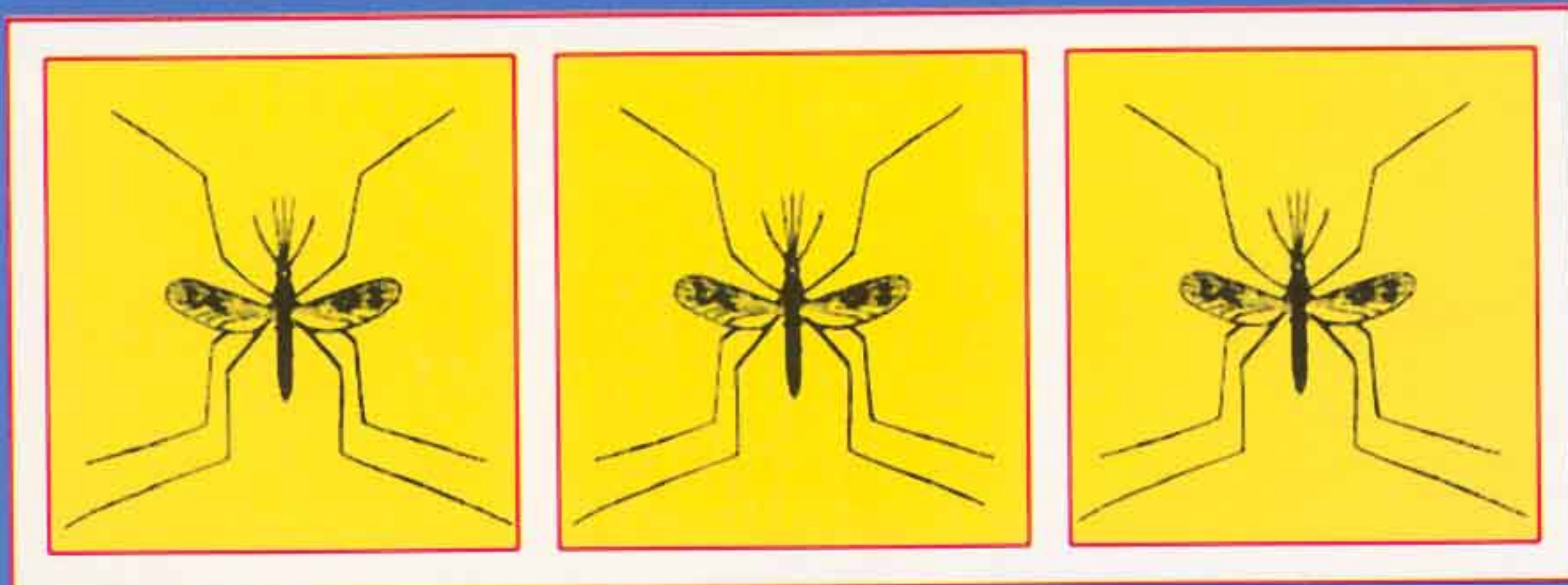


# کنترل ناقلین مالاریا

سموم مورد استفاده در سمپاشی ابقایی

(از انتشارات سازمان جهانی بهداشت)



مترجمان:

دکتر حسن وطن دوست

دکتر محمد زارع



مؤلفان:

دکتر جی. آ. ناجرا

دکتر م. زعیم

وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت سلامت

مرکز مدیریت بیماریها

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## کنترل ناقلین مالاریا

سموم مورد استفاده در سمپاشی ابقایی

مؤلفان:

**Dr J. A. Najera & Dr M. Zaim**

دکتر جی. آ. ناجرا و دکتر ام. زعیم  
(از انتشارات سازمان جهانی بهداشت)

مترجمان:

دکتر حسن وطن دوست  
دکتر محمد زارع

مرکز نشر  
**صدرا**  
مرکز نشر صدا

دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران  
مرکز مدیریت بیماری‌ها

کنترل ناقلین مالاریا، سموم مورد استفاده در سمپاشی ابقایی؛ مترجمان، حسن وطن دوست، محمد زارع؛ [برای] مرکز مدیریت بیماری‌ها. - تهران: مرکز نشر صدا، ۱۳۸۰.

ISBN 964-359-054-2

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیپا.

Malaria Vector Control

عنوان به انگلیسی:

Insecticides for Indoor Residual Spraying

۱. کنترل ناقلین مالاریا -- سموم مورد استفاده در سمپاشی ابقایی. الف. وطن دوست، حسن. ب. زارع، محمد. ج. ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. مرکز مدیریت بیماری‌ها.

۶۱۶/۹۳۶۲

RC۱۵۶/۵۴۶

۱۳۸۰

۸۰-۲۱۴۵۰م

کتابخانه ملی ایران

مرکز نشر  
**میرا** تلفن: ۸۷۱۳۶۵۳ و ۸۵۵۰۳۴۵

کنترل ناقلین مالاریا، سموم مورد استفاده در سمپاشی ابقایی  
مرکز مدیریت بیماری‌ها

مترجمان : دکتر حسن وطن دوست، دکتر محمد زارع

خدمات چاپ و نشر : مرکز نشر صدا

اجرای طرح روی جلد : اسفندیار دولت‌خوانی

صفحه آرا : منیر علیزاده

نوبت چاپ : اول (۱۳۸۰)

تعداد : ۵۰۰۰ نسخه

ISBN 964-359-054-2

۹۶۴-۳۵۹-۰۵۴-۲ :

شابک

«حق چاپ برای مرکز مدیریت بیماری‌ها محفوظ است»

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	۱. مقدمه
۸	۱.۱ استفاده از سمپاشی ابقایی اماکن داخلی در کنترل مالاریا
۹	۲.۱ تمایلات به استفاده از سمپاشی ابقایی اماکن داخلی
۱۱	۳.۱ دلایل به کارگیری روش سمپاشی ابقایی منازل
۱۳	۴.۱ طرح WHO برای ارزیابی حشره‌کش‌ها (WHOPES)
۱۶	۵.۱ مشکلات در زمینه انتخاب حشره‌کش‌ها
۱۸	۶.۱ طبقه‌بندی حشره‌کش‌ها
۱۹	۲. ملاک انتخاب حشره‌کش‌ها
۱۹	۱.۲ بی‌خطر بودن برای انسان و محیط زیست
۲۰	۱.۱.۲ سمیت و مخاطرات
۲۲	۲.۱.۲ اقدامات حفاظتی
۲۵	۳.۱.۲ ارزیابی تماس
۲۷	۴.۱.۲ درمان عمومی مسمومیت با حشره‌کش‌ها
۲۸	۵.۱.۲ بسته‌بندی، جابه‌جایی، حمل و نقل و انبارداری حشره‌کش‌ها
۳۱	۶.۱.۲ از بین بردن حشره‌کش‌ها و ظروف محتوی آن‌ها
۳۳	۷.۱.۲ تأثیرات محیطی
۳۳	۲.۲ کارایی و اثر ابقایی
۳۳	۱.۲.۲ اثر ذاتی حشره‌کشی
۳۵	۲.۲.۲ تأثیر سطوح سمپاشی شده
۳۶	۳.۲.۲ دوره‌های سمپاشی
۳۸	۳.۲ مقاومت ناقلین
۳۹	۱.۳.۲ ارزیابی مقاومت
۴۱	۲.۳.۲ مکانیسم‌های مقاومت و مقاومت متقاطع
۴۴	۳.۳.۲ منابع فشار انتخابی و توسعه مقاومت
۴۷	۴.۳.۲ تدابیری علیه پیشرفت مقاومت
۴۹	۴.۲ موضوعات عملیاتی
۴۹	۱.۴.۲ سازماندهی
۵۱	۲.۴.۲ فرمولاسیون و غلظت

صفحه	عنوان
۵۶	۳.۴.۲ خوردگی سری سمپاش (نازل)
۵۶	۵.۲ اکولوژی و رفتار ناقلین
۵۶	۱.۵.۲ اکولوژی
۵۷	۲.۵.۲ رفتار
۶۰	۶.۲ عوامل اجتماعی
۶۲	۷.۲ هزینه و مقرون به صرفه بودن
۶۴	۸.۲ از بین بردن حشره کش های تاریخ مصرف گذشته
۶۷	۳. دستورالعمل های خرید
	۴. حشره کش های توصیه شده توسط WHOPEs برای سمپاشی ابقایی
۷۱	اماکن داخلی به منظور مبارزه با ناقلین
۷۱	۱.۴ ترکیبات آلی کلره
۷۱	۱.۱.۴ ددت
۷۵	۲.۴ سموم آلی فسفره
۷۶	۱.۲.۴ مالاتیون
۷۸	۲.۲.۴ فنیتروتیون
۷۹	۳.۲.۴ پریمیپوس متیل
۸۱	۳.۴ کاربامات ها
۸۲	۱.۳.۴ بندیوکارب
۸۴	۲.۳.۴ پروپوکسور
۸۵	۴.۴ پیرتروئیدها
۸۷	۱.۴.۴ آلفا-سایپرترین
۸۸	۲.۴.۴ سیفلوترین
۹۰	۳.۴.۴ دلتامترین
۹۱	۴.۴.۴ اتوفن پراکس
۹۳	۵.۴.۴ لامبدا سیهالوترین
۹۵	۵. منابع

## ۱. مقدمه

در حال حاضر، استراتژی جهانی کنترل مالاریا مبارزه انتخابی با انتقال بیماری از طریق کنترل آن است (۱). از مؤثرترین روش‌های کنترل انتقال مالاریا، مبارزه با ناقلین است. سمپاشی ابقایی اماکن داخلی بیشترین استفاده را در کنترل ناقلین دارد و یکی از مؤثرترین روش‌ها برای کسب اثرات سریع و در بُعد وسیع و با یک هزینه قابل قبول به‌شمار می‌رود.

از سمپاشی ابقایی به‌عنوان بخشی از برنامه کنترل مالاریا، باید زمانی استفاده شود که:

- جوابگوی شاخص‌های اپیدمیولوژیکی باشد؛
- به‌درستی قابل اجرا باشد؛
- اثرات طولانی مدتی داشته باشد.

هدف این نوشتار، کمک به مسئولین و دست‌اندرکاران امور بهداشتی، برای انتخاب حشره‌کش‌های مناسب در برنامه‌های کنترل مالاریا است. در این کتاب، خواص اصلی حشره‌کش‌ها، متغیرهای حشره‌شناختی، اپیدمیولوژیکی، اکولوژیکی و دستورالعمل‌های مربوط در صورت انتخاب این روش مطرح می‌شود.

### ویژگی‌های اصلی سمپاشی

سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به‌طور طبیعی شامل سمپاشی سطح داخلی زیستگاه‌های انسان با یک حشره‌کش دارای اثر ابقایی است. باید همه

مکان‌های استراحت آنوفل‌های بومی ناقل مالاریا و همچنین سطوح مانع ورود آن‌ها به اماکن داخلی را سمپاشی کرد. انتخاب مطلوب سطوح سمپاشی باید براساس عادت‌های گزش و استراحت ناقلین به‌طور مطلوب انتخاب شود که عموماً شامل سطوح داخلی دیوار و سقف، سطوح داخلی و خارج درها و پنجره‌ها و همچنین قسمت زیری پیش‌آمدگی‌های لبه بام است.

**ویژگی‌های اصلی سمپاشی عبارتند از: الف) جامع بودن (یعنی سمپاشی تمام اماکن مسکونی)؛ ب) کامل بودن (یعنی پوشش تمام سطوح قابل سمپاشی)؛ ج) کافی بودن (یعنی کسب اطمینان از قرارگرفتن مقدار لازم حشره‌کش به‌صورت یکنواخت روی تمام سطوح قابل سمپاشی)؛ د) منظم بودن (یعنی تکرار سمپاشی در فواصل منظم به‌منظور کسب اطمینان از باقی‌ماندن مقدار مؤثر حشره‌کش روی سطوح مورد نظر).**

زمانی که سمپاشی به‌عنوان یک روش کنترل در پیش‌گرفته می‌شود؛ تعیین خصوصیات اساسی آن حائز اهمیت است. هدف سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، کاهش بقای ناقلین واردشده به منازل است؛ ضمن این‌که اقدامات لاروکشی نیز به‌کاهش و فور ناقلین کمک می‌کند. سمپاشی سطوح اماکن داخلی با یک حشره‌کش ابقایی باعث از بین رفتن پشه‌های واردشده به آن و در حال استراحت می‌شود. اکثر ناقلین مالاریا در نیمه‌شب انسان‌های معمولاً خفته در اماکن داخلی را مورد گزش قرار می‌دهند. پشه‌ها عموماً قبل از گزش استراحت نمی‌کنند؛ اما بعد از تغذیه کامل، تمایل به استراحت حداقل چندساعته بر روی یکی از دیوارهای نزدیک خود دارند. بعضی از ناقلین نیمه‌وحشی نیز پس از خون‌خواری از انسان در اماکن داخلی، در آن‌جا مدتی استراحت می‌کنند. علاوه‌براین، به‌ویژه در مناطق خشک، حتی زمانی که افراد خارج از منزل می‌خوابند، ممکن است یک منزل مکان ترجیحی استراحت روزانه پشه‌ها باشد؛ بنابراین اغلب گزش‌ها در خارج از منازل صورت می‌گیرد. برعکس، در مواقعی، مالاریا به‌وسیله افرادی که خارج از

روستا مورد گزش قرار می‌گیرند، انتقال یابد؛ مانند زمانی که افراد به دلیل موقعیت شغلی خود چندین شب را در اماکن غیرقابل سمپاشی با حفظ کم و یا بدون سرپناه به سر می‌برند. در این موارد، سمپاشی روستا تأثیر بسیار کمی روی انتقال مالاریا خواهد داشت.

