



کارایی حشره کش‌های مختلف روی شته جالیز *Aphis gossypii* و تعیین میزان باقیمانده امامکتین بنزوات و استامی‌پرید روی خیار گلخانه‌ای

فاطمه شفق^{۱*}، مریم فروزان^۲، محسن مروتی^۳، ملیحه خسروی^۴، پیمان نامور^۵ و عزیز شیخی گرجان^۶

۱- * نویسنده مسوول: محقق، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران (azadehshafagh@yahoo.com)

۲- دانشیار پژوهش عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

۳- دانشیار پژوهش عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران

۴- مربی پژوهشی، عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، زابل، ایران

۵- دانشیار پژوهش عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، جیرفت، ایران

۶- دانشیار پژوهش عضو هیات علمی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۶

چکیده

گونه‌های مختلف شته‌های گلخانه از جمله شته جالیز با مکیدن شیره گیاه، انتقال ویروس‌های گیاهی و کاهش کمی و کیفی محصول، سالانه خسارت زیادی را به انواع مختلفی از محصولات گلخانه‌ای مانند خیار وارد می‌سازند. به منظور بررسی کارایی حشره کش‌ها برای کنترل شته جالیز، آزمایشی با پنج تیمار و چهار تکرار در استان‌های سیستان و بلوچستان، آذربایجان غربی و جنوب کرمان اجرا شد. تیمارها شامل حشره کش‌های امامکتین بنزوات ۴/۸٪ + استامی‌پرید ۶/۴٪، فلونیکامید، پیریمیکارب و دیکلرووس بودند. درصد کارایی حشره کش‌ها ۳، ۷ و ۱۴ روز پس از سمپاشی محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری باقیمانده آفت‌کش‌ها، تعداد ۱۱ نمونه (۱ نمونه از هر دو دز مختلف تیمار امامکتین بنزوات ۴/۸٪ + استامی‌پرید ۶/۴٪، در پنج زمان ۳، ۶، ۸، ۱۳ و ۱۵ روز پس از سمپاشی و ۱ نمونه شاهد بدون سمپاشی) از استان آذربایجان غربی جمع‌آوری و به آزمایشگاه مرجع باقیمانده سموم در مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور منتقل شدند و کمی‌سازی مقادیر باقیمانده آن انجام گرفت. میانگین درصد تأثیر حشره کش‌های مورد بررسی در روز سوم به ترتیب در استان‌های سیستان و بلوچستان، آذربایجان غربی و جنوب کرمان نشان داد که تیمار امامکتین بنزوات + استامی‌پرید دو در هزار، با کارایی $4/6 \pm 77/30$ ، 100 و $2/35 \pm 95/02$ درصد بیشترین تأثیر را در کنترل شته جالیز داشت. بررسی باقیمانده سموم نشان داد که در همه نمونه‌ها پس از برداشت محصول، باقیمانده امامکتین بنزوات به حدی پایین بود که تشخیص کمی و کیفی آن توسط دستگاه امکان‌پذیر نبود. باقیمانده استامی‌پرید در سومین روز پس از سمپاشی در دزهای بررسی شده معادل $0/058$ و $0/063$ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد که از حد مجاز پایین‌تر بود.

کلیدواژه‌ها: *Aphidiinae*، استخراج، کنترل شیمیایی، خیار

دبیر تخصصی: دکتر محسن یزدانیان

Citation: Shafaghi, F., Foruzan, M., Morowati, M., Khosravi, M., Namvar, P. & Sheikhi Garjan, A. (2022). The Efficacy of different insecticides against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and the determination of Emamectin Benzoate and Acetamiprid residue levels on greenhouse cucumber. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 45(2), 109-120. <https://doi.org/10.22055/ppr.2022.17578>.

مقدمه

شته جالیز، *Aphis gossypii* Glover، یکی از مهم‌ترین شته‌های خسارت‌زا در گلخانه‌ها و مزارع خیار است. این حشره آفتی پلی‌فاژ و همه‌جازی است که حدود ۷۰۰ میزبان گیاهی برای آن شناخته شده‌اند (Capinera, 2007). شته‌ها با مکیدن شیره گیاه موجب ضعف میزبان گیاهی و عوارضی مانند زردی، پیچیدگی، ریزش برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها می‌شوند. اغلب آن‌ها عسلک ترشح نموده و محیط مناسبی را برای رشد قارچ‌های ساپروفیتی مانند قارچ‌های دوده (فوماژین) ایجاد می‌کنند که وجود این قشر دوده موجب اختلال در فتوسنتز می‌شود. همچنین، این دسته از آفات قادرند انواع گوناگونی از ویروس‌های گیاهی را از گیاهان آلوده به گیاهان سالم منتقل کنند (Rezvani, 2003).

با وجود استفاده از روش‌های مختلف کنترل مانند زراعی و بیولوژیک در کشاورزی جدید، کنترل آفاتی مانند شته جالیز همچنان به استفاده از آفت‌کش‌ها وابسته است و تولیدکنندگان محصولات گلخانه‌ای برای مدیریت این آفت در طول فصل رشد مجبور می‌شوند چندین نوبت علیه آن سمپاشی کنند (Hardee, 1993). از طرفی، استفاده از آفت‌کش‌ها بایستی مدبرانه صورت پذیرد تا از بروز مقاومت که یکی از دلایل ناموفق بودن روش‌های کنترل شیمیایی است، جلوگیری به عمل آید. از این رو، لازم است هر چند سال یک‌بار میزان حساسیت آفات مهم کشور نسبت به آفت‌کش‌های متداول بررسی و آفت‌کش‌های موثر کم‌خطر و جدید معرفی شوند. در سال‌های اخیر، پژوهش‌ها در این زمینه نشان داده‌اند که دو حشره‌کش گیاهی نیم‌آزال و شته‌کش پی‌متروزین تأثیر قابل قبولی در کنترل شته جالیز بر روی خیار گلخانه‌ای داشتند (Javadzadeh et al., 2016; Namvar, 2019). حشره‌کش جدید گیاهی هماگرو پراد نیز با دز ۱۰ در هزار، کارایی قابل قبولی در کنترل شته جالیز در شرایط گلخانه داشته است (Mohammadpour et al., 2019).

