

# آشنایی با مقاومت در آفات

کمیته باغبانی انجمن پسته ایران

برگرفته از مقاله مدیریت مقاومت به آفت‌کش‌ها

نوشته: تیموتی دنی و جان دانلی

هدف قرار گرفته توسط آفت‌کش می‌باشند. آفاتی که با مکانیسم افزایش سم‌زدایی بدن حشره مقاوم شده‌اند، این توانایی را دارند که مولکول‌های سم را سریع‌تر از گونه‌های حساس آفت بی‌اثر کنند. در نتیجه، ماده موثره کمتری از محلول سم پاشیده شده روی گیاه به نقطه هدف در بدن آفت می‌رسد.

در مکانیسم دوم یعنی کاهش حساسیت ارگان هدف قرار گرفته شده توسط آفت‌کش، نقطه هدف فیزیولوژیکی در آفت مقاوم شده حساسیت کمتری نسبت به مسمومیت در مقایسه با آفات حساس دارد.

مقاومت همچنین می‌تواند با کاهش نفوذ آفت‌کش از پوسته بدن حشرات افزایش یابد. هرچند این مکانیسم نسبت به موارد اشاره شده کمتر محتمل است.

مکانیسم دیگری که کمتر مطالعه شده ولی بطور بالقوه اهمیت دارد، تغییر در رفتار آفات می‌باشد. به این معنی که ایجاد برخی مقاومت‌های رفتاری از طرف آفات، می‌تواند آنها را از تماس با آفت‌کش‌ها در امان نگه دارد.

## مقاومت چگونه ایجاد می‌شود؟

مقاومت در طی فرآیند انتخاب در صدی از جمعیت یک آفت بر حسب تنوع ژنتیکی در حساسیت به یک ماده موثره آفت‌کش ایجاد می‌شود. درک این که چطور این انتخاب اتفاق می‌افتد، ساده است. در ابتدا بخش اندکی از جمعیت آفت پس از قرار گرفتن در معرض یک آفت‌کش نجات پیدا می‌کند و پس از هر مرتبه سم‌پاشی بخش بیشتری از جمعیت آن آفت در مقابل آفت‌کش دوام می‌آورند. این آفات مقاوم، ژن‌های مقاومت را به نسل بعدی خود منتقل می‌کنند. کاهش کارایی نسبی یک آفت‌کش در اثر مقاومت بصورت توامان بستگی به فراوانی و شدت مقاومت دارد.

فراوانی مقاومت به درصدی از جمعیت یک نوع آفت که به یک آفت‌کش خاص مقاوم شده گفته می‌شود و شدت مقاومت نیز به قدرت مقاومت در هر کدام از جمعیت آن آفت مقاوم اطلاق می‌شود. مشخصاً، زمانی که تعداد آفات مقاوم در جمعیت آن آفت افزایش یابد، ایجاد مقاومت به یک مشکل تبدیل می‌شود. ولی شدت مقاومت نیز می‌تواند روی کارایی یک آفت‌کش در باغ تأثیر بگذارد. در برخی موارد، کارایی آفت‌کش در کنترل آفات مقاوم به میزان کمی تحت تأثیر پدیده مقاومت قرار می‌گیرد و در دیگر موارد، آفت عملاً در مقابل آفت‌کش‌ها ایمن می‌شود.

یک نوع آفت ممکن است به یک آفت‌کش با شدت کم، ولی در جمعیت بالایی مقاوم شوند به طوری که هیچ تأثیر معنی‌داری در عملکرد آن آفت‌کش دیده نشود. از طرف دیگر، مقاومت خیلی

با وجود اینکه بیش از ۸۰ سال از کشف اولین مورد ایجاد مقاومت یک آفت کشاورزی بطور وسیع به یک آفت‌کش می‌گذرد، ولی کشاورزان با این واژه تا دهه ۵۰ میلادی که مقاومت گسترده آفات به سم «د.د.ت» اتفاق افتاد، آشنا نبودند.

از آن زمان بود که کشاورزان به مرور منتظر کاهش اثر آفت‌کش‌ها به دلیل مقاومت بودند. تا اواسط دهه هشتاد میلادی رکورد مقاومت حدود ۴۵۰ گونه آفات و همچنین کنه‌ها به ثبت رسید.