موفقیت ناشی از سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، مستلزم تماس کافی پشه با حشره کش است. برای کنترل پشه‌هایی که استراحت و یا گزش خود را در اماکن خارجی انجام می‌دهند؛ سمپاشی اماکن داخلی بی‌فایده است. پناهگاه‌های حیوانات اهلی، معمولاً در برنامه‌های سمپاشی به‌عنوان بخشی از اماکن داخلی محسوب شده و باید تحت پوشش سمپاشی باشند.



## ۱.۱ استفاده از سمپاشی ابقایی اماکن داخلی در کنترل مالاریا

کشف حشره‌کش‌های ابقایی و تأثیر سریع آن‌ها، در کنترل انتقال مالاریا به استفاده وسیع از روش سمپاشی ابقایی منازل به‌عنوان روش اصلی کنترل مالاریا به‌خصوص در نیمه دوم قرن بیستم در اغلب کشورهای دارای مناطق اندمیک این بیماری منجر شد. گرچه آن‌گونه که انتظار می‌رفت مالاریا در اغلب مناطق حاره ریشه‌کن نشد؛ ولی تجربیات حاصله به درک نحوه اثر سمپاشی ابقایی روی جمعیت‌های ناقلین منجر شد. این مسئله مشکلات موجود در استفاده کاربردی از حشره‌کش‌های ابقایی و همچنین تأثیر عوامل اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی لازم در تحقق موفقیت را نشان داد. در نتیجه، استراتژی‌های کنترل مالاریا در ۵۰ سال گذشته، از راه‌کارهای تقریباً متکی به سمپاشی ابقایی به‌سوی مدیریت بیماری سوق داده‌شده و روش‌های کنترل براساس اپیدمیولوژی منطقه انتخاب می‌شوند؛

بنابراین، استراتژی کنونی مبارزه با مالاریا، کنترل انتخابی ناقلین است و سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، معمول‌ترین روش کاربردی در این زمینه محسوب می‌شود.

راه کار کنترل مالاریا باید انعطاف‌پذیر بوده و بتوان آن را نسبت به تغییرات مداوم در منطقه تغییر داد. تحقق این امر مستلزم انطباق راه‌کار با شرایط اپیدمیولوژیکی، کاربردی و اجتماعی مناطق مختلف و با تغییرات مناطق در طول زمان است. به‌این‌منظور، آموزش افراد ضروری است. آموزش خوب و نظارت بر انجام عملیات سمپاشی برای اطمینان از استفاده از اقدامات حفاظتی برای تیم سمپاشی و همچنین ساکنین منطقه الزامی است.

کاربرد انتخابی حشره‌کش‌ها، نیازمند توصیف دقیق منطقه و برنامه‌ریزی برای زمان و تعداد دفعات سمپاشی است. برای تعیین زمان توقف عملیات سمپاشی و نیز دریافت این‌که آیا عملیات سمپاشی

باید برخلاف مکان و زمان از پیش تعیین شده، در سطح وسیع‌تری اجرا شود یا خیر، باید ملاک دقیقی در دست داشته باشیم. عملیات سمپاشی ممکن است به مناطق جغرافیایی خاص، یک و یا چندین روستا و یا زمان‌های خاصی از سال، یعنی دقیقاً قبل از اوج فصل انتقال، محدود شود. استفاده انتخابی از حشره‌کش‌ها سبب کاهش مخارج، کاهش خطر بروز مقاومت و اختصاص منابع بیشتر برای پوشش بهتر و اطمینان از پوشش بهتر در مناطق آسیب‌پذیر می‌شود.

ارزیابی دقیق شرایط اپیدمیولوژیکی محل مورد نظر، قبل از سمپاشی و همچنین ارزیابی اثر اپیدمیولوژیکی سمپاشی، پس از شروع کار، الزامی است. با بررسی تغییرات همبستگی در شاخص‌های اپیدمیولوژیکی و اطلاعات مربوط به کیفیت سمپاشی و سطح زیر پوشش عملیات و توجه به هرگونه تغییرات اکولوژیکی یا اجتماعی تغییردهنده این شاخص‌ها، می‌توان این ارزیابی‌ها را انجام داد.

## ۲.۱ تمایلات به استفاده از سمپاشی ابقایی اماکن داخلی

تمایل به استفاده از سمپاشی ابقایی منازل در کنترل مالاریا، از دهه ۱۹۷۰ رو به کاهش نهاده است. به عنوان مثال، در آمریکا، تعداد خانه‌های سمپاشی شده، از ۱۵ میلیون خانه در سال ۱۹۶۴ به ۱٫۶ میلیون در سال ۱۹۷۷ کاهش یافته است. همچنین در طی این سال‌ها سایر حشره‌کش‌ها، به جای ددت که پرمصرف‌ترین حشره‌کش در کنترل مالاریا بود استفاده شده و استفاده از ددت در سایر مناطق تحت پوشش WHO، به خصوص با ظهور پیروتریئیدها در سال‌های اخیر هم رو به کاهش نهاده است.

دلیل اصلی کاهش استفاده از ددت به‌ویژه از دهه ۱۹۸۰، کاهش تأثیر آن نبوده است؛ بلکه نتیجه وجود تبلیغات منفی از نظر سلامت و امنیت، خطرات

محیطی ددت و همچنین کاهش تولید و کاهش دستیابی به فرمولاسیون‌های خاص تهیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی، بوده است.

اما پس از بروز فاجعه اپیدمی سال ۸۷-۱۹۸۶ در مناطقی مانند ماداگاسکار، استفاده از ددت در سطح وسیعی از مناطق کوهستانی، از سر گرفته شد و ۱۵ میلیون خانه با ددت سمپاشی شد. همچنین، در اوایل سال ۲۰۰۰، استفاده مجدد از ددت به جای دلتامترین در آفریقای جنوبی آغاز شد؛ زیرا آنوفل فونستوس<sup>۱</sup> نسبت به پیروترئیدها مقاوم شده بود؛ ولی نسبت به ددت کماکان حساسیت نشان می داد.

در سال‌های اخیر، استفاده از پشه‌بندهای آغشته به سموم (پیروترئید) به عنوان یک روش پیشگیری رو به افزایش است. هدف، جایگزینی این روش به جای سمپاشی ابقایی منازل در برنامه‌های ملی کنترل مالاریا است که به طور مثال، در چین، جزیره سلیمان و ویتنام صورت گرفت. بسیاری از کشورهای آفریقای به‌دنبال استفاده از این استراتژی هستند؛ لیکن، اگرچه استفاده از پشه‌بند برای محافظت در برابر بیماری باید در سطح وسیعی انجام شود (همانند برنامه‌های سمپاشی ابقایی اماکن داخلی)؛ اما این پوشش در نواحی روستایی به شدت پایین است.

نقش دیگر سمپاشی ابقایی که اخیراً توسعه یافته، جنبه پیشگیری‌کننده آن است. این از توجه روزافزون به توانایی پیش‌بینی اپیدمی مالاریا، پیشگیری از آن، تشخیص زودهنگام اپیدمی‌ها و کنترل آن ناشی می‌شود. این امر مستلزم یک طرح خوب و آماده اپیدمیولوژیکی، شامل سطوح مختلف اعلام خطر، بازآموزی، تدارکات، تعیین حدود و بازدید مقدماتی منطقه یا مناطق آلوده و متعاقب آن، زدن ضربه نهایی و سمپاشی است.

1. *An. funestus*

### ۳.۱ دلایل به کارگیری روش سمپاشی ابقایی منازل

اصلی ترین دلایل به کارگیری روش سمپاشی ابقایی منازل عبارتند از:

(الف) پیشگیری از اپیدمی های مالاریا؛ پس از بروز علائم خطر یک اپیدمی خاص، مانند بارش باران های شدید غیرمعمول، رطوبت و دمای حداقل بالا، و مهاجرت تعداد زیادی از افراد غیرایمن به مناطق اندمیک مالاریا.

(ب) کنترل اپیدمی های مشخص شده در اولین مرحله بروز؛ سمپاشی به قطع انتقال منجر می شود.

(ج) به عنوان روش مکمل درمان دارویی در این حالت؛ به ویژه زمانی که حفاظت ارتش، کمپ کارگران و یا پست های پلیس و نیز سایر موارد مثل گروهی از افراد غیرایمن که در خطر انتقال قرار می گیرند. یک هدف مهم سمپاشی، کاهش انتقال انگل های مقاومی است که ممکن است در اثر استفاده از داروها پدیدار شده باشند.

(د) کاهش اوج های بروز بیماری در مناطق انتقال فصلی شدید (طولانی) مالاریا.

(ه) امکان استفاده طولانی مدت از این روش؛ هر جا و هر زمان که کاربرد آن با رشد اقتصادی - اجتماعی همراه شود و در نهایت، به نتایج قابل استحکامی منجر شود.

اکثر شاخص های فوق به حفظ اثر ابقایی در طول دوره انتقال کمک می کنند.

#### انتخاب حشره کش

پس از درک تأثیر سمپاشی ابقایی به عنوان روش صحیح کنترل انتقال مالاریا، انتخاب حشره کش اهمیت دارد. هر نوع حشره کش، ویژگی هایی دارد که برای انتخاب آن در مواقع مختلف، راهنمای خوبی است. توجه به این ویژگی ها، بخش اصلی تصمیم گیری در انتخاب صحیح حشره کش مورد استفاده است. جزئیات ضروری مربوط به این مبحث در بخش دوم ارائه شده است؛ اما

به طور خلاصه، این ویژگی‌ها عبارتند از:

- بی‌خطر بودن برای انسان و محیط؛
- کارآیی و اثر ابقایی حشره‌کش؛
- مقاومت ناقلین؛
- موارد کاربردی مانند فرمولاسیون و غلظت؛
- اکولوژی و رفتار ناقل؛
- عوامل اجتماعی (تجهیزات جامعه و حمایت از سمپاشی)؛
- هزینه و مقرون به صرفه بودن.

اصل مطلق برای تمام حشره‌کش‌های مصرفی در اماکن داخلی، بی‌خطر بودن آن برای انسان و حیوانات است. این مورد، یک ویژگی الزامی است؛ زیرا حشره‌کش روی دیوار منازل را می‌پوشاند و حتی با وجود اعمال احتیاط‌های لازم، اجتناب از تماس با سطوح سمپاشی شده، غیرممکن است. سمپاشی منازل نباید خطری متوجه افراد ساکن نماید به ویژه زمانی که به طور تصادفی، غلظت بالاتری از سم روی دیوارها قرار گرفته باشد.

حتی در صورت بی‌خطر بودن حشره‌کش، تماس مکرر گروه سمپاش با سم، خطرناک است؛ بنابراین، کاربرد روش‌های صحیح حفاظتی برای افراد گروه سمپاش، نقش مهمی در وادار کردن افراد به رعایت مسائل ایمنی و استفاده از وسایل محافظتی دارد (قسمت ۲.۱.۲ را ببینید).

درک اپیدمیولوژی بیماری در منطقه نه فقط برای تصمیم‌گیری در انجام سمپاشی ابقایی، بلکه جهت اتخاذ تصمیم در خصوص انتخاب نوع حشره‌کش، زمان و مکان عملیات سمپاشی، ضروری است.

پس از انتخاب حشره‌کش، ارزیابی اثر سمپاشی از طریق تغییرات همبستگی در شاخص‌های اپیدمیولوژیکی با اطلاعات مربوط به کیفیت عملیات سمپاشی و پوشش آن لازم است. باید هرگونه تغییر اکولوژیکی یا اجتماعی که ممکن است این

شاخص‌ها را تحت تأثیر قرار دهد، به درستی مورد توجه قرار گیرد.

جنس سطوحی که حشره‌کش روی آن قرار می‌گیرد، روی مدت بقای حشره‌کش، تأثیر به‌سزایی دارد؛ به طوری که یکی از مهمترین عوامل در تعیین نوع حشره‌کش و تعداد دفعات سمپاشی، جنس سطوح است. این ویژگی، تعداد دفعات سمپاشی را مشخص می‌کند؛ زیرا به‌طور کلی، اثر ابقایی طولانی مدت سموم مورد نظر است.

سایر ویژگی‌های بسیاری از حشره‌کش‌ها عبارتند از: اثر دورکنندگی، و تحریک‌کنندگی پشه‌ها که بنا به موقعیت، ممکن است مطلوب یا نامطلوب باشد. در روند انتخاب حشره‌کش، باید تمام این عوامل را مدنظر داشت (بخش‌های ۳.۲ و ۲.۵.۲ را ببینید).

