نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۵۰۸-۴۹۵

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 495-508

اثر عصاره استخراج شده با حلال‌های مختلف در گیاه استبرق *Calotropis procera* (Willd) بر دموگرافی سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* (Genn.)

محمد امین سمیع[1*]- مریم نجاتی[2]- مهدی ضرابی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۷

چکیده

در این پژوهش اثر حلال‌های استون، اتانول، هگزان و متانول برای عصاره‌گیری گیاه استبرق بر دموگرافی سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) روی گوجه فرنگی بررسی شد. داده‌ها بر اساس جدول زندگی سن-مرحله دوجنسی تجزیه شدند. نتایج نشان داد که تیمار استبرق استونی بیشترین اثر را بر کاهش بقاء حشرات کامل سفیدبالک پنبه داشتند. اثر تیمارها بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (روز-۱) ، نرخ متناهی افزایش جمعیت (روز-۱) ، طول مدت زمان هر نسل (روز) و نرخ ناخالص و خالص تولید مثل (تخم/فرد) در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت برای تیمارهای شاهد و عصاره‌های استونی، اتانولی، هگزانی و متانولی به ترتیب ۰/۰۸۱، ۰/۰۳، ۰/۰۴۵، ۰/۰۵۴ و ۰/۰۴۳ بر روز بود. در مورد فراسنجه‌های دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده تیمار شاهد به ترتیب با مقادیر ۲/۴۵ و ۱۵/۱۳۱ در گروه بیشترین قرار گرفت و تیمار استبرق استونی با مقادیر ۰/۵۹و ۳/۰۹۳ در گروه کمترین قرار گرفت. در این پژوهش کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد توانستند در کاهش دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر ماده اثر داشته باشند. از بین حلال‌های مختلف برای عصاره‌گیری، استون و متانول حلال‌های بهتری برای استخراج عصاره‌ی مؤثر بر سفیدبالک پنبه بودند و عصاره‌ی استبرق می‌تواند به عنوان یک گزینه‌ی مناسب در برنامه مدیریت تلفیقی سفیدبالک پنبه مطرح باشد.

واژه‌های کلیدی: عصاره گیاهی، فراسنجه‌های جمعیت حشرات، جدول زندگی، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت

مقدمه

سفیدبالک پنبه[4] *B. tabaci* به‌عنوان آفت محصولات گلخانه‌ای در مناطق معتدل و گرم دنیا اهمیت پیدا کرده است (۴ و ۴۳). حشرات کامل و پوره‌ها به دلیل استقرار در پشت برگ‌های میزبان از تأثیر غلظت‌های کشنده حشره‌کش‌های تماسی در امان می‌مانند. بدین منظور برای حفظ عملکرد و کیفیت، محصول طیف وسیعی از حشره‌کش‌ها به صورت مکرر استفاده می‌شود که سرعت بروز مقاومت و طغیان جمعیت حشره را افزایش می‌دهد (۱۲ و ۱۸).

برای دست یافتن به یک نتیجه مناسب و کنترل منطقی، از آفت-کش‌های شیمیایی نمی‌توان صرف نظر کرد، اما از مصرف بی‌رویه این ترکیبات می‌توان کاست. در این راستا، می‌توان از ترکیبات جانشینی استفاده کرد که کم‌ترین خطر را برای محیط زیست و سلامت انسان، دام و گیاه داشته باشند (۳۶). در سال‌های اخیر، به استفاده از عصاره‌های گیاهی به‌عنوان جایگزین آفت‌کش‌های شیمیایی در کنترل آفات توجه زیادی شده است (۱۳، ۲۴، ۲۷، ۳۴، ۳۵، ۳۸ و ۴۸). این ترکیبات به صورت کشنده، دورکننده و بازدارنده تغذیه و تخم‌گذاری عمل کرده و رشد جمعیت حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۰). گیاهان حاوی ترکیبات متعددی هستند که ساختارهای متفاوتی دارند. استخراج این ترکیبات به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم‌ترین آن‌ها حلال و روش استخراج می‌باشند (۱۸، ۲۰ و ۲۸). انتخاب حلال و روش استخراج بستگی به قسمت‌های مختلف یک گیاه و نیز مواد متشکله آن دارد، بسیار مشکل خواهد بود که برای هر دسته از ترکیبات گیاهی حلال مخصوصی انتخاب شود زیرا همراه با این ترکیبات، مواد دیگری نیز وجود دارد که روی درجه حلالیت این مواد تأثیرگذار می‌باشند. برای مثال، بهترین روش برای استخراج ترکیبات فنولی گیاه سرخارگل *Echinacea purpurea* (L.) Moench استفاده از حلال متانول: آب (۸۰:۲۰) و روش استخراج گرم (۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سلسیوس) بوده (۲۰) و کلروفرم حلال خوبی برای استخراج ترکیبات

۱ و ۲- استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: (Email: samia_aminir@yahoo.com
۳- استادیار گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.45843

4- Sweetpotato whitefly

روتنونی دو گیاه (Wallich) *Derris elliptica* و *D. malaccensis* (Benth.) است (۴۰). جلالی و همکاران (۲۸) نشان دادند که اثر ضد میکروبی عصاره‌های هیدروالکلی، هگزانی، کلروفرمی و متانولی میوه گیاه *Pycnocycla spinosa* Decne. Ex Boiss متفاوت است. قره‌خانی و همکاران (۱۷) نشان دادند که روش‌های مختلف استخراج ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدی از گیاه گزنه *Urtica dioica* L. به همراه سه حلال آب، متانول ۸۰٪ و کلروفرم میزان اثر آنها را تغییر داده و روش استخراج به کمک مایکروویو با حلال آب و زمان ۹ دقیقه بالاترین قدرت استخراج‌کنندگی ترکیب‌های فنولی (۱۱/۵۷±۰/۴۱ میلی‌گرم معادل اسید گالیک به گرم نمونه خشک) را داشته و روش غرقابی با حلال کلروفرم بیشترین میزان ترکیب‌های فلاونوئیدی را استخراج می‌کند. همچنین سه حلال متانول: آب مقطر (۵۰:۵۰)، ان هگزان: متانول (۵۰:۵۰) و متانول: ان هگزان (۳۰:۷۰) بهترین حلال‌ها برای استخراج عصاره گیاه شنبلیله *Trigonella foenum-graecum* L. بودند (۲). برای به‌دست آوردن درک بهتری از تأثیر درازمدت آفت‌کش‌ها بر اکوسیستم‌ها، کاربرد روش‌هایی مانند تجزیه و تحلیل جداول زیستی یا سم‌شناسی دموگرافیک روی هر دو گروه آفات و گونه‌های مفید، نیاز است (۱۵، ۴۵ و ۴۶).

با توجه به استفاده زیاد آفت‌کش‌ها در گلخانه‌ها برای کنترل آفات به‌ویژه سفیدبالک‌ها، خطرات زیست محیطی آفت‌کش‌ها، مقاومت این گونه به برخی آفت‌کش‌ها و اهمیت محصولات تازه خوری به‌ویژه گوجه فرنگی، این پژوهش روی این میزبان متمرکز شده است. به همین انگیزه در این پژوهش اثر حلال‌های مورد استفاده برای استخراج عصاره گیاه استبرق بر فراسنجه‌های زیستی از قبیل پتانسیل تخم‌گذاری، نسبت جنسی، طول دوره رشد و طول عمر حشرات کامل و فراسنجه‌های جدول زندگی سفیدبالک پنبه بررسی شد. گیاه استبرق *Calotropis procera* (Willd.) R. Br. از گیاهان دارویی خانواده بوده که در مناطق جنوبی ایران از جمله حاجی‌آباد، بندرعباس، اورزوییه و بیابان‌های استان بوشهر به‌صورت وحشی می‌روید. اسانس، عصاره و شیرابه این گیاه دارای خاصیت حشره‌کشی است (۱۳، ۲۴، ۲۷، ۳۴، ۳۵، ۳۸ و ۴۸).

مواد و روش‌ها

حشرات مورد استفاده

حشرات کامل سفیدبالک‌پنبه از جمعیت موجود در گلخانه برداشت شد. این جمعیت در تیر ماه سال ۱۳۸۹ از مزرعه آموزشی پنبه دانشگاه ولی عصر رفسنجان جمع‌آوری و به منظور شناسایی و پرورش به گلخانه منتقل شدند. بر اساس شناسایی شفیره‌ها، این توده، گونه *B. tabaci* تشخیص داده شد (۴۲). حشرات کامل در گلخانه پژوهشی با شرایط کنترل شده (دمای ۲±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی) پرورش داده شدند.