## تعریف مقاومت در آزمایشگاه

از دیدگاه علمی، مقاومت یک صفت موروثی است که از نظر آماری، کاهش حساسیت جمعیتی از یک آفت به یک نوع سم نسبت به جمعیتی از آن آفت که هرگز در معرض این نوع سم قرار نگرفته‌اند، تعریف می‌شود. مقاومت در آزمایشگاه با مقایسه تفاوت‌های جمعیت حساس از یک آفت با جمعیت‌هایی که می‌توانند تا حدی اثرات آفت‌کش‌ها را تحمل کنند نشان داده می‌شود.

بدست آمدن شواهدی از بروز مقاومت در آزمایشگاه، لزوماً به معنی عدم کارایی یک سم در مزرعه نیست. عوامل زیادی روی کارکرد یک آفت‌کش تأثیر گذارند و کنترل آفات مقاوم نیز وابسته به مجموعه‌ای از این شرایط همانند دوز مصرف آفت‌کش، حجم مصرفی، پوشش سم‌پاشی و ... می‌باشد.

## تعریف مقاومت در مزرعه

مقاومت در مزرعه به کاهش قابل سنجش اثربخشی نسبی یک آفت‌کش گفته می‌شود. تخمین زدن میزان کاهش اثربخشی یک گام مهم در مدیریت مقاومت به آفت‌کش‌ها است. برای این منظور، باید طرح‌های سم‌پاشی متداول با ادوات مشابه و در شرایط مشابه مزرعه، در مکان‌هایی که آفت‌هدف با سطوح مختلف مقاومت حضور دارد اجرا شوند.

کاهش نسبی اثرگذاری یک ماده شیمیایی لزوماً به معنی ایجاد مقاومت نیست. به عنوان مثال، در بعضی موارد عدم کارایی در عملکرد سموم در ابتدا به مقاومت نسبت داده می‌شود، اما بعداً ثابت شد که به دلیل مواردی همچون شکسته شدن ترکیب سم توسط میکروارگانیسم‌های خاک یا pH بالای آب استفاده شده و یا نحوه سم‌پاشی ناقص بوده‌است.

## مکانیسم ایجاد مقاومت

بطور کلی دو مکانیسم برای فائق آمدن آفات و کنه‌ها در مقابل سمیت یک آفت‌کش وجود دارد که به ترتیب افزایش سم‌زدایی از طریق سیستم سوخت و ساز بدن حشره و کاهش حساسیت ارگان

زمانی که آفت کش استفاده نمی‌شود، مقاومت کاهش می‌یابد. از پدیده مقاومت موقت می‌توان برای مدیریت مقاومت بهره‌برداری کرد. می‌توان تحت مجموعه‌ای از شرایط با انجام تحقیق، طول زمانی که نیاز است تا ماندگاری مقاومت آفت برطرف شود را تخمین زد تا مقاومت به کمترین حدی که قبل از آخرین سم‌پاشی بوده کاهش پیدا کند.

سپس می‌توان یک برنامه مدیریت مقاومت برای تناوب کاربرد آفت‌کش‌ها ایجاد کرد که اثر این مقاومت از بین برود. کوتاه‌ترین بازه زمانی که مواد موثره مشابه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند و همچنان اجازه می‌دهد تا اثر مقاومت از بین برود حداقل زمان بازنشانی (MRI) نامیده می‌شود. اگر فاصله بین سم‌پاشی‌ها از حداقل زمان بازنشانی کوتاه‌تر باشد، گام به گام مقاومت افزایش خواهد یافت، ولی اگر فاصله زمانی بین سم‌پاشی‌ها بیشتر از این بازه زمانی باشد، افزایشی در مقاومت نخواهیم داشت. این بازه زمانی در محصولات و مناطق مختلف می‌تواند متفاوت باشد. زمانی که حداقل زمان بازنشانی برای یک سیستم تعریف شد، انتخاب چرخشی سموم به‌طور صحیح می‌تواند موجب رسیدن به کارایی مطلوب آفت‌کش‌ها شود.

### عواملی که در ایجاد مقاومت تأثیر گذارند

محققان نشان داده‌اند که ایجاد مقاومت در آفات تحت تأثیر عوامل بیولوژیکی، اکولوژیکی، ژنتیک و عملیاتی هستند.