#### ۴.۱ طرح WHO برای ارزیابی حشره‌کش‌ها (WHOPES)

حشره‌کش‌ها و یا فرمولاسیون‌های جدید به‌نظر مفید در مصارف بهداشتی باید از جهات مختلف آزمون شوند. این کار با طرح ارزیابی حشره‌کش از سوی WHO (WHOPES) هماهنگ است. این موارد شامل تحقیق پیرامون اثرات سموم، میزان ایمنی برای انسان و محیط، و نیز روش و شرایط استفاده از آن‌ها است. کد بین‌المللی در خصوص نحوه پراکندگی و استفاده از آفت‌کش، تشکیل چهارچوب کاری WHOPES در زمینه کاربرد بی‌خطر، مؤثر، مقرون به‌صرفه و کنترل کیفی فرآورده یا فرمولاسیون آفت‌کش مورد استفاده در بهداشت را ارائه می‌دهد. WHOPES ویژگی‌های آفت‌کش‌ها و وسایل مورد نیاز برای کاربرد آن‌ها را در سطح بین‌المللی ارتقا می‌بخشد.

WHOPES در ارتباط نزدیک با برنامه‌های ملی کنترل آفت‌ها و بیماری‌ها، مسئولین ثبت حشره‌کش‌ها، بسیاری از سازمان‌ها و مؤسسه‌های ملی و

بین‌المللی در مدیریت حشره‌کش‌ها، قانون‌گذاری و نظارت مؤسسات تحقیقاتی و بخش صنعت است.

اهداف جهانی WHOPEs عبارتند از:

– فراهم‌ساختن زمینه تحقیق برای آفت‌کش‌های جایگزین و پیشبرد روش‌های بی‌خطر و مقرون به‌صرفه؛

– ایجاد و پیشبرد سیاست‌ها و دستورالعمل‌هایی برای انتخاب صحیح آفت‌کش‌های مورد استفاده در بهداشت و ارزیابی و نظارت کاربرد آنها توسط دولت‌های عضو.

فعالیت WHOPEs در چهارچوب یک برنامه چهارمرحله‌ای ارزیابی و آزمایش است که قسمت عمده فعالیت‌های آن توسط تعدادی آزمایشگاه وابسته به آن، مراکز تحقیقاتی و برنامه‌های ملی کنترل بیماری‌ها صورت می‌پذیرد.

مرحله اول: در این مرحله مواد مؤثره یا فرآورده‌های سموم از نظر میزان تأثیر و پایداری اثر آنها روی بندپایان پرورش یافته در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی می‌شود. و نیز امکان وجود مقاومت متقاطع ماده مورد آزمایش با گروه‌های مختلف آفت‌کش‌های در دسترس و تعیین غلظت‌های تفکیکی جهت تشخیص مقاومت در صحرا ارائه می‌شود.

ارزیابی ترکیب از نظر ایمنی برای انسان و محیط زیست نیز در این مرحله و در ارتباط نزدیک با برنامه‌های بین‌المللی مصونیت مواد شیمیایی (IPCS) صورت می‌گیرد. به علاوه، ممکن است بررسی‌های آزمایشگاهی محدودی هم در مراکز وابسته به WHO صورت گیرد. براساس نیازهای سازمان بهداشت جهانی به منظور تأیید اطلاعات ارائه شده توسط سازندگان سموم یا سایر منابع در زمینه خصوصیات توکسیکولوژی و اکوتوکسیکولوژی سم این کار صورت می‌گیرد.

مرحله دوم: در این مرحله، تأثیر آفت‌کش روی جمعیت‌های ناقلین طبیعی

در مقیاس کوچک صحرائی (مثلاً در خانه‌های جداگانه یا کلبه‌های صحرائی) و تحت شرایط کاملاً کنترل شده ارزیابی می‌شود. این امر به منظور تعیین غلظت‌های کاربردی و مطالعه در زمینه تأثیر و خاصیت ابقایی فرآورده انجام می‌شود. همچنین، در این مرحله و در موارد مناسب، برای تعیین چگونگی تأثیر ترکیب مورد بررسی روی جانوران غیرهدف، آزمایش‌های لازم نیز صورت می‌گیرد. مرحله دوم، اولین فرصت برای تعیین هرگونه اثرات زیان‌آور آفت‌کش روی تیم سمپاشی در شرایط صحرائی است.

مرحله سوم: این مرحله با همکاری بین WHO، صنعت و یک یا چند مؤسسه واقع در کشورهای اندمیک مالاریا انجام می‌شود. هدف این مرحله، ارزیابی تأثیر یک محصول جدید روی جمعیت متوسط و یا بزرگ یک ناقل به خصوص است. در این ارزیابی می‌توان شاخص‌های حشره‌شناسی، بی‌خطر بودن ترکیب و شاخص‌های اپیدمیولوژیک را در نظر گرفت. نیروی ماهر از طریق مؤسسات، و حشره‌کش و بودجه لازم از طریق شرکت سازنده حشره‌کش در اختیار قرار می‌گیرد. WHO با به عهده گرفتن مسئولیت عملیات فنی، به عنوان مشاور عمل می‌کند. هر سه بخش مذکور در راستای یک مدل از پیش طراحی شده توافق‌نامه‌ای ارائه می‌کنند که بنا به موقعیت مختلف، قابل تغییر باشد. گزارش نهایی را مؤسسه WHOPEs تهیه کرده و برای ارزیابی به WHO ارائه می‌دهد؛ سپس گزارشی نیز جهت اطلاع به سازنده ترکیب ارائه می‌شود.

کمیته تخصصی WHOPEs دبیرخانه این سازمان را در خصوص گزارش‌های آزمایش و ارزیابی آفت‌کش یاری می‌دهد. این گروه همچنین اطلاعات تازه درباره محصولات را بازنگری کرده و جهت استفاده از آن در بهداشت، پیشنهادهایی به WHOPEs ارائه می‌نماید. گزارش‌ها و توصیه‌های این گروه با اسناد WHO در سطح گسترده منتشر می‌شود (۳، ۴ و ۵).

مرحله چهارم: این مرحله به ارزیابی ویژگی‌های ماده مؤثره و فرمولاسیون‌های مورد ارزیابی مربوط است. خصوصیات ذکر شده توسط



سازنده ترکیب به وسیله اعضای کمیته مشورتی WHO در خصوص بیولوژی و کنترل ناقلین و مراکز همکار بازنگاری می شود. این مشخصات به عنوان گروه خصوصیات موقتی گزارش می شوند. برای تجدیدنظر درباره این خصوصیات، هر ۵ تا ۶ سال یک بار، کمیته تخصصی بیولوژی و کنترل ناقلین WHO، تحت عنوان «شیمی و خصوصیات آفت کش ها» تشکیل می شود. گاهی این کمیته چاپ خصوصیات سمی را پیشنهاد می کند. خواص حشره کش های پیشنهادی WHO (موقتی و دائم) در صفحه خانگی WHOPEs در اینترنت با نشانی: [WWW. Who. int./ctd/whopes](http://WWW.Who.int/ctd/whopes) در دسترس است.

### ۵.۱ مشکلات در زمینه انتخاب حشره کش ها

تأثیر حشره کش ها روی گونه های مختلف ناقلین متفاوت است و به عوامل متعددی بستگی دارد. عوامل مؤثر در میزان تأثیر حشره کش ها روی گونه های مختلف ناقلین عبارتند از: ویژگی ها و فرمولاسیون حشره کش، اکولوژی و اقلیم منطقه، و رفتار و درجه حساسیت ناقل.

در برنامه WHOPEs، حشره کش های پیشنهادی جهت سمپاشی ابقایی منازل مورد آزمایش قرار گرفته اند. برخی از ترکیبات قدیمی تر در بسیاری از نقاط دنیا با موفقیت استفاده شده اند. با وجود این، تمام ترکیبات و فرمولاسیون های جدید، باید در ابعاد کوچک تحت شرایط صحرائی ارزیابی شوند تا ارزش و تأثیر آنها تحت شرایط محلی تعیین شود (۶).

به طور کلی، حشره کش های مورد قبول WHOPEs، نباید باعث مسمومیت شوند. با وجود این، استفاده کم و بیش از وسایل حفاظتی برای افراد گروه سمپاشی و کارگران و همچنین رعایت احتیاط های مناسب برای ایمنی ساکنین منازل سمپاشی شده، باید در نظر گرفته شود. به ویژه در شرایط اقلیمی گرم و مرطوب، استفاده

از وسایل حفاظتی، کاربرد بعضی از حشره کش ها را به طور جدی محدود می کند.

یک عامل مهم در موفقیت عملیات سمپاشی ابقایی اماکن داخلی این است که به اندازه کافی سطوح قابل سمپاشی وجود داشته باشد تا پشه ها پس از گزش انسان، روی آنها به استراحت بپردازند. در خیلی از مناطق، محل زندگی دائم و یا موقت مردم، بدون دیوار است؛ بنابراین، در چنین مناطقی، اتخاذ تصمیم جهت سمپاشی سقف ها و دیوارهای ناقص؛ باید براساس مشاهدات اپیدمیولوژیکی، رفتار ناقل و میزان در دسترس بودن محل های جایگزین برای استراحت پشه صورت گیرد.

مشکلاتی که متعاقب اعتراض صاحبان منازل به وجود می آید؛ بیش از حدی است که تصور می شود. مثلاً در مناطق شهری و حومه آن، ساکنین منازل به علت بقای فرمولاسیون های پودر خیس شدنی بر روی دیوار، مانع از سمپاشی می شوند. به همین ترتیب، بوی بد سموم آلی کلره و کاربامات ها، مشکلات مشابه ایجاد می کند. از آن جا که سایر آفات خانگی مانند ساس های تختخواب تا حد زیادی به حشره کش های مصرفی در سمپاشی ابقایی مقاوم شده اند؛ حتی در صورتی که آنوفل های ناقل بیماری به این ترکیبات حساس باشند، مردم به انجام عملیات سمپاشی معترض می شوند.

در ضمن، مشکلات ناشی از مخارج عملیات، کارکردن با حشره کش ها و همچنین ذخیره کردن و توزیع آنها، باید به عنوان نکات مهمی مدنظر قرار گیرند.

در برنامه های کنترل مالاریا که استفاده نسبتاً طولانی مدت از سمپاشی اماکن توصیه می شود؛ باید به مسئله بروز مقاومت در ناقلین توجه داشت. ممکن است به دنبال استفاده وسیع از حشره کش های هم گروه در کنترل آفات کشاورزی و یا خانگی، مقاومت ایجاد شود.

علاوه بر این، بسته به مکانیسم ایجاد مقاومت، گروه‌های مختلف حشره‌کش‌ها، طیف‌های متفاوتی از مقاومت متقاطع دارند؛ بنابراین، باید در انتخاب حشره‌کش‌هایی که برخی از آفات به آن‌ها مقاومت نشان داده‌اند، یک توالی صورت گیرد. این توالی ثابت نیست؛ زیرا برخی حشره‌کش‌ها در گونه‌های مختلف، به طرق متفاوت، مقاومت ایجاد می‌کنند.

### ۶.۱ طبقه‌بندی حشره‌کش‌ها

حشره‌کش‌های مورد استفاده در کنترل مالاریا معمولاً براساس خصوصیات شیمیایی‌شان به صورت ذیل طبقه‌بندی می‌شوند:

#### – حشره‌کش‌های آلی کلره

مهم‌ترین نماینده این گروه ددت (DDT) است. سایر سموم این گروه که در برنامه‌های کنترل مالاریا مورد استفاده قرار گرفته‌اند شامل لیندین (HCH) و دیلدترین است؛ ولی استفاده از این دو سم، توصیه نمی‌شود؛ زیرا دیلدترین برای انسان سمی و خطرناک است و نسبت به لیندین نیز طیف وسیع مقاومت گزارش شده است.

#### – حشره‌کش‌های آلی فسفره

این گروه شامل مالاتیون، فنیتروتیون و پریمیپوس متیل هستند.

#### – کاربامات‌ها

این گروه شامل پروپوکسور و بندیوکارب می‌باشد.

#### – پیرتروئیدها

این گروه شامل آلفاسایپرترین، سیفلوترین، دلتامترین، اتوفن پراکس و لامبدا سیهالوترین می‌باشد.

## ۲. ملاک انتخاب حشره کش ها

### ۱.۲ بی خطر بودن برای انسان و محیط زیست

بی خطر بودن یک ترکیب، اصلی ترین ملاک در انتخاب عوامل پیشگیری می باشد. این مهم باید در سه مقطع برای یک سمپاشی ابقایی تحقق یابد:

– بی خطر بودن برای ساکنین منازل سمپاشی شده: به عنوان مثال، باقی مانده سموم، حتی در مواردی که به طور تصادفی با غلظت بالاتری در محیط قرار گیرد؛ نباید برای ساکنین منازل، به خصوص برای بچه های بازی کننده روی سطوح آلوده، سمی باشد.

– بی خطر بودن برای افراد تیم سمپاش و افراد حمل کننده سم: اگرچه افراد این گروه نسبت به ساکنین منازل تماس بیشتری با حشره کش دارند؛ ولی استفاده از لباس ها و سایر وسایل حفاظتی مناسب، می تواند مانع آلودگی آنها شود.