پرورش حشرات

گلدان‌های یک‌بار مصرف پلاستیکی به قطر ۱۵ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر با خاک آماده باگا (شرکت دشت سبزآتیه پارک علم و فن‌آوری دانشگاه تهران، ۱۳۸۹) پر شد و بذر گوجه فرنگی رقم CH به صورت انبوه درون آنها کشت شد. پس از ۲ تا ۴ برگی شدن گیاهان کشت شده، هر یک تا دو نشاء به گلدان‌های جدید منتقل شد. پس از استقرار گیاهان، به منظور عدم آلودگی گلدان‌ها تا زمان رهاسازی جمعیت سفیدبالک، گلدان‌ها به قفس‌هایی با ابعاد ۸۰×۵۰×۶۰ cm که با پارچه‌های حریر پوشیده شده بودند، منتقل شد (۲۶). حشرات کامل سفیدبالک‌پنبه روی گوجه فرنگی در قفس‌هایی به ابعاد ذکر شده پرورش داده شد. با توجه به افزایش تراکم آفت پس از ۱ الی ۲ نسل، هر ۱۵ روز یکبار گلدان‌های قبلی با گلدان‌های جدید جایگزین می‌شدند. به منظور هم‌سن‌سازی حشرات کامل، گیاهان گوجه‌فرنگی حاوی شفیره‌های چشم قرمز به قفس‌های جداگانه عاری از سفیدبالک منتقل گردید. روزانه حشرات کامل خارج شده از این شفیره‌ها جمع‌آوری شد (این حشرات هم‌سن کمتر از ۲۴ ساعت با هم اختلاف سنی داشتند). از کشت به روش هیدروپونیک برای آماده‌سازی گیاهان برای آزمایش‌ها استفاده شد. بدین منظور ساقه جوان میانی بوته‌های گوجه‌فرنگی که دارای رشد مناسب بودند به همراه جوانه از انتهای ساقه جدا شده و از منفذ تعبیه شده روی درب لیوان‌های یک‌بار مصرف با ارتفاع ۱۵ و قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر داخل محلول لیوان گذاشته شدند. گلدان‌ها با استفاده از لیوان‌های مشابه دارای توری به‌عنوان قفس لیوانی پوشانده شده و دو لبه لیوان‌ها از طریق قرار گرفتن فوم چهار لایه بین آن‌ها به هم متصل شد. بر روی قسمت هوایی، منفذ کوچکی جهت قرارگیری ویال شیشه‌ای برای رهاسازی حشرات کامل ایجاد گردید.

تهیه نمونه‌های گیاهی و عصاره‌گیری

نمونه گیاهی شامل، برگ و گل استبرق *C. procera* در اردیبهشت ۱۳۹۱ از شهرستان جیرفت استان کرمان جمع‌آوری شدند. گونه گیاهان جمع‌آوری شده توسط بخش رده‌بندی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت تشخیص داده شد. گیاهان پس از جمع‌آوری با آب مقطر شست و شو داده شده و در شرایط طبیعی اتاق، دور از تابش نور خورشید خشک گردیدند. برای عصاره‌گیری، از نمونه گیاهی پودر شده و روش ماسراسیون (خیساندن) استفاده شد (۴۱). حلال‌های مورد استفاده شامل آب (۱۰۰ درصد)، آب:متانول (۸۰:۲۰)، آب: هگزان

(۸۰:۲۰)، آب:استون (۸۰:۲۰) و آب:اتانول (۸۰:۲۰) بودند. در این روش ۲۰ گرم از گیاه پودر شده در حلال‌های مختلف خیسانده شده و به مدت ۴۸ ساعت روی شیکر در دمای اتاق و با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس عصاره‌ها از کاغذ صافی رد شده و توسط دستگاه تقطیر در خلاء دوار[1] در دمای ۴۰ درجه سلسیوس و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه تغلیظ شدند. مایع غلیظ حاصل روی شیشه ساعت پهن شده و در آون در دمای ۴۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا عصاره به صورت پودر یا خمیر بدست آید. پودر یا خمیر بدست آمده در شیشه‌های درب‌دار تیره رنگ داخل یخچال نگهداری و مشخصات نمونه‌ی گیاهی به همراه تاریخ عصاره‌گیری روی آن‌ها ثبت گردید (۲۹).

آزمایش‌های زیست‌سنجی

در این آزمایش از لیوان‌های یکبار مصرف توضیح داده شده در قسمت پرورش حشرات استفاده شد. برای تیمار کردن حشرات کامل از روش غوطه‌ورسازی برگ در عصاره ها استفاده شد (۴۹). برای یکنواختی محلول به آن ۰/۰۲ درصد Tween80 اضافه شد. نشاهای ۴-۲ برگی گوجه فرنگی انتخاب و بعد از فرو بردن در محلول عصاره‌ها به مدت ۱۵ ثانیه، در داخل لیوان‌ها قرار داده شد. تعداد ۲۰ حشره کامل هم‌سن سفید بالک پنبه که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود از منبع پرورش حشرات استفاده از ویال شیشه‌ای به آرامی از طریق دریچه موجود در درب قفس به محیط داخل آن تکانده شدند و حشرات تلف شده بعد از گذشت ۴۸ ساعت شمارش شدند. مرگ و میر به صورت درصد حشرات کامل مرده به تعداد اولیه در هر تکرار محاسبه شد. سپس درصد مرگ و میر اصلاح شده محاسبه گردید (۱). این آزمایش چندین بار انجام شد تا دامنه غلظت‌های مورد نظر به‌دست آمد. با انجام آزمایش‌های مقدماتی، دز پایین (مربوط به تلفات ۲۵ درصد) و دز بالا (مربوط به تلفات ۷۵ درصد) عصاره‌ها مشخص و سپس در فاصله لگاریتمی تعداد ۵ تا ۶ غلظت انتخاب گردید. با استفاده از نتایج به دست آمده از این آزمایش، غلظت‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های زیست سنجی تعیین شد (۳۹).

آزمایش‌های اصلی برای عصاره استبرق اتانولی در ۵ غلظت (۳، ۷/۲۲۶، ۱۷/۴۰۶ ، ۴۱/۹۲۹ ، ۱۰۱) ، استبرق متانولی در ۵ غلظت (۴/۵ ، ۹/۲۴، ۱۸/۹۷۳، ۳۸/۹۶، ۹۵) ، استبرق استونی در ۵ غلظت (۶، ۱۲/۹۴۴، ۲۷/۹۲۸، ۶۰/۲۵۵، ۱۳۰)، استبرق هگزانی در ۵ غلظت (۳/۵ ، ۷/۸۸۱، ۱۷/۷۴۸، ۳۹/۹۶۶، ۹۰)، بر حسب گرم بر لیتر در سه تکرار انجام شد. روش تیمار کردن، مشابه آزمون‌های مقدماتی (که در بالا شرح داده شد) بود و داده‌ها برای محاسبه دز کشنده ۲۵ درصد (LC_{25}) استفاده شد.

اثرات زیر کشنده عصاره های گیاهی

در این ازمایش از دز کشنده ۲۵ درصد (LC_{25}) از هر عصاره روی حشرات کامل سفیدبالک پنبه در هشت تکرار (گروه هم‌سن)[2] در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. تعداد ۳۰ حشره کامل هم‌سن سفیدبالک که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود از منبع پرورش حشرات هم‌سن به‌طور تصادفی با اسپیراتور صید شده و با استفاده از ویال شیشه‌ای به آرامی از طریق دریچه موجود در درب قفس به محیط داخل آن رها شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت حشرات کامل زنده از روی گیاهان جمع‌آوری شده و تخم‌های گذاشته شده روی این گیاهان برای مطالعه بیولوژی نگهداری شدند. بدین منظور هر ۲۴ ساعت یک‌بار از تعدادی گیاه حاوی تخم که به‌طور تصادفی انتخاب شدند، بازدید گردید و حد فاصل میان زمان تخم‌گذاری تا تفریخ تخم‌ها به‌عنوان دوره‌ی انکوباسیون تخم ثبت شد. برگ‌های حاوی تخم ها هر روز بوسیله بینوکولر بررسی شد و زمان تفریخ تخم‌ها ثبت شد. بدین ترتیب طول دوره رشد تخم معین شد. پس از تفریخ تخم‌ها و مستقر شدن پوره‌های سن اول در روی برگ، نقشه‌ای از محل استقرار پوره‌های سن اول روی برگ تهیه شد و بر اساس این نقشه طول دوره پورگی بدست آمد. آغاز مرحله شفیرگی بر اساس ظهور چشم‌های قرمز تعیین شد. فاصله بین ظهور چشم‌های قرمز و خروج بالغین به عنوان طول دوره شفیرگی تعیین و محاسبه شد. بدین ترتیب طول دوره رشد از تخم تا بلوغ اندازه‌گیری شد. این دوره برای همه پس از اتمام دوره شفیرگی حشرات کامل خارج شده برای مطالعه سایر فراسنجه‌های جدول زندگی به کار برده شدند، بدین منظور نشاهای ۴-۲ برگی گوجه فرنگی انتخاب و بعد از فرو بردن در عصاره‌های گیاهی استخراج شده به روش‌های مختلف به مدت ۵ ثانیه، در داخل قفس‌های لیوانی قرار داده شد. برای تیمار کردن حشرات کامل از روش غوطه‌ورسازی برگ[3] در عصاره‌های گیاهی استفاده شد و آب به‌عنوان شاهد مورد استفاده قرارگرفت. پس از گذشت ۴۸ ساعت حشرات کامل زنده به گیاهان جدید منتقل شده و جنسیت حشرات مرده مشخص گردید و میزان تخم‌گذاری حشرات ماده با استفاده از بینوکولار ثبت شد. این کار تا پایان زندگی آخرین حشره ادامه یافت. تخم‌های گذاشته شده توسط افراد ماده روی همه گیاهان را روزانه بررسی کرده و یادداشت شد. حشرات نر کمی کوچک‌تر از حشرات ماده بوده و دارای یک جفت قلاب و یک استایلی میانی در انتهای شکم هستند و بندهای آخر شکمی به‌صورت باریک دیده می‌شوند. ماده‌ها دارای تخم‌ریز بوده و بندهای انتهایی

1- Rotary evaporator

2- Cohort

3- Leaf dip test

شکم گرد به‌نظر می‌رسند (۱۶).