در حال حاضر، حشره‌کش‌های دیکلرووس، پیریمیکارب و فلونیکامید جزو مهم‌ترین حشره‌کش‌هایی هستند که برای کنترل شته‌ها در ایران مصرف می‌شوند. دیکلرووس ترکیبی از گروه ارگانوفسفاته‌است که با مهار آنزیم استیل‌کولین استراز در دستگاه عصبی تأثیر خود را برجای می‌گذارد (Binukumar & Gill, 2010). پیریمیکارب حشره‌کش سیستمیک انتخابی از گروه کاربامات‌ها است که یک شته‌کش سریع و اختصاصی است و به عنوان مهارکننده آنزیم استیل‌کولین استراز عمل می‌کند (Talebi Jahromi, 2011). فلونیکامید نیز یکی از حشره‌کش‌های جدید سیستمیک است که کارایی بالایی را در کنترل گونه‌های مختلف شته‌ها از خود نشان داده و پس از ورود به بدن آفات هدف با تأثیر بر روی کانال کلسیم ماهیچه‌ها، اندام‌های دهانی حشرات حساس را فلج کرده و آن‌ها را از تغذیه باز می‌دارد (Fanigliulo et al., 2009).

با توجه به اهمیت کنترل شیمیایی شته جالیز در گلخانه‌های خیار و لزوم استفاده از حشره‌کش‌های جدید علیه این آفت که به دلیل توان تولید مثلی بالا، احتمال بروز مقاومت در آن بسیار زیاد است، تحقیق حاضر جهت معرفی حشره‌کش جدید امامکتین بنزوات + استامی‌پرید طراحی و اجرا شد. امامکتین بنزوات ترکیبی از گروه آورمکتین‌ها می‌باشد که از اکتینوماست خاکری به نام *Stereptomyces avermitilis* به دست می‌آید (Burg et al., 1979). آورمکتین‌ها به بخش‌های مختلف گیرنده‌های گلوتامات و گاما-آمینوبوتیریک اسید در کانال‌های یون کلر دستگاه عصبی حشرات متصل می‌شوند (Jansson et al., 1997). این حشره‌کش گوارشی است، اگر چه تأثیر تماسی نیز دارد. این ترکیبات سازگار با محیط زیست بوده و نحوه اثر جدیدی دارند و در مقایسه با حشره‌کش‌های سنتی رایج برای پستانداران و دشمنان طبیعی امن‌تر هستند (Esmaily et al., 2015). استامی‌پرید نیز با

حشرات نسبت به آفت کش ها و ظهور آفات درجه دوم) شود و از طرف دیگر، با برجای ماندن باقیمانده این ترکیبات در محصولات کشاورزی می تواند سلامت مصرف کنندگان را با خطر جدی مواجه کند (Cooper & Niglli, 2002).

بنابراین، پژوهش حاضر با هدف معرفی حشره کش جدید امامکتین بنزوات + استامی پرید در مقایسه با چند حشره کش رایج برای کنترل شته جالیز در محصول خیار گلخانه ای با احتمال خطر کمتر برای موجودات غیرهدف و بررسی اندازه گیری میزان باقیمانده آن در محصول خیار انجام شد. امید است که نتایج این تحقیق در تولید محصول خیار سالم تر جهت تامین سلامت مصرف کنندگان مفید واقع شود.

مواد و روش ها

گلخانه آزمایشی و حشره کش های مورد استفاده

این بررسی در گلخانه های سه استان سیستان و بلوچستان، آذربایجان غربی و جنوب کرمان در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل حشره کش ترکیبی جدید امامکتین بنزوات ۴/۸٪ + استامی پرید ۶/۴٪ EC شرکت آریسان به شیمی به نسبت های ۱/۵ و ۲ در هزار، فلونیکامید شرکت ISC ژاپن (تپکی، ۵۰٪ WG) نسبت ۰/۲۵ در هزار، پیریمیکارب شرکت ووکسی همی آگروکمیکال چین (پیریمور، ۵۰٪ DF) به نسبت ۰/۷ در هزار، دیکلرووس شرکت UPL (دداپ، ۵۰٪ EC) ۰/۵ در هزار و شاهد (آپاشی) بودند. هر واحد آزمایشی شامل یک ردیف طولی ۱۵ متری شامل حدود ۴۰ بوته خیار بود. رقم های خیار کاشته شده در این بررسی شامل رقم سینا در استان سیستان و بلوچستان، رقم Nagene در استان آذربایجان غربی و رقم Ever Green در جنوب کرمان بودند.

نحوه بررسی کارایی حشره کش ها

نشاها در سینی های نشای مربع شکل ۷۷ حفره ای حاوی پیت موس کشت شدند. در سه روز اول پس از کشت جهت

اختلال در گیرنده های نیکوتین استیل کولین در حشرات باعث مرگ و میر می شود. کاربرد اولیه استامی پرید برای کنترل حشراتی مانند شته ها می باشد (Wallace, 2014).

مساله مهم دیگر در رابطه با آفت کش ها این است که اغلب محصولات کشاورزی مدت زمان کوتاهی پس از سمپاشی به بازار مصرف ارایه می شوند، بنابراین، حاوی مقادیری از باقیمانده آفت کش ها می باشند. استفاده بیش از حد از آفتکش ها در تولید محصولات کشاورزی باعث بروز پدیده ای به نام بقایای آفت کش ها می گردد که این پدیده به عنوان یک عامل خطر برای سلامتی انسان و آلودگی محیط زیست مطرح می باشد. در نتیجه، مصرف کنندگان به طور مستقیم غذایی را مصرف می کنند که دارای غلظت زیادی از انواع آفتکش هاست (Jahed Khaniki et al., 2011). بنابراین، تعداد زیادی از مردم در اثر مصرف مواد غذایی دارای باقیمانده آفت کش ها در معرض مسمومیت قرار می گیرند. به نظر می رسد درصد زیادی از مواد غذایی به ویژه انواع سبزیجات و میوه جات به باقیمانده های آفت کش ها آلوده هستند (Hodgson & Levi, 1987).

در بین آفت کش های مختلفی که در گلخانه های سبزی و صیفی از جمله خیار مصرف می شوند، حشره کش ها پرمصرف ترین و خطرناک ترین ترکیبات هستند. از آنجایی که حشره کش ها به دفعات در فصل رشد مصرف می شوند، وجود باقیمانده های غیرمجاز آن ها در محصول دور از انتظار نیست و این موضوع در انواع محصولات گلخانه ای مانند خیار که به صورت تازه خوری مصرف می شوند، اهمیت ویژه ای دارد (Morowati & Nematollahi, 2014).