– بی خطر بودن برای محیط زیست، به عبارت دیگر بی خطر بودن ترکیب برای موجودات غیر هدف و نیز تجزیه پذیر بودن آن مدنظر می باشد. زمانی که این شرایط فراهم نیستند؛ باید مشخص شود که آیا امکان آلودگی محیط زیست از طریق انتقال حشره کش های پاشیده شده در اماکن داخلی به اماکن خارجی در اثر انهدام نامناسب باقی مانده سم استفاده نشده، وجود دارد یا خیر.

بی خطر بودن یک حشره کش عمدتاً به انتخاب فرمولاسیونی از آن بستگی

دارد که برای ساکنین منازل و افراد گروه سم‌پاشی خطرآفرین نباشد. برای حفاظت در برابر چنین حشره‌کشی، می‌توان از روش‌های نسبتاً ساده استفاده کرد؛ زیرا در شرایط حاره، نمی‌توان از استفادهٔ افراد گروه سمپاش از اقدامات حفاظتی پیچیده مطمئن بود. انتخاب سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به‌عنوان اقدامی جهت کنترل مالاریا در هر منطقه، مستلزم اطمینان از حفاظت محیط زیست در زمان انجام عملیات و در حین کار با حشره‌کش می‌باشد.

### ۱.۱.۲ سمیت و مخاطرات

سمیت یک ترکیب و خطرات ناشی از آن یکسان نیستند. «سمیت» خاصیت لاینفک یک ترکیب شیمیایی سمی تحت شرایط آزمایشگاهی می‌باشد؛ ولی «خطرات» به‌خطر مسمومیت در موقع مصرف یک ترکیب، اطلاق می‌شود.

اغلب حشره‌کش‌ها در پستانداران از راه‌های گوارشی، تنفسی و پوست جذب می‌شوند. اهمیت نسبی این سه راه اصلی جذب سم، به‌میزان زیادی برحسب نوع حشره‌کش مصرفی و فرمولاسیون آن متفاوت است. حتی در جذب از طریق پوست، قسمت‌های مختلف بدن نیز متفاوت عمل می‌کنند.

باید بین دو واژهٔ مصطلح در سم‌شناسی یعنی الف) جذب پوستی که مشابه سایر روش‌های جذب، مسمومیت سیستمیک ایجاد می‌کند، و ب) مسمومیت پوستی یا مخاطی (به‌صورت خارش و اثرات برگشت‌پذیر) که به‌وفور به‌وسیلهٔ پیروتریوئیدها ایجاد می‌شود و در افراد حساس خارش‌های پوستی و عطسه ایجاد می‌کند، تفاوت قائل شد. علائم اخیر در صورت قطع تماس، به‌صورت کامل و به‌سرعت از بین می‌روند؛ ولی در صورت تماس طولانی‌مدت، می‌تواند بسیار حاد و حتی غیرقابل تحمل باشد.

مقیاس سمیت یک ترکیب به صورت سمیت حاد پوستی و یا گوارشی روی رت عنوان می‌شود که استاندارد آن در سم‌شناسی تحت عنوان  $LD_{50}$  بیان می‌شود.

$LD_{50}$  یک ارزیابی آماری از میزان ماده سمی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن است که برای کشتن ۵۰ درصد جمعیت بزرگی از حیوانات تحت آزمایش لازم است.

معمولاً در اندازه‌گیری سمیت یک ترکیب، به  $LD_{50}$  خوراکی ماده مؤثره سم در رت توجه می‌شود؛ ولی در انتخاب حشره‌کش جهت سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، باید به همان اندازه که به  $LD_{50}$  گوارشی توجه می‌شود و حتی بیشتر از آن،  $LD_{50}$  پوستی را مدنظر قرار داد؛ زیرا احتمال آلودگی پوستی نیز زیاد می‌باشد. با وجود این، خطر واقعی عملیات سمپاشی عمدتاً به فرمولاسیون مصرفی بستگی دارد. این امر می‌تواند براساس غلظت ماده مؤثره و خواص فرمولاسیون متفاوت باشد. براساس پیشنهاد WHO طبقه‌بندی سموم براساس خطرشان (۷) به صورت زیر است:

- سموم بی‌نهایت خطرناک (گروه Ia)؛
- سموم خیلی خطرناک (گروه Ib)؛
- سموم نسبتاً خطرناک (گروه II)؛
- سموم کمی خطرناک (گروه III)؛
- سموم بی‌خطر (گروه UH).

طبقه‌بندی سازمان بهداشت جهانی (جدول ۱) براساس سمیت حاد و پوستی ترکیب برای رت می‌باشد. چون این تعاریف در سم‌شناسی استاندارد هستند، جایی که  $LD_{50}$  پوستی یک سم، آن را در گروه کم‌خطری نسبت به  $LD_{50}$  گوارشی قرار می‌دهد، بهتر است جهت اطمینان خاطر بیشتر، سم را در گروه کم‌خطرتر قرار داد. سمیت یک ترکیب فرمولاسیون شده، به غلظت ماده مؤثره، خصوصیات فیزیکی فرمولاسیون (جامد یا مایع)،

ناخالصی‌های اضافه‌شده در مراحل تولید سم و سایر ترکیبات تأثیرگذار احتمالی روی جذب، بستگی دارد.

مسئولان کشور باید از سمیت ترکیبات مورد استفاده، مطلع باشند. جدول شماره ۱ رده‌بندی توصیه‌شده WHO را در مورد آفت‌کش‌ها براساس خطر آن‌ها، نشان می‌دهد. تمام فرمولاسیون‌های حشره‌کش‌های پیشنهادشده توسط WHOPEs، برای سمپاشی اماکن داخلی به استثنای اتوفن پراکس (گروه UH)، در گروه III قرار دارند و براساس ماده مؤثره، در گروه II و یا III طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول ۱. گروه‌بندی توصیه‌شده WHO در مورد آفت‌کش‌ها از نظر میزان سمیت آن‌ها

گروه		LD <sub>50</sub> برای رت (میلی‌گرم به‌ازای کیلوگرم وزن بدن)	
		پوستی	
		مایعات	جامدات
Ia	<۵	<۲۰	<۱۰
Ib	۵ - ۵۰	۲۰ - ۲۰۰	۱۰ - ۱۰۰
II	۵۰ - ۵۰۰	۲۰۰ - ۲۰۰۰	۱۰۰ - ۱۰۰۰
III	>۵۰۰	>۲۰۰۰	>۱۰۰۰

## ۲.۱.۲ اقدامات حفاظتی

همه روش‌های کنترل مالاریا با دخالت حشره‌کش‌ها تقریباً به‌نحوی خطرناک هستند. اگرچه در صورت اجرای روش صحیح سمپاشی، خطر مسمومیت بسیار کم است؛ ولی مردم باید از خطرات احتمالی آن مطلع باشند. افراد باید احتیاطات ساده لازم جهت کاهش تماس را فراگیرند. لزوم انجام این امر به‌ویژه با افزایش همکاری مردم در امر کنترل مالاریا بیشتر می‌شود.

افراد گروه سمپاش و کارکنان بهداشت در مناطقی که سمپاشی ابقایی اماکن داخلی صورت می‌گیرد، در حفاظت جامعه نقش مهمی به‌عهده دارند. اطلاعات فنی که در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد، باید به‌درستی تنظیم شود و

ساده و کاربردی باشند. این افراد باید اصول اساسی استفاده از حشره‌کش‌ها در انتقال مالاریا، خطرات بالقوه ناشی از به‌کارگیری سموم و طرز استفاده از وسایل محافظت‌کننده را بدانند. گاهی آموزش‌های اصولی در مورد خطرات آفت‌کش، برمبنای استفاده از آن در زمینه آفات کشاورزی صورت می‌گیرد، که در این مورد باید اطلاعات مربوط به مالاریا، مکمل این آموزش باشد.

افراد ساکن منازل، باید از علت و زمان انجام سمپاشی آگاه باشند و سکنه باید اطلاع دقیق داشته باشند که قبل و بعد از سمپاشی منازلشان، چه اقداماتی باید انجام دهند (به‌عنوان مثال؛ باید تمام مواد خوراکی و وسایل آشپزی به بیرون خانه برده شود و افراد در طول مدت سمپاشی خارج از منزل بمانند؛ بچه‌ها بعد از شسته و یا جارو شدن کف منزل می‌توانند به خانه برگردند).

هر مقدار از حشره‌کش که روی زمین ریخته شده است؛ باید جمع آوری شود. این امر به‌ویژه برای حفاظت حیوانات اهلی، ضروری است. سطوح بتونی باید شسته شوند. و کف زمین باید از طریق جمع آوری و دفن خاکروبه‌ها تمیز شود. تعداد زیادی از حشرات مانند مگس‌ها، شب‌پره‌ها و ساس‌های تختخواب ممکن است به‌دلیل استعمال حشره‌کش از بین رفته و در کف ساختمان افتاده باشند. این امر یکی از خطرات سمپاشی به‌ویژه برای ماکیان است؛ بنابراین سطوح مذکور باید کاملاً تمیز شوند و زباله‌ها در ظروف زباله ریخته‌شده و دور از منابع آشامیدنی دفن گردد.

افراد گروه سمپاش و افراد بسته‌بندی‌کننده سموم، به‌طور تصادفی و یا به‌سبب کارشان، بیشتر در معرض خطر آلودگی قرار دارند. مراقبت‌های مخصوص برای حفاظت آن‌ها ضروری می‌باشد.

وسایل حفاظتی شامل لباس کار، کلاه، دستکش و ماسک تنفسی است. لباس‌ها و وسایل دیگر در عین جلوگیری از آلودگی پوستی و استنشاق ذرات



سم، باید به اندازه کافی سبک و راحت باشند. در اغلب برنامه‌های سمپاشی که از سموم با سمیت حاد پایین، مثل ددت و مالاتیون استفاده می‌کنند، پوشیدن لباس کار، کلاه با لبه عریض (برای پوشاندن گردن و یقه لباس کار)، دستکش، کفش و یا چکمه، ضروری می‌باشد. هنگام کار با فنیتروتیون، سایر سموم آلی فسفره، کاربامات‌ها و پیروتریئیدها استفاده از ماسک‌های ریز برای ممانعت از استنشاق ذرات سم ضروری می‌باشد. گاهی استفاده از کلاه، ماسک و عینک جهت ممانعت از ورود ذرات و جلوگیری از بروز حساسیت پوستی به‌ویژه برای بعضی از پیروتریئیدها، کافی نیست؛ در چنین مواقعی، استفاده از کلاه لبه‌دار الزامی است. جنس کلاه باید از پلاستیک مقاوم نسبت به جذب حشره‌کش باشد. استفاده از ماسک تنفسی در شرایط آب و هوایی مناطق حاره عملی نیست. اما به کارگیری آن در هنگام کاربرد طولانی مدت یا سموم خطرناک مانند فنیتروتیون و بندیوکارب، اجتناب‌ناپذیر است.

**برای پیشگیری از آلودگی و اطمینان از رعایت اصول ایمنی توسط گروه سمپاش، باید موارد ذیل رعایت شود:** الف) دست‌ها و صورت بعد از هربار پرکردن پمپ، باید شسته شوند؛ خوردن و نوشیدن در حین انجام کار ممنوع می‌باشد؛ (مگر بعد از شستن دست‌ها و قبل از شروع سمپاشی)؛ ب) تماس فرد سمپاش با حشره‌کش، نباید بیش از ۶ ساعت در روز باشد؛ ج) لباس کار و کلاه باید هر روز شسته شوند؛ به‌خصوص زمانی که آلودگی شدید داشته باشد؛ د) افراد گروه سمپاش بعد از عملیات باید استحمام کنند؛ به‌خصوص اگر با یک حشره‌کش آلی فسفره کار کرده باشند؛ ه) ماسک تنفسی مورد استفاده، باید دهان و بینی را کاملاً بپوشاند. هر روز شسته و خشک شوند، و هنگام مسدود شدن، تعویض شوند.

افرادی که در بسته‌بندی، حمل سم و یا مخلوط کردن سم، فعالیت دارند؛ باید تحت مراقبت‌های بیشتری قرار گیرند. به‌ویژه این افراد باید از دستکش‌های پلاستیکی، ماسک‌ها یا ماسک‌های تنفسی استفاده کنند و جهت

حفاظت چشم‌هایشان کلاه لبه‌دار (لبه کلاه از جنس پلاستیک شفاف باشد که به کلاه می‌چسبد) بپوشند. بعضی از فرمولاسیون‌های جامد مخصوص سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، به مخلوط کردن با آب نیاز ندارند. این شکل سم، در پلاستیک‌های قابل حل در آب قرار دارند و هر بسته محتوی مقداری از سم است که جهت یک‌نوبت شارژ پمپ کافی است.

مسئول گروه باید استفاده از وسایل حفاظتی را اجباری کند. او باید علائم مسمومیت را بداند؛ و افراد گروه را از جهت علائم مسمومیت زیر نظر داشته باشند:

استفاده از ترکیبات با سمیت کم در هوای گرم و مرطوب ضروری است؛ زیرا در چنین شرایطی افراد سمپاش، زمانی که تحت نظارت مستقیم نباشند؛ از استفاده وسایل ایمنی خودداری می‌کنند.

