



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

## دستورالعمل فنی

استفاده از حشره کش های جایگزین در  
سفید بالک گلخانه (*Trialeurodes*  
*vaporariorum*) مقاوم به حشره کش های  
نئونیکوتینوئیدی (ایمیداکلوپراید، استامی  
پراید)  
هادی مصلی نژاد

شماره فروست:

۵۷۱۲۰

۱۳۹۸



موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

## وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

**عنوان دستورالعمل:** استفاده از حشره کش های جایگزین در سفید

بالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum*) مقاوم به حشره

کش های نئونیکوتینوئیدی (ایمیداکلوپراید، استامی پراید)

### عنوان پروژه‌های منتج به دستورالعمل

شماره پروژه	عنوان پروژه
۹۵۱۱۲-۱۶-۱۶-۲	بررسی حساسیت سفید بالک گلخانه ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> ) به حشره کش های ایمیداکلوپراید، استامی پراید و تیاکلوپراید+دلتامترین در چند استان کشور

**نگارنده:** هادی مصلی نژاد

**ناشر:** موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

**نوع:** دستورالعمل فنی

**تاریخ انتشار:** ۱۳۹۸



## چکیده

سفید بالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum* از آفات مهم محصولات گلخانه‌ای نظیر انواع سبزیجات و گیاهان زینتی در ایران و دنیا می باشد که خسارت اقتصادی قابل توجهی، هم از راه تغذیه مستقیم از شیره گیاهی و هم از راه انتقال ویروس‌های گیاهی، باعث می شود. پلی فاژ بودن، چرخه زندگی کوتاه و باروری زیاد، این آفت را در زمره حشرات مستعد بروز مقاومت به حشره کش ها قرار داده است. نئونیکوتینوئیدها، مثل ایمیداکلوپراید و استامی‌پراید به خاطر سیستمیک بودن، از ترکیبات پرمصرف در گلخانه‌های کشور می‌باشند. بر اساس نتایج تحقیقی که انجام شد، این سفید بالک در مناطق مورد مطالعه (ورامین، ساوه، جیرفت)، به ایمیداکلوپراید و استامی‌پراید مقاومت پیدا کرده و لذا ترکیبات فوق کارایی خود را از دست داده‌اند. به منظور مقابله با این مقاومت در این مناطق، ضروری است ضمن توقف استفاده از ترکیبات فوق، استفاده از حشره کش‌هایی که در کشور برای سفیدبالک‌ها ثبت شده و قابلیت استفاده علیه این آفت را نیز دارند، در برنامه‌ی مدیریت شیمیایی قرار گیرد. این ترکیبات عبارتند از: آزادیراختین (۲/۵ در هزار)، اسپیرومسیفن (اوپرون®) (۰/۴ در هزار)، اسپیروتترامات (موونتو®) (۰/۷۵ در هزار)، پیرترین (۴ در



هزار)، دینوتفوران (استارکل®) (۰/۷۵-۰/۵ در هزار)، فلوپیرادیفوران (سیونتو®) (۰/۷۵ در هزار) و بوپروفزین (یک در هزار).

### واژه‌های کلیدی:

سفیدبالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum*، مقاومت به حشره کش ها، ایمیداکلوپراید، استامی پراید

### مقدمه

با توجه به محدودیت منابع آبی و به منظور بهره برداری بهینه از آب، خاک و سایر منابع، کشت محصولات گلخانه ای در سال های اخیر گسترش یافته و از اولویت های اصلی وزارت متبوع می باشد. محصولات گلخانه ای مورد حمله آفات متعدد قرار می گیرند که سفید بالک ها یکی از مهم ترین آنها محسوب می شود. پوره ها و حشرات کامل از طریق مکیدن شیره گیاهی باعث ضعف گیاه و با ترشح عسلک (honeydew) سبب خسارت کیفی و کمی به محصول می شوند. ترشح عسلک علاوه بر کاهش فتوسنتز، بستری مناسب برای رشد قارچ های ساپروفیت و انباشته شدن گرد و خاک فراهم می آورد که علاوه بر کاهش عملکرد، باعث کاهش بازارپسندی محصول نیز می شود (Byrne and Bellows, 1991). انتقال بیماری های ویروسی از دیگر خسارت های قابل توجه سفید بالک ها به حساب می آید. سفید بالک گلخانه با نام علمی (Hem.: Westwood 1856)



*Trialeurodes vaporariorum* Aleyrodidae) یکی از آفات مهم محصولات گلخانه‌ای، نظیر گوجه فرنگی، خیار، بادمجان، کدو، فلفل و گیاهان زینتی، در ایران و جهان می‌باشد. دامنه میزبانی این آفت نیز زیاد می‌باشد به طوری که گزارش شده که از گیاهان ۸۲ خانواده گیاهی تغذیه می‌کند (Mound and Halsey, 1978). یکی از اثرات زیان بار مصرف بی رویه آفت کش‌ها، بروز پدیده مقاومت آفات به حشره کش‌ها و ناکارآمد شدن آفت‌کش‌ها روی آفات هدف می‌باشد. ویژگی‌های زیست‌شناسی این آفت نظیر پلی‌فاژ بودن، چرخه زندگی کوتاه (ایجاد نسل‌های متعدد) و باروری زیاد، این آفت را در زمره حشرات مستعد بروز مقاومت به حشره کش‌ها، قرار داده است. به علاوه، ارزش اقتصادی زیاد محصولات گلخانه‌ای، سبب شده است که بیشتر کشاورزان، برای حفظ محصول خود از گزند آفات، متأسفانه دز بالای از آفت‌کش‌ها را مصرف کنند که همگی این عوامل باعث تشدید و تسریع در بروز مقاومت، می‌شوند. در کشور ما، علیرغم اینکه تاکنون حشره کش‌های متعددی (جدول ۱) برای کنترل سفیدبالک‌ها در مزرعه و گلخانه ثبت و یا توصیه شده‌اند (مسچی ۱۳۸۶، نوربخش ۱۳۹۷)، اما ترکیبات نئونیکوتینوئیدی، نظیر ایمیداکلوپراید (ثبت در سال ۱۳۷۷) و استامی پراید (ثبت در سال ۱۳۷۹) به خاطر خصوصیات مثل سیستمیک بودن، از ترکیبات پرمصرف در گلخانه‌های کشور می‌باشند. از ثبت این دو ترکیب به ترتیب ۲۰ و ۱۸ سال می‌گذرد که برای



بروز مقاومت، زمانی کافی به حساب می آید. نتایج یک پروژه تحقیقاتی (مصلی نژاد ۱۳۹۸) نشان داد که این آفت در مناطق مورد مطالعه (ورامین، ساوه و جیرفت)، به دو ترکیب فوق مقاومت بروز داده و در نتیجه، این ترکیبات کارایی خود را از دست داده اند. در این دستورالعمل حشره کش های جایگزین معرفی شده و راهکارهای مدیریتی ارائه می شوند.



شکل ۱- شفیره سفید بالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum*). منبع ( Malumphy et al., 2015)



شکل ۲) حشره بالغ *Trialeurodes vaporariorum* (طرز قرار گرفتن بالها در این گونه نسبت به بدن، موازی است). شکل از (CABI 2018).

### **دستور العمل مدیریت مقاومت**

وقتی مقاومت در مزرعه، باغ و یا گلخانه رخ داد، باید آنرا مدیریت کرد یعنی با آن مقابله کرد. به طور کلی مدیریت مقاومت بر پایه مدیریت تلفیقی آفات (IPM) استوار بوده و جزئی از آن محسوب می شود که تلفیقی از روش های سازگار در قالب یک نگرش بوم شناختی است. اما در خصوص استفاده از حشره کش ها، اولین اقدام عملی، عدم استفاده از ترکیباتی است که آفت به آنها مقاوم شده و همین طور سایر ترکیباتی که نحوه عمل مشابه دارند. با این کار فشار حشره کش ها، از روی جمعیت آفت برداشته خواهد شد. بنابراین اولین توصیه ای که می توان ارائه داد، عدم استفاده از ایمیداکلوپراید و استامی پراید در این مناطق علیه آفت می باشد. اما مهم



ترین سوالی که در ذهن، شکل می‌گیرد این است که چه حشره کش‌های جایگزینی، قابل استفاده هستند.

معرفی ترکیبات جایگزین:

طی پژوهش انجام شده (مصلی نژاد ۱۳۹۸)، مقاومت سفیدبالک گلخانه به ایمیداکلوپراید و استامی پراید و درگیر بودن آنزیم‌های مونواکسیژناز به عنوان مکانیسم مقاومت، ثابت شد. با توجه به این نتایج و همین‌طور گزارش‌های جهانی، ترکیبات جایگزینی که قابلیت استفاده علیه جمعیت‌های مقاوم به ایمیداکلوپراید و استامی پراید را دارند معرفی می‌شوند.

در خصوص معرفی ترکیبات جایگزین، لازم است نگاهی به ترکیباتی که به‌طور رسمی برای سفیدبالک‌ها در کشور ثبت شده‌اند، نگاهی بیندازیم (جدول ۱). چون ترکیبی که اختصاصاً برای سفیدبالک گلخانه، ثبت شده باشد، وجود ندارد و بیشتر آزمایش‌های ثبت ترکیبات جدید، روی *Bemisia tabaci* (Gennadius) انجام شده است، بنابراین ناچار هستیم که برای مدیریت مقاومت این آفت، به ترکیبات ثبت شده روی *B. tabaci* متمرکز شویم.

یکی از نکات مهمی که در هنگام توصیه ترکیبات جایگزین، بایستی به آن دقت شود، توجه به مقاومت تقاطعی (cross-resistance) است. مقاومت تقاطعی عبارتست از "موقعی است که یک حشره مقاوم، به یک ترکیب جدید که قبلاً با آن روبرو نشده نیز مقاومت بروز می‌دهد". این پدیده،





دامنه ترکیبات موثر قابل استفاده برای مدیریت آفت را محدود می‌کند. مثلا، وقتی مکانیسم مقاومت از نوع متابولیک (با دخالت آنزیم‌ها) هست، کار بسیار مشکل خواهد بود. چون آنزیم‌های غیراختصاصی، مثل CYP450 می‌توانند انواع ترکیبات را تجزیه کنند. مثلا، مقاومت تقاطعی بین ایمیداکلوپراید و پی متروزین (در جدول ۱ نیست و این فقط یک مثال است) هم در *T. vaporariorum* و هم در *B. tabaci* گزارش شده است (Karatolos et al., 2010). بنابراین، حشره کش پی متروزین، برای استفاده علیه سفیدبالک مقاوم به ایمیداکلوپراید، توصیه نمی‌شوند. و اما سایر حشره کش‌های جدول ۱:

جدول شماره ۱: جدیدترین فهرست حشره کش های ثبت شده در کشور علیه

سفید بالک ها همراه با نحوه عمل آنها بر اساس طبقه بندی IRAC

نام حشره کش (نام تجاری) و فرمولاسیون	نحوه عمل (ایراک)
تیامتوکسام+لامبداسی هالوترین (افوریا) SC24.7%	-
تیامتوکسام+آبامکتین (آگریفلکس) SC18.5%	-
تیاکلوپراید+دلتامترین (پروتئوس) OD11%	-
آزادیراختین (نیمارین) EC0.15%	نامشخص
اسپیرومسیفن (اوبرون) SC24%	بازدارنده سنتز چربی
اسپیروترامات (موونتو) SC10%	(گروه ۲۳ ایراک)
پیرترین (پایرتروم) EC5%	تنظیم کننده کانال سدیم (گروه ۳ ایراک)
دینوتفوران (استارکل) SG 20%	تنظیم کننده های رقابتی
فلوپیرادیفوران (سیوانتو) SL 20%	گیرنده های نیکوتینی
تیامتوکسام (مموری) SC24%	استیل کولین (گروه ۴ ایراک)
بوپروفزین (آپلاود) SC40%	بازدارنده سنتز کیتین، نوع ۱ (گروه ۱۶ ایراک)
پایری پروکسی فن (آدمیرال) EC10%	شبه هورمون جوانی (گروه ۱۷ ایراک)



دی کلروس (دداپ) EC50%	بازدارنده آنزیم کلین استراز (گروه ۱ ایراک)
-----------------------	---

- آزادپراختین: مقاومت تقاطعی بین این ترکیب و ایمیداکلوپراید و استامی پراید، تاکنون در سفیدبالک ها گزارش نشده و لذا این ترکیب می تواند توصیه شود.

