دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ۴۶۶۸-۲۰۰۸
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ۹، شماره ۱، سال ۱۳۹۶، (۳۵-۴۹)

اثرات مقادیر زیر کشنده (LC_{25}) اسانس رازیانه و پونه روی پارامترهای زیستی زنجرک خرما *Ommatissus lybicus* (Homoptera: Tropiduchidae)

آزیتا دهقان[۱]، آرزو پاینده[۲*]، سهراب ایمانی[۱]، محمود شجاعی[۱]، هادی استوان[۳]

۱- به‌ترتیب دانشجو دکتری، استادیار و استاد، دانشگاه آزاد تهران، واحد علوم و تحقیقات، گروه حشره‌شناسی
۲- استادیار، دانشگاه آزاد واحد بم، دانشکده کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی
۳- استاد، دانشگاه آزاد واحد شیراز، دانشکده کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی.

چکیده

زنجرک خرما *Ommatissus lybicus* یکی از آفات مهم خرما در بسیاری از نقاط جهان و ایران است. برای کنترل این آفت در نواحی که آلودگی بالا است از آفت‌کش‌ها استفاده می‌شود. باتوجه به خطر آفت‌کش‌ها، مطالعه در مورد جایگزین‌های بی‌خطر ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات زیر کشنده (LC_{25}) اسانس گیاهان پونه و رازیانه روی پارامترهای جدول زندگی زنجرک خرما با استفاده از جدول زندگی دوجنسی می‌باشد. مقادیر LC_{25} برای اسانس پونه و اسانس رازیانه به‌ترتیب ۲۳ و ۳۰ میکرولیتر بر لیتر بود. نتایج نشان داد که اسانس‌ها باعث کاهش معنی‌داری در باروری، تعداد روزهای تخم‌ریزی و نرخ بقا پیش از بلوغ زنجرک خرما شدند. بیشترین و کمترین دوره پیش از بلوغ به‌ترتیب در اسانس پونه (۰/۲۱±۷۶/۰۹ روز) و شاهد (۰/۲۴±۷۳/۸۸ روز) مشاهده گردید. همچنین، بیشترین طول عمر بالغین در شاهد (۰/۳۲±۱۶/۶۳ روز) و کمترین آن در اسانس پونه (۰/۴۲±۱۶/۰۰ روز) بود. به علاوه، پارامترهای جدول زندگی مانند نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل به‌طور معنی‌داری با استفاده از اسانس‌ها کاهش یافتند. اسانس‌ها باعث کاهش نرخ بقا و امید به زندگی زنجرک خرما شدند. کمترین نرخ بقا، m_x و e_{xj} در تیمار اسانس پونه مشاهده شد. نتایج نشان داد که اسانس پونه نسبت به اسانس رازیانه دارای تاثیرات بیشتری روی پارامترهای بیولوژیکی، نرخ بقا و باروری زنجرک خرما می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: زنجرک خرما، جدول زندگی دو جنسی، سم‌شناسی دموگرافیک

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *apayandeh185@yahoo.com*
تاریخ دریافت مقاله ۹۵/۶/۲۸- تاریخ پذیرش مقاله ۹۵/۱۲/۱۵

مقدمه

خرما (*Phonenix dactyliferal*) از گیاهانی است که از زمان‌های بسیار دور در مناطق بین مدار ۱۸ تا ۲۹ درجه شمالی توسط مردم بومی کشت می‌شده و سال‌های زیادی مهم‌ترین منبع انرژی و تغذیه انسان بوده است (Kashani, 1992). زنجرک خرما *Ommatissus lybicus* De Bergevin (Homoptera: Tropiduchidae) یکی از آفات مهم خرما در ایران و بسیاری از نقاط دیگر جهان است که خسارت قابل توجهی به این محصول وارد می‌کند. این گونه در ایران برای اولین‌بار در سال ۱۳۱۷ توسط افشار از جنوب ایران گزارش شده است. ۵ سن پورگی این حشره دارای فعالیت تغذیه‌ای بوده که از طریق تغذیه از شیره گیاهی و ضعیف شدن گیاه باعث ایجاد خسارت می‌شوند. فعالیت این آفت روی درختان دیگری مانند نخل باد بزنی، نخل پنجه‌ای و نارگیل نیز گزارش شده است (Behdad, 1998; Esmaeili *et al*., 1999).

در کشاورزی مدرن حفاظت از گیاهان به‌وسیله آفت‌کش‌های شیمیایی یک فاکتور اساسی در افزایش تولید به شمار می‌آید. از پیامدهای اساسی کاربرد حشره‌کش‌ها تاثیرات سوء این ترکیبات روی جانوران غیر هدف به‌ویژه حشرات مفید و همچنین تاثیر روی محیط زیست و سلامتی انسان است (Casida & Quitad, 2004). اثرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف زیاد آفت‌کش‌ها .و همچنین گسترش و طغیان آفات، ضرورت بازنگری در کنترل شیمیایی برای کاهش میزان مصرف آفت‌کش‌ها را ایجاب می‌کند. گیاهان به‌دلیل این که منبع غنی از مواد شیمیایی فعال هستند، می‌توانند جایگزینی برای آفت‌کش‌های در حال استفاده باشند (Kim *et al*., 2005; Daubi *et al*., 2005). مطالعات اخیر ثابت کرده است که مواد شیمیایی با خاصیت حشره‌کشی که از گیاهان منشا می‌گیرند در برابر گونه‌های خاص هدف فعال شده و به مواد غیر سمی در محیط تبدیل می‌شوند. این مواد بالقوه برای استفاده در مدیریت تلفیقی آفات مناسب هستند (Markouk *et al*., 2000; Tare *et al*., 2004). در حقیقت گیاهان در مسیر تکامل به یک سیستم دفاعی کارا در مقابل بیشتر حشرات دست یافته‌اند، به‌طوری‌که برخی از گیاهان یک منبع غنی از ترکیبات با خاصیت حشره‌کشی (Pavela, 2006)، ضدتغذیه‌ای (Wheeler & Isman, 2001)، محدودکننده رشد حشرات (Akhtar & Isman, 2004)، ممانعت کننده از تخم‌گذاری حشرات (Dimock & Renwick, 1991) و تنظیم‌کننده تولیدمثل حشرات (Pavela *et al*., 2005) هستند.

رازیانه *Foeniculum vulgare* Miller از گیاهان معطر و دارویی تیره چتریان Apiaceae بوده که منشا آن نواحی مدیترانه و جنوب اروپا گزارش شده است. تمام پیکر گیاه حاوی اسانس است که بر اثر تقطیر با بخار آب استخراج می‌شود. اسانس و عصاره این گیاه دارای خاصیت حشره‌کشی است (Muckensturm *et al*., 1997). جنس *Mentha* از خانواده Lamiaceae دارای بیش از ۲۵ گونه نظیر *M. arvensis* L. ،*M. piperita* L. ،*M. pulegium* L. و *M. spicata* L. بوده و دارای اسانس‌هایی با ترکیباتی از مونوترپن‌های متفاوت هستند. این اسانس‌ها به مقدار زیاد در صنایع غذایی، دارویی و ساخت عطرها مورد استفاده قرار می‌گیرند. پونه (*M. pulegium* L.) از گیاهان معطر و دارویی این خانواده بوده که دارای پراکنش جهانی است و در اکثر نقاط می‌توان آن را کشت کرد (Lawrence, 1992).