تجزیه داده‌ها

داده‌های بدست آمده بر اساس مدل جدول زندگی سن-مرحله دوجنسی که توسط چی و لیو (۷) و چی (۸) تهیه شده با نرم افزار TWOSEX-MSChart مورد تجزیه آماری قرار گرفت (۱۱)، که در Visual BASIC (version 6, service pack 6) برای سیستم عامل ویندوز طراحی شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) بر اساس معادله اولر-لوتکا ($\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} = 1$) برآورد شد، طوری که سن حشره از روز صفر در نظر گرفته شده است (۱۹). خطای معیار (SE) فراسنجههای یاد شده از طریق روش بوتسترپ[1] با ۱۰۰۰۰ بار تکرار تخمین زده شد (۲۳). برای تشکیل جدول زندگی سن-مرحله دوجنسی وقایع روزانه همه افراد از تولد تا مرگ شامل باروری روزانه ماده‌ها، هم‌چنین مراحل رشدی مانند تخم، پوره، شفیره و حشره‌کامل و جنسیت تک تک افراد مانند نر، ماده و ناشناخته‌ها مشخص شد (F: حشرات ماده، M: حشرات نر و N: آن‌هایی که قبل از مرحله حشره‌کامل مرده‌اند) و در نرم افزار Notepad ثبت گردید (۸). نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سن (m_x)، نرخ بقا ویژه سن-مرحله(s_{xj}) (x: سن، j: مرحله)، و فراسنجه‌های جمعیت (r: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، λ: نرخ متناهی افزایش جمعیت، R_0: نرخ خالص تولیدمثل، GRR: نرخ ناخالص تولید مثل و T_0: میانگین مدت زمان نسل، برطبق روابط مربوطه محاسبه شدند (۸). داده‌های به‌دست آمده از آزمایش‌های زیست‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار Polo- Plus و روش تجزیه پروبیت تجزیه و تحلیل شد و روابط دز-پاسخ برای عصاره‌ها روی سفیدبالک پنبه تعیین گردید. تجزیه داده‌های مربوط به فراسنجه‌های زیستی و جمعیت پایدار با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0، انجام شد. قبل از تجزیه داده‌ها برقراری شرایط آنالیز واریانس از جهت نرمال بودن و تصادفی بودن خطاها، همگنی واریانس‌ها و همبستگی واریانس‌ها با میانگین بررسی و تبدیل‌های لازم انجام شد. مقایسات و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

داده‌های مربوط به جدول زندگی توسط نرم‌افزار TWOSEX-MSChart (۱۱) و براساس جدول زندگی دو جنسی ویژه سنی (۷ و ۸) تجزیه شد. منحنی‌ها و نمودارها به کمک نرم‌افزار Sigmaplot 12.0 رسم گردید.

نتایج و بحث

اثرات زیرکشنده‌ی عصاره‌های گیاهی

نتیجه تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین حلال‌های مختلف عصاره‌گیری به‌عنوان متغیر مستقل و فراسنجه‌های بیولوژیکی به‌عنوان متغیر وابسته نشان می‌دهد که بین متغیرهای طول دوره زندگی حشرات کامل ماده ($F_{۴,۶۷۴}$=۲۳/۶۴۹, P=۰/۰۰۰)، طول دوره زندگی حشرات کامل نر ($F_{۴,۵۷۵}$=۱۹/۲۱۰, P=۰/۰۰۰)، نسبت جنسی ماده ($F_{۴,۱۰}$=۳۳/۸۸۴, P=۰/۰۰۰)، دوره تخم‌گذاری (P=۰/۰۰۰ , $F_{۴,۱۰}$=۱۳۹۴۳/۴۰۰) و تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده (P=۰/۰۰۰ , $F_{۴,۶۷۴}$=۳۱/۴۵۰) اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

نتایج نشان داد که کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد میانگین طول دوره حشرات بالغ ماده و نر را کاهش دادند و تیمار استبرق استونی به ترتیب کمترین و تیمار شاهد بیشترین طول دوره حشرات بالغ ماده و نر را داشتند (جدول ۱). بر خلاف استبرق هگزانی، استبرق اتانولی، استبرق متانولی و استبرق استونی نسبت جنسی ماده را نسبت به شاهد (در سطح ۵٪) به صورت معنی‌داری افزایش دادند. اختلاف معنی‌دار داشت و همگی باعث افزایش این متغیر نسبت به شاهد شدند. در مورد فراسنجه‌های دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده تیمار شاهد به ترتیب با مقادیر ۲/۴۵ و ۱۵/۱۳۱ در گروه بیشترین قرار گرفت و تیمار استبرق استونی با مقادیر ۰/۵۹و ۳/۰۹۳ در گروه کمترین قرار گرفت و سایر تیمارها در گروه میانه قرار گرفتند. در این پژوهش کلیه تیمارها در مقایسه با شاهد توانستند در کاهش دوره تخم‌گذاری و تعداد کل تخم به ازای هر ماده اثر داشته باشند (جدول ۱).

مقدار نرخ بقا ویژه مرحله سنی (s_{xj}) *B. tabaci* در شکل ۱ احتمال این‌که یک تخم گذاشته شده تا سن x و مرحله j بقا خواهد یافت را نشان می‌دهد این منحنی‌ها بقا و تفاوت مراحل، روی هم افتادگی مراحل و تغییرات نرخ رشد بین افراد را نشان می‌دهند (۲۲ و ۵۰). به‌دلیل این‌که جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تغییرات نرخ رشد را در بین افراد در نظر می‌گیرد روی هم افتادگی معنی‌داری در بین مراحل می‌تواند مشاهده شود (۵۰) (شکل ۱). چی و لیو (۷) و چی (۸) نشان دادند که تغییرات نرخ رشد در بین افراد منجر به روی هم افتادگی مراحل در منحنی بقا می‌گردد. اگر منحنی‌های بقا بر اساس میانگین هر مرحله ساخته شوند، روی هم افتادگی مراحل مشاهده نخواهد شد و منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی‌های بقا می‌گردد. در پژوهش ما به دلیل این‌که حشرات کامل تیمار شدند میانگین مراحل پیش از بلوغ برای تمام تیمارها لحاظ گردیده است (۶).

1- Bootstrap

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های (±SE) مربوط به اثر حلال‌های عصاره‌گیری گیاه استبرق روی برخی فراسنجه‌های زیستی سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci*

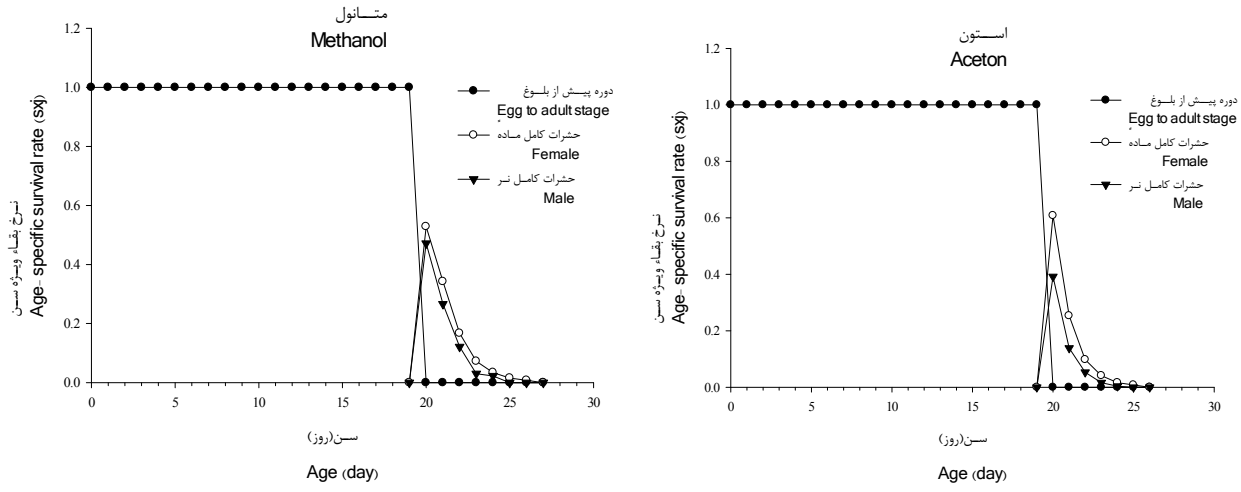
Table 1- Comparison of means (±SE) related to effects of solvent type of *Calotropis procera* on biological parameters of *Bemisia tabaci*