### ۳.۱.۲ ارزیابی تماس

در بررسی‌های ارزیابی سمیت پوستی و تنفسی (براساس دستورالعمل استاندارد سازمان جهانی بهداشت)، در تقریباً تمامی موارد، جذب و سمیت حاد پوستی بسیار بیشتر از جذب و سمیت تنفسی می‌باشد (۱). گرچه جذب حشره‌کش‌ها در حین خوردن و سیگارکشیدن، در طی سمپاشی گزارش نشده؛ ولی بررسی‌ها نشان‌دهنده اهمیت بالای رعایت بهداشت فردی می‌باشد.

تماس پوستی را می‌توان مستقیماً با استفاده از لباس کار و دستکش‌های بلند، برای حداقل یک دوره یک‌ساعته اندازه‌گیری نمود. تماس هر بخش خاص بدن را می‌توان با استفاده از لایه‌های تماس استاندارد (۱۰×۱۰ سانتی‌متری) متشکل از برش‌های آلفاسولوز یا کاغذ صافی سفید، که کاغذ شفاف، زرورق‌های آلومینیومی یا پلی‌اتیلن در پشت آن‌ها قرار گرفته است؛ اندازه‌گیری کرد.

روش دیگر ارزیابی مسمومیت با روش‌های بیوشیمیایی و اندازه‌گیری غلظت سم و یا متابولیت‌های آن در مایعات قابل دسترس بدن می‌باشد. زمان،

دفعات نمونه‌گیری و حجم آن به خواص ترکیب و روش‌های تجزیه، بستگی دارد. انجام تجزیه و تحلیل‌های شیمیایی در شرایط صحرائی معمولاً امکان‌پذیر نیست؛ لذا باید جهت نگهداری و ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه، تصمیمی اتخاذ شود.

اگر اصول ایمنی رعایت شود، ردیابی علائم مسمومیت ضروری به نظر نمی‌رسد. ولی در صورت ورود حشره‌کش به یک منطقه جدید و یا تماس زیاد با آن، تجزیه و تحلیل شیمیایی آن لازم است. برعکس، در افرادی که با سموم به‌ویژه سموم آلی فسفره سر و کار دارند؛ ردیابی استیل‌کولین‌استراز در افراد گروه سمپاش ضروری است. این ردیابی برای پیشگیری از بروز مسمومیت است.

اصلی‌ترین روش‌های تعیین فعالیت استیل‌کولین‌استراز، که می‌توان تحت شرایط صحرائی از آن استفاده نمود؛ عبارتند از:

– روش تست رنگ‌سنجی که فعالیت کولین‌استراز در پلاسما را اندازه‌گیری می‌کند. اما امکان جداسازی پلاسما همواره در شرایط صحرائی وجود ندارد.

– روش *Colorimetric tintometric* که فعالیت کولین‌استراز را در خون اندازه‌گیری می‌کند. این شاخص نسبت به روش قبل مناسب‌تر می‌باشد.

– روش اسپکتروفتومتری (طیف‌سنجی) که اساساً در آزمایشگاه قابل استفاده است؛ اگرچه برخی از اسپکتروفتومترهای صحرائی هم وجود دارند که استفاده از آن‌ها برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر لازم است.

کاربامات‌ها نیز بازدارنده کولین‌استراز می‌باشند. ولی روش‌های رنگ‌سنجی مناسب برای تشخیص آلودگی به سموم آلی فسفره را نمی‌توان برای حشره‌کش‌های کاربامات استفاده کرد. زیرا خاصیت بازدارندگی کاربامات‌ها برگشت‌پذیر می‌باشد و برگشت به حالت اولیه، سریع‌تر از زمانی است که برای انجام تست لازم است. ردیابی بازدارنده‌های کولین‌استراز القاشده توسط کاربامات‌ها، استفاده از اسپکتروفتومترهای صحرائی را الزامی می‌سازد.

### ۴.۱.۲ درمان عمومی مسمومیت با حشره کش‌ها

تمام کشورهای استفاده‌کننده از که از حشره‌کش‌ها، خصوصاً آن‌هایی که ترکیبات سمی‌تر را به کار می‌برند؛ باید توانایی درمان افراد مسموم را داشته‌باشند. پرسنل پزشکی باید اطلاعات جدید و قابل اعتماد و داروهای لازم به اندازه کافی در اختیار داشته‌باشند. برنامه بین‌المللی مصونیت شیمیایی (IPCS)، مجموعه‌ای راجع به سموم تحت عنوان Intox تهیه کرده‌است. این‌ها به دو صورت نوشته‌شده روی کاغذ و یا الکترونیکی شامل اطلاعات درباره خواص فیزیکی، شیمیایی و سم‌شناسی آفت‌کش‌ها، نحوه آنالیز آن‌ها، نحوه تشخیص، درمان و جلوگیری از مسمومیت می‌باشد. همچنین کتابی در مورد مسمومیت برای مراقبین بهداشتی موجود است که روش‌های برخورد با مسمومیت را در شرایط عدم دسترسی به امکانات بیمارستانی ارائه نموده‌است (۹).

موفقیت در درمان مسمومیت با حشره‌کش‌ها، به کاربرد سریع و همزمان اقدامات زیر بستگی دارد: الف). کاهش اثرات تهدیدکننده زندگی افراد؛ ب). دفع و ازبین بردن مواد جذب‌نشده؛ ج). درمان علامتی و یا اختصاصی.

رفع اثرات تهدیدکننده زندگی، شامل خارج کردن ترشحات و بازنگه داشتن راه‌های تنفسی است. بدین منظور بیمار را به حالتی رو به زمین خوابانید که سر او به سمت پایین و به یک طرف قرار داشته‌باشد؛ دهان باید کاملاً باز و زبان بیرون کشیده‌شود. دهان و حلق باید به کمک یک پارچه تمیز و یا با انجام مکش، تخلیه شود. در صورت مسدودماندن راه تنفسی، استفاده از یک لوله تنفسی دهانی - حلقی و یا بینی - حلقی و یا گذاشتن یک لوله درون تراشه‌ای ضروری می‌باشد.

دورکردن مواد جذب‌نشده که ممکن است داخل معده و یا روی پوست باقی

مانده باشد. در صورت خورده شدن حشره کش، شستشوی معده الزامی است. اگر لباس یا قسمتی از پوست که در تماس با آن است آلوده باشد؛ باید لباس درآورده شود و پوست با آب تمیز فراوان و صابون حداقل به مدت ۱۰ دقیقه شسته شود. آلودگی چشم‌ها را باید با شستشوی بافت ملتحمه با آب تمیز به مدت ۱۵ دقیقه برطرف نمود.

درمان علامتی یا تخصصی مسمومیت با حشره کش، براساس گروه حشره کش متفاوت است. جهت اطلاعات جزئی‌تر در مورد علائم مسمومیت و در به کارگیری حشره کش‌های توصیه شده خاص، بخش ۴ را مطالعه کنید.

## ۵.۱.۲ بسته‌بندی، جابه‌جایی، حمل و نقل و انبارداری حشره کش‌ها

اصول اساسی موارد فوق برای تمام حشره کش‌ها یکسان و به قرار ذیل هستند.

### بسته‌بندی

بسته‌بندی حشره کش‌ها باید به گونه‌ای باشد که تحت شرایط حمل و نقل، جابه‌جایی، شرایط اقلیمی و انبارداری آسیب نبینند. ظروف محتوی حشره کش‌ها باید برجسب‌دار، محکم و مقاوم نسبت به خروج حشره کش‌ها باشد. بسته‌بندی باید به قدری محکم باشد که در طول مدت تولید در کارخانه تا استفاده در صحرا، آسیب نبیند. اندازه ظروف باید به صورتی باشد که یک انسان بتواند آن‌ها را به راحتی حمل کند. بعضی از سموم مانند مالاتیون و دلتامترین بر روی برخی فلزات خاصیت خوردندگی دارند. به منظور حفظ قابلیت سوسپانسیونی پودرهای قابل تعلیق در آب که برای سمپاشی اماکن داخلی به کار می‌روند؛ آن‌ها را در کیسه‌های عایق رطوبت، بسته‌بندی می‌کنند. بسیاری از تولیدکنندگان، حشره کش‌ها را در کیسه‌هایی بسته‌بندی می‌کنند که محتوی درون هر کیسه، جهت یکبار شارژ پمپ کافی می‌باشد. این امر نیاز به بسته‌بندی مجدد را از بین می‌برد و

به‌میزان قابل ملاحظه‌ای از دست‌زدن به سم در شرایط صحرا می‌کاهد. در بعضی کشورها، فرمولاسیون‌های خریداری‌شده، مجدداً در ظروف کوچکتری جهت استفاده در صحرا بسته‌بندی می‌شوند. این کار باید تحت نظارت صورت گیرد تا از مسمومیت کارگران جلوگیری شود. کیفیت بسته‌بندی جدید باید به‌اندازه‌ی کافی خوب باشد تا از نفوذ سم و تغییر خواص آن جلوگیری شود. محصولات قدیمی‌تر موجود در انبار، باید قبل از محصولات که تازه خریداری شده، مصرف شوند.

تاریخ مصرف نوشته‌شده روی محصولات را باید به‌دقت بررسی کرد. حشره‌کش‌ها نباید به ظروف ذخیره‌ی دیگری منتقل شوند و باید در همان ظرفی که تهیه شده‌اند؛ باقی بمانند.

حشره‌کش‌های مصرفی در کنترل مالاریا باید هم از نظر فرمولاسیون و هم از نظر بسته‌بندی مورد تأیید متخصصین سازمان جهانی بهداشت قرار گیرند.

#### جابه‌جا کردن

تمام افراد جابه‌جاکننده‌ی ترکیبات حشره‌کش، باید از لباس‌های محافظت‌کننده استفاده نمایند (بخش ۲.۱.۲). امکانات شستشوی کافی در تمام مدت جابه‌جایی باید در دسترس باشد. در طول مدت جابه‌جایی و کارکردن با حشره‌کش و بعد از آن تا زمان شستن دست‌ها و صورت، باید از خوردن، نوشیدن و سیگارکشیدن خودداری شود. کارکردن با سموم در حین حمل و نقل نیز باید مطابق قواعدی برای سلامت کارگران و مواد خوراکی باشد. باید دقت کافی به‌عمل آید تا ظروف محتوی حشره‌کش‌ها نشکند و یا محتویات آن بیرون نریزد.

#### انبارداری

اگر بسته‌های محتوی حشره‌کش در مدت انتقال و یا انبارداری در مقابل هوا

به خوبی محافظت نشوند؛ امکان فاسدشدن یا آلودگی آن‌ها وجود دارد. حشره‌کش‌ها باید از حرارت و منابع آتش‌زا دور بوده و در ساختمانی با تهویه مناسب نگهداری شوند؛ به طوری که کودکان و اشخاص متفرقه نتوانند به آن دست یابند.

گرچه حشره‌کش‌ها با ارزشند؛ ولی فراورده‌های بالقوه خطرناکی می‌باشند. لذا، باید در هر منطقه، امکانات لازم جهت انبارداری بی‌خطر و مطمئن آن‌ها فراهم باشد. ظروف محتوی سم باید در ارتفاعی انبار شوند که در تماس با سیلاب نباشند و در برابر نور خورشید و باران محافظت شوند.

انبارکردن حشره‌کش‌ها مستلزم رعایت احتیاطات خاصی است. جهت جلوگیری از آلودگی مواد غذایی و سایر فراورده‌ها، باید حشره‌کش‌ها در یک ساختمان جدا و محافظت‌شده انبار شوند. مواد خوراکی و نوشیدنی، و حشره‌کش‌ها نباید در یک مکان مشترک انبار شوند. حشره‌کش‌ها باید از آب و منابع آب دوزنگه‌داشته‌شوند. علاوه‌براین، باید دقت خاصی به عمل آید تا حشره‌کش‌های مورد استفاده در سمپاشی منازل، به صورت غیرقانونی به مصارف کشاورزی نرسند.

جهت اطمینان از پایداری حشره‌کش‌ها تحت شرایط حرارتی و رطوبتی شدید، به‌ویژه برای استفاده در مناطق گرمسیری، انجام تست‌های ویژه‌ای لازم است.

همچنین باید به این نکته توجه داشت که از تجزیه حشره‌کش در انبار جلوگیری شود. چراکه در این صورت، ممکن است به ایزومرهای سمی‌تر تبدیل گردد. این اتفاق در سال ۱۹۷۸ در پاکستان افتاد و مالاتیون که تحت شرایط گرم انبار شده بود؛ به ایزومر بسیار سمی ایزومالاتیون تبدیل شد. این امر باعث بروز چندین مورد مسمومیت گردید (۱۰ و ۱۱).

حمل و نقل

حمل و نقل و جابه‌جا کردن سموم نیز باید با رعایت اصول پیشگیری از

آلودگی کارکنان صورت گیرد. آفت‌کش‌ها نباید توسط وسایل نقلیه مخصوص حمل مواد غذایی، جابه‌جا شوند.

## ۶.۱.۲ از بین بردن حشره‌کش‌ها و ظروف محتوی آن‌ها

تمیزکردن و از بین بردن، یا بازیافت ظروف حشره‌کش در بسیاری از کشورهای در حال توسعه یک معضل جدی است. به کارگیری دستورالعمل موجود در این خصوص، برای خیلی از کشورها مشکل می‌باشد. به عنوان مثال، در بعضی جاها از ظروف فلزی مخصوص حشره‌کش‌ها بدون این‌که به اندازه کافی تمیز شوند، مجدداً استفاده می‌شود.