بررسی اثرات آفت‌کش‌ها با روش‌های معمول زیست‌سنجی که در آن فقط مرگ و میر حشرات مورد مطالعه قرار می‌گیرد، کافی نیست. روش سم‌شناسی دموگرافیک که در آن علاوه بر اثر کشندگی، اثرات حشره‌کش‌ها روی پارامترهای جدول زندگی و از طرف دیگر اثر سوء حشره‌کش‌ها روی جنبه‌های فیزیولوژیکی یک حشره بررسی می‌شود، یک روش تحقیقی فراگیر بوده که برای ارزیابی سموم به‌ویژه آفت‌کش‌ها پیشنهاد شده است (Rumpf *et al*., 1997; Stark & Banks, 2003).

با نگرش به استفاده بیش از حد از آفت‌کش‌ها برای کنترل آفات و خطرات زیست‌محیطی و مقاومت ایجاد شده در آفات نسبت به برخی آفت‌کش‌ها و اهمیت خرما در سبد غذایی خانواده‌ها و همچنین تاثیر اسانس‌های گیاهی روی مرفولوژی، بیولوژی و فیزیولوژی حشرات، در این پژوهش اثرات اسانس‌های گیاهان رازیانه و پونه بر پارامترهای بیولوژیکی و جدول زندگی زنجرک خرما مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

تعدادی زنجرک به‌صورت تصادفی از روی برگ‌های خرما در باغات خرمای شهرستان بم جمع‌آوری شد و در ظروف پلاستیکی محصور شده با توری به اتاق رشد منتقل گردید. جمعیت‌های مزبور در قفس‌هایی (۵۰ × ۵۰ × ۱۰۰ سانتی‌متر) از جنس توری پارچه‌ای که درون هر کدام از آن‌ها یک برگ قرار داشت، داخل اتاقک رشد با دمای ۱±۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش یافتند. برای حفظ کلنی زنجرک‌ها هر سه یا چهار هفته تعدادی برگچه آلوده به زنجرک از باغ هدف به اتاقک رشد منتقل شدند این برگچه‌ها پس از خشک شدن و انتقال زنجرک‌ها روی برگ‌های جدید از قفس پرورش حذف شدند.

تهیه اسانس‌های گیاهی

نمونه‌های گیاهی استفاده شده در این پژوهش (جدول ۱) در مرحله گل‌دهی از زیستگاه‌های طبیعی آن‌ها در استان کرمان جمع‌آوری شدند. نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده با آب مقطر شستشو داده شده و در دمای محیط دور از تابش مستقیم نور خورشید در دمای اتاق خشک شدند. پس از یک هفته گیاهان کاملا خشک شده توسط آسیاب برقی به مدت ۵ دقیقه کاملا پودر شده و در پلاستیک‌های تیره در یخچال نگهداری شدند. سپس برای اسانس‌گیری از دستگاه اسانس‌گیر شیشه‌ای مدل کلونجر (Clevenger) در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس استفاده شد. در هر بار اسانس‌گیری ۱۰۰ گرم گیاه خرد شده رازیانه و پونه با ۷۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن اسانس‌گیر ریخته و در مدت زمان سه ساعت اسانس گیاهان مورد نظر جمع‌آوری شدند.

جدول ۱- گونه‌های گیاهی استفاده شده روی *Ommatissus lybicus*

Table 1- Plant species extracts used on *Ommatissus lybicus*

Common name	Scientific name	Family	The parts of the plant used
Pennyroyal	*Mentha pulegium*	Lamiaceae (Labiatae)	leaves and stem
Fennel	*Foeniculum vulgare*	Apiaceae (Umbelliferae)	Seeds

تعیین غلظت‌های مناسب اسانس‌های گیاهی

جهت تعیین غلظت مناسب اسانس‌های گیاهی به‌منظور بررسی اثرات جانبی آن‌ها روی زنجرک خرما آزمایش‌های مقدماتی روی حشرات کامل زنجرک خرما انجام گرفت. در این مرحله دزهای مختلفی از اسانس‌های گیاهی روی حشرات کامل در سه تکرار آزمایش شد. در این آزمایش از قفس‌های برگی به ارتفاع ۱۵ و قطر دهانه ۵ سانتی‌متر استفاده شد و هر برگچه داخل یک قفس قرار داده شد. به‌علت قدرت فراریت اسانس‌ها قفس‌ها از جنس زرورق بود که جهت تهویه قفس در دیواره قفس سوراخی به ابعاد ۳ × ۲ سانتی‌متر ایجاد و با توری پارچه‌ای مسدود شد.۲۰ عدد حشره کامل

هم‌سن زنجرک که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود از منبع پرورش حشرات هم‌سن به‌طور تصادفی با اسپیراتور صید شده و به آرامی از درب قفس به محیط داخل آن تکانده شدند. بعد از قرار دادن حشرات کامل غلظت‌های اسانس (غلظت‌های ۴، ۶/۱۶، ۹/۵۴، ۱۴/۷۹ و ۲۳ میکرولیتر بر لیتر برای اسانس پونه و غلظت‌های ۷، ۱۰/۴۷، ۱۴/۷۹، ۲۰/۸۹ و ۳۰ میکرولیتر بر لیتر برای اسانس رازیانه) را با کمک میکروپیپت روی کاغذ صافی به قطر ۲ سانتی‌متر ریخته و داخل قفس گذاشته و درب آن محکم بسته شد و حشرات تلف شده بعد از گذشت ۷۲ ساعت شمارش شدند. برگچه‌های شاهد هم به‌طور مشابه با متانول و آب تیمار شدند. آزمایش‌ها با ۳ تکرار برای هر غلظت انجام گردیدند.

تعیین اثرات زیر کشنده (LC_{25}) اسانس‌ها روی ویژگی‌های بیولوژیکی

پس از یک نسل پرورش حشره در شرایط آزمایش، حشرات کامل نر و ماده تازه ظاهر شده زنجرک خرما (طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت) جمع‌آوری، در داخل قفس‌هایی حاوی برگچه‌های درخت خرما رهاسازی شده و به آن‌ها اجازه داده شد که به مدت ۷۲ ساعت تخم‌ریزی کنند. بعد از طی این زمان، حشرات کامل از قفس‌ها خارج شدند. از بین تخم‌های گذاشته شده ۵۰ عدد تخم به‌صورت تصادفی انتخاب و در داخل یک قفس مجزا تا زمان تفریخ به‌صورت روزانه زیر نظر قرار گرفته شدند. پس از خروج هر پوره دوره انکوباسیون تخم ثبت گردید و سپس هر پوره به داخل قفسی مجزا بر روی برگچه خرما انتقال پیدا کرد. بازدید روزانه از قفس‌ها انجام و طول دوره رشدی هریک از مراحل پورگی ثبت گردید. وقتی که حشرات کامل زنجرک خرما ظاهر شدند، از نظر جنسی تفکیک و سپس جفت شده و به داخل قفس‌های مجزا حاوی برگچه‌های خرما منتقل شدند. بازدید روزانه از قفس‌ها انجام و زمان شروع تخم‌ریزی و طول دوره تخم‌ریزی ثبت گردید. لازم به ذکر است که هر ۲۴ ساعت برگچه‌های حاوی تخم جمع‌آوری و با برگچه‌های خرمای جدید جایگزین شد. این عمل تا زمان مرگ حشرات کامل ادامه یافت. در انتها طول دوره رشدی هریک از بالغین نر و ماده نیز ثبت گردید. این آزمایش برای تمامی تیمارهای کنترل و اسانس انجام شد. از داده‌های به‌دست آمده برای تشکیل جدول زندگی دو جنسی استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌های جدول زندگی