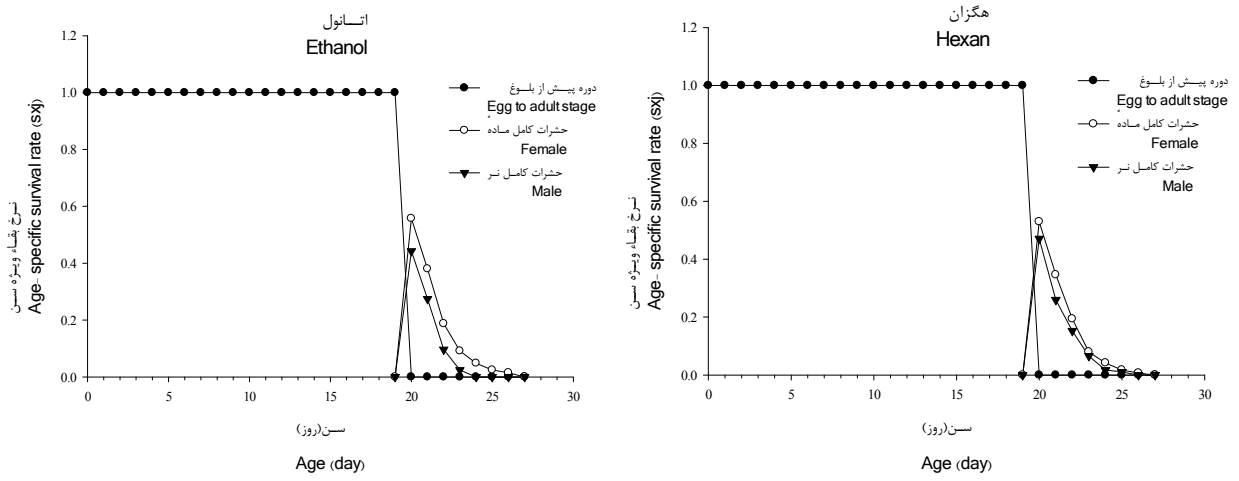
متغییر Variable	تیمار Treatment				
	Control	Hexan	Aseton	Methanol	Ethanol
طول دوره حشره بالغ ماده (روز) Female adult longevity (days)	0.259[a]±3.585	0.11[b]±2.302	0.081[c]±1.715	0.11[b]±2.2	[bc] 0.131±2.336
طول دوره حشره بالغ نر (روز) Male adult longevity (days)	0.192[a]±2.99	0.106[b]±2.073	0.081[c]±1.561	0.087[b]±1.922	[bc] 0.091±1.891
نسبت جنسی ماده Sex ratios (female)	0.48± 0.006 [c]	0.47±0.006[c]	0.54± 0.006 [a]	0.52±0.005[b]	0.54±0.006[a]
دوره تخم‌گذاری (روز) Oviposition period (days)	2.45± 0.006 [a]	1.28± 0.006[b]	0.59±0.006[e]	1.11± 0.006 [d]	1.25±0.006[c]
تعداد کل تخم به ازای هر حشره ماده Total fecundity/ female	15.131±1.72[a]	6.60±0.631[b]	3.093±0.386[c]	5.078±0.502[bc]	5.086±0.651[bc]

حروف مشابه در یک سطر نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ برای هر فراسنجه می‌باشد.

Means within a row followed by the same letter are not significantly different (Duncan`s test, P>0.05)

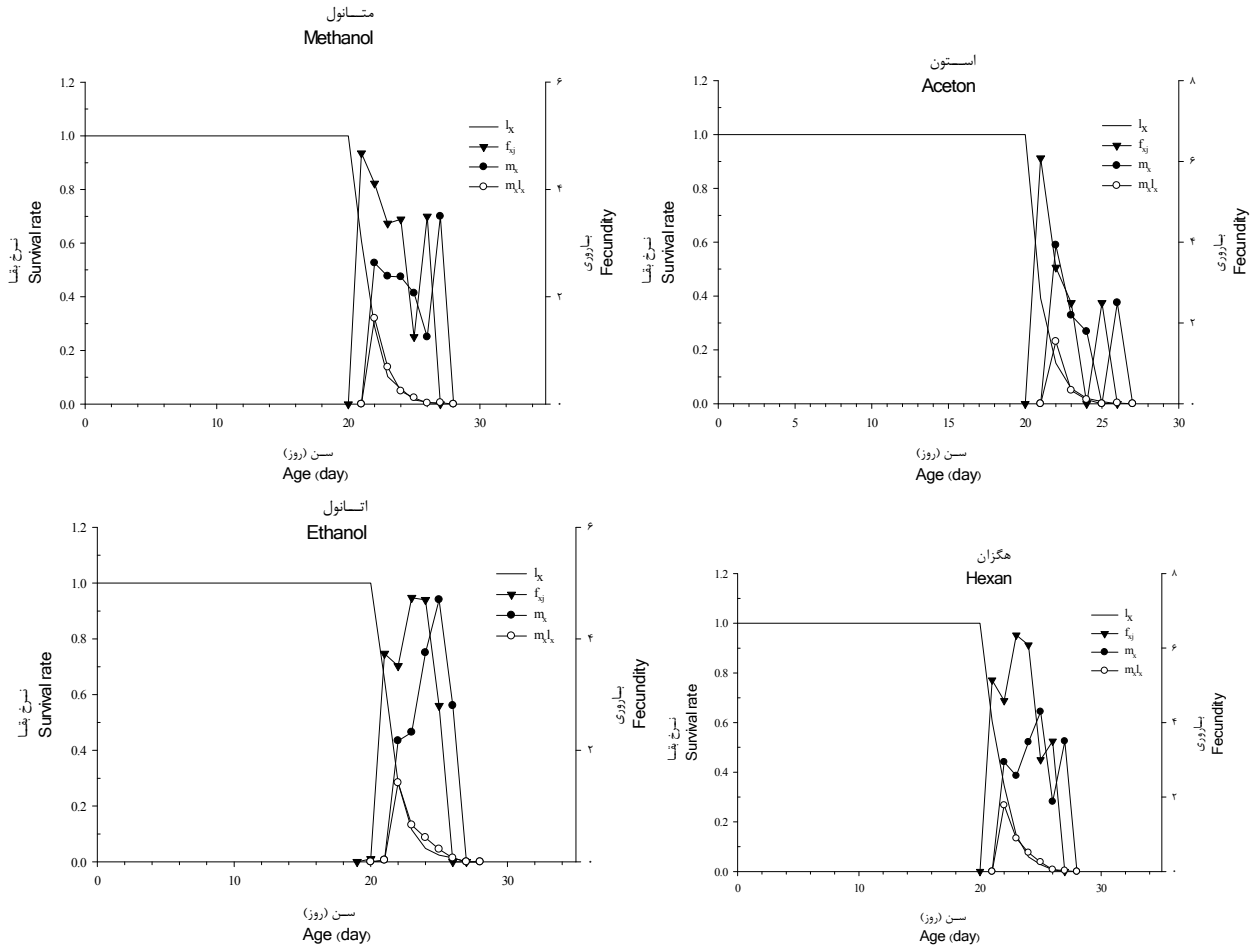
نرخ بقا ویژه سن (l_x)، f_{x4}(ماده در مرحله سنی ۴)، باروری ویژه سنی (m_x) و زادآوری ویژه سن (l_xm_x) *B. tabaci* در شکل ۲ نشان داده شده است. l_x احتمال بقا یک تخم تازه گذاشته شده تا سن x است و به‌وسیله یکی کردن بقا همه افراد دو جنس و آن‌هایی که در طول مراحل پیش از بلوغ مرده‌اند محاسبه می‌شود. منحنی lx یک نسخه ساده شده از منحنی‌های شکل ۱ است. همانطور که مشاهده شد برای تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی یک حشره‌کامل از تخم تا مرگ به ترتیب ۳۲، ۲۶، ۲۷، ۲۷ و ۲۷ روز زنده مانده است توانایی زنده ماندن در تیمارهای شاهد با مقدار ۳۲ روز بیشترین و در تیمار استبرق استونی با مقدار ۲۶ روز کمترین است. میانگین تعداد نتاج تولید شده به‌وسیله افراد *B. tabaci* در سن x و مرحله j در هر روز به‌صورت باروری مرحله سنی (f_{xj}) نشان داده شده است (شکل ۲). به دلیل این‌که صرفا ماده‌ها نتاج را تولید می‌کنند فقط یک منحنی f_{x4}(ماده‌ای که در چهارمین مرحله زندگی است) وجود دارد (۵۰). نتایج نشان داد بقا حشرات کامل ماده در تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی به ترتیب ۱۳، ۶، ۸، ۷ و ۷ روز بوده است بر این اساس کم‌ترین بقا در تیمار استبرق استونی مشاهده می‌شود و تیمار شاهد دارای بیشترین بقاء بود.





