تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۱ -۱۲(۱): ۵۹ -۷۲

علمی پژوهشی

تاثیر سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا از ترکیب گیاهی چریش روی مراحل زیستی سفیدبالک گلخانه (Hem.: *Trialeurodes vaporariorum* Aleyrodidae) و زنبور پارازیتوئید آن *Encarsia formosa*

سمانه نیک اختر[۱]، شهرام آرمیده[۱]، شهرام میرفخرائی[۱*] و مریم فروزان[۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ۲- بخش گیاه‌پزشکی،مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۱)

چکیده

با توجه به اثرات سوء کاربرد بی‌رویه سموم شیمیایی و مشکلات باقیمانده آن در محصولات گلخانه‌ای که سلامت مصرف کننده و صادرات را تهدید می‌کند، استفاده از جایگزین‌های کم‌خطر نظیر ترکیبات گیاهی و عوامل بیولوژیک را ضروری ساخته است. ینابراین، در این تحقیق اثر سه فرمول تجاری ترکیب گیاهی چریش (*Azadirachta indica* A. Juss.) شامل نیم‌بسیدین (Nimbecidine)، نیم‌آزال (NeemAzal T/S) و کوفا (Kofa)، روی مراحل زیستی سفیدبالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* (Hem: Aleyrodidae) و زنبور پارازیتوئید آن *Encarsia formosa* Gahan مورد ارزیابی قرار گرفت. در ارزیابی اثر کشندگی سه فرمول تجاری بیشترین اثر کشندگی بعد از ۷ روز روی تخم با LC_{50} معادل ۷۷۴/۷۱ پی‌پی‌ام در فرمول نیم‌بسیدین مشاهده شد. نیم‌بسدین بعد از ۷۲ ساعت روی پوره سن سوم و حشره کامل به‌ترتیب با LC_{50} معادل ۴۰۲/۸۹ و ۶۵۵/۵۱ پی‌پی‌ام بیشترین اثر کشندگی را نشان داد. تاثیر مشابه روی زنبور پارازیتوئید حاصل شد. در ارزیابی ترجیح تخم‌ریزی زنبور *E. formosa* به روش‌انتخابی و غیرانتخابی تمایل زنبور به پوره‌های تیمار شاهد بیشتر از تیمار فرمول‌ها بود و در بین فرمول‌ها بیشترین تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید در فرمول تجاری کوفا مشاهده شد (۴۲/۶۶ درصد). نتایج این بررسی نشان داد هر سه فرمول تجاری قابلیت به‌کارگیری در مدیریت تلفیقی این آفت را دارند و در هنگام ظهور و به‌کارگیری زنبور پارازیتوئید *E. formosa* فرمول تجاری کوفا و در شرایط عدم حضور و فعالیت زنبور پارازیتوئید فرمول نیم‌بسیدین قابل توصیه می‌باشد.

واژه های کلیدی: ترجیح تخم‌ریزی، زنبور پارازیتوئید، سفیدبالک گلخانه، سمیت، فرمولاسیون‌های تجاری چریش

*نویسنده مسئول: Sh.mirfakhraie@Urmia.ac.ir

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، افزایش تولید محصولات کشاورزی امری ضروری است، اما عوامل بیماری‌زای گیاهی و آفات مانع دستیابی به این هدف هستند. طبق آمار فائو در سال ۲۰۱۹ سالانه بین ۲۰ تا ۴۰ درصد تولید جهانی محصولات کشاورزی توسط آفات از بین می-روند و سالانه حدود ۷۰ میلیارد دلار خسارت ایجاد می‌شود (Beard *et al*., 2003; Naqqash *et al*., 2016). یکی از آفات مهم محصولات گلخانه‌ای، سفیدبالک *Trialeurodes vaporariorum* (Hem: Aleyrodidae) می‌باشد که روی محصولاتی نظیر لوبیا، خیار، سیب زمینی، گوجه فرنگی و تنباکو گزارش شده است (Capinera, 2008). برای کنترل این آفت به‌طور معمول از روش‌های شیمیایی استفاده می‌شود (Cuthbertson *et al*., 2012; Basit *et al*., 2013). با وجود این، مبارزه شیمیایی با سفیدبالک‌ها به علت تغذیه، جفت‌گیری، تخمک‌گذاری افراد بالغ، رشد و نمو پوره‌ها در سطح زیرین برگ و همچنین، مقاومت سفیدبالک به تعداد زیادی از حشره‌کش‌ها مشکل می‌باشد (Bi and Toscano, 2007). علاوه بر این، کاربرد بیش از حد سموم شیمیایی و مصرف نادرست آن‌ها باعث به هم خوردن تعادل طبیعی در اکوسیستم، باقیمانده سموم و از بین رفتن دشمنان طبیعی شده است (Desneux et al., 2007). بنابراین، استفاده از روش‌های غیر شیمیایی نظیر دشمنان طبیعی و ترکیبات گیاهی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Seyyedi-Sahebari *et al*., 2021). یکی از دشمنان طبیعی این آفت زنبور *Encarsia formosa* Gahan می‌باشد. این زنبور می‌تواند سنین مختلف پوره‌گی سفیدبالک گلخانه را پارازیته نماید (Fazeli Dinan *et al*., 2016). میزبان‌های این زنبور، شته‌ها (Aphidoidea)، سفیدبالک‌ها (Aleyrodoidea) و شپشک‌ها (Coccoidea) هستند (Collier *et al*., 2002). استفاده همزمان از زنبور *E. formosa* به همراه سایر عوامل کنترل مانند استفاده از قارچ‌های بیماری‌زا و ترکیبات گیاهی برای کنترل سفیدبالک گلخانه‌ای پیشنهاد شده است (Avery *et al*., 2008). سم گیاهی آزادیراختین (Azadirachtin) از عصاره درخت چریش (*Azadirachta indica* A. Juss.) برای کنترل تعداد زیادی از آفات و سفیدبالک استفاده می-شود. آزادیراختین یک تنظیم‌کننده رشد، ضدتغذیه و دافع برای آفات گیاهی از جمله سفیدبالک است (Ghazawy *et al*., 2010; Menke and Gerhard, 2010; Gnanamani and Dhanasekaran, 2013; Sami *et al*., 2016; Shu *et al*., 2018; Heibatian *et al*., 2018). گونه‌های مختلف گیاه چریش دارای چندین ترکیب ترپنی و گوگردی مختلف هستند (Gahukar, 2014). از ترکیب‌های متعدد ترپنی می‌توان به deacetylazadirachtinol، thionemon، salanin، nimbin، azadirachtin و nimbicidin اشاره کرد که بعضی از این ترکیب‌ها خاصیت سمی داشته و می‌توانند به شکل‌های مختلف در حشرات مسمومیت ایجاد کنند و به-صورت فرمولاسیون‌های تجاری مختلف به بازار عرضه شوند. از جمله فرمولاسیون‌های تولید شده می‌توان Nimbecidin، Nemidin، Ackook، Azatin، Neemark، Repelin، NeemAzal و Kofa را نام برد (Abdul Aziz *et al*., 1992; Santon *et al*., 1997; Soliman and Tewfick, 1999). این فرمولاسیون‌ها دارای نحوه اثر یکسان ولی قدرت تاثیرگذاری متفاوتی هستند (Santon *et al*., 1997; Gahukar, 2000). در کشورهای در حال توسعه با توجه به اثرات سوء و هزینه‌های سرسام‌آور استفاده از سموم شیمیایی، ترکیب‌های گیاهی نظیر عصاره چریش (عصاره و روغن چریش) به‌عنوان حشره‌کش جایگزین استفاده می‌شوند (Muñiz-Reyes *et al*., 2016). عصاره مغز دانه چریش برای مراحل زیستی کنه ها نیز خاصیت سمی دارد (Heidari, 2019).