- اسپیرومسیفن و اسپیروتترامات هر دو نحوه عمل مشابهی دارند (جدول ۱) و تاکنون مقاومت متابولیک برای آنها گزارش نشده است. مکانیسم مقاومت به این دو ترکیب، هم در *T. vaporariorum* و هم در *B. tabaci*، غیرحساس شدن نقطه هدف گزارش شده است. بنابراین این دو حشره کش، قابلیت توصیه را دارند. این دو ترکیب مخصوصا برای مراحل نابالغ سفیدبالک ها، بسیار موثر هستند ولی روی حشره بالغ نیز روی باروری ماده ها، تاثیر گذار بوده و در نتیجه، باعث کاهش جمعیت آفت می شوند. ضمنا سمیت این دو ترکیب برای دشمنان طبیعی آفت و حشرات گرده افشان، کم است.

- پیرترین: مقاومت تقاطعی بین این ترکیب و ایمیداکلوپراید و استامی پراید، تاکنون در سفیدبالک ها گزارش نشده و لذا این ترکیب می تواند توصیه شود.



- دینوتفوران (استارکل): این حشره کش اگرچه با ایمیداکلوپراید و استامی پراید در یک گروه قرار داشته و نحوه عمل مشابهی دارند، اما به دلیل تفاوت ساختمانی دینوتفوران با دو ترکیب دیگر، نوع مقاومت متابولیکی آن با دو ترکیب دیگر متفاوت بوده و به همین دلیل مقاومت تقاطعی بین دینوتفوران و دو ترکیب در سفیدبالک‌ها، گزارش نشده است و لذا دینوتفوران، می تواند به عنوان حشره کش جایگزین استفاده شود.
- فلوپیرادیفوران (سیونتو): فلوپیرادیفوران نیز از دیگر ترکیبات جدید با نحوه عمل مشابه ترکیبات نئونیکوتینوئیدی است که به دلیل متفاوت بودن ساختمان شیمیایی، در زیرگروه (4D) قرار دارد و تاکنون مقاومت تقاطعی بین این ترکیب و دو ترکیب دیگر در سفیدبالک‌ها، گزارش نشده است (Nauen et al., 2015). بنابراین این ترکیب نیز می تواند توصیه شود.
- تیامتوکسام: این ترکیب با ایمیداکلوپراید و استامی پراید، در یک زیر گروه قرار دارند و به دلیل اینکه در بمبیزیا، مقاومت تقاطعی بین آنها گزارش شده است (Prabhaker et al., 2005) بنابراین قابل توصیه نمی باشد.
- بوپروفزین: این ترکیب به دلیل عدم وجود مقاومت تقاطعی قابل توصیه است. با توجه به اینکه روی مراحل نابالغ تاثیر



دارد، بنابراین رعایت زمان صحیح سمپاشی که بتواند این مراحل زیستی را مورد هدف قرار دهد، مورد تاکید است. پایی پروکسی فن: در خصوص این حشره کش، گزارش شده است که در سفید بالک گلخانه، مکانیسم مقاومت به علت بیان بیش از حد ژن آنزیم های سیتوکروم P450 می باشد (Karatolos et al., 2012b). در بمبیا نیز مقاومت به پایی پروکسی فن، از نوع متابولیک و با دخالت آنزیم های مونواکسیژناز، گزارش شده است (Ma et al., 2010) بنابراین با توجه احتمال مقاومت تقاطعی، این ترکیب نیز توصیه نمی شود.

- دی کلروس: در سفیدبالک ها، احتمال وقوع مقاومت تقاطعی بین ایمیداکلوپراید و استامی پراید با ترکیبات ارگانوفسفره (متامیدوفوس و کلرپیریفوس)، هست و لذا این ترکیب توصیه نمی شود.

نکته دیگر که در خصوص مدیریت مقاومت بایستی رعایت شود، پایش (monitoring) ادامه دار و مرتب آفت است، به طوری که این موضوع یکی از اصول مهم مدیریت مقاومت آفات، قلمداد می شود. برای انجام پایش می توان از روش سنتی زیست سنجی (حسینی نوه و قدمیاری ۱۳۹۳) و یا روش های پیشرفته مولکولی (Karatolos et al., 2011) استفاده کرد. بنابراین برای اینکه برآورد قابل اعتمادی از وضعیت حساسیت آفت به حشره کش ها، داشته باشیم، باید پایش به طور منظم انجام شود.



بنابر این با توجه به توضیحات فنی و علمی ارائه شده، حشره‌کش‌های جایگزینی که قابلیت استفاده در برنامه‌های مبارزه شیمیائی با این آفت را دارند، به شرح زیر می‌باشند:

۱- آزادپراختین: فرمولاسیون‌های مختلفی از این ماده موثره با نام‌های تجاری مختلف، در بازار موجود است. مثلاً فرمولاسیون EC 0.15% با نام تجاری نیمارین® با دز مصرف ۲/۵ در هزار برای سفیدبالک گلخانه قابل توصیه است.

۲- اسپرومسیفن SC24% (اوبرون®): ۰/۴ در هزار

۳- اسپروتترامات SC10% (موونتو®): ۰/۷۵ در هزار

۴- پیرترین: فرمولاسیون‌های مختلفی از این ماده موثره با نام‌های تجاری مختلف، در بازار موجود است. مثلاً فرمولاسیون EC 5% با نام تجاری پایرتروم با دز مصرف ۴ در هزار برای سفیدبالک گلخانه قابل توصیه است.

۵- دینوتفوران SG20% (استارکل®): ۰/۵ در هزار

۶- فلوپیرادیفوران SL20% (سیوانتو®): ۰/۷۵ در هزار

۷- بوپروفزین (SC40%)، (آپلاود®): این حشره‌کش با دز مصرف ۱/۲۵ لیتر در هکتار برای سفیدبالک پنبه (*Bemisia tabaci*) ثبت شده است و با دز مصرف یک در هزار برای سفیدبالک گلخانه قابل توصیه است.



قدم بعدی در مدیریت مقاومت، تناوب استفاده از حشره کش هایی است که نحوه عمل متفاوت دارند و عدم تکیه محض به یک ترکیب خاص می باشد که بایستی به صورت یک اصل مهم در برنامه های مبارزه شیمیایی در نظر گرفته شود.

### منابع

- حسینی نوه، و؛ قدمیاری، م. ۱۳۹۳. مبانی و مفاهیم روش های آزمایشگاهی در بیوشیمی، فیزیولوژی و سم شناسی حشرات. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۵۷۷ صفحه.
- مسچی، م. ۱۳۸۶. فهرست سموم مجاز کشور. سازمان حفظ نباتات. نشر آموزش کشاورزی. ۲۷۳ صفحه.
- مصلی نژاد، ه. ۱۳۹۸. بررسی حساسیت سفید بالک گلخانه های خیار (*Trialeurodes vaporariorum*) به حشره کش های ایمیداکلوپراید، استامی پراید و تیاکلوپراید+دلتامترین در چند استان کشور. گزارش نهایی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، ۴۲ صفحه.
- نوربخش، س؛ ۱۳۹۷. فهرست آفات، بیماریها و علفهای هرز مهم محصولات عمده کشاورزی، سموم و روشهای توصیه شده جهت کنترل آنها (تجدید نظر دی ماه ۱۳۹۷)، انتشارات سازمان حفظ نباتات کشور، ۲۰۶ صفحه.



- Byrne, D.N., Bellows, T.S., 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology 36, 431-457.
- CABI, 2018. *Trialeurodes vaporariorum*: Invasive species compendium. CAB International, U.K.
- Karatolos, N., Denholm, I., Williamson, M., Nauen, R., Gorman, K., 2010. Incidence and characterisation of resistance to neonicotinoid insecticides and pymetrozine in the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae). Pest Management Science 66, -1304-1307.
- Karatolos, N., Williamson, M.S., Denholm, I., Gorman, K., Bass, C., 2012. Over-expression of a cytochrome P450 is associated with resistance to pyriproxyfen in the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*. PLOS ONE 7, e31077.
- Ma, W., Li, X., Dennehy, T., Lei, C., Wang, M., Degain, B., Nichols, R., 2010. Pyriproxyfen resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biotype B: metabolic mechanism. Journal of Economic Entomology 103,158-165.
- Malumphy, C., RADONJI, S., HRN, I., RAI EVI, M., 2015. New data on the whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae) of Montenegro, including three species new for the country. Acta Entomol. Serbica 20, 29-41.
- Mound, L.A., Halsey, S.H., 1978. Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plant and natural enemy data. John Wiley and Sons, UK, 340 p.
- Nauen, R., Jeschke, P., Velten, R., Beck, M.E., Ebbinghaus-Kintscher, U., Thielert, W., Wölfel, K., Haas, M., Kunz, K., Raupach, G., 2015. Flupyradifurone: a brief profile of a new butenolide insecticide. Pest Management Science 71, 850-862.





Prabhaker, N., Castle, S., Henneberry, T., Toscano, N., 2005.  
Assessment of cross-resistance potential to  
neonicotinoid insecticides in *Bemisia tabaci*  
(Hemiptera: Aleyrodidae). Bulletin of Entomological  
Research 95, 535-543.



## Abstract

The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, is one of the major pests of vegetables and ornamental crops in greenhouses throughout the world, causing heavy economic losses due to direct plant damage and transmission of plant viruses. Biological characteristics, such as polyphagous nature, short life cycle and high rate of reproduction, has caused this pest as one of the potential pest to develop resistance to insecticides. As a consequence, resistance to many insecticides has reported throughout the world. Neonicotinoid insecticides, such as imidacloprid and acetamiprid are one of the high consumption compounds in greenhouses of Iran, due to systemic properties. The results of a research mentioned in the front page, indicated that greenhouse whitefly populations from Varamin, Saveh and Jiroft have developed high resistance to Imidacloprid and acetamiprid and as a consequence, those products have lost their efficacy. As a resistance management tactic, it is recommended that avoid the use of imidacloprid and acetamiprid, instead other potential compounds, such as 1) Azadirachtin, 2) spirotetramat, 3) spiromesifen, 4) pyrethrin, 5) dinotefuran and 6) flupyradifurone can be used. The results of



this project, can help in optimization of pesticides use against this pest.

**Key words:** greenhouse whitefly, insecticide resistance, imidacloprid, acetamiprid



**Ministry of Jihad-e-Agriculture  
Agricultural Research, Education & Extension Organization  
Iranian Research Institute of Plant Protection**

**Instruction Title:** Introducing alternative insecticides against neonicotinoid-resistant greenhouse whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*)

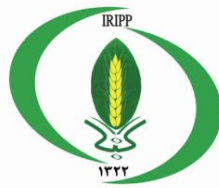
**Project Titles:**

Project Title	Project Number
<b>Susceptibility of some Iranian populations of the greenhouse whitefly to imidacloprid, acetamiprid and (thiacloprid + deltamethrin) insecticides</b>	2-16-16-95112

**Author:** Hadi Mosallanejad

**Publisher:** Iranian Research Institute of Plant Protection

**Date of Issue:** 2020



**Ministry of Jihad-e-Agriculture  
Agricultural Research, Education & Extension Organization  
Iranian Research Institute of Plant Protection**

## **Technical Instruction**

**introducing alternative insecticides  
against neonicotinoid-resistant  
greenhouse whiteflies (*Trialeurodes  
vaporariorum*)**

**Hadi Mosallanejad**

**Registration No:**

**57120**

**2020**