شکل ۱- اثر حلال عصاره‌گیری گیاه استبرق روی بقا ویژه سن (s_{xj}) حشرات کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci*

Figure 1- Effects of several solvent type for extraction of *Calotropis procera* on age- specific survival rate (s_{xj}) of *Bemisia tabaci*



شکل ۲- اثر نوع حلال برای اسخراج عصاره گیاه استبرق روی نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سنی ماده (f_{x4})، باروری ویژه سن (m_x) و زادآوری ویژه سن (l_xm_x) حشرات کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci*

Figure 2- Effects of several solvent type for extraction of *Calotropis procera* on age- specific survival rate (l_x), female age- specific fecundity (f_{x4}) (eggs/female), and age- specific maternity (l_xm_x) of *Bemisia tabaci*

امید به زندگی هر گروه مرحله سنی (e_{xj}) *B. tabaci* زمان مورد انتظاری که هر فرد از سن x تا مرحله j زنده خواهد ماند را نشان می‌دهد امید به زندگی با کاربرد نرخ بقا مرحله سنی (s_{xj}) بدون فرض این‌که جمعیت توزیع مرحله سنی پایداری را به‌دست آورد، محاسبه شد، بنابراین می‌توانیم بقا یک جمعیت را در هر شرایطی پیش‌بینی کنیم (۵۰). امید به زندگی در تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی حشرات ماده در روز ۱۹ (اولین روز خروج حشرات کامل) به ترتیب ۳/۵۲، ۱/۶۸، ۲/۳۳، ۲/۲۹ و ۲/۲۰ روز و حشرات نر ۲/۹۹، ۱/۵۴، ۱/۸۹، ۲/۰۷ و ۱/۹۳ روز بود. در روز ۱۹ام کمترین امید به زندگی ماده مربوط به تیمار استبرق استونی است. امید به زندگی بر اساس جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تفاوت بین افراد همان سن اما مراحل مختلف یا جنس‌های مختلف را مشخص می‌کند (۹). امید به زندگی (e_x) روی x که به‌معنی متوسط روزهای باقی مانده است که فرد به سن x برسد نشان داد که در تیمار شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی امید به زندگی در آغاز زندگی به ترتیب ۲۳/۲۴، ۲۱/۶۹، ۲۲/۱۳، ۲۲/۱۹ و ۲۲/۰۷ روز بود. بر این پایه امید به زندگی در تیمار شاهد با مقدار ۲۳/۲۴ بیش‌ترین و در تیمار استبرق استونی با مقدار ۲۱/۶۹ کم‌ترین بود، سایر تیمارها در گروه میانه قرار گرفتند. فیشر (۱۴) نرخ تولیدمثل را به‌عنوان سهم یک فرد در جمعیت بعدی مشخص می‌کند. نرخ تولیدمثل مرحله سنی (v_{xj}) *B. tabaci* سهم یک فرد در سن x و مرحله j را در جمعیت بعدی در شکل ۳ نشان می‌دهد. نرخ تولیدمثل یک تازه متولد شده (v_{01}) دقیقاً نرخ متناهی افزایش جمعیت است. نرخ تولیدمثلی به‌طور معنی‌داری وقتی که تولیدمثل شروع شد افزایش یافت. پیک اصلی در فراسنجه‌های تولیدمثلی ماده در تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی به ترتیب در روزهای ۲۳ام (v_{23}= 17.88)، ۲۱ام (v_{21}= 7.79)، ۲۳ام (v_{23}= 7.77)، ۲۳ام (v_{23}= 10.19)، و ۲۱ام (v_{21}= 7.66) بود. یانگ و چی (۵۰) و هو و همکاران (۲۲) بیان کردند که افراد در پیک تولیدمثلی می‌توانند بیشتر از یک تخم تازه گذاشته شده در نرخ تولیدمثلی سهیم باشند. برای مثال یک تخم تازه گذاشته شده در تیمار استبرق استونی نرخ تولیدمثلی برابر ۱/۰۳ داشت اما یک ماده در روز ۲۰ام نرخ تولیدمثل بالاتر، با مقدار ۳/۱۴ داشت. اگر یک حشره ماده نتاجی را تولید نکند نرخ تولیدمثل آن صفر می‌شود ولی ممکن است منحنی بقا هم‌چنان ادامه داشته باشد (۲۲ و ۵۰). برای مثال در تیمار استبرق اتانولی نرخ تولید مثل روز بیست و ششم متوقف شد امّا بقاء تا روز بیست و هفتم ادامه داشت (شکل ۳). به دلیل این‌که سهم نرها در جمعیت بعدی به‌وسیله فیشر (۱۴) مشخص نشده هیچ منحنی‌ای برای نرها وجود نداشت. لیو و استنسلی (۳۲) به این نکته توجه دارند که تغییراتی در میزان حساسیت به حشره‌کش‌ها در بین مراحل مختلف رشدی *B. argentifolii* وجود دارد.

نتایج تجریه واریانس و محاسبات آماری بین عصاره گیاهی استبرق با حلال‌های مختلف به‌عنوان فاکتور مستقل و فراسنجه‌های جمعیت پایدار به‌عنوان فاکتور وابسته نشان می‌دهد که بین متغیر نرخ خالص تولیدمثل (R_0 یا NRR) ($F_{۴،۴۹۹۵}$=۱۴۶۶۶/۳۶, P=۰/۰۰۰)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) ($F_{۴،۴۹۹۵}$=۱۱۵۲۰/۱۸,P =۰/۰۰۰)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) ($F_{۴،۴۹۹۵}$=۱۷۷۲۹/۴۳, P=۰/۰۰۰)، نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) ($F_{۴،۴۹۹۵}$=۱۱۰۰۴/۵۶, P=۰/۰۰۰) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) به روز ($F_{۴،۴۹۹۵}$=۲۸۸۹۴/۰۲, P=۰/۰۰۰)، در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. میانگین فراسنجه‌های جمعیت پایدار در (جدول ۲) آمده است. همان‌طور که مشاهده شد برای فراسنجه‌های نرخ ناخالص تولیدمثل، نرخ خالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و میانگین مدت زمان یک نسل تیمار کنترل با مقدار به ترتیب ۴۲/۱۸۴، ۷/۲۱۸، ۰/۰۸۱، ۱/۰۸۵ و ۲۴/۰۸۷ بیشترین و عصاره استبرق استونی با مقدار به ترتیب ۱۰/۱۹۹ ، ۱/۹۹۵، ۰/۰۳۰، ۱/۰۳۰ و ۲۲/۳۰۳ کمترین مقدار را داشتند وکلیّه تیمارها در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند.

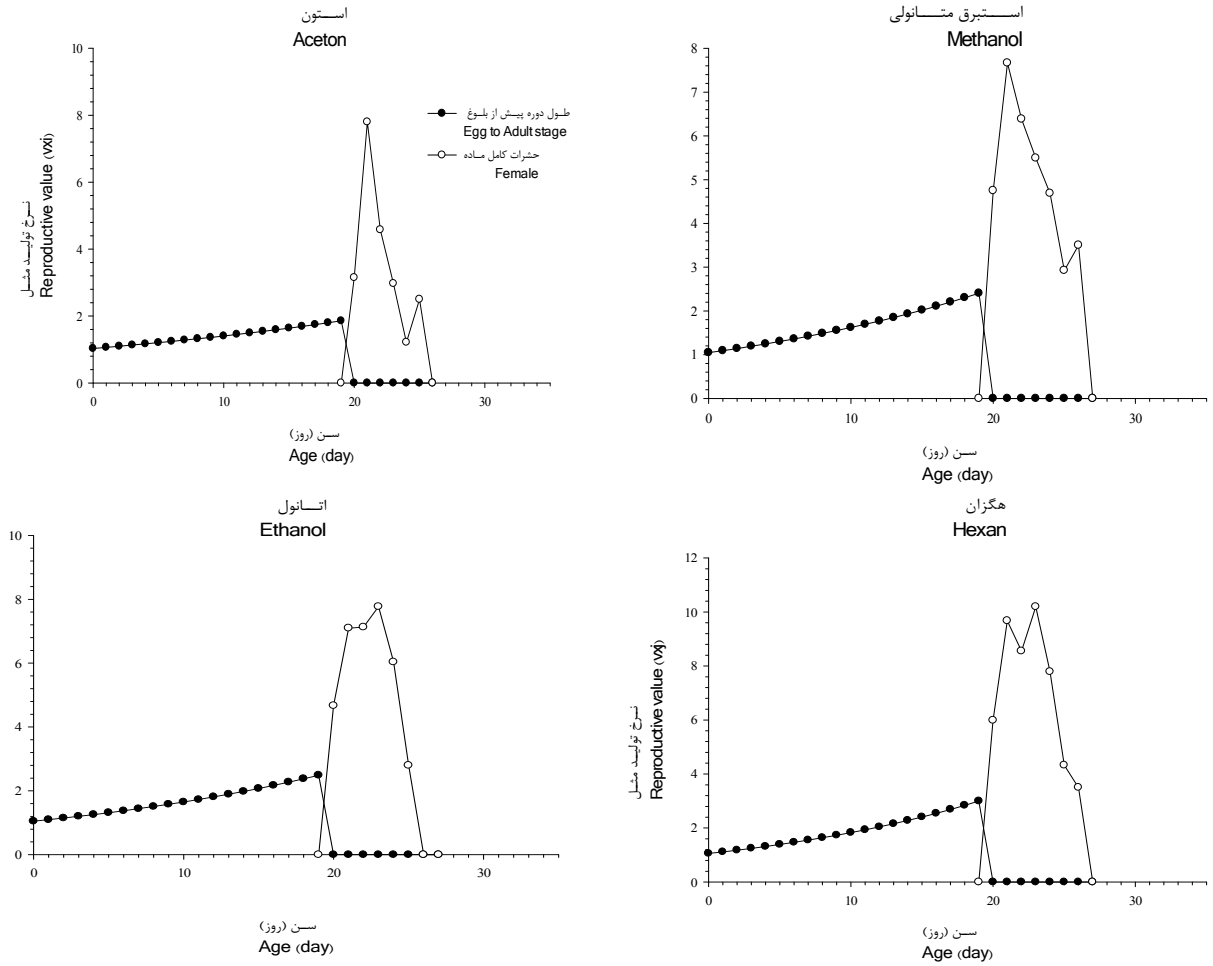
چی (۸) ثابت می‌کند که روابط بین میانگین باروری ماده (F) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) می‌تواند با رابطه $R_0 = \frac{N_f}{N} F$ توضیح داده شود.

N: تعداد کل افراد به کار برده شده در شروع مطالعه جدول زندگی (تعداد تخم)

N_f: تعداد حشرات ماده خارج شده از N تخم

F: میانگین باروری ماده می‌باشد.