با توجه به اهمیت آفت سفیدبالک گلخانه *T. vaporariorum* و کاهش مصرف سموم شیمیایی و تولید محصولات ارگانیک، در این تحقیق اثر سه فرمول تجاری سم گیاهی چریش با نام‌های نیم‌بسیدین (Nimbecidine)، نیم‌آزال (NeemAzal T/S) و کوفا (Kofa) روی مراحل زیستی سفیدبالک و زنبور پارازیتوئید آن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش

کشت میزبان

به‌منظور پرورش سفیدبالک گلخانه، بذرهای گوجه-فرنگی واریته سان‌سید از مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی تهیه و در شرایط گلخانه کشت داده شد. برای کاشت از گلدان‌های پلاستیکی به ابعاد ۶×۷×۸ سانتی-متر استفاده شد. به منظور زهکشی مناسب، کف گلدان با لایه‌ای از سنگ‌های ریز پوشانده شد. خاک مورد استفاده برای پرورش گیاه میزبان به صورت مخلوط شامل خاک باغچه، ماسه و خاک‌برگ به نسبت به‌ترتیب ۱، ۳ و ۵ قسمت بود. در هر گلدان پلاستیکی ۳ عدد بذر ضدعفونی شده کاشته شد و روی آن‌ها با یک لایه‌ی نازک از ماسه جهت جوانه‌زنی بهتر پوشانده شد. پرورش گیاهان در گلخانه با شرایط نوری ۱۶ : ۸ ساعت (روشنایی: تاریکی)، دمای ۲± ۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد انجام شد (Fahim *et al*., 2012). گلدان‌ها به‌طور معمول به صورت یک روز در میان آبیاری و تمام عملیات داشت به طور یکسان روی گلدان‌ها اعمال شد.

جمع‌آوری و پرورش سفیدبالک گلخانه

برای داشتن یک جمعیت قابل دسترس از آفت مورد نظر، اقدام به جمع‌آوری و پرورش حشره از گلخانه‌های دانشکده کشاورزی- دانشگاه ارومیه شد. سفیدبالک‌ها از روی گیاه گوجه‌فرنگی توسط آسپیراتور مکنده جمع‌آوری شدند. در تمام آزمایش‌ها از گیاه گوجه‌فرنگی واریته سان-سید به عنوان میزبان سفیدبالک گلخانه استفاده شد. حشرات کامل سفیدبالک گلخانه پس از شناسایی به بوته‌های جوان گوجه‌فرنگی در گلخانه واقع در بخش حشره‌شناسی منتقل شده وبه منظور ایجاد جمعیت همسن در فضایی با ابعاد ۲×۳×۳ متر مربع و با دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ : ۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) پرورش یافتند. همچنین با مسن شدن گیاهان، بوته های تازه جایگزین شدند. تمام آزمایش‌ها پس از گذشت سه نسل از زندگی سفیدبالک‌ها در گلخانه محل پرورش که کاملاً عاری از آفت‌کش بود، انجام گرفت.

تهیه کلنی سفیدبالک گلخانه و پرورش زنبور

نمونه‌های اولیه زنبور *E. formosa* از گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی- ارومیه تهیه و به‌منظور پرورش به آزمایشگاه گروه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه منتقل شدند. به‌منظور تکثیر و پرورش زنبور از قفس-هایی به ابعاد ۷۰×۷۰×۷۰ سانتی‌متر استفاده شد. سقف قفس-ها از جنس طلق شفاف و سطوح جانبی آن از توری ۵۰ مش پوشیده شدند. بوته‌های ۴ تا ۵ برگی گوجه‌فرنگی به قفس حاوی جمعیت زیادی از سفید بالک بالغ به‌منظور تخم‌ریزی در سطوح زیرین برگ‌ها انتقال داده شدند. پس از ۱۴ ساعت، با تکان دادن برگ گوجه‌فرنگی حشرات کامل سفیدبالک از سطح پشتی برگ‌ها جدا شدند و گلدان‌های حاوی تخم‌های شیری رنگ سفیدبالک به قفس مخصوص رشد و نمو مراحل پورگی سفیدبالک منتقل شدند. پس از رسیدن پوره‌ها به سن سوم، گلدان‌ها به قفس‌های جداگانه تکثیر زنبور *E. formosa* انتقال داده شدند. پوره‌های پارازیته‌شده سفیدبالک در میان گلدان‌های حاوی بوته‌های گوجه‌فرنگی توزیع شدند. با خارج شدن حشرات کامل زنبور پارازیتوئید از شفیره‌ها و پوره‌های پارازیته‌شده و تخم-ریزی آن‌ها درون پوره‌های سفیدبالک گلخانه، جمعیت قابل توجهی از زنبور پارازیتوئید به‌دست آمد. این روش به‌طور مداوم تکرار شد تا جمعیت زنبور پارازیتوئید در هر زمان حفظ شود. همچنین، به‌منظور تغذیه زنبور از آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد.

فرمولاسیون‌های چریش مورد استفاده

فرمولاسیون‌های تجاری حشره‌کش گیاهی چریش شامل نیم‌آزال (NeemAzal T/S) حاوی ۱ درصد مایع امولسیون شونده استحصال‌شده از مغز دانه چریش، ساخت شرکت Trifolio آلمان، فرمول تجاری کوفا (Kofa) با ۱/۲ ٪ EC با میزان مصرف ۱-۲ لیتر در هکتار و نیم‌بسیدین (Nimbecidine) ۰/۰۳٪ EC با میزان مصرف ۲ لیتر در هکتار ساخت شرکت هندی Bukoola در این بررسی مورد استفاده قرارگرفتند.

ارزیابی اولیه کشندگی

آزمون اولیه با روش غوطه‌ورسازی برگ‌های حاوی پوره سن سوم، تخم و غوطه‌ور سازی برگ به‌تنهایی و

سپس، انتقال حشرات کامل روی برگ‌ها در قالب طرح کرت کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت (Horowitz *et al.*, 2004). در آزمایش‌های اولیه واحدهای آزمایشی شامل برگ‌های نشاندار شده با روبان رنگی روی بوته‌های گوجه‌فرنگی بود که تخم و پوره‌های سن سوم روی آن‌ها شمارش و به همان صورتی که به بوته اصلی اتصال داشتند، به آرامی به مدت ۵ ثانیه در ۵۰ میلی‌لیتر از ۵ غلظت متفاوت محلول‌ها به همراه توئین ۸۰ فرو برده شدند. برای حشرات کامل برگ‌ها ابتدا در محلول‌ها غوطه‌ور شدند. سپس، حشرات کامل روی آنها انتقال یافته و در قفسه‌ای با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر با توری ۵۰ مش قرار گرفتند. در ارزیابی مرگ‌ومیر پوره‌های سن سوم و حشرات کامل، با نزدیک کردن قلم‌موی نازک مرده و زنده بودن آنها مشخص شد. در مورد تخم بعد از طی دوره انکوباسیون، تخم‌هایی که تفریخ نشده و یا تغییر رنگ نداده بودند، مرده تلقی شدند. هدف از آزمون‌های اولیه به‌دست آوردن غلظت‌هایی از ترکیب‌ها بود که بتواند تلفاتی در بازه ۲۰ تا ۸۰ درصد ایجاد نماید. سه غلظت بین این دو غلظت تعیین شد و در مجموع، پنج غلظت به همراه تیمار شاهد (آب مقطر) در آزمایش‌های اصلی استفاده شد (Robertson *et al.*, 2007).