- عوامل بیولوژیکی و اکولوژیکی شامل
- خصوصیات آفات همانند نرخ تولید مثل، تعداد نسل‌ها در سال و میزان تحرک گونه‌ها
- خصوصیات باغ همانند مجاورت به باغاتی که مبارزه صورت نگرفته، سازگاری آفات با گونه‌های گیاهان میزبان برای رشد و تکثیر، مهاجرت آفات حساس و کارایی کنترل بیولوژیکی
- عوامل ژنتیکی شامل
- تعداد ژنهای اعطا کننده و انتقال دهنده مقاومت
- فراوانی و قدرت ژنهای مقاوم در جمعیت آفت
- توانایی هر کدام از آفات مقاوم برای رشد و تکثیر در مقایسه با جمعیت حساس به آفت کش خاص
- فاکتورهای عملیاتی شامل
- ویژگی‌های سموم بکار رفته
- آستانه‌های جمعیتی تعریف شده برای مبارزه با آفت
- روش سم‌پاشی و تجهیزات آن
- استراتژی مصرف سموم همانند تناوب مصرف سموم و اختلاط آنها

در عمل، کشاورزان اماکن تغییر بسیاری از این عوامل را ندارند. ولی کشاورزانی که کمترین میزان آفت‌کش را استفاده می‌کنند، موثرترین برنامه‌های مدیریت مقاومت آفات را دارند و پدیده مقاومت در شرایطی که از یک آفت‌کش مکرراً در یک فصل رشد استفاده شود، قابل مدیریت نیست.

شدید به یک آفت کش حتی در شرایطی که فراوانی کمی در جمعیت آفت هدف داشته باشد، می‌تواند منجر به کاهش کارایی آن آفت‌کش شود.

### مقاومت متقابل و مقاومت چندگانه

در بیش از نیمی از مواردی که برای آفات و کنه‌های مقاوم ثبت شده‌است، این آفات به حدود ۲ تا ۵ گروه مختلف از سموم مقاوم شده‌اند. آفاتی که به تعداد زیادی آفت‌کش مقاوم شده‌اند، زمانی که به کنترل با آفت‌کش‌های شیمیایی نیاز باشد به مشکل حادی تبدیل خواهند شد.

برای اینکه بتوانیم پیامدهای چند وجهی کنترل آفاتی که بیش از یک عامل برای مقاومت دارند را درک کنیم شناخت وجوه تمایز بین مقاومت متقابل و چندگانه اهمیت دارد.

### مقاومت متقابل

بسیاری از مقاومت‌ها تنها توسط یک فاکتور عمده ژنتیکی که وجه تمایز بین آفات مقاوم و حساس است ایجاد می‌شوند. وقتی تنها یک عامل موجب ایجاد مقاومت به چندین آفت‌کش می‌شود، این نوع مقاومت، متقابل نامیده می‌شود. به عنوان نمونه، مکانیسمی که موجب مقاومت آفات به سم پاراتیون می‌شود بطور چشم‌گیری حساسیت آفات را به شمار دیگری از سموم ارگانوفسفره نیز کاهش می‌دهد. بنابراین زمانی که پاراتیون به دلیل مقاومت، کم اثر می‌شود برخی دیگر از سموم ارگانوفسفره نیز به دلیل بروز مقاومت متقابل کارایی خود را از دست می‌دهند.

نکته کلیدی در مورد مقاومت متقابل این است که تنها یک مکانیسم مسئول ایجاد مقاومت به چندین نوع آفت‌کش می‌باشد و مقاومت متقابل می‌تواند موجب ایجاد مقاومت به آفت‌کش‌هایی که شما هرگز بکار نبرده‌اید شود. مقاومت متقابل همچنین به این معنی است که در جایی که مقاومت به هر گروه آفت‌کش اتفاق می‌افتد، ممکن است دیگر گروه‌های آفت‌کش با مکانیسم اثر مشابه نیز کارایی کمتری نشان دهند. به عنوان مثال ارگانو فسفرها و کاربامات‌ها.

### مقاومت چندگانه

مقاومت‌های چندگانه، این‌گونه است که دو مکانیسم مقاومت به صورت مستقل در زمان مواجهه با دو آفت‌کش مختلف حاصل می‌شود.

هر چند این مقاومت‌ها توسط دو تغییر ژنتیکی جداگانه حاصل شده‌است و حساسیت آفت به یک آفت‌کش تأثیری روی حساسیت آن به آفت‌کش دیگر ندارد.

### پایداری مقاومت

پایداری یا ناپایداری مقاومت آفت در باغ به فاکتورهای نظیر نوع آفت، مواد موثره آفت‌کش و روش مبارزه بستگی دارد.

افزایش مقاومت پایدار در جمعیت یک آفت زمانی اتفاق می‌افتد که یک آفت‌کش استفاده شود، ولی بطور قابل ملاحظه‌ای جمعیت آن آفت کاهش پیدا نکند. مقاومت ناپایدار نیز بطور مشابه با کاهش گشتار توسط آفت‌کش همراه است، ولی در بازه‌های