آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۹، شماره ۱، شهریور ۱۴۰۰
Applied Entomology and Phytopathology
Vol. 89, No. 1, Sep. 2021
DOI: 10.22092/JAEP.2020.351194.1363

مقاله پژوهشی

کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی، *Helicoverpa armigera*، به‌روش جلب و کشتن با استفاده از ترکیبات فرار گیاهی در مزرعه گوجه‌فرنگی

آرمان آوندفقیه✉[1]، عزیز شیخی گرجان[1]، عبدالنبی باقری[2]، مجید عسکری سیاهویی[2]، مریم فامیل[3]

۱- دانشیاران بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۲- دانشیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران؛ ۳- کارشناس حفظ نباتات سازمان جهاد کشاورزی هرمزگان، ایران

(تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۰)

چکیده

بروز مقاومت در جمعیت‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی در برابر آفت‌کش‌ها و میزبان‌های تراریخته به کرات گزارش شده‌است. از این رو توسعه روش‌های جایگزین کنترل این آفت ضروری است. این تحقیق با هدف ارزیابی اثر جلب‌کنندگی و کشندگی فرآورده Noctovi®، حاوی مواد فرار گیاهی جلب‌کننده برای کنترل *Helicoverpa armigera* انجام شد، علاوه بر این به‌منظور سنجش کارآیی آن درروش جلب برای کنترل خسارت آفت در مزارع گوجه¬فرنگی، با استفاده از تله¬های دلتا به میزان یک لیتر در هکتار مخلوط با پرمترین، حاوی پنج میلی‌لیتر ماده مؤثر و یا تیودیکارب حاوی هفت میلی‌لیتر ماده مؤثر روی ردیف‌های میانی بوته‌های گوجه‌فرنگی قبل از غروب آفتاب محلول‌پاشی شد. درصد گوجه‌فرنگی‌های آلوده در تیمارهای جذب و کشتن، کاربرد آفتکش و شاهد با روش آماری مقایسه شد. نتایج نشان داد که Noctovi® پروانه ماده بارور و نرهای *H. armigera* را جلب نموده و میانگین درصد آلودگی میوه‌ها در تیمارهای جلب و کشتن، کنترل شیمیایی و شاهد (بدون کنترل شیمیایی) به‌ترتیب ۰/۱۸ ± ۲/۹۱، ۰/۲٤ ± ٤/٦٨ و ۰/۲۸ ± ۵/۱٤ بود، که تفاوت معنی‌دار داشتند و آلودگی در تیمار جلب و کشتن به‌طور معنی‌دار کمتر از تیمار کنترل شیمیایی و شاهد بود، خسارت در تیمار کنترل شیمیایی نیز کمتر از شاهد بود.

واژه‌های کلیدی: جلب‌کننده، جلب و کشتن، مواد فرار گیاهی، نوکتوئیده، Noctovi®

Damage control of *Helicoverpa armigera* on tomato by plant volatiles-based attract and kill approach

A. AVAND-FAGHIH✉[1], A. SHEIKHI GARAJAN[1], A. BAGHERI[2], M. ASKARI SIYAHOOEI[2], M. FAMIL[3]

1. Associate Professores of Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran; 2. Associate Professor of Plant Protection Research Department, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, Iran; 3. Expert of Plant Protection Department of Hormozgan Agriculture Jahad Organization, Iran

Abstract

Resistance development to both insecticides and transgenic crops has been frequently reported in *Helicoverpa armigera* populations, necessitating efforts to find new control measures. This study was aimed to evaluate the efficiency of attract and kill method using Noctovi®, a synthetic plant volatiles-based attractant for controlling *H. armigera*. In addition, the attractiveness of the Noctovi® for adults of *H. armigera* was evaluated under field conditions using delta traps. One liter per hectare of Noctovi® mixed with Permethrin, 5 ml A.I. or Thiodicarb, 7 ml A.I. was sprayed on tomato plants of the middle row (100 m length) just before sun set every two weeks. As infestation criteria, means percentages of infested tomatoes in attract & kill, insecticidal treatment and control (without any treatment application) plots were statistically compared. The results revealed that the Noctovi® was attractive for gravid females and males of *H. armigera*. Means percentages of infested tomatoes in attract & kill, insecticidal treatment and control (respectively 2.91±0.18, 4.68±0.24 and 5.14±0.28) were significantly different and the infestation in attract & kill treatment was significantly less than those of insecticidal treatment and control ones. At the same time, the infestation in insecticidal treatment was significantly less than that in control.

Keywords: Attractant, attract & kill, Noctovi®, noctuidae, plant volatiles

✉ **armanfaghih@yahoo.fr**

مقدمه

کرم میوه گوجه‌فرنگی یکی از آفات محصولات کشاورزی با مناطق گسترش وسیع است (Ahmad, 2004). این حشره که در آمریکای شمالی و جنوبی به‌عنوان یک آفت قرنطینه‌ای شناخته می‌شد، در سال‌های اخیر از برزیل (Czepak *et al.*, 2013)، پاراگوئه و آرژانتین (Murúa *et al.*, 2014) نیز گزارش شده است. این حشره پلی‌فاژ بوده و در هندوستان ۱۸۱ (Manjunath *et al.*, 1989)، در اروپا ۲۷ (Meierrose *et al.*, 1989) و در استرالیا۷۵ (Zalucki et al., 1986) گیاه زراعی یا غیرزراعی به‌غیر از غلات به‌عنوان میزبان آن گزارش شده است. گیاهان میزبان اصلی و اقتصادی این حشره آفت شامل پنبه، توتون و تنباکو، نخود کفتری یا Pigeon pea با نام علمی *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (Fabaceae)، نخود یا Chickpea با نام علمی *Cicer arietinum* L. (Fabaceae)، ذرت و آفتابگردان می‌باشند. نتایج یک بررسی به‌وسیله گازکروماتوگرافی – الکتروآنتنوگرافی نشان داد که احتمالا از بین چهار گیاه میزبان آفت شامل نخود کفتری، توتون (*Nicotiana tabacum* L.)، پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.)، گیاه نخود کفتری برای آفت ارجحیت دارد (Rajapakse *et al.*, 2006). این آفت در ایران با گسترش در کل کشور علاوه بر پنبه، توتون، ذرت، نخودفرنگی، کنجد، سورگوم، کدو، شاه‌دانه، کنف، کنف وحشی، چغندرقند، بامیه، ختمی، خرگوشک، شب‌خسب، پسته، پنیرک، گاوپنبه، خشخاش، یونجه، شبدر، بادنجان، لوبیا، سویا و سایر گیاهان (Modarres Awal, 1994) روی گوجه‌فرنگی (Farid, 1987) نیز گزارش شده است.

میزان خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی روی گوجه‌فرنگی در استان کرمان بسته به‌نوع واریته ۶۵/۶–۳۶/۶ درصد برآورد شده است (Farid, 1987). در یک بررسی دیگر در بنگلادش نیز میزان خسارت روی واریته‌های مختلف گوجه‌فرنگی تفاوت داشت و خسارت روی میوه‌های ارقام مقاوم ۱۰–۳/۶ درصد (۰/۷ – ۰/۳ لارو روی هر بوته)، روی ارقام نسبتاً مقاوم ۱۶/۲–۱۲/۴ درصد (۱/۳ – ۱/۰ لارو روی هر بوته) و روی رقم نسبتاً حساس ۲۲/۲ درصد (۱/۷ لارو روی هر بوته) بود (Amin *et al.*, 2016). همچنین میزان خسارت کمی این آفت روی گوجه‌فرنگی در ایالت راجستان هندوستان ۳۱/۵۳ درصد محاسبه شده است (Singh *et al.*, 2017). در یک بررسی در نیوزلند، آستانه زیان اقتصادی آفت روی گوجه‌فرنگی مورد استفاده در صنایع غذایی، بر اساس خسارت قابل قبول معادل پنج درصد میوه آلوده، یک لارو روی هر بوته تعیین شد (Cameron *et al.*, 2001). در تحقیقی دیگر در اسپانیا، آستانه زیان اقتصادی روی گوجه‌فرنگی مورد استفاده در صنایع غذایی، صرف نظر از مرحله فنولوژیک گیاه، سه درصد خسارت در طول فصل کاشت برآورد شد. در این تحقیق مشخص شد که با یک تراکم مشخص از لاروهای آفت، درصد میوه‌های آلوده و همچنین کاهش راندمان محصول در مراحل رشدی بالاتر گیاه گوجه‌فرنگی کمتر از مراحل ابتدایی‌تر آن است. بنابراین با در نظر گرفتن این آستانه زیان اقتصادی، استاندارد کیفیت تجاری گوجه‌فرنگی که معادل دو درصد آلودگی در زمان برداشت می‌باشد، تأمین می‌شود (Torres-Vila *et al.*, 2003).

دشمنان طبیعی و عوامل بیماری‌زای بسیاری در جهان از کرم میوه گوجه‌فرنگی گزارش شده‌اند که مهمترین آن‌ها شامل ۳۶ پارازیتوئید، ۲۳ شکارگر و ۹ عامل بیماری‌زا است (Fathipour and Sedaratian, 2013). بر اساس منابع موجود از ایران *Spallanzania hebes* Fall. (Dip.: Tachinidae)، *Bracon brevicornis* (Wesm.) (Hym. Braconidae)، *Trichogramma maidis* Pint-Voeg. (Hym.: Trichogrammatidae)، *T. pintoi* Voeg. و *T. rhenana* Voeg. et Rus. به‌عنوان دشمنان طبیعی این آفت گزارش شده‌اند (Modarres Awal, 1994).

موارد متعدد مقاومت کرم میوه گوجه‌فرنگی به گروه‌های مختلف از سموم حشره‌کش در منابع دیده می‌شود. در هندوستان مقاومت این حشره آفت به پیرتروئیدها، اندوسولفان و اورگانوفسفره‌ها گزارش شده است

Ramasubramanian & Regupathy, 2004 ؛ Armes *et al.*, 1994) ؛ Chaturvedi, 2007 ؛ Duraimurugan & Regupathy, 2005 ؛ Chaturvedi, 2013). در یک بررسی در پاکستان درجات مختلف از مقاومت جمعیت‌های آفت به حشره‌کش‌های گوناگون مشاهده شده است و مقاومت بالا به متوکسی‌فنوزاید، لامبدا–سیهالوترین، بیفنترین و دلتامترین نشان داده شده است (Hussain *et al.*, 2014). در قاره آفریقا نیز مقاومت جمعیت‌های آفت به پیرتروئیدها گزارش شده است (Brévault *et al.*, 2008). همچنین در استرالیا مقاومت به حشره‌کش اندوسولفان (Gunning and Easton, 1994) و در نیوزلند مقاومت به فنوالرات ذکر شده است (Cameron *et al.*, 1995). در چین ایجاد مقاومت در آفت به حشره‌کش اسپینوساد (Wang *et al.*, 2009) و در استرالیا مقاومت یک سویه آفت به ایندوکساکارب نشان داده شده است (Bird, 2017). علاوه بر این شواهد ایجاد مقاومت به کریستال پروتئین (*cry1Ac*) باکتری *Bacillus thuringiensis* (Ningthoujam *et al.*, 2017) و همچنین گیاهان (پنبه) تراریخته حاوی ژن‌های *cry1Ac* و *cry2Ab* از باکتری *B. thuringiensis* Berliner var. *kurstaki* (Mahon *et al.*, 2008) نیز مطرح شده‌اند.