این به این معنی است که $N_f \times F = R_0 \times N$ به عبارت دیگر تعداد کل نتاج تولید شده به‌وسیله همه ماده‌ها با نرخ خالص تولیدمثل ضربدر اندازه cohort مساوی است، این تفاوت‌های کم می‌تواند مربوط به گرد کردن اعداد باشد. این روابط، دقت را در آنالیز جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی نشان می‌دهد (۵۰).



شکل ۳- اثر نوع حلال برای استخراج عصاره گیاه استبرق روی نرخ تولید مثل مرحله سنی (v_{xi}) حشرات کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci*

Figure 3- Effects of several solvent type for extraction of *Calotropic procera* on age- stage reproductive value(v_{xi}) of *Bemisia tabaci*

نتایج نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل در تیمارهای شاهد، استبرق استونی، استبرق اتانولی، استبرق هگزانی و استبرق متانولی به ترتیب ۷/۲۲، ۱/۹۹، ۲/۸۵، ۳/۵۰ و ۲/۶۹ است و مقادیر F برای تیمارهای فوق به ترتیب ۱۴/۹۴، ۳/۲۸، ۵/۰۸، ۶/۶۱ و ۵/۱ بود. طبق گزارش یانگ و چی (۵۰) باید $R_0 \leq F$ باشد. اگر مرگ و میر پیش از تخم‌ریزی وجود داشته باشد $R_0 < F$ است. که پژوهش ما این موضوع ($R_0 < F$) را ثابت می‌کند. لیو و استنسلی (۳۲) و بایهان و همکاران (۳) در گزارش خود بیان کردند که نرخ خالص تولیدمثل بیشتر از میانگین باروری است یعنی $R_0 > F$ است. به دلیل این‌که نرخ خالص تولیدمثل، نرخ بقا ویژه سن را در نظر می‌گیرد صحیح آن است که $R_0 \leq F$ باشد که این مطالب نشان می‌دهد در نتایج آن‌ها خطا وجود دارد. لیو و استنسلی (۳۲) تغییرات نرخ رشد را در بین افراد نادیده گرفتند و منحنی‌های بقا و باروری را بر اساس سن ماده رسم کردند. تسایی و ونگ[1] (۴۷) منحنی‌های نرخ بقا ویژه سن و باروری *B. argentifolii* را روی پنج میزبان براساس سن حشرات کامل به‌کار بردند. کالویتی و رموتی[2] (۵) جدول زندگی *B. argentifolii* را با کاربرد جدول زندگی ویژه سنی ماده مطالعه کردند و منحنی‌های نرخ بقا و باروری را براساس سن حشرات کامل ماده رسم کردند در این‌جا تفاوت‌ها در رشد مرحله پیش از بلوغ نادیده گرفته شد و فرض بر این شد که همه حشرات کامل در یک روز یکسان خارج شده‌اند. چی (۸) و یو و همکاران[3] (۵۱) به این نکته اشاره کردند که وقتی نرخ بقا و باروری تنها براساس سن حشرات کامل ماده باشد و تفاوت‌ها در نرخ رشد دوره پیش از بلوغ نادیده گرفته شود و فرض بر این شود که همه حشرات کامل در یک روز یکسان خارج شده‌اند این فرضیات منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی‌های بقا و باروری می‌گردد.

1- Tsai & Wang
2- Calvitti & Remotti
3- Yu et al.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های(±SE) وابسته به فراسنجه‌های جمعیت پایدار حشرات کامل سفیدبالک پنبه تیمار شده به‌وسیله عصاره استبرق استخراج شده با چند حلال عصاره‌گیری

Table 2- Comparison of means (±SE) related to life table parameters of adult *Bemisia tabaci* treated with extraction of Calotropis procera with several solvent type

تیمارها Treatments	فراسنجه‌های جمعیت پایدار Stable population parameters				
	متوسط مدت زمان یک نسل(روز) The mean generation time (T) d	نرخ متناهی افزایش جمعیت(روز-۱) The finite rate of increase (λ) d^{-1}	نرخ ذاتی افزایش جمعیت(روز-۱) The intrinsic rate of increase (r) d^{-1}	نرخ خالص تولیدمثل(تخم/فرد) The net reproductive rate (R_0) eggs/individual	نرخ ناخالص تولیدمثل(تخم/فرد) The gross reproductive rate (GRR) eggs/individual
Control	24.087±0.006[a]	1.085± 0.000[a]	0.081±0.000[a]	7.218±0.03[a]	42.184±0.225[a]
Aseton	22.303±0.002[e]	1.03± 0.000[e]	0.03±0.000[e]	1.995±0.009[e]	10.199±0.081[e]
Methanol	22.619±0.002[d]	1.044± 0.000[b]	0.043±0.000[d]	2.704±0.01[d]	13.716±0.068[d]
Ethanol	22.827±0.004[b]	1.046± 0.000[c]	0.045±0.000[c]	2.849±0.012[c]	15.786±0.069[c]
Hexan	22.809±0.003[c]	1.056± 0.000[b]	0.054±0.000[b]	3.502±0.012[b]	18.122±0.081[b]

حروف مشابه در ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ برای هر فراسنجه است.

Means within a row and in the same stage followed by the same letter are not significantly different (Duncan`s test, P>0.05)

از آنجایی که l_x به‌طور یکنواخت در هر مرحله سنی کاهش می‌یابد $GRR>R_0$ می‌باشد. لموس و همکاران[1] (۳۱)؛ یو و همکاران (۵۱) و یانگ و چی (۵۰) روابط بین GRR و R_0 را به‌صورت $GRR> R_0$ نشان دادند. وقتی‌که $l_x=1$ و $m_x>0$ شود $R_0= GRR$ است (۵۱). همه نتایج ما در تیمارهای مختلف بر پایه این روابط استوار است. چی (۸) و چی و یانگ (۱۰) در جزئیات کار راجع به تفاوت‌های بین جدول زندگی ویژه سنی ماده و جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی بحث کردند و به خطاهای موجود در منحنی‌های بقا و باروری بر اساس سن حشره کامل اشاره کردند.

با نگرش به نوشته‌ها، این نخستین گزارش از تاثیر حلال‌های مختلف عصاره‌گیری استبرق روی جدول زندگی سفیدبالک پنبه می‌باشد. البته گزارش‌هایی از برخی از پژوهش‌گران وجود دارد که حاکی از تاثیر برخی از عصاره‌های گیاهی دیگر با یک نوع حلال روی فراسنجه‌های زیستی سفیدبالک پنبه است. در پژوهش جعفربیگی و همکاران (۲۷) روی حشرات کامل بیوتیپ A سفیدبالک پنبه نشان داد نرخ ذاتی افزایش جمعیت عصاره استبرق استخراج شده توسط روش سوکسله و حلال اتانول ۳۰ درصد روی سفید بالک پنبه ۰/۰۴۹ بر روز بود و در پژوهش حاضر (عصاره استبرق استخراج شده توسط روش ماسراسیون و حلال اتانول ۸۰ درصد) ۰/۰۴۵ بر روز بود. که با اندک اختلاف به دلیل روش عصاره‌گیری تایید کننده پژوهش حاضر است. در پژوهش حاضر عصاره استبرق استونی در مقایسه با حلال‌های دیگر مورد آزمایش توانست بیشترین تأثیر را روی آفت مورد نظر داشته باشد و نرخ ذاتی افزایش جمعیت را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش دهد. ایران‌نژاد و همکاران (۲۴ و ۲۵) نشان داد که که بالتوری سبز *C. carnea* نسبت به عصاره‌ی استبرق مصونیت دارد، با توجه به نتایج مشخص می‌شود عصاره‌ی استبرق می‌تواند به‌عنوان یکی از مواد مؤثر علیه آفات در برنامه های IPM به کار رود. نتایج شعبانی[2] و همکاران (۴۳) و ایران‌نژاد و همکاران (۲۵) نشان داد که نوع حلال استونی و اتانولی بر کشندگی عصاره استبرق روی پسیل معمولی پسته اثر گذار بوده است. علت اختلاف بین حلال‌های مختلف این است که ممکن است متابولیت‌های ثانویه گیاهی که اثر سمیت را روی حشرات دارا هستند توسط حلال عصاره‌گیری خاصی استخراج شوند. به همین دلیل است که عصاره استخراج شده توسط حلال‌های مختلف اثر سمیت متفاوتی نشان می‌دهند. نتایج این آزمایش نشان داد که می‌توان از عصاره استبرق با توجه به توانایی حشره‌کشی آن و نیز با نگرش به نداشتن اثرات منفی روی موجودات زنده و محیط زیست به‌جای آفت‌کش استفاده نمود.تولیدانبوه این ترکیب‌ها منوط به شناخت ساختار شیمیایی آن‌ها وگسترش اطلاعات در مورد اثرات آن‌ها می‌باشد. نتایج نشان داد که عکس العمل حشره در برابر عصاره استبرق که با حلال‌های مختلف استخراج شده‌اند یکسان نبوده است. لیو و استنسلی (۳۲) به این نکته اشاره کردند که تغییراتی در میزان حساسیت به حشره‌کش‌ها در بین مراحل مختلف

1- Lemos et al.

2- Shabani et al.

