



وزارت جهاد کشاورزی  
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی  
موسسه تحقیقات گیاه پروری کشور

نشریه فنی  
راهنمای طبقه‌بندی حشره/کنه‌کش‌ها  
بر اساس نحوه عمل (IRAC) به منظور مصرف تناوبی

نگارنده:

هادی مصلی نژاد

شماره ثبت:

۵۹۸۲۹

۱۴۰۰

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

راهنمای طبقه‌بندی حشره/کنه‌کش‌ها  
بر اساس نحوه عمل (IRAC) به منظور مصرف تناوبی

نگارنده:

هادی مصلی نژاد

---

مخاطبان نشریه فنی: کشاورزان پیشرو، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز آموزشی،

پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه فنی

راهنمای طبقه‌بندی حشره/کنه‌کش‌ها بر اساس نحوه عمل (IRAC) به منظور مصرف

تناوبی

نگارنده: هادی مصلی‌نژاد

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۰

شماره و تاریخ ثبت نشریه:

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان

یمن، پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

## فهرست مندرجات

- ۴.....پیش گفتار
- ۵.....چرا مصرف تناوبی حشره کش ها مهم است ؟
- ۶.....اهمیت طبقه بندی حشره کش ها از لحاظ نحوه عمل
- ۷.....سیستم طبقه بندی ایراک (IRAC)
- ۸.....چگونه از این راهنما استفاده کنیم ؟
- ۹.....طبقه بندی حشره کش ها بر اساس نحوه عمل (IRAC)
- ۱۷.....طبقه بندی کنه کش ها بر اساس نحوه عمل (IRAC)
- ۲۰.....فهرست منابع

## پیشگفتار

در صورتی که آفت‌کش‌ها<sup>۱</sup> به طور منطقی و صحیح مصرف شوند، از ارکان اصلی مدیریت آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز در کشاورزی محسوب شده و نقش مهمی در افزایش عملکرد و تولید محصولات کشاورزی دارند. پدیده مقاومت آفات به حشره/کنه‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین چالش‌های کاربرد آفت‌کش‌هاست که در صورت وقوع، کارایی و اثربخشی حشره/کنه‌کش‌ها کاهش یافته که نه تنها باعث افزایش خسارت به محصولات می‌شود، بلکه کشاورزان ممکن است به دلیل عدم شناخت و آگاهی از بروز مقاومت، مقدار زیادتری آفت‌کش مصرف کنند (افزایش تعداد دفعات سمپاشی و همچنین افزایش دُز)، که قطعاً اثرات زیست‌محیطی و بهداشتی جبران‌ناپذیری (باقیمانده آفت‌کش‌ها در محصولات) را به دنبال خواهد داشت (مصلی‌نژاد ۱۳۹۸).

یکی از مهم‌ترین اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از بروز پدیده مقاومت و مدیریت آن، عدم مصرف متوالی یک نوع حشره/کنه‌کش از یک گروه شیمیائی خاص، در برنامه‌های کنترل شیمیائی است. در عوض، تناوب<sup>۲</sup> استفاده از حشره/کنه‌کش‌هایی که نحوه عمل متفاوتی دارند، باید به صورت یک اصل مهم در مدیریت شیمیائی با آفات رعایت شود. برای این منظور و عملیاتی شدن راهبرد پیشگیرانه، ابتدا لازم است نحوه عمل حشره/کنه‌کش‌های مختلف را دانست تا بتوان از آن‌ها به طور تناوبی استفاده کرد. هدف از تهیه این نشریه، افزایش آگاهی و دانش مخاطبین به موضوع مهم استفاده تناوبی از حشره/کنه‌کش‌ها و کاهش اتکا به یک نوع ترکیب خاص است که امید است مورد توجه و عنایت مخاطبین قرار گیرد.

---

<sup>1</sup> pesticides

<sup>2</sup> rotation

## چرا مصرف تناوبی حشره کش ها مهم است ؟

(۱) به تاخیر انداختن بروز پدیده مقاومت در آفات:

یکی از مکانیسم های (علل) بروز مقاومت آفات به حشره/کنه کش ها، وقوع پدیده جهش (موتاسیون) در نقطه هدف<sup>۳</sup> مربوط به آن ترکیب در آفات مقاوم است. در صورت وقوع این نوع مقاومت، هر ترکیبی که نحوه عمل مشابهی داشته باشد، یعنی نقطه هدف مشترکی داشته باشد، ممکن است مقاومت به آن نیز رخ دهد که به آن مقاومت تقاطعی یا عرضی<sup>۴</sup> می گویند. برای جلوگیری یا به تاخیر انداختن انتخاب و گزینش چنین ژن هایی که باعث بروز مقاومت در آفات می شوند، تناوب مصرف حشره/کنه کش ها، نقش و تاثیر بسزائی دارد. تاریخچه مقاومت آفات به حشره کش ها ثابت کرده است که در مورد هر آفت کش جدیدی که وارد بازار می شود، بروز پدیده مقاومت را بایستی انتظار داشت و تقریباً ترکیبی وجود ندارد که از این پدیده مصونیت داشته باشد. در حقیقت بروز این پدیده اجتناب ناپذیر است، اما نکته مهم نحوه مدیریت آن و به عبارتی به تاخیر انداختن زمان ظهور این پدیده است که با مصرف تناوبی آفت کش ها، حاصل خواهد شد.