داده‌های مربوط به جدول زندگی زنجرک خرما بر اساس تئوری جدول زندگی دوجنسی، ویژه سن–مرحله رشدی (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988) با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری TWOSEX-MSChart (Chi, 2015) تجزیه و تحلیل شدند. میانگین‌ها و خطاهای استاندارد پارامترهای جدول زندگی با استفاده از روش بوت استرپ با ۱۰۰۰۰ تکرار برآورد شدند (Ebrahimi *et al*., 2013). مراحل رشدی زنجرک خرما به مراحل پیش از بلوغ شامل تخم، پوره و مراحل بلوغ شامل حشره کامل ماده و نر تقسیم شدند. همچنین نرخ بقا ویژه سن–مرحله رشدی (s_{xj}، که در آن x=سن و j=مرحله رشدی است)، باروری ویژه سن–مرحله رشدی (f_{xj})، نرخ بقا ویژه سن (l_x)، امید به زندگی ویژه سن–مرحله رشدی (e_{xj})، و باروری ویژه سن (m_x) و پارامترهای جمعیت شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، میانگین زمان نسل (T)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) محاسبه شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 مقایسه شدند. همه نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Sigmaplot 11.0 رسم شدند.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل رگرسیون لگاریتمی پروبیت داده‌های مربوط به غلظت مرگ و میر نشان داد که مقدار LC_{25} برای اسانس پونه ۲۳ میکرولیتر بر لیتر و برای اسانس رازیانه ۳۰ میکرولیتر بر لیتر بود. مقدار LC_{25} گزارش شده در آزمایش حاضر برای پونه تا حدودی بیشتر از مقدار LC_{25} گزارش شده (۱۷ میلی‌گرم بر لیتر برای لاروهای *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae) می‌باشد (Pavela *et al*., 2014). این تفاوت ممکن است به‌دلیل متفاوت بودن حشره مورد آزمایش، شرایط آزمایشی و یا مرحله رشدی حشره مورد نظر باشد.

زمان رشدونمو تخم (F= 780.823, df= 6.699, P<0.05)، طول دوره پورگی (F= 1027.391, df= 6.699 , P<0.05)، طول دوره پیش از بلوغ (F= 1148.091, df= 6.699, P<0.05)، طول دوره زندگی حشرات کامل (F= 32.642, df= 6.699, P<0.05) و طول عمر کل (F= 362.333, df= 6.699, P<0.05) در تیمارهای مختلف اسانس دارای تفاوت معنی‌داری بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین دوره انکوباسیون تخم مربوط به تیمار اسانس پونه با مقدار ۳۱/۴۷±۰/۱۴ روز بود که نسبت به تیمار شاهد (۳۰/۱۱±۰/۱۹ روز) دارای تفاوت معنی‌داری بود. مشابه با نتایج حاضر، Kelin & Venizian دوره انکوباسیون تخم را در این حشره ۱۸-۲۱ روز گزارش کردند (kelin & venizan,1985). نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر نشان داد که اسانس‌های مورد استفاده سبب کاهش دوره انکوباسیون تخم حشره می‌شود. این کاهش ممکن است به دلیل تاثیراتی باشد که اسانس با نفوذ از پوسته تخم، روی جنین می‌گذارد (Borzoui *et al*., 2016).

تیمار موثرترین در افزایش زمان طول دوره پورگی نسبت به شاهد (۴۳/۷۸±۰/۱ روز)، تیمار اسانس پونه بود که باعث افزایش زمان طول دوره پورگی به مقدار ۴۴/۴۵±۰/۱۷ روز شد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05). همچنین تیمار اسانس پونه باعث بیشترین افزایش در زمان دوره پیش از بلوغ (۷۶/۰۹±۰/۲۱ روز) نسبت به شاهد (۷۳/۸۸±۰/۲۴ روز) شد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05). کمترین زمان طول دوره زندگی حشرات کامل و طول عمر کل مربوط به تیمار اسانس پونه بود (به‌ترتیب ۱۶±۰/۴۲ روز و ۵۸/۹±۴/۹۴ روز) که نسبت به شاهد (۱۶/۶۳±۰/۳۲ روز طول دوره زندگی حشرات کامل و ۸۱/۹۲±۲/۹۳ روز طول عمر کل) دارای تفاوت معنی‌داری بود (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05). به‌طور کلی طول عمر حشرات کامل ماده و طول عمر کل حشرات ماده بیشتر از حشرات نر بود. تیمار اسانس پونه (۱۷/۶۱±۰/۱۸ روز) دارای بیشترین کاهش در طول عمر حشرات کامل ماده نسبت به شاهد (۱۸/۴۱±۰/۱۱ روز) بود در حالی‌که تیمار اسانس رازیانه (۱۳/۸۵±۰/۱۱ روز) باعث بیشترین کاهش در طول عمر حشرات کامل نر نسبت به شاهد (۱۴/۵۱±۰/۱۸ روز) شد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05) (جدول ۲). Sepanji و همکاران گزارش کردند که طول عمر حشرات کامل نر زنجرک خرما در نسل‌های اول و دوم به‌ترتیب ۱۶/۵۶ و ۱۷/۶۴ روز بود (Sepanji *et al*., 2010). صرف نظر از جنسیت، میانگین طول عمر حشرات کامل در نسل‌های اول و دوم به ترتیب ۱۵ و ۱۳ روز بود (Hussain, 1963). در تحقیقی به‌طور متوسط طول عمر حشرات کامل نر و ماده در طی نسل‌های اول و دوم به‌ترتیب ۵۸/۵±۳۳/۵ و ۸۹/۷۵±۸۲/۲۵ روز محاسبه شد (Bassim, 2003). نتایج به‌دست آمده در مورد دوره زندگی بالغین روی شاهد مشابه با نتایج محققین قبلی بود. برزویی و همکاران گزارش کردند که در معرض قرارگیری حشرات بالغ با اسانس گیاهی روی طول دوره حشرات در نسل بعد نیز تاثیر معنی‌داری می‌گذارد که آزمایش حاضر نیز این نتیجه‌گیری را تایید کرد (Borzoui *et al*., 2016).

جدول ۲- طول دوره مراحل رشدی مختلف *Ommatissus lybicus* در تیمارهای اسانس رازیانه و پونه (LC_{25})

Table 3- Developmental duration of different stages and different sexes, longevity of *Ommatissus lybicus*, in essential oils treatments of fennel and pennyroyal (LC_{25})

Stage duration	Treatment	Female		Male		Total	
		Number	Mean±SE	Number	Mean±SE	Number	Mean±SE
Egg	Control	22	29.91±0.29^{c}	19	30.16±0.29^{c}	47	30.11±0.19^{c}
	Fennel	16	31.06±0.19^{b}	12	31.25±0.22^{b}	40	31.07±0.13^{b}
	Pennyroyal	13	31.54±0.18^{a}	9	31.87±0.4^{a}	36	31.47±0.14^{a}
Nymph	Control	22	43.77±0.11^{b}	19	43.79±0.16^{c}	41	43.78±0.1^{c}
	Fennel	16	44.50±0.2^{a}	12	44.33±0.26^{b}	28	44.43±0.16^{b}
	Pennyroyal	13	44.46±0.22^{a}	9	44.44±0.29^{a}	22	44.45±0.17^{a}
Preadult	Control	22	73.68±0.3^{c}	19	73.95±0.39^{c}	41	73.88±0.24^{c}
	Fennel	16	75.56±0.22^{b}	12	75.58±0.36^{b}	28	75.57±0.2^{b}
	Pennyroyal	13	76.00±0.23^{a}	9	76.22±0.4^{a}	22	76.09±0.21^{a}
Adult	Control	22	18.41±0.11^{a}	19	14.51±0.18^{a}	41	16.63±0.32^{a}
	Fennel	16	17.70±0.48^{b}	12	13.85±0.11^{c}	28	16.16±0.38^{b}
	Pennyroyal	13	17.61±0.18^{c}	9	13.93±0.6^{b}	22	16.00±0.42^{c}
Longevity	Control	22	92.09±0.35^{c}	19	88.53±0.44^{c}	50	81.92±2.93^{a}
	Fennel	16	93.25±0.25^{b}	12	89.42±0.38^{b}	50	66.68±4.66^{b}
	Pennyroyal	13	93.62±0.29^{a}	9	90.11±0.54^{a}	50	58.9±4.94^{c}

