مجله ترویجی سبزیجات گلخانه‌ای، جلد هفتم، شماره ۲، زمستان ۱۴۰۳، صفحات: ۴۵-۵۲

مدیریت مؤثر مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها در گلخانه: راهکارهایی برای حفظ سلامت محصول

بهاره رفیعی

عضو هیات علمی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: b.rafiei@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۳۰**

چکیده

مصرف بیش از حد آفت‌کش‌ها می‌تواند باعث مقاومت آفات به این مواد شود و کنترل شیمیایی آفات را بی‌اثر کند. در گلخانه‌ها، به دلیل شرایط مناسب رشد برای آفات، این مشکل به سرعت شدت می‌گیرد. اما خوشبختانه با روش‌های ساده و مؤثر می‌توان از بروز این مقاومت جلوگیری کرد. استفاده از انواع مختلف آفت‌کش‌ها با نحوه عمل متفاوت، رعایت دز مناسب و ترکیب آن‌ها به درستی می‌تواند سلامت محصولات و محیط زیست را حفظ کند و در عین حال بهره‌وری را افزایش دهد. همچنین، با به کارگیری روش‌های مدیریت تلفیقی آفات، نه تنها از آسیب‌های اقتصادی جلوگیری می‌شود، بلکه سلامت مصرف‌کنندگان و کشاورزان نیز در امان می‌ماند. در این مقاله به بررسی این راه‌کارهای مفید و عملی پرداخته شده است که به کشاورزان کمک می‌کند تا در برابر چالش‌های مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها به طور مؤثر مقابله کنند.

واژگان کلیدی: مقاومت آفات، تناوب مصرف آفت‌کش‌ها، مدیریت تلفیقی، گلخانه.

متن مقاله

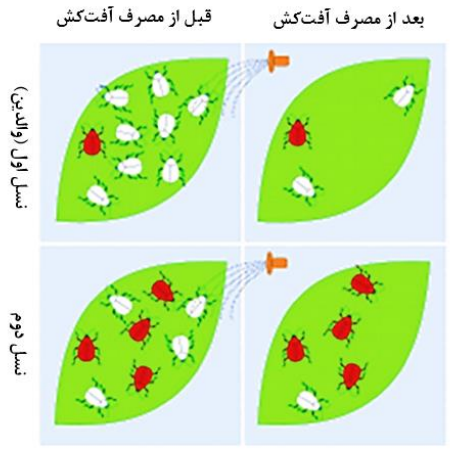
بیان مساله:

بخشی از محصولات کشاورزی توسط آفات از بین می‌روند. از این‌رو محافظت از محصولات کشاورزی یک بخش لازم در فرایند تولید است که در نهایت منجر به افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌شود. با وجود اینکه آفت‌کش‌ها، سبب کنترل و کاهش خسارت آفات می‌شوند، مصرف بی‌رویه آن‌ها سبب آثار نامطلوب مختلف، از جمله ایجاد مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها، می‌شود (احمد[1] و همکاران، ۲۰۲۴).

مقاومت به حشره‌کش‌ها یک توانایی ارثی و ژنتیکی است که یک حشره قادر به زنده ماندن در برابر غلظتی از حشره‌کش است که برای سایر افراد فاقد این ژن، کشنده است. این ژن مقاومت را از والدین به ارث می‌رسد (شکل ۱). بسیاری از حشرات، عوامل بیماری‌زا (قارچ ها و باکتری ها) و علف‌های هرز در برابر آفت‌کش‌ها می‌توانند مقاومت نشان دهند (کلوید[2]، ۲۰۱۰).