(۲) اهمیت دیگر مصرف تناوبی آفت کش ها، در حفظ اثربخشی آفت کش ها و استمرار استفاده از آن ها و یا به عبارت دیگر استفاده ی پایدار از آنهاست. به عبارت دیگر، از ترکیبات فعلی موجود در بازار باید درست استفاده (مدیریت) کرد تا کارائی مطلوب آنها علیه آفات حفظ شود. زیرا تولید و به بازار آمدن (تجاری شدن) ترکیبات جدید بسیار پرهزینه، زمان بر و به دلیل قوانین و مقررات سخت گیرانه تر شده است، بنابراین از ترکیبات فعلی موجود در بازار که منابع تجدیدنپذیر محسوب می شوند، باید حداکثر استفاده را برد. ضمن اینکه باید توجه داشت که بعضی از آفت کش ها به دلایل زیست محیطی و خطرات بهداشتی ممکن است از فهرست آفت کش های مجاز حذف شوند و از این رو در سبد آفت کش های مجاز یک کشور، تعداد گزینه ها، همواره رو به کاهش است.

---

<sup>3</sup> target site

<sup>4</sup> cross- resistance

تجزیه تحلیل‌ها و بررسی برخی آمارها و گزارش‌ها در کشور نشان می‌دهند که تنوع مصرف آفت‌کش‌ها از روند مناسبی برخوردار نیست (علی پور و همکاران ۱۳۹۵). به طوری که طبق گزارش فوق، تقریباً ۱۸ آفت‌کش، بیش از ۷۰٪ از مصرف کل آفت‌کش‌ها را در کشور به خود اختصاص می‌دهند که از منظر مدیریت مقاومت جای نگرانی دارد. بنابراین ضروری است الگوی نامناسب فوق تغییر کرده و با مصرف تناوبی حشره/کنه‌کش‌ها، فشار انتخابی برای گزینش ژن‌های مقاومت در جمعیت آفات کاهش یافته و زمینه‌های لازم برای به تاخیر افتادن و کاهش روند بروز مقاومت در آفات، فراهم شود. البته نباید از نظر دور داشت که اجرای موفق راهبرد مصرف تناوبی، مستلزم در دسترس بودن همه‌ی ترکیبات توصیه شده در بازار است.

### اهمیت طبقه‌بندی حشره‌کش‌ها بر مبنای نحوه عمل<sup>۵</sup>

در منابع علمی، طبقه‌بندی‌های مختلفی برای حشره‌کش‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، بر مبنای نوع ساختمان شیمیائی، حشره‌کش‌ها به انواع کلره، فسفره، کاربامات و پایرتروئید تقسیم‌بندی می‌شوند (Matsumura, 2012). یا بر اساس نحوه ورود آفت‌کش‌ها به بدن<sup>۶</sup> به گوارشی، تماسی و تدخینی قابل تقسیم‌بندی هستند. از لحاظ نحوه حرکت در گیاه نیز به سیستمیک، نیمه سیستمیک و غیر سیستمیک طبقه‌بندی می‌شوند (Matsumura, 2012). علی‌رغم اینکه هر یک از این تقسیم‌بندی‌ها، بر اساس نیاز متخصصین، می‌تواند مفید باشد، اما طبقه‌بندی بر اساس نحوه عمل که توسط کمیته بین‌المللی اقدام علیه مقاومت به حشره‌کش‌ها (IRAC) انجام شده است، از لحاظ مدیریت مقاومت آفات به حشره/کنه‌کش‌ها اهمیت بسزایی دارد.

---

<sup>5</sup> mode of action

<sup>6</sup> mode of entry

مهم ترین استفاده کاربردی و عملی از این سیستم طبقه‌بندی، کمک در اجرای مصرف تناوبی حشره/کنه‌کش‌ها برای به تاخیر انداختن بروز مقاومت در آفات است.

