. Seagraves, M. P. (2009). Lady beetle oviposition behavior in response to the trophic environment. *Biological Control*, 51(2), 313-322.
30. Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological methods* (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science.
31. van Driesche R. G. (1994). Classical biological control of environmental pests. *Florida Entomologist*, 77(1), 20-33.
32. Vet, L. E. M. & Dicke, M. (1992). Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 37, 141-172.
33. Wu, X. H., Zhou, X. R. & Pang, B. P. (2010). Influence of five host plants of *Aphis gossypii* Glover on some population parameters of *Hippodamia variegata* (Goeze). *Journal of Pest Science*, 83(2), 77-83.