حشره‌کش باقی مانده در ظروف باید به داخل چاه فاضلاب و یا گودال‌هایی ریخته‌شود که فقط برای این منظور در نقاط دور از منابع آب آشامیدنی حفر شده‌اند. تمام حشره‌کش‌ها قبل از ریخته‌شدن به گودال، باید با آب رقیق شوند.

ظروف پلاستیکی محتوی حشره‌کش جامد باید کاملاً تکان داده‌شود تا از خالی شدن آن‌ها در ظرف محتوی محلول حشره‌کش اطمینان کامل حاصل گردد. کیسه‌های کاغذی و پلاستیکی خالی باید توسط سرپرست گروه سمپاش جمع‌آوری شده و به انبار مرکزی منتقل گردد تا به صورت اصولی طبق دستورالعمل UNEP/WHO/FAO منهدم شود (۱۲).

به طور کلی توصیه می‌شود که ظروف فلزی محتوی حشره‌کش‌ها جمع‌آوری و در انبارهای امن نگهداری شوند. البته ظروف باید به محض خالی شدن کاملاً شسته شوند. محلول حاصل از شستشو را می‌توان در ادامه سمپاشی مورد استفاده قرار داد و یا درون گودال‌های مخصوص این کار ریخت که دور از منابع آب آشامیدنی حفر شده‌اند.

طبق نظر کمیته مشورتی WHO در زمینه بیولوژی و کنترل ناقلین (۱۳)، ظروف محتوی سموم کم‌خطر (براساس گروه‌بندی WHO، جدول ۱، در همین بخش و رفرانس ۷) و سمومی که در شرایط طبیعی سمیت حاد ایجاد نمی‌کنند



را می‌توان تحت شرایط زیر، دوباره مورد استفاده قرار داد:

– تمام ظروف حشره‌کش، باید دارای یک برچسب دائمی باشد که با زمان مناسب متضمن این جمله باشد «غیرقابل استفاده برای غذا، نوشیدنی و یا غذای حیوان».

– ظروف محتوی حشره‌کش‌های خطرناک گروه III (طبقه‌بندی WHO) به استثنای ظروف پلی‌اتیلنی حاوی فرمولاسیون‌های خطرناک گروه III که ماده مؤثره‌شان در گروه I یا II قرار می‌گیرد؛ باید به صورت زیر و با زبان مناسب، برچسب زده شوند: «این ظروف را می‌توان برای مصارفی غیر از نگهداری غذا، نوشیدنی و یا غذای حیوان استفاده کرد؛ البته باید پس از خالی شدن محتویات ظرف، آن را پر از آب کرد و ۲۴ ساعت به این حالت باقی گذاشت. این مراحل باید ۲ بار تکرار گردد. بعد از انجام مراحل شستشو، این برچسب قابل برداشتن است.»

– ظروف محتوی فرمولاسیون‌های خطرناک گروه Ia، Ib و II و ظروف پلی‌اتیلنی محتوی فرمولاسیون‌های خطرناک گروه III که براساس ماده مؤثره‌شان در گروه I یا II قرار می‌گیرند؛ باید یک برچسب دائمی به این مضمون داشته باشند: «این ظرف باید بعد از خالی و خشک شدن از بین برود». روش توصیه شده برای از بین بردن بی‌خطر ظرف نیز باید شرح داده شود.

استفاده مجدد از ظروف حشره‌کش معمولاً یک عمل خطرناک محسوب می‌شود. سرویس‌های خدمات بهداشتی باید از این که ظروف مورد استفاده مجدد به‌طور قابل قبولی تمیز شده‌اند؛ اطمینان حاصل نمایند. ظروفی که مطابق دستورالعمل فوق شسته نشوند؛ باید از بین بروند و یا به صورت غیرقابل استفاده درآیند. ظروف خالی باید به توزیع‌کننده آن عودت

داده شوند و یا به طرز صحیح جمع‌آوری گشته و از بین بروند.

کمیته مشورتی WHO توصیه کرده که نظارت بر فراورده توسط بخش صنعت باید توسعه یابد تا ظروف حاوی همه گروه‌های آفت‌کش‌های خطرناک رفع آلودگی شوند (۸ و ۱۳).

## ۷.۱.۲ تأثیرات محیطی

سمپاشی ابقایی اماکن داخلی نباید سبب آلودگی محیط گردد. به علاوه، جهت پیشگیری از اثرات نامطلوب آن روی موجودات غیرهدف، احتیاطات کافی لازم می‌باشد. توجه ویژه‌ای باید به این مطلب معطوف گردد که محلول حشره‌کش مصرف‌نشده، به‌نحو مقتضی منهدم گردد و آب استفاده‌شده برای شستشوی پمپ‌های سمپاش و وسایل آلوده با رعایت نکات ایمنی دفع شود. باید توجه داشت که از شستن لوازم سمپاشی یا ریختن حشره‌کش باقی‌مانده در آب‌های طبیعی مانند دریاچه‌ها و رودخانه‌ها به‌طور جدی جلوگیری به‌عمل آید.

## ۲.۲ کارآیی و اثر ابقایی

### ۱.۲.۲ اثر ذاتی حشره‌کشی

اثر یک سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به مجموعه‌ای از عوامل به شرح زیر وابسته است: الف) ویژگی‌های حشره‌کش (سمیت ذاتی، مکانیسم عمل و پایداری آن)؛ ب) تأثیر آن روی ناقل. این امر به‌نوع سطوح سمپاشی‌شده، نوع ساختمان منزل، تعداد حیوانات اهلی و نوع پناهگاه‌هایشان، اکولوژی منطقه و همچنین عادات ناقلین و ساکنین منطقه وابسته است.

اثر فوری و آنی حشره‌کش‌ها، اغلب به سمیت ذاتی آن ترکیب وابسته است. خاصیت ابقایی آن به پایداری، قدرت تبخیر، فرمولاسیون مصرفی و

جنس سطوح سمپاشی شده بستگی دارد.

### خاصیت اثر ضربه‌ای

بعضی از حشره‌کش‌ها، دارای خاصیت اثر ضربه‌ای سریع هستند. این حالت با وضعیتی که مرگ حشره چندین ساعت پس از تماس با سم اتفاق می‌افتد، کاملاً فرق می‌کند. اثر ضربه‌ای به‌ویژه هنگام کار با ددت و پیروترئیدها مشهود است.

پشه‌های آسیب‌دیده توسط پیروترئیدها، ممکن است از محل استراحتشان در روی دیوار بر روی کف اتاق افتاده باشند. اگر این عمل قبل از کسب حداقل غلظت کافی برای کشتن آن‌ها صورت گیرد، ممکن است دوباره بهبود حاصل کنند. با وجود این، در اغلب مواقع، پشه افتاده بر روی زمین به وسیله مورچه و سایر آشغال‌خورها خورده می‌شود. لذا خاصیت اثر ضربه‌ای، ملاک مؤثری برای ارزیابی پیروترئیدها می‌باشد.

نسبت مرگ و میر فوری ایجادشده به مرگ و میر با تأخیر (I/D) یک معیار اندازه‌گیری ظرفیت حشره‌کش برای ایجاد مرگ و میر سریع می‌باشد که گاهی اوقات ناقل را از پا درمی‌آورد. این نسبت به میزان قابل ملاحظه‌ای بین پیروترئیدها متفاوت است، به طوری که برای اتوفن پراکس، کمتر از ۱ و برای سیفلوترین بیش از ۱۰ می‌باشد.

### اثرات انتقال از طریق هوا

بعضی حشره‌کش‌ها اثر کشندگی خود را، حتی از یک فاصله دور می‌توانند اعمال کنند. این امر بستگی به خاصیت تبخیر ترکیب دارد و زمانی اتفاق می‌افتد که فشار بخار ترکیب به اندازه کافی بالا باشد. شاید به میزان بیشتر، رهاشدن ذرات به صورت گرد از سطوح سمپاشی شده صورت گیرد. این خاصیت به فرمولاسیون حشره‌کش و جنس سطح سمپاشی شده بستگی دارد. ذرات حشره‌کش رهاشده که به کمک واژگونی

مداوم هوا (کنوکسیون) و سایر جریان‌های هوا در اتاق سمپاشی شده پخش می‌شوند، ممکن است تا فواصل قابل ملاحظه‌ای حرکت کنند.

اثرات غیرتماسی منتقله از طریق هوا را در حشره‌کش‌ها می‌توان با قراردادن قفس‌های محتوی پشه در فواصل مختلف از مکان سمپاشی شده آزمایش کرد. البته توجه به این نکته بسیار مهم است که قفس‌ها در حین جابه‌جایی، تصادفی آلوده نشده باشند.

### ۲.۲.۲ تأثیر سطوح سمپاشی شده

جذب و رونشست (جذب سطحی)

جنس سطح سمپاشی شده، نقش مهمی در مدت بقای سم ایفا می‌کند. جذب و یا رونشست حشره‌کش‌ها توسط سطوح سمپاشی شده عوامل مهمی محسوب می‌شوند. این دو عامل می‌توانند به میزان قابل توجهی، قابلیت در دسترس بودن حشره‌کش را در سطوح سمپاشی شده محدود کنند. به‌طور کلی، سطوحی که دارای منشاء آلی می‌باشند؛ مانند چوب، بامبو، برگ‌های درخت خرما، سقف‌های گالی پوش و فلزات، غیرجاذب می‌باشند. پایداری حشره‌کش روی چنین سطوحی به خاصیت تبخیر آن‌ها مربوط است. این امر به دما و خواص فیزیکی فرمولاسیون بستگی دارد. امکان دارد فرمولاسیون به‌صورتی باشد که قدرت چسبندگی حشره‌کش به سطوح کم گردد، لذا به راحتی از آن‌ها جدا می‌شود. گاهی هم حشره‌کش با لایه‌ای از دوده پوشیده می‌شود. برعکس، حشره‌کش‌ها به سطوح گلی جذب شده و کمتر در سطح آن قرار می‌گیرند. اما سرعت جذب بسته به اندازه ذرات سم، میزان انتشار آن در گِل و خاصیت تبخیر حشره‌کش، به تدریج صورت می‌گیرد. در بعضی از انواع گِل، حشره‌کش ممکن است رونشین شود؛ به این معنی که ذرات حشره‌کش به سطح ذرات گِل چسبیده و در حین استراحت حشره بر روی این سطوح، جذب بدنش نمی‌شوند.

جذب تا حدودی به درجه حرارت بستگی دارد؛ ولی اساساً تحت تأثیر رطوبت می‌باشد. رطوبت بالا برای انتشار حشره‌کش مطلوب است. این امر نه فقط جذب را به‌طور کلی افزایش می‌دهد؛ بلکه در موقعی که غلظت سم سطحی در اثر تبخیر در شرایط آب و هوایی خشک کاهش یافت، قادر به آوردن اجزای جذب‌شده به سطح قسمت‌های سمپاشی شده‌است. رطوبت همچنین تماس حشره‌کش با کوتیکول پشه‌های در حال استراحت را تسهیل می‌کند. این کار برای تأثیر بیشتر حشره‌کش مطلوب است.

علاوه بر این، گرمای خورشید ممکن است سبب غیرفعال شدن سریع حشره‌کش روی سقف‌های فلزی و افزایش خطر از بین رفتن ذرات آن گردد. احتمال وقوع این خطرات در مناطقی که استفاده از آهن رو به افزایش است، به‌ویژه در شهرهای مناطق گرمسیری، باید مدنظر قرار گیرد.

#### غیرفعال کردن

حشره‌کش‌ها ممکن است روی بعضی سطوح غیرفعال شوند. سطوح قلیایی از قبیل دیوارهای سفیدکاری شده، روی حشره‌کش‌های آلی فسفره، کاربامات‌ها و پیروتریئیدها تأثیر می‌گذارند.

#### ۳.۲.۲ دوره‌های سمپاشی

برای اطمینان از حفاظت انسان‌ها در برابر بیماری در طول فصل انتقال، باید حشره‌کش انتخابی اثر ابقایی مطلوبی به‌اندازه طول فصل انتقال داشته‌باشد. به‌علاوه، تمام منطقه، باید تحت پوشش برنامه کنترل قرار گیرد.

سمپاشی باید در فواصل منظم جهت کنترل مؤثر، صورت گیرد. هر بار سمپاشی منازل یک منطقه در مدت زمان لازم را «نوبت سمپاشی» می‌گویند. تکرار سمپاشی در فواصل معین را «دوره سمپاشی» می‌نامند. این دوره معمولاً فاصله زمانی بین دو تکرار سمپاشی را تعیین می‌کند. مثلاً در یک دوره ۶ ماهه، سمپاشی هر ۶ ماه یک‌بار تکرار می‌شود. دوره سمپاشی باید براساس

### دوره اثر ابقایی و طول مدت فصل انتقال تعیین شود.

از آن جایی که لازم است در تمام فصل انتقال مالاریا، حشره کش در منطقه باشد، می‌توان به جای این که حشره کشی را انتخاب کنیم که دو بار سمپاشی لازم داشته باشد، حشره کشی را انتخاب کرد که فقط با یک بار سمپاشی بتواند پوشش لازم را در تمام طول فصل انتقال ایجاد کند. در جایی که فصل انتقال دائمی باشد، دوره سمپاشی را باید براساس طول مدت اثر ابقایی سم تعیین کرد. در خیلی از برنامه‌ها نوبت‌های سمپاشی معادل دوره سمپاشی است و هدف از این کار مشغول بودن کارگران در تمام طول سال می‌باشد.