رشدی *B. argentifolii* وجود دارد. ناوا کمبروس[1] و همکاران (۳۷) گزارش کردند که سطح زیان اقتصادی، تابع تراکم و مرحله رشدی سفیدبالک، و دیگر فاکتورهاست. به‌دلیل این‌که حساسیت یک فرد به عوامل کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیک ممکن است به‌طور گسترده با جنس و مرحله رشدی تغییر کند و جدول زندگی دوجنسی قادر به محاسبه دقیق جنس و ساختار مرحله‌ای یک جمعیت دوجنسی است، استفاده از جدول زندگی دوجنسی می‌تواند به شدت در تصمیم برای تنظیم زمان کنترل آفت مفید باشد (۹). لیو[2] و همکاران (۳۳) جدول زندگی *Nephaspis oculatus* شکارگر *B. argentifolii* را مورد مطالعه قرار دادند، نتایج آن‌ها نشان داد که مصرف تخم‌های سفیدبالک به‌وسیله لارو شکارگر از سن اول تا سوم افزایش یافته است، آن‌ها هم‌چنین در یافتند که حشرات کامل ماده به‌طور متوسط ۷۸ تخم سفیدبالک را در هر روز در طول ۵ هفته مصرف می‌کنند نرها ۱۲۳ تخم در هر روز مصرف می‌کنند. تفاوت‌ها در نرخ شکارگری در بین مراحل و جنس‌ها برای کنترل بیولوژیکی مهم است و می‌تواند دلیلی برای کاربرد مدل دوجنسی ساختار سنی باشد (۱۰). هدریک و همکاران (۲۱) جدول زندگی *Er. Eremicus* Rose پارازیتوئید *B. argentifolii* را روی سیب زمینی شیرین و پنبه بررسی کردند آن‌ها دریافتند که تفاوت‌هایی در فراسنجه‌های جدول زندگی پارازیتوئید روی میزبان‌های مختلف وجود دارد. برای کنترل بیولوژیکی صرفاً ضروری نیست که جدول زندگی هم آفت و هم دشمنان طبیعی آن‌ها روی میزبان‌های مختلف بررسی شود اما لازم است تا این‌که نرخ شکارگری ویژه سن شکارگر یا نرخ پارازیتیسم پارازیتوئیدها را با جدول زندگی دشمنان طبیعی‌شان ترکیب کنند (۱۰). افزایش آگاهی در اهمیت کشاورزی پایدار و مدیریت آفات با عوامل دوست‌دار طبیعت، مطالعات جدول زندگی روی آفات کلیدی و دشمنان طبیعی آن‌ها ضروری است (۵۰). در این پژوهش تئوری جدول زندگی دوجنسی ویژه سنی به منظور ارزیابی فراسنجه‌های دموگرافی *B. tabaci* تحت تأثیر عصاره‌ی استبرق حاصل از حلال‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. در تیمار حشرات کامل با LC_{25} برآورد شده از آزمایش‌های زیست‌سنجی برای تیمارهای مختلف عصاره استبرق، اختلاف معنی‌داری در فراسنجه‌های جمعیت پایدار از جمله r، GRR، $R0$، T، λ در سطح ۵٪ با شاهد مشاهده شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، به عنوان نرخ رشد سرانه‌ی جمعیت بوده و نتیجه‌ی برهم‌کنش بین باروری ویژه سن، نرخ رشدی، طول عمر و بقا می‌باشد. این نرخ به عنوان مهم‌ترین فراسنجه در ارزیابی اثرات زیرکشندگی عصاره استبرق استخراج شده از حلال‌های استون، اتانول، هگزان و متانول بررسی شد. مقدار r محاسبه شده برای حشرات کامل در حلال‌های مختلف به صورت استون < متانول < اتانول < هگزان بود. اختلاف تمامی تیمارها با شاهد در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. در پژوهش حاضر استبرق متانولی بیشترین تاثیر را روی زیست‌سنجی سفیدبالک پنبه و استبرق استونی در مقایسه با تیمارهای دیگر بیشترین تأثیر کاهنده را روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت ایجاد کرد، با توجه به قیمت بالای حلال استون و این که بعد از استبرق استونی، استبرق متانولی بیشترین تاثیر کاهنده را روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت داشته است، می‌توان پیشنهاد کرد که برای عصاره‌گیری از این حلال استفاده نمود. گزارش‌هایی وجود دارد که ممکن است متانول سرطانزا باشد بنابراین اگر این فراسنجه را نیز در نظر بگیریم بایستی به استفاده از حلال اتانول الویت دهیم.

منابع

1. Abbott W.S. 1925. A method of comparing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18: 265–267.
2. Amjadian A.A., Arji A. and Kashi A.K. 2012. Determine the best solvent, polar and non-polar fenugreek extract with the highest concentration to the lowest since the bubble solution. First National Conference on Agriculture for Sustainable Development and Healthy Environment. (In Persian with English abstract)
3. Bayhan E., Ölmez-Bayhan S., Ulusoy M.R., and Brown J.K. 2005. Effect of temperature on the biology of *Aphis punicae* (Passerini) (Homoptera: Aphididae) on pomegranate. Enviromental Entomology, 34: 22-26.
4. Broadbent A.B., Foottit G.S., and Murphy G.D. 1989. Sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae).a potential insect pest in Canada. Canadian Entomologist, 121: 1027-1028.
5. Calvitti M., and Remotti P.C. 1998. Host preference and performance of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on weeds in central Italy. Enviromental Entomology, 27: 1350-1356.
6. Carey J.R. 1993. Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, New York.
7. Chi H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest population: A simulation approach. Journal of Economic Entomology, 83: 1143-1150.

1- Nava-Camberos
2- Liu et al.

8. Chi H. 2013. TWOSEX-MSChart: A computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. http://140.120.197.173/Ecology/Downlod/Twosex-MSChart.zip
9. 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: 225-240.
10. Chi H. and Yang T.C. 2003. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Enviromental Entomology, 32: 327-333.
11. Chi H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Enviromental Entomology, 17: 26-34.
12. Cock A., Ishaya M.V., and Degheele D. 1995 .Response of Buprefezin succeptible and resistant strains of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom.: Aleyrodidae) to pyriproxifen and diafentiuron. Journal of Economic Entomology, 88: 763-767.
13. Esmaeily S., Samih M.A., Zarabi M., and Jafarbeigi F. 2014. Sublethal effects of some synthetic and botanical insecticides on *Bemisia tabaci* (Hem: Aleyrodidae). Journal of Plant Protection Research, 54: 171-178.
14. Fisher R.A. 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon. Press, Oxford, UK.
15. Forbes V.E., and Calow P. 1999. Is the per capita rate of increase a good measure of population-level effects in ecotoxicology? Environmental Toxicology and Chemistry, 18: 1544-1556.
16. Gerling D. 1990. Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Managment. Wimborne, UK, Intercept.
17. Gharekhani M., Ghorbani M., Ebrahimzadeh M.A., Jafari S.M., and Sadeghi Mahoonak A.R. 2010. Compare different methods of phenolic and flavonoid compounds extraction from *Urtica dioica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 26,3: 389-405. (In Persian with English abstract)
18. Gholami T., Samih M.A. and Nejati M. 2013. Effect of two extraction methods of *Rubia tinctorum* on mortality of cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). 2nd National Congress on Medicinal Plants. Tehran- Iran, 15- 16 May, 1280
19. Goodman D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. American Naturalist, 119:803-823.
20. Hajimehdipoor H., Khanavi M., Shekarchi M., Abedi Z. and Pirali Hamedani M. 2009. Investigation of the best method for extraction of phenolic compounds from *Echinaceae purpurea* L. (Moench). Journal of Medicinal Plants. 8:145-152. (In Persian with English abstract)
21. Headrick D.H., Bellows T.S., and Perring T.M. 1999. Development and reproduction of a population of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Enviromental Entomology, 28: 300-306.
22. Hu L.X., Chi H., Zhang J., Zhou Q., and Zhang R.J. 2010. Life table analysis of the performance of *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. Journal of Economic Entomology, 103:1628-1635.
23. Huang Y.B., and Chi H. 2012. Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a case study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Journal of Agriculture and Forestry, 61: 37-45.
24. Irannejad M.K., Samih M.A., Talebi Jahromi K. and Alizadeh A. 2012a. The effect of some pesticides and plant extracts on functional response of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to different densities of *Agonoscena pistaciae* . Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology) 26(3): 316-326. (In Persian with English abstract)
25. Irannejad M.K., Samih M.A., Talebi Jahromi K., and Alizadeh A. 2012b. Investigation on the effects of some pesticides and plant extracts on life table of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae). Plant protection Science 43(1): 33-46. (In Persian with English abstract)
26. Jafarbeigi F., Samih M. A., Zarabi M., Esmaiili S., and Izadi H. 2011. Study on susceptibility of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Biotype A) to *Caiotropis procera* and *Fumaria parviflora* plant extracts in control conditions. Global Conference on Entomology-(GCE), March 5-9, Chiang Mai, Thailand, 471.
27. Jafarbeigi F., Samih M.A., Zarabi M., and Esmaeily S. 2014. Sublethal effects of some botanical and chemical insecticides on the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hem: Aleyrodidae). Arthropods, 3(3):127-137.
28. Jalali M., Abedi D., Asghari G. and Rezaie Z. 2007. A study of anti-microbial effect of *Pycnocycla Spinosa's* fruit extracts. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences,* 17(59): 76-86. (In Persian with English abstract)
29. Kesmati M., Raei H., and Zadkarami M. 2006. Comparison between sex hormones effects on locomotor activity behavior in presence of *matricaria chamomilla* hydroalcholic extract in gonadectomized male and female adult mice. Journal of Iran Biology, 19: 98-108. (In Persian with English abstract)
30. Koschier E.H., and Sedy K.A. 2003. Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* lindeman. Crop Protection, 22: 929-934.
31. Lemos W.P., Ramalho F.S. and Zanuncio J.C. 2003. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Euborella annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator in laboratory studies with an artificial diet. Enviromental Entomology, 32: 592-601.

32. Liu T.X. and Stansly P.A. 1995. Life history of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Hibiscus rosasinensis* (Malvaceae). Florida Entomologist, 81: 437-445.
33. Liu T.X., Stansly P.A., Hoelmer K.A. and Osborne L.S. 1997. Life history of *Nephaspis oculatus* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae. Annals of the Entomological Society of America, 90: 776-782.
34. Mahdavi Arab N., Ebadi R., Hatami B. and Talebi Jahromi Kh. 2008. Insecticidal effect of some plant extracts on *Callosobrochus maculates* F. in laboratory and *Laphigma exigua* H. in green house. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 11(42): 221-234. (In Persian with English abstract)
35. Marouf A., Sangari S. and Jabbari1 L. 2007. An investigation on fumigant effect of the extract of *Origanum vulgare* (Lamiales: Lamiaceae) for control of two stored-product beetles. 27:(2), 29-41. (In Persian with English abstract)
36. Matsumura F. 1985. Toxicology of Insecticides. Plenum Press, New York.
37. Nava-Camberus U., Riley D.G., and Harris M.K. 2001. Density-yield relationships and economic injury levels for *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe in Texas. Journal of Economic Entomology, 94: 180-189.
38. Pirmohammadi M., Mahdian K., Samih M.A. and Shahidi S., 2013. Investigation on imidacloprid and plant extractions effects on stable population growth parameters of *Chrysoperla carnea* (Steph.). 2nd National Congress on Medicinal Plants.15, 16 May Tehran- Iran, 1196. (In Persian with English abstract)
39. Robertson J.L., and Preisller, H.K. 1992. Pesticide Biassays with Arthropods. CRC Press, USA.
40. Sae-Yun A., Ovatlarnporn C., Itharat A. and Wiwattanapatapee R. 2006. Extraction of rotenone from *Derris elliptica* and *Derris malaccensis* by pressurized liquid extraction compared with maceration. Journal of Chromatography A, 1125: 172-176.
41. Samareh Fekri M.S., Samih M.A., Imani S. and Zarabi M. 2013. Study of host preference and the comparison of some biological characteristcs of *Bemisia tabaci* (Genn) on tomato varieties. Journal of Plant Protection Research, 53: 137-142.
42. Samih M.A., Kamali K., Jalali-Javaran M. and Talebi A.A. 2006. Identification and disperasion of *Bemisia tabaci* (Genn.) and *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring in cotton fields in Iran using RAPD-PCR technique. : Iranian Journal of Agricultural Sciences, 37(3): 13-25. (In Persian with English abstract)
43. Sanderson J.P. 1987. Sweetpotato Whitefly in New York Greenhouse. Long Island Horticultural News, Nov 1-2.
44. Shabani Z., Samih M.A., Irannezad M.K., and Mirzaii F. 2011. Insecticidal efficacy of acetamiprid, hexaflumuron and *Calotropis procera* extract on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer under Laboratory Conditions. Global Conference on Entomology-(GCE), March 5-9,Chiang Mai, Thailand, 481.
45. Stark J.D. and Banks J.E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual Review of Entomology, 48: 505-519.
46. 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. Biological Control, 52: 365-374.
47. Tsai J.H. and Wang K. 1996. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. Enviromental Entomology, 25: 810-816.
48. Viana Ramos M., Pavia Banderia G., Teixeria de Freitas C., Nogueira N., Alencar N., Sousa P. and Carvalho A. 2006. Latex constituents from *Calotropis procera* (R. Br.) display toxicity upon egg hatching and larvae of *Aedes aegypti* (Linn.). Mem Inst Oswaldo cruz, Rio de Janeiro, 101: 503-510.
49. Wang S.Q., Guo Y.L., Pang S.T., and Shi Z.H. 2008. Toxicities of different pesticides to B biotype *Bemisia tabaci*. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 20: 367-371.
50. Yang T., and Chi H. 2006. Life table and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. Journal of Economic Entomology, 99: 691-698.
51. Yu J.Z., Chi H. and Chen B.H., 2005. Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate and preadult survivorship. Annals of the Entomological Society of America, 98: 475-482.

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 495-508

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۵۰۸-۴۹۵

Effect of Different Solvent Extracts of C*alotropis procera* (Willd.) on Demographic Parameters of *Bemisia tabaci* (Genn.)

M. A. Samih[1]*- M. Nejati[2] - M. Zarabi[3]

Received: 21-04-2015
Accepted: 08-08-2017

Introduction: Cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) is one of the most critical pests of numerous agricultural crops including tomato especially under protected cultivation. The whitefly because of ingestion of phloem sap, secretion of massive honey dew that reduces both the quality of the tomato and the available leaf area for photosynthetic activities, and transmission of plant viruses is considered as destructive agent. Development of alternative methods for chemical compounds seems essential in pest management due to human health and environmental safety. Since plants are rich sources of active chemicals they may be a substitute for pesticides. Recent studies have shown that chemicals with insecticidal properties derived from plants are active against target specific species and are converted to non-toxic materials in environment. In the present study the effect of *Calotropis procera* (Willd.) R. Br. (Asclepiadaceae) extraction on demographic parameters of *B. tabaci* was evaluated. For this purpose four different extracts were prepared, using four different solvents (methanol, ethanol, acetone and hexan).The swallow wort plant, *C. procera* (Asclepiadaceae), is a shrub widely distributed in south of Iran (Haji Abad, Bandar Abbas, and Ourzoeiyh) and other parts of the tropics regions. The plant is erect, tall, large, branched and perennial with milky latex throughout. A large quantity of latex can be easily collected from its green parts. The essential oils and the extracts of this plant have insecticidal properties.

Materials and Methods: Tomato seeds, Var. CH were planted directly in plastic pots filled with sterile plant growth media[4] (BAGA; Dashte Sabz Atie Co. Iran). Cotton whitefly adults were collected from the Rafsanjan field and transferred onto 2-4 tomato leaves in a greenhouse. Adults of the same age were collected from red-eye pupae and moved to separate plant cages. These adults were used in all the experiments. The toxicity of *C. procera* for adults of cotton whitefly were assayed by the leaf-dip method. For bioassay, we applied five different concentrations in three replicates. Two clear plastic glasses (10 cm diameter, 15 cm height) were put together as a plant cage. The upper one was covered with a fine mesh and the lower one filled with distilled water. Two tomato leaves were dipped in the dilutions for 5s and put in each cage. After drying the treated leaflets, fifteen same age adults were released into the upper part of cage. Mortality was evaluated after 24 h and all of the experiments were carried out at 27±2 ºC, photoperiod of 16: 8 (L: D) and with the 50±5 % relative humidity. In this research, the effect of *C. procera* extraction with different solvents; acetone, ethanol, hexan, and methanol was studied on demographic parameters of *B. tabaci* on tomato. Data analyzed by Age-stage, two-sex life table analysis-MSChart software. The experiments were carried out in a completely randomized design (CRD) with at least four replications in controlled conditions. The collected data were analyzed by SPSS16 software and the means compared using Duncan's test. The LC_{25} was estimated by probit analysis 2011 software. Graphs were drawn using SigmaPlot 11.0.

Results: Different biological parameters including pupa duration ($F_{6,37}$= 4.49, P< 0.01) and female ($F_{4,674}$= 23.649, P< 0.000) and male adult longevity ($F_{4,575}$= 19.21, P< 0.000), sex ratio (male) ($F_{4,10}$= 148.33, P< 0.000), sex ratio

1- Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan
(*- Corresponding Author Email: samia_aminir@yahoo.com)
2- Last M.Sc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University, Rafsanjan
3- Associate Professor, Department of Life Sciences Engineering, Faculty of New Sciences & Technologies, University of Tehran, Tehran
4 -Bastare Amadeh Giah Arganic (BAGA) (in Persian)

(female) ($F_{4,10}$= 33.884, P< 0.000), oviposition period ($F_{4,10}$= 13943.40, P< 0.000) and total fecundity/ female ($F_{4,674}$= 31.450, P< 0.000),showed significant difference among extractions derived from various solvents of *C. procera*. The results showed that there are significant differences among treatments on net reproductive rate (R_0 or *NRR*), intrinsic rates of increase (r_m), finite rate of increase (λ), gross reproductive rate (*GRR*) and mean generation times (*T*) at the 5% probability level. The intrinsic rate of increase of the whitefly, in treatments control, and *C. procera* extraction by acetone, ethanol, hexan, and methanol solvents were 0.081, 0.030, 0.045, 0.054 and 0.043 respectively. All of the treatments compared with control reduced the oviposition period and the total number of eggs that laid each female. These two parameters were the least on acetone extraction of *C. procera* (0.59 and 3.093) and the highest on control (2.45 and 15.131) respectively.

Conclusion: The results clearly indicate that the acetone and methanol extract of *C. procera* possesses many useful properties to control insect pests.

Keywords: Active chemicals of plants, *Calotropis procera,* Cotton white fly, Life table