یکی از مهم‌ترین اثرات زیرکشنده آفت‌کش‌ها، تاثیر روی ویژگی‌های تولیدمثلی موجود زنده است. کاهش باروری مربوط به آفت‌کش‌ها ممکن است نتیجه اثرات رفتاری و فیزیولوژیکی باشد. تیمارهای اسانس پونه و رازیانه دارای اثرات معنی‌داری روی میزان باروری (F= 3413.138, df= 6,699, P<0.05)، دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل ماده (F= 471.412, df= 6.699, P<0.05)، دوره کل پیش از تخم تخم‌ریزی (F= 1123.663, df= 6.699, P<0.05)، دوره تخم-ریزی (F= 878.447, df= 6.699, P<0.05) و نرخ بقا پیش از بلوغ (F= 347.814, df= 6.699, P<0.05) زنجرک خرما بودند (جدول ۳). بیشترین زمان دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل ماده (APOP) مربوط به تیمار اسانس پونه با مقدار ۰/۱۸±۲/۰۸ روز بود، که با شاهد (۰/۱±۱/۲۷ روز) دارای تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین تاثیر روی افزایش زمان پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل ماده در تیمار اسانس رازیانه با مقدار ۰/۱۶±۱/۴۴ روز بود. با در نظر گرفتن همه مراحل نابالغ (یا پیش از بلوغ)، زمان کل پیش از تخم‌ریزی (TPOP) حشرات ماده از یک تخم تازه گذاشته شده تا شروع تخم‌ریزی در تیمار اسانس پونه (۰/۲۶±۷۸/۰۸ روز) به‌طور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05). ماده‌ها به‌طور متوسط دارای کمترین مقدار زمان تخم‌ریزی روی تیمارهای اسانس پونه (۰/۳۶±۱۳/۳۱ روز) نسبت به دیگر تیمارها بودند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05). حشرات ماده در تیمارهای اسانس رازیانه (۱/۵۴±۵۱/۱۲ تخم) دارای کمترین مقدار باروری بودند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، P<0.05). بررسی‌های قبلی نیز نشان داده است که همه غلظت‌های آزمایش شده اسانس پونه دارای فعالیت بازدارندگی تخم‌ریزی و دورکنندگی روی حشرات کامل کنه دولکه‌ای هستند (Mozaffari *et al*., 2013). Mattson دریافت که تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط ماده‌ها هم توسط گیاهان مختلف و هم توسط عوامل حشره‌ای تحت تاثیر قرار می‌گیرد (Mattson, 1980). در تحقیق مشابهی مشخص شد کیفیت غذا در مراحل رشدی مختلف ممکن است روی توانایی باروری یک حشره موثر باشد (Wheeler *et al*., 1998). اما در تحقیقی دیگر، تعداد تخم بیشتری در نسل تابستانه ثبت شد که به‌نظر می‌رسد به خاطر تفاوت در کیفیت و کمیت مواد غذایی، طول زندگی حشرات ماده و میانگین دمایی و رطوبت نسبی منطقه باشد که می‌تواند روی باروری موثر باشد (Bassim, 2003). در هنگام بلوغ ماده‌های جفت‌گیری کرده، بارور شده و بیشتر حشرات در مرحله پیش از تخم‌ریزی

برای مدتی باقی می‌مانند. این دوره از گونه‌ای به گونه دیگر و همچنین به علت‌های در دسترس بودن مواد غذایی و شرایط محیطی حاکم متفاوت است.

در مطالعه رشد جمعیت‌ها، تعیین زمان و سن شروع تخم‌ریزی از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند روی رشد جمعیت تاثیرات به‌سزایی داشته باشد (Chi & Liu, 1985). بیشتر حشره‌شناسان فقط دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل ماده (APOP)، را محاسبه می‌کنند. در تعیین اثر دوره پیش از تخم‌ریزی روی رشد جمعیت، بیان شده است که محاسبه دوره کل پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، ارقام معنی‌دارتری از آنچه که دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل ماده (APOP)، نشان می‌دهد، ارایه می‌کند، زیرا دوره کل پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، به‌طور دقیق‌تری اثر طول زمان از تولد تا اولین تولیدمثل را روی پارامترهای جمعیت تعریف می‌کند (Ebrahimi *et al*., 2013). اگر دوره پیش از تخم‌ریزی به‌عنوان زمانی از تولد تا اولین تولیدمثل در ماده‌ها محاسبه شود (زمان کل پیش از تخم‌ریزی)، میانگین زمان کل پیش از تخم‌ریزی (TPOP)، در تیمارهای مختلف شامل شاهد، اسانس پونه، اسانس رازیانه به‌طور میانگین به‌ترتیب مقادیر ۷۴/۹۵، ۷۸/۰۸، ۷۷ روز بود؛ این مقدار بر اساس شکل ۳ (مقدار تولیدمثل ویژه سن-مرحله رشدی v_{xj}) به روزی که اوج مقدار تولیدمثل در آن روز است (به‌ترتیب در روزهای ۷۴، ۷۸، ۷۷ در تیمارهای مختلف شامل شاهد، اسانس پونه، اسانس رازیانه) نزدیک است.

جدول ۳- ویژگی‌های زیستی *Ommatissus lybicus* در تیمارهای اسانس رازیانه و پونه(LC_{25})

Table 2- Biological parameters of *Ommatissus lybicus* in essential oils treatments of fennel and pennyroyal (LC_{25})

Biological parameters	Treatment	Number	Mean±SE
Fecundity	Control	22	79.18±1.14[a]
	Fennel essential oil	16	51.12±1.54[c]
	Pennyroyal essential oil	13	51.69±1.77[b]
Adult pre-oviposition period (APOP)	Control	22	1.27±0.1[c]
	Fennel essential oil	16	1.44±0.16[b]
	Pennyroyal essential oil	13	2.08±0.18[a]
Total pre-oviposition period (TPOP)	Control	22	74.95±0.34[c]
	Fennel essential oil	16	77.00±0.24[b]
	Pennyroyal essential oil	13	78.08±0.26[a]
Oviposition day	Control	22	16.09±0.17[a]
	Fennel essential oil	16	13.56±0.2[b]
	Pennyroyal essential oil	13	13.31±0.36[c]
Preadult survival rate (Sa)	Control	-	0.82±0.05[a]
	Fennel essential oil	-	0.56±0.08[b]
	Pennyroyal essential oil	-	0.44±0.07[c]