### سیستم طبقه‌بندی ایراک (IRAC):

ایراک که مخفف (Insecticide Resistance Action Committee) یا "کمیته اقدام علیه مقاومت به حشره‌کش‌ها" می‌باشد، سازمانی است غیر دولتی که در سال ۱۹۸۴ تاسیس شد و متشکل از محققین و متخصصین صنعت آفت‌کش‌ها (شرکت‌های تولیدکننده) می‌باشد که کار آن برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در زمینه مدیریت مقاومت به حشره/کنه‌کش‌هاست. ایراک، حشره/کنه‌کش‌ها را بر اساس نحوه عمل به طور دقیق‌تر و یا بهتر بگوییم بر اساس چگونگی تاثیر بر نقطه هدف در بدن حشره/کنه، طبقه‌بندی کرده است. نقطه (جایگاه) هدف حشره/کنه‌کش یعنی مولکول یا مولکول‌های (معمولاً) پروتئینی در بدن حشره/کنه که ترکیب مربوطه به آنجا متصل شده و با ایجاد تغییرات فیزیولوژیک، حشره را از پا در می‌آورد. پس نحوه عمل به زبان ساده یعنی اینکه آن حشره/کنه‌کش چطور کار می‌کند و در بدن موجود هدف، از لحاظ مولکولی به کجا متصل می‌شود تا در نهایت مرگ حشره را باعث شود. باید توجه داشت که علت مرگ حشره/کنه در برخی موارد با نحوه عمل حشره‌کش متفاوت است. به عنوان مثال ترکیباتی وجود دارند که هنوز نحوه عمل آن‌ها به طور دقیق از لحاظ مولکولی، مشخص و تعیین نشده است، اما قادر به مرگ حشره/کنه هستند. به دلیل اهمیت این موضوع، نوشتن نحوه عمل یا جایگاه هدف هر حشره/کنه‌کش بر مبنای طبقه‌بندی ایراک (IRAC)، روی پرچسب<sup>۷</sup> حشره/کنه‌کش‌ها، الزامی بوده و این مهم باید توسط تمامی شرکت‌های عرضه‌کننده‌ی آفت‌کش‌ها رعایت شود. مزیت اصلی و کاربردی این نوع طبقه‌بندی در راستای مدیریت مقاومت آفات و شناخت ترکیبات مختلف بر مبنای

---

<sup>7</sup> label



نحوه عمل است تا اجرای استفاده تناوبی از حشره/کنه کش ها در شرایط مزرعه یا باغ، تسهیل شود.

### چگونه از این راهنما استفاده کنیم:

در جدیدترین طبقه بندی ایراک (IRAC, 2020)، هر حشره/کنه کش بر مبنای نحوه عمل در یک گروه معین که با شماره (کد) های ۱ تا ۳۲ مشخص شده اند، طبقه بندی می شوند که به منظور بالا بردن سرعت دستیابی به این اطلاعات، کدهای مربوطه روی برچسب بطری یا بسته حشره/کنه کش ها نیز درج می شوند. متفاوت بودن شماره ی گروه ایراک دو حشره/کنه کش به منزله ی متفاوت بودن نحوه عمل آن هاست و بنابراین این دو ترکیب در تناوب با یکدیگر می توانند مصرف شوند.

به عنوان مثال در مورد کرم سبب، حشره کش های زیر در کشور توصیه و یا ثبت شده اند که نام عمومی همراه با جایگاه هدف آن ها در طبقه بندی ایراک به شرح زیر است:

- ۱) استامی پراید (IRAC 4A، ۲) تیاکلوپراید (IRAC 4A، ۳) ایندوکساکارب  
 (IRAC 22A، ۴) فوزالون (IRAC 1B، ۵) کلرپیریفوس متیل (IRAC 1B)،  
 ۶) لوفنورون (IRAC 15، ۷) دیفلوبنزورون (IRAC 15)، ۸) سایپرترین  
 (IRAC 3A).

با کمی دقت به کدهای ایراک، مشخص می شود که این هشت ترکیب، در پنج گروه به شرح زیر قابل تقسیم بندی هستند.

۱	۲	۳	۴	۵
استامی پراید IRAC 4A	ایندوکساکارب (IRAC 22A)	فوزالون IRAC 1B	لوفنورون IRAC 15	سایپرترین IRAC 3A
تیاکلوپراید IRAC 4A		کلرپیریفوس متیل IRAC 1B	دیفلوبنزورون IRAC 15	

بنابراین با توجه به توضیحات بالا توصیه می‌شود در برنامه‌های کنترل شیمیائی آفات ترتیبی اتخاذ شود که ترکیبات با نحوه عمل مشابه (مثلا لوفنورون و دیفلوبنزورون که هر دو متعلق به گروه ۴ می‌باشند)، در تناوب با یکدیگر مصرف نشوند. بنابراین با توجه به در دسترس بودن ترکیبات توصیه شده، بایستی سعی کرد تا از حشره کش‌های با نحوه عمل متفاوت به صورت پشت سرهم استفاده شود.

**نکته مهم:** اگرچه مصرف تناوبی، به عنوان یک راهکار عملی برای مدیریت مقاومت به آفت‌کش‌ها، توصیه می‌شود اما باید توجه داشت که این روش تضمین‌کننده ۱۰۰ درصدی جلوگیری از بروز مقاومت آفات نیست. چون عوامل و فاکتورهای متعدد دیگری نیز در این پدیده نقش دارند (مصلی نژاد ۱۳۹۸)، اما راهکار استفاده تناوبی از آفت‌کش‌ها، همیشه باید به عنوان یک اصل در مصرف آفت‌کش‌ها مد نظر قرار گیرد. بنابراین به موازات این کار، انجام سایر روش‌های مبارزه در چارچوب مدیریت تلفیقی آفات<sup>۸</sup>، برای کاهش اتکا به آفت‌کش‌ها، ضروری است.

### الف - طبقه‌بندی حشره‌کش‌ها بر اساس نحوه عمل (IRAC 2020)

**تذکر:** نام‌های تجاری از فهرست منتشر شده آفت‌کش‌های مجاز کشور (۱۴۰۰) که توسط سازمان حفظ نباتات در اختیار عموم قرار گرفته (<https://ppo.ir>) اقتباس شده است.

### گروه ۱) بازدارنده (مهارکننده) های آنزیم استیل کولین استراز (Acetylcholinesterase, AChE, inhibitors)

این گروه از ترکیبات به دوزیرگروه به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

- ۱- کاربامات‌ها (IA): مانند تیودیکارب (لاروین®)، پرمیکارب (پرمور®)، پروپوکسور.

<sup>8</sup> IPM (integrated pest management)

۲- ارگانوفسفرها (IB): مانند آسفیت (تایدفیت®/لانسر®)؛ اکسی‌دیمتون‌متیل (متاسیتوستوکس®)؛ کلرپایریفوس (دورسبان®)؛ دیکرووس (ددوآپ®)؛ دیمتوات (روکسیون®)؛ اتیون؛ فنیتروتیون؛ هپتئفوس (هوستاکوئیک®)؛ مالاتیون؛ پروفئفوس (کوراکرون®)؛ تری‌کلرفون (دیپترکس®)؛ فوزالون (زولون®).

### گروه ۲) مسدود کننده‌های کانال کلر وابسته به گابا (GABA-gated chloride channel blockers)

این گروه از ترکیبات شامل دو زیرگروه به قرار زیر هستند.

۱- زیرگروه اول (2A): شامل ارگانو کلره‌ها و سیکلودین‌ها هستند که اندوسولفان، کلردان، دیلدین، آلدین و اندرین را شامل می‌شوند. اینها همگی به دلیل پایداری زیاد در محیط زیست، منسوخ شده و از فهرست آفت‌کش‌های کشور حذف شده‌اند.

۲- زیرگروه دوم (2B): شامل فینیل‌پیرازول‌ها (فیپول‌ها) هستند که فیپونیل و اتیوپرول را شامل می‌شوند، که فقط فیپونیل (آجندا®/ریجنت®/سولیترا®) جزو فهرست آفت‌کش‌های مجاز کشور قرار دارد.

### گروه ۳) تنظیم کننده‌های کانال سدیم (sodium channel modulators)

این گروه از ترکیبات شامل دو زیرگروه به قرار زیر هستند.

۱- زیرگروه اول (3A): شامل پایرتروئیدهاست که عبارتند از: اتوفن‌پروکس (سوپرپرمو®)؛ اس‌فن‌والریت (پرسانا®)؛ لامبداسی‌هالوترین (هف لامبدا®/جایام‌پلاس®/ژوپیترا®)؛ سایپرمترین (ریپکورد®)؛ آلفاسایپرمترین؛ دلتامترین؛ فنپروپاترین (دانیتول®)؛ فن‌والریت (سومیسیدین®)؛ پرمترین (آمبوش®) و حشره‌کش گیاهی پیرترین است که با نام‌های تجاری مختلف در کشور ثبت شده است.

زیر گروه دوم (3B): شامل د.د.ت و متوکسی کلر هستند که از فهرست آفت کش‌های مجاز کشور حذف شده‌اند.

#### گروه ۴) تنظیم کننده‌های رقابتی گیرنده‌های نیکوتینی استیل کولین

(Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) competitive modulators)

این گروه شامل نئونیکوتینوئیدهاست و از مهم‌ترین حشره‌کش‌های سیستمیک هستند که به دلیل کارایی مطلوب علیه آفات متعدد، از پرمصرف‌ترین حشره‌کش‌ها در دنیا محسوب می‌شوند. این گروه از ترکیبات شامل پنج زیرگروه به قرار زیر هستند.

۱- زیرگروه اول (4A): شامل نئونیکوتینوئیدهایی چون استامی‌پراید (موسیپلان®)؛ ایمیداکلوپراید (کونفیدور®)؛ تیاکلوپراید (بیسکایا®)؛ کلوتیانیدین (کلودی®)؛ تیمتوکسام (مموری®) / رایپید پی اس®) و دینوتفوران (استارکل®) می‌باشد.

۲- زیرگروه دوم (4B): شامل حشره‌کش گیاهی تولید شده از خود نیکوتین است.

۳- زیرگروه سوم (4C): شامل سولفو کسومین‌ها (Sulfoximines) می‌باشد که حشره‌کش سولفو کسوفلور (Sulfoxaflor) در این دسته قرار می‌گیرد.

۴- زیرگروه چهارم (4D): شامل بوتنولیدها (Butenolides) می‌باشد که حشره‌کش فلوپیرادیفورون (Flupyradifurone) با نام تجاری سیوانتو® در این دسته قرار می‌گیرد.

۵- زیرگروه پنجم (4E): شامل مزواینونیک‌ها (Mesoionics) می‌باشد که در ایران حشره‌کشی از این دسته ثبت نشده است.

#### گروه ۵) تنظیم کننده‌های آلوستریک گیرنده‌های نیکوتینی استیل کولین

(Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) allosteric modulators)

این گروه شامل اسپینوزین‌ها که مهم‌ترین ترکیب آن‌ها اسپینوزاد (تریسر®) می‌باشد. حشره کش دیگر به نام اسپینتورام (Spinetoram) است که در ایران هنوز ثبت نشده است.

### گروه ۶) تنظیم‌کننده‌های آلوستریک کانال کلر وابسته به گلوتامات (Glutamate-gated chloride channel (GluCl) allosteric modulators)

این گروه شامل آورمکتین‌ها و میلیمایسین‌ها (Milbemycins) می‌باشد که حشره/کنه کش معروف آمامکتین، که دارای خاصیت نماتدکشی نیز است، در این دسته قرار دارد. حشره کش دیگر این گروه امامکتین بنزوآت است که با چهار نام تجاری پلوتو®؛ اماکلیم®؛ امپایر® و امامکت® در ایران ثبت شده است.

### گروه ۷) شبه هورمون‌های جوانی (Juvenile hormone mimics)

این گروه شامل هیدروپرن، کینوپرن، متوپرن، فوکسی کارب و حشره کش معروف پیری پروکسی فن (آدمیرال®) می‌باشد.

### گروه ۸) بازدارنده‌های غیر تخصصی متفرقه (Miscellaneous non-specific (multi-site) inhibitors)

ترکیباتی مثل متیل بروماید، کلروپیکرین، بوراکس و اسیدبوریک در این گروه جای می‌گیرند.

### گروه ۹) تنظیم‌کننده‌های اندام کوردوتونال (Chordotonal organ TRPV channel modulators)

اندام‌های کوردوتونال، حسگر (سنسور) های کششی هستند که در شنیدن و تعادل حشره نقش دارند و برای حرکت متوازن حشرات ضروری هستند و منحصر در بندپایان (حشرات)،

کنه ها و سخت پوستان) دیده می شوند. این اندام‌ها بیشتر در زوائد بدن (پاهای، شاخک‌ها) قرار دارند. این اندام‌ها کار خود را از طریق کانال‌های یونی به این نام انجام می دهند.

حشره کش‌های پی‌متروزین (چس®) و آفیدوپیروپین از ترکیبات این گروه هستند که توقف تغذیه مهم‌ترین اثر مسمومیت حشرات با هر دو ترکیب است.

**گروه ۱۰) بازدارنده‌های رشد کنه‌ها (به بخش کنه‌کش‌ها مراجعه شود)**

**گروه ۱۱) مختل کننده میکروبی روده میانی حشرات  
(Microbial disruptors of insect midgut membranes)**

این گروه شامل حشره کش بیولوژیک باسیلوس تورنجنسیس (Bt) می‌باشد. گیاهان تراریخته که پروتئین سمی (Bt) را بیان می‌کنند نیز در این گروه قرار می‌گیرد.

**گروه ۱۲) بازدارنده‌های تولید ATP در میتوکندری (به بخش کنه‌کش‌ها  
مراجعه شود)**

**گروه ۱۳) عوامل جداکننده (قطع کننده) ی فسفر یلاسیون اکسیداسیونی از  
طریق شیب غلظت پروتون‌ها (به بخش کنه‌کش‌ها مراجعه شود)**

**گروه ۱۴) مسدود کننده‌های کانال در گیرنده نیکوتینی استیل کولین  
(Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) channel blockers)**

گروهی از ترکیبات هستند که از نوعی کرم حلقوی دریازی استخراج شدند و به نام آنالوگ‌های سمی نرئیس نامیده می‌شوند. کارتاب هیدروکلراید (پادان®) و حشره کش تیوسیکلام هیدروژن اکسالات (اویسکت® (Evisect) از این گروه هستند.

### گروه ۱۵) بازدارنده های سنتز چیتین

#### (Inhibitors of chitin biosynthesis affecting CHS1)

این گروه شامل ترکیبات شیمیایی به نام بنزوئیل اوره ها هستند که حشره کش هایی نظیر دیفلوبنزورون (دیمیلین®)؛ فلوفنو کسورون (کاسکید®)؛ هگزافلومورون (کنسالت®)؛ تفلوبنزورون؛ کلرفلو آزورون (آتابرون®)؛ لوفنورون و نوالورون را شامل می شوند.

### گروه ۱۶) بازدارنده های سنتز چیتین (نوع ۱)

#### (Inhibitors of chitin biosynthesis, type 1)

این گروه شامل حشره کش بوپروفزین با نام های تجاری آپلاود® و اپرا® می باشد.

### گروه ۱۷) مختل کننده پوست اندازی در دو بالان

#### (moulting disruptors, Dipteran)

این گروه شامل حشره کش سیرومازین (تریگارد®) می باشد.

### گروه ۱۸) شبه هورمون های پوست اندازی

#### (Ecdysone receptor agonists)

این گروه شامل ترکیبات شیمیایی به نام دی آسیل هیدرازین ها می باشد که حشره کش هایی نظیر متوکسی فنوزاید (پرودی®) و کروموفنوزاید (ماتریک®) و تبوفنوزاید (میمیک®) در ایران به ثبت رسیده اند. هالوفنوزاید نیز در این گروه قرار دارند.

### گروه ۱۹) آگونیست های گیرنده اکتوپامین

#### (Octopamine receptor agonists)

این گروه شامل آمیتراز می باشد که از فهرست آفت کش های مجاز کشور حذف شده است.

گروه ۲۰) بازدارنده‌های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۳)  
گروه ۲۱) بازدارنده‌های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۱)  
(به بخش کنه کش‌ها مراجعه شود)

گروه ۲۲) مسدودکننده‌های کانال سدیم وابسته به ولتاژ  
(Voltage-dependent sodium channel blockers)

این گروه شامل ایندوکساکارب (آوانت®) می‌باشد.

گروه ۲۳) بازدارنده‌های استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز (تاثیرگذار بر سنتز  
چربی و رشد و نمو)  
(Inhibitors of acetyl CoA carboxylase (lipid synthesis, growth  
regulation))

این گروه شامل مشتقات تترونیک و تترامیک اسید می‌باشند که ترکیباتی چون  
اسپیرودیکلوفن (انویدور®) (که یک کنه کش است)، اسپیرومسین (اوبرون®) (که یک  
کنه کش-حشره کش است) و اسپیروتترامات (موونتو®) در آن جای دارند.

گروه ۲۴) بازدارنده‌های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۴)  
گروه ۲۵) بازدارنده‌های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۲)  
(به بخش کنه کش‌ها مراجعه شود)

گروه‌های ۲۶ و ۲۷ که در سیستم ابراک فعال حشره/کنه کشی در آن‌ها وجود ندارد.

گروه ۲۸) تنظیم‌کننده‌های گیرنده ریانودین  
(Ryanodine receptor modulators)

گیرنده ریانودین مسئول آزادسازی یون کلسیم است. این گروه شامل ترکیبات شیمیایی به  
نام دی‌آمیدها هستند که فلورین دیامید (تاکومی®) در آن قرار دارد. سایر ترکیبات این گروه



عبارتند از کلرانترانیلی پرول (Chlorantraniliprole)، سیانترانیلی پرول (Cyantraniliprole) و سیکلانیلی پرول (Cyclaniliprole) می‌باشند.

**گروه ۲۹) تنظیم کننده‌های اندام کوردوتونال (جایگاه هدف (دقیقا) تعریف نشده)  
(Chordotonal organ modulators – undefined target site)**

نحوه عمل این گروه از حشره‌کش‌ها نیز مانند گروه ۹، اندام کوردوتونال است اما جایگاه هدف دقیق آن‌ها از لحاظ مولکولی که منشا فعالیت بیولوژیک آن‌ها می‌باشد، هنوز مشخص نشده است. حشره‌کش فلونیکانید (تپکی®) در این گروه جای دارد.