با توجه به مقاومت گسترده کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌بسیاری از سموم حشره‌کش و گیاهان تراریخته و همچنین آثار مخرب کنترل شیمیایی روی محیط زیست و سلامت انسان، بررسی‌هایی در زمینه سایر روش‌های کنترل این آفت انجام شده است. از جمله این روش‌های می توان به استفاده از ارقام مقاوم به آفت (Naseri *et al.*, 2009 ؛ Farid, 1987 ؛ Soleimannejad *et al.*, 2010)، روش‌های کنترل زراعی مانند شخم بعد از برداشت برای از بین بردن شفیره‌ها (Farid, 1987) و کنترل بیولوژیک (Reddy and Manjunatha, 2000) اشاره کرد. در کنار سایر ابزارها و روش‌های کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی، استفاده از کیمیاپیام‌ها و کنترل رفتاری نیز در مدیریت تلفیقی این آفت مورد توجه قرار گرفته است (Fathipour and Sedaratian, 2013 ؛Ahmad, 2004 ؛ Karim, 2000).

در این خصوص از تله‌های طعمه گذاری شده با فرومون جنسی پروانه کرم میوه گوجه‌فرنگی در مبارزه غیر مستقیم، شامل بررسی بروز آفت در برخی کشورهای قاره آمریکا که در آنجا جنبه قرنطینه‌ای داشته، استفاده شده است. این بررسی‌ها وجود آفت در کشور آرژانتین (Murúa *et al.*, 2014) و عدم وجود آفت در فلوریدای شمالی (ایالات متحده آمریکا) (Guerrero *et al.*, 2014) را نشان دادند. تله‌های فرومونی برای پایش این آفت نیز به‌کار برده شده‌اند (Patil *et al.*, 2017). همچنین سطح آستانه اقتصادی آفت در مزارع پنبه بر اساس شکار تله‌های فرومونی تعیین شده است که بر اساس آن در صورتی که میانگین شکار هر تله در مدت یک شب متجاوز از هفت شب‌پره نر باشد، عملیات کنترل آفت ضروری است (Reddy and Manjunatha, 2000). مبارزه مستقیم با این حشره به‌وسیله فرومون جنسی آن و به‌روش اخلال در جفت‌گیری نیز بررسی و ارزیابی شده است که در برخی موارد در کاهش خسارت آفت مؤثر (Toyoshima *et al.*, 2001) و در موارد دیگر تأثیر چندانی نداشته است (Britton and Gregg, 2004).

جلب‌کنندگی گیاهان و رایحه‌های گیاهی برای گونه‌های *Helicoverpa* spp. به‌طور مفصل بررسی شده است. مواد استخراج شده از نخود کفتری برای حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی جلب‌کننده بودند (Rembold & Tober, 1987؛ Hartlieb & Rembold, 1996). جلب‌کنندگی یک کایرومون سنتتیک بر اساس گیاه نخود را برای حشرات کامل آفت در شرایط آزمایشگاه و مزرعه نشان داده شده است (Rembold *et al.*, 1991) . ترکیبات شناسایی شده در گل‌های جعفری گل درشت، *Tagetes erecta* L. (Asteraceae)، و مخلوطی که از آن تهیه شده بود برای حشرات کامل ماده کرم میوه گوجه‌فرنگی جلب‌کننده بودند (Bruce & Cork, 2001). مواد فرار گونه‌های گیاهان جنس *Gaura* spp. (Onagraceae) برای حشرات کامل (Boddie) *H. zea* و سایر نوکتوئیده‌ها در

ایالات متحده آمریکا به‌شدت جلب کننده بود (Beerwinkle *et al.*, 1996؛ Shaver *et al.*, 1998). بررسی‌های دیگر تاثیر ترکیبات فرار و غیر فرار را بر افزایش تخم‌ریزی نشان داده‌اند. عصاره برگ و گل ژنوتیپ‌های مختلف پنبه در متانول، اتانول، استون و پنتان رفتار تخم‌ریزی حشرات ماده کرم میوه گوجه‌فرنگی را در شرایط آزمایشگاهی تحت تأثیر قرار داده و حشرات ماده تخم‌های بیشتری روی مواد مستخرج از گل پنبه در پنتان در مقایسه با سایر حلال‌های حاوی عصاره برگ می‌گذارند (Jallow *et a*l.,1999) . گیاهانی که محل تخم‌ریزی حشرات ماده یا میزبان مرحله لاروی نیستند ممکن است منبع مناسبی از ترکیبات فرار گیاهی برای روش جلب و کشتن باشند. برگ‌های درختان *Pterocarya stenoptera* C. DC. (Juglandaceae) برای رشد و نمو مرحله لاروی آفت مناسب نیستند. ولی برگ‌های پلاسیده این درخت حشرات کامل آن را در کشور چین جلب می‌کنند (Xiao *et al.*, 2002). این پدیده برای برگ‌های پلاسیده درخت تبریزی، *Populus nigra* L. (Salicaceae)، نیز صدق می‌کند (Wang *et al.*, 2003). وجود گرده گیاهان غیر میزبان کرم میوه گوجه‌فرنگی از جنس *Eucalyptus* (Myrtaceae) و خانواده Brassicaceae به‌طور گسترده در خرطوم حشرات کامل آن گزارش شده (Gregg, 1993)، که نشان‌دهنده تغذیه حشرات کامل این حشره از شهد این گیاهان است. بررسی جلب‌کنندگی ۳۸ گونه گیاهی میزبان و غیر میزبان مرحله لاروی آفت، برای حشرات کامل ماده و نر جفت‌گیری نکرده در آزمایشگاه، با هدف معرفی یک فرآورده گیاهی برای جلب و کشتن حشرات کامل، نشان داد که ۳۳ گونه آن‌ها برای افراد ماده و نر جلب‌کننده بودند. از میان این گیاهان سیب سخت پوست، *Angophora floribunda* Sm. (Sweet) (Myrtaceae)، و چندین گونه از جنس *Eucalyptus* که نه به‌عنوان میزبان مرحله لاروی و نه محل تخم‌ریزی افراد ماده کرم میوه گوجه‌فرنگی گزارش شده‌اند، بیشترین جلب‌کنندگی را داشتند. این مطلب نشان می‌دهد که حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی از شهد این گیاهان استفاده می‌کنند. ترکیبات فرار ۲۳ گونه گیاهی جلب‌کننده برای حشره استخراج و شناسایی شدند. ترکیبات شناسایی شده شامل مواد فرار گل‌ها (مشتقات اسیدهای چرب و الکل‌ها و استات‌های با زنجیره کوتاه که محصول تخمیر شهد گل‌ها هستند)، مواد فرار برگ سبز (مشتقات اسیدهای چرب، الکل‌های زنجیره‌ای، آلدئیدها و استرهای شش‌کربنه که در برگ‌ها موجود هستند)، ترکیبات آروماتیک (ترکیبات حلقوی شش کربنه و مشتقات آن‌ها که در گل‌ها و برگ‌ها یافت می‌شوند) و ایزوپرنوئیدها (منوترپن‌ها و سسکیترپن‌ها که در گل‌ها و برگ‌ها وجود دارند) بودند (Del Socorro *et al.*, 2010a).

در این تحقیق کارآیی روش جلب و کشتن به‌وسیله یک محصول تجاری با نام Noctovi® (ساخت شرکت ISCA، ایالات متحده آمریکا)، حاوی ترکیبات گیاهی جلب‌کننده برای حشرات کامل خانواده Noctuidae و محرک‌های تغذیه‌ای، برای کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. هدف از انجام این تحقیق بهبود روش‌کنترل آفت، کاهش مصرف سموم حشره‌کش و آثار سوء آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها

محل‌های اجرا

این تحقیق در مزارع گوجه‌فرنگی آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در سه استان با تاریخ کاشت‌های متفاوت اجرا شد.

استان البرز که در یک مزرعه گوجه‌فرنگی رقم ۸۳۲۰ به‌روش کشت نواری در حومه شهرستان محمدشهر واقع در بخش مرکزی شهرستان کرج از ۱۳۹۶/۵/۲۵ لغایت ۱۳۹۶/۷/۲۵ (فصل کاشت تابستانه-پاییزه) انجام شد. فاصله خطوط کشت ۱/۵ متر و فاصله بوته‌ها ۲۰ سانتی‌متر بود. استان هرمزگان که در یک مزرعه گوجه‌فرنگی رقم ۸۳۲۰ (شرکت Nunhems، هلند) در دهستان شمیل، بخش شمیل و شهرستان بندرعباس از ۱۳۹۶/۱۰/۵ لغایت ۱۳۹۶/۱۲/۱۳ (فصل کاشت زمستانه) انجام شد. شروع آزمایش همزمان با مرحله گل و

باردهی و تشکیل میوه‌های گوجه‌فرنگی نارس در اندازه‌های مختلف بود. استان قزوین که در یک مزرعه گوجه‌فرنگی رقم Matin F1 با روش کشت جوی و پشته یک طرفه در حومه شهرستان قزوین، بخش مرکزی و در عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۱۳ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ″۵۲ ′۲ °۵۰ شرقی و ارتفاع ۱۲۲۰ متر از سطح دریا از ۱۳۹۷/۳/۲۳ لغایت ۱۳۹۷/۶/۱۳ انجام شد (فصل کاشت بهاره–تابستانه). فاصله بین ردیف‌ها ۱۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. شروع آزمایش همزمان با مرحله گل و باردهی و تشکیل میوه‌های گوجه‌فرنگی نارس در اندازه‌های مختلف بود.

در استان البرز چهار و در استان‌های هرمزگان و قزوین سه قطعه آزمایشی انتخاب و برای هر یک از روش‌های جلب و کشتن، کنترل شیمیایی و شاهد (بدون انجام روشی برای کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی) یک یا دو قطعه در نظر گرفته شد (روش کنترل شیمیایی در استان البرز در دو قطعه انجام شد). قطعات کنترل شیمیایی و شاهد در مجاورت قطعه جلب و کشتن و در سمتی بود که باد غالب در منطقه مواد فرار فرآورده Noctovi® را به‌سمت آن‌ها هدایت نکند.