اتخاذ تدابیری از جمله کاهش غلظت مصرف و یا استفاده از حشره کش های جدید و کم خطر می تواند در سلامت مصرف کنندگان موثر باشد. در این رابطه، بکارگیری غیراصولی آفت کش ها می تواند از طرفی باعث به هم خوردن تعادل طبیعی (از جمله حذف دشمنان طبیعی، مقاوم شدن

Ca = تعداد شته زنده در کرت شاهد بعد از محلول‌پاشی، و
Cb = تعداد شته زنده در کرت شاهد قبل از محلول‌پاشی.
تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون توکی و با
استفاده از نرم‌افزار SAS Institute, SAS ver 9.1) (2001) انجام شد.

$$= 100 \times \left[1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right]$$

درصد تأثیر آفت‌کش

روش اندازه‌گیری باقیمانده امامکتین بنزوات و استامی‌پرید

تعداد ۱۱ نمونه (۱ نمونه از هر دو دز مختلف حشره-کش ترکیبی جدید، در پنج زمان ۳، ۶، ۸، ۱۳ و ۱۵ روز پس از محلول‌پاشی و ۱ نمونه شاهد بدون محلول‌پاشی) از نمونه‌های خیار استان آذربایجان غربی جمع‌آوری شدند. پس از نمونه‌برداری (وزن هر نمونه ۱ کیلوگرم، معادل ۱۰ تا ۱۲ عدد خیار)، نمونه‌ها داخل کیسه‌های پلی‌اتیلن تیره رنگ گذاشته شده و روی کیسه‌ها برچسب زده شد. نمونه‌ها با حفظ دمای مناسب (قرار دادن نمونه‌ها در یخ) سریعاً به آزمایشگاه مرجع باقیمانده سموم، بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور منتقل شدند. نمونه‌برداری طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۶۶ سال ۱۳۸۴ با عنوان "آفت‌کش‌ها- تعیین باقیمانده در محصولات زراعی و دامی- روش‌های نمونه-برداری" انجام شد.

استخراج نمونه‌ها به منظور اندازه‌گیری باقیمانده امامکتین بنزوات و استامی‌پرید

در این بررسی از روش QuEChERS برای استخراج باقیمانده امامکتین بنزوات و استامی‌پرید در نمونه‌های خیار با سه تکرار انجام شد. برای آماده‌سازی، نمونه‌های خیار خرد و همگن شدند. ۱۵ گرم از نمونه همگن و خرد شده به عنوان آزمایش از نمونه آزمایشگاهی توزین شد. با افزودن ۱۵ میلی‌لیتر استونیتریل حاوی ۱٪ اسید استیک، فرایند استخراج کلی انجام شد. برای تکمیل فرایند

جوانه‌زنی سریع، دمای محیط ۳۰ درجه سلسیوس بود. پس از جوانه‌زنی، دمای محیط ۲۵ درجه در طول روز و ۱۸ درجه در طول شب بود و رطوبت نسبی نیز روی ۶۵ درصد تنظیم گردید. شرایط نوری گلخانه مطابق با شرایط محیطی بود. در این شرایط، معمولاً ۲۵ روز بعد و در مرحله ۴ تا ۵ برگگی، انتقال نشاها به زمین اصلی صورت گرفت. در گلخانه‌های مذکور، آلودگی به شته به صورت طبیعی بود و آلودگی مصنوعی ایجاد نشد. بوته‌های آلوده به شته نیز در داخل قفس نبودند. تعداد زیادی از بوته‌ها در ردیف‌ها، آلوده به شته بودند که به صورت بلوک‌بندی تیمارهای مربوط، در بوته‌های آلوده اعمال گردید. سمپاشی در مرحله شروع میوه‌دهی انجام شد. نوع سمپاش مورد استفاده، لانس‌دار پشت موتوری بود.

نمونه‌برداری‌ها یک روز قبل از محلول‌پاشی و ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از محلول‌پاشی انجام گرفت. از هر کرت به طور تصادفی ۱۵ بوته و از هر بوته نیز دو برگ بالایی و پایینی انتخاب شدند و شته‌های زنده روی آن‌ها شمارش شد. مراحل زیستی شته به تفکیک شمارش نشدند و تنها یک شمارش روی برگ (حاوی تمام مراحل زیستی اعم از سنین مختلف پورگی و حشره کامل) انجام شد. نمونه‌برداری یک روز قبل از محلول‌پاشی جهت تعیین تعداد اولیه جمعیت انجام گردید. جهت شمارش دقیق شته‌ها، برگ‌های جدا شده در داخل نایلون‌های پلاستیکی گذاشته شدند تا در آزمایشگاه بررسی شوند. شمارش شته‌ها یا استفاده از تشت آب، قلم مو و لوپ‌های دستی انجام شد.

تجزیه آماری کارایی حشره‌کش‌ها

برای محاسبه درصد کارایی آفت‌کش‌ها از فرمول Henderson & Tilton, (1995) به شرح زیر استفاده شد که مولفه‌های آن عبارتند از:
Tb = تعداد شته زنده در کرت تیمار قبل از محلول‌پاشی،
Ta = تعداد شته زنده در کرت تیمار بعد از محلول‌پاشی،

در روز سوم در این استان نشان داد که از بین تیمارهای مورد بررسی، امامکتین بنزوات + استامی‌پرید ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام از کارایی بیشتری برخوردار بود ولی با دز ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام آن تفاوت معنی‌داری نداشت. در روزهای هفتم و چهاردهم پس از محلول‌پاشی، همه تیمارها به غیر از دیکلرووس از کارایی خوبی برای کنترل این آفت برخوردار بودند (جدول ۱).