**گروه ۳۰) تنظیم کننده‌های آلوستریک کانال کلرو وابسته به گابا  
(GABA-gated chloride channel allosteric modulators)**

در این گروه، تاکنون حشره‌کشی در ایران ثبت نشده است.

**گروه ۳۱) باکولوویروس‌ها (Baculoviruses)**

این گروه، حشره‌کش‌های زیستی با منشا باکولوویروس‌ها را شامل می‌شود که فعلا ترکیب ثبت شده‌ای در ایران ندارد.

**گروه ۳۲) تنظیم کننده‌های آلوستریک گیرنده‌های نیکوتینی استیل کولین،  
جایگاه ۲**

**(Nicotinic acetylcholine receptor (nAChR) allosteric modulators, site 2)**

تاکنون حشره‌کشی از این گروه در ایران ثبت نشده است.

**ترکیبات با نحوه عمل ناشناخته**

**(Compounds of unknown or uncertain MoA)**

این گروه که بدون شماره است، حشره‌کش‌ها و کنه‌کش‌هایی را شامل می‌شود که تاکنون نحوه عمل آن‌ها از لحاظ مولکولی دقیقا مشخص نشده است. برخی از این ترکیبات عبارتند از: آزادیراختین (حشره‌کش گیاهی)، کنه‌کش بنزوکسی میت (سیترازون®)، کنه‌کش

بروموپروپیلات (نورون®)؛ کنه کش دیکوفول؛ حشره کش پیریدالیل (سومی پلو®)؛ سولفور؛ لایم سولفور و خاک دیاتومه.

## ب- طبقه‌بندی کنه‌کش‌ها بر اساس نحوه عمل (IRAC 2020)

در طبقه‌بندی ایراک، حشره‌کش‌ها و کنه‌کش‌ها بدون اینکه تفکیک شوند، با هم طبقه‌بندی شده‌اند، اما در این نشریه برای سهولت دسترسی به کنه‌کش‌ها، به صورت جداگانه معرفی می‌شوند.

### گروه ۱۰) بازدارنده‌های رشد کنه‌ها

#### (Mite growth inhibitors affecting CHS1)

این گروه از کنه‌کش‌ها شامل دو زیرگروه به قرار زیر هستند.

- ۱) زیرگروه اول (10A): شامل کلوفنتزین (آپولو®)؛ هگزی تیاوکس (نیسورون®)؛ دیفلوویدازین (فلومایت®) و ۲) زیرگروه دوم (10B): شامل اتوکسازول (باروک®) است.

### گروه ۱۲) بازدارنده‌های تولید ATP در میتوکندری

#### (Inhibitors of mitochondrial ATP synthase)

این گروه از کنه‌کش‌ها شامل چهار زیرگروه به قرار زیر هستند.

- ۱- زیرگروه اول (12A): شامل ترکیبی به نام دیافن تیورون است. (در ایران ترکیبی از این گروه هنوز ثبت نشده است).
- ۲- زیرگروه دوم (12B): شامل کنه‌کش‌های ارگانوتین (دارای عنصر قلع) نظیر آزوسیکلوتین (پروپال®) است.

۳- زیر گروه سوم (12C): شامل پروپارژیت می باشد.

۴- زیر گروه چهارم (12D): شامل تترادیفون (تدیونوی ۱۸ ®) است.

### گروه ۱۳) عوامل جداکننده (قطع کننده) فسفریلاسیون اکسیداسیونی از طریق شیب غلظت پروتون ها

#### (Uncouplers of oxidative phosphorylation via disruption of the proton gradient)

گروهی از ترکیبات شیمیایی موسوم به پیرولها (Pyrroles) هستند که کنه کش کلرفناپیر (Chlorfenapyr) متعلق به این گروه است.

### گروه ۲۰) بازدارنده های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۳)

#### (Mitochondrial complex III electron transport inhibitors)

از کنه کش هایی که از این گروه در ایران ثبت شده اند می توان به اسکوتینوسیل (کنه مایت ®) و بی فنازیت (فلورامایت ®) اشاره کرد.

### گروه ۲۱) بازدارنده های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۱)

#### (Mitochondrial complex I electron transport inhibitors)

از کنه کش هایی که از این گروه در ایران ثبت شده اند می توان به فنازاکوئین (پراید®)، فن پیروکسی میت (اورتوس®) و پیریدابن (سانمایت®) اشاره کرد که همگی در زیر گروه (21A) قرار می گیرند. ضمناً روتون که یک حشره کش گیاهی است نیز در این گروه (زیر گروه 21B) طبقه بندی می شود که البته در ایران هنوز ثبت نشده است. لازم به ذکر است که روتون از ریشه گیاهان مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جنس Derris استخراج می شود.

### گروه ۲۴) بازدارنده های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس ۴)

#### (Mitochondrial complex IV electron transport inhibitors)

این گروه شامل دو زیر گروه به قرار زیر هستند.