زمان انجام عملیات سمپاشی بسیار مهم است؛ به خصوص در جایی که برای حفاظت منطقه در طول فصل انتقال یکبار سمپاشی صورت می‌گیرد. در چنین مناطقی که عملیات سمپاشی باید تا قبل از شروع انتقال خاتمه یابد و نیز اثر ابقایی سم در اولین خانه سمپاشی شده تا اتمام فصل انتقال، از بین نرود. به طور کلی، این امر مستلزم کوتاه بودن نوبت‌های سمپاشی است. حتی در مناطقی که انتقال دائمی صورت می‌گیرد، معمولاً اوج فعالیت فصلی مشاهده می‌شود و باید از حداکثر بودن اثر حشره کش در آن زمان اطمینان حاصل نمود. زمان سمپاشی باید طوری انتخاب شود که اکثر مناطق مالاریا خیز دقیقاً قبل از اوج انتقال، سمپاشی شوند.

اگر ساختمان‌های جدید زیادی بنا گردد و یا سطوح سمپاشی شده، اندود و یا رنگ شوند، به عملیات سمپاشی مجدد نیاز می‌باشد. در چنین مواردی، سمپاشی همه ساختمان‌ها در فواصل کوتاه‌تر با حشره کش با غلظت اثر ابقایی کمتر، مقرون به صرفه تر است.

## ۳.۲ مقاومت ناقلین

یکی از ویژگی‌های ضروری در انتخاب یک حشره‌کش، حساسیت ناقلین مالاریا در منطقه مورد نظر به آن‌هاست. این مسئله با گذشت زمان تغییر می‌کند چون مقاومت، در نتیجه تماس دائمی با یک حشره‌کش، توسعه می‌یابد. مقاومت حشره‌کش یا مقاومت فیزیولوژیک را می‌توان به این صورت تعریف کرد: قابلیت که جمعیت حشرات به غلظت‌هایی از حشره‌کش که قبلاً برای اکثر آن‌ها در یک جمعیت طبیعی همان‌گونه گشوده محسوب می‌شده‌است، تحمل‌پذیر شوند. این مسئله در نتیجه فشار انتخابی حشره‌کش اتفاق می‌افتد.

مقاومت متقاطع حالتی است که مقاومت به یک حشره‌کش در یک جمعیت از پشه‌ها به علت فشار انتخابی ناشی از حشره‌کش دیگر با مکانیسم مقاومت مشابه، توسعه می‌یابد. لزومی ندارد که هر دو حشره‌کش از یک گروه باشند. مقاومت چندتایی مقاومت همزمان به چندین حشره‌کش از گروه‌های مختلف (آلی کلره، فسفره، کاربامات‌ها و پیروتریئیدها) می‌باشد که معمولاً در اثر تماس جداگانه حشرات با حشره‌کش‌های مختلف به وجود می‌آید.

## دوری کردن از حشره‌کش‌ها

ناقلین ممکن است از سطوح سمپاشی شده اماکن داخلی، دوری کنند. اصطلاح «مقاومت رفتاری» به حالتی اطلاق می‌شود که ناقلین در یک منطقه سمپاشی شده به علت اجتناب از تماس کافی با سطوح سمپاشی شده، زنده بمانند. سمپاشی اماکن داخلی، موقعی که ناقل برای گزش یا استراحت به داخل منزل نیاید، مؤثر نیست. این مسئله ممکن است به دلیل رفتار طبیعی ناقل باشد که برای مدت زمان به اندازه کافی طولانی روی سطوح سمپاشی شده نمی‌نشیند تا حداقل غلظت کشنده را دریافت کند، و یا به علت خاصیت دورکنندگی و تحریک‌کنندگی حشره‌کش باشد که در این حالت

حشره کش باعث دوری ناقل از سطوح سمپاشی شده می‌شود. این اثر در بخش ۵.۲ (اکولوژی و عادات ناقلین) بحث شده و باید قبل از استفاده از سمپاشی ابقایی اماکن داخلی مطالعه شود.

### ۱.۳.۲ ارزیابی مقاومت

تست‌های کاربردی برای تشخیص مقاومت در پشه‌ها توسط WHO ارائه شده است. تولید و توزیع کیت‌های استاندارد و کاغذهای آغشته به سم توسط WHO سازماندهی می‌شود. کیت‌های تست حساسیت دارای آموزش‌های دقیق و وسایل لازم برای انجام تست می‌باشند و می‌توان آن‌ها را از بخش آموزش، پیشگیری و کنترل بیماری‌های واگیر سازمان بهداشت جهانی در سوئیس (ژنو) درخواست نمود.

اولین قدم در طراحی و ارزیابی اپیدمیولوژیکی هر برنامه کنترل مالاریا، که در آن از حشره‌کش‌ها استفاده می‌شود، ارزیابی حساسیت ناقلین منطقه است. این تست‌ها باید به دلایل ذیل صورت گیرند:

- تعیین حساسیت اولیه ناقلین مختلف موجود در منطقه؛
- ارزیابی تغییرات احتمالی در طول زمان استفاده از حشره‌کش؛
- تشخیص مکانیسم‌های مقاومت (۱۴) و طیف مقاومت متقاطع؛
- ارزیابی حساسیت ناقلین به حشره‌کش‌هایی با قابلیت جایگزینی با آن (در صورت نیاز به حشره‌کش).

داشتن اطلاعات پایه‌ای در مورد حساسیت پشه‌ها، مستلزم تعیین خط رگرسیون (غلظت - پاسخ) با استفاده از غلظت‌های مختلف حشره‌کش می‌باشد. در یک جمعیت به‌طور طبیعی حساس، توزیع لگاریتمی غلظت‌های لازم برای کشتن حشرات به‌صورت نرمال است؛ زیرا خط حاصل از مرگ و میر حشرات براساس پروبیت و غلظت‌های لگاریتمی، خطی مستقیم است. از روی این خط می‌توان غلظت‌هایی را که مرگ و میر خاصی را تولید



می‌کنند مانند LC<sub>50</sub>، LC<sub>90</sub> و LC<sub>99.9</sub> را مشخص کرد. اگر مرگ و میر شاهد پایین باشد، دال بر درست بودن آزمایش است. آزمایشاتی که مرگ و میر شاهد آن‌ها بیش از ۲۰ درصد باشد، بی‌ارزش تلقی می‌شوند. موقعی که مرگ و میر شاهد بین ۵ و ۲۰ درصد باشد، باید مرگ و میر گروه تیمار را با استفاده از فرمول ابوت تصحیح نمود (۱۵).

**تعیین غلظت‌های تفکیکی برای کاربردهای عملی مفید است.** این غلظت نمایانگر مقداری از حشره‌کش است که تمام جمعیت حساس را از بین می‌برد. حشراتی که تحت این غلظت زنده بمانند، مقاوم محسوب می‌شوند. این غلظت تفکیکی معمولاً از دو برابر کردن LC<sub>99.9</sub> با روشی که در بالا گفته شد، برای یک‌گونه مورد نظر در مناطق پراکندگی‌اش به دست می‌آید. غلظت‌های تفکیکی حشره‌کش‌ها ارتباطی با کاربرد حشره‌کش در صحرا ندارند و فقط برای ارزیابی مقاومت به حشره‌کش در بین جمعیت‌های پشه‌مورد نظر استفاده می‌شوند.

آزمایشات باید در اتاق‌های فاقد آلودگی، فاقد رطوبت نسبی پایین و حرارت‌های کم یا زیاد انجام شود. پشه‌های ماده مورد استفاده برای آزمایش، بهتر است خون‌نخورده و از یک سن معین (۲۴ - ۴۸ ساعت بعد از خروج از شفیره) باشند که از دوره لاروی و یا شفیرگی از صحرا جمع‌آوری شده‌اند و یا نسل اول حاصل از یک جمعیت وحشی باشند، وقتی فقط از پشه‌های ماده جمع‌آوری شده از صحرا استفاده می‌شود، وضعیت فیزیولوژیک آن‌ها (خون‌خورده، خون‌نخورده، نیمه‌باردار و باردار) نیز باید به دقت ثبت شود (۱۵ و ۱۶). اگرچه فقط استفاده از پشه‌های ماده در انجام تست توصیه شده است، ولی مشخص شده که به ندرت تفاوت فاحشی بین مقاومت در دو جنس نر و ماده وجود دارد.

غلظت‌های تفکیکی که در حال حاضر برای حشره‌کش‌های مورد استفاده در سمپاشی ابقایی اماکن داخلی توصیه می‌شوند، در جدول ۲ که براساس استاندارد WHO فراهم شده، درج شده است (۱۵).

جدول ۲. غلظت‌های تفکیکی حشره‌کش‌ها برای پشه‌های ناقل مالاریا

غلظت تفکیکی (دوره تماس ۶۰ دقیقه)	حشره‌کش	گروه حشره‌کش
٪۴	ددت	سموم آلی کلره
٪۵	مالاتیون	سموم آلی فسفره
٪۱	فنیرتیون	
٪۰٫۱	پروپوکسور	کاربامات‌ها
٪۰٫۱	بندیوکارب	
٪۰٫۰۵	آلفاسایپرترین	پیرتروئیدها
٪۰٫۷۵	پرترین	
٪۰٫۰۵	دلتامترین	
٪۰٫۰۵	لامبدا سیهالوترین	
٪۰٫۱۵	سیفلوترین	
٪۰٫۰۵	اتوفن پراکس	

۱. ۲ ساعت برای آنوفلس ساکاروی (*An.sacharovi*)
۲. غلظت تفکیکی پیشنهادی
۳. ۱۰ درصد برای آنوفلس ساکاروی (*An.sacharovi*)

### ۲.۳.۲ مکانیسم‌های مقاومت و مقاومت متقاطع

مقاومت فیزیولوژیک، مربوط به مکانیسم‌های مختلف است، ولی می‌توان آن را به دو نوع اصلی تفکیک کرد:

– سمیت‌زدایی، جداسازی براساس آنزیم

در این حالت مقدار و یا سطح فعالیت آنزیم‌های سم‌زدا یا جداکننده حشره‌کش قبل از رسیدن آن به اندام هدف، تغییر می‌کند. این مکانیسم‌ها می‌تواند برای حشره‌کش‌های خاص با طیف فعالیت کم، مؤثر باشد. به عنوان مثال، آنزیم گلوکوتایون اس - ترانسفراز در خیلی از موارد مسئول بروز مقاومت به ددت است. همچنین یک کربوکسیل استراز خاص، سبب غیرسمی شدن مالاتیون می‌گردد. بعضی نیز طیف وسیعی دارند و سبب

مقاومت متقاطع به حشره‌کش‌های مختلف می‌شوند. برای مثال، تعدادی از استرازاها و اکسیدازها سبب ایجاد مقاومت متقاطع به سموم آلی فسفره (شامل مالاتیون)، ددت، بعضی از کاربامات‌ها و پیرتروئیدها می‌شوند.

### – مقاومت محل هدف

این مکانیسم زمانی رخ می‌دهد که بروز تغییری در اندام هدف، مانع از اتصال حشره‌کش به آن شود (اسیدهای آمینه در پروتئین‌ها مسئول اتصال حشره‌کش در مکان هدف می‌باشند). در اثر این کار، محل‌های هدف غیرحساس می‌شوند و یا تعداد آن‌ها کاهش می‌یابد. این مسئله مهمترین مکانیسم مقاومت کاربامات‌ها (پروپوکسور و بندیوکارب) می‌باشد، که باعث ایجاد مقاومت متقاطع به حشره‌کش‌های آلی فسفره نیز در حشرات می‌شود. این امر عمدتاً به خاطر قدرت انتخاب ناقلینی است که یک استیل‌کولین‌استراز (A.Ch.E) جایگزین شده دارند که توسط حشره‌کش مهار نمی‌شود. این کار، حشرات حساس را تقریباً به‌طور کلی نسبت به حشره‌کش، مقاوم می‌سازد. اندام‌های هدف در مورد حشره‌کش‌های پیرتروئیدی مصنوعی و ددت، کانال‌های عبور سدیم موجود در آکسون‌های اعصاب می‌باشد. تغییرات اسیدهای آمینه خاص مربوط به ژن *kdr* (مقاومت به اثر ضربه‌ای)، مانع جفت‌شدن حشره‌کش‌ها با پروتئین‌های تشکیل‌دهنده لیگاند کانال سدیم سطح سلول عصبی می‌شود و متعاقب آن، حشره نسبت به حشره‌کش، غیرحساس خواهد شد.

بعضی از مکانیسم‌های مقاومت، بین حشره‌کش‌های مختلف، مشترک است. این امر مقاومت متقاطع را توجیه می‌کند. در جدول ۳ خلاصه‌ای از مکانیسم‌های مقاومت گزارش شده در ناقلین اصلی مالاریا مشاهده می‌شود.