تجزیه واریانس داده‌های تلفات شته‌ها در استان کرمان ظرف سه ($P = 0.0139; F_{4,8} = 6.25$)، هفت ($P = 0.0001; F_{4,8} = 96.66$) و چهارده روز بعد از سمپاشی ($P = 0.0001; F_{4,8} = 50.02$) نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین کارایی تیمارهای مختلف در روز سوم نشان داد که تیمار امامکتین بنزوات + استامی‌پرید در هر دو غلظت بررسی شده و نیز تیمار فلونیکامید از کارایی بیشتری برخوردار بودند که البته این سه تیمار اختلاف معنی‌داری با پیریمیکارب نداشتند. در هفتمین و چهاردهمین روز بعد از محلول‌پاشی نیز به غیر از دیکلرووس، سایر تیمارها از کارایی خوبی برای کنترل این آفت برخوردار بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). تجزیه واریانس تلفات شته در استان آذربایجان غربی ظرف سه ($P = 0.0001; F_{4,8} = 46.84$) هفت ($P = 0.0001; F_{4,8} = 28.97$) و چهارده روز بعد از سمپاشی ($P = 0.0001; F_{4,8} = 28.97$) نشان داد که بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین کارایی تیمارهای مختلف در روزهای سوم و چهاردهم نشان داد که در این روزها تیمار امامکتین بنزوات + استامی‌پرید ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام نسبت به سایر تیمارها از کارایی بیشتری برخوردار بود ولی با دز ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام این حشره‌کش و فلونیکامید اختلاف معنی‌داری نداشت. در هفتمین روز بعد از محلول‌پاشی به غیر از پیریمیکارب،

استخراج از جاذب‌های سولفات منیزیم بدون آب، کلرید سدیم و استات سدیم استفاده شد. با سانتی‌فیوژ، فاز آلی از بافت آبی جدا شد و ۵ میلی‌لیتر فاز آلی به دست آمده از این مرحله برای مرحله تصفیه استفاده گردید. برای تصفیه، از جاذب‌های سولفات منیزیم به منظور حذف آب اضافی در محیط و از پلی‌سکندری‌آمین به منظور حذف مولکول‌های درشت، اسیدهای آلی، پروتئین‌ها و سایر هم‌استخراج‌های مزاحم استفاده شد. در نهایت، پس از سانتی‌فیوژ ۲ میلی‌لیتر از فاز آلی حاصل پس از عبور از فیلتر سر سرنگی برای تبخیر و سپس تزریق به دستگاه آماده شد. جهت آنالیز امامکتین بنزوات و استامی‌پرید با دستگاه LC-MS/MS، در شرایط شویش در HPLC برای جداسازی از فازهای متحرک استونیتریل و آب حاوی ۰/۱٪ اسید فرمیک اسید استفاده شد. کالیبره کردن دستگاه LC-MS/MS نیز با استانداردهای آفت‌کش‌های مورد مطالعه انجام شد. با تزریق مستقیم محلول استاندارد $1 \mu\text{g/ml}$ از محلول استاندارد هر یک از دو آفت‌کش به تنهایی به آشکارساز MS، ولتاژ قطعه قطعه شدن یون والد و انرژی برخورد برای هر یک از یون‌های دختر یا یون‌های تولیدی هر یک از ترکیبات بهینه شد. به عبارت دیگر، در این مرحله بهترین شرایط برای تشخیص با حساسیت بالا برای هر یک از ترکیبات تعیین شد.

نتایج

کارایی آفت‌کش‌ها

تجزیه واریانس داده‌های تلفات شته‌ها در استان سیستان و بلوچستان ظرف سه ($P = 0.0005; F_{4,8} = 17.24$)، هفت ($P = 0.0002; F_{4,8} = 22.65$) و چهارده روز بعد از سمپاشی ($P = 0.0001; F_{4,8} = 109.8$) نشان داد که بین تیمارها در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسه میانگین کارایی تیمارهای مختلف

قابل اندازه‌گیری نبودند. میزان باقیمانده این دو حشره‌کش در جدول ۴ آورده شده است.

اعتبارسنجی روش

طبق استاندارد سانکو، اعتبارسنجی در ۹ سطح غلظتی انجام گرفت که در حلال و ماتریس خیار عبارت بودند از: ۰/۰۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۲۵، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱/۰ میلی‌گرم/کیلوگرم. با مقایسه شیب منحنی کالیبراسیون در حلال و در ماتریس خیار اثر ماتریس محاسبه گردید (جدول ۵). اولین نقطه در LDR همان LOQ است. میزان شایستگی (جدول ۵) و بازیابی در محدوده ۸۲ تا ۱۱۵/۸ درصد با RSD کمتر از ۷ درصد (جدول ۶)، نشان از قابل قبول بودن روش آنالیز پیشنهادی می‌باشد (Eslami et al., 2021; Mahdavi et al., 2021a; b).

سایر تیمارها از کارایی خوبی برای کنترل این آفت برخوردار بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

میزان باقیمانده امامکتین بنزوات و استامی پرید

بررسی باقیمانده آفت‌کش‌ها در خیارهای تیمار شده با حشره‌کش‌های مورد آزمایش نشان داد که در نمونه‌های ارسالی، باقیمانده امامکتین بنزوات به حدی پایین بود که امکان تشخیص کمی و کیفی آن توسط دستگاه LC-MS/MS امکان پذیر نبود و در کلیه نمونه‌ها باقیمانده آن از میزان LOQ کمتر بود. در مورد حشره‌کش استامی پرید، از روز سوم پس از محلول‌پاشی در هر دو تیمار مقادیر کمتر از حد مجاز این حشره‌کش در نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند که در روزهای ۶ و ۸ پس از محلول‌پاشی این مقادیر کمتر از LOQ دستگاه بود و در روزهای ۱۱، ۱۳ و ۱۵ پس از محلول‌پاشی این مقادیر

جدول ۱- مقایسه میانگین (\pm SE) درصد کارایی آفت‌کش‌های مختلف روی شته جالیز در سیستان و بلوچستان

Table 1. Mean (\pm SE) percentage efficiency of different insecticides on *Aphis gossypii* in Sistan and Baluchestan province

Traetment	Concentration (ppm)	Days after treatment		
		3	7	14
Emamectin benzoate + Acetamiprid	2000	77.3 \pm 4.6 a	100 \pm 0 a	99.6 \pm 0.2 a
Emamectin benzoate + Acetamiprid	1500	58.7 \pm 6.2 ab	99.9 \pm 0.04 a	99.3 \pm 0.2 a
Fonicamid	250	49.9 \pm 2.8 b	99.9 \pm 0.06 a	99.2 \pm 0.1 a
Primicarb	700	36.5 \pm 7.1b c	98.7 \pm 0.7 a	97.3 \pm 1.1 a
Dichlorvos	500	20.5 \pm 5.6 c	44.2 \pm 7.1 b	35.1 \pm 6.3 b

Means with the same letters in each column are not significantly different (Tukey's test, $\alpha = 1\%$)

جدول ۲- مقایسه میانگین (\pm SE) درصد کارایی آفت‌کش‌های مختلف روی شته جالیز در جنوب استان کرمان

Table 2. Mean (\pm SE) percentage efficiency of different insecticides on *Aphis gossypii* in the south of Kerman province