نرخ بقای پیش از بلوغ در تیمار اسانس پونه (۰/۴۴±۰/۰۷) دارای کمترین مقدار بود و با تیمار شاهد (۰/۸۲±۰/۰۵) دارای تفاوت معنی‌داری بودند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن، $P<0.05$) (جدول ۳). منحنی نرخ بقا (s_{xj}) (احتمال اینکه یک تخم تازه گذاشته شده، تا سن x، هنگامی که در مرحله رشدی j باشد، زنده بماند)، در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در دوره رشدونمو، مراحل رشدی مختلف هم‌پوشانی دارند. هم‌پوشانی بین منحنی‌های ویژه مرحله رشدی در نتیجه اختلاف بین افراد در نرخ رشدونمو است. احتمال اینکه یک پوره تازه از تخم خارج شده تا مرحله رشدی بالغ در تیمارهای مختلف شامل شاهد، اسانس پونه و اسانس رازیانه زنده بماند به‌ترتیب برابر با مقادیر ۰/۴۴، ۰/۲۶، ۰/۳۲ است. نتایج نشان داد که تیمار اسانس پونه باعث بیشترین کاهش در نرخ بقا زنجرک خرما شد (شکل ۱). باروری ویژه سن ماده (f_{x3}) میانگین تعداد تخم‌های بارور تولید شده توسط حشرات کامل ماده در سن x را نشان می‌دهد (شکل ۲). اگر همه افراد سن x در نظر گرفته شوند، این مقدار به‌صورت باروری ویژه سن کل جمعیت (m_x) بیان می‌شود. منحنی l_x نرخ بقا ویژه سن، احتمال این است که یک تخم تازه متولد شده تا سن x زنده بماند و شامل همه افراد دسته هم‌سن، بدون تمایز بین مراحل رشدی است (شکل ۲). بنابراین این نمودار شکل ساده شده نمودار s_{xj} نشان داده شده در شکل ۱ است. حاصل ضرب l_x در m_x به نام زایش ویژه سن (l_xm_x) است. شروع تولید نتاج توسط هر فرد ماده زنجرک خرما در تیمارهای مختلف شامل شاهد، اسانس پونه، اسانس رازیانه به‌ترتیب در روزهای ۷۲، ۷۷، ۷۶ آغاز شد و اوج آن به‌ترتیب در روزهای ۷۸، ۸۱، ۸۱ بود و سپس به‌تدریج کاهش یافت تا اینکه به‌ترتیب در روزهای ۹۵، ۹۴، ۹۲ از کل زندگی زنجرک خرما به صفر رسید. همچنین منحنی l_x نشان داد که کاربرد اسانس پونه باعث کاهش بیشتر نرخ بقا ویژه سن به خاطر شیب تندتر منحنی شد (شکل ۲).

مقدار تولیدمثل (v_{xj})، برای اولین‌بار توسط Fisher ارایه شد (Fisher, 1930). سپس توسط محققین دیگر در سال‌های بعد به مفهوم نظری مورد استفاده قرار گرفت (Carey, 1993). مقدار تولیدمثل، تعداد نتاجی است که انتظار می‌رود توسط هر فرد *O. lybicus* که در سن x و مرحله رشدی j است، در آینده تولید شود. منحنی‌های مقدار تولید مثل ویژه سن–مرحله رشدی در شکل ۳ ترسیم شده است. مقدار تولیدمثل، معیار ویژه‌ای است که مشارکت نسبی هر گروه سنی را در کمک به نسل‌های آینده بیان می‌کند (Fisher, 1930; Pianka, 1994). با توجه به منحنی‌های مقدار تولیدمثل ویژه سن–مرحله رشدی (شکل ۳) در تیمارهای مختلف شامل شاهد، اسانس پونه، اسانس رازیانه این نتیجه به‌دست می‌آید که حشرات ماده به‌ترتیب در روزهای ۷۴، ۷۸، ۷۷ بیشترین کمک را به جمعیت می‌کنند.

منحنی‌های امید به زندگی (e_{xj})، ویژه هر سن و مرحله رشدی *O. lybicus*، در شکل ۴ ترسیم شده است. امید به زندگی ویژه سن–مرحله رشدی (e_{xj}) کل مدت زمانی را که انتظار می‌رود یک فرد در سن x و مرحله رشدی j زندگی کند، را نشان می‌دهد. امید به زندگی به تدریج با افزایش سن کاهش می‌یابد چون در آزمایشگاه هیچ‌گونه اثرات نامطلوبی شبیه آنچه در مزرعه روی می‌دهد، وجود ندارد (Jha *et al*., 2012). امید به زندگی ویژه سن–مرحله رشدی دسته هم‌سن زنجرک خرما در تیمارهای مختلف کمتر از تیمار شاهد بود. انتظار زنده ماندن و رشدونمو مراحل مختلف رشدی *O. lybicus* در تیمار شاهد تا مراحل رشدی بعدی خود عبارتند از: تخم تا ۸۱/۹۲ روز، پوره تا ۵۸/۲۵ روز، یک حشره کامل ماده تازه تشکیل شده تا ۲۱/۰۹ روز و یک حشره کامل نر تازه تشکیل شده تا ۱۷/۵۲ روز. تیمار اسانس پونه تا مراحل رشدی بعدی خود عبارتند از: تخم تا ۵۸/۹ روز، پوره تا ۴۸/۰۲ روز، یک حشره کامل ماده تازه تشکیل شده تا ۱۸/۶۱ روز و یک حشره کامل نر تازه تشکیل شده تا ۱۵/۱۱ روز. تیمار اسانس رازیانه تا مراحل رشدی بعدی خود عبارتند از: تخم تا ۶۶/۶۸ روز، پوره تا ۵۱/۱۲ روز، یک حشره کامل ماده تازه تشکیل شده تا ۱۹/۲۵ روز و یک حشره

کامل نر تازه تشکیل شده تا ۱۵/۴۱ روز. نتایج نشان داد که امید به زندگی مراحل رشدی مختلف زنجرک خرما در تیمار اسانس پونه از تیمار اسانس رازیانه کمتر بود (شکل ۴).

منحنی‌های s_{xj} نیز، بقا و تفکیک مراحل رشدی مختلف *O. lybicus* را به خاطر هم‌پوشانی در منحنی‌ها به علت نرخ‌های رشدونمو متغیر بین افراد، نشان می‌دهند. منحنی l_x در جدول‌های زندگی ویژه سن ماده، از این نرخ‌های رشدونموی متغیر بین افراد چشم‌پوشی می‌کند. تفکیک مراحل رشدی، همچنین می‌تواند در منحنی‌های e_{xj} و v_{xj} مشاهده شود. همچنین منحنی نرخ باروری ویژه سن حشرات کامل ماده (m_x) در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که تولیدمثل *O. lybicus* تقریبا در کل دوره زندگی انجام پذیرفته است؛ اما بیشترین میزان تولید تخم در نیمه اول عمر حشرات کامل ماده صورت گرفته است.

اثر اسانس‌ها و عصاره‌ها می‌تواند با استفاده از جدول زندگی شامل تخمین پارامترهای رشد جمعیت از جمله نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، طول مدت هر نسل (T)، نرخ ذاتی افزایش طبیعی (r) و نرخ افزایش متناهی (λ)، تخمین زده شود. تخمین پارامترهای دموگرافیک به‌واسطه تجزیه و تحلیل جدول زندگی، یک رویه اساسی برای پیشگویی اکولوژیکی رشد جمعیت است (Stark *et al*., 2007). تحقیق حاضر اولین بررسی تاثیر اسانس‌های گیاهی روی پارامترهای جدول زندگی دو جنسی زنجرک خرما است.