- 1- زیر گروه اول (24A): شامل فسفیدها نظیر آلومینیوم فسفید، منیزیم فسفید، زینک فسفید.
- 2- زیر گروه دوم (24B): شامل سیانیدها نظیر سیانید کلسیم، سیانید پتاسیم و سیانید سدیم.

### گروه ۲۵) بازدارنده های انتقال الکترون در میتوکندری (کمپلکس 2) (Mitochondrial complex II electron transport inhibitors)

از این گروه از کشته کش ها که در ایران ثبت شده اند می توان به سایفلومتوفن (دانیساربا®) اشاره کرد.

#### نکته مهم در مورد حشره کش های مخلوط

بعضی از حشره کش های موجود در بازار که برای آفات ثبت و یا توصیه شده اند، مخلوطی از دو یا چند ماده موثره هستند. مثل "تیامتوکسام+لامبداسی هالوترین" (افوریا®)؛ "تیاکلورپراید+دلتامترین" (پروتوس®). به دلایل مختلف، تمایل تولید کنندگان آفت کش ها به حشره کش های مخلوط زیاد شده است. به طور کلی، استفاده از حشره کش های مخلوط حاوی دو یا چند ماده موثره با نحوه عمل متفاوت، از لحاظ مدیریت مقاومت آفات، در مواردی قابل توصیه است و باعث تاخیر در بروز مقاومت می شود. این توصیه بر این پایه علمی استوار است که احتمال اینکه جمعیت آفات بطور هم زمان به دو یا چند آفت کش (با نحوه عمل متفاوت) مقاوم شوند نسبت به زمانی که تنها یک حشره کش به صورت متوالی استفاده می شود، بسیار کمتر است. به علاوه، اگر آفت به یکی از دو ماده موثره موجود در حشره کش مخلوط، مقاوم شود، ماده موثره دوم موجود در مخلوط می تواند جمعیت آفت را کنترل کند. در خصوص موضوع مصرف تناوبی نیز باید دقت کرد که حشره کشی که در تناوب با چنین حشره کش های مخلوط قرار می گیرد، نحوه عمل آن با مواد موثره موجود در ترکیب، مشابه نباشد. مثلا ایمیداکلورپراید با هیچکدام از دو ترکیب بالا (افوریا®)؛ پروتوس®) توصیه نمی شود چون هر دو ترکیب یکی دارای تیمتوکسام و دیگری دارای تیاکلورپراید است که نحوه عمل آن ها با ایمیداکلورپراید مشابه است و لذا احتمال مقاومت تقاطعی زیاد است.

## فهرست منابع

علی پور، ح.؛ ملک زاده، م. ر.؛ رحمانی، ص.؛ علیزاده، ش.؛ انویه تکیه، ل.؛ جعفری ندوشن، ع.؛ سالم، ج.؛ مشایخی، س.؛ لشکری، ع.؛ عصارى، م. ج.؛ بخشی جهرمی، آ.؛ احمدی، غ.؛ تورجی، م. ر.؛ حیدری، ا.؛ درویش، ع.؛ بی آبی، م.؛ علیزاده، ن.؛ جنگ چی کاشانی، س. و شیرى، م. (۱۳۹۵). بررسی میزان تنوع مصرف آفت کش ها توسط باغداران و عوامل تاثیر گذار بر آن (مطالعه موردی محصولات سیب، پسته و مرکبات). گزارش نهائی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. تهران، ایران شماره ثبت ۵۰۵۸۶ مورخ ۱۷/۰۸/۱۳۹۵. ۱۱۵ صفحه.

مصلی نژاد، ه. ۱۳۹۸. مقاومت آفات به حشره کش ها و راهکارهای مدیریت آن. نشریه فنی موسسه تحقیقات گیاه پزشکی، شماره ثبت ۵۷۱۱۹، قابل دریافت از تالار ترویج دانش و فنون کشاورزی (<https://agrilib.areeo.ac.ir/>)، ۲۹ ص.

فهرست سموم مجاز کشور . ۱۴۰۰ ، قابل دسترس در پایگاه اینترنتی سازمان حفظ نباتات، قسمت معاونت کنترل آفات/ دبیرخانه هیات نظارت بر سموم (<https://ppo.ir>)

IRAC, 2020. IRAC mode of action classification scheme, Available at <https://irac-online.org/mode-of-action>.

Matsumura, F. (2012). Classification of insecticides. In *Toxicology of insecticides, second edition* (pp. 47-104). Springer, Springer Science & Business Media.



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

Guidelines for the rotation use of insecticides and acaricides  
(Classification based on mode of action, IRAC system)

59829

By:

Hadi Mosallanejad