زیست‌سنجی تخم

برای زیست‌سنجی تخم، یک روز پس از حذف پوره‌ها و حشرات بالغ از روی گلدان‌ها تعداد ۳۰ عدد تخم روی برگ‌ها توسط خودکار درون محدوده‌ای قرار داده شد. سپس، برگ‌های حاوی تخم سفیدبالک به روش غوطه‌وری با غلظت‌های مختلف از ترکیبات مورد نظر تیمار شدند. برگ‌ها به مدت چند دقیقه در دمای محیط قرار گرفتند تا رطوبت اضافی از بین برود. سپس، برگ‌ها درون ظروف پتری پلاستیکی محصور شدند. بعد از طی ۷ روز تخم‌ها بازبینی شدند و تخم‌هایی که تفریخ نشده و یا تغییر رنگ نداده بودند، مرده تلقی شدند (Naveh *et al.*, 2010; Heidari *et al.*, 2016).

زیست‌سنجی پوره‌ها و حشرات کامل

بعد از آزمایش اولیه و تعیین غلظت‌ها از حشرات کامل و پوره‌های همسن برای زیست سنجی استفاده شد. چهارده روز پس از حذف حشرات از روی گیاهان، آزمایش روی پوره‌ها انجام شد. برای زیست‌سنجی پوره‌ها تعداد ۳۰ عدد پوره روی برگ درون محدوده‌ای مشخص شد، سپس غلظت‌ها روی آن‌ها به روش غوطه‌وری مورد استفاده قرار گرفت و برگ‌ها درون پتری قرار داده شد و ثبت داده‌ها به مدت ۲۴، ۴۸ و۷۲ ساعت انجام شد. در این آزمایش پوره‌هایی که خشک شده و یا تغییر رنگ داده بودند، به عنوان مرده تلقی شدند (Robertson *et al.*, 2003). زیست‌سنجی روی حشرات کامل با انتقال آنها روی برگ‌های غوطه‌ور سازی شده در فرمول‌ها انجام گرفت.

ارزیابی تاثیر سه فرمول چریش روی زنبور پارازیتوئید

برای ارزیابی تاثیر سه فرمول تجاری چریش روی زنبور *E. formosa* پوره‌ها و شفیره‌های پارازیت شده که از لحاظ رنگ با بقیه متفاوت بوده و به رنگ تیره در آمده بودند، توسط تیغ اسکالپل از روی برگ‌ها جدا شده و داخل ظروف پتری روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند (Gholamzadeh *et al.*, 2012). برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و در هر تکرار ۱۰ عدد پوره پارازیته‌شده سفیدبالک قرار داده شد. سپس پوره‌های پارازیته در غلظت‌های مختلف فرمول‌ها غوطه‌ورسازی شدند. از آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده شد. تعداد حشرات کامل خارج شده بعد از ۷ روز به‌عنوان حشره زنده و بقیه به‌عنوان تلفات در نظر گرفته شدند.

برای ارزیابی سمیت، شاخص سمیت و سمیت نسبی روی تخم، پوره، حشره کامل و زنبور پارازیتوئید از معادله‌های ۱ و ۲ استفاده شد (Sun, 1950).

$$\text{سمیت نسبی} = \left(\frac{\text{LC50 کم‌اثرترین‌سم}}{\text{LC50ترکیب‌دیگر}}\right) \quad \text{معادله ۱}$$

$$\text{شاخص سمیت} = \left(\frac{\text{LC50 قوی‌ترین‌سم}}{\text{LC50 ترکیب‌دیگر}}\right) \times 100 \quad \text{معادله ۲}$$

ترجیح میزبانی در پارازیته کردن

در این آزمایش ترجیح پارازیته کردن زنبور *E. formosa* در انتخاب میزبان‌های آلوده به فرمول‌های چریش و شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین‌منظور

دیسک‌های برگی به شکل نیم‌دایره از برگ‌های گوجه-فرنگی دارای ۳۰ عدد پوره سن سوم سفیدبالک گلخانه تهیه شده و به مدت ۵ ثانیه در محلول فرمول‌های چریش با غلظت LC_{50} غوطه‌ور شدند. سپس، یک دیسک برگی دیگر حاوی ۳۰ عدد پوره سن سوم سفیدبالک عاری از فرمول چریش به‌عنوان شاهد در آب مقطر غوطه‌ور شد و با فاصله یک سانتی‌متر درون ظرف مخصوص با قطر۱۰ و ارتفاع ۲ سانتی متر قرار داده شد. یک جفت زنبور ماده با عمر حداکثر ۲۴ ساعت در هر ظرف رهاسازی شد. پس از ۲۴ ساعت زنبورها از ظروف خارج شده و دیسک‌های برگی آلوده به آفت در شرایط دمایی ۲±۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۸ : ۱۶ ساعت (روشنایی: تاریکی) نگه‌داری شدند. پس از ۴ روز دیسک‌های برگی زیر استریومیکروسکوپ بررسی شدند. تخم‌گذاری زنبور با مشاهده لکه‌های قهوه‌ای در سطح پشتی میزبان پارازیته‌شده به‌عنوان شاخص تعداد تخم‌گذاری مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش در ۳ تکرار انجام شد و از معادله ۳ برای تشخیص ترجیح میزبان استفاده شد (Sherratt and Harvey, 1993; Shafaei *et al.*, 2021).

$$\frac{E1}{E2} = C\frac{N1}{N2}$$ معادله ۳

N1= تعداد اولیه میزبان در تیمار فرمول چریش

N2= تعداد اولیه میزبان در تیمار شاهد

E1= تعداد پوره های پارازیته شده در تیمار فرمول چریش

E2= تعداد پوره های پارازیته شده در تیمار شاهد

C= شاخص ترجیح

در این آزمایش چون تعداد پوره‌های میزبان در تیمار فرمول چریش و شاهد به طور مساوی در اختیار زنبور قرار گرفتند، معادله فوق به صورت زیر در آمد (معادله ۴).

$$C = \frac{E1}{E2}$$ معادله ۴

در این حالت اگر ۰<C>۱ باشد، نشان‌دهنده ترجیح زنبور به تیمار شاهد است؛ ولی چنانچه ۱<C>∞ باشد. نشان‌دهنده ترجیح به طرف میزبان آلوده به فرمول چریش است. مقایسه میانگین تعداد میزبان پارازیته‌شده در تیمارهای فرمول چریش و شاهد با استفاده از آزمون ویلکاکسون به عنوان معادله‌های غیر پارامتری آزمون t جفت شده انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور محاسبه کشندگی، تعداد حشرات مرده در ظروف تیمار و شاهد شمارش و درصد مرگ و میر طبق فرمول ابوت اصلاح شد (معادله ۵). سپس، داده‌های به-دست‌آمده تجزیه پروبیت شدند. به‌منظور ارزیابی ترجیح پارازیته کردن میزبان‌های آلوده به سه فرمول چریش از تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Tukey با سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. به‌منظور مقایسه میانگین ترجیح میزبانی برای پارازیته کردن در تیمارها از آزمون t جفت‌شده استفاده شد. تمام آزمون‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (v. 22) در سطح احتمال ۹۵ درصد انجام شد.

معادله ۵

$$\text{درصد مرگ ومیر} = \left(\frac{\text{تلفات شاهد} - \text{تلفات تیمار}}{\text{تلفات شاهد}}\right) \times 100$$

نتایج

تاثیر سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا روی مرحله تخم سفیدبالک

تجزیه پروبیت حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۷ روز روی تخم‌های سفیدبالک گلخانه مطابق جدول ۱ حاصل شد.

با توجه به سمیت نسبی و شاخص سمیت بر پایه LC_{50} بعد از ۷ روز نتایج نشان داد که نیم‌بسدین دارای سمیت بیشتری نسبت به دیگر ترکیبات است.

تاثیر سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا روی پوره سن سوم سفیدبالک

تجزیه پروبیت حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت روی پوره سن سوم سفیدبالک گلخانه مطابق جدول ۲ حاصل شد.

جدول ۱- اثر کشندگی نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۷ روز روی مرحله تخم سفیدبالک گلخانه

Table 1. Lethal effect (LC_{50}) of Nimbecidine, NeemAzal, and Kofa after 7 days on egg stage of *Trialeurodes vaporariorum*

Treatments	Concentration (PPM)	Slope±SE	Intercept	X^2 (df)	LC25 (95% CLs)	LC50 (95% CLs)	*Toxicity index (%)	*Relative Potency
Nimbecidine	190.0 287.8 435.9 660.2 1000.0 Control	2.15±0.4	-1.23	0.047 (3)	377.21 265.29-477.72	774.71 602.51-916.87	100	2.06
NeemAzal	190.0 287.8 435.9 660.2 1000.0 Control	190±0.5	-0.94	0.239 (3)	581.84 428.24-857.15	1313.46 882.46-3901.88	58	1.21
Kofa	190.0 287.8 435.9 660.2 1000.0 Control	1.67±0.5	-0.35	0.044 (3)	631.84 449.44-907.02	1600.08 970.60-9020.43	48	1

*Toxicity and relative toxicity index based on LC_{50}, df = degree of freedom, X^2 = chi-square and CLs = confidence limits

جدول ۲- اثر کشندگی (LC_{50}) نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت روی پوره سن سوم سفیدبالک گلخانه

Table 2. Lethal effect (LC_{50}) of Nimbecidine, NeemAzal and Kofa after 24, 48 and 72 hours on 3rd nymphal age of *Trialeurodes vaporariorum*

Treatments	Concentration (PPM)	Time (hr.)	Slope±SE	Intercept	X^2 (df)	LC_{25} (95% CLs)	LC_{50} (95% CLs)	*Toxicity index (%)	*Relative Potency
Nimbecidine	190.0 287.8	24	1.87±0.45	-0.51	0.208 (3)	380.49 250.39-498.46	871.23 644.53-968.20	100	1.74
	435.9 660.2	48	2.11±0.44	-0.85	0.187 (3)	280.85 177.96-361.73	584.85 463.62-812.72	100	1.69
	1000.0 Control	72	2.42±0.45	-1.32	0.619 (3)	212.45 132.32-275.13	402.89 320.66-497.96	100	1.54
NeemAzal	190.0 287.8	24	2.15±0.50	-1.51	0.589 (3)	518.82 389.47-687.16	1067.93 781.76-2140.59	81	1.42
	435.9 660.2	48	2.25±0.46	-1.43	2.182 (3)	356.40 253.11-446.96	708.84 561.69-1037.31	82	1.39
	1000.0 Control	72	2.17±0.44	-0.82	0.602 (3)	235.88 142.10-308.28	482.17 382.11-627.78	83	1.29
Kofa	190.0 287.8	24	2.01±0.55	-1.41	0.287 (3)	704.26 526.66-958.68	1522.71 989.45-5486.62	57	1
	435.9 660.2	48	1.97±0.48	-0.91	0.186 (3)	450.37 319.93-593.20	989.06 721.85-2016.15	59	1
	1000.0 Control	72	1.95±0.44	-0.47	0.366 (3)	281.84 169.36-368.99	623.15 484.78-925.18	64	1

*Toxicity and relative toxicity index based on LC50, df = degree of freedom, X^2 = chi-square and CLs = confidence limits

با توجه به سمیت نسبی و شاخص سمیت بر اساس LC_{50} بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت روی پوره سن سوم سفیدبالک نتایج نشان داد که نیم‌بسدین دارای سمیت بیشتری نسبت به دیگر ترکیبات است.

تاثیر سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا روی سفیدبالک بالغ

تجزیه پروبیت حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت روی پوره سن سوم سفیدبالک گلخانه مطابق جدول ۳ حاصل شد.

جدول ۳- اثر کشندگی(LC_{50}) نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت روی بالغ سفیدبالک گلخانه

Table 3. Lethal effect (LC_{50}) of Nimbecidine, NeemAzal, and Kofa after 24, 48 and 72 hours on adult of *Trialeurodes vaporariorum*

Treatments	Concentration(PPM)	Time (hr.)	Slope±SE	Intercept	X^2 (df)	LC_{25} (95% CLs)	LC_{50} (95% CLs)	*Toxicity index (%)	*Relative Potency
Nimbecidine	190.0 287.8	24	1.47±0.47	0.24	0.276 (3)	620.76 422.04-1249.34	1777.74 996.47-20965.36	100	1
	435.9 660.2	48	1.72±0.45	-0.14	0.632 (3)	392.67 248.91-528.55	967.02 685.35-2279.66	100	1.57
	1000.0 control	72	1.79±0.43	-0.06	0.018 (3)	276.23 152.41-369.71	655.51 498.66-1057.44	100	1.52
NeemAzal	190.0 287.8	24	1.97±0.56	-1.32	0.036 (3)	732.42 543.38-1279.54	1610.35 1020.35-6704.73	89	1.10
	435.9 660.2	48	1.79±0.49	-0.57	0.038 (3)	531.01 378.75-768.75	1259.25 843.03-3889.92	76	1.21
	1000.0 control	72	1.72±0.44	-0.03	0.106 (3)	333.16 195.81-444.68	818.18 599.99-1619.39	80	1.21
Kofa	190.0 287.8	24	2.48±0.65	-2.85	1.400 (3)	772.67 600.39-1197.31	1442.90 1000.81-3971.69	81	1.23
	435.9 660.2	48	1.74±0.50	-0.55	0.276 (3)	627.37 452.17-1046.00	1527.88 953.89-6966.84	63	1
	1000.0 control	72	1.64±0.45	0.07	0.200 (3)	388.22 238.02-529.58	996.68 693.21-2591.21	65	1

*Toxicity and relative toxicity index based on LC_{50}, df = degree of freedom, X^2 = chi-square and CLs = confidence limits

با توجه به سمیت نسبی و شاخص سمیت بر اساس LC_{50} بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت روی سفیدبالک بالغ، نتایج نشان داد که نیم‌بسدین دارای سمیت بیشتری نسبت به دیگر ترکیبات است.