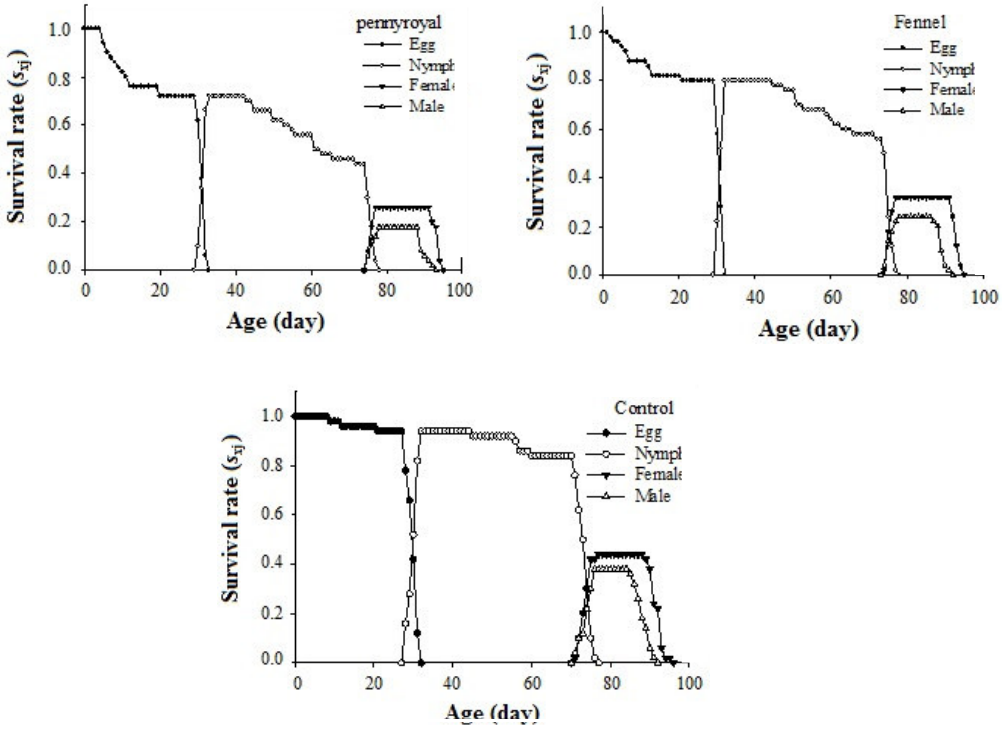
همه پارامترهای مهم جدول زندگی *O. lybicus* تحت تاثیر تیمارهای مختلف اسانس پونه ورازیانه، برآورد شده با استفاده از نرم‌افزار TWOSEX-MSChart و روش بوت استرپ در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین پارامترهای مختلف جدول زندگی دو جنسی زنجرک خرما تحت تاثیر تیمارهای اسانس گیاهی، شامل نرخ متناهی افزایش جمعیت r (F= 211.928, df= 6.699, P<0.05)، نرخ خالص تولیدمثل R_0 (F= 328.433, df= 6.699, P<0.05)، میانگین زمان نسل T (F= 523.230, df= 6.699, P<0.05)، نرخ متناهی افزایش جمعیت λ (F= 213.890, df= 6.699, P<0.05) و نرخ ناخالص تولیدمثل GRR (F= 109.504, df= 145.272, P<0.05) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت در مورد تیمارهای اسانس پونه (۰/۰۳۰۸±۰/۰۰۲۹) مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد (۰/۰۴۳۲±۰/۰۰۲) بود. همچنین کمترین مقدار نرخ ناخالص تولیدمثل در تیمارهای اسانس پونه (۱۳/۴۴±۳/۲۰۲ تخم) مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری کمتر از شاهد (۳۴/۸۴±۵/۵۹ تخم) بود. موثرترین تیمار در افزایش میانگین زمان نسل نسبت به شاهد (۸۲/۰۱۸±۰/۳۶۲ روز)، تیمار اسانس پونه (۸۴/۱۷۳±۰/۳۰۵ روز) بود. همچنین تیمارهای اسانس پونه (۱/۰۳۱۳±۰/۰۰۳) در کاهش نرخ نامتناهی افزایش جمعیت نسبت به شاهد (۱/۰۴۴۲±۰/۰۰۲۱) موثرترین بودند. نرخ ناخالص تولیدمثل در تیمار اسانس رازیانه (۳۰/۱۶±۴/۸ تخم) شاهد کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد (۵۰/۹۶±۶/۷۰۳ تخم) بود و موثرترین تیمار بود. پاینده و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس طول دوره بلوغ به‌ترتیب ۸۲/۴۸، ۷۵/۷۹ و ۸۹/۷۵ روز بود. طول دوره زندگی حشرات ماده در دمای ۲۵°C (۱۰۸/۲۱ روز) اختلاف معنی‌داری با دو دمای دیگر داشت. نرخ خالص تولیدمثل (R_0) در دو دمای ۲۵ و۳۰ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۴۵/۹۳ و ۵۲/۳۱ تخم بود و مقدار آن در دمای ۳۵°C (۵/۸۱ تخم) به شدت کاهش یافت. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به‌ترتیب ۰/۰۵۴، ۰/۰۶۲ و ۰/۰۲۹ تعیین شد که مشخص می‌کند زنجرک در دمای ۳۰ درجه سلسیوس می‌تواند جمعیت خود را با سرعت بیشتری افزایش دهد. نتایج آن‌ها نشان داد که دمای ۳۰ درجه سلسیوس دمای مطلوبی برای فعالیت زیستی این زنجرک محسوب می‌شود.

جدول ۴- پارامترهای اصلی جدول زندگی *Ommatissus lybicus* در تیمارهای اسانس رازیانه و پونه (LC_{25})

Table 4- Life table parameters of *Ommatissus lybicus* under essential oils treatments of fennel and pennyroyal (LC_{25})

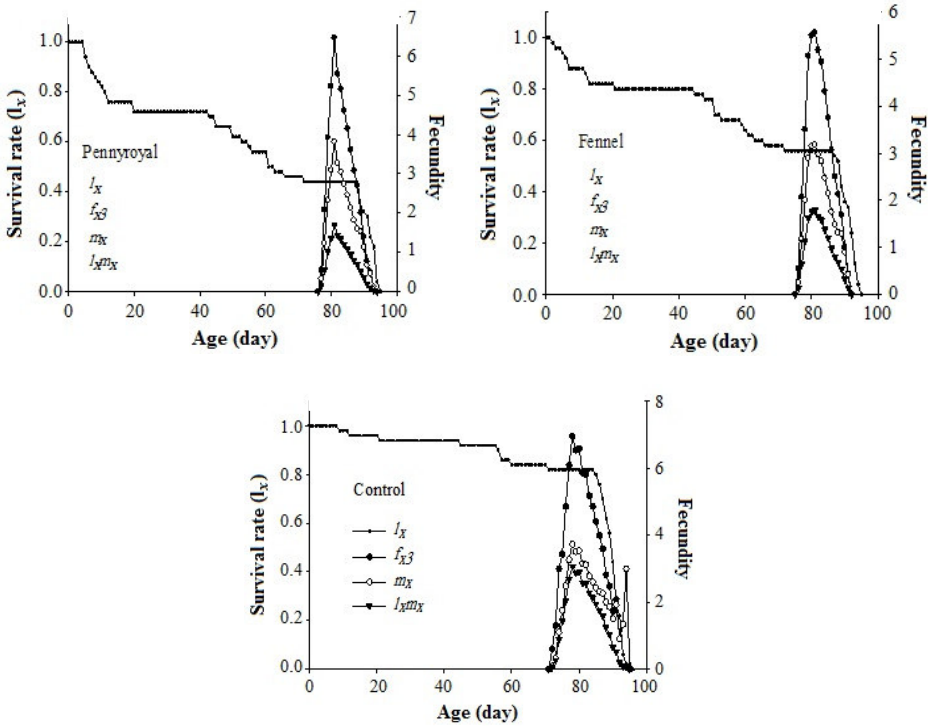
Life table parameters	Equation	Mean±SE			Unit
		Control	Fennel essential oil	Pennyroyal essential oil	
R_0	$R_0 = \sum l_x m_x$	34.84±5.95[a]	16.36±3.39[b]	13.44±3.202[c]	egg
r	$\sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x e^{-r(x+1)} = 1$	0/0432±0.002[a]	0/0335±0.0025[b]	0/0308±0.0029[c]	1/day
T	$T = (LnR_0)/r$	82.018±0.362[c]	83.339±0.258[b]	84.173±0.305[a]	Day
λ	$\lambda = e^r$	1.0442±0/0021[a]	1.0341±0/0026[b]	1.0313±0/003[c]	1/day
GRR	$GRR = \sum m_x$	50/96±6.703[a]	30.16±4.8[c]	31.7±5.417[b]	egg

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از اسانس پونه و رازیانه می‌تواند در کنترل آفت زنجرک خرما و کاهش باروری و خسارت آن موثر باشد. همچنین این نتایج نشان داد که اسانس پونه تاثیر بهتری روی پارامترهای جدول زندگی و ویژگی‌های زیستی زنجرک خرما داشتند. بنابراین استفاده از این گیاهان در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت می‌تواند موثر باشد.