روش جلب و کشتن برای کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی

روش جلب و کشتن در استان البرز در سطح ۵۴۰۰ مترمربع و در استان‌های هرمزگان و قزوین در سطح یک هکتار انجام شد. برای انجام این روش از یک فرآورده با نام تجاری Noctovi® استفاده شد. این فرآورده بر اساس ادعای شرکت سازنده حاوی روغن رزین، ۲۵/۹٪ کیمیاپیام‌های گیاهی جلب‌کننده و محرک‌های تغذیه‌ای و ۷۴/۱٪ مواد همراه شامل قندها بود. در استان البرز ۱۲ میلی‌لیتر حشره‌کش پرمترین 25% EC (فرمولاسیون شرکت گیاه، ایران) به ۶۰۰ میلی‌لیتر Noctovi® (به‌میزان ۵ میلی‌لیتر از ماده مؤثره در یک لیتر Noctovi®) و در استان‌های هرمزگان و قزوین ۱۳/۲ میلی‌لیتر حشره‌کش کاروین SC 53% (تیودیکارب) (ساخت شرکت کاوش کیمیا، ایران) به یک لیتر Noctovi® (حاوی ۷ میلی‌لیتر از ماده مؤثره در یک لیتر Noctovi®) افزوده شد. میزان مصرف این فرآورده ۶۰۰ میلی لیتر در هکتار در استان البرز و یک لیتر در هکتار در استان‌های هرمزگان و قزوین در هر نوبت بود که پیش از غروب آفتاب (همزمان با آغاز فعالیت حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی) روی بوته‌های گوجه‌فرنگی در ردیف میانی قطعه آزمایشی به‌وسیله یک سمپاش هیدرولیک دستی تلمبه‌ای بدون نازل پاشیده شد (شکل ۱). طول ردیف در استان البرز ۹۰ متر و در استان‌های هرمزگان و قزوین ۱۰۰ متر بود. در صورت بارندگی عملیات پاشش مخلوط Noctovi® و حشره‌کش پس از پایان بارندگی نیز مجددا انجام شد. مقدار مصرف مخلوط Noctovi® و حشره‌کش و زمان‌های مصرف آن در استان البرز سه لیتر (مجموعاً حاوی ۶۰ میلی‌لیتر پرمترین با ۲۵ میلی‌لیتر ماده موثره) در پنج نوبت در تاریخ‌های ۲۷ مرداد ماه، ۱۲ و ۲۸ شهریور ماه و ۱۰ و ۱۷ مهر ماه ۱۳۹۶، در استان هرمزگان سه لیتر (مجموعاً حاوی ۳۹/۶ میلی‌لیتر تیودیکارب با ۲۱ میلی‌لیتر ماده مؤثره) در سه نوبت در تاریخ‌های ۵ و ۲۳ دی ماه و ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۶ و در استان قزوین شش لیتر (مجموعاً حاوی ۷۹/۲ میلی‌لیتر تیودیکارب با ۴۲ میلی‌لیتر ماده مؤثره) در شش نوبت در تاریخ‌های ۲۳ خرداد ماه، ۵ و ۱۹ تیر ماه و ۲، ۱۶ و ۲۹ مرداد ماه ۱۳۹۷ بود.

شکل ۱- پاشیدن مخلوط Noctovi® و حشره‌کش به منظور جلب و کشتن حشرات کامل *Helicoverpa armigera* (A: روش پاشیدن مخلوط Noctovi® و حشره‌کش ؛ B: مخلوط Noctovi® و قطرات حشره‌کش روی بوته گوجه‌فرنگی)

Fig. 1. Spraying of Noctovi® and insecticide blend for Attract & Kill of *Helicoverpa armigera*. (A: the spraying method; B: droplets of the blend on tomato leaves).

کنترل شیمیایی در مزارع گوجه‌فرنگی

قطعه کنترل شیمیایی در استان البرز ۵۴۰۰ مترمربع بود که ۲۷۰۰ مترمربع آن با غلظت یک در هزار حشره‌کش پرمترین EC 25% (فرمولاسیون شرکت گیاه، ایران، سازنده تکنیکال چین) و ۲۷۰۰ مترمربع آن با غلظت ۰/۵ در هزار حشره‌کش ایندوکساکارب SC 15% (آوانت) (فرمولاسیون شرکت گیاه، ایران، سازنده تکنیکال چین) انجام شد. تاریخ انجام روش کنترل شیمیایی در استان البرز در قطعه کنترل شیمیایی ۱۳۹۶/۵/۲۷ (یک نوبت) بود.

قطعه کنترل شیمیایی در استان هرمزگان ۶۴۰۰ مترمربع بود. در این استان سه نوبت کنترل شیمیایی در این قطعه برای کنترل بید گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae)، با حشره‌کش‌های دیکلروس EC 50% (ساخت شرکت گیاه، ایران) به‌مقدار یک لیتر در هکتار، ایندوکساکارب SC 15% (آوانت) به‌مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و آبامکتین EC 1.8% (ساخت شرکت پرتونار، ایران) به‌مقدار یک لیتر در هکتار در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۱۵، برای کنترل بیماری قارچی بوته‌میری با قارچ‌کش کوکسیل به‌مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۲۲و برای کنترل بید گوجه‌فرنگی با حشره‌کش کراون SC 24% (ساخت کشور اردن) به‌مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۲۴ انجام شد. همچنین در این استان در قطعه جلب و کشتن سه نوبت کنترل شیمیایی در تاریخ‌های ۱۳۹۶/۱۱/۲۴ برای کنترل بیماری قارچی بوته‌میری با قارچ‌کش کوکسیل به‌مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، ۱۳۹۶/۱۲/۱ برای کنترل بیماری لکه برگی قارچی با مخلوط قارچ‌کش‌های اورتیوا تاپ (ساخت شرکت Syngenta) و Nativo (ساخت شرکت Bayer) به‌مقدار ۳۰۰–۲۵۰ میلی¬لیتر در هکتار و ۱۳۹۶/۱۲/۵برای کنترل بیماری قارچی بوته‌میری با قارچ‌کش مانکوزب به‌مقدار یک کیلوگرم در هکتار انجام شد. در قطعه شاهد نیز یک نوبت کنترل شیمیایی در تاریخ ۱۳۹۶/۱۲/۵ برای کنترل بید گوجه‌فرنگی با حشره‌کش دانیتول به‌مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار انجام شد.

قطعه کنترل شیمیایی در استان قزوین ۷۷۰۰ مترمربع بود. در این استان شش نوبت کنترل شیمیایی در این قطعه در تاریخ‌های ۱۳۹۷/۳/۲۳ برای کنترل علف‌های هرز با علف‌کش ای پی تی سی EC 82% (ساخت شرکت کاوش کیمیا، ایران)، ۱۳۹۷/۳/۲۴ و ۱۳۹۷/۴/۶ برای کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی با حشره‌کش ایمونیت SC 15% حاوی آلفاسایپرمترین و تفلوبنزورون به‌مقدار ۷۵ گرم در لیتر از هر کدام (ساخت شرکت BASF، فرانسه) به‌مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر در ۴۰۰ لیتر آب، ۱۳۹۷/۴/۲۱ برای کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی با حشره‌کش ایندوکساکارب SC 15% (آوانت) به‌مقدار نیم در هزار در ۳۰۰ لیتر آب، ۱۳۹۷/۴/۲۴ گوگرد برای کنترل بیماری‌های قارچی و ۱۳۹۷/۵/۱۱ برای کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی با حشره‌کش ایمونیت SC 15% به‌مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر در ۴۰۰ لیتر آب انجام شد. همچنین سه نوبت کنترل شیمیایی در قطعه جلب و کشتن در تاریخ‌های ۱۳۹۷/۳/۲۳ برای کنترل علف‌های هرز با علف‌کش ای پی تی سی EC 82%، ۱۳۹۷/۴/۱۹ برای کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی با حشره‌کش ایندوکساکارب SC 15% (آوانت) به‌مقدار نیم در هزار در ۳۰۰ لیتر آب (سمپاشی فقط در پنج ردیف میانی قطعه انجام شد) و ۱۳۹۷/۴/۲۴ گوگرد برای کنترل بیماری‌های قارچی و یک نوبت کنترل شیمیایی در قطعه شاهد در تاریخ ۱۳۹۷/۴/۲۴ با گوگرد انجام شد.

عملیات کنترل شیمیایی در استان‌های البرز، هرمزگان و قزوین به‌ترتیب با استفاده از سمپاش‌های پشت تراکتوری ۴۰۰ و ۲۰۰۰ لیتری لانس دار با نازل توخالی و توربینی انجام شد.

در هر یک از محل‌های اجرای پروژه در استان‌های البرز، هرمزگان و قزوین به‌ترتیب ۹۴۵، ۱۱۲۰ و ۱۰۰۰ مترمربع مزرعه گوجه‌فرنگی در مجاورت قطعات جلب و کشتن و کنترل شیمیایی به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد که در آن هیچ نوع عملیات کنترل علیه کرم میوه گوجه‌فرنگی انجام نشد.

کارآیی روش جلب و کشتن برای کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی

به‌منظور بررسی کارآیی روش جلب و کشتن برای کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی کشور با استفاده از فرآورده Noctovi® از دو روش به‌شرح زیر استفاده شد.

الف- ارزیابی جلب‌کنندگی فرآورده Noctovi® برای حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی

برای این منظور تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی پروانه کرم میوه گوجه‌فرنگی و فرآورده Noctovi® در قطعات آزمایشی به‌روش‌های زیر نصب شدند:

- در استان البرز از تله‌های Funnel Trap با درپوش سبز رنگ و سطل سفید رنگ کدر (ساخت شرکت آریان طب پرتو، ایران) و همچنین تله‌های Funnel Trap سبز رنگ (ساخت شرکت گیاه، ایران) و در استان‌های هرمزگان و قزوین فقط از تله‌های Funnel Trap سبز رنگ (ساخت شرکت گیاه، ایران) طعمه گذاری شده با فرومون جنسی پروانه کرم میوه گوجه‌فرنگی استفاده شد. تله‌ها در ارتفاع حدود ۵۰ سانتیمتری از سطح زمین نصب شدند. در استان‌های البرز و هرمزگان از فرومون جنسی پروانه کرم میوه گوجه‌فرنگی (ساخت شرکت Green Universe، اسپانیا) و در استان قزوین با توجه به‌عدم امکان تهیه پخش‌کننده‌های فرومون ساخت شرکت Green Universe در اواخر آزمایش از پخش‌کننده‌های فرومون Tripheron®-Dispensers for *Helicoverpa armigera* (ساخت شرکت Trifolio-M $_{GmbH}$، آلمان) استفاده شد. پخش‌کننده‌های فرومون ساخت شرکت Green Universe حاوی یک میلی‌گرم مخلوط -11-(Z) Hexadecenal و -9-Hexadecenal (Z) و پخش‌کننده‌های فرومون ساخت شرکت Trifolio-M Gmb_H حاوی ۱/۹ میلی‌گرم -11-Hexadecenal (Z) و ۰/۱ میلی‌گرم -9-(Z) Hexadecenal بودند.
- تله‌های دلتا سفید رنگ (ساخت شرکت AgriSense Biological Control Systems، انگلستان) طعمه گذاری شده با ۱۰ میلی لیتر Noctovi® در ارتفاع حدود ۵۰ سانتی‌متری نصب شدند. مقدار ذکر شده از Noctovi® در داخل یک ظرف پلاستکی استوانه‌ای سفید رنگ به قطر پنج و ارتفاع سه سانتی‌متر ریخته و در وسط سطح چسبنده داخل تله قرار داده شدند.

نوع تله برای شکار حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله فرومون جنسی و Noctovi® بر اساس نتایج یک بررسی مقدماتی انتخاب شدند که نشان داد تله‌های Funnel Trap و دلتا به‌ترتیب برای فرومون جنسی و Noctovi® مناسب‌تر بودند.

در استان البرز مجموعاً دو تله طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی و سه تله طعمه‌گذاری شده با Noctovi® نصب شدند که یک تله فرومونی در یکی از قطعات کنترل شیمیایی (به‌وسیله حشره‌کش آوانت) و دیگری در قطعه شاهد و دو تله طعمه‌گذاری شده با Noctovi® در قطعه جلب و کشتن و دیگری در قطعه کنترل شیمیایی به‌وسیله حشره‌کش پرمترین قرار داشتند. فاصله بین تله‌ها ۳۰ متر بود. در استان‌های هرمزگان و قزوین در هر یک از قطعات جلب و کشتن و کنترل شیمیایی سه تله فرومونی و سه تله طعمه‌گذاری شده با Noctovi® و در قطعه شاهد دو تله فرومونی و دو تله طعمه‌گذاری شده با Noctovi® نصب شدند. فاصله تله‌ها از هم در استان‌های هرمزگان و قزوین حدود ۲۰ متر بود. تله‌ها در استان البرز در تاریخ ۹۶/۵/۲۵ و در استان هرمزگان در تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۵ و در استان قزوین در تاریخ ۱۳۹۷/۳/۱۲ نصب شدند. در استان البرز نتایج شکار تله‌ها از تاریخ ۱۳۹۶/۵/۲۵ که نوع و تعداد تله‌ها ثابت بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. حشرات شکار شده به‌وسیله تله‌ها در طول مدت آزمایش جمع‌آوری و تعداد آن‌ها ثبت شد. پخش‌کننده‌های فرومون پس از یک ماه و Noctovi® داخل تله‌ها هر هفته تجدید شدند.

حشرات کامل ماده کرم میوه گوجه‌فرنگی با تخم‌ریزی در داخل تله و یا به‌وسیله شکل شکم که در آن‌ها حجیم‌تر از افراد نر می‌باشد قابل شناسایی بودند. در استان هرمزگان برای

حصول اطمینان در شناسایی افراد ماده با شکم حجیم‌تر، شکم آن‌ها با انگشتان فشرده و در صورت خروج تخم از داخل شکم جنسیت آن‌ها تأیید شد.

ب- برآورد خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعات آزمایشی

خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در هر یک از قطعات جلب و کشتن، کنترل شیمیایی و شاهد تقریباً هر هفته پس از آغاز آزمایش به‌طور دقیق بررسی شد. برای این منظور به‌غیر از قطعه شاهد در استان قزوین که به‌علت مساحت کم آن فقط پنج ردیف گوجه‌فرنگی انتخاب شد، در هر قطعه ۱۰ ردیف گوجه‌فرنگی با فواصل مساوی که کل قطعه آزمایش را پوشش می‌دادند انتخاب و در هر ردیف خسارت آفت در پنج بوته گوجه فرنگی در استان البرز (در مجموع ۵۰ بوته در هر قطعه) و شش بوته گوجه‌فرنگی در استان‌های هرمزگان و قزوین (در مجموع ٦٠ بوته در هر قطعه به‌غیر از قطعه شاهد در استان قزوین که در آن چهار بوته از پنج ردیف و در مجموع ۲۰ بوته بود) تعیین شد. در حد امکان تمام میوه‌های نارس گوجه‌فرنگی هر بوته شمارش (حداقل ۲۰ میوه از هر بوته) و وجود سوراخ در اثر فعالیت لارو آفت روی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. تعداد کل میوه‌های نارس بررسی شده در هر بوته و تعدادی از آن‌ها که علائم خسارت آفت در آن‌ها مشهود بود ثبت شدند.

تجزیه آماری

میانگین‌های شکار روزانه تله‌ها پس از تبدیل LN(X+1) مورد تجزیه واریانس (ANOVA) قرار گرفتند. تکرار و زمان بازدید از تله‌ها به‌عنوان منابع تغییر تصادفی و نوع طعمه و قطعات آزمایشی به‌عنوان منابع تغییر ثابت در نظر گرفته شدند. با توجه به‌وضعیت چیدمان تله‌ها در استان البرز منبع تغییر قطعات آزمایشی در تجزیه آماری شکار تله‌ها در این استان منظور نشد.

میانگین‌های درصد تعداد میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی پس از تبدیل Arcsin√X مورد تجزیه واریانس (ANOVA) قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب با منابع تغییر ثابت محل اجرا، قطعه آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها و منابع تغییر تصادفی شامل تکرار (بوته گوجه‌فرنگی) و زمان نمونه‌برداری انجام شد. در تجزیه مرکب، داده‌های هر دو قطعه کنترل شیمیایی در استان البرز که با دو حشره‌کش متفاوت انجام شده بود، با هم تجمیع شده و به‌عنوان یک تیمار در نظر گرفته شدند. با توجه به‌معنی‌دار شدن میانگین درصد تعداد میوه‌های آلوده به‌کرم میوه گوجه‌فرنگی در مناطق اجرا ، تیمارها و اثر متقابل آن‌ها تجزیه واریانس برای هر محل اجرای تحقیق نیز پس از تبدیل Arcsin√X با منبع تغییر ثابت قطعه آزمایشی و منابع تغییر تصادفی تکرار (بوته گوجه‌فرنگی) و زمان نمونه‌برداری انجام شد. در تجزیه واریانس داده‌های استان البرز دو قطعه کنترل شیمیایی به‌عنوان دو تیمار مجزا و نیز با هم به‌عنوان یک تیمار در نظر گرفته شدند.

تجزیه‌های واریانس با استفاده از روش General Linear Model در نرم‌افزار MINITAB 16 انجام شدند. برای گروه بندی تیمارها از آزمون Tukey (α=٪۵) استفاده شد.

نتایج

الف- بررسی جلب‌کنندگی فرآورده Noctovi® برای حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی

در استان البرز در مجموع ۷۲ و ٤٢ شب¬پره کرم میوه گوجه¬فرنگی به‌ترتیب به‌وسیله تله¬های طعمه¬گذاری شده با Noctovi® و فرومون جنسی از تاریخ ۱۳۹٦/۵/۲۵ تا ۱۳۹٦/۷/۲۵ (به‌مدت ٦٢ روز) شکار شدند. میانگین شکار روزانه در هر نوبت بازدید (۱۰ نوبت) و درهر تله طعمه گذاری شده با Noctovi® و فرومون جنسی به‌ترتیب ۰/۱± ۰/٤۷ و ۰/۰۷± ۰/٤۰ شب‌پره کرم میوه گوجه‌فرنگی بود که تفاوت معنی‌دار نداشتند ($F_{1, 37}$=1.07; P=0.308). علاوه بر شب‌پره‌های نر، حشرات کامل ماده کرم میوه گوجه‌فرنگی نیز به‌وسیله تله‌های طعمه گذاری شده با Noctovi® شکار شدند به‌طوری که این افراد ماده روی سطح چسبنده تله‌های دلتا تخم‌ریزی کرده و قابل شناسایی بودند (شکل ۲). در این

استان تعداد افراد ماده شکار شده به‌وسیله تله‌های طعمه گذاری شده با Noctovi® شمارش نشدند. همچنین شکار حشرات کامل به‌وسیله تله‌ها دارای دو اوج بود. اوج اول در اواخر مرداد ماه هم زمان با آغاز آزمایش و اوج دوم در اواسط مهر ماه هم زمان با اواخر آزمایش مشاهده شدند. زمان انجام کنترل شیمیایی آفت در استان البرز در تاریخ ۱۳۹٦/۵/۲۷ و هم زمان با اوج اول شکار تله‌ها بود و در زمان مناسب انجام شد.

شکل ۲- شب پره ماده *Helicoverpa armigera* شکار شده در تله طعمه‌گذاری شده با Noctovi® و تخم‌ریزی آن بر روی سطح چسبنده تله.

Fig. 2. Trapped female *Helicoverpa armigera* in a delta trap baited with Noctovi® laying eggs on the sticky surface.

در استان هرمزگان در مجموع ۱۵۸ و ۳٦ شب¬پره کرم میوه گوجه¬فرنگی به‌ترتیب به‌وسیله تله¬های طعمه¬گذاری شده با Noctovi® و فرومون جنسی از تاریخ ۱۳۹٦/۱۰/۵ تا ۱۳۹٦/۱۲/۸ (به‌مدت٦۳ روز) شکار شدند. میانگین شکار روزانه در هر نوبت بازدید (هفت نوبت) و درهر تله طعمه گذاری شده با Noctovi® و فرومون جنسی به‌ترتیب ۰/۰۵± ۰/۳۲ و ۰/۰۲ ± ۰/۰۵ شب‌پره کرم میوه گوجه‌فرنگی بود که در تله‌های طعمه گذاری شده با Noctovi® به‌طور معنی‌دار بیشتر از تله‌های طعمه گذاری شده با فرومون جنسی بود ($F_{1, 98}$=39.35; P<0.001). میانگین شکار روزانه در هر نوبت بازدید و در هر تله در قطعات آزمایشی جلب و کشتن، کنترل شیمیایی و شاهد نیز به‌ترتیب ۰/۰٦ ± ۰/۲۲، ۰/۰۵ ± ۰/۲۲ و ۰/۰۳ ± ۰/۰۸ شب‌پره کرم میوه گوجه‌فرنگی بود که تفاوت معنی‌دار داشتند ($F_{2, 98}$=3.14; P<0.05). هر چند میانگین‌های شکار تله‌ها در قطعات آزمایشی بر اساس آزمون توکی در یک گروه قرار گرفتند ولی میانگین شکار تله‌ها در قطعات جلب و کشتن و کنترل شیمیایی ۲/۷۵ برابر در قطعه شاهد بود. اثر متقابل جلب‌کننده و قطعه آزمایشی معنی‌دار نبود ($F_{2, 98}$=0.70; P=0.497). در استان هرمزگان نیز شب‌پره‌های ماده و نر کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله تله‌های طعمه گذاری شده با Noctovi® شکار شدند. با توجه به معیارهای ارائه شده در قسمت مواد و روش‌ها از مجموع ۱۵۸ شب‌پره شکار شده کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi®، ۱۲۲ عدد آن‌ها افراد ماده بودند که نسبت جنسی افراد ماده به نر تقریباً ۳/٤ به یک بود. در مدت اجرای آزمایش در استان هرمزگان، شکار شب‌پره‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® دارای یک اوج مشخص در تاریخ ۱۳۹٦/۱۱/۱۱ بود که این اوج در شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی قابل تشخیص نبود. شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی از اواخر بهمن ماه افزایش یافت که این سیر صعودی تا پایان آزمایش در تاریخ ۱۳۹٦/۱۲/۸ ادامه داشت. زمان انجام کنترل شیمیایی در استان هرمزگان چهار و ۱۳ روز پس از اوج شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® بود که همان‌طور که ذکر شد بیشتر حشرات شکار شده به‌وسیله این تله‌ها افراد ماده بودند. اگر چه هدف از انجام این سمپاشی‌ها کنترل بید گوجه‌فرنگی، *T. absoluta*، بود ولی هم‌زمان با مراحل تخم و لاروحاصل از اوج شکار شب‌پره‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® نیز بوده است. کنترل شیمیایی سوم در اواخر آزمایش و در تاریخ ۱۳۹٦/۱۲/۵ انجام شد. علاوه بر حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی در طول مدت آزمایش در استان هرمزگان ٤۳ حشره دیگر از راسته بال‌پولک داران و ۳٤۲۵ حشره از سایر راسته‌ها که شناسایی نشدند توسط تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® شکار شدند. این در

حالی است که شکار حشرات مذکور به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی پروانه کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌ترتیب شش و ۲٤ عدد بود.

در استان قزوین در مجموع ٤۱۲ و ٦۲۰ شب¬پره کرم میوه گوجه¬فرنگی به‌ترتیب به‌وسیله تله¬های طعمه¬گذاری شده با Noctovi® و فرومون جنسی از تاریخ ۱۳۹۷/۳/۱۲ تا ۱۳۹۷/٦/۱۳(به‌مدت ۹٤ روز) شکار شدند. میانگین شکار روزانه در هر نوبت بازدید (۱٤ نوبت) و درهر تله طعمه گذاری شده با Noctovi® و فرومون جنسی به‌ترتیب ۰/۰۵± ۰/۵۸ و ۰/۱۱± ۰/۸۲ شب‌پره کرم میوه گوجه‌فرنگی بود که تفاوت معنی‌دار نداشتند ($F_{1, 203}$=1.44; P=0.232). میانگین شکار روزانه در هر نوبت بازدید و در هر تله در قطعات آزمایشی جلب و کشتن، کنترل شیمیایی و شاهد نیز به‌ترتیب ۰/۱۱ ± ۰/۷۳، ۰/۷ ± ۰/٦۳ و ۰/۱۲ ± ۰/۷٦ شب‌پره کرم میوه گوجه‌فرنگی بود که تفاوت معنی‌دار نداشتند (F2, 203=0.13; P=0.877). اثر متقابل جلب¬کننده و قطعه آزمایشی نیز معنی‌دار نبود ($F_{2, 203}$=1.19; P=0.305).

در استان قزوین نیز شب‌پره‌های ماده و نر کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله تله‌های طعمه گذاری شده با Noctovi® شکار شدند به‌طوری که این افراد ماده روی سطح چسبنده تله‌های دلتا تخم‌ریزی کرده و قابل شناسایی بودند. از مجموع ٤۱۲ شب‌پره شکار شده کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi®، ۸۲ عدد آن‌ها افراد ماده بودند که روی سطح چسبنده تمام تله‌های دلتا طعمه‌گذاری شده با Noctovi® در طول مدت آزمایش تخم‌ریزی کرده بودند. نسبت جنسی افراد ماده به‌نر تقریباً ۰/۲ به‌یک بود. در استان قزوین شکار حشرات نر به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی دارای دو اوج بود که اوج اول در اواخر تیر ماه و اوج دوم در اواخر مرداد ماه مشاهده شدند. اما شکار شب‌پره‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی در تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® اوج و فرودهای متعدد و متوالی داشت که زمان انجام کنترل شیمیایی آفت در استان قزوین پس از هر اوج شکار در این تله‌ها بود. علاوه بر حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی در طول مدت آزمایش در استان قزوین ۱٦۳ شب‌پره گاما، *Autographa gamma* (L.) (Lep.: Noctuidae)، ۸٦ پروانه بید گوجه‌فرنگی، *T. absoluta*، ۱۳۳۰ حشره دیگر از راسته بال‌پولک داران که شناسایی نشدند، ٤۹٤ زنبور عسل، *Apis mellifera* L. (Hym.: Apidae)، ۷٦٤ حشره کامل از راسته دوبالان و ۱٦٤ بالتوری، *Chrysoperla carnea* (Stephans) (Neu.: Chrysopidae)، توسط تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® شکار شدند. این در حالی است که شکار حشرات مذکور به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی پروانه کرم میوه گوجه‌فرنگی به‌ترتیب یک، یک، ۲٤، ۳۵، ٦۳ و سه عدد بود. پرواز و جلب شب‌پره‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی و شب‌پره‌های گاما ، بلافاصله پس از پاشیدن مخلوط Noctovi® و حشره‌کش، به‌سمت بوته‌های گوجه‌فرنگی آغشته در مزرعه و فرود حشرات روی این بوته‌ها نیز مشاهده شد (شکل ۳).

ب- برآورد خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعات آزمایشی

میانگین‌های (±خطای معیار) میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در هر بوته گوجه‌فرنگی و در هر نوبت نمونه‌برداری در محل‌های اجرای تحقیق، قطعات آزمایشی و اثر متقابل و گروه‌بندی آن‌ها در جدول یک ارائه شده‌اند. همان طور که در جدول یک مشاهده می‌شود میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در محل‌های اجرای تحقیق تفاوت معنی‌دار داشتند ($F_{2, 4262}$=85.10; P<0.001) و در استان قزوین به‌طور معنی‌دار بیشتر از دو استان البرز و هرمزگان و در استان البرز نیز به‌طور معنی‌دار بیشتر از استان هرمزگان بود. میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعات آزمایشی تفاوت معنی‌دار داشتند ($F_{2, 4262}$=44.01; P<0.001) به‌طوری که در قطعات جلب و کشتن به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعات کنترل شیمیایی وشاهد و در قطعه کنترل شیمیایی به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعه شاهد بود. اثر

متقابل محل اجرای تحقیق و قطعه آزمایشی نیز معنی‌دار بود ($F_{4, 4262}=3.95$; $P<0.01$). در دو استان البرز و قزوین میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعه جلب و کشتن به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعات کنترل شیمیایی وشاهد بود ولی بین دو قطعه کنترل شیمیایی و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در استان هرمزگان میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعات جلب و کشتن و کنترل شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی آلودگی در هر دو این قطعات به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعه شاهد بود.

در استان البرز میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در تیمارها، هم در حالتی که داده‌های دو قطعه کنترل شیمیایی، که در آن‌ها از دو حشره‌کش مختلف استفاده شد، به‌عنوان دو تیمار مجزا منظور شدند ($F_{3, 1341}=3.56$; $P<0.05$) و همچنین در حالتی که داده‌های دو قطعه کنترل شیمیایی با هم به‌عنوان یک تیمار واحد در نظر گرفته شدند ($F_{2, 1292}=5.26$; $P<0.01$) تفاوت معنی‌دار داشتند. در حالتی که داده‌های دو قطعه کنترل شیمیایی با کاربرد دو حشره‌کش مختلف، به‌عنوان دو تیمار مجزا در نظر گرفته شدند، میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعه جلب و کشتن به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعه شاهد بود ولی تفاوت معنی داری با هر دو قطعه کنترل شیمیایی نداشت. میانگین‌های میوه‌های آلوده به آفت در دو قطعه کنترل شیمیایی و قطعه شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند. نتایج گروه‌بندی تیمارها با داده‌های هر دو قطعه کنترل شیمیایی به‌عنوان یک تیمار واحد نشان داد که میانگین میوه‌های آلوده در قطعه جلب و کشتن به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعات کنترل شیمیایی و شاهد بود و آلودگی میوه‌های گوجه‌فرنگی در قطعه کنترل شیمیایی تفاوت معنی‌داری با قطعه شاهد نداشت.

در استان‌های هرمزگان ($F_{2, 1371}=30.66$; $P<0.001$) و قزوین ($F_{2, 1468}=57.51$; $P<0.001$) نیز میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در تیمارها تفاوت معنی‌دار داشتند. در استان هرمزگان میانگین میوه‌های آلوده در قطعات جلب و کشتن و کنترل شیمیایی به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعه شاهد بود ولی تفاوت معنی داری بین میانگین میوه‌های آلوده در قطعات تیمارهای جلب و کشتن و کنترل شیمیایی وجود نداشت. در استان قزوین میانگین میوه‌های آلوده به کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعه تیمار جلب و کشتن به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعات تیمارهای کنترل شیمیایی و شاهد و در قطعه تیمار کنترل شیمیایی نیز به‌طور معنی‌دار کمتر از قطعه شاهد بود (جدول ۲).

شکل ۳- جلب حشرات کامل *Helicoverpa armigera* (A) و *Autographa gamma* (B) به سمت بوته‌های گوجه‌فرنگی پس از پاشیدن مخلوط Noctovi® و حشره‌کش.

Fig. 3. Attraction of *Helicoverpa armigera* (A) and *Autographa gamma* toward the tomato plants after spraying the blend of Noctovi® and insecticide.

در استان البرز از مجموع گوجه‌فرنگی‌های نمونه‌برداری شده در طول مدت آزمایش در تیمارهای جلب و کشتن، کنترل شیمیایی با آوانت، کنترل شیمیایی با پرمترین و شاهد به‌ترتیب سه، چهار، چهار و شش درصد آن ها توسط کرم میوه گوجه‌فرنگی خسارت دیده بودند. درصد میوه‌های خسارت دیده در تیمارهای جلب و کشتن، کنترل شیمیایی و شاهد در استان هرمزگان به‌ترتیب یک، یک و سه درصد و در استان قزوین به‌ترتیب سه، شش و هشت درصد بود.

در استان البرز بیشترین درصد میوه‌های آلوده در تمام تیمارها در آغاز تحقیق بود که به‌تدریج تا پایان آزمایش کاهش یافت. نوسان‌هایی که در طول انجام بررسی در درصد میوه‌های آلوده در قطعات کنترل شیمیایی و شاهد دیده شد به‌جز در اواخر آزمایش در تاریخ ۱۳۹۶/۷/۱۷ در قطعه جلب و کشتن دیده نشد. درصد میوه‌های آلوده در قطعات کنترل شیمیایی، که در ابتدای تحقیق بیشتر از قطعه جلب و کشتن بود، در دو آماربرداری بعدی در تاریخ‌های ۱۲ و ۱۹ شهریور از قطعه جلب و کشتن کمتر شد. اما پس از آن تا پایان آزمایش همواره درصد میوه‌های آلوده در قطعه جلب و کشتن کمتر از آلودگی در قطعات کنترل شیمیایی و شاهد بود. آلودگی در قطعه شاهد در ابتدای تحقیق کمتر از سایر قطعات ولی پس از آن بیشتر از سایر تیمارها بود.

در استان هرمزگان دو اوج علائم آلودگی در تاریخ‌های ۱۳۹۶/۱۱/۹و پایان تحقیق در تاریخ ۱۳۹۶/۱۲/۱۳ در تمام تیمارها مشاهده شد. نوسان‌های آلودگی در طول مدت بررسی در تمام قطعات تیمارها روند مشابهی داشتند. درصد آلودگی در قطعه کنترل شیمیایی که از ابتدای بررسی تا نیمه مدت زمان تحقیق در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۹ بیشتر از قطعه جلب و کشتن بود، از تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۱۷ و هم‌زمان با استفاده از حشره‌کش‌ها و قطع مصرف Noctovi® در تیمار جلب و کشتن (آخرین مصرف در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۱۰ بود) به‌شدت کاهش یافت و تا ۱۳۹۶/۱۲/۸کمتر از آلودگی در قطعه جلب و کشتن بود. ولی در پایان آزمایش مجدداً میزان آلودگی در تیمار کنترل شیمیایی از آلودگی در تیمار جلب و کشتن بیشتر شد. آلودگی در قطعه شاهد که در ابتدای تحقیق کمتر از قطعه کنترل شیمیایی و بیشتر از قطعه جلب و کشتن بود، از تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۶ تا پایان مدت تحقیق تقریباً همیشه بیشتر از آلودگی قطعات سایر تیمارها بود.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های (خطای معیار±) درصد میوه‌های آلوده به *Helicoverpa armigera* در هر بوته گوجه‌فرنگی و در هر نوبت نمونه‌برداری در محل‌های اجرا، قطعات آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها

Table 1. The mean (±S.E.) comparison of percentages of infested tomatoes by *Helicoverpa armigera* per plant and at each sampling time in different study areas, treatments and their interactions.

Provinces	Treatments	Attract & Kill	Chemical control	Control	Total
Alborz		3.77±0.69^{de}	5.55±0.58^{c}	6.24±0.71^{bc}	5.28±0.38^{b}
Hormozgan		1.37±0.14^{e}	1.66±0.15^{e}	2.94±0.21^{cd}	1.99±0.10^{c}
Qzvin		3.58±0.15^{cd}	5.95±0.21^{ab}	8.19±0.45^{a}	5.25±0.14^{a}
Total		2.91±0.18^{c}	4.68±0.24^{b}	5.14±0.28^{a}	4.19±0.14

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف و یا ستون تفاوت معنی‌دار ندارند ($P < ٪۵$).

Means with the different letters in columns and/or rows are significantly different (P<0.05).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های (خطای معیار±) درصد میوه‌های آلوده به *Helicoverpa armigera* در هر بوته گوجه‌فرنگی و در هر نوبت نمونه‌برداری در محل‌های اجرا به تفکیک.

Table 2. The mean (±S.E.) comparison of percentages of infested tomatoes by *Helicoverpa armigera* per plant and at each sampling time in each study areas

Provinces	Treatments	Attract & Kill	Permethrin 25% EC	Avaunt 15% SC	Chemical control	Control
Alborz		3.77±0.69^{b}	6.23±0.88^{ab}	4.88±0.74^{ab}		6.24±0.71^{a}
		3.77±0.69^{b}			5.55±0.58^{a}	6.24±0.71^{a}
Hormozgan		1.37±0.14^{b}			1.66±0.15^{b}	2.94±0.21^{a}
Qzvin		3.58±0.15^{c}			5.95±0.21^{b}	8.19±0.45^{a}

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف تفاوت معنی‌دار ندارند ($P < ٪۵$).

Means with the different letters in each row are significantly different (P<0.05).

در استان قزوین میزان آلودگی در قطعات آزمایشی در ابتدای آزمایش کم و از آن پس روند افزایشی داشت. سه اوج علائم آلودگی در تاریخ‌های ۱۳۹۷/٤/۵، ۱۳۹۷/۵/۲ و ۱۳۹۷/۵/۲۹ در قطعات کنترل شیمیایی و شاهد مشاهده شد. علیرغم روند صعودی آلودگی در قطعه جلب و کشتن ، اما اوج‌های مشخصی در آلودگی میوه‌ها در این تیمار در مدت بررسی قابل شناسایی نبود. نوسان‌های آلودگی در طول مدت بررسی در قطعات کنترل شیمیایی و شاهد روند مشابهی داشتند. تقریباً در تمام طول مدت بررسی، میزان آلودگی به آفت در قطعه جلب و کشتن کمتر از قطعات کنترل شیمیایی و شاهد و در قطعه کنترل شیمیایی کمتر از قطعه شاهد بود

بحث

نتایج این بررسی نشان داد که فرآورده Noctovi®، حاوی کیمیاپیام‌های گیاهی جلب‌کننده و محرک‌های تغذیه‌ای ومواد همراه شامل قندها، برای حشرات کامل ماده و نر کرم میوه گوجه‌فرنگی جلب‌کننده بود و افراد ماده جلب شده بارور بودند. در منابع نیز به جلب‌کنندگی ترکیبات رایحه برخی گل‌ها برای حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی اشاره شده است. جلب‌کنندگی مواد فرار گل‌های جعفری گل درشت[۱]، *Tagetes erecta* L. (Asteraceae)، و گل نخود[۲]، *Lathyrus odoratus* L. (Fabaceae)، به‌عنوان کایرومون برای حشرات کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی در تونل باد نشان داده شده است. بررسی‌های الکتروفیزیولوژیک و شیمیایی، منجر به تهیه دو مخلوط سنتتیک جلب‌کننده برای حشرات کامل این آفت در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی شده است. مخلوط سنتتیک بر اساس رایحه گل جعفری گل درشت شامل Benzaldehyde، (±)-Linalool، Phenylacetaldehyde و (*S*)-(-)-Limonene و مخلوط سنتتیک شناسایی شده بر اساس مواد فرار گل نخود شامل Linalool-(-)، Phenylacetaldehyde، Benzyl alcohol و Diacetone (4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone) با نسبت‌های طبیعی بودند. تله‌های Unitrap طعمه‌گذاری شده با این دو مخلوط در مزارع نخود و پنبه در اسرائیل، مانند تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® در این تحقیق در استان قزوین، علاوه بر شب‌پره‌های ماده و نر کرم میوه گوجه‌فرنگی ، که به‌تعداد بیشتری شکار شدند، شب‌پره گاما، زنبور عسل و *Chrysopa carnea* را نیز شکار کردند. تعداد ٤٨ شب‌پره ماده کرم میوه گوجه‌فرنگی که به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با این مخلوط‌های سنتتیک شکار شدند مورد بررسی قرار گرفتند که ۳٦ عدد آن‌ها دارای اسپرماتوفور و ۲۵ درصد آن‌ها جفت‌گیری نکرده بودند (Bruce *et al.*, 2002). با توجه به‌جلب برخی زنبورهای گرده افشان مانند زنبور عسل و *Halictus* spp. (جلب گونه اخیر در اسرائیل گزارش شده است) به‌وسیله ترکیبات رایحه گل‌ها و Noctovi®، کاربرد این ترکیبات در گلخانه‌هایی که در آن‌ها از زنبورهای گرده‌افشان جنس *Bombus* spp. استفاده می‌شود، باید با احتیاط انجام شود تا زمانی که اثر این ترکیبات و یا محصولات مشابه آن روی کارآیی و جلب زنبورها بررسی شود. شکار حشرات کامل *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lep.: Noctuidae)، نیز در تله‌های مرطوب ساخته شده از بطری‌های پلاستیکی در مزارع نخود مکزیک گزارش شده است (Castillo *et al.*, 2017). بر اساس بررسی‌های Bruce و همکارن (۲۰۰۲) میزان شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با ترکیبات عطر گل‌ها بسیار کمتر از تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی بوده است (به‌ترتیب ۰/۱۱۵ و ۸/۸۰ حشره کامل کرم میوه گوجه‌فرنگی در هر تله و در هر روز). این در حالی است که در استان‌های البرز و قزوین شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® تفاوت معنی‌داری با شکار تله‌های طعمه گذاری شده با فرومون جنسی نداشت و در استان هرمزگان شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® به‌طور معنی‌دار بیشتر از شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با فرومون جنسی بود. این تفاوت می‌تواند احتمالا به‌دلیل ترکیبات جلب‌کننده

[۱] African marigold
[۲] Sweet pea

دیگر در Noctovi®، اثر دز و یا نوع تله به‌کار رفته در این دو بررسی باشد. برای مثال مخلوط ۹ ترکیب شامل (*E*)-*β*-Ocimene، Octanal، (*Z*)-3-Hexenyl acetate، (*Z*)-3-Hexen-1-ol، Nonanal butyrate، (*Z*)-3-Hexenyl-2-methyl، Decanal، Linalool و (E)-β-Caryophyllene که از گیاه توتون در مرحله گل استخراج و شناسایی شده اند، به‌عنوان کایرومون برای حشرات ماده جفت‌گیری کرده *Helicoverpa assulta* (Guenée) در شرایط آزمایشگاهی جلب‌کننده بودند (Sun *et al.*, 2012). نتایج یک بررسی دیگر نشان داد که شب‌پره‌های نر کرم میوه گوجه‌فرنگی می‌توانند در اثر یادگیری به‌یکی از ترکیبات اختصاصی عطر گلی که برای شهد مورد جستجو قرار می‌گیرد، در تونل باد جلب شوند. به‌این ترتیب که افرادی که گل‌های *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch.Bip. (Asteraceae) را مورد جستجو قرار می‌دهند به Phenylacetaldehyde که یکی از اجزاء عطر آن است و افرادی که گل‌های *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (Fabaceae) (نخود کفتری) یا گل‌های توتون، *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae)، را برای جمع‌آوری شهد انتخاب می‌کنند، به Linalool که یکی از ترکیبات عطر آن‌هاست جلب می‌شوند (Cunningham *et al.*, 2006). نتایج یک تحقیق طولانی مدت دیگر در استرالیا نیز منجر به معرفی یک محصول تجاری جلب‌کننده برای شب‌پره‌های کرم میوه گوجه‌فرنگی با نام Magnet® شد که مواد موثره آن مخلوطی از پنج ترکیب گیاهی d-Limonene، α-Pinene، Cineole، Phenylacetaldehyde و (*Z*)-3-hexenyl salicylate بود. ترکیب (*Z*)-3-hexenyl salicylate بعدا با Butyl salicylate جایگزین و Anisyl alcohol به‌عنوان ترکیب ششم به این محصول اضافه شد (Mensah *et al.*, 2013).

در استان‌های البرز و هرمزگان شکار تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® بیشتر از تله‌های فرومونی بود. اما در استان قزوین شکار تله‌های فرومونی بیشتر بود. افزایش چشم‌گیر شکار تله‌های فرومونی نسبت به تله‌های طعمه‌گذاری شده با Noctovi® در استان قزوین به‌خصوص در اواخر آزمایش و تقریباً هم‌زمان با استفاده از پخش‌کننده‌های فرومون‌های جنسی ساخت شرکت Trifolio-MGmbH (آلمان) بود که مقدار فرومون در آن تقریباً دو برابر بیشتر از آن در پخش‌کننده‌های فرومون ساخت شرکت Green Universe (اسپانیا) بود. بنابراین به‌نظر می‌رسد که احتمالا تفاوت دز در پخش‌کننده‌های فرومون این دو شرکت موجب تفاوت در نتایج به‌دست آمده در استان قزوین باشد. تله‌های طعمه‌گذاری شده با ترکیبات گیاهی که برای افراد ماده جلب‌کننده هستند برای پایش مناسب هستند (Bruce *et al.*, 2002). برای مثال مشخص شده است که کمترین تغییرات مجموع گرمای موثر روزانه مورد نیاز (روز–درجه)، از بیوفیکس[3] تا زمان تفریخ تخم‌های پروانه کرم سیب، *Cydia pomonella* (L.)، زمانی است که بیوفیکس بر اساس شکار پایدار افراد ماده به‌وسیله تله‌های طعمه‌گذاری شده با Ethyl (*E,Z*)-2,4-decadienoate (استر گلابی) باشد (Knight & Light, 2005).

میزان کم آلودگی به کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی در این تحقیق، حتی در قطعات شاهد، نتایج بررسی‌های Liu و همکاران (2004) و Hemati و همکاران (2013) مبنی بر نامناسب بودن و مقاومت نسبی گوجه‌فرنگی در مقایسه با سایر گیاهان میزبان این حشره را تأیید می‌کند.

بر اساس توصیه شرکت سازنده محصول Noctovi® و نتایج تحقیقات Del Socorro و همکاران (2010b)، اولین اولویت حشره‌کش‌ها برای مخلوط کردن آن‌ها با این فرآورده متومیل و تیودیکارب به‌میزان هفت گرم یا میلی‌لیتر از ماده موثره در یک لیتر است که موجب کشته شدن فوری[4] حشرات جلب شده می‌شوند. دومین اولویت سموم حشره‌کش برای اختلاط با Noctovi® شامل آسفات، ساکسس ٤، اسپنتور ٤٨٠ اس سی (حاوی ٤٨٠ گرم در لیتر اسپینوساد)، سایر فرمولاسیون‌های اسپینوساد و اسپینتورام به‌میزان ۱۰ گرم یا میلی‌لیتر از ماده مؤثره در یک لیتر می‌باشند. البته لازم است

[3] Biofix
[4] Knockdown

سازگاری سایر فرمولاسیون‌های اسپینوساد و اسپینتورام با Noctovi® مورد بررسی قرار گیرد. زیرا برخی فرمولاسیون‌های مایع آن‌ها با Noctovi® سازگار نیستند و لازم است در صورت عدم سازگاری از فرمولاسیون‌های پودری استفاده شود. هدف از بررسی سازگاری اطمینان از عدم بروز تغییرات فیزیکی در Noctovi® مانند تفکیک یا سخت شدن فرمولاسیون آن در اثر وجود برخی مواد افزودنی یا اجزاء بی اثر حشره‌کش است. برای انجام این بررسی ۱۰۰–۵۰ میلی‌لیتر از Noctovi® را با مقدار توصیه شده از حشره‌کش مورد نظر مخلوط کرده و وضعیت مخلوط پس از ۳۰ و ٦٠ دقیقه مشاهده می‌شود. چنانچه وضعیت فیزیکی مخلوط و چسبندگی آن در این مدت تغییر نکرد، استفاده از حشره‌کش بررسی شده برای اختلاط با Noctovi® بلامانع است. همچنین توصیه شده است تا از اختلاط حشره‌کش‌های با کمتر از ۲۵ درصد ماده مؤثره، پیرترینوئیدها و اورگانوفسفره‌ها با Noctovi® خودداری شود. بر اساس ادعای شرکت سازنده محصول Noctovi®، پیرترنوئیدها و اورگانوفسفره‌ها ممکن است دارای اثر دورکنندگی باشند و بنابراین برای روش جلب و کشتن مناسب نیستند. در صورت استفاده از این گروه‌های سموم حشره‌کش، باید انواعی را که دورکنندگی کمتری دارند و به‌میزان پنج گرم یا میلی‌لیتر از ماده موثره در هر لیتر Noctovi® مخلوط کرد. علیرغم عدم توصیه اختلاط حشره‌کش‌های پیرترنوئید با محصول Noctovi® توسط شرکت تامین کننده (Koppert Biological Systems) استفاده از حشره‌کش Permethrin EC 25% (فرمولاسیون شرکت گیاه، ایران) در کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعه آزمایشی جلب و کشتن در استان البرز موثر بود. نتایج بررسی‌های گذشته نشان داده است که حشره‌کش پرمترین همچنین در کنترل خسارت پروانه کرم چوبخوار پسته، *Kermania pistaciella* Amsel (Lep.: Oinophylidae)، به‌روش جلب و کشتن مؤثر بود (Avand-Faghih, 2006). استفاده از حشره‌کش کاروین53% SC (تیودیکارب) (ساخت شرکت کاوش کیمیا، ایران) نیز در کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در قطعات آزمایشی جلب و کشتن در استان‌های هرمزگان و قزوین مؤثر بود. اما با توجه به گزارش بروز مقاومت بالای جمعیت این آفت در استان گلستان و روند صعودی کاهش حساسیت جمعیت‌های این حشره در مغان و ورامین به حشره‌کش تیودیکارب (Mosallanejad & Golami, 2019) لازم است برای اختلاط این حشره‌کش با Noctovi® احتیاطات لازم در این مناطق کشور رعایت شوند.

نتایج این بررسی نشان داد که روش جلب و کشتن با استفاده از Noctovi® به‌میزان یک لیتر در هکتار مخلوط با حشره‌کش تیودیکارب به‌میزان هفت میلی‌لیتر از ماده مؤثره در هر لیتر موجب کاهش خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی کشور شد. خسارت آفت در قطعات اجرای جلب و کشتن در استان‌های البرز، هرمزگان و قزوین به‌ترتیب ۳۲، ۱۷ و ٤٠ درصد کمتر از قطعات کنترل شیمیایی و ٤٠، ۵۳ و ٥٦ درصد کمتر از قطعات شاهد در آن استان‌ها بود. خسارت آفت در قطعات کنترل شیمیایی در استان‌های البرز، هرمزگان و قزوین نیز به‌ترتیب ۱۱، ٤٤ و ۲۷ درصد کمتر از قطعات شاهد در آن استان‌ها بود.

علت عدم تفاوت معنی‌دار خسارت آفت در قطعات جلب و کشتن و کنترل شیمیایی در استان هرمزگان، احتمالاً دفعات کم کاربرد Noctovi® در مقایسه با استان‌های البرز و قزوین بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود تا در مزارع گوجه‌فرنگی، مانند آن چه در استان قزوین انجام شد، هر دو هفته یک بار و در طول مدت باردهی نسبت به‌کاربرد مخلوط Noctovi® و حشره‌کش اقدام شود. میزان مصرف سموم حشره‌کش توصیه شده در کشور برای کنترل کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه‌فرنگی شامل ۱۵۰ میلی‌لیتر در هکتار اسپینوساد SC 24% (تریسر)، ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار آلفاسایپرمترین به اضافه تفلوبنزورون SC 15%، ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار ایندوکساکارب SC 15% (آوانت)، ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار پریدالیل EC 50% (سومی‌پلو)، ۲۰۰ گرم در هکتار فلوبن‌دیامید WG 20%

(تاکومی) و ۱/۵ لیتر در هکتار کروموفنوزاید 5% SC (ماتریک) در هر نوبت می‌باشد. این در حالی است که در قطعه جلب و کشتن در استان قزوین، با بیشترین دفعات مصرف (شش بار)، در تمام مدت باردهی مجموعاً شش لیتر Noctovi® مخلوط با حدود ۸۰ میلی‌لیتر از حشره‌کش تیودیکارب (حاوی ٤٢ میلی‌لیتر از ماده مؤثره) مصرف شد، که به‌طور قابل توجه از حشره‌کش کمتری در مقایسه با روش کنترل شیمیایی با سموم توصیه شده در کشور استفاده شد.

روش جلب و کشتن با استفاده از Noctovi® نه تنها موجب کاهش مصرف سموم حشره‌کش و در نتیجه آثار مخرب آن‌ها بر محیط زیست و سلامت انسان می‌شود، بلکه از نظر عدم نیاز به‌مصرف آب نیز دارای مزیت است. عدم نیاز به آب برای کاربرد Noctovi® از یک سو موجب صرفه‌جویی در مصرف آب و از سویی دیگر باعث حذف آثار سوء کیفیت نامناسب آب حامل روی کارآیی حشره‌کش‌ها می‌شود. نتایج اجرای آزمایش در استان البرز نشان داد که اجرای روش جلب و کشتن در کنترل خسارت کرم میوه گوجه‌فرنگی در مزارع گوجه فرنگی با مساحت حدود نیم هکتار نیز مؤثر بود. برتری مهم دیگر روش جلب و کشتن با استفاده از Noctovi® سهولت کاربرد آن است. پاشیدن این محصول به‌وسیله یک سمپاش ارزان قیمت دستی تلمبه‌ای روی بوته‌های گوجه‌فرنگی ردیف میانی مزرعه بسیار ساده و سریع می‌باشد و از این نظر به‌روش جلب و کشتن پروانه کرم چوبخوار پسته با استفاده از محصول Kerma-Kill که روی تمام درختان پسته در قطعه قرار داده می‌شود (Avand-Faghih, 2006)، ارجحیت دارد.

سپاسگزاری

از آقای مهندس محمدعلی امینی خلف، خانم مهندس معصومه شعبانی و آقای مهندس امیرحسن خصوصی از شرکت گیاه برای تأمین اعتبارات و مواد لازم برای انجام این تحقیق و تمام همکاری‌ها و همراهی‌های ارزشمند و صمیمانه ایشان کمال تشکر و قدردانی را دارد. از خانم مهندس زهرا سلطانی برای تمام همکاری‌های بی شائبه برای اجرای تحقیق در استان هرمزگان سپاسگزاری می‌نماید.

References

AHMAD, M., 2004. A comprehensive review on cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). Journal of Agricultural Research, 42(1): 73-106.

AMIN, M. R., A. CHAKMA, M. Z. ALAM, M. M. HOSSAIN and F. GE, 2016. Screening of tomato varieties against tomato fruit borer and associated plant characters. SAARC Journal of Agriculture, 14(2): 150-161.

ARMES, N.J., D.R. JADHAV and P.A. LONERGAN, 1994. Insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner): status and prospects for its management in India. In Proceedings of World Cotton Research Conference -1, February 14-17, 1994, Brisbane, Australia, 522-532.

AVAND-FAGHIH, A., 2006. Field testing of a pheromone-based attracticide for control of pistachio twig borer moth, *Kermania pistaciella* Amsel (Lep.: Oinophylidae). Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), 0-100-100000-04-0000-84028, Final report of research project. (In Persian with English summary).

BEERWINKLE, K.R., T.N. SHAVER, P.D. LINGREN and J.R. RAULSTON, 1996. Free choice olfactometer bioassay system for evaluating the attractiveness of plant volatiles to adult *Helicoverpa zea*. Southwestern Entomologist, 21(4): 395-405.

BIRD, L.J., 2017. Genetics, cross-resistance and synergism of indoxacarb resistance in *Helicoverpa armigera*

(Lepidoptera: Noctuidae), Pest Management Science, 73(3): 575-581.

BRÉVAULT, T., J. ACHALEKE, S.P. SOUGNABÉ and M. VAISSAYRE, 2008. Tracking pyrethroid resistance in the polyphagous bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), in the shifting landscape of a cotton-growing area. Bulletin of Entomological Research, 98: 565-573.

BRITTON, D.R. and P. GREGG, 2004. Mating disruption trials for *Helicoverpa armigera* in tomato and capsicum for SP exports, childers, Qld.: Horticulture Australia Ltd, VX03011. 61 pp.

BRUCE, T.J. and A. CORK, 2001. Electrophysiological and behavioral responses of female *Helicoverpa armigera* to compounds identified in flowers of African marigold, *Tagetes erecta*. Journal of Chemical Ecology, 27(6): 1119-1131.