Treatment	Concentration (ppm)	Days after treatment		
		3	7	14
Emamectin benzoate + Acetamiprid	2000	95.0 \pm 2.3 a	94.49 \pm 3.7 a	98.89 \pm 0.5 a
Emamectin benzoate + Acetamiprid	1500	92.2 \pm 1.07 a	87.57 \pm 6.6 a	93.97 \pm 2.06 a
Fonicamid	250	91.6 \pm 3.6 a	90.35 \pm 7.3 a	98.24 \pm 1.2 a
Primicarb	700	78.9 \pm 6.2 ab	94.25 \pm 4.7 a	93.59 \pm 3.5 a
Dichlorvos	500	47.7 \pm 6.08 b	42.12 \pm 7.5 b	47.92 \pm 4.9 b

Means with the same letters in each column are not significantly different (Tukey's test, $\alpha = 5\%$)

جدول ۳- مقایسه میانگین (\pm SE) درصد کارایی آفت کش‌های مختلف روی شته جالیز در آذربایجان غربیTable 3. Mean (\pm SE) percentage efficiency of different insecticides on *Aphis gossypii* in West Azerbaijan province

Treatment	Concentration (ppm)	Days after treatment		
		3	7	14
Emamectin benzoate + Acetamiprid	2000	100 \pm 0 a	98.4 \pm 0.7 a	98.8 \pm 1.1 a
Emamectin benzoate + Acetamiprid	1500	92.1 \pm 1.3 ab	93.4 \pm 1.4 a	88.5 \pm 2.5 ab
Fonicamid	250	90.6 \pm 0.9 ab	88.5 \pm 1.5 a	89.9 \pm 1.1 ab
Primicarb	700	55.0 \pm 5.2 c	60.7 \pm 4.0 b	57.2 \pm 4.4 c
Dichlorvos	500	84.2 \pm 0.7 b	87.7 \pm 4.3 a	83.6 \pm 2.3 b

Means with the same letters in each column are not significantly different (Tukey's test, $\alpha = 1\%$)

جدول ۴- باقیمانده امامتین بنزوات و استامی پرید در خیار در روزهای ۳ تا ۱۵ پس از محلول پاشی

Table 4. Residue of Emamectin benzoate and Acetamiprid pesticides in cucumber 3 to 15 days after spraying

Sample code MRLs	Emamectin benzoate (mg/kg)	Acetamiprid (mg/kg)
	0.1 mg/kg (national)	0.3 mg/kg (Codex)
T1 (2000 ppm) 3d after spraying	ND	0.058
T1 (2000 ppm) 6d after spraying	ND	< LOQ
T1 (2000 ppm) 8d after spraying	ND	< LOQ
T1 (2000 ppm) 13d after spraying	ND	ND
T1 (2000 ppm) 15d after spraying	ND	ND
T2 (1500 ppm) 3 after spraying	ND	0.063
T2 (1500 ppm) 6d after spraying	ND	< LOQ
T2 (1500 ppm) 8d after spraying	ND	< LOQ
T2 (1500 ppm) 11d after spraying	ND	ND
T2 (1500 ppm) 13d after spraying	ND	ND
Control	ND	ND

ND= Not Detected

LOQ= Limit of quantification

جدول ۵- ارزیابی عملکرد روش‌های استخراج و آنالیز از نظر محدوده دینامیکی خطی، LOD، LOQ (mg/kg) و اثر ماتریسی در آفت کش‌های هدف در LC-MS/MS

Table 5. Performance evaluation of extraction and analysis methods in terms of linear dynamic range LOD, LOQ (mg/kg) and matrix effect on target pesticides in LC-MS/MS

No.	Analytes	Linear matrix-matched equation	Coeff. Of determination (R ²)	Linear dynamic range	LOD	LOQ	Matrix effect%
1	Emamectin benzoate	y = 52059x + 32533	0.9923	0.02-1	0.007	0.02	-13.6
2	Acetamiprid	y = 62682x + 3281.8	0.9932	0.05-1	0.01	0.05	-23

جدول ۶- آزمایش‌های غنی‌سازی (بازیافت و تکرارپذیری) در سطح غنی‌سازی ۰/۱ میلی‌گرم/کیلوگرم و ۰/۵ میلی‌گرم/کیلوگرم

Table 6. Enrichment tests (recycling and reproducibility) at the enrichment level of 0.1 mg/kg and 0.5 mg/kg

No.	Analytes	Recovery% (0.1 mg/kg)	RSD% (n = 3)	Recovery% (0.5 mg/kg)	RSD% (n = 3)
1	Emamectin benzoate	115.8	18.1	105.8	19.5
2	Acetamiprid	82	13.5	93	11.7

بحث

نتایج بررسی حاضر نشان داد که تمامی تیمارهای مورد بررسی برای کنترل شته جالیز موثر بودند، اما به طور کلی در هر سه استان و در بیشتر روزهای مورد بررسی، حشره کش ترکیبی امامکتین بنزوات + استامی‌پرید بیشترین تأثیر را در کنترل جمعیت این حشره داشت. کمترین کارایی نیز در دو استان سیستان و بلوچستان و کرمان در تیمار دیکلرووس و در استان آذربایجان غربی در تیمار پیریمیکارب مشاهده شد که احتمالاً علت این امر محلول‌پاشی‌های قبلی در این مناطق و مقاومت احتمالی ایجاد شده در این آفت است. علت کارایی پایین حشره کش دیکلرووس می‌تواند علاوه بر مقاوم بودن آفت مورد بررسی، تا حدودی به خاصیت تبخیرشوندگی شدید این ترکیب نیز مربوط باشد که موجبات خروج سریع آن را از محیط فراهم می‌سازد (Sabahi et al., 2011).

حشره کش مورد بررسی در این آزمایش از ترکیب دو حشره کش امامکتین بنزوات و استامی‌پرید تشکیل شده بود. سمیت و کشندگی ترکیب‌های نئونیکوتینوئیدی که استامی‌پرید نیز از آن دسته است، روی شته سبز هلو *Myzus persicae* Sulzer در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای اثبات شده است (Wang et al., 2008). در پژوهشی دیگر مشخص شده که هر دو حشره کش امامکتین بنزوات و استامی‌پرید به خوبی مراحل لاروی مینوز گوجه‌فرنگی را کنترل می‌کنند (Sohrabi et al., 2015). همچنین، بررسی اثر استامی‌پرید در شرایط آزمایشگاهی بر پارامترهای جدول زندگی شته سویا *Aphis glycines* Matsumura که از آفات اصلی سویا می‌باشد نشان داد که قرار گرفتن در معرض این آفت کش به طور قابل توجهی میانگین زمان تولید مثل، دوره پیش از زادآوری حشرات کامل و کل دوره پیش از تولید مثل را در مقایسه با شاهد افزایش داد و همچنین باعث کاهش زادآوری، کاهش نرخ تولید مثل خالص و کاهش نرخ

ذاتی افزایش جمعیت در مقایسه با شاهد شد (Zhang et al., 2022) که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تأثیر بالای این ترکیب روی شته جالیز مطابقت دارند. تأثیر حشره کش‌های ایمیداکلوپرید و پیریمیکارب در غلظت‌های مزرعه‌ای و نیم غلظت روی مراحل مختلف رشدی شته جالیز نشان داد نیم غلظت هر دو حشره کش، تلفات قابل قبولی روی شته جالیز داشتند که در صورت استفاده از دشمنان طبیعی در قالب برنامه کنترل تلفیقی آفات، استفاده از نیم غلظت آن‌ها نیز قابل توصیه می‌باشد (Almasi et al., 2016).

در مطالعات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی انجام شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مصر روی شته جالیز، کارایی هفت حشره کش فلونیکامید، ایمیداکلوپرید، تیمتوکسام، امامکتین بنزوات، کلرپایرفوس، متومیل و دلتامترین روی این آفت در مزارع پنبه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، عوارض جانبی این آفت کش‌ها نیز روی شکارگران این آفت مطالعه شدند. در این بررسی مشخص شد که فلونیکامید روی این آفت موثرتر بود و پس از آن ایمیداکلوپرید و تیمتوکسام کارایی بیشتری داشتند. با وجود این، امامکتین بنزوات، ایمیداکلوپرید و تیمتوکسام کمترین ضرر را برای شکارگران داشتند و کمتر از ۵۰ درصد مرگ‌ومیر ایجاد کردند در حالی که سایر ترکیبات برای این دسته از دشمنان طبیعی بسیار کشنده بودند (El-Sherbeni et al., 2018). این نتایج می‌توانند بر استفاده از این ترکیبات در مدیریت تلفیقی آفات نیز تأکید داشته باشند.

در بررسی حاضر، باقیمانده آفت کش‌ها در خیار تیمار شده با حشره کش‌های مورد آزمایش نشان داد که در همه نمونه‌های ارسالی پس از برداشت محصول، باقیمانده حشره کش امامکتین بنزوات به حدی پایین بود که تشخیص کمی و کیفی آن توسط دستگاه LC-MS/MS امکان پذیر نبود. تنها استامی‌پرید سه روز پس از محلول-

آموزش کشاورزان باشد و اطلاعات کافی در مورد استفاده صحیح از آفت‌کش‌ها و ترویج آفت‌کش‌هایی با باقیمانده کمتر و ایمن‌تر و یا جایگزین‌های کنترل شیمیایی آفات، مانند کنترل بیولوژیک، در اختیار آن‌ها قرار داده شوند. رعایت دستورالعمل‌های برجسب آفت‌کش‌ها، به ویژه قبل از برداشت، بایستی مورد توجه قرار گیرد. همچنین، مصرف کنندگان باید از اقدامات عملی برای کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات تازه آگاه باشند، به ویژه میوه‌ها و سبزیجاتی که ممکن است به صورت خام مصرف شوند. مشخص شده که روش‌هایی مانند شستشو، جوشاندن و پوست گرفتن، بقایای آفت‌کش‌ها را در میوه‌ها و سبزیجات کاهش می‌دهند (Keikotlhaile et al., 2010; Shabeer et al., 2015).

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از آفت‌کش‌ها به عنوان آخرین راهکار در مدیریت تلفیقی آفات زمانی می‌تواند مفید واقع شود که هنگام انتخاب و کاربرد آن‌ها، ضمن توجه به روش، زمان و میزان مطلوب مصرف آن‌ها، به جنبه‌های بهداشتی و زیست‌محیطی مربوط به آن، مانند میزان باقیمانده در محصول نیز توجه جدی شود (Yazdanpak et al., 2019). با توجه به نتایج این تحقیق که کارایی بالای حشره‌کش ترکیبی امامکتین بنزوات + استامی‌پرید را در کنترل شته جالیز نشان داد و میزان باقیمانده آن نیز در این محصول کمتر از حد مجاز به دست آمد، می‌توان حشره‌کش مذکور را به میزان ۱/۵ در هزار جهت کنترل این شته در گلخانه‌های خیار پیشنهاد نمود.

سپاس‌گزاری

این مقاله بخشی از نتایج پروژه تحقیقاتی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌باشد. بدین وسیله از حمایت‌های موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های محل اجرا تشکر و قدردانی می‌گردد.

پاشی در هر دو دوز مورد بررسی به میزان ۰/۰۵۸ و ۰/۰۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم باقیمانده داشت که پایین‌تر از حد مجاز بود و از روز ششم پس از محلول‌پاشی باقیمانده قابل تشخیص و اندازه‌گیری وجود نداشت. MRL تعیین شده برای امامکتین بنزوات روی خیار طبق استانداردهای ملی بیشینه مانده آفت‌کش‌ها معادل ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد و با توجه به این که MRL ملی برای استامی‌پرید وجود ندارد، از MRL کدکس استفاده گردید که معادل ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در هر حال، باقیمانده این دو حشره‌کش پایین‌تر از حد استاندارد و مجاز می‌باشد. نتایج پژوهشی نشان داده‌اند که نیمه‌عمر امامکتین بنزوات زمانی که در دز توصیه شده به کار برده شود، تقریباً ۲/۵ روز می‌باشد (Malhata et al., 2013). همچنین، میزان باقیمانده استامی‌پرید نئونیکوتینوئیدی در میوه‌های گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای ۲/۰۷ روز بود و سه روز پس از استفاده به کمتر از حد مجاز حداکثر باقیمانده اروپایی (EU MRLs; 0.5 mg/kg) رسید (Badway et al., 2019) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد و تایید‌کننده پایین بودن مقادیر باقیمانده این آفت‌کش‌ها در محصول می‌باشد.

در پژوهشی مشخص شد که باقیمانده حشره‌کش دیکلرووس روی خیار گلخانه‌ای در شهرستان اصفهان حدود ۷۰ برابر میزان مجاز باقیمانده برای آن بود (Morowati & Nematollahi, 2014). این در حالی است که نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند که حشره‌کش مورد بررسی می‌تواند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌هایی با باقیمانده بیش از حد مجاز مانند دیکلرووس باشد که امروزه به صورت بی‌رویه توسط بسیاری از گلخانه‌داران مصرف می‌شوند. ایجاد راه‌کارهایی برای کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی بایستی از اولویت‌های اصلی در

REFERENCES

- Almasi, A. Rasekh, A. Esfandiari, M. Askari, M. Askari Seyahooei, M., & Ziaee, M. (2016). Investigating toxicity of primicarb and imidacloprid on different growth stages of melon aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 39(2), 71-84 (In Farsi with English summary)
- Badway, M. E. I., Ismail, A. M. E., & Ibrahim, A. I. H. (2019). Quantitative analysis of acetamiprid and imidacloprid residues in tomato fruits under greenhouse conditions. *Journal of Environmental Science and Health*, 54(11), 898-905. <https://doi.org/10.1080/03601234.2019.1641389>.
- Binukumar, B. K., & Gill, K. D. (2010). Cellular and molecular mechanisms of dichlorvos neurotoxicity: cholinergic, noncholinergic, cell signaling, gene expression and therapeutic aspects. *Indian Journal of Experimental Biology*, 48(7), 697-709.
- Burg, R. W., Miller, B. M., Baker, E. E., Birnbaum, J., Currie, S. A., Hartman, R., Yu-Lin K., Monaghan, R. L., Olson, G., Putter, I., Tunac, J. B., Wallick, H., Stapley, E. O., Oiwa, R., & Omura, S. (1979). Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. *Antimicrobial Agents Chemotherapy* 15, 361-367.
- Capinera, J. L. (2007). Melon aphid or cotton aphid *Aphis gossypii* Glover (Insecta: Homoptera: Aphididae). *Extension Service Bulletin* 173, 1-5. <https://doi.org/10.32473/edis-in330-2000>.
- Cooper, J., & Niglli, U. (2002). Handbook of organic food safety and quality, (1st ed) CRC Press.
- El-Sherbeni, A. D., Hamed, S. A., El-Zahi, E. S., & Korish, S. K. M. (2018). Efficacy of some novel and conventional insecticides against *Aphis gossypii* Glover and their side effects on non-targeted organisms and plant defense enzymes of cotton plants. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 9(6), 343-350. <https://doi.org/10.21608/JPPP.2018.41675>.
- Eslami, Z., Mahdavi, V., & Tajdar-oranj, B. (2021). Probabilistic health risk assessment based on Monte Carlo simulation for pesticide residues in date fruits of Iran. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13542-0>.
- Esmaily, M., Saber, M., Bagheri, M., & Gharekhani, Gh. H. (2015). Effect of emamectin benzoate and indoxacarb on tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) in laboratory conditions. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 4(2), 161-169 (In Farsi with English summary).
- Fanigliulo, A., Filì, V., Pacella, R., Comes, S., & Crescenzi, A. (2009). Teppeki, selective insecticide about *Bombus terrestris* *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 74(2): 407-410.
- Jahaed Khaniki, G. H., Fadaei, A. M., Sadeghi, M., & Mardanie, G. (2011). Study of Oxydimeton methyl residues in cucumber & tomato grown in some of greenhouses of

Chaharmahal va Bachtari province by HPLC method. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 13(4), 9-17 (In Farsi with English summary).

Hardee, D. D. (1993) Resistance in aphid and whiteflies: principle and keys to management. *Proceedings of Beltwide Cotton Production Research Conference. National Cotton Council of America, Memphis*, 20-23.

Henderson, C. F., & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>

Hodgson, E., & Levi, P. (1987). *A textbook of modern toxicology* (4th ed). Appleton & Longe.

Jansson, R. K., Brown, R., Cartwright, B., Cox, D., Dunbar, D.M., Dybas, R.A., Eckel, C., Lasota, J.A., Mookerjee, P.K., Norton, J.A., Peterson, R.F., Starner, V.R., & White, S. (1997). Emamectin benzoate: a novel avermectin derivative for control olepidopterous pests.: *Proceeding of the Third International Workshop. The management of diamondback moth and other crucifer pests, Malaysia*, 171-177.

Javadzadeh, M., Namvar, P., & Mohammadipour, A. (2016). *Efficacy of some botanical insecticides in comparison with pymetrozin against Aphis gossypii in greenhouse cucumber*. Final report of the research project. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 22 pp (In Farsi with English summary).

Keikotlaile, B. M., Spanoghe, P., & Steurbaut, W. (2010). Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach. *Food and Chemical Toxicology*. 48, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.10.031>.

Mahdavi, V., Behbahan, A. K., Moradi, F., & Aboul-Enein, H. Y. (2021a). Analysis of alternative new pesticide (fluopyram, flupyradifurone, and indaziflam) residues in pistachio, date, and soil by liquid chromatography triple quadrupole tandem mass spectrometry. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 3(4), 373-383. <https://doi.org/10.1080/15320383.2020.1854173>.

Mahdavi, V., Eslami, Z., Golmohammadi, G., Tajdar-oranj, B., Keikavousi, A., & Behbahan, A.M.K. (2021b). Simultaneous determination of multiple pesticide residues in Iranian saffron: A probabilistic health risk assessment. *Journal of Food Composition and Analysis*, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103915>.

Malhata, F., Fayza, A. E. S., Loutfyb, N. M., & Ahmed, M. T. (2013). Residues and dissipation of the pesticide emamectin benzoate under Egyptian field condition: a case study. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 95(7), 1099-1107. <https://doi.org/10.1080/02772248.2013.865908>.

Mohammadpour, K., Namvar, P., Hamedi, N., Golmohammadi, G. H., Hemadi, A., & Niknafas, R. (2019). *Studying efficiency of homagroproud3 (WG 5.6%) against cucumber aphid in the greenhouse*. Final report of the research project. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 26 pp, (In Farsi with English summary).

Morowati, M., & Nematollahi, M. R. (2014). Investigation on the residue levels of four insecticides on greenhouse cucumber in Esfahan Province. *Applied Entomology and Phytopathology*, 82(1), 11-23 (In Farsi with English summary).

Namvar, P. (2019). Efficiency of some botanical insecticides against *Aphis gossypii* in greenhouse cucumber. *Journal of Greenhouse Vegetables*, 2(1), 41-49 (In Farsi with English summary).

Rezvani, A. (2003). *The key to identifying Iranian aphids*. (First ed) Agricultural Research, Education and Extension Organization (In Farsi).

Sabahi, Q., Rasekh, A., & Michaud, J. P. (2011). Toxicity of three insecticides to *Lysiphlebus fabarum*, a parasitoid of the black bean aphid *Aphis fabae*. *Journal of Insect Science*, 11, 1-8. <https://doi.org/10.1673/031.011.10401>.

Shabeer, A., Kaushik, B., Manjusha, J., & Rushali, G. (2015). Residue dissipation and processing factor for dimethomorph, famoxadone and cymoxanil during raisin preparation. *Food Chemistry*, 170, 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.008>.

Sohrabi, F., Modarresi, M., & Hosseini, S. J. (2015). Susceptibility of different developmental stages of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) to different insecticides under laboratory conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 39(3), 1-12 (In Farsi with English summary)

Talebi Jahromi, K. H. (2011). *Pesticides Toxicology*. (4th ed) University of Tehran press (In Farsi).

Wallace, D. R. (2014). Acetamiprid. In Wexler, P. (ed), *Encyclopedia of Toxicology* (pp.30-32), Elsevier.

Wang, X. Y., Yang, Z. Q., Shen, Z. R., Lu, J., & Xu, W. B. (2008). Sublethal effects of selected insecticides on fecundity and wing dimorphism of green peach aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal of Applied Entomology*, 132(2), 135-142. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01225.x>.

Yazdanpak, A., Ostovan, H., Hesami, S. H., & Gheibi, M. (2019). Determination of residue levels of pesticides (acetamipride, diazinon, imidacloprid, primicarb) in greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum*) var. Izmir in Fars. *Journal of Animal Environment*, 11(4), 289-296 (In Farsi with English summary).

Zhang, A. Xu, L., Liu, Z., Zhang, J., Zhao, K., & Han, L. (2022). Effects of Acetamiprid at low and median lethal concentrations on the development and reproduction of the soybean aphid *Aphis glycines*. *Insects*. 13(1), 87-99. <https://doi.org/10.3390/insects13010087>.



© 2022 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



The Efficacy of different insecticides against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and the determination of Emamectin Benzoate and Acetamiprid residue levels on greenhouse cucumber

F. Shafaghi^{1*}, M. Foruzan², M. Morowati³, M. Khosravi³, P. Namvar^{4,5}, A. Sheikhi Garjan⁶

1. ***Corresponding Author:** Researcher, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iranian Research Institute of Plant Protection Tehran, Iran (azadehshafaghi@yahoo.com)
2. Associate Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), West Azarbayzan Agricultural and Natural Resources, Orumieh, Iran
3. Associate Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iranian Research Institute of Plant Protection Tehran, Iran
4. Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sistan Agricultural and Education Research, Zabol, Iran
5. Associate Professor Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), South of Kerman province Agricultural and Natural Resources, Jiroft. Iran
6. Associate Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iranian Research Institute of Plant Protection Tehran, Iran

Received: 26 January 2022

Accepted: 31 May 2022

Abstract

Background and Objectives

Many aphids attack cucumbers in the greenhouse and reduce their quality and quantity. Various varieties of greenhouse aphid species, particularly *Aphis gossypii* Glover, are responsible for considerable damage to cucurbits and vegetables, including cucumbers, tomatoes, watermelons, melons, etc. In addition, these insects can transmit many plant viruses from infected plants to healthy ones.

Materials and Methods

This study was conducted in the cucumber greenhouses of the three provinces of Sistan and Baluchestan, western Azerbaijan, and southern Kerman by a randomized complete block design with five treatments and four replicates. The efficiency of Emamectin benzoate 4.8% + Acetamiprid 6.4% EC at a ratio of 1.5/1000 and 2 /100 was compared with Flonicamid (Teppeki 50 WG) at a ratio of 0.25 /100, Primicarb (DF 50%) at a ratio of 0.7 /1000, Dichlorvos (EC 50%) at a ratio of 0.5 /1000, and the control (water spraying). The sampling was done one day before and 3, 7, and 14 days after treatment. The Henderson-Tilton formula was used to calculate the efficiency of the pesticides. And the means were compared by Tukey's test and SAS software. In the second part of this study, to measure the pesticide residues, 11 samples (one sample from each both different doses were collected three times:

3, 6, 8, 13, and 15 days after spraying, while one sample was taken as a control with no treatment) were collected in West Azerbaijan Province and transferred to the Pesticide Residues Reference Laboratory in the Pesticide Research Department. The samples were crushed, homogenized, and prepared. The organic phase obtained in the process was used for the cleanup stage and then centrifuged. Furthermore, residual pesticide content was identified and quantified by optimizing the operating conditions of the LC-MS/MS instrument. Finally, a comparison of the calculated levels with the national MRLs was made to determine the level of the toxin residues present in the product.

Results and Discussion

The results showed the following on the third day after spraying:

The concentration of Emamectin benzoate + Acetamiprid treatment in Sistan and Baluchestan province was 2/1000 ($77.30 \pm 4.6\%$). The concentration of Imamectin Benzoate + Acetamiprid insecticides in the Western Azerbaijan province was 2/1000 and 1.5/1000, and the concentration of Flonicamid was 95.02 ± 2.35 , 94.42 ± 1.07 , and $91.68 \pm 3.65\%$ respectively. Subsequently, Emamectin benzoate + Acetamiprid in the concentration of 2/1000 with an efficiency of 100% performed better than the others. The examination of the pesticide residues in the insecticide-treated cucumbers showed that the residues of Emamectin benzoate in all the samples sent after harvest were so low that LC-MS/MS was not able to detect it both quantitatively and qualitatively. Although the Acetamipride residue was 0.058 and 0.063 mg/kg respectively in both treatments on the third day after spraying, the level was below the permissible limit. Moreover, it was not detectable from the sixth day after spraying.

Keywords: *Aphidiinae, Extraction, Chemical Control, and Cucumber*

Associate editor: M. Yazdaniyan (Ph.D.)

Citation: Shafaghi, F., Foruzan, M., Morowati, M., Khosravi, M., Namvar, P. & Sheikhi Garjan, A. (2022). The Efficacy of different insecticides against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and the determination of Emamectin Benzoate and Acetamiprid residue levels on greenhouse cucumber. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 45(2), 109-120. <https://doi.org/10.22055/ppr.2022.17578>.