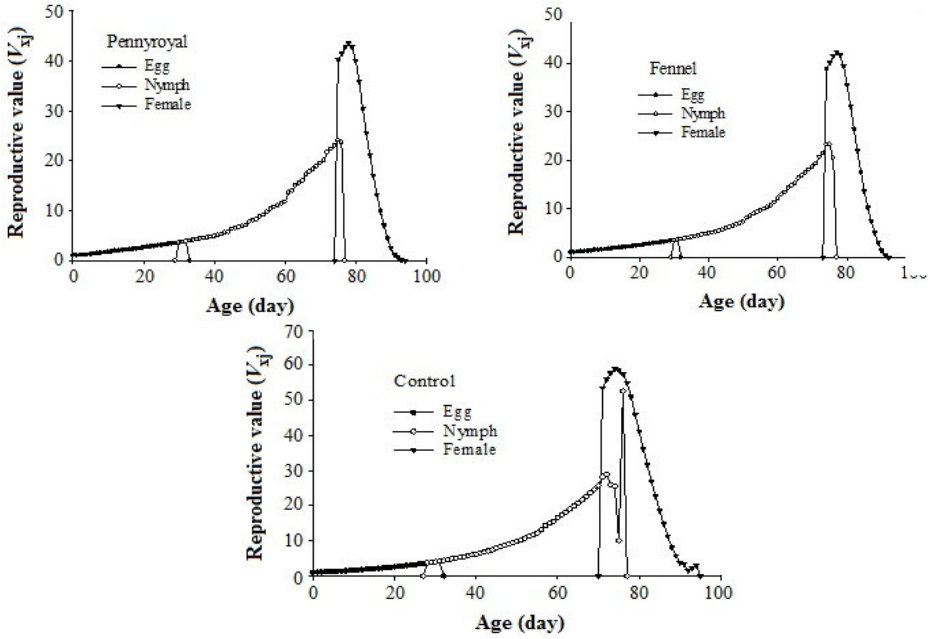
شکل ۱- نرخ بقای ویژه سن-مرحله رشدی (sxj)، برای مراحل رشدی مختلف *Ommatissus lybicus* تحت‌تاثیر تیمارهای اسانس پونه و رازیانه (LC_{25})

Fig. 1- Age-stage survival rates (sxj) for each stage of *Ommatissus lybicus* under essential oils treatments of Fennel and Pennyroyal (LC_{25})



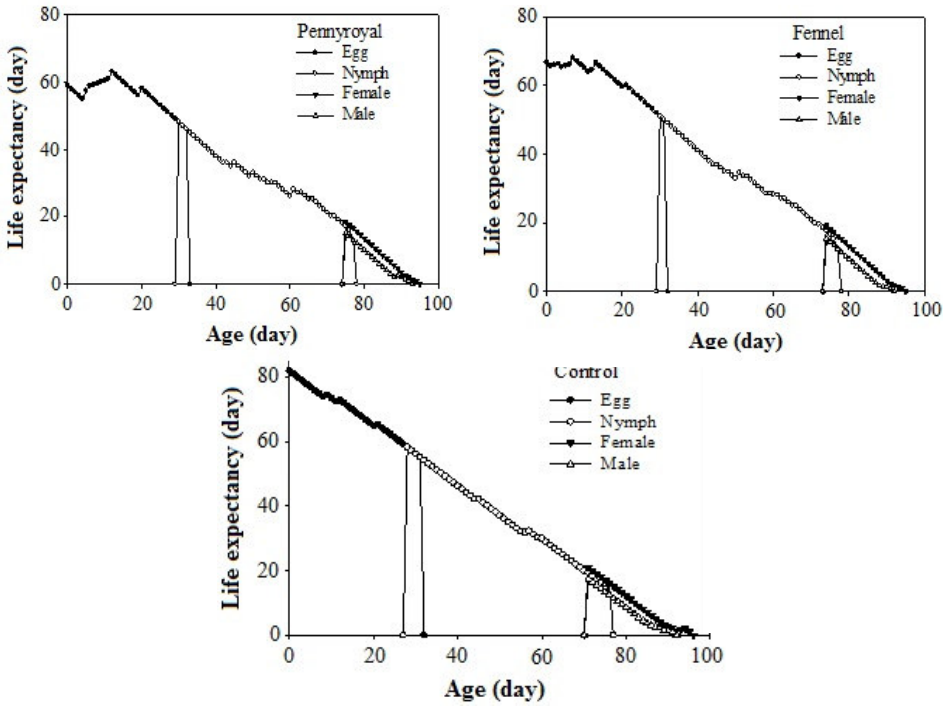
شکل ۲- نرخ بقای ویژه سن کل گروه هم‌سن (l_x)، باروری ویژه سن ماده (f_{x3})، باروری ویژه سن کل جمعیت (m_x)، زایش ویژه سن ($l_x m_x$) برای *Ommatissus lybicus* تحت‌تاثیر تیمارهای اسانس پونه و رازیانه (LC_{25})

Fig. 2- Age –stage specific fecundity (f_{x3}), age-specific survival rate (l_x), age-specific fecundity (m_x) and age-specific maternity ($l_x m_x$) for each stage of *Ommatissus lybicus* under essential oils treatments of Fennel and Pennyroyal (LC_{25})



شکل ۳- مقدار تولیدمثل ویژه سن-مرحله رشدی (v_{xj})، برای مراحل رشدی مختلف *Ommatissus lybicus* تحت‌تاثیر تیمارهای اسانس پونه و رازیانه (LC_{25})

Fig. 3- Age-stage reproductive value (v_{xj}) for each stage of *Ommatissus lybicus* under essential oils treatments of Fennel and Pennyroyal (LC_{25})



شکل ۴- امید به زندگی ویژه سن-مرحله رشدی (e_{xj})، برای مراحل رشدی مختلف *Ommatissus lybicus* تحت تاثیر تیمارهای اسانس پونه و رازیانه (LC_{25})

Fig. 4- Age-stage life expantancy (e_{xj}) for each stage of *Ommatissus lybicus* under essential oils treatments of Fennal and Pennyrol (LC_{25})

References

Akhtar, Y. and Isman, M. B. 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. Journal of Applied Entomology, 128(1): 32-38.

Bassim, H. A. 2003. Biological performance of dubas bug *Ommatissus lybicus* De Berg. (Homoptera: Tropiduchidae) under field conditions and predicting of its appearance by using degree-day model. M.Sc. thesis, Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Baghdad, Abu Ghraib, Baghdad, Iraq.

Behdad, E. 1998. The pest of Orchards trees. 3rd edition. Neshat Press. Esfahan. Iran. 822pp.

Borzoui, E., Naseri, B., Abedi, Z. and Karimi-Pormehr, M. S. 2016. Lethal and sublethal effects of essential oils from *Artemisia khorassanica* and *Vitex pseudo-negundo* against *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). Environmental Entomology, 45(5): 1220-1226.

Carey, J. R. 1993. Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press, New York, 206pp

Casida, J. E. and Quistad, G. B. 2004. Why insecticides are more toxic to insects than people: the unique toxicology of insects. Journal of Pesticide Science, 29(2): 81-86.

Chi, H. and 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. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Environmental Entomology, 17(1): 26-34.

Chi, H. 2015. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. (http://140. 120.197.173/Ecology/Download/TWOSEX-MSChart.zip).

Daoubi, M., Deligeorgopoulou, A., Macías-Sánchez, A. J., Hernández-Galán, R., Hitchcock, P. B., Hanson, J. R. and Collado, I. G. 2005. Antifungal activity and biotransformation of diisophorone by Botrytis cinerea. Journal of agricultural and food chemistry, 53(15): 6035-6039.

Dimock, M. B. and Renwick, J. A. A. 1991. Oviposition by field populations of *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) deterred by an extract of a wild crucifer. Environmental entomology, 20(3): 802-806.

Ebrahimi, M., Sahragard, A., Talaei-Hassanloui, R., Kavousi, A. and Chi, H. 2013. The life table and parasitism rate of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) reared on larvae of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), with special reference to the variable sex ratio of the offspring and comparison of jackknife and bootstrap techniques. Annals of the Entomological Society of America, 106(3): 279-287.

Esmaeili, M., MirKarimi, A. and Azmayeshfard, P. 1999. Agricultural Entomology. Tehran University Press. Tehran, Iran, 700pp.

Fisher, R. A. 1930. The genetical theory of natural selection: a complete variorum edition. Oxford University Press, 360pp.

Hussain, A. A. 1963. Biology and control of the dubas bug, *Ommatissus binotatus lybicus* De Berg. (Homoptera, Tropiduchidae), infesting date palms in Iraq. Bulletin of Entomological Research, 53(04): 737-745.

Jha, R. K., Chi, H. and Tang, L. C. 2012. A comparison of artificial diet and hybrid sweet corn for the rearing of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) based on life table characteristics. Environmental entomology, 41(1): 30-39.

Kashani, M. 1992. Date palm (Investigation the status of palm in Iran). Palm research press.

Kim, D. I., Park, J. D., Kim, S. G., Kuk, H., Jang, M. S. and Kim, S. S. 2005. Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. Journal of Asia-Pacific Entomology, 8(1): 93-100.

Klein, M. and Venezian, A. 1985. The dubas date Tropiduchid, *Ommatissus binotatus lybicus*, a threat to date palms in Israel. Phytoparasitica, 13(2): 95-101.

Lawrence, B. M. 1992. Chemical components of labiatae oils and their exploitation, pp: 399-436, In: Harley, R.M., Reynolds, T. & Atkins, S. (Ed.) Advances in Labiate science. Kew: Royal Botanic Gardens. U.K.

Markouk, M., Bekkouche, K., Larhsini, M., Bousaid, M., Lazrek, H. B. and Jana, M. 2000. Evaluation of some Moroccan medicinal plant extracts for larvicidal activity. Journal of ethnopharmacology, 73(1): 293-297.

Mattson, W. J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. Annual review of ecology and systematics, 11: 119-161.

Mozaffari, F., Abbasipour, H., Garjan, A. S., Saboori, A. and Mahmoudvand, M. 2013. Toxicity and Oviposition Deterrence and Repellency of *Mentha pulegium* (Lamiacaeae) Essential Oils against *Tetranychus urticae* Koch (Teteranychidae). Journal of Essential Oil Bearing Plants, 16(5): 575-581.

Muckensturm, B., Foechterlen, D., Reduron, J. P., Danton, P. and Hildenbrand, M. 1997. Phytochemical and chemotaxonomic studies of *Foeniculum vulgare*. Biochemical systematics and ecology, 25(4): 353-358.

Pavela, R., Kaffkova, K. and Kumsta, M. 2014. Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from different Mentha L. and *PulegiumSpecies* against. Plant Protection Science, 50: 36-42.

Pavela, R. 2006. Insecticidal activity of essential oils against cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 9(2): 99-106.

Pavela, R. O. M. A. N., Harmatha, J. U. R. A. J., Banert, M. and Vokac, K. 2005. Systemic effects of phytoecdysteroids on the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (Sternorrhyncha: Aphididae). European Journal of Entomology, 102(4): 647.

Payandeh, A., Kamali, K., Fathipour, Y. and Ostovan, H. 2010. Biology and demography of the dubas bug, *Ommatissus lybicus* (Hem.: Tropiduchidae), at three constant temperatures. Journal of Entomological Society of Iran, 29(2): 31-44.

Pianka, E. R. 1994. Evolutionary ecology. 5th edition. Harper and Collins College Publishers, New York. Pp: 486.

Rumpf, S., Frampton, C. and Chapman, B. 1997. Acute toxicity of insecticides to *Micromus tasmaniae* (Neuroptera: Hemerobiidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae): LC_{50} and LC_{90} estimates for various test durations. Journal of Economic Entomology, 90(6): 1493-1499.

Sepanji, M., Payandeh, A., Kamali, K. and Fathipour, Y. 2010. Biology of *Ommatissus lybicus* (Homoptera: Tropiduchidae) on date palm in natural condition of Bam region. Journal of entomological Society of Iran, 29: 31-44.

Stark, J. D. and Banks, J. E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual Review of Entomology, 48(1): 505-519.

Stark, J. D., Sugayama, R. L. and Kovaleski, A. 2007. Why demographic and modeling approaches should be adopted for estimating the effects of pesticides on biocontrol agents. BioControl, 52(3): 365-374.

Tare, V., Deshpande, S. and Sharma, R. N. 2004. Susceptibility of two different strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) to plant oils. Journal of Economic Entomology, 97(5): 1734-1736.

Wheeler, D. A. and Isman, M. B. 2001. Antifeedant and toxic activity of *Trichilia americana* extract against the larvae of *Spodoptera litura*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 98(1): 9-16.

Wheeler, G. S., Van, T. K. and Center, T. D. 1998. Fecundity and egg distribution of the herbivore *Spodoptera pectinicornis* as influenced by quality of the floating aquatic plant *Pistia stratiotes*. Entomologia experimentalis et applicate, 86(3): 295-304.

Journal of Entomological Research

Volume 9, Issue 1, pages: 35-49

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

The effects of sublethal doses (LC_{25}) of fennel and pennyroyal essential oils on biological parameters of Dubas bug, Ommatissus lybicus (Homoptera: Tropiduchidae)

A. Dehghan[1], A. Payandeh[*2], S. Imani[1], M. Shojaei[1], H. Ostovan[3]

1- Respectively Ph.D. student, Assistant Professor & Professor, Department of Entomology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Bam Branch, Bam, Iran
3- Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shiaz Branch, Shiraz, Iran

Abstract

Dubas bug, *Ommatissus lybicus*, is one of the serious pest of palm trees throughout the world and Iran. Pesticides are applied in highly infested areas. In order to risk of pesticides, it is necessary for safe alternatives. The aim of this study was the evaluating of sublethal (LC_{25}) effects of fennel and pennyroyal essential oils on life table parameters of *Ommatissus lybicus* using two-sex life table. The LC_{25} values for fennel and pennyroyal essential oils were 23 and 30 µL/L, respectively. The results show that the essential oils caused the significant decreasing of fecundity, oviposition days and immature survival rate of Dubas bug. The highest and lowest immature stages period was on fennel (76.09±0.21 days) and control (73.88±0.24 days). Also, the highest adult longevity was on control (16.63±0.32) and the lowest was on fennel (16.00±0.42). The total developmental time of Dubas bugs was significantly decreased in essential oil treatments. Therefore, essential oils decreased the life table parameters including r, λ and R_0, significantly. The essential oils treatment decreased survival rate and life expectancy of Dubas bug. The lowest survival rate, m_{xj}, e_{xj} were observed in pennyroyal treatment. Our results showed that the pennyroyal essential oil was more effective than fennel essential oil on biological parameters, survival rate and fecundity of Dubas bugs.

Key words: Dubas bug; Two-Sex life table, Demographic toxicology

* Corresponding Author, E-mail*: apayandeh185@yahoo.com*
Received: 18 Sep. 2016 – Accepted: 5 Mar. 2017