تعاریف مختلفی از مقاومت به آفت‌کش‌ها ارائه شده است، طبق تعریف کمیته بین‌المللی اقدام علیه مقاومت به حشره‌کش‌ها[3] (IRAC)، مقاومت به عنوان کاهش حساسیت یک جمعیت از آفات تعریف می‌شود که منجر به شکست‌های مکرر در دستیابی به سطح کنترل مورد انتظار در مزرعه می‌شود، حتی زمانی که حشره‌کش‌ها طبق توصیه‌های برچسب استفاده شوند. سازمان بهداشت جهانی (۱۹۹۷) نیز مقاومت را به عنوان توسعه توانایی آفت برای تحمل دزهای آفت‌کش‌ها تعریف می‌کند که برای اکثر افراد جمعیت عادی (حساس) کشنده خواهد بود. والون و مک‌گوهی (۱۹۹۸) مقاومت را به عنوان یک فرآیند تکاملی توصیف می‌کنند که در آن سازگاری ژنتیکی از طریق انتخاب حشره‌کش‌ها، منجر به جمعیت‌هایی از بندپایان می‌شود که چالش‌های مدیریتی و کنترلی دشوارتری را به وجود می‌آورند (جامباگی[4] و همکاران، ۲۰۲۳). بررسی‌ها نشان داده است که راسته دوبالان ۳۲ درصد، بال‌پولکداران ۱۷ درصد، کنه‌ها ۱۴ درصد، سخت‌بال‌پوشان ۱۴ درصد، جوربالان ۱۳ درصد و بقیه حشرات ۱۰ درصد کل گونه‌های مقاوم را به خود اختصاص می‌دهند (مصلی‌نژاد، ۱۳۹۸). آفات به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی که در جمعیت‌شان وجود دارد و فشار انتخابی که توسط حشره‌کش ایجاد می‌شود و انتخاب طبیعی، تکامل یافته و نسبت به حشره‌کش‌ها مقاومت نشان می‌دهند. عامل ژنتیکی شامل فراوانی آلل‌های مقاوم، عوامل بیولوژیک نظیر تعداد نسل در سال، نحوه تولید مثل، ظرفیت تولید مثلی، طول دوره فعال زندگی و دامنه میزبانی و عوامل اجرائی-عملیاتی شامل فعالیت هایی است که توسط انسان انجام می شود نظیر انتخاب نوع حشره/کنه کش، میزان دز مصرفی و تعداد دفعات سمپاشی و می باشند (مصلی نژاد، ۱۳۹۸).

[1] Ahmad
[2] Cloyd
[3] Insecticide Resistance Action Committee (IRAC)
[4] Jambagi



شکل ۱. نحوه ایجاد مقاومت آفات به حشره‌کش‌ها و توسعه آن در نسل‌های بعد (حشرات قرمز مقاوم، حشرات سفید حساسند.). کاراغاچ[1] (۱۹۹۹)

پیامدهای بروز مقاومت آفات به آفت‌کش‌ها شامل تهدید سلامت انسان و موجودات مفید، تهدید امنیت غذایی و خسارت اقتصادی است (مصلی‌نژاد، ۱۳۹۸). در محیط گلخانه به دلیل بسته بودن فضا و در دسترس بودن غذا، اغلب حشرات و کنه‌ها در زمان بسیار کوتاه و با نرخ زاد و ولد بالا، به سرعت جمعیت خود را افزایش می‌دهند. بسیاری از آفات نسل‌های همپوشان دارند و رشد جمعیت در طول یک فصل، به صورت چشم‌گیری رخ می‌دهد. از این رو مقاومت با سرعت بیشتری رخ می‌دهد و در صورت بروز مقاومت، احتمال اینکه افراد حساس از بیرون وارد گلخانه شوند و با جمعیت‌های مقاوم جفت‌گیری کنند و ژن‌های حساس را به جمعیت اضافه کنند، بسیار پایین است (کلوید، ۲۰۱۰). آفات مهمی که درتولید محصولات گلخانه‌ای نسبت به آفت‌کش‌ها، مقاومت نشان داده‌اند شامل آفات مکنده مانند شته‌ها (شته جالیز، شته سیاه باقلا)، سفیدبالک‌ها (سفیدبالک گلخانه)، تریپس‌ها (نظیر تریپس غربی گل)، مینوزها (مانند شب پره مینوز گوجه‌فرنگی یا همان توتا) و کنه‌ها (نظیر کنه تارتن دو لکه‌ای) در محصولات مختلف مانند خیار، گوجه‌فرنگی، بادمجان، توت‌فرنگی، فلفل و گیاهان زینتی است (مصلی‌نژاد، ۱۳۹۸). از این‌رو پرداختن به این موضوع بسیار اهمیت دارد.

[1] Karaağaç

مدیریت مقاومت آفات در گلخانه

برای مدیریت مقاومت به آفت‌کش‌ها باید از بروز و گسترش این پدیده جلوگیری کنیم. با بررسی دقیق و در نظر گرفتن دلایل توسعه مقاومت باید به مدیریت مقاومت پرداخت. در این بخش به راه‌کارهای مدیریتی مقاومت در گلخانه پرداخته می‌شود.

تناوب در استفاده از گروه‌های مختلف آفت‌کش

برای جلوگیری از بروز و مدیریت مقاومت عوامل خسارت‌زا به آفت‌کش‌ها، یکی از مهم‌ترین اقدامات پیشگیرانه، عدم مصرف متوالی یک نوع آفت‌کش از یک گروه شیمیایی خاص است. به جای آن، باید از آفت‌کش‌هایی با نحوه عمل متفاوت به صورت تناوبی استفاده شود. شناخت نحوه عمل آفت‌کش‌ها برای اجرای این استراتژی ضروری است. هر ترکیبی که نحوه عمل و نقطه هدف مشترکی داشته باشد در صورت مصرف متوالی، توانایی ایجاد مقاومت را دارد. کمیته‌های بین‌المللی اقدام علیه مقاومت به حشره‌کش‌ها (IRAC)، قارچ‌کش[2] (FRAC) و علف‌کش‌ها[3] (HRAC)، طبقه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس محل اثر آن‌ها را به عنوان بخش کلیدی استراتژی مدیریت مقاومت جهانی توسعه داده‌اند. ایراک (IRAC) حشره/کنه‌کش‌ها را بر اساس نحوه عملکردها یا چگونگی تأثیر بر نقطه هدف در بدن

[2] Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)
[3] Herbicide Resistance Action Committee (HRAC)

حشره/کنه طبقه‌بندی می‌کند. منظور از نقطه (جایگاه) هدف، مولکول یا مولکول‌های پروتئینی در بدن حشره/کنه اشاره دارد که حشره/کنه‌کش به آن متصل می‌شود و با ایجاد تغییرات فیزیولوژیک، سبب از بین رفتن حشره/کنه می‌شود. به دلیل اهمیت این موضوع، درج نحوه عمل یا جایگاه هدف هر حشره/کنه‌کش بر اساس طبقه‌بندی ایرانک روی برچسب آفت‌کش‌ها الزامی است و باید توسط همه شرکت‌های عرضه‌کننده آفت‌کش‌ها رعایت شود. مزیت اصلی این طبقه‌بندی در مدیریت مقاومت آفات و شناخت ترکیبات مختلف بر اساس نحوه عمل است. این امر استفاده تناوبی از حشره/کنه‌کش‌ها در مزارع یا باغ‌ها را تسهیل می‌کند. در جدیدترین طبقه‌بندی ایراک، هر حشره/کنه‌کش بر اساس نحوه عمل در یک گروه معین قرار می‌گیرد که با شماره(کد)های ۱ تا ۳۲ مشخص شده‌اند. اگر دو حشره/کنه‌کش دارای شماره گروه ایراک متفاوت باشند، به این معنی است که نحوه عمل آنها متفاوت است و می‌توانند در تناوب با یکدیگر مصرف شوند (مصلی‌نژاد، ۱۴۰۰). برای مثال در برنامه‌های کنترل شیمیایی آفات، استفاده از ترکیبات با نحوه عمل مشابه، مانند دیکلروووس و هپتنفوس برای کنترل شته‌ها در محصولات سبزی و صیفی، که دارای کد ایراک مشترک (IRAC 1B) هستند، به صورت پشت سرهم توصیه نمی‌شود. این سه ترکیب به دلیل شباهت در مکانیسم اثر، در صورت استفاده مکرر، می‌توانند منجر به ایجاد مقاومت در آفات شوند و باید از حشره‌کش‌های با نحوه عمل متفاوت به صورت متوالی استفاده شود. این رویکرد به مدیریت مقاومت آفات کمک می‌کند و سبب اثربخشی طولانی‌تر آفت‌کش‌ها می‌شود. به عنوان مثال، اگر در یک دوره از دیکلروووس استفاده شده است، در دوره بعدی از ترکیباتی با مکانیسم اثر متفاوت، مانند پی‌متروزین (IRAC 9B) که در گروه دیگر ایراک قرار دارد، استفاده شود. این تناوب از ایجاد مقاومت جلوگیری می‌کند.

کمیته اقدام علیه مقاومت به قارچ‌کش‌ها (FRAC)، نیز قارچ‌کش‌ها را بر اساس نحوه عمل آن‌ها طبقه‌بندی می‌کند. که با حروف و اعداد این کدها تعریف شده‌اند. برای مثال سیگنوم نام تجاری قارچ‌کش حاوی دو ترکیب به نام های پیراکلواستروبی و بوسکالید است که پیراکلواستروبین از گروه قارچ‌کش‌های متوکسی کاربامات‌ها و نقش محافظتی دارد. این قارچکش از نظر مکانیسم و نقطه اثر در گروه‌بندی فراک در گروه C3 قرار دارد و از طریق تأثیر روی سیتوکروم میتوکندریایی bc1 و در مکان Qo عمل می‌کند. پیراکلواستروبین از نظر بروز مقاومت در گروه‌بندی فراک در گروه ۱۱ و با ریسک بالا قرار دارد و نیازمند مدیریت در کاربرد، برای ممانعت از بروز مقاومت است. قارچ‌کش سیگنوم برای کنترل قارچ عامل بیماری کپک خاکستری در محصولات مختلف مانند توت فرنگی و خیار استفاده می‌شود و قارچ عامل این بیماری[1] دارای تنوع ژنتیکی، چرخه زندگی کوتاه، تولید مثل فراوان و پتانسیل زیادی برای بروز مقاومت به قارچکش‌ها است، به همین دلیل سیگینوم باید در تناوب با قارچ‌کش‌های دیگر که نحوه عمل متفاوتی دارند، قرار گیرد (غایب زمهریر و همکاران، ۱۳۹۹). در رابطه با علف‌کش‌ها هم کمیته‌ی (HRAC)، علف‌کش‌های دارای نحـوه عمل یکسان را در یک گروه دسته‌بندی کرده است.

[1] *Botrytis cinerea*

استفاده از آفت‌کش‌ها انتخاب و با ماندگاری کوتاه مدت

استفاده از آفت‌کش‌های انتخابی سبب می‌شود که فقط آفت هدف کنترل شود و بر سایر آفات که جمعیت و خسارت قابل توجهی ندارند، هچنین عوامل کنترل زیستی، تأثیر نگذارد. در صورت استفاده از آفت‌کش‌هائی که طیف تأثیر آنها گسترده هست، آفات غیر هدف نیز می‌توانند نسبت به آفت‌کش مصرفی مقاومت پیدا کنند. همچنین آفت‌کش‌هایی که دوام بیشتری دارند، سرعت بروز مقاومت نسبت به آن‌ها در آفات بیشتر است. چون آفت مدت زمان بیشتری در معرض آن‌ها قرار می‌گیرد و سازگاری ژنتیکی بیشتری پیدا می‌کند، در نتیجه احتمال بروز مقاومت در آن‌ها افزایش می‌یابد (کلوید، ۲۰۱۰). برای مثال در میان حشره کش‌های مناسب در کنترل شته‌ها، پی‌متروزین (IRAC 9B) حشره‌کش انتخابی است که بازدارنده تغذیه است. این حشره‌کش، شته‌های مقاوم به سموم فسفره آلی و کاربامات را کنترل می‌کند. برای جلوگیری از مقاومت باید این حشره کش را به صورت متناوب با سموم دیگر مورد استفاده قرار داد (رفیعی دستجردی، ۱۴۰۱).

کاربرد آفت‌کش‌ها بر اساس غلظت توصیه شده

اگر دز بالایی از آفت‌کش مصرف شود، بخش زیادی از جمعیت حساس، به سرعت حذف خواهند شد و زمینه برای رشدونمو و تکثیر افراد مقاوم فراهم خواهد شد. در این صورت، ظهور مقاومت سریع‌تر خواهد بود. بنابراین باید از دز توصیه شده برای هر آفت‌کش استفاده شود (مصلی‌نژاد، ۱۳۹۸).

استفاده از آفت‌کش‌های با نحوه عمل خاص و آفت‌کش‌های زیستی

استفاده از آفت‌کش‌هایی نظیر صابون‌های حشره‌کش و روغن‌ها، همچنین آفت‌کش‌های زیست‌پایه که نحوه عمل خاص دارند، می‌تواند به تأخیر بروز مقاومت کمک کند. افزودن صابون حشره‌کش یا روغن‌های آفت‌کش به یک حشره‌کش می‌تواند در به تأخیر انداختن گسترش مقاومت کمک کند. برای کنترل آفات توصیه می‌شود از حشره‌کش‌های زیستی و جدید که برای دشمنان طبیعی کم خطر هستند و در یک برنامه مدیریت تلفیقی آفات به خوبی عمل می‌کنند، استفاده شود (کلوید، ۲۰۱۰). روغن‌ها بیش از ۱۰۰ سال است که استفاده می‌شوند. تا کنون، موردی از مقاومت آفات به آن‌ها گزارش نشده است. روغن‌ها جزء حشره کش های فیزیکی‌اند و از طریق به هم زدن ساختمان سلولی، اختلال در توازن آب، انحلال لایه مومی کوتیکول حشرات و بستن منافذ تنفسی حشرات سبب مرگ آن‌ها می‌شوند. روغن‌ها بعد از پاشیده شدن، به صورت یک لایه نازک بدن حشره را احاطه و از ورود هوا جلوگیری می‌کنند (طالبی جهرمی، ۱۳۸۶). روغن‌ها کنه‌ها، سفیدبالک‌ها و تخم‌های آن‌ها را به صورت تماسی از بین می‌برند. برای مثال می‌توان از مخلوط روغن‌ها با ترکیبات آفتکش در کنترل بهتر سفیدبالک گلخانه استفاده کرد (حسینی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵). کاربرد صابون‌ها برای کنترل حشرات و کنه‌های زیان‌آور در سال‌های اخیر به دلیل امتیازات آن‌ها از جمله سمیت ناچیز (بدون ماده موثره سمی)، عدم

باقیمانده سمی روی محصولات و عدم آلودگی محیط زیست در بسیاری ازکشورها گسترش یافته است. درکنترل شته جالیز غلظت ۱/۵ تا ۲ در هزار صابون حشره‌کش پالیزین علیه شته جالیز توصیه می‌شود (بنی‌عامری، ۱۳۹۴). برای کنترل کنه دونقطه‌ای، صابون‌های آفتکش مانند دیاتانل آمید روغن نارگیل (پالیزین) تأثیر مطلوبی دارد. آفت‌کش‌های گیاه پایه نیز در مدیریت مقاومت نقش دارند. برای کنترل شیمیایی سفیدبالک گلخانه از حشره کش هایی مانند آزادیراختین (نیمارین) که از عصاره‌ی دانه‌ی چریش و پیرترین (IRAC 3A) از گل‌های گیاه پیرتروم استخراج می‌شود، می‌توان استفاده کرد. سفیدبالک‌ها به دلیل قابلیت ژنتیکی بالا و داشتن چندین نسل در سال، سبب شده خیلی زود نسبت به اکثر آفت‌کش‌ها موجود مقاوم شود، بنابراین در مدیریت کنترل این آفت علاوه بر نوع انتخاب آفت‌کش مناسب بایستی تناوب مصرف آن‌ها در کنترل و پیشگیری از مقاومت به سموم اهمیت زیادی دارد. در کنترل شیمیایی مگس مینوز نیز باید از مصرف مداوم یک آفت‌کش اجتناب شود. زیرا این حشره نیز قابلیت زیادی در بروز مقاومت به سموم دارد که طغیان بعدی آفت را در پی دارد. آزادیراختین (نیم آزال) برای کنترل این آفت در گلخانه توصیه شده‌اند (ارجمندیان و احمدی، ۱۳۹۴).

اختلاط آفت‌کش‌ها

استفاده از حشره‌کش‌های ترکیبی که حاوی دو ماده موثره با نحوه عمل متفاوت هستند، برای مدیریت مقاومت آفات به حشره کش ها توصیه می‌شود، باید به این موضوع توجه داشت که درصورت استفاده مدام از این نوع حشره‌کش‌ها خطر بروز مقاومت آفت به هردو حشره‌کش وجود دارد. برخی از حشره‌کش‌ها به صورت مخلوط در بازار عرضه می‌شوند مانند افوریا که حشره‌کشی سیستمیک، با خاصیت تماسی و گوارشی است که از دو ترکیب تیامتوکسام (IRAC 4A)، از گروه نئونیکوتینوئیدها و لامبداسای‌هالوترین (IRAC 3A)، متعلق به گروه پایرتیروئیدها تشکیل شده است که به دو طریق مختلف عمل می‌کند. لامبداسای‌هالوترین با چسبیدن به سطح خارجی برگ با اثر ضربه‌ای آفت را کنترل می‌کند و تیامتوکسام (IRAC 4A) جذب برگ‌ها می‌شود و گیاه را برای مدت طولانی در برابر آفت مصون می‌کند و با اختلال در گیرنده‌های عصبی سبب مرگ حشرات می‌شود. افوریا برای کنترل سفیدبالک در خیار گلخانه‌ای ثبت شده است.

استفاده از سینرژیست‌ها برای کاهش اثر مکانیسم‌های سم‌زدا

سینرژیست‌ها مواد شیمیایی هستند که فاقد اثر آفت‌کشی می‌باشند، اما خواص آفت‌کشی، ماده فعال تشکیل‌دهنده آن‌ها را تقویت کرده و بهبود می‌بخشـند. برای مثال روغن‌های چریش و ولک، همچنین سیتووت به همراه بوپروفزین، حالت سینرژیستی در کنترل پوره‌های سفید بالک گلخانه روی رز دارند (حسینی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵).

مدیریت تلفیقی آفات[1] (IPM)

در صورتی که برنامه مدیریت تلفیقی آفات به طور انحصاری به کنترل شیمیایی وابسته باشد، نمی‌توان از بروز مقاومت به آفت‌کش‌ها، جلوگیری

[1] Integrated Pest Management (IPM)

کرد و تنها می‌توان با انتخاب آفت‌کش‌ها از گروه‌های مختلف، آن را به تأخیر انداخت، به همین دلیل باید از روش‌های مختلف کنترل و مدیریت تلفیقی آفات استفاده نمود (کلوید، ۲۰۱۰). به کارگیری روش‌های مختلف کنترل آفات، با هدف کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و استفاده از راه‌کارهای مختلف طراحی می شود. این روش شامل ترکیبی از کنترل زراعی (استفاده از ارقام مقاوم، آیش، تناوب، ...)، کنترل مکانیکی (تله‌های نوری، فرمونی ...) ،کنترل فیزیکی (استفاده از یخ آب‌زمستانه)، کنترل بیولوژیکی (رهاسازی دشمنان طبیعی) و کنترل شیمیایی (استفاده از آفت‌کش‌ها) می‌باشد، که با توجه به آثار نامطلوب آفت‌کش‌ها شیمیایی باید به عنوان آخرین راه‌کار در نظر گرفته شود (صدیق و همکاران، ۲۰۲۳).

توصیه ترویجی

به دلیل بسته بودن فضای گلخانه و فراهم بودن شرایط مناسب برای فعالیت آفات، احتمال بروز مقاومت نسبت به حشره‌کش‌ها افزایش می‌یابد، از این رو رعایت تناوب و استفاده از آفت‌کش‌های که در گروه‌های مختلف با نحوه عمل متفاوت طبقه‌بندی می‌شوند، می‌تواند سبب جلوگیری از بروز مقاومت به آفت‌کش‌ها شود و توصیه می‌شود، با برگزاری کلاس‌ها و کارگاه‌های توجیهی، آگاهی کشاورزان از نحوه عمل آفت‌کش‌ها افزایش یابد. همچنین با معرفی و استفاده از آفت‌کش‌ها کم دوام و حداقل دز توصیه شده از بروز مقاومت جلوگیری کنند. سوابق مصرف آفت‌کش‌ها باید توسط کشاورزان ثبت شود تا به راحتی تناوب بلندمدت را دنبال کنند و کنترل شیمیایی را به عنوان اولین راهکار در نظر نگیرند و با به کارگیری مدیریت تلفیقی آفات، جمعیت آفات را در یک برنامه واحد، کنترل و از زیان اقتصادی جلوگیری کنند و عوارض ناشی از آفات و مصرف آفت‌کش‌ها را کاهش دهند. توجه به این نکات می‌تواند سبب کاهش بروز مقاومت و حفظ سلامت محصول شود.

منابع

ارجمندیان، ا.، احمدی، ر. ۱۳۹۴. مدیریت و کنترل آفات و بیماریهای مهم خیار گلخانه‌ای. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان همدان. ۴۴ صفحه.

بنی‌عامری، و. ۱۳۹۴. دستورالعمل کاربرد صابون حشره کش در کنترل شته‌ها در گلخانه. مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، ۱۱ صفحه.

حسینی‌نیا، ا.، خانجانی، م.، خوبدل، م.، جوادی خدری، م. ۱۳۹۵. مقایسه کارایی روغن‌های رایج و ترکیبات حشره‌کش در کنترل سفیدبالک گلخانه‌ای *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), (Hem.: Aleyrodidae) روی رز و بررسی برهمکنش آن‌ها. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)،۳۰ (۴)، ۷۱۸-۷۲۶.

طالبی جهرمی، خ.، ۱۳۸۶. سم‌شناسی آفت کش ها، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم، ۴۹۲ صفحه.

غایب زمهریر، م.، عظیمی، ح.، مدرس نجف‌آبادی، س. عباسی، ع. ۱۳۹۹. کارآیی قارچ‌کش‌های تریفلوکسیاستروبین+ فلوپیرام (۵۰٪ SC) و پیراکلواستروبین + بوسکالید (۳۴/۳۴ WG) روی عامل بیماری کپک خاکستری خیار، *Botrytis cinerea*، در شرایط گلخانه، آفت‌کش‌ها در علوم گیاهپزشکی، ۱ (۹): ۴۸-۳۹.

رفیعی‌دستجردی، ه.، عابدی، ز.، گلی‌زاده، ع.، حبیبی ینگجه، ع.، فیض‌پور، س. ۱۴۰۱. تأثیر غلظت زیرکشنده حشره‌کش پی‌متروزین بر فراسنجه‌های رشد جمعیت و فعالیت آنزیم‌های استراز در شته سبز گندم *Schizaphis graminum* Rondani (Hemiptera: Aphididae). گیاه‌پزشکی، ۴۵(۲): ۱۷-۳۲.

مصلی‌نژاد، ه.، ۱۳۹۸. نشریه فنی مقاومت آفات به حشره‌کش‌ها و راه‌کارهای مدیریت آن. مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. ۲۹ صفحه.

مصلی‌نژاد، ه.، ۱۴۰۰. نشریه فنی راهنمای طبقه‌بندی حشره/کنه‌کش‌ها بر اساس نحوه عمل (IRAC) به منظور مصرف تناوبی. مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. ۲۱ صفحه.

Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Alsayegh, A. A., Zeyaullah, Md., AlShahrani, A. M., Muzammil, K, Abdullah Ali Saati,Shadma Wahab,Ehab Y. Elbendary,Nahla Kambal,Mohamed H. Abdelrahman,Sohail Hussain. 2024. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasures. *Heliyon* 10, 7, e29128.

Cloyd, R. A. and R. S. Cowles. 2010. Resistance Management: Resistance, Mode of Action and Pesticide Rotation. K-State Research and Extension. MF2905. 7 pp.

Jambagi, S. R., Gaddanakeri S., Dileep, K. N. T., Chaitra, D. S. 2023. Insecticide Resistance Management Strategies for Sustainable Insect Control. In book: Entomology Redefined Current Trends and Future Directions. Elite Publishing House, Rohini, New Delhi, 1: 348-369.

Siddiqui, J. A., Fan, R., Naz, H., Bamisile, M., Hafeez, M., Ghani, M. I., Wei, Y., Xu, Y., Chen, X. 2023. Insights into insecticide-resistance mechanisms in invasive species: challenges and control strate-gies. Front Physiol 13: 1112278.

Karaağaç, S. U. 2012. Insecticide Resistance, Insecticides - Advances in Integrated Pest Management, Dr. Farzana Perveen (Ed.), ISBN: 978-953-307-780-2, InTech, Available from: http://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/insecticideresistance