BRUCE, T.J.,A. CORK, D.R. HALL and E. DUNKELBLUM, 2002. Laboratory and field evaluation of floral odours from African marigold, *Tagetes erecta*, and sweet pea, *Lathyrus odoratus*, as kairomones for the cotton bollworm *Helicoverpa armigera*. International Organisation for Biological and Integrated Control-West Palearctic Regional Section Bulletin, 25: 1-9.

CAMERON, P.J., G.P. WALKER and T.J.B. HERMAN, 1995. Development of resistance to fenvalerate in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 23: 429-436.

CAMERON, P.J., G.P. WALKER, T.J.B. HERMAN and A. R. WALLACE, 2001. Development of economic thresholds and monitoring systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes. Journal of Economic Entomology, 94(5): 1104-1112.

CASTILLO, A.A.F., A.I. PÉREZ-LUNA and M.A.G.C. MADUEÑO, 2017. Evaluation of traps with food attractants for armyworm in chickpea. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(7): 1677-1683.

CHATURVEDI, I., 2007. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). Journal of Central European Agriculture, 8(2): 171-182.

CHATURVEDI, I., 2013. A survey of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in central and South Indian cotton ecosystems. International Journal of Research in BioSciences, 2(1): 37-43.

CUNNINGHAM, J.P., C.J. MOORE, P.M. ZALUCKI and B.W. CRIBB, 2006. Insect odour perception: recognition of odour components by flower foraging moths. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 273(1597): 2035-2040.

CZEPAK, C., K.C. ALBERNAZ, L.M. VIVAN, H.O. GUIMARÃES and T. CARVALHAIS, 2013. First reported occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Pesquisa Agropecuária Tropical, 43(1): 110–113.

DEL SOCORRO, A.P., P.C. GREGG, D. ALTER and C.J. MOORE, 2010a. Development of a synthetic plant volatile-based attracticide for female noctuid moths. I. Potential sources of volatiles attractive to *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Australian Journal of Entomology, 49(1): 10–20.

DEL SOCORRO, A.P., P.C. GREGG and A.J. HAWES, 2010b. Development of a synthetic plant volatile based attractant for female noctuid moths. III. Insecticides for adult *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Australian Journal of Entomology, 49(1): 31-39.

DURAIMURUGAN, P. and A. REGUPATHY, 2005. Synthetic Pyrethroid Resistance in Field Strains of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Tamil Nadu, South India. American Journal of Applied Sciences, 2(7): 1146-1149.

FARID, A., 1987. Some bio-ecological features of *Heliothis armigera* Hb. On tomatoes in Djiroft. Entomologie et Phytopathologie Appliquées, 54 (1 & 2): 15-24. (In Persian with English summary).

FATHIPOUR, Y. and A. SEDARATIAN, 2013. Integrated Management of *Helicoverpa armigera* in Soybean Cropping Systems. In: H. A. El-Shemy (Eds.),

Soybean – Pest Resistance. Rijeka, Croatia: InTech, 231-280 pp.

GREGG, P.C., 1993. Pollen as a marker for migration of *Helicoverpa armigera* and *H. punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from Western Queensland. Australian Journal of Ecology, 18(2): 209-219.

GUERRERO S., J. BRAMBILA and R.L. MEAGHER, 2014. Efficacies of Four Pheromone-Baited Traps in Capturing Male *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) Moths in Northern Florida. Florida Entomologist, 97(4): 1671-1678.

GUNNING, R.V. and C.S. EASTON, 1993. Endosulfan Resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia, Austral Entomology, 33: 9-12.

HARTLIEB, E. and H. REMBOLD, 1996. Behavioral response of female *Helicoverpa (Heliothis) armigera* Hb. (Lepidoptera: Noctuidae) moths to synthetic pigeonpea (*Cajanus cajan* L.) kairomone. Journal of Chemical Ecology, 22(4): 821-837.

HEMATI, S.A., B. NASERI and J. RAZMJOU, 2013. Reproductive performance and growth indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. Journal of Crop Protection, 2(2): 193-208.

HUSSAIN, D., H.M. SALEEM, M. SALEEM and M. ABBAS, 2014. Monitoring of insecticides resistance in field populations of *Helicoverpa armigera* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 2(6): 1-8.

JALLOW, M.F.A., M.P. ZALUCKI and G.P. FITT, 1999. Role of chemical cues in mediating host selection and oviposition behaviour by *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Australian Journal of Entomology, 38(4): 359-366.

KARIM, S. 2000. Management of *Helicoverpa armigera*: A review and prospectus for Pakistan. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(8): 1213-1222.

KNIGHT, A. L. and D.M. LIGHT, 2005. Timing of egg hatch by early-season codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) predicted by moth catch in pear ester- and codlemone-baited traps. The Canadian Entomologist, 137(6): 728-738.

LIU, Z., D.LI, P. GONG and K. WU, 2004. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. Environmental Entomology, 33(6): 1570-1576.

MAHON, R.J., K.M. OLESN and S. DOWNES, 2008. Isolations of cry2Ab resistance in Australian populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) are allelic. Journal of Economic Entomology, 101(3): 909-914.

MANJUNATH, T.M., V.S. BHATNAGAR, C.S. PAWAR and S. SITHANANTHAM, 1989. Economic Importance of *Heliothis* spp. in India and an Assessment of Their Natural Enemies and Host Plants. In Proceedings of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies, November 11-15, 1985, New Delhi: Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, India, 197-228.

MEIERROSE, C., J. ARAUJO, D. PERKINS, G. MERCADIER, S. POITOUT, R. BUES, P. VARGAS PIQUERAS and T. CABELLO, 1989. Distribution and economic importance of *Heliothis* spp. (Lep., Noctuidae) and their natural enemies and host plants in Western Europe. In Proceedings of the Workshop on Biological Control of *Heliothis*: Increasing the Effectiveness of Natural Enemies, November 11-15, 1985, New Delhi: Far Eastern Regional Research Office, U.S. Department of Agriculture, India, 311-327.

MENSAH, R. K., P.C. GREGG, A. P. DEL SOCORRO, C.J. MOORE, A.J. HAWES and N. WATTS, 2013. Integrated pest management in cotton: exploiting behaviour-modifying (semiochemical) compounds for managing cotton pests. Crop & Pasture Science, 64(8): 763-773.

MODARRS AWAL, M. 1994. List of agricultural pests and their natural enemies in Iran. Mashhad: Ferdowsi University Press.

MOSALLANEJAD, H. and Z. GOLAMI, 2019. First report of thiodicarb resistance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:

Noctuidae) in Iran. Journal of Entomological Society of Iran, 39(2): 195-212. (In Persian with English summary).

MURÚA, M.G., F.S. SCALORA, F.R. NAVARRO, L.E. CAZADO, A. CASMUZ, M.E. VILLAGRÁN, E. LOBOS and G. GASTAMINZA, 2014. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. Florida Entomologist, 97(2): 854-856.

NASERI, B., Y. FATHIPOUR, S. MOHARRAMIPOUR and V. HOSSEININAVEH, 2009. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. Entomological Science, 12: 147-154.

NINGTHOUJAM, K., K. SHARMA and G.T. GUJAR, 2017. Biological traits associated with Cry1Ac resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Indian Journal of Experimental Biology, 55: 722-727.

PATIL, S. B., A. GOYAL, S. S. CHITGUPEKAR, S. KUMAR and M. EL-BOUHSSINI, 2017. Sustainable management of chickpea pod borer. A review. Agronomy for Sustainable Development, 37(3): 17 pp.

RAJAPAKSE, C. N. K., G. H. WALTER, C. J. MOORE, C. D. HULL and B. W. CRIBB, 2006. Host recognition by a polyphagous lepidopteran (*Helicoverpa armigera*): primary host plants, host produced volatiles and neurosensory stimulation. Physiological Entomology, 31: 270-277.

RAMASUBRAMANIAN, T. and A. REGUPATHY, 2004. Magnitude and mechanism of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* Hub. Population of Tamil Nadu, India. Asian Journal of Plant sciences, 3(1): 94-100.

REDDY, G. V. P. and M. MANJUNATHA, 2000. Laboratory and field studies on the integrated pest management of (Hübner) in cotton, based on pheromone trap catch threshold level. Journal of Applied Entomology, 124(5-6): 213-221.

REMBOLD, H. and H. TOBER, 1987. Kairomones in legumes and their effect on behaviour of *Heliothis armigera*. In: Insects-Plants, Proceedings of the 6th International Symposium on Insect-Plant Relationships (PAU 1986) (eds V Labeyrie, G Fabres & D Lachaise), DR W. Junk Publishers, Dordrecht, South Africa. 25-29.

REMBOLD, H., A. C. KÖHNE and A. SCHROTH, 1991. Behavioural response of *Heliothis armigera* Hb. (Lep., Noctuidae) moths on a synthetic chickpea (*Cicer arietinum* L.) kairomone. Journal of Applied Entomology, 112(3): 254-262.

SINGH, N., S. K. DOTASARA, S. M. JAT and A. R. NAQVI, 2017. Assessment of crop losses due to tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* in tomato. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5(3): 595-597.

SHAVER, T.N., P.D. LINGREN, J.R. RAULSTON and H.F. Jr. MARSHALL, 1998. Plant chemicals as attractants for *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) and other insect species. Southwestern Entomologist. Supplement, 21: 37-45.

SOLEIMANNEJAD, S., Y. FATHIPOUR, S. MOHARRAMIPOUR and M.P. ZALUCKI, 2010. Evaluation of potential resistance in seeds of different soybean cultivars to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) using demographic parameters and nutritional indices. Journal of Economic Entomology,103(4): 1420-1430.

SUN, J.-G., L.-Q. HUANG and C.-Z. WANG, 2012. Electrophysiological and behavioral responses of *Helicoverpa assulta* (Lepidoptera: Noctuidae) to tobacco volatiles. Arthropod-Plant Interactions, 6(3): 375-384.

TORRES-VILA, L.M., M.C. RODRÍGUEZ-MOLINA and A. LACASA-PLASENCIA, 2003. Impact of *Helicoverpa armigera* larval density and crop phenology on yield and quality losses in processing tomato: developing fruit count-based damage thresholds for IPM decision-making. Crop Protection, 22(3): 521-532.

TOYOSHIMA, G., S. KOBAYASHI and T. YOSHIHAMA, 2001. Control of *Helicoverpa armigera* (Hübner) by Mating Disruption Using Diamolure in Lettuce Fields. Japanese Journal of Applid Entomology and Zoology, 45: 183-188. (In Japanese with English summary).

WANG, L., Z. MENG and L. LI, 2003. Trapping cotton boll worm with organic acid and insecticide treated poplar branch bundles. Chinese Journal of Biological Control, 19: 31-33.

WANG, D., X. QIU, X. REN, F. NIU and K. WANG, 2009. Resistance selection and biochemical characterization of spinosad resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 95(2): 90–94.

XIAO, C., P.C. GREGG, W. HU, Z. YANG and Z. ZHANG, 2002. Attraction of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), to volatiles from wilted leaves of a non-host plant, *Pterocarya stenoptera*. Applied Entomology and Zoology, 37(1): 1-6.

ZALUCKI, M.P., G. DAGLISH, S. FIREMPONG and P. TWINE, 1986. The Biology and Ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera : Noctuidae) in Australia: What do we know?. Australian Journal of Zoology, 34: 779-814.