

Investigation of Lethal Effects of Spirotetramat, Citowett Oil and Their Mixture Against *Bemisia Tabaci* on Tomato in Greenhouse Conditions

Sedighe Ashtari*

Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Arak, Iran.

*Corresponding author: aroya95@gmail.com

(Received: 11 August 2021

Revise: 26 September 2021

Accepted: 6 November 2021)

Extended Abstract

1. Introduction: *Bemisia tabaci* is known in Iran and many other countries as a first-class Cotton pest. This pest is one of the most important pests of Tomatoes in greenhouses as well as other crops, summer crops and greenhouses in most parts of the world, especially in hot, temperate, and dry regions of the world. Due to the high damage caused by this pest, Tomato greenhouses are frequently sprayed during the growing season.

2. Materials and Methods: Plastic pots with a diameter of 18 and a height of 18 cm were selected. Tomato seeds were planted in pots. After the Tomato plants sprouted, the weak plants were removed from the pots. For immature preparation, large numbers of adult insects were released on Tomato pots and observed on the leaves four weeks after release of all biological stages. To prepare the eggs, large numbers of white cotton bulb insects were released on tomato plants planted in pots. For this purpose specimens were collected from contaminated Tomato flowerpots. After immersion of leaves in the pesticide solutions, the sensitivity of different life stages was evaluated. The purpose of this test is to determine the range of concentrations of insecticides that had been led to 25-75 percent of death. The main concentrations were calculated by the concentration of preliminary experiments. Likewise, control mortality was corrected using Abbott's formula.

3. Results and Discussion: The results of this study, according to the average lethal concentration of 50 percent of the insecticide Spirotetramat showed that this insecticide was evaluated toxic for immature, adult and eggs, respectively. Since spirotetramat is a systemic insecticide and also feeds the adult and immature stages of this pest, adult and immature stages are more sensitive than eggs. The reason for the less susceptibility of eggs to this insecticide is the presence of an impermeable layer of chorion. Due to the way spirotetramat works, it especially affects the immature stages of sucking pests. In the case of adult female insects, this compound significantly reduces fertility and reproduction, resulting in a decrease in insect population. Gulen et al. investigated the cross-resistance and susceptibility of Western flower thrips to spirotetramat in vitro on bean pods and reported that spirotetramat was more toxic to the nymph stages of the insect tested (Guillen *et al.*, 2014). The results of this study are similar to the results of the present study in terms of the greater effect of spirotetramat on the immature stage (Gaskin *et al.*, 2010) in field experiments reported that the addition of an oil and dispersant to the insecticide spirotetramat had a good effect on controlling oysters. These oysters are generally very difficult to control due to the hard shell of the insect because insecticide alone cannot penetrate. The results of this study are similar to the results of the present study, which shows the increased effect of spirotetramat by citowett oil.

Bioassay with citowett oil showed that immature stages and eggs were more sensitive than adult insects. Which can be due to the contact toxicity of the oil. To evaluate the effect of spirotetramat and citowett oil insecticide mixture, their LC25 doses were mixed and the effect was determined on different stages and the resulting mortality rate was determined. The mortality rate due to the mixture of LC25, insecticide spirotetramate and citotot oil was higher than the total expected losses (50%), 4.77% in adult insects, 11.55% in egg stage and 18.65% in immature stage. The increase in lethality after adding oil to the insecticide is consistent with the results obtained by some researchers (Ashtari, 2019; Ashtari *et al.*, 2020; Hosseini Naveh *et al.*, 2010).

4. Conclusions: Based on the results of the study and the studies of other researchers, it can be concluded that the white-tailed deer, due to its special biological and behavioral conditions, has a high potential for resistance to most toxins. Applying proper management principles to control the mass of its population should be done. The issue of the phenomenon of resistance to toxins has accelerated in it.

Keywords: *Bemisia tabaci*, Bioassay, Citowett oil, Spirotetramat Insecticide, Synergism.

Citation: Ashtari, S. (2022). Investigation of lethal effects of spirotetramat, citowett oil and their mixture against *Bemisia tabaci* on Tomato in greenhouse conditions. *Journal of Vegetables Sciences*, 10(2), 105-119. doi: 10.22034/iuvs.2021.535823.1176

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).





بررسی اثرات کشندگی حشره‌کش اسپیروتترامات، روغن سیتووت و مخلوط آن‌ها علیه آفت سفید بالک (*Bemisia tabaci*) روی گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه

صدیقه اشتری*

بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران

*نویسنده مسئول: aroya95@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۷/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰

چکیده

گوجه‌فرنگی نقش مهمی در اقتصاد گلخانه‌داران دارد. سفیدبالک (*Bemisia tabaci* Gennadius) یکی از مهمترین آفات محصولات گلخانه‌ای کشور است که از آفات کلیدی گوجه‌فرنگی نیز به‌شمار می‌رود. یکی از متداول‌ترین روش‌های کنترل این آفت، استفاده از آفت‌کش‌ها می‌باشد ولی عوامل زیستی مختلف مانند دامنه وسیع میزبانی، چند نسلی بودن، نرخ بالای تولیدمثل، توانایی انتقال و بیروس‌های گیاهی و گسترش مقاومت به حشره‌کش‌ها باعث مشکلاتی در مدیریت این آفت شده است. بنابراین استفاده از حشره‌کش‌های جدید جهت کنترل این آفت ضروری به‌نظر می‌رسد. در این پژوهش حساسیت مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز *Bemisia tabaci* نسبت به اسپیروتترامات، روغن سیتووت و مخلوط آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. از روغن سیتووت و اسپیروتترامات در پنج غلظت و شاهد استفاده شد. مقدار LC50 حشره‌کش اسپیروتترامات برای حشره‌ی بالغ، تخم، مراحل نابالغ به ترتیب ۵/۵۳، ۶۰/۱۰ و ۱/۴۶ پی‌پی‌ام تعیین گردید. LC50 روغن سیتووت برای حشره‌ی بالغ، تخم، مراحل نابالغ به ترتیب ۱۷۴۳، ۹۷۷/۶۲ و ۷۲۸/۳۶ پی‌پی‌ام برآورد شد. اسپیروتترامات و روغن سیتووت اثر بیشتری روی مراحل نابالغ نسبت به سایر مراحل داشتند. به‌منظور ارزیابی نقش سینرژیستی روغن سیتووت LC25 اسپیروتترامات در هر مرحله زیستی با LC25 روغن سیتووت مخلوط گردید که در نتیجه میزان تلفات در حشره بالغ، تخم و مراحل نابالغ به ترتیب ۵۴/۷۷، ۶۱/۵۵ و ۶۸/۶۵ درصد به‌دست آمد و مشخص گردید روغن سیتووت اثر اسپیروتترامات را تشدید می‌کند. با توجه به قیمت کمتر روغن سیتووت نسبت به اسپیروتترامات، تأثیر افزایشی آن بر حشره‌کش و همچنین سازگاری بیشتر این روغن با محیط زیست، استفاده از مخلوط آن‌ها برای کنترل این آفت قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حشره‌کش اسپیروتترامات، روغن سیتووت، زیست‌سنجی، سفید بالک جالیز، سینرژیسم.

استناد: اشتری، ص. (۱۴۰۰). بررسی اثرات کشندگی حشره‌کش اسپیروتترامات، روغن سیتووت و مخلوط آن‌ها علیه آفت سفید بالک (*Bemisia tabaci*) روی گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه. علوم سبزی‌ها، ۱۰(۲)، ۱۰۵-۱۱۹.

حق چاپ:



حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل دسترس است.

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از محصولاتی است که در تغذیه و سلامت انسان نقش مهمی دارد. سطح زیر کشت و میزان تولید این محصول در ایران در سال ۱۳۹۸ به ترتیب ۱۲۷۹۸۵ هکتار و ۵۶۶۷۰۱۱ تن می‌باشد (Ashtari *et al.*, 2020). سفیدبالک جالیز با نام علمی (*Bemisia Hemiptera: Aleyrodidae*) (tabaci Gennadius; در ایران و بسیاری از کشورهای جهان به‌عنوان آفت درجه یک شناخته شده است (Ashtari, 2019). این آفت چندخوار بوده و به ۵۰۰ گونه از ۷۵ خانواده گیاهی حمله می‌کند به‌علاوه یکی از مهمترین آفات گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) در گلخانه و همچنین سایر محصولات زراعی، صیفی و گلخانه‌ای در اکثر مناطق جهان به‌ویژه در نواحی گرم، معتدله و خشک دنیا می‌باشد (Arjmandinejad & Sheikhi Gorjan, 2011).

سفیدبالک جالیز با تغذیه از شیر گیاهی و انتقال برخی از بیماری‌های ویروسی خسارت قابل‌توجهی را وارد می‌کند (Vieira & Boff, 2012). به دلیل خسارت بالایی که این آفت ایجاد می‌کند، در طول فصل زراعی گلخانه‌های گوجه‌فرنگی به‌دفعات مورد سم‌پاشی قرار می‌گیرند. از طرفی استفاده گسترده از حشره‌کش‌های شیمیایی باعث آلودگی‌های فراوان زیست‌محیطی، کاهش امنیت غذایی انسان‌ها، مقاومت و تأثیر سوء بر حشرات مفید می‌شود (Yao *et al.*, 2017). سفیدبالک جالیز ناقل بیش از ۱۹ گونه عامل بیماری‌زای گیاهی است، تغذیه پوره‌ها بسیار شدیدتر از حشره بالغ می‌باشد. همچنین باعث کاهش میزان محصول و کیفیت محصول نیز می‌شود. در صورت عدم کنترل این آفت امکان دارد گیاهان کاملاً خشک شوند (Sahraeyan, 2016). استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی علیه سفیدبالک جالیز مشکلاتی را در بردارد که از آن جمله می‌توان به بقایای این سموم در محیط، به هم خوردن تعادل طبیعی و انهدام عوامل کنترل طبیعی اشاره کرد. از آنجایی که مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز به حشره‌کش‌های زیادی مقاوم شده‌اند

بنابراین استفاده از حشره‌کش‌های جدید جهت کنترل این آفت بایستی مورد بررسی قرار گیرد. به همین دلیل تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات و روغن سیتوت در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

اسپیروتترامات بیشتر علیه حشرات مکنده مانند شته‌ها و سفیدبالک‌های مقاوم نسبت به سایر ترکیبات گروه نئونیکوتینوئید به کار می‌رود (Hesselbach & Scheiner, 2019) و می‌تواند با حرکت در آوندهای آبکش، اثر حشره‌کشی سریع و سیستمیک داشته باشد (Barbosa *et al.*, 2017). این حشره‌کش از جمله سمومی است که به‌صورت تدریجی و پس از چند روز در مدت زمان طولانی‌تر، ولی به‌صورت پایدارتر اثر خود را اعمال می‌کند. از آنجا که این سم سیستمیک است و به‌صورت دوطرفه (هم در آوند چوبی و هم آوند آبکش) فعالیت می‌کند، به‌صورت پایدار در سیستم آوندی باقی مانده و حتی تا دو هفته پس از سم‌پاشی نیز باعث کاهش جمعیت آفت می‌شود. اسپیروتترامات با نفوذ به داخل گیاه به فرم انول خود تجزیه می‌شود و به‌عنوان یک اسید ضعیف در آوندهای آبکش حرکت می‌کند (Nauen *et al.*, 2008 2015) در همین راستا، محققان نشان دادند که اسپیروتترامات ۰/۷۵ و یک میلی‌لیتر بر لیتر از هفت تا ۴۵ روز پس از سم‌پاشی از کارایی بالایی در کنترل آفت سپردار واوی سیب (*Malus sp.*) برخوردار می‌باشد (Ranjbar Aghdam *et al.*, 2018). این آفت‌کش از کارایی بالایی در کنترل آفات مکنده مانند سفیدبالک‌ها، پسیل‌ها، شته‌ها و انواعی از شپشک‌ها در شرایط آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای برخوردار است (Bruck *et al.*, 2009). Willmott (۲۰۱۲) تأثیر چند حشره‌کش را روی شپشک مرکبات مورد بررسی قرار داد. در این بررسی اسپیروتترامات تأثیر خوبی در کنترل سنین پورگی آفت داشت. نتایج بررسی‌های محققان نشان داد که در غلظت‌های ۰/۵ و ۰/۶ لیتر در هکتار، اسپیروتترامات می‌تواند سفیدبالک جالیز را به‌طور قابل‌قبولی (به‌ترتیب ۹۳ و ۹۴ درصد) کنترل کند (Silva *et al.*, 2010). غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد اسپیروتترامات برای

حشره بالغ سفیدبالک جالیز ۰/۴۰ پی‌پی‌ام محاسبه شد. در این پژوهش درصد تلفات اسپیروتترامات روی مراحل تخم، پوره و شفیره ۸۹/۱۴، ۸۲/۶۵ و ۸۵/۰۵ تعیین شد که نشان‌دهنده کارایی اسپیروتترامات در کنترل سفیدبالک جالیز می‌باشد (Goroohi et al., 2019). کاربرد روغن برای کنترل شپشک‌های نباتی در حالت زمستان‌گذرانی و به‌طور کلی مرحله تخم حشرات مؤثر است. همچنین روغن‌ها به‌طور معمول در فرمولاسیون آفت‌کش‌ها به‌عنوان پخش‌کننده و چسباننده استفاده می‌شوند (Hosseini Naveh et al., 2010). در یک مطالعه میدانی تأثیر اسپیروتترامات روی گیاه پنبه (*Gossypium* sp.) جهت کنترل سفیدبالک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسپیروتترامات سفیدبالک پنبه را نسبت به شاهد، به‌خوبی کنترل می‌کند (Goroohi et al., 2019). Ouyang و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر اسپیروتترامات را روی چند جمعیت کنه‌قرمز مرکبات بررسی کردند. نتایج نشان داد که این حشره‌کش تأثیر کمی روی تفریح تخم‌های این آفت دارد. افزودن روغن‌ها باعث کاهش تبخیر سموم از نازل‌ها قبل از رسیدن به محل هدف می‌گردد همچنین روغن‌ها با پوشاندن گیاه با یک لایه نازک هیدروکربنی، باعث جلوگیری از رشد برخی از قارچ‌ها نیز می‌شوند (Talebijahromi, 2013). در بررسی‌های Ashtari (۲۰۱۷)، LC₅₀ روغن سیتووت برای حشره‌بالغ، تخم و مراحل نابالغ سفیدبالک جالیز به ترتیب ۱۵۵۴، ۸۸۴/۷۹ و ۶۸۴/۷۰ پی‌پی‌ام برآورد شد. در این تحقیق همچنین معلوم گردید که مخلوط LC₂₅ روغن سیتووت و LC₂₅ پایی پروکسی فن باعث افزایش درصد تلفات می‌شود. با بررسی تأثیر چند حشره‌کش جهت کنترل سفیدبالک گلخانه به‌تنهایی و مخلوط با روغن سیتووت، نتیجه گرفتند که روغن سیتووت تأثیر حشره‌کش‌ها را تشدید کرده و خاصیت سینرژیستی دارد (Soleymanzade, 2014). اغلب روغن‌های رایج شامل سیتووت، ولک و سوپراویل دارای طیف اثر وسیعی روی سفیدبالک‌ها، شپشک‌ها و کنه‌ها هستند (Hosseini et al., 2016). مهمترین مزیت پدیده سینرژیسیم کنترل

مقاومت آفات می‌باشد. به‌دلیل قیمت گران ترکیبات سینرژیست امروزه از بعضی ترکیبات دیگر از جمله روغن‌ها برای افزایش سمیت استفاده می‌گردد (Flint, 2002). تحقیقات نشان داده است که اضافه کردن روغن‌ها به سموم سبب افزایش تلفات سفیدبالک گلخانه می‌شود (Hosseini Naveh et al., 2010). در بررسی‌های Hosseini Naveh و همکاران (۲۰۱۰) LC₅₀ روغن سیتووت برای حشره‌بالغ شته‌سبز هلو (*Prunus persica*) ۱۴۰ پی‌پی‌ام تعیین گردید و مشخص شد که روغن سیتووت دارای اثر کشندگی مطلوبی روی شته‌سبز هلو است. در بررسی‌های Hosseini et al. (۲۰۱۶) و همکاران LC₅₀ روغن سیتووت برای حشره‌بالغ ۱۰۲۵ و برای پوره‌ها ۶۸۷/۴۵ پی‌پی‌ام تعیین شد و مشخص گردید که روغن سیتووت روی حشره‌کش‌های به‌کار رفته در کنترل سفیدبالک گلخانه تأثیر سینرژیستی داشته است. هدف این پژوهش کاهش مصرف و باقیمانده حشره‌کش‌ها در محصول گوجه‌فرنگی می‌باشد. به این منظور حساسیت مراحل مختلف زیستی عسلک پنبه به حشره‌کش اسپیروتترامات و در نهایت کاهش مصرف از طریق استفاده توأم این حشره‌کش با روغن سیتووت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان و حشره

گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۸ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر انتخاب گردیدند. در گلدان‌ها بذر گوجه‌فرنگی رقم ریوگرن کاشته شد. پس از سبز شدن بوته‌های گوجه‌فرنگی، بوته‌های ضعیف از گلدان‌ها حذف شدند. قفس‌هایی به ابعاد ۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر در قاعده و ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر ساخته شد و پارچه‌ای توری (۵۰ مش) با سوراخ بسیار ریز طوری روی قفس قرار گرفت که همه جوانب آن به‌خوبی پوشیده شد. برای آبیاری از ظرف سرم استفاده گردید. برای ایجاد حشرات بالغ هم‌سن، هنگامی که بوته‌های گوجه‌فرنگی به رشد کافی (به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر) رسیدند، با استفاده از اسپیراتور ۳۰ عدد حشره بالغ درون قفس‌ها انتقال یافت و به‌مدت

معادل ۲۵ و ۷۵ درصد در جمعیت ایجاد کند، غلظت‌های اصلی از طریق فرمول محاسبه فاصله لگاریتمی غلظت‌ها و به شرح رابطه ۱ محاسبه گردیدند. در این رابطه d فاصله لگاریتمی غلظت‌ها است و لگاریتم بالاترین و پایین‌ترین غلظت نیز به ترتیب لگاریتم غلظت‌هایی هستند که مرگ و میری معادل ۷۵ و ۲۵ درصد ایجاد می‌کنند.

$$\text{رابطه (۱)} \quad \frac{\text{لگاریتم پایین‌ترین غلظت} - \text{لگاریتم بالاترین غلظت}}{\text{تعداد تیمار سم}} = d$$

A: بالاترین غلظت

E: پایین‌ترین غلظت

B، C و D غلظت‌های بین دو غلظت بالا (A) و

پایین (E) هستند که مرگ و میری معادل ۷۵ و ۲۵ درصد ایجاد می‌کنند. جهت به‌دست آوردن آن‌ها از روابط زیر استفاده می‌شود. به این ترتیب که جهت به‌دست آوردن لگاریتم غلظت B، لگاریتم غلظت قبلی (A) را از فاصله لگاریتمی (d) که مطابق با فرمول فوق محاسبه شده است را کم کرده و سپس با آنتی‌لگاریتم گرفتن از آن غلظت B محاسبه می‌گردد. مابقی غلظت‌ها نیز به همین صورت محاسبه می‌گردند.

$$\text{Log B} = \text{Log A} - d$$

$$\text{Log C} = \text{Log B} - d$$

$$\text{Log D} = \text{Log C} - d$$

تجزیه داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به‌دلیل دقت بیشتر با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و به روش تجزیه پروبیت جهت تعیین LC₅₀ مراحل تخم، نابالغ و بالغ با اسپیروترامات و روغن سیتوتوت انجام شد. همچنین منحنی رابطه بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات در مراحل مختلف زیستی توسط نرم‌افزار Excel رسم شدند. برای اینکه منحنی رگرسیون بین درصد تلفات و غلظت به شکل خطی تبدیل و تحلیل آن آسان‌تر شود از پروبیت استفاده می‌شود به این صورت که از غلظت‌ها لگاریتم گرفته می‌شود و به کمک جدول پروبیت موجود در کتاب‌های سم‌شناسی درصد تلفات به پروبیت تبدیل شده و نمودار رگرسیون بین لگاریتم غلظت و پروبیت

سه روز به آن‌ها اجازه تخم‌ریزی داده شد سپس از قفس‌ها حذف شدند. برای تهیه مراحل نابالغ، تعداد زیادی حشره بالغ روی گلدان‌های گوجه‌فرنگی رها شدند و چهار هفته پس از رهاسازی مراحل پورگی و شفیرگی روی برگ‌ها مشاهده گردید. برگ‌های دارای ۳۰ عدد پوره و شفیره برای آزمایش تعیین غلظت متوسط کشته ۵۰ درصد انتخاب شدند. برای تهیه تخم، حشرات بالغ سفیدبالک جالیز به تعداد زیاد روی بوته‌های گوجه‌فرنگی کاشته شده در گلدان‌ها رهاسازی شدند. سه روز پس از رهاسازی برگ‌های دارای ۴۰ عدد تخم و عاری از پوره، برای آزمایش تعیین غلظت متوسط کشته ۵۰ درصد انتخاب شدند. آزمایش‌ها در محیط گلخانه با شرایط (دمای ۲۵±۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵±۱۵ درصد) و شمارش حشرات در محیط آزمایشگاه با استفاده از بینوکولار (مدل Jenus) انجام شد.

ترکیبات مورد استفاده

ترکیبات مورد استفاده در این پژوهش شامل حشره‌کش اسپیروترامات (Movento^R SC10%)؛ ساخت شرکت بایر کراپ ساینس آلمان) یک حشره‌کش تماسی سیستمیک و دارای طیف وسیع برای کنترل بسیاری از آفات دارای قطعات‌دهانی زنده‌کننده است و از ساخت چربی در بدن حشرات جلوگیری می‌کند. میزان مصرف این حشره‌کش نیم لیتر در هکتار است. روغن سیتوتوت ساخت شرکت BASF آلمان می‌باشد.

آزمایش تعیین محدوده غلظت‌های لازم

هدف از این آزمایش، تعیین دامنه‌ای از غلظت‌های سم بود که مرگ و میری معادل ۲۵ و ۷۵ درصد در جمعیت مورد نظر ایجاد نماید. ابتدا با انجام آزمایش‌های مقدماتی با پنج غلظت از محلول سمی (غلظت توصیه‌شده را به‌عنوان غلظت وسط در نظر گرفته و برای به‌دست آوردن چهار غلظت دیگر با فاصله پنج برابر دو غلظت بالای غلظت حد وسط و دو غلظت پایین غلظت حد وسط انتخاب و آزمایش‌های مقدماتی انجام شد) و یک شاهد (آب) محدوده‌ی بالا و پایین غلظت‌ها مشخص شد. پس از به‌دست آوردن دو غلظتی که مرگ و میری

تعبیه شده بود و دهانه آن با توری مسدود می‌شد قرار گرفتند. در مورد حشرات بالغ سفیدبالک پنبه ابتدا با آسپیراتور تعدادی حشره بالغ (یک روزه) جمع‌آوری گردیده و سپس آن‌ها به ظروف منتقل شدند. مرگ و میر حشرات بالغ ۴۸ ساعت بعد از آزمایش (به دلیل کوتاهی طول عمر حشره بالغ سفیدبالک پنبه) شمارش گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار انجام شده و در هر آزمایش آب به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. برای رقیق کردن غلظت‌ها از آب استفاده شد. تعداد حشرات بالغ مورد استفاده برای هر غلظت در هر تکرار ۳۰ عدد بود. حشرات بالغی که با نزدیک کردن قلم‌موی نازک هیچ حرکتی نشان نمی‌دادند مرده تلقی شدند.

درصد تلفات، به شکل خطی ترسیم می‌شود. در همه آزمایش‌ها درصد تلفات تیمار با شاهد با استفاده از رابطه Abbott (۱۹۲۵) اصلاح شد.

رابطه (۲)

$$Abbott: \frac{\text{درصد مرگ و میر در شاهد} - \text{درصد مرگ و میر در تیمار}}{100} \times 100$$

بررسی اثر حشره‌کشی دو ترکیب روی حشره بالغ
جهت آزمایش، برگ‌های گوجه‌فرنگی را بدون جدا شدن از گیاه، به مدت پنج ثانیه در غلظت‌های اسپیروتترامات شامل ۱، ۲/۲، ۵/۰۶، ۱۲/۱ و ۳۰/۲۴ پی‌پی‌ام و سیتووت شامل ۴۰۰، ۱۰۰۰، ۲۱۰۰، ۴۸۳۰ و ۹۶۶۰ پی‌پی‌ام غوطه‌ور کرده و بعد از خشک شدن داخل ظروف یک‌بار مصرف که در کناره آن شیاری برای قرار گرفتن دم‌برگ



شکل ۱- روش غوطه‌ور کردن برگ‌ها
Figure 1- Method of dipping leaves

آزمایش با پنج تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شده و در هر آزمایش آب به‌عنوان شاهد به‌کار رفت. تعداد تخم‌های مورد استفاده برای هر غلظت در هر تکرار ۳۰ عدد بود. مرگ و میر تخم با توجه به طول دوره انکوباسیون تخم (۷-۱۳ روز) و جهت اطمینان از باز شدن همه تخم‌ها، بعد از ۱۵ روز شمارش گردید. بعد از این مدت برگ‌های تیمار شده از گیاه جدا گردیده و مرگ و میر حشرات در زیر بینوکولار (مدل Jenus)

بررسی اثر حشره‌کشی دو ترکیب روی مرحله تخم
جهت آزمایش، ابتدا برگ‌هایی که دارای تعداد کافی تخم (یک روزه) بودند، بدون جدا شدن از گیاه، به مدت پنج ثانیه در غلظت‌های اسپیروتترامات شامل ۱۲/۵، ۳۱/۳، ۷۸/۴۱، ۱۹۶/۰۲ و ۴۹۰/۰۶ پی‌پی‌ام و برای روغن سیتووت شامل ۳۰۰، ۶۳۰، ۱۴۴۹، ۲۸۹۸ و ۵۷۹۶ پی‌پی‌ام غوطه‌ور شدند. پس از خشک شدن، برگ‌ها در داخل ظروف یک‌بارمصرف قرار گرفتند.

حاصل مطابق روش‌های پیشین روی مرحله مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

زیست‌سنجی سفید بالک جالیز تحت تأثیر اسپیروتترامات

با تجزیه پروبیت داده‌های به‌دست آمده از زیست‌سنجی‌های سفیدبالک جالیز با حشره‌کش اسپیروتترامات غلظت‌های کشنده ۵۰ درصد تخم، مراحل نابالغ و حشره‌بالغ این حشره برآورد گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش حساسیت مراحل نابالغ ۱/۴۶ پی‌پی‌ام و بالغ ۵/۵۳ پی‌پی‌ام به این حشره‌کش به مراتب بیشتر از مرحله تخم ۶۰/۱۰ پی‌پی‌ام می‌باشد. که بیانگر این مطلب است که مرحله تخم این آفت مقاومت بیشتری نسبت به سایر مراحل به این حشره‌کش دارد (جدول ۱). بررسی مقادیر کای اسکوئر محاسبه شده با جدول نشان داد که داده‌ها به‌خوبی با مدل پروبیت برازش می‌یابند. از آنجا که شیب خطوط پروبیت سموم مختلف نشان‌دهنده تغییرات در فعالیت سم به ازای افزایش هر واحد دز یا غلظت می‌باشد (Robertson *et al.*, 2007) چنین نتیجه گرفته می‌شود به ازای افزایش هر واحد سم خط پروبیت رسم شده برای مراحل نابالغ بیشترین درصد تلفات ۸۰/۷ را نسبت به دو مرحله دیگر نشان می‌دهد (شکل ۱). میانگین درصد تلفات در مراحل تخم، نابالغ و بالغ در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

مورد بررسی قرار گرفت. برای رقیق کردن غلظت‌ها از آب استفاده شد. تخم‌هایی که زردرنگ باقی مانده بودند مرده به حساب آمدند چون تخم‌های تازه ابتدا زردرنگ هستند ولی یک الی دو روز بعد کدر می‌شوند.

بررسی اثر حشره‌کشی دو ترکیب روی مراحل نابالغ

در این آزمایش‌ها برگ‌های حاوی مراحل مختلف پورگی و شفیرگی را بدون جدا شدن از گیاه، به‌مدت پنج ثانیه در غلظت‌های اسپیروتترامات شامل ۰/۳۸، ۰/۷۷، ۱/۵۵، ۳/۳۱ و ۷/۲ پی‌پی‌ام و برای سیتووت شامل ۱۳۵، ۳۳۷، ۸۱۰، ۱۶۲۰ و ۳۲۴۰ پی‌پی‌ام غوطه‌ور کرده و پس از ۲۰ دقیقه برگ‌ها در ظروف یک‌بارمصرف قرار داده شدند. به‌دلیل دوره تغییر جلد مراحل نابالغ (۳-۴ روز) و اطمینان از تغییر جلد همه، درصد تلفات چهار روز پس از تیمار کردن محاسبه شد. آزمایش با پنج تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شده و در هر آزمایش آب به‌عنوان شاهد به‌کار رفت. تعداد مراحل نابالغ برای هر غلظت در هر تکرار ۳۰ عدد بود. برای رقیق کردن غلظت‌ها از آب استفاده شد. پوره‌ها و شفیره‌های خشکیده و چروکیده مرده تلقی شدند.

بررسی تأثیر مخلوط اسپیروتترامات و روغن سیتووت روی مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز

جهت این آزمایش غلظت LC₂₅ حشره‌کش اسپیروتترامات در هر مرحله را با غلظت LC₂₅ روغن سیتووت در همان مرحله مخلوط نموده و تأثیر ترکیب

جدول ۱- تلفات مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز تحت تأثیر اسپیروتترامات

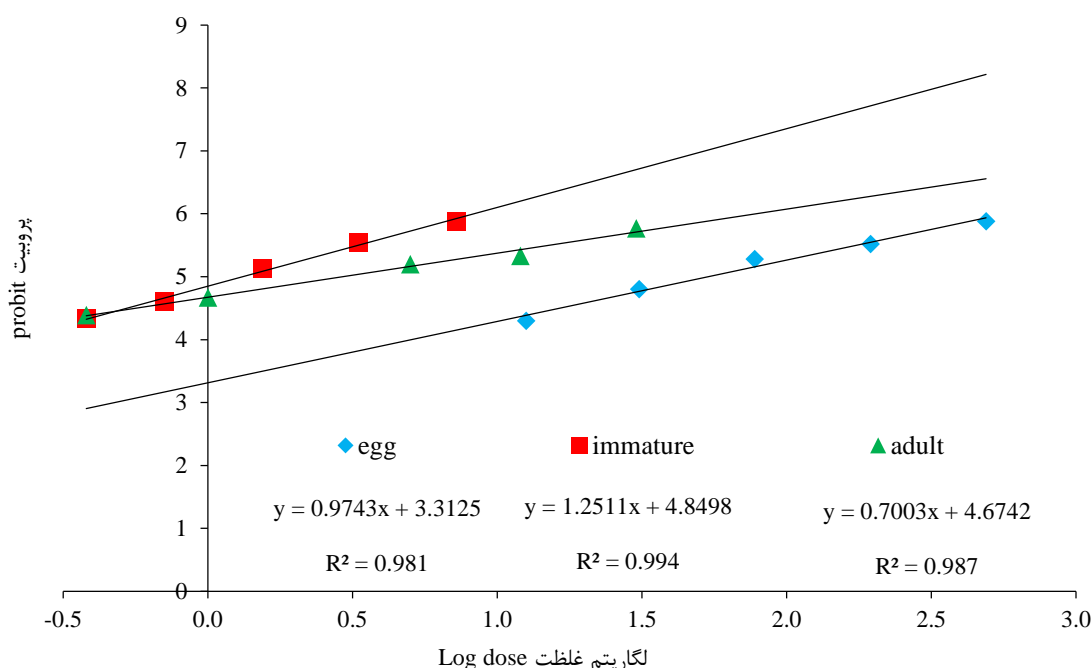
Table 1- Losses of various biological stages of *Bemisia tabaci* under the influence of spirotetramat

مرحله Stages	غلظت کشنده ۵۰ درصد LC ₅₀ (ppm)	حد بالا و پایین (۹۵٪) Lower-Upper (%95)	شیب خط a ±SE	عرض از مبدا b±SE	کای اسکوئر x ² (df: 3)	احتمال p
تخم Egg	60.10	47.11-75.34	1.01±0.09	-1.80±0.18	3.57	0.01
نابالغ Immature	1.46	1.22-1.73	1.32±0.12	-0.22±0.06	2.87	0.01
بالغ Adult	5.53	4.07-6.60	0.96±0.10	-0.69 ±0.09	4.95	0.01

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد تلفات مراحل زیستی سفیدبالک جالیز تحت تأثیر اسپیروتترامات
 Table 2- Mean comparison of mortality percentage of various biological stages of *Bemisia tabaci* under the influence of spirotetramat

غلظت Concentration	تخم Egg	غلظت Concentration	پوره و شفیره Immature stages	غلظت Concentration	بالغ Adult
490.06	75.35 ^a ±0.82	7.2	80.66 ^a ±0.67	30.24	78.00 ^a ±1.33
196.02	70.00 ^b ±1.05	3.31	71.33 ^b ±0.82	12.1	62.67 ^b ±1.25
78.41	61.33 ^c ±0.81	1.55	55.33 ^c ±1.33	5.06	58.00 ^b ±1.30
31.30	42.00 ^d ±0.82	0.77	34.66 ^d ±0.82	2.20	34.00 ^c ±1.23
12.50	23.33 ^e ±1.01	0.38	25.33 ^e ±0.81	1.00	23.33 ^d ±1.04
0.00	4.67 ^f ±0.61	0.00	5.33 ^f ±0.74	0.00	5.33 ^e ±0.80

میانگین‌هایی با حروف متفاوت در سطح پنج درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) اختلاف معنی‌دار دارند. میانگین ± خطای استاندارد
 Means in a columns followed by different letters are significantly different in in %5 LSD test. mean±SE.



شکل ۲- منحنی دز پاسخ حشره کش اسپیروتترامات روی مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز
 Figure 2- Dose- response curve of Spirotetramat on different developmental stages of *Bemisia tabaci*

مراحل به این روغن دارد که می‌تواند به دلیل اثرات تماسی روغن سیتووت باشد (جدول ۳). بررسی مقادیر کای اسکوتر محاسبه شده با جدول نشان داد که داده‌ها پراکندگی چندانی نداشتند. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است خط پروبیت رسم شده برای تأثیر روغن سیتووت روی مراحل نابالغ نسبت به دو خط دیگر بیشترین شیب را دارد به طوری که به ازای افزایش هر واحد روغن نسبت به دو خط دیگر تلفات بیشتری به میزان ۷۸/۶۶ درصد نشان می‌دهد (شکل ۲). میانگین درصد تلفات در مراحل تخم، نابالغ و بالغ در غلظت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴).

زیست‌سنجی سفید بالک جالیز تحت تأثیر روغن سیتووت

در این پژوهش نیز با تجزیه پروبیت داده‌های به دست آمده از زیست‌سنجی‌های سفید بالک جالیز با روغن سیتووت غلظت‌های کشنده ۵۰ درصد تخم، مراحل نابالغ و حشره بالغ برآورد گردید. با توجه به نتایج به دست آمده در این بررسی حساسیت مراحل نابالغ با غلظت کشنده ۵۰ درصد به میزان ۷۲۸/۳۶ پی‌پی‌ام به این ترکیب به مراتب بیشتر از مرحله تخم ۹۷۷/۶۲ و بالغ ۱۷۴۳ پی‌پی‌ام می‌باشد. که بیانگر این مطلب است که مرحله بالغ این آفت مقاومت بیشتری نسبت به سایر

جدول ۳- تلفات مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز تحت تأثیر روغن سیتوتوت

Table 3- Losses of various biological stages of *Bemisia tabaci* under the influence of citowett oil.

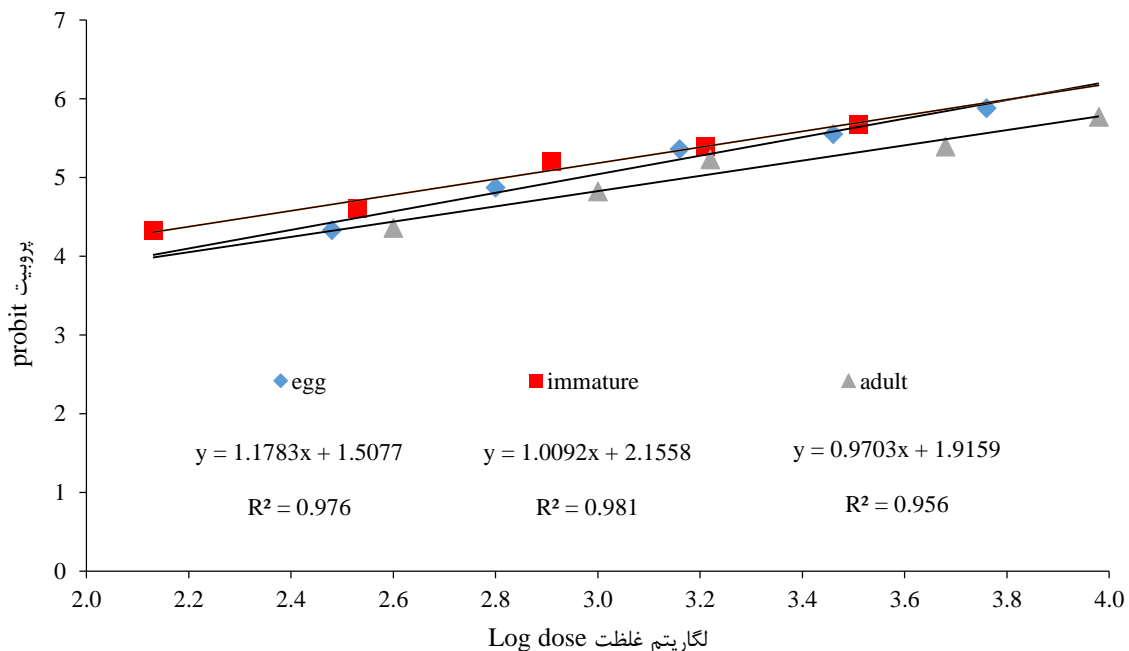
مرحله Stages	غلظت کشنده ۵۰ درصد LC ₅₀ (ppm)	حد بالا و پایین (%۹۵) Lower-Upper (%95)	شیب خط a ±SE	عرض از مبدا b±SE	کای اسکوتر x ² (df: 3)	احتمال p
تخم Egg	977.62	792.43-1181	1.20±0.11	-3.59± 0.36	5.26	0.01
نابالغ Immature	728.36	585.74-902.59	1.06±0.10	-3.03±0.31	4.46	0.01
بالغ Adult	1743	1374-2176	1.00±0.10	-3.26±0.35	4.13	0.01

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد تلفات مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز تحت تأثیر روغن سیتوتوت

Table 4- Mean comparison of mortality percentage of various biological stages of *Bemisia tabaci* under the influence of citowett oil

غلظت Concentration	تخم Egg	غلظت Concentration	پوره و شفیره Immature stages	غلظت Concentration	بالغ Adult
5796	74.67 ^a ±0.80	3240	78.66 ^a ±0.80	9660	75.33 ^a ±1.33
2898	70.66 ^a ±1.23	1620	62.66 ^b ±1.25	4830	64.67 ^b ±1.24
1449	64.67 ^b ±1.33	810	54.00 ^c ±1.26	2100	59.33 ^c ±1.14
630	46.00 ^c ±1.25	337	34.66 ^d ±0.82	1000	43.33 ^d ±1.05
300	23.33 ^d ±1.04	135	24.66 ^e ±0.71	400	23.00 ^e ±0.78
0	2.00 ^e ±0.81	0	2.33 ^f ±0.87	0	3.33 ^f ±0.82

میانگین‌هایی با حروف متفاوت در سطح پنج درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) اختلاف معنی‌دار دارند. میانگین ± خطای استاندارد
Means in a columns followed by different letters are significantly different in in %5 LSD test. mean±SE.



شکل ۳- منحنی دز پاسخ روغن سیتوتوت روی مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز

Figure 3- Dose- response curve of Citowett oil on different developmental stages of *Bemisia tabaci*

زیست‌سنجی سفیدبالک جالیز تحت تأثیر مخلوط

دو سم

در این آزمایش غلظت‌های مورد استفاده برای مخلوط حشره کش و روغن در مرحله حشره بالغ ۳۷۲ پی‌پی‌ام، برای تخم ۲۸۲ پی‌پی‌ام و در مورد مراحل نابالغ ۱۶۸/۴۵ پی‌پی‌ام بود (جدول ۳). اختلاط روغن سیتووت با حشره کش اسپیروتترامات علاوه بر افزایش اثر کشندگی باعث کاهش میزان مصرف سم شده و در نتیجه کاهش خطرات ناشی از مصرف آن می‌گردد و

به‌علت ارزان بودن و بی‌خطر بودن روغن‌ها برای محیط‌زیست و کاهش مقاومت احتمالی آفات به آن استفاده از مخلوط این دو ترکیب توصیه می‌شود. میزان مرگ و میر ناشی از اختلاط حشره کش اسپیروتترامات و روغن سیتووت در مراحل تخم، نابالغ و بالغ به ترتیب ۶۲/۵۵، ۶۸/۶۵ و ۵۱/۷۷ درصد برآورد گردید. این نتایج نشان‌دهنده این است که روغن سیتووت می‌تواند خاصیت حشره‌کشی اسپیروتترامات را افزایش دهد (جدول ۵).

جدول ۵- تلفات مراحل مختلف زیستی سفیدبالک جالیز تحت تأثیر مخلوط غلظت کشنده ۲۵ درصد

اسپیروتترامات و روغن سیتووت

Table 5- Losses of various biological stages under the influence of the mixture of LC₂₅ of spirotetramat and citowett oil

مرحله Stages	تعداد Number	زمان (روز) Time (day)	مرگ و میر اصلاح شده	مخلوط غلظت کشنده
			تیمار با شاهد Improved mortality of Treatment with control	(اسپیروتترامات و روغن سیتووت) Concentration (ppm) LC ₂₅ of Spirotetramat + LC ₂₅ of Citowett oil
تخم Egg	300	15	61.55	282 (269+13)
نابالغ Immature	300	4	68.65	168 (0.45+168)
بالغ Adult	300	1	54.77	372 (371+1.04)

بحث

از آنجا که اسپیروتترامات یک حشره‌کش سیستمیک می‌باشد و همچنین مراحل بالغ و نابالغ این آفت تغذیه می‌کنند بنابراین دلیل حساس‌تر بودن مراحل بالغ و نابالغ نسبت به تخم می‌تواند خاصیت سیستمیکی این حشره‌کش باشد. می‌توان علت حساسیت کمتر تخم‌ها به این حشره‌کش را وجود لایه غیرقابل نفوذ پوشش خارجی تخم (کوریون) ذکر نمود. هنگام تخم‌گذاری کوریون توسط سلول‌های فولیکولی ترشح می‌شود ابتدا چسبناک است و باعث می‌شود که تخم به مکان مناسب بچسبد سپس خشک می‌شود و جنین را در برابر خشک شدن، عفونت باکتریایی و تخریب فیزیکی و سایر عوامل محیطی حفظ می‌کند همچنین این لایه صاف و براق بوده و در آن مقدار کمی موم نیز وجود دارد (Al-Dosary et al., 2010). به دلیل نحوه عمل

اسپیروتترامات، به‌طور ویژه روی مراحل جوانی آفات مکنده تأثیر می‌گذارد. در مورد حشرات بالغ ماده، این ترکیب به‌طور قابل‌توجهی باروری و زادآوری را کاهش می‌دهد و در نتیجه جمعیت حشرات کاهش می‌یابد (Nauen et al., 2008).

تأثیر اسپیروتترامات با نام تجاری موونتو با غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر روی تخم و پوره سفیدبالک جالیز (*Bemisia tabaci* Gennadius) و حشرات بالغ زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* Mercet در شرایط آزمایشگاه بررسی شد. نتایج نشان داد که این حشره‌کش پس از ۲۴ ساعت کشندگی مطلوبی روی پوره‌های نسل اول سفیدبالک دارد (Francesena et al., 2012). نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه Francesena و همکاران (۲۰۱۲) به لحاظ تأثیر بیشتر اسپیروتترامات روی مرحله نابالغ تشابه دارد. بررسی

تأثیر اسپیروتترامات به ترتیب روی آفات مکنده دیگر مثل شته سیب و پسیل سیب زمینی مطابقت دارد.

محققان با بررسی تأثیر چند حشره‌کش از جمله اسپیروتترامات روی سپردار واوی سیب نتیجه گرفتند که این حشره‌کش با میانگین تلفات بالای ۸۰ درصد در پوره‌ها دارای بیشترین اثرگذاری در پوره‌ها بود. از طرفی این حشره‌کش از دوام بالایی برخوردار بود (Nazari et al., 2020). در نتایج این پژوهش درصد تلفات بالاترین غلظت اسپیروتترامات روی پوره و شفیره ۸۰/۶۶ درصد بود که با نتایج Nazari و همکاران (۲۰۲۰) از نظر تشابه درصد تلفات محاسبه شده مشابه می‌باشد.

با تأثیر سه حشره‌کش اسپیروتترامات، سیانترانیلی پرول و دینوتفوران روی سفیدبالک جالیز به این نتیجه رسیدند که هر سه حشره‌کش به‌طور مطلوبی این آفت را کنترل می‌کنند و می‌توان از آن‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بهره جست. همچنین این محققان مقادیر غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد را برای چند جمعیت مزرعه‌ای سفیدبالک جالیز بین ۵/۹۸-۲/۸۰ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه نمودند (Hopkinson & Pumpa, 2019). در این پژوهش غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد اسپیروتترامات برای مرحله بالغ سفید بالک جالیز ۵/۵۳ میلی‌گرم در لیتر محاسبه شده است که در بازه محاسبه شده در مطالعه Hopkinson و Pumpa (۲۰۱۹) قرار داشته و با آن مشابه می‌باشد.

با بررسی اسپیروتترامات روی سفیدبالک جالیز مقادیر غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد این حشره‌کش برای مراحل بالغ در جمعیت‌های مختلف بین ۲۷/۹۸-۰/۹۱ میلی‌گرم بر لیتر و برای نمف‌های سن دوم تا چهارم بین ۴/۳۰-۱/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد (Prabhaker et al., 2014). در این پژوهش غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد برای مرحله بالغ ۵/۵۳ و برای مرحله نابالغ ۱/۴۶ میلی‌گرم در لیتر محاسبه شد که در بازه غلظت کشنده ۵۰ درصد اسپیروتترامات برای مراحل بالغ و نابالغ در مطالعه Prabhaker و همکاران (۲۰۱۴) قرار داشته و مشابه می‌باشد.

مقاومت تقاطعی و حساسیت تریپس غربی گل به اسپیروتترامات در شرایط آزمایشگاهی روی غلاف گیاه باقلا (*Vicia faba*) نشان داد که اسپیروتترامات دارای سمیت بیشتری در مقابل مراحل پورگی حشره مورد آزمایش بود (Guillen et al., 2014). که نتایج این پژوهش با نتایج Guillen و همکاران (۲۰۱۴) از نظر سمیت بیشتر اسپیروتترامات روی مراحل پورگی و شفیرگی همسو می‌باشد.

محققان در آزمایش‌های مزرعه‌ای گزارش کردند که افزودن یک روغن و ماده پخش‌کننده به حشره‌کش اسپیروتترامات تأثیر خوبی در کنترل شپشک‌های سپردار روی کیوی (*Actinidia deliciosa*) دارد. کنترل این سپردارها به دلیل پوسته سخت حشره به‌طور کلی بسیار مشکل است زیرا امکان نفوذ حشره‌کش به تنهایی وجود ندارد (Gaskin et al., 2010). نتایج حاصل از این پژوهش به دلیل افزایش تأثیر اسپیروتترامات توسط روغن سیتووت با نتایج تحقیق Gaskin و همکاران (۲۰۱۰) که نشان‌دهنده افزایش تأثیر اسپیروتترامات توسط روغن سیتووت می‌باشد مشابه است.

در بررسی تأثیر مواد افزودنی در افزایش اثر اسپیروتترامات روی میزان تلفات شته اسفناج در شرایط مزرعه‌ای مشخص شد اسپیروتترامات همراه با مواد افزودنی اثرات کشندگی بسیار مطلوب روی پوره‌ها و حشرات بالغ این شته داشت (Palumbu, 2011). نتایج حاصل از این پژوهش از این نظر که روغن سیتووت تأثیر اسپیروتترامات را افزایش داد با نتایج Palumbo (۲۰۱۱) مطابقت دارد. تأثیر اسپیروتترامات روی شته سیب به اثبات رسیده است (Mario et al., 2012). نتایج یک پژوهش نشان داد که اسپیروتترامات تأثیر خوبی در کنترل پوره‌های پسیل سیب زمینی دارد (Page-Weir et al., 2011). نتایج حاصل از این پژوهش به دلیل تأثیر اسپیروتترامات روی آفت مکنده (سفیدبالک جالیز) با نتایج مطالعات Mario و همکاران (۲۰۱۲) و Page-Weir و همکاران (۲۰۱۱) در مورد

اختلاط LC25 حشره‌کش اسپیروتترامات و روغن سیتووت در مقایسه با تلفات مورد انتظار از مجموع آن‌ها (۵۰ درصد)، ۴/۷۷ درصد در حشره بالغ ۱۱/۵۵ درصد در مرحله تخم و ۱۸/۶۵ درصد در مرحله نابالغ بیشتر بود که از نظر افزایش میزان کشندگی پس از اضافه کردن روغن به حشره‌کش با نتایج مطالعات مشابه هماهنگی دارد (Ashtari, 2019; Ashtari *et al.*, 2010; Hosseini Naveh *et al.*, 2020). از آنجا که بالاترین مقدار مخلوط LC25 حشره‌کش اسپیروتترامات و روغن سیتووت مربوط به حشره کامل می‌باشد، پیش‌بینی می‌شود که مخلوط این دو مقدار روی کلیه مراحل زیستی سفیدبالک جالیز مرگ و میری بالای ۵۰ درصد ایجاد کند. بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش کاربرد مخلوط این دو ماده برای کنترل سفیدبالک جالیز قابل‌توصیه می‌باشد. همچنین از نتایج حاصله از این تحقیق و بررسی‌های سایر پژوهشگران می‌توان نتیجه گرفت که سفیدبالک جالیز به‌دلیل شرایط خاص بیولوژیکی و رفتاری استعداد بالقوه زیادی برای مقاوم شدن در برابر اکثر سموم را دارد، از این جهت بایستی با دید دقیق‌تر و با اعمال اصول مدیریتی صحیح نسبت به کنترل انبوهی جمعیت آن پرداخته شود. سفیدبالک جالیز آفتی است که سالیان زیاد در ایران به‌صورت آفت غالب مطرح بوده است و به‌دلیل فعالیت روی محصولات مهم، همیشه در معرض سم‌پاشی‌های مکرر و متنوع قرار داشته است. بنابراین این مسئله بروز پدیده مقاومت در برابر سموم را در آن تسریع کرده است.

نتیجه‌گیری کلی

سفیدبالک جالیز از آفات مهم گلخانه‌ها محسوب می‌شود. بنابراین کاربرد متوالی آفت‌کش‌ها باعث مقاومت این آفت و از طرفی طغیان آن می‌شود. از آنجا که گوجه‌فرنگی مصرف تازه‌خوری دارد بایستی سلامت مصرف‌کننده و حفظ محیط‌زیست و دشمنان طبیعی در نظر گرفته شود. بنابراین از آنجا که در این پژوهش مشخص شد که روغن سیتووت اثر اسپیروتترامات را تشدید می‌کند بنابراین استفاده توأم از حشره‌کش اسپیروتترامات و روغن سیتووت به‌دلیل افزایش اثر

در تحقیقی که در سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۱۲ روی تخم‌ها و نمف‌های جمعیت‌های مزرعه‌ای سفیدبالک جالیز انجام شد مقادیر غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد برای تخم ۲۵۶/۱۹-۳/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر و برای نمف‌ها ۴/۱۳-۰/۰۴۳ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه گردید (Peng *et al.*, 2017). مقادیر غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد در این پژوهش برای مرحله تخم ۶۰/۱ و برای مرحله نابالغ ۱/۴۶ میلی‌گرم در لیتر محاسبه شد که با نتایج حاصل از تحقیق Peng و همکاران (۲۰۱۷) مشابه می‌باشد.

بررسی‌ها نشان دادند که حشره‌کش اسپیروتترامات دارای سمیت بسیار زیادی روی پوره سفیدبالک می‌باشد در حالی‌که برای زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus delhiensis* Mani خاصیت انتخابی بالایی دارد (Malekmohammadi & Kocheili, 2012). حشره‌کش‌های انتخابی ممکن است برای حشرات آفت تأثیر زیاد اما تأثیر کمی روی بقاء، تولیدمثل و رفتار پارازیتوئیدها و شکارگرها داشته باشند (Fernandes *et al.*, 2010). نتایج این پژوهش از نظر سمیت زیاد اسپیروتترامات روی مرحله نابالغ سفیدبالک با نتایج Malekmohammadi و Kocheili (۲۰۱۲) مشابه می‌باشد.

در زیست‌سنجی سفیدبالک جالیز با روغن سیتووت حساس‌تر بودن مراحل نابالغ و تخم نسبت به حشره بالغ نتیجه شد که می‌تواند به‌دلیل سمیت تماسی روغن باشد. میزان LC50 روغن سیتووت برای حشره بالغ، تخم و مراحل نابالغ سفید بالک گلخانه به‌ترتیب ۲۵۸۰، ۱۳۱۰ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام گزارش گردید (Hosseini *et al.*, 2010). در این پژوهش غلظت متوسط کشنده ۵۰ درصد با تحقیق Hosseini Naveh و همکاران (۲۰۱۰) مشابه نیست. این تفاوت می‌تواند ناشی از اختلاف بین‌گونه‌های مزبور باشد.

برای بررسی اثر مخلوط حشره‌کش اسپیروتترامات و روغن سیتووت دزهای LC25 آن‌ها مخلوط و بر مراحل مختلف مورد بررسی، اثر داده شد و میزان مرگ و میر حاصل از آن تعیین گردید. میزان مرگ و میر ناشی از

سیاسگزاری

نویسنده این مقاله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی بابت فراهم نمودن امکانات این تحقیق کمال تشکر را دارد.

حشره‌کش توسط روغن قابل توصیه می‌باشد. از طرفی مصرف اسپیروتترامات به همراه روغن سیتوت باعث کاهش مصرف اسپیروتترامات شده و هزینه مصرفی نیز کاهش می‌یابد.

Reference

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2), 265-267.
- Al-Dosary, M. M., Al-Bekairi, A. M. & Moursy, E. B. (2010). Orphology of the egg shell and the developing embryo of the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver). *Saudi Journal Biological Sciences*, 17(2), 177-183.
- Arjmandinejad, A. & Sheikhi Gorjan, A. (2011). *Investigation of the effect of new insecticides on Bemisia tabaci and Trialeurodes vaporariorum*. Second National Conference on Pest Management, September 14, Kerman, 311-314.
- Ashtari, S. (2017). Investigation of effectiveness of Pyriproxyfen and Citowett oil in control of *Bemisia tabaci*. *Journal of Plant Protection*, 31(4), 639-644. (In Persian)
- Ashtari, S. (2019). Control of tomato leaf mine moth using chemical pesticides and beneficial insects, *Journal of Greenhouse Vegetable Extension*, 1(1), 33-39. (In Persian)
- Ashtari, S., Sabhi, G. & Talebi Jahromi, K. (2020). Effects of four insecticides on immature stages of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Egg parasitoid of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep: Gelechiidae). *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 9(1), 45-58. (In Persian)
- Barbosa, P. R., Michaud, J. P., Bain, C. L. & Torres, J. B. (2017). Toxicity of three aphicides to the generalist predators *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Ecotoxicology*, 26(5), 589-599.
- Bruck, E., Elbert, A., Fischer, R., Krueger, S., Kuhnhold, J., Klueken, A. M. & van Waetermeulen, X. (2009). Movento®, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: biological profile and field performance. *Crop Protection*, 28(10), 838-844.
- Fernandes, F. L., Bacci, L. & Fernandes, M. S. (2010). Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. *EntomoBrasilis*, 3(1), 1-10.
- Flint, M. L. (2002). *Pest notes: Whiteflies*. Oakland: University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, Publication.
- Francesena, N., Haramboure, M., Smagghe, G., Stadler, T. & Schneider, M. I. (2012). Preliminary studies of effectiveness and selectivity of Movento on *Bemisia tabaci* and its parasitoid *Eretmocerus mundus*. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 77(4), 727-733.
- Gaskin, R. E., Horgan, D. B. & Manktelow, D. W. (2010). Adjuvant effects on the retention and uptake of spirotetramat insecticide sprays on kiwifruit. *New Zealand Plant Protection*, 63, 60-65.
- Goroohi, F., Imani, S., Samih, M. A. & Panahi, B. (2018). Effects of ethanolic extracts of *Rubia tinctorum*, *Ferula gummosa* and *Nesidiocoris tenuis* (Hem.: Miridae) on sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hem.: Aleyrodidae), and comparison with Spirotetramat. *IAU Entomological Research Journal*, 10(2), 111-125.
- Guillen, J., Navarro, M. & Bielza, P. (2014). Cross-resistance and baseline susceptibility of spirotetramat in

- Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 107(3), 1239-1244.
- Hesselbach, H. & Scheiner, R. (2019). The novel pesticide flupyradifurone (Sivanto) affects honeybee motor abilities. *Ecotoxicology*, 28(3), 354-366.
 - Hopkinson, J., Pumpa, S., van Brunschot, S., Fang, C., Frese, M., Tay, W. T. & Walsh, T. (2020). Insecticide resistance status of *Bemisia tabaci* MEAM1 (Hemiptera: Aleyrodidae) in Australian Cotton production valleys. *Austral Entomology*, 59(1), 202-214.
 - Hosseini Naveh, F., Poormirza, A. A. & Safaralizadeh, M. H. (2010). Evaluation of effects of primicarb, citowett oil and the mixture of either compound on *Trialeurodes vaporariorum* and *Myzus persicae* in greenhouse. *Iran Plant Protection Science*, 41(1), 95-101. (In Persian)
 - Hosseininia, A., Khanjani, M., Khoidel, M. & Javadikhedri, S. (2016). Comparison of the efficiency of the current oils and insecticide compounds in control of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), (Hem: Aleyrodidae) on rose and their interaction, *Journal of Plant Protection*, 4(4), 718-726. (In Persian)
 - Malekmohammadi, A., Shishehbor, P. & Kocheili, F. (2012). Influence of constant temperatures on development, reproduction and life table parameters of *Encarsia inaron* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Neomaskellia andropogonis* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Crop Protection*, 34, 1-5. (In Persian)
 - Mario, B., Giuliani, G., Tolotti, G. & Angeli, G. (2012). Efficacy of spirotetramat on Apple Aphids. Conference. *Giornate Fitopatologiche Italiane*, 1, 149-154.
 - Nauen, R., Reckmann, U., Thomzik, J. & Thielert, W. (2008). Biological profile of spirotetramat (Movento®)—a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species. *Bayer Crop Science Journal*, 61(2), 245-278.
 - Nauen, R., Jeschke, P., Velten, R., Beck, M. E., Ebbinghaus-Kintscher, U., Thielert, W. & Raupach, G. (2015). Flupyradifurone: a brief profile of a new butenolide insecticide. *Pest Management Science*, 71(6), 850-862.
 - Nazari, P., Poorjavad, N., Izadi, H. & Sahafi, S. R. (2020). Comparison of the effect of several common insecticides on *Lepidosaphes malicola* (Hem.: Diaspididae) in Semiroom apple orchards, *Plant Pest Research*, 1(10), 17-30. (In Persian)
 - Ouyang, Y., Montez, G. H., Liu, L. & Grafton-Cardwell, E. E. (2012). Spirodiclofen and spirotetramat bioassays for monitoring resistance in citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 68(5), 781-787.
 - Page-Weir, N. E. M., Jamieson, L. E., Chhagan, A., Connolly, P. G. & Curtis, C. (2011). Efficacy of insecticides against the tomato/potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *New Zealand Plant Protection*, 64, 276-281.
 - Palumbo, J. C. (2011). Influence of adjuvants and spray timing of Movento on aphid contamination and crop injury in baby spinach. *Plant Health Progress*, 12(1), 10.
 - Peng, Z., Zheng, H., Xie, W., Wang, S., Wu, Q. & Zhang, Y. (2017). Field resistance monitoring of the immature stages of the whitefly *Bemisia tabaci* to spirotetramat in China. *Crop Protection*, 98, 243-247.
 - Prabhaker, N., Castle, S. J., Buckelew, L. & Toscano, N. C. (2008). Baseline susceptibility of *Bemisia tabaci* B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) populations from California and Arizona to spiromesifen. *Journal of Economic Entomology*, 101(1), 174-181.
 - Ranjbar Aghdam, H., Kamali, H., Foruzam, M. & Emami, M. S. (2018). Studying on the efficacy of spirotetramat (Movento SC 10%) for chemical control of the mussel scale, *Lepidosaphes*

- malicola*. 23rd Iranian Plant Protection Congress, Tehran, Iran.
- Robertson, J., Russell, R., Presiler, H. & Savin, N. E. (2007). *Pesticide Bioassays with Arthropods*. CRC Press, Inc.
 - Sahraeyan, H. (2016). *Management of harmful factors in vegetables and weeds*. extension magazine of Fars Province Jihad Agricultural Organization, 1-45. (In Persian)
 - Silva, E. A. I. & Murguido Morales, C. A. (2010). Spirotetramat, nuevo insecticida para el control de insectos chupadores en el cultivo de la papa. *Fitosanidad*, 14(4), 229-234.
 - Soleymanzade, A. (2014). *Survey of effects of pesticides Proteus, Deltamethrin, Tiacloprid and their synergistic effect to Citowett oil on Trialeurodes vaporariorum*. Thesis of MSc, University of Urmia. (In Persian)
 - Talebi Jahromi, K. H. (2013). *Pesticides toxicology*. Tehran University Press. (In Persian)
 - Vieira, S. S., Boff, M. I. C., Bueno, A. F., Gobbi, A. L., Lobo, R. V. & de Freitas Bueno, R. C. O. (2012). Effects of insecticides used in *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B control and their selectivity to natural enemies in soybean crop. *Semina: Ciencias Agrarias*, 33(5), 1809-1818.
 - Willmott, A. L. (2012). *Efficacy of systemic insecticides against the citrus mealybug, Planococcus citri, and pesticide mixtures against the western flower thrips, Frankliniella occidentalis*. Ph.D dissertation, Faculty of protected environments, Kansas State University.
 - Yao, F. L., Zheng, Y., Huang, X. Y., Ding, X. L., Zhao, J. W., Desneux, N. & Weng, Q. Y. (2017). Dynamics of *Bemisia tabaci* biotypes and insecticide resistance in Fujian province in China during 2005–2014. *Scientific Reports*, 7(1), 1-12.