تاثیر سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا روی زنبور پارازیتوئید *E. formosa*

تجزیه پروبیت حاصل از تاثیر غلظت‌های مختلف سه فرمول تجاری نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۷ روز روی زنبور پارازیتوئید *E. formosa* گلخانه مطابق جدول ۴ حاصل شد.

با توجه به سمیت نسبی و شاخص سمیت بر پایه LC_{50} بعد از ۷ روز نتایج نشان داد که نیم‌بسدین دارای سمیت بیشتری نسبت به دیگر ترکیبات است.

ترجیح میزبانی برای پارازیته کردن

در مقایسه میانگین ترجیح تخم‌ریزی یا پارازیته کردن زنبور پارازیتوئید روی پوره‌های تیمار شده با غلظت LC_{50} نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا با تیمار شاهد به روش انتخابی و غیر انتخابی بعد از ۷ روز با استفاده از T-test جفت‌شده نتایج نشان داد با توجه به شاخص C محاسبه‌شده و مقایسه میانگین‌ها، زنبور تمایل به تخم‌ریزی روی پوره‌های تیمار شاهد داشت (جدول‌های ۵ و ۶).

جدول ۴- اثر کشندگی(LC_{50}) نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا بعد از ۷ روز روی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa*

Table 4. Lethal effect (LC_{50}) of Nimbecidine, NeemAzal, and Kofa after 7 days on *Encarsia formosa*

Treatments	Concentration (PPM)	Slope±SE	Intercept	X^2 (df)	LC_{25} (95% CLs)	LC_{50} (95% CLs)	*Toxicity index (%)	*Relative Potency
Nimbecidine	190.0 287.8 435.9 660.2 1000.0 Control	2.30±0.45	-0.81	0.249 (3)	171.37 93.12-232.73	336.49 253.37-417.377	100	1.5
NeemAzal	190.0 287.8 435.9 660.2 1000.0 Control	2.05±0.43	-0.32	0.251 (3)	183.88 93.56-253.44	391.44 295.37-500.35	85	1.34
Kofa	190.0 287.8 435.9 660.2 1000.0 Control	2.14±0.44	-0.82	1.004 (3)	254.04 155.81-329.93	524.57 416.53-701.19	64	1

*Toxicity and relative toxicity index based on LC_{50}, df = degree of freedom, X2 = chi-square and CLs = confidence limits

جدول ۵- مقایسه میانگین ترجیح تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* روی پوره‌های سن سوم تیمار شده با غلظت LC_{50} نیم‌بسیدین، نیم‌آزال، کوفا و تیمار شاهد به روش انتخابی بعد از ۷ روز با استفاده از آزمون T جفت‌شده (P=0.01).

Table 5. Mean comparison of oviposition performance by *Encarsia formosa* on the 3rd nymphal age of whitefly treated with LC_{50} of Nimbecidine, NeemAzal, Kofa, and control in choice methods after 7 days by paired T-test (P=0.01)

Treatments	Concentration LC_{50}	No. of pest in replicate	Mean± SE Parasitized		C index	t (df)	P
			Treatment	Control			
Nimbecidine	871.23	30	10.40±0.40	26.40±0.74	0.38	-16.00(4)	0.001
NeemAzal	1067.93	30	10.80±0.48	27.20±0.58	0.39	-20.18(4)	0.001
Kofa	1522.71	30	15.40±0.74	25.60±0.92	0.55	-7.65(4)	0.002

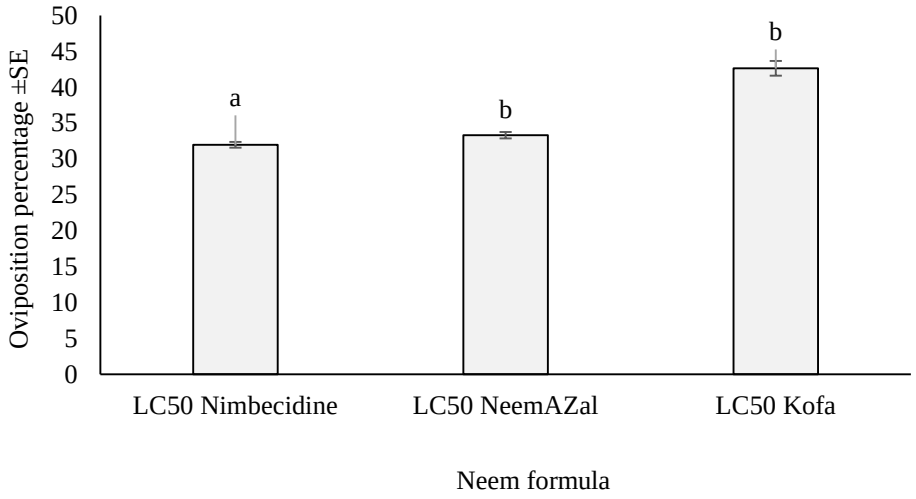
جدول ۶- مقایسه میانگین ترجیح تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* روی پوره‌های سن سوم تیمار شده با غلظت LC_{50} نیم‌بسیدین، نیم‌آزال، کوفا و تیمار شاهد به روش غیر انتخابی بعد از ۷ روز با استفاده از آزمون T جفت‌شده (P=0.01).

Table 6. Mean comparison of oviposition performance by *Encarsia formosa* on the 3rd nymphal age of whitefly that treated with LC_{50} of Nimbecidine, NeemAzal, Kofa, and control in non-choice methods after 7 days by paired T-test (P=0.01)

Treatments	Concentration LC_{50}	No. of pest in replicate	Mean± SE Parasitized		C index	t (df)	P
			Treatment	Control			
Nimbecidine	871.23	30	9.60±0.40	24.40±0.50	0.35	-47.55(4)	0.001
NeemAzal	1067.93	30	10.00±0.44	27.80±0.66	0.35	-47.57(4)	0.001
Kofa	1522.71	30	12.80±1.01	23.80±0.44	0.46	-8.96(4)	0.001

ترجیح پارازیته کردن میزبان‌های آلوده به سه فرمول چریش

در تجزیه واریانس ترجیح تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید روی پوره‌های تیمار شده با غلظت LC_{50} نیم‌بسیدین، نیم-آزال و کوفا بعد از ۷ روز بین تاثیر سه فرمول چریش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($f(2, 12)=6.514$, $P=0.012$). در مقایسه میانگین ترجیح تخم‌ریزی بیشترین اقبال در پارازیته شدن را پوره‌های تیمار شده با فرمول کوفا از خود نشان دادند (شکل ۱).



شکل ۱- درصد تخم‌ریزی (± خطای معیار) زنبور پارازیتوئید *Encarsia formosa* روی پوره‌های سفیدبالک تیمار شده با غلظت LC_{50} نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا

Figure 1. Oviposition percentage (± standard error) of *Encarsia formusa* on the 3rd nymphal age of whitefly treated with LC_{50} of Nimbecidine, NeemAzal, and Kofa
Similar letters above each column show nonsignificant difference (P<0.05, Tukey's test).

بحث

ترکیبات بی‌خطر برای محیط زیست از جمله ترکیبات گیاهی با خاصیت کنترل رفتار آفات، ایجاد اختلال در رفتار تولید مثلی، بازدارندگی تغذیه، اختلال در پوست اندازی و تاثیر در فیزیولوژی چشم‌اندازی نوینی را در امر مبارزه تلفیقی با آفات پدید آورده‌اند (Koul *et al*., 1997; Koul, 1999; Wheathersbee and Tang, 2002; Isman, 2006). بررسی‌های بسیاری کارایی روغن چریش را به عنوان حشره‌کش موثر برای کنترل سفید بالک‌ها تایید می‌کنند. نتایج بررسی طاهری سرحوضکی و همکاران (Taheri Sarhozaki *et al*., 2020) نشان داد تیمار کائولن و نانو ذرات اکسید روی در ترکیب با نیمارین روی تخم و پوره‌های *B. tabaci*، تاثیر بسیار خوبی داشتند. بررسی ختاک و همکاران (Khattak *et al*., 2006) نشان داد یک هفته پس از محلول‌پاشی با روغن چریش ۲ درصد و عصاره آبی هسته میوه چریش ۳ درصد به صورت معنی-داری جمعیت سفیدبالک، زنجرک و تریپس را روی پنبه کاهش می‌دهد، که این امر ممکن است به دلیل اثر ضد تغذیه‌ای و بازدارندگی از تخمریزی چریش یا اثرات مزمن آن باشد. پوری و همکاران (Puri *et al*., 1994) گزارش کردند که بیشتر فرمولاسیون‌های تجاری روغن چریش در غلظت ۰/۵ و ۱ درصد تعداد پوره‌های سفیدبالک *Bemisia tabaci* (Gennadius) را ۹۷ تا۹۹ درصد کاهش می‌دهند. سوزا و وندرامیم (Souza and Vendramim, 2000) گزارش کردند که عصاره دانه چریش در کاهش پوره‌های سن اول سفید بالک بسیار موثر می‌باشد. استفاده از روغن دانه چریش به نسبت ۰/۵ و۱

میلی‌لیتر در لیتر روی سفید بالک گلخانه‌ای نشان داد که این ترکیب گیاهی در مقایسه با سم دلتامترین موجب مرگ‌ومیر بالایی روی حشرات کامل سفیدبالک و پوره‌ها می‌شود (Hosseininia *et al*., 2017). نتایج پژوهش‌های عسکری سیاهویی و همکاران (Askari Seyahooei *et al*., 2015) نشان داد عصاره آبی مغز دانه چریش روی پوره سن دو و بالغ *Retithrips syriacus* (Mayet) در دو تیمار ۵ و ۱۰ درصد، میزان زنده‌مانی حشره بالغ را به‌ترتیب ۳/۰۳ و ۳/۳۴ و پوره‌ها را ۳/۳۶ و ۲/۸۲ روز در مقایسه با شاهد (۶/۷ و ۸/۳۲ روز) کاهش دادند. در بررسی تاثیر محلول‌های آبی ۰/۲ و ۲ درصد از عصاره دانه چریش روی مراحل نابالغ *B. tabaci* مشخص شد که شاخ و برگ‌های تیمار شده با عصاره دانه چریش منجر به کاهش زنده‌مانی تخم، کاهش تخم‌گذاری، طولانی شدن دوره لاروی و مرگ و میر لاروها شده است، به‌طوری که میزان تخم‌گذاری *B. tabaci* روی گیاهان پنبه تیمار شده با عصاره چریش، هفت روز پس از تیمار ۸۰ درصد کمتر از پنبه‌های تیمار نشده (تیمار شاهد) بود (Coudriet *et al*., 1985). در مطالعه حاضر نیز زنبور پارازیتوئید از تخم‌ریزی روی پوره‌های آلوده به فرمولاسیون‌های چریش امتناع و تیمار شاهد را ترجیح داد که نشانگر خاصیت ممانعت از تخم‌ریزی این ترکیبات برای سفید بالک و زنبور پارازیتوئید آن است. همچنین، در ترجیح تخم‌ریزی زنبور پارازیتوئید روی پوره‌های تیمار شده با سه فرمول نیم‌بسیدین، نیم‌آزال و کوفا نتایج نشان داد بیشترین ترجیح تخم‌ریزی در پارازیته شدن پوره‌های تیمارشده با فرمول کوفا می‌باشد که قابلیت استفاده از این فرمول در کنترل تلفیقی را نشان می‌دهد. در مطالعه سمیت نیم‌بسیدین و نیم‌آزال بر آفت *Earias vittella* (Fab) نتایج نشان داد که این آفت نسبت به نیم‌بسیدین حساس‌تر از نیم‌آزال می‌باشد (Bhardwaj and Ansari, 2015). در تحقیق حاضر نیز فرمول نیم‌بسیدین در مقایسه با نیم‌آزال اثر کشندگی بیشتری نشان داد. در بررسی اثر فرمولاسیون‌های چریش شامل NG4، نیم‌بسیدین، راشکاک و نیم‌آزال T/S روی لاروهای *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) و *Dicladispa armigera* (Olivier) نتایج نشان داد فرمول‌های راشکاک، NG4 و نیم‌آزال T/S بر اساس شاخص کاهش آسیب به برگ، بازدارندگی تغذیه‌ای قابل توجهی نسبت به دیگر فرمولاسیون‌ها دارند (Lingaiah *et al*., 1999)، اما در بررسی حاضر فرمول نیم‌آزال از لحاظ کشندگی بعد از نیم‌بسیدین قرار گرفت. بر اساس پژوهش کاروالهو و همکاران (Carvalho *et al*., 2012) نتایج بررسی اثر نانو فرمولاسیون روغن چریش روی پوره‌های سن یک و تخم *B. tabaci* در شرایط آزمایشگاهی و پوره سن سوم در شرایط گلخانه‌ای در مقایسه با روغن چریش تجاری نشان داد که نانو فرمولاسیون روغن چریش اثری بر تفریخ تخم‌های سفیدبالک ندارد و تیمار نانو فرمولاسیون جمعیت پوره سن یک را بیشتر کاهش می‌دهد که نشانگر رابطه بین ساختار فیزیکی و قدرت تاثیر فرمولاسیون‌های مختلف در کنترل سفید بالک می‌باشد. بررسی‌های دارابنجاکوویچ و همکاران (Drobnjakovic *et al*., 2018) روی اثرات زیرکشنده حشره‌کش گیاهی مبتنی بر آزادیراختین محصول تجاری (NeemAzal-T/S) روی رفتار تخم‌ریزی پارازیتوئید *E. formosa* نشان داد که پارازیتوئیدها جمعیت پوره‌های سفیدبالک تیمار شاهد را نسبت به پوره‌های تیمار شده با غلظت‌های ۲۵/۵۰، ۱۲/۵، ۶/۲۵ و ۳/۱۲ میلی‌گرم در لیتر آزادیراختین ترجیح می‌دهند که با نتایج این تحقیق که زنبور پارازیتوئید، پارازیته کردن پوره‌های تیمار شاهد را به تیمار سه فرمول ترجیح داد، مطابقت دارد. در بررسی تاثیر سه فرمول ترکیب گیاهی چریش شامل نیمارین، نیمکس و نیم آزال روی پارامترهای زیستی پروانه *Helicoverpa armigera* (Hubner)، نتایج نشان داد هر سه فرمول پارامترهای زیستی آفت را تحت تاثیر قرار می‌دهند، اما فرمول نیم‌آزال در مقایسه با دو فرمول دیگر اثر کنترلی و تاثیر بیشتری روی پارامترهای زیستی آفت دارد (Ahmad *et al*., 2015)؛ اما در بررسی حاضر فرمول نیم‌بسدین اثر کشندگی بیشتری نسبت به فرمول نیم آزال روی مراحل زیستی سفیدبالک و زنبور پارازیتوئید نشان داد.

بررسی حاضر نشان داد هر سه فرمول ترکیب آفت‌کش گیاهی چریش قابلیت به‌کارگیری در مدیریت تلفیقی این

آفت را دارند و روی آفات مختلف رفتار کشندگی متفاوتی نشان می‌دهند. نیم‌بسدین کشندگی بیشتری در مقایسه با نیم-آزال و کوفا روی مراحل زیستی سفیدبالک گلخانه‌ای و زنبور پارازیتوئید آن *E. formosa* نشان داد، بنابراین هنگام ظهور و به‌کارگیری این پارازیتوئید در شرایط گلخانه، فرمول کوفا و در شرایط عدم حضور و فعالیت زنبور پارازیتوئید فرمول نیم‌بسیدین قابل توصیه می‌باشد.

References

Abdul Aziz, S. A. and Henry, S. B. 1992. Pest management and the environment in 2000. C.A.B. International Agriculture Institute, Malaysia, 401 p.

Ahmad, S., Ansari, M. S. and Muslim, M. 2015. Toxic effects of neem based insecticides on the fitness of *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Crop Protection** 68: 72–78.

Askari Seyahooei, M., Talepour, F. and Ghosii, R. 2015. Study on the effects of aqueous neem seed extract on the leaf damage and longevity of 2nd instar nymph and adult stages of *Retithrips syriacus*. **BioControl in Plant Protection** 2(2): 35-46. (In Farsi)

Avery, P. B., Faull, J. and Simmonds M. S. J. 2008. Effects of *Paecilomyces fumosoroseus* and *Encarsia formosa* on the control of the greenhouse whitefly: preliminary assessment of a compatibility study. **Bio Control** 53: 303-316.

Basit, M., Saeed, S., Ahmad, M. and Sayyed, A. H. 2013. Can resistance in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) be overcome with mixtures of neonicotinoids and insect growth regulators? **Crop Protection** 44: 135-141.

Beard, J., Sladden, T., Morgan, G., Berry, G., Brooks, L. and Mc Michael, A. 2003. Health impacts of pesticide exposure in a cohort of outdoor workers. **Environmental Health Perspectives** 111(5): 724 -730**.**

Bhardwaj, A. K. and Ansari, B. A. 2015. Effect of Nimbecidine and Neemazal on the developmental programming of cotton pest, *Earias vittella*. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 3(1): 38-42

Bi, J. L. and Toscano, N. C. 2007. Current status of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, susceptibility to neonicotinoid and conventional insecticides on strawberries in southern California. **Pest Management Science** 63(8): 747-752.

Capinera, J. L. 2008. Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae). In: Capinera JL (ed) Encyclopedia of entomology. Springer, Dordrecht, pp. 1723-1726.

Carvalho, S. S., Vendramim J. D., Pitta R. M. and Forim M. R. 2012. Efficiency of neem oil nanoformulations to *Bemisia tabaci* (GENN.) Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Semina: Ciencias Agrarias** 33(1): 193 -201.

Collier, T., Kelly, S. and Hunter, M. 2002. Egg size, intrinsic competition, and lethal interference in the parasitoids *Encarsia pergandiella* and *Encarsia formosa*. **Biological Control** 23(3): 254-261.

Coudriet, D. L., Prabhaker, N. and Meyerdirk, D. E. 1985. Sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of neem-seed extract on oviposition and immature stages. **Environmental Entomology** 14(6): 776-779.

Cuthbertson, A. G. S., Buxton, J. H., Blackburn, L. F., Mathers, J. J., Robinson, K., Powell, M. E., Fleming, D. A. and Bell, H. A. 2012. Eradicating *Bemisia tabaci* Q on poinsettia plants in the UK. **Crop Protection** 42: 42-48.

Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J. M., 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology** 52: 81-106.

Drobnjakovic, T., Marcic, D., Prijovic, M., Peric, P., Milenkovic, S. and Boskovic, J. 2018. Sublethal effects of NeemAzal-T/S botanical insecticide on Dutch and Serbian populations of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Biocontrol Science and Technology** 28(1): 1-19.

Fahim, M., Safaralizadeh, M. H. and Safavi, S. A. 2012. Evaluation of the sensitivity of the egg, nymph and adult greenhouse whitefly against of essential oils of mint and cumin in laboratory conditions. **Journal of Agricultural Acknowledge and Sustainable Production** 22(3): 27-35. (In Farsi)

Fazeli-Dinan, M., Talaei-Hassanloui, R. and Allahyari, H. 2016. Host preference of *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae) towards untreated and *Lecanicillium longisporum*-treated *Trialeurodes vaporariorum* (Hem.: Aleyrodidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology** 19(4): 1145-1150.

Gahukar, R. T. 2000. Use of neem products/pesticides in cotton pest management. **International Journal of Pest Management** 46(2): 149-160.

Gahukar, R. T. 2014. Factors affecting content and bio efficacy of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) phytochemicals used in agricultural pest control: a review. **Crop Protection** 62: 93-99.

Ghazawy, N. A., Awad, H. H. and Rahman, K. M. A. 2010. Effects of azadirachtin on embryological development of the desert locust *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera: Acrididae). **Journal of Orthoptera Research** 19: 327-332.

Gholamzadeh, M., Ghadamyari, M., Salehi, L. and Hoseininaveh, V. 2012. Effects of amitraz, buprofezin and propargite on some fitness parameters of the parasitoid *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae), using life table and IOBC methods. **Journal of Entomological Society of Iran** 31(2): 1-14.

Gnanamani, R. and Dhanasekaran, S. 2013. Growth inhibitory effects of azadirachtin against *Pericallia ricini* (Lepidoptera: Arctiidae). **World Journal of Zoology** 8 (2): 185-191.

Heibatian, A., Yarahmadi, F. and Lotfi Jalal Abadi, A. 2018. Field efficacy of biorational insecticides, azadirachtin and Bt, on *Agrotis segetum* (Lepidoptera: Noctuidae) and its carabid predators in the sugar beet fields. **Journal of Crop Protection** 7 (4): 365-373.

Heidari, A. 2019. Efficacy of the EC 1.28% formulation of Neem, *Azadirachta indica*, on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), in laboratory and field conditions. **Iranian Research Institute of Plant Protection** 34(1): 85-93.

Heidari, A., Kishani Farahani, H. and Fathipour, Y. 2016. Effects of Buprofezin, Pyriproxyfen and Fenpropathrin on some foraging behaviors of *Encarsia formosa*, **Journal of Applied Entomology and Phytopathology** 83(2): 97-110. (In Farsi)

Horowitz, A. R., Kontsedalov, S. and Ishaaya, I. 2004. Dynamics of resistance to the neonicotinoids actamiprid and thiamethoxam in *Bemisia tabaci*. **Insecticides Resistance and Resistance Management** 97(6): 2051-2056.

Hosseininia, A., Khanjani, M., Khoobdel, M. and Javadi Khederi, S. 2017. Compare 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** 30(4): 718-726. (In Farsi)

Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology** 51: 45-66.

Khattak, M. K., Mamoon-ur-Rashid, S. A. S. and Islam, H. T. 2006. Comparative effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) oil, neem seed water extract and Baythroid TM against whitefly, jassids and thrips on cotton. **Detail** 1(T6): T7.

Koul, O., Shankar, J. S. and Mehta. N. 1997. Antifeedant activity of neem seed extracts and azadirachtin to cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.). **Indian Journal of Experimental Biology** 35: 994-997.

Koul, O. 1999. Insect growth regulating and antifeedant effects of neem extracts and azadirachtin on two aphid species of ornamentals plants. **Journal of Bioscience** 24(1): 85-90.

Lingaiah, T., Krishnaiah, N. V., Kumar, K. M., Katti, G., Krishnaiah, K. and Pasalu, I. C. 1999. Antifeedant effect of neem formulations against rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinalis* and Hispa, *Dicladispa armigera*. **Pesticide Research Journal** 11(1): 93-96.

Menke, S. and Gerhard, D. 2010. Detection of a related difference in efficacy of azadirachtin treatments for the control of whiteflies on *Gerbera jamesonii* by testing for interactions in generalized linear models. **Pest Management Science: Formerly Pesticide Science** 66(4): 358-364.

Muñiz-Reyes, E., Ramos Barreto, C. A., Rodríguez-Hernández, C. and Ortega-Arenas, L. D. 2016. Nim biological activity on adult whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (Aleyrodidae) West. **Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas** 7(6): 1283-1295.

Naqqash, M. N., Gökçe, A., Bakhsh, A. and Salim, M. 2016. Insecticide resistance and its molecular basis in urban insect pests. **Parasitology Research** 115(4): 1363-1373.

Naveh, F. H., Pourmirza, A. and Alizadeh, M. H. S. 2010. An evaluation of lethal effects of pirimicarb, citowett oil and their mixture on greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) and green peach aphid (*Myzus persicae*) under greenhouse conditions. **Iranian Journal of Plant Protection Science** 41(1): 95-101. (In Farsi)

Puri, S. N., Bhosle, B. B., Ilyas, M., Butler Junior, G. D. and Henneberry, T. J. 1994. Detergents and plant-derived oils for control of the sweetpotato whitefl y on cotton. **Crop Protection** 13: 45-48,

Robertson, J. L., Russel, R. M., Preisler, H. K. and Savin, N. E. 2007. Bioassays with Arthropods. CRC Press. New York, 224 p.

Sami, A. J., Bilal, S., Khalid, M., Shakoori, F. R, Rehman, F. and Shakoori A. R. 2016. Effect of crude neem (*Azadirachta indica*) powder and azadirachtin on the growth and Acetylcholinesterase activity of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Pakistan Journal of Zoology** 48 (3): 881-886.

Santon, J. P., Prates, H. T., Waquil, J. M. and Olivera, A. B. 1997. Evalution of plant-origin substance on the control of stored product pests. *Sete lagoas*, Brazil; centro Nation de milho e Sorgo (CNPMS), **Journal of Agricultural Entomology** 86(10): 185- 194.

Seyyedi-Sahebari, F., Shirazi, J., Mohajer, A. and Taghizadeh, M. 2021. Control of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* on oilseed rape using none chemical products in East Azerbaijan province. **Journal of Applied Research in Plant Protection** 10 (2): 63-69.

Shafaei, E., Hosseinzadeh, A., Ghassemi-Kahrizeh, A. and Aramideh, Sh. 2021. Lethal effects of insecticides of emamectin, spinosad, buprofezin and imidacloprid on egg and third instar nymphs of *Trialeurodes vaporariorum* West. and it's parasitoid (*Encarsia formosa* Gahan). **Plant Pests Research** 11(2): 25-38. (In Farsi)

Sherratt, T. N. and Harvey, I. F. 1993. Frequency dependent food selection by arthropods: **A Review Biological Journal of the Linnaean Society** 48: 167-186.

Shu, B., Zhang, J., Cui, G., Sun, R., Yi, X. and Zhong G. 2018. Azadirachtin affects the growth of *Spodoptera litura* Fabricius by inducing apoptosis in larval midgut. **Frontiers in Physiology** 9: 1-12.

Soliman, B. A. and Tewfick, M. K. 1999. Activity and efficacy of Azadirachtin (Neem production) on the eggs of the filarial vector, *Culex pipiens* (Dip: Culicidae). **Journal of Union Arab Biology** 12(8): 33-41.

Souza, A. P. and Vendramim, J. D. 2000. Ovicidal activity of aqueous extracts of Meliaceae on the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype Bin tomato. **Scientia Agricola** 57: 403-406.

Sun, Y. P. 1950. Toxicity indexes an improved method of comparing the relative toxicity of insecticides. **Journal of Economic Entomology** 43(1): 45-53.

Taheri Sarhozaki, M., Aramideh, Sh., Akbarian, J. and Pirsa, S. 2020. The effect of zinc oxide nanoparticles, kaolin powder and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in combination with Neemarin® against *Bemisia tabaci* and pupae of *Eretmocerus mundus* under field conditions. **Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)** 43(3): 1-19. (In Farsi)

Wheathersbee, A. A. and Tang, Y. Q. 2002. Effect of neem seed extract on feeding, growth, survival and reproduction of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology** 95: 661-667.

Plant Pest Research
2022- 12 (1): 59-72

Research paper

Effect of three commercial formulations includes Nimbecidine, NeemAzal T/S and Kofa from plant compound of neem on the biological stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hem.: Aleyrodidae) and its parasitoid, *Encarsia formosa*

S. Nikakhtar[1], Sh. Aramideh [1], Sh. Mirfakhraie [1*] and M. Frouzan[2]

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, 2. Plant Protection Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Urmia, Iran

(Received: April 9, 2022- Accepted: June 11, 2022)

Abstract

Due to the effects of overuse of chemical pesticides and the residual problems in greenhouse products that threaten the health of consumers and exports, the use of low-risk alternatives such as plant compounds and biological agents has become necessary. Therefore, in this research, the effect of three commercial formulations of neem plant (*Azadirachta indica* A. Juss.) composition, including Nimbecidine, NeemAzal T/S and Kofa was evaluated on the biological stages of Trialeurodes vaporariorum (Hem.: Aleyrodidae), and its parasitoid, Encarsia formosa Gahan. In evaluating the lethal effect of three commercial formulations, the highest lethal effect on eggs after 7 days related to Nimbecidine formula with LC_{50} equal to 774.71 ppm. The highest lethal effect on 3rd nymphal stage and adult whitefly after 72 hours with LC_{50} equal to 402.89 and 655.51 ppm in Nimbecidine formula were observed, respectively. A similar effect was obtained on parasitoid. In evaluating the oviposition preference of *E. formosa* for by choice and non-choice methods, the tendency of *E. formosa* to control was more than the formulas. The highest probability of oviposition of parasitoid in Kofa formula was observed (%42.66). The results of this study showed that all three formulas can be used in integrated management of this pest and when the emergence and use of *E. formosa* parasitoid, Kofa formula and in the absence of parasitoid, Nimbecidine formula is recommended.

Key words: Neem trademark formulation, oviposition preference, parasitoid, toxicity, whitefly

*Corresponding author: Sh.mirfakhraie@Urmia.ac.ir