برای تشخیص نوع اغلب مکانیسم‌های مقاومت از طریق سم‌زدایی و تغییر استیل‌کولین‌استراز (AchEh)، تست‌های بیوشیمیایی ویژه‌ای وجود دارند. از

روش واکنش‌های زنجیری پلیمراز (PCR) برای تشخیص چندین نوع مکانیسم مقاومت، از جمله جهش در ژن *kdr* می‌توان استفاده نمود. این روش‌ها به تشخیص مکانیسم در شرایط صحرا کمک می‌کنند. همچنین روش‌های مذکور مشخص می‌کنند که جمعیت ناقل می‌تواند به کدام حشره‌کش دیگر مقاومت متقاطع داشته باشد. این اطلاعات، برای انتخاب یک حشره‌کش به منظور سمپاشی ابقایی اماکن داخلی اهمیت زیادی، دارد.

جدول ۳. مکانیسم‌های اصلی مقاومت به حشره‌کش در ناقلین مالاریا

P	C	OP	ددت	مکانیسم مقاومت
+		+		استرازاها
+		+		اکسیدازها
	+	+		استیل‌کولین‌استرازهای حساسیت‌زدا
		مالاتیون		کربوکسیل‌استراز اختصاصی
			+	گلوکوتاتیون اس - ترانسفراز
+			+	حساسیت‌زدای کانال‌های سدیم

OP = سموم آلی فسفره؛ C = کاربامات‌ها؛ P = پیرتروئیدها

### ژنتیک مقاومت<sup>۱</sup>

هریک از مکانیسم‌های مقاومت از نظر ژنتیکی نیز تعیین شده‌اند. این تغییرات ژنتیکی می‌توانند به صورت مغلوب و یا کم و بیش غالب به ارث برسند. غالب بودن یک صفت مقاومت، عامل مهمی در سرعت بروز آن نوع مقاومت می‌باشد. اگر افراد، هتروزیگوت باقی بمانند، ژن‌های مقاومت به سرعت افزایش می‌یابند.

معمول‌ترین مکانیسم مقاومت به ددت، آنزیم گلوکوتاتیون اس - ترانسفراز می‌باشد. ویژگی مغلوب بودن این صفت، احتمالاً در اغلب موارد، یکی از دلایل اصلی روند کند بروز مقاومت به ددت می‌باشد.

۱. فراوانی ژنی که از قبل وجود داشته‌است.

برخلاف آن، مقاومت به دیلدرین در اثر بروز یک صفت غالب است. این امر توجیه مناسبی برای بروز مقاومت بسیار سریع نسبت به حشره کش مذکور می باشد که یکی از دلایل غیرقابل استفاده شدن دیلدرین گردیده است. به همین ترتیب، مقاومت به سموم کاربامات تقریباً به صورت غالب به ارث می رسد؛ ضمن این که هتروزیگوت های حاصله نیز طول عمر زیادی دارند.

محافظت ایجاد شده در اثر مکانیسم مقاومت - نسبت مقاومت (RR)

مکانیسم های مختلف مقاومت، سبب محافظت حشرات به درجات مختلف می گردد. این امر ممکن است به صورت «نسبت مقاومت» بیان شود که نشان دهنده نسبت LC50 جمعیت مقاوم به جمعیت حساس است. نسبت مقاومت ممکن است در مورد انواعی از مکانیسم های مقاومت که باعث غیرفعال شدن ترکیب می شوند، همانند آنچه که در مورد ددت و حشره کش های آلی فسفره روی می دهد، بین ۲ تا ۱۰۰ برابر متغیر باشد. ولی در حالتی که عضو هدف تغییر می کند، نسبت مقاومت از ۳۰ تا ۵۰ برابر در مورد مقاومت Kdr در آنوفلس گامبیه (*An.gambiae*) تا بیش از ۱۰۰۰ برابر در مورد مقاومت ناشی از استیل کولین استراز در برابر سموم آلی فسفره و کاربامات ها متغیر است. هر چه نسبت مقاومت بیشتر باشد، افراد مقاوم در برابر افزایش غلظت بالا و زمان تماس با سم، بقای بهتری نشان می دهند و بنابراین مقاومت سریع تر ظاهر خواهد شد.

### ۳.۳.۲ منابع فشار انتخابی و توسعه مقاومت

عموماً تمام آنوفل های ناقل در آب های راکد خارج از منازل رشد و تخم ریزی می کنند، به استثنای آنوفلس استفنسی (*An.stephensi*) که حتی در آب درون ظروف خانگی نیز قادر به رشد و نمو می باشد. پشه های نر به علت تغذیه از شهد گیاهان، کمتر به منازل وارد می شوند. بنابراین، فشار انتخابی اعمال شده به وسیله سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، بر روی این جنس نسبتاً

ضعیف است. برخلاف آن، تماس با حشره‌کش در دوران لاروی روی هر دو جنس (نر و ماده) تأثیر می‌گذارد. چنین تماس‌هایی، بین لاروهای پشه با حشره‌کش و یا در اثر استفاده از سموم لاروکش می‌باشد و یا به علت اثرات جانبی ناشی از کنترل آفات کشاورزی به‌ویژه از طریق سمپاشی هوایی می‌باشد. این کار معمولاً در مزارع پنبه، شالیزارها و برخی از درختستان‌ها انجام می‌شود. چنین سمپاشی‌هایی سبب آلودگی اماکن لاروی در منطقه شده و مهمترین عامل فشار انتخابی برای ایجاد مقاومت به حشره‌کش می‌باشد. اکثر مناطقی که در آنجا ناقلین محلی، بالاترین سطوح مقاومت چندتایی را به تقریباً همه حشره‌کش‌های موجود دارند، نقاطی هستند که به علت وجود کشتزارهای پنبه، به استفاده زیاد از مخلوط‌هایی از طیف وسیعی از حشره‌کش‌ها، نیاز بوده است. اغلب، پیش‌گویی بروز مقاومت، غیرقابل اعتماد است؛ اما وجود بعضی موارد، می‌تواند نشانگر خطرات اصلی این پدیده محسوب شود؛ این موارد عبارتند از:

- زمانی که حشره‌کش توصیه‌شده در سطوح وسیع در اماکن خارجی، به ویژه در کشاورزی استفاده شده باشد. همچنین کاربرد حشره‌کش‌هایی با مکانیسم مقاومت مشابه در منطقه، باید مورد توجه قرار گیرد.
- زمانی که انجام انتخاب آزمایشگاهی سبب پیشرفت مقاومت در ناقلین محلی شود. البته لازم است توجه داشت که عدم موفقیت در پیشبرد مقاومت در شرایط آزمایشگاهی، الزاماً دال بر عدم توسعه مقاومت در شرایط طبیعی نیست. علاوه بر این، تست‌های آزمایشگاهی، نباید در مناطق اندمیک و یا پذیرنده مالاریا انجام شود؛ زیرا خطر فرار پشه‌های مقاوم از کلونی آزمایشگاهی وجود دارد.
- چنانچه مکانیسم مقاومت، سبب حفاظت افراد مقاوم در سطح بسیار بالا شود (نسبت مقاومت)، به نظر می‌رسد که انتخاب، سریع‌تر اتفاق

افتد. به همین ترتیب، اگر افراد هتروزیگوت، مقاوم و یا نسبتاً مقاوم باشند، سرعت انتخاب افزایش می‌یابد.

— برعکس، اگر سمپاشی در منطقه، از نظر زمان و یا مکان محدود باشد، مثلاً در دوره اوج انتقال یا در نواحی دارای بیشترین خطر انتقال، سمپاشی صورت گیرد، سرعت انتخاب کاهش می‌یابد؛ زیرا ژن‌های مسئول مقاومت بر اثر ورود افراد حساس از مناطق سمپاشی نشده، رقیق می‌گردند.

تجربیات چندین برنامه کنترل، نشان می‌دهد که مقاومت به ددت، نسبتاً کند است؛ حتی زمانی که به علت مصرف قبلی آن در امور کشاورزی، احتمال وجود مقاومت، وجود داشته باشد. در بسیاری از چنین وضعیت‌هایی، اثر سم برای یک مدت طولانی باقی می‌ماند؛ زیرا نسبت پشه‌های مقاوم در جمعیت، به کندی افزایش یافته است. به عنوان مثال، در خیلی از مناطق آمریکای مرکزی، ددت در شرایط صحرا مؤثر بود؛ در حالی که تست‌های حساسیت، نسبت بقای تا ۴۰ درصد را نشان می‌داد. این مقادیر برای چندین سال تا دهه ۱۹۷۰ نسبتاً ثابت باقی ماند. این مسئله، برخلاف تکامل سریع مقاومت به دیلدترین و پروپوکسور می‌باشد و تقریباً تمام جمعیت ناقل را در منطقه سمپاشی شده، به سرعت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

حساسیت ناقلین، یکی از مهمترین عوامل برای تعیین اثربخشی حشره‌کش در سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به منظور کنترل مالاریا می‌باشد. تعیین مقاومت و تخمین نسبت افراد مقاوم در یک جمعیت ناقل، شاخص‌های بسیار مهمی برای تعیین تغییرات بالقوه در اثربخشی حشره‌کش مورد استفاده در عملیات سمپاشی محسوب می‌شوند. ملاک نهایی برای ارزیابی اثرات یک سمپاشی، بررسی آن از طریق شاخص‌های اپیدمیولوژیکی انتقال مالاریا می‌باشد.

### ۴.۳.۲. تدابیری علیه پیشرفت مقاومت

از آنجایی که سموم ابقایی، در کشاورزی و بهداشت مصرف می‌شوند؛ حشره‌شناسان باید به دنبال تدابیری جهت جلوگیری از پیشرفت مقاومت باشند. قبلاً توصیه می‌شد که حشره‌کش‌ها با توالی زیر مصرف شوند: ددت، مالاتیون، فنیتروتیون، کاربامات‌ها (پروپوکسور، بندیوکارب)، پیرتروئیدها. این توالی به علت تفاوت و کاملاً اختصاصی بودن مکانیسم‌های رایج مقاومت به ددت و مالاتیون بود. مقاومت به سایر سموم آلی فسفره و کاربامات‌ها، معمولاً سبب ایجاد مقاومت متقاطع به مالاتیون می‌شود. اما استثناهایی هم وجود دارد و حشره‌کش‌های متعلق به گروه‌های متفاوت، برای مقاصد گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرند. این امر موجب توسعه مکانیسم‌های مختلف مقاومت در جمعیت ناقل می‌شود. برای مثال، در سریلانکا، مقاومت به فنیتروتیون زمانی گزارش شد که هنوز نسبت به مالاتیون حساسیت وجود داشت. اخیراً مقاومت به یک پیرتروئید (از طریق مکانیسم غیرسمی کردن) در جنوب آفریقا گزارش شده است که با پروپوکسور مقاومت متقاطع نشان می‌دهد؛ در حالی که نسبت به ددت و بندیوکارب حساسیت کامل وجود دارد.

**بنابراین توالی خاص با کاربری برای همه موارد، وجود ندارد. گاهی می‌توان با استفاده از تجربیات مناطق دیگر که ناقلین مشابهی دارند، دستورالعمل‌های مناسبی تهیه کرد.**

در زیر تدابیری پیشنهاد می‌شود که گمان می‌رود در برخی موقعیت‌ها، باید اجرا شوند:

— برنامه‌های مصرف حشره‌کش‌ها در اماکن داخلی و خارجی شامل مصارف کشاورزی و کنترل حشرات مزاحم، باید مدنظر قرار گیرد.

— تعدادی از حشره‌کش‌ها، باید برای استفاده انحصاری در بهداشت کنار



گذاشته شوند. مثلاً در سریلانکا، استفاده از مالاتیون در کشاورزی ممنوع شده است و این حشره کش، صرفاً در کنترل مالاریا به کار می رود. به طور کلی تحقق این امر مشکل است؛ زیرا اکثر سموم، قبلاً برای مدت طولانی در کشاورزی استفاده شده اند و مصرف آن ها در بهداشت، می تواند مجاز باشد. در صورت مناسب بودن یک سم برای مصارف کشاورزی، منع استفاده از آن مشکل است. لذا، ایجاد محدودیت های مشابه برای تمام حشره کش ها، جهت عدم بروز مقاومت متقاطع، ضروری به نظر می رسد.

— از مخلوط چندین حشره کش غیر وابسته نیز می توان استفاده کرد. این کار مستلزم عدم وجود مقاومت به حشره کش های مخلوط شده در منطقه مورد نظر می باشد. اصولاً در صورت استفاده از چنین ترکیباتی، باید اطمینان حاصل کرد که اگر افرادی نیز به ترکیب A مقاوم باشند به وسیله ترکیب B از بین بروند و بالعکس. ضمن این که مقاومت به هر دو سم بسیار نادر خواهد بود. این مخلوط باید به وسیله سازندگان سموم ایجاد شود تا از مشکلات مخلوط سازی و خطرات متعاقب آن در صحرا جلوگیری به عمل آید. فقط حشره کش های دارای مکانیسم مقاومت مختلف، باید در چنین ترکیباتی به کار روند.

— توالی در مصرف حشره کش های مورد استفاده باید رعایت شود. اگرچه مشکلاتی بر سر راه پذیