

تأثیر فرمولاسیون مایونز و امولسیون شونده غلیظ روغن معدنی بر پارامترهای زیستی سفید بالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum*)

بهاره شاه‌محمدی حیدری^۱، حسین اللهیاری^۲، خلیل طالبی جهرمی^۳

او دانشجوی دکتری، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج،

ایران

۲. نویسنده مسوول: استاد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳. استاد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱)

چکیده

سفید بالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* Westwood یکی از آفات مهم گلخانه در دنیا و ایران بوده که سالانه خسارت هنگفتی بر محصولات کشاورزی وارد می‌کند. در این تحقیق، تأثیر غلظت کشنده ۵۰ درصد (۲ در هزار) فرمولاسیون مایونز و امولسیون شونده غلیظ (EC) به روش غوطه‌ور کردن برگ روی پارامترهای جدول زندگی سفیدبالک گلخانه در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش روی پوره‌های سن دوم سفیدبالک انجام شد. کمترین میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده مربوط به تیمار فرمولاسیون مایونز (۳۸/۹۲ عدد تخم) بود که این مقدار از فرمولاسیون EC و شاهد به ترتیب (۴۰/۱۶ و ۹۷/۳۹ عدد تخم) کمتر بود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) در تیمار هر دو فرمولاسیون مایونز و EC یکسان و در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب برابر با ۰/۰۶۵ و ۰/۱۰۵ بر روز به دست آمد. مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) در پوره‌های تیمار شده با هر دو فرمولاسیون ۱/۰۶۷ بر روز به طور معنی‌داری کمتر از شاهد ۱/۱۱۱ بر روز محاسبه شد. هم چنین نرخ خالص تولیدمثل (R_0) در سفیدبالک تیمار شده با فرمولاسیون مایونز و EC به ترتیب برابر با ۹/۴۹ و ۹/۵۳ تخم به‌ازای هر ماده بود که به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد ۲۶/۹۷ تخم به‌ازای هر ماده محاسبه گردید. بیشترین و کمترین مقدار زمان یک نسل (T) به ترتیب در تیمارهای فرمولاسیون EC ۳۴/۲۶ روز و شاهد ۳۱/۱۲ روز مشاهده شد. بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر هر دو فرمولاسیون از طریق کاهش توان تولیدمثلی جمعیت سفیدبالک گلخانه می‌توانند در کنترل این آفت اثرگذار باشند.

واژه‌های کلیدی: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، روغن معدنی، زیست‌سنجی، سن دوم پورگی.

Effect of mayonnaise and emulsifiable concentrate formulations on population dynamic of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*)

Bahareh Shahmohammadi Heidari¹, Hossein Allahyari², Khalil Talebi-jahromi²

1. Ph.D. student, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2. *Corresponding Author: Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran (Received: Mar, 14, 2022- Accepted: Jun, 1, 2022)

ABSTRACT

The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, is one of the most important pests in the world and Iran, which causes great damage to agricultural products annually. In this study, the effect of 50% lethal concentration (LC₅₀) of mayonnaise and emulsifiable concentrate (EC) formulation (50 ml/lit) on life-table parameters of greenhouse whitefly was investigated using leaf-deaping method under laboratory conditions. The experiment was performed on second nymphs instar. The lowest number of eggs was related to mayonnaise treatment (38.92 eggs) which was less than EC (40.16 eggs) and control (97.39 eggs) treatment. The intrinsic rate of increase reduction (r_m) of oil treatment showed the effect of oil on pest population dynamic. The intrinsic rate of increase of both formulations and control were 0.065 d⁻¹ and 0.105 d⁻¹, respectively. The finite rate of increase (λ) was also significantly lower for whitefly treated with oil 1.067 d⁻¹ than whitefly in control 1.111 d⁻¹. Furthermore, the net reproductive rate (R_0) was 9.49 and 9.53 nymphs/female for mayonnaise and EC formulations which was less than control 26.97 nymphs/female, respectively. The highest generation time (T) was observed in EC oil formulation with 34.26 d⁻¹ and the lowest was recorded in control treatment with 31.12 d⁻¹, respectively. According to the results of this study, EC and mayonnaise formulations can reduce reproductive capacity of greenhouse whitefly population.

Key words: Greenhouse whitefly, Oil formulations, Bioassay, LC₅₀.

مقدمه

به طور عمومی پذیرفته شده است که یک ماده با فرمولاسیون های مختلف، می تواند میزان کشندگی متفاوتی روی یک موجود زنده ایجاد کند. به طور معمول روغن های معنی در دو فرمولاسیون مایونز و امولسیون شونده غلیظ (EC) آماده و به بازار عرضه می شوند. در ایران کاربرد فرمولاسیون دوم چندان مرسوم نمی باشد. معانی مختلفی از امولسیون ها وجود دارد، اما به طور کلی امولسیون یک سیستم دو فاز از مخلوط مایعات غیر قابل امتزاج با پایداری کم است. معمولاً قطره های تشکیل دهنده ی یک فاز بزرگتر از ۰/۱ میکرون هستند (Becher, 1957). امولسیون ها براساس فاز داخلی یا پراکنده و محیط پراکندگی، بر دو نوع فرمولاسیون روغن در آب (O/W) یا مایونز و آب در روغن (W/O) یا EC تقسیم می شوند. در فرمولاسیون مایونز، فاز داخلی روغن و محیط پراکندگی آب و در فرمولاسیون EC فاز داخلی آب و محیط پراکندگی روغن است. تعیین ویژگی و خصوصیات امولسیون ها سخت بوده و بسته به ویژگی های فاز داخلی و محیط پراکندگی متفاوت است (Lynch & Griffin, 1974). پایداری امولسیون ها به وسیله حل کننده ها امکان پذیر است. قسمت چربی دوست حل کننده با فاز داخلی و قسمت آبدوست یا محیط پراکندگی، ترکیب شده و پوششی را اطراف فاز پراکنده تشکیل داده و مانع از جدا شدن این فاز از محیط پراکندگی می گردند. عدم پایداری امولسیون ها اشاره به منعقد شدن فاز داخلی یا پراکنده در شرایط نرمال انبارداری و جدا شدن فازها از همدیگر یا به اصطلاح شکسته شدن فاز روغنی را دارد. میزان این شکسته شدن، به نوع و غلظت حل کننده، اندازه قطرات فاز پراکنده، ویسکوزیته امولسیون و شرایط حمل و نقل و انبارداری دارد. آب سخت به عنوان یک فاکتور برای تشخیص پایداری ترکیب امولسیونی می باشد. نمک های کلسیم به خوبی نمک ها و فلزهای تثبیت کننده و دو ظرفیتی با تبدیل مایونزی به EC، سبب کاهش پایداری ترکیب می گردند (Corran 1943; Kinoshita et al, 1955). هر چند این

دو فرمولاسیون در دنیا شناخته شده هستند اما پژوهش های ناچیزی برای مقایسه کارایی آنها انجام شده است. برای این منظور گیاه خیار و یکی از مهمترین آفات آن، یعنی سفیدبالک مورد توجه قرار گرفت. گیاه خیار (*Cucumis sativus* L.) یکی از سبزی های مهم و اقتصادی بوده که در طول سال مصرف خوراکی دارد. این گیاه به دلیل وجود کرک های ظریف در پشت برگ و همچنین شدت رنگ متفاوت برگ بسته به رقم، سبب جلب آفات از جمله سفیدبالک ها می گردند (Deka et al, 2011). سفیدبالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum*) یکی از آفات مهم خیار بوده که با مکیدن شیره گیاهی، تولید عسلک و انتقال بیماری های ویروسی سبب کاهش کمی و کیفی تولید محصول می شود (Lahiri et al, 2022). شواهد جمع آوری شده به خوبی نشان می دهد که سفیدبالک ها در تمام طول سال در گلخانه ها فعال هستند (Subba et al., 2017). کنترل این آفت عمدتاً بر استفاده از سموم شیمیایی استوار است، اما به دلیل مقاوم شدن این آفت نسبت به آفت کش های رایج موجود در بازار و اثرات سوء سموم شیمیایی بر موجودات غیر هدف، ناگزیر روش های ایمن تر برای کنترل سفیدبالک ها مورد توجه است. یکی از روش های ایمن، استفاده از روغن های معدنی و گیاهی است. تحقیقات اخیر به خوبی نشان می دهند که روغن های معدنی در کنترل مراحل مختلف سفیدبالک گلخانه مؤثر هستند (Chaubey & Andrew, 2015; Buxton & Eclark, 1994). عملکرد روغن ها عمدتاً از طریق برخورد تماسی با سطح بدن آفت و از بین بردن لایه کوتیکولی پوست و بستن منافذ تنفسی می باشد. روغن همچنین با انحلال لایه مومی جلد حشره باعث می شود که حشره به وسیله نیروی کشش سطحی آب گرفتار شود. روغن ها لایه ی لیپیدی داخلی سلولی را حل کرده و بعد از مدت زمان زیادی سبب سوراخ شدن ساختار سلول های داخلی می گردند (Taverner et al, 2001). برای ارزیابی کارایی روغن ها روی مراحل رشدی سفیدبالک، بررسی پارامترهای زیستی آن بسیار اهمیت دارد و قابلیت

(Shahmohammadi, 2018).

تعیین پایداری فرمولاسیون‌های مایونز و امولسیون‌شونده غلیظ

ابتدا آب سخت با درجه سختی ۳۴۲ پی پی ام با اضافه کردن ۰/۳۰۴ گرم کلرور کلسیم و ۰/۱۳۹ گرم کلرور منیزیم تهیه کرده و در یک ظرف دربسته نگهداری شد. مقدار ۸۵ سانتی‌متر مکعب آب سخت استاندارد را در یک بشر با حجم ۲۵۰ سانتی‌متر ریخته و دمای آن را به ۳۰ درجه سانتی‌گراد رساندیم. با یک پیپت، ۵ میلی‌لیتر از امولسیون مورد آزمایش را در وسط ظرف ریخته و به کمک همزن آن را دو دقیقه همزده تا یکنواخت گردد. حدود ۱۵ سانتی‌متر آب سخت به ترکیب اضافه کرده و یک دقیقه همزده شد. محلول را در یک مزور ۱۰۰ سانتی‌متر مکعبی ریخته و زمان یادداشت گردید. پس از یک ساعت محلول در روشنایی ملاحظه شد. در صورت تشکیل رسوب کدر در کف مزور و هم‌چنین ایجاد مایع کرم مانند در سطح به ضخامت بیشتر از ۴ میلی‌متر، امولسیون ناپایدار محسوب گردید. این آزمایش در سه تکرار انجام شد (Pons *et al*, 1995).

زیست‌سنجی فرمولاسیون مایونز و EC بر سن دوم پورگی سفید بالک گلخانه

با توجه به نتایج تحقیقات قبلی در بین مراحل نابالغ سفیدبالک گلخانه، سن اول و دوم پورگی مرحله حساس آفت تشخیص داده شد (Shahmohammadi, 2018) که به دلیل ثابت بودن سن دوم پورگی در پشت برگ از این مرحله سنی برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی به روش غوطه‌ورسازی برگ (Chahill *et al.*, 1996) استفاده شد. در این آزمون تعداد پنج غلظت مشخص شده در آزمون مقدماتی از فرمولاسیون مایونز (۱/۵، ۰/۷، ۰/۳، ۰/۱، ۰/۰۷) درصد و EC (۰/۸، ۰/۴، ۰/۲، ۰/۱، ۰/۰۲) درصد تهیه و یک تیمار شاهد نیز (آب مقطر) در این آزمایش‌ها در نظر گرفته شد. بدین ترتیب که دیسک‌های برگی به قطر ۲/۵ سانتی‌متر از برگ‌های خیار تهیه و دور جمعیت پوره‌ها با ماژیک آبی

رشد جمعیت از این طریق محاسبه می‌شود (Stark *et al.*, 2007). به طور کلی اثر روغن‌های معدنی روی مرگ و میر مراحل مختلف سفیدبالک توسط محققین مختلف (van Lenteren & Woest, 1988; Prabhaker *et al.*, 1998; de Almeida Marques, 2014) بررسی شده ولی کمتر به عملکرد آن روی پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه و هم‌چنین به تفاوت عملکرد دو فرمولاسیون مایونز و EC و مقایسه این دو فرمولاسیون با هم پرداخته شده است. از این رو در تحقیق حاضر به بررسی عملکرد دو فرمولاسیون ذکر شده روی پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه و مقایسه این دو ترکیب با یکدیگر پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه و حشرات مورد بررسی

بدور گیاه خیار رقم (بت آلفا محصول شرکت پروسید هلند) در خاکی متشکل از پرلیت، کوکوپیت به نسبت ۱:۱ کاشته شدند. از این گیاهان پس از چهار برگی برای تشکیل کلنی سفید بالک استفاده شد. کلنی سفید بالک از بوته‌های آلوده خیار در گلخانه‌های منطقه هشتگرد کرج جمع‌آوری گردید. بعد از شناسایی گونه موردنظر، مراحل بالغ در قفس‌های تعبیه شده برای پرورش آفت به ابعاد (۷۰×۵۰×۴۰) سانتی‌متر (ارتفاع×طول×عرض) رهاسازی شدند.

فرمولاسیون مورد استفاده

فرمولاسیون مایونز از ترکیب ۱۸ درصد آب، ۸۰ درصد پارافین با درجه تقطیر مشخص همراه با ۲ درصد حل‌کننده و فرمولاسیون EC از ترکیب ۹۵ درصد پارافین و ۵ درصد حل‌کننده تهیه شد. حل‌کننده فرمولاسیون مایونز از شرکت گیاه و حل‌کننده فرمولاسیون EC از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه گردید. برای فرموله کردن از بشرهای ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی‌لیتری، مگنت‌هایی در اندازه‌های متفاوت و دستگاه همزن مگنتی برای تهیه فرمولاسیون EC و از دستگاه همزن برقی دور بالا (۳۰۰۰ دور در دقیقه) برای تهیه فرمولاسیون مایونز استفاده شد

قبل از یکسان استفاده شد. بعد از ظهور مراحل بالغ، به درون قفس‌های برگ‌های جداگانه‌ای برای بررسی پارامترهای جدول زندگی منتقل گردیدند. در صورت مرگ حشره نر، یک نر جدید به داخل قفس برگ‌ها اضافه شد و در صورت مرگ حشره ماده، آزمایش پایان یافته تلقی گردید.

آنالیز آماری داده‌ها

در آزمون تعیین سمیت در کوتاه مدت (۴۸ ساعت)، رگرسیون غلظت - مرگ‌ومیر پوره‌های سفید بالک گلخانه از طریق آنالیز پروبیت با استفاده از نرم‌افزار Polo-Plus ارزیابی شد. برای محاسبه پارامترهای جدول زندگی از نرم‌افزار آماری (TWOSEX-MSChart) استفاده شد (Chi, 2020). علاوه بر این محاسبه مقادیر کاذب برای پارامترهای مختلف با استفاده از روش بوت‌استرپ^۱ و با تکرار پارامترها به تعداد ۱۰۰۰۰۰ تکرار و مقایسه آماری آنها با آزمون بوت‌استرپ جفت شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد. تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد و با کمک نرم افزار Spss 22.0 (2021) محاسبه و نمودارها با نرم افزار Excel (2016) رسم شدند.

نتایج

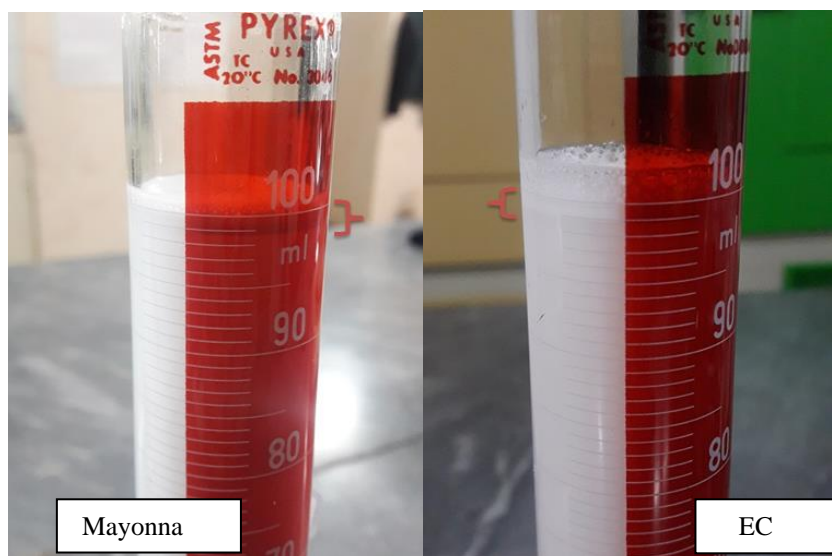
تعیین پایداری فرمولاسیون‌های مایونز و EC در آب سخت

میزان پایداری هر دو فرمولاسیون روغنی در آب سخت ۳۴۲ پی پی ام در (شکل ۱) نشان داده شده است. طبق مشاهدات در هر سه تکرار هیچ‌گونه رسوبی در انتهای ظرف محلول تشکیل نشده و لایه کرم مانند در سطح محلول ضخامتی کمتر از ۴ میلی متر (نشان‌دار شده در شکل ۱) به دست آمد.

غیر پاک شونده علامت‌گذاری شد. در هر برگ بسته به آزمایش مورد نظر ۱۵ عدد پوره هم سن در نظر گرفته شد. سپس دیسک‌های برگ‌ها به مدت ۴ ثانیه در محلول‌های تهیه شده فرو برده شدند و در معرض هوا خشک شده و سطح پشتی برگ‌ها درون پتری دیش ۶۰ میلی‌متری، روی بستری از ژل آگار ۱/۵٪ (w/v) قرار داده شدند. پتری‌ها به درون انکوباتور با شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 ± 10 ٪ با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. میزان تلفات بعد از ۴۸ ساعت برای پوره‌ها ثبت شد. بعد از این مدت پوره‌هایی که خشک شده و رنگ بدنشان عوض شده بود، به عنوان پوره‌های مرده تلقی شدند.

اثر فرمولاسیون مایونز و EC بر پارامترهای زیستی سفید بالک گلخانه

برای این منظور سفید بالک‌های جمع‌آوری شده از روی خیار به مدت پنج دقیقه داخل فریزر قرار گرفته تا بی حس شوند. سپس ۱۵ جفت سفیدبالک بالغ هم‌سن در داخل قفس‌های دایره‌ای شکل به قطر ۵ و ارتفاع ۲ سانتی‌متر تعبیه شده پشت برگ رهاسازی شده و پس از گذشت ۲۴ ساعت، حشرات بالغ از داخل قفس حذف شدند. اندازه بدن حشرات ماده از حشرات نر بزرگتر بوده و از این طریق تشخیص داده شدند. دو برگ از ۱۶ گلدان در این آزمایش استفاده شد. با بررسی دسته‌های تخم‌های گذاشته شده در پشت برگ‌ها، روی هر برگ ۵ تخم انتخاب و بقیه تخم‌ها با سوزن حذف شدند. آزمایش با ۱۶۰ عدد تخم برای هر تکرار در هر تیمار آغاز شد. سپس تخم‌ها تا ظهور پوره سن دوم هر روز مورد بازدید قرار گرفتند در مرحله بعدی پوره‌ها با غلظت کشنده پنجاه درصد به دست‌آمده برای فرمولاسیون مایونز و EC در آزمایش قبل (۲ در هزار) به روش غوطه‌وری تیمار گردیده و تا ظهور حشره بالغ مورد بررسی قرار گرفتند. گفتنی است که برای یکسان بودن شرایط آزمایش جهت مقایسه پارامترهای زیستی سفیدبالک با تیمار سن دوم پورگی برای هر دو فرمولاسیون به دلیل معنی دار نبودن نتیجه آزمایش



شکل ۱- تعیین پایداری فرمولاسیون مایونز و EC در آب سخت (لایه‌ی کرم مانند سطح مایع کمتر از ۴ میلی‌متر)
Figure 1. Determining the stability of mayonnaise and EC formulations in hard water (cream layer of liquid surface less than 4 mm).

جدول ۱) نشان داده شده است. بین مقادیر به دست آمده با اطمینان ۹۵ درصد برای هر دو فرمولاسیون روی سن دوم پورگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($F= 1.44, df=1, P=0.05$).

اثر کشندگی فرمولاسیون مایونز و EC روی سن دوم پورگی سفیدبالک گلخانه
مقادیر LC_{50} دو فرمولاسیون مایونز و EC به ترتیب ۲/۲ و ۱/۵ میلی لیتر بر لیتر روی سن دوم پورگی در

جدول ۱- اثر فرمولاسیون مایونز و EC روی سن دوم پورگی سفیدبالک گلخانه

Table 1. Effect of Mayonnaise and EC formulations on *T.vaporariorum* second nymphs instar

Mineral oil treatments				
Treatments	$LC_{50}(95\%CI)$ (ml/l)	Slop($\pm SE$)	df	X^2
Mayonnaise	1.5(0.8-2.6)	0.81 \pm 0.17	13	2.49
EC	2.2(1.4-3.1)	1.13 \pm 0.8	13	8.23

هر دو فرمولاسیون در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲).
طول سن دوم پورگی در فرمولاسیون مایونز و طول مرحله شفیرگی در فرمولاسیون EC طولانی‌تر و در مقایسه با شاهد معنی دار بودند. طول دوره پیش شفیرگی در هر دو فرمولاسیون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۲).

طول دوران پیش از تخم‌ریزی ($F= 14.14, df=2, P=0.005$) و تخم‌ریزی ($F= 3.51, df=2, P=0.07$) در بین تیمارها از نظر آماری در مقایسه با شاهد تفاوت

اثر فرمولاسیون مایونز و EC روی پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه
میزان درصد مرگ و میر سن دوم پورگی سفیدبالک در بین تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). ($F= 9.70, df=2, P=0.01$) بالاترین مقدار (۲۱/۸۷ درصد) مربوط به تیمار فرمولاسیون EC ۲ در هزار و کمترین تلفات (۱۵/۳۸ درصد) مربوط به شاهد بود. طول سن دوم پورگی ($F= 21.26, df=2, P=0.002$)، پیش شفیره ($F= 16.68.44, df=2, P=0.004$) و شفیره ($F= 13.21, df=2, P=0.006$) در

آزمایش شده به طور معنی‌داری کوتاه‌تر بود ($F=56.79$, $df=2$, $P=0.001$) (جدول ۳). هم‌چنین طول عمر افراد نر در بین تیمارها در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت ($F=38.03$, $df=2$, $P=0.001$). افراد ماده در تیمار فرمولاسیون مایونز و افراد نر در تیمار فرمولاسیون EC در مقایسه با شاهد طول عمر کمتری داشتند (جدول ۳).

معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). دوره پیش از تخم‌ریزی در تیمار فرمولاسیون EC نسبت به فرمولاسیون مایونز و شاهد طولانی‌تر (۳۰/۱۳ روز) و با حرف آماری a مشخص گردید. تعداد کل تخم‌های گذاشته شده در تیمار هر دو فرمولاسیون نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F=3.05$, $df=2$, $P=0.09$). طول عمر افراد ماده در تیمار با ترکیبات

جدول ۲- درصد تلفات و طول (میانگین \pm انحراف معیار) دوره رشدی مراحل مختلف زیستی سفیدبالک گلخانه

T. vaporariorum پس از تیمار سن دوم پورگی با فرمولاسیون‌های مایونز و EC

Table 2. Percentage of mortality and developmental period (mean \pm SE) of different life stages of *T. vaporariorum* treated at second nymphs instar by Mayonnaise and EC formulations

Treatments (ml/lit)	Mortality (%) (n=160)	Developmental time (days) (Mean \pm SE)		
		Nymph2	Prepupa (n=160)	Pupa
Control	15.38 \pm 0.03 c	3.18 \pm 0.04 c	23.79 \pm 0.12 b	4.09 \pm 0.03 c
20.62 \pm 0.03 b	3.72 \pm 0.07 a	28.64 \pm 0.14 a	5.13 \pm 0.05 b	Mayonnaise
EC	21.87 \pm 0.03 a	3.61 \pm 0.06 b	28.66 \pm 0.14 a	5.23 \pm 0.07 a

n = تعداد حشرات تحت آزمایش

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون براساس آزمون LSD ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

n=number of tested insects

Means followed by same letters within column are not significantly different according to LSD' test ($P \leq 0.05$).

جدول ۳- طول (میانگین \pm انحراف معیار) دوره‌های پیش از تخم‌ریزی، تخم‌ریزی، باروری و طول عمر حشرات کامل

T. vaporariorum ظاهر شده پس از تیمار سن دوم پورگی با فرمولاسیون‌های مایونز و EC

Table 3. Pre-ovipositional, ovipositional periods (mean \pm SE), fecundity and longevity of *T. vaporariorum* emerged adults treated at second nymphs instar by Mayonnaise and EC formulations

Treatments (ml/lit)	Pre-ovipositional period (days)	Ovipositional period (days)	Fecundity (Total eggs)	Longevity (days)	
				Female	Male
Control	24.08 \pm 0.23 c	14.64 \pm 0.84 a	97.39 \pm 6.32 a	40.14 \pm 0.87 a	40.42 \pm 0.47 a
29.92 \pm 0.27 b	6.79 \pm 0.36 a	38.92 \pm 2.72 a	38.03 \pm 0.41 c	37.61 \pm 0.41 b	Mayonnaise
EC oil	30.13 \pm 0.32 a	6.57 \pm 0.38 a	40.16 \pm 2.89 a	38.16 \pm 0.43 b	37.21 \pm 0.41 c

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون براساس آزمون LSD ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by same letters within column are not significantly different according to LSD' test ($P \leq 0.05$).

معنی‌داری کاهش دادند. میانگین طول یک نسل در تیمار فرمولاسیون EC با اختلاف معنی‌دار با شاهد گروه بندی شد ($F=32.43$, $df=2$, $P=0.001$). زمان دو برابر شدن جمعیت تیمار دو فرمولاسیون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته اما با شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($F=6.93$, $df=2$, $P=0.02$) (جدول ۴).

نسبت سرانه مدت زنده ماندن در سفیدبالک

پارامترهای جدول زیستی از جمله نرخ ذاتی افزایش جمعیت (R_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، میانگین طول هر نسل (T)، زمان دو برابر شدن جمعیت (DT)، نرخ خالص تولید مثل (R_0) در جدول ۴ آورده شده است. برای هر دو فرمولاسیون مایونز و EC نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت یکسان به دست آمد و هر دو فرمولاسیون نرخ خالص تولیدمثل را در مقایسه با شاهد به طور

ماده در سن x ، در شاهد (۳/۶) تخم به ازای هر فرد در روز) در روز ۴۸ عمر و در دو فرمولاسیون مایونز و EC در به ترتیب در روز ۳۴ عمر (۲/۵) تخم به ازای هر فرد در روز) و ۳۵ عمر (۳/۱) تخم به ازای هر فرد در روز) به دست آمد (شکل ۲).

گلخانه از هر تیمار در فاصله سنی x تا $x+1$ (l_x) با افزایش سن حشره کاهش نشان داد (شکل ۲). به طوری که این مقدار در ابتدای عمر بیشترین بوده و با افزایش سن کاهش یافته است. بیشترین مقدار (m_x) تعداد نتاج ماده تولید شده در واحد زمانی توسط یک

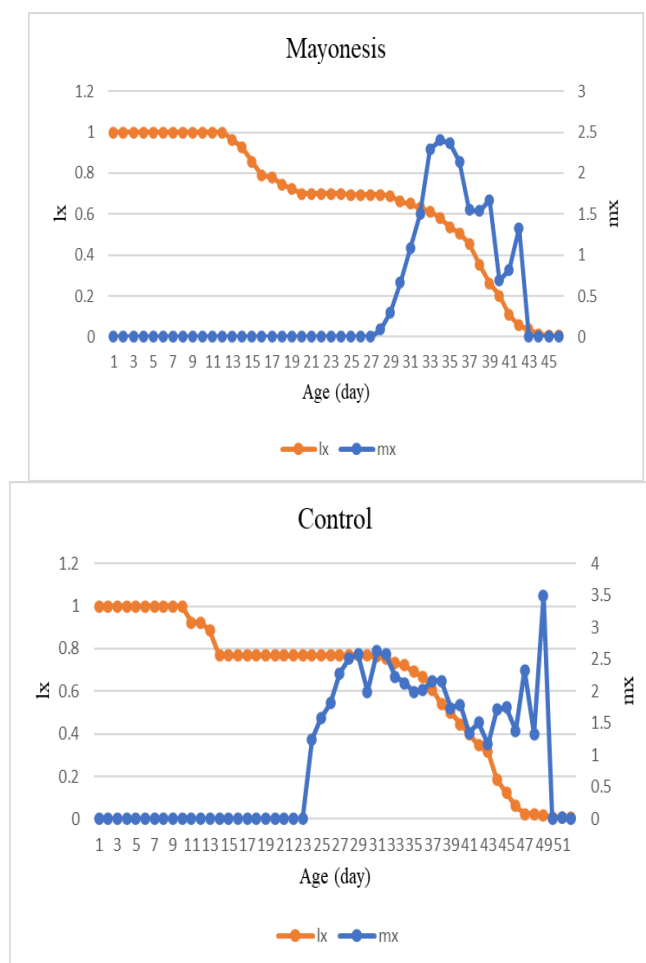
جدول ۴- مقایسه پارامترهای رشد جمعیت (میانگین \pm خطای معیار) سفید بالک گلخانه تیمار شده با فرمولاسیون مایونز و EC در سن دوم پورگی در مقایسه با شاهد

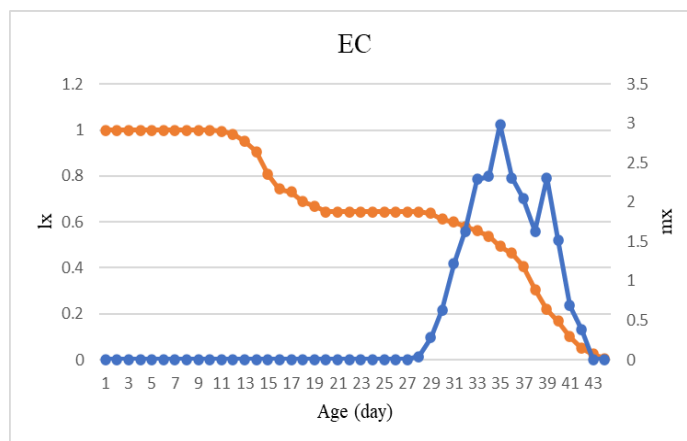
Table 4. Comparison of the population growth parametric (means \pm SE) of *T. vaporariorum* second nymphs treated with median dose of Mayonnaise & EC formulations and control

Treatment (ml/lit)	Intrinsic rate of increase (r_m)	Finite rate of increase (λ)	Mean generation time (T) (day)	Doubling time (DT) (day) (day ⁻¹)	Net reproductive rate (R_0) (day ⁻¹)
Control	0.105 \pm 0.0051 b	1.111 \pm 0.0057 a	31.12 \pm 0.32 c	6.54 \pm 0.001 c	26.97 \pm 4.20 a
0.065 \pm 0.0046 a	1.067 \pm 0.0049 b	34.11 \pm 0.26 b	10.50 \pm 0.001 b	9.49 \pm 1.47 a	Mayonnaise
EC	0.065 \pm 0.0046 a	1.067 \pm 0.0049 b	34.26 \pm 0.27 a	10.53 \pm 0.001 a	9.53 \pm 1.51 a

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون براساس آزمون LSD ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by same letters within column are not significantly different according to LSD' test ($P \leq 0.05$).





شکل ۲- تغییرات نسبت سرانه زنده ماندن (l_x) و تولید افراد ماده (m_x) سفیدبالک گلخانه *T.vaporariorum* در تیمارهای فرمولاسیون مایونز و EC همراه با شاهد

Figure 1. Age-specific survival rate (l_x), and age-specific fecundity (m_x) of *T.vaporariorum* treated with mayonnaise & EC formulations and control.

بر لیتر) برای این مرحله سنی به دست آمد (Shahmohammadi, 2018). تحقیق دیگری هم همسو با این نتیجه، اثر بیشتر روغن معدنی بر سن دوم پورگی نسبت به دیگر مراحل نابالغ گزارش کرده است (de Almeida Marques, 2014). هم‌چنین یک بررسی دیگر، اثر روغن معدنی بر کاهش جمعیت مراحل پورگی سفیدبالک را ثابت می‌کند به طوری که در این بررسی ۵۰ تا ۷۵ درصد از پوره‌های تحت تیمار از بین رفتند ثابت بودن مراحل نابالغ سفیدبالک (به جز سن اول پورگی) در پشت برگ سبب می‌شود این مراحل به راحتی در تماس مستقیم با روغن قرار گرفته و از بین بروند. در این بین سن دوم پورگی به دلیل کوچک بودن نسبت به دیگر مراحل رشدی سفیدبالک از آسیب پذیری بیشتری برخوردار است. تیمار سن دوم پورگی تحت تیمار هر دو فرمولاسیون سبب شد که برخی از خصوصیات زیستی افراد بالغ ظاهر شده به طور منفی تحت تاثیر قرار گیرد. این مطلب می‌تواند همسو با این موضوع باشد که ترکیبات شیمیایی به صورت متابولیزه شده روی بدن حشره باقی مانده و روی نسل بعد نیز تاثیرگذار هستند (Abd-Elghafar *et al.*, 1991). از جمله اثرات سوء می‌تواند کاهش تعداد تخم در حشرات ماده تیمار شده باشد (Mathew *et al.*, 1992). تولید تعداد تخم کمتر توسط حشرات ماده

بحث

تحقیقات انجام شده درخصوص اثر روغن‌های معدنی روی مراحل مختلف رشدی سفیدبالک گلخانه، به خوبی اثرات مثبت آن را آشکار کرده است (Eclark, Chaubey & Andrew, 2015; Liu *et al.*, 1994; Buxton & 2000). اما داده‌هایی مبنی بر اثر ترکیبات روغنی فرموله شده به دو فرم مایونز و EC بر پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه و مقایسه اثر این دو ترکیب با هم وجود ندارد. علاوه بر این تحقیقات روی اثر روغن معدنی بر پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه بسیار کم است. بنابراین در این تحقیق اثر دو فرمولاسیون مایونز و EC بر پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه با تیمار مرحله حساس آفت (سن دوم پورگی) بررسی گردید. در تحقیق حاضر سن دوم پورگی تیمار شده با فرمولاسیون EC تلفات معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان داد. هم‌چنین دوران پیش‌شغیرگی و شغیرگی این سن پورگی نسبت به شاهد طولانی تر بود. این نتیجه می‌تواند به دلیل این باشد که روغن‌ها به صورت تماسی زوی پوست پوره اثر گذاشته و این مرحله سنی عمده انرژی خود را صرف از بین بردن ماده شیمیایی می‌کند (Hannig *et al.*, 2009). نتایج یک بررسی مشابه به خوبی نشان داد که سن دوم پورگی سفیدبالک نسبت به دیگر مراحل نابالغ حساس‌تر بوده به طوری که کمترین غلظت LC_{50} (۱/۳ میلی لیتر

می‌شود. با توجه به تعریف λ (نسبت تعداد افراد بعد از یک واحد زمانی بر تعداد اولیه جمعیت)، اختلاف در r_m یا λ جمعیت‌ها می‌تواند منجر به ظهور تفاوت در تعداد افراد در طی زمان گردد (Hoddle, 2006).

میانگین طول مدت زنده مانی حشرات بالغ برای هر دو فرمولاسیون مایونز و EC به ترتیب ۳۰/۴۲ و ۲۹/۰۳ روز به دست آمد که این میزان با میانگین طول مدت زنده مانی به دست آمده در تحقیقی برای این آفت (۲۹/۲۷ روز) تحت تاثیر سم کالیپسو که آفت‌کش تماسی_گوارشی می‌باشد، همسو بوده و مانند نتایج تحقیق حاضر سبب افزایش طول مدت یک نسل و کاهش چشمگیر نرخ خالص تولید مثل (R_0) شده است (Safari et al., 2018). بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که روغن معدنی هم می‌تواند در کنترل سفیدبالک گلخانه با سموم رایج در بازار رقابت کرده و علاوه بر آن افزایش مقاومت آفت را هم در پی نخواهد داشت.

نتیجه گیری

دو فرمولاسیون مایونز و EC از طریق مداخله در سرعت رشد و نمو مراحل نابالغ سفیدبالک گلخانه اثرگذار هستند. پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه در تیمار دو فرمولاسیون مذکور در مقایسه با تیمار شاهد با اختلاف معنی دار آماری از هم گروه بندی شدند؛ اما با توجه به نحوه فرموله شدن متفاوت این دو ترکیب، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بنابراین در مدیریت تلفیقی سفیدبالک گلخانه به دلیل کاهش قابل توجه تعداد تخم حشرات ماده در نتیجه کاربرد دو فرمولاسیون مایونز و EC، این دو ترکیب می‌توانند به تنهایی یا با دیگر عوامل کنترل‌کننده در کنترل جمعیت این آفت در گلخانه‌ها با تیمار مراحل نابالغ به ویژه سنین اولیه پورگی موثر باشند.

در تیمار هر دو فرمولاسیون مایونز و EC در مقایسه با شاهد می‌تواند مرتبط با دیگر تغییرات پارامترهای تولیدمثلی از جمله کاهش معنی دار طول دوره تخم‌ریزی و نتیجه کوتاه شدن طول عمر ماده‌ها باشد. این کاهش تعداد تخم، در تیمار فرمولاسیون مایونز نسبت به فرمولاسیون EC و شاهد بارزتر بوده به طوری که کمترین میزان تخم (۳۸/۹۲ عدد) برای این تیمار ثبت گردید. از طرفی هیدروکربن‌های روغن معدنی در کاهش باروری سفیدبالک موثر هستند به طوری که در تحقیقی ۹۰ درصد شفیره های تیمار شده با روغن معدنی به مرحله بالغ نرسیدند (Sieburt et al., 1998). اثر دو فرمولاسیون مایونز و EC روی پارامترهای زیستی سفیدبالک گلخانه به طور معنی‌داری نشان‌دهنده کاهش میانگین مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و نرخ خالص تولید مثل (R_0) در مقایسه با شاهد بود. هم‌چنین با مقایسه اعداد محاسبه شده برای یک نسل (T) برای دو فرمولاسیون مایونز و EC به ترتیب ۳۴/۱۱ و ۳۴/۲۶ نسبت به شاهد ۳۱/۱۲ روز، هر دو تیمار سبب افزایش مدت زمان یک نسل شده‌اند. زمان دوبرابر شدن جمعیت نیز در تیمارهای این دو فرمولاسیون نسبت به شاهد معنی دار مشاهده شد. افزایش دو برابر شدن جمعیت منجر به کاهش کارایی سفیدبالک در تنظیم جمعیت میزبان شده است. از بین پارامترهای زیستی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) به عنوان مهم‌ترین معیار مقایسه اثر تیمار روی یک حشره محسوب می‌شوند. بیشتر بودن مقدار r_m سبب افزایش جمعیت حشره می‌گردد (Stark & Wennergren, 1995). مقدار r_m در این پژوهش برای هر دو فرمولاسیون مایونز و EC یکسان ۰/۰۶۵ بر روز به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۰/۱۰۵ بر روز به طور معنی‌داری کمتر بود. برای تجزیه و تحلیل و مقایسه جمعیت‌ها به همراه r_m از λ هم استفاده

REFERENCE:

1. Abd-Elghafar, S.F., Appel, A.G. & Mack, T.P. (1991). Effects of several insecticide formulations on oothecal drop and hatchability in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Economic Entomology*, 84, 502-509.
2. Becher, P. 1957. Emulsions: Theory and Practice, Van Nostrand reinhold publishing co. New York.
3. Buxton, J.; Clarke, A. (1994). Evaluation of insecticide dips to control *Bemisia tabaci* on poinsettia plants. *Pest Science*, 42 (2), 141-142.

4. Chaubey, R., & Andrew, R. J. (2015). Geometric morphometrics of puparia of *Bemisia tabaci* (gennadius)(Hemiptera: Aleyrodidae) from western plateau and hill regions agroclimatic zone of India. *Indian Journal of Entomology*, 77(3), 283-289.
5. Cahill, M., Gorman, K., Day, S., Denholm, I., Elbert, A. and Nauen, R. (1996). Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research*, 86: 343-349.
6. Chi, H. (2020). TWSEX-MS chart: A computer program for the age-stage, two sex life table analysis. From: <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwosexMSChart.zip>.
7. Corran, J. W. 1943. Some observations on a typical food emulsion. *Emulsion Technology: Theoretical and Applied*.
8. de Almeida Marques, M. (2014): Management of *Bemisia tabaci* biotype B with botanical and mineral oils. *Crop Protection*, 66:127-132.
9. Deka, S., Tanwar, R. K., Sumitha, R., Sabir, N., Bambawale, O. M., & Singh, B. 2011. Relative efficacy of agricultural spray oil and azadirachtin against two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) on cucumber (*Cucumis sativus*) under greenhouse and laboratory conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(2), 158.
10. GROUT, T. G., & STEPHEN, P. R. (2019). An update on the status of several whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) found on citrus in South Africa. *African Entomology*, 27(1), 254-257.
11. Hannig, G.T., Ziegler, M. & Paula, G.M. (2009). Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. *Pest Management Science*, 65: 969-974.
12. Hoddle, M.S. (2006). Phenology, life tables and reproductive biology of *Tetraleurodes perseae* (Hymenoptera: Aleyrodidae) on California Avocados. *Annual Entomology Society America*, 99, 553-559.
13. Kinoshita, J. H., Lowe Jr, C. H., Vance, V. J., Teubner, F. G., Wittwer, S. H., Stanley, R. G., & Bloom, H. (1955). Nuclear Emulsion Research; Society Elections; and Forthcoming Events, *Science*, 122(3158).
14. Lahiri, S., Smith, H. A., Gireesh, M., Kaur, G., & Montemayor, J. D. (2022). Arthropod Pest Management in Strawberry. *Insects*, 13(5), 475.
15. Lamont, W.J., K.A. Sorensen, and C.W. Averre. (1990). Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. *HortScience*, 25:1305.
16. Liu, T. X., & Stansly, P. A. 2000. Insecticidal activity of surfactants and oils against silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) on collards and tomato. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 56(10), 861-866.
17. Lynch, M. J. and Griffiin, W. C. 1974. Food Emulsions. In *Emulsion and Emulsion Technology*, part I, (K. Lissant, ed). Marcel Dekker, Inc, New York.
18. Mathew, G., Vijayalaxmi, K.K. & Rahiman, M.A. (1992). Methyl parathion-induced sperm shape abnormalities in mouse. *Mutation Research*, 280, 169-173.
19. Pons, R., Solans, C., & Tadros, T. F. (1995). Rheological behavior of highly concentrated oil-in-water (o/w) emulsions. *Langmuir*, 11(6), 1966-1971.
20. Prabhaker, N., Tascano, N. C. & Henneberry, T. J. 1998. Evaluation of insecticide rotation and mixtures as resistance management strategies for *Bemisia argentifolii* (Hom.: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 91(4), 26-820.
21. Safavi, S & Bakhshaei, M. (2018). Life table parameters of greenhouse whitefly *T.vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) treated by lethal and sublethal effect of calypso. *Plant Protection*, 6(3), 341-351 (In Farsi).
22. Sieburth, P. J., Schroeder, W. J., & Mayer, R. T. (1998). Effects of oil and oil-surfactant combinations on silverleaf whitefly nymphs (Homoptera: Aleyroididae) on collards. *Florida Entomologist*, 446-450.
23. Shahmohammadi, B. (2018). Effect of Volk oils on greenhouse whitefly. MSc Thesis, University of Tehran, Karaj. (In Farsi).
24. Sorensen, J. T., Gill, R. T., Dowell, R. V., & Garrison, R. W. (1990). The introduction of *Siphoninus phillyrae* (Haliday)(Homoptera: Aleyrodidae) into North America: Niche competition, evolution of host plant acceptance, and a prediction of its potential range in the Nearctic. *Pan-Pacific Entomologist*, 66(1), 43-54.
25. Sparks, T. C., G. D. Crouse, and G. Durst. (2001). Natural products as insecticides: the biology, biochemistry and quantitative structure-activity relationships of spinosyns and spinosoids. *Pest Management Science*. 57: 896 -905.
26. Stark, J.D., Vargas, R. & Banks, J.E. (2007). Incorporating ecologically relevant measures of pesticide

- effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *Journal of Economic Entomology*, 100(4): 1027-1032.
27. Stark, J.D. & Wennergren, U. (1995). Can population effects of pesticides be predicted from demographic toxicological studies. *Journal of Economic Entomology*, 88:1089-1096.
28. Subba, B., Pal, S., Mandal, T., & Ghosh, S. K. (2017). Population dynamics of whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) infesting tomato (*Lycopersicon esculentus* L.) and their sustainable management using biopesticides. *Journal of Entomology and Zoology studies*, 5(3), 879-883.
29. Taverner, P. D., Gunning, R. V., Kolesik, P., Bailey, P. T., Inceoglu, A. B., Hammock, B., & Roush, R. T. (2001). Evidence for direct neural toxicity of a "light" oil on the peripheral nerves of lightbrown apple moth. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 69(3), 153-165.
30. van Lenteren, J. C. & Woest, J. (1988). Biological and integrated pest control in the greenhouse. *Annual Review of Entomology*, 33, 239-269.
31. Yang, T. C. and Chi, H. 2006. Life tables and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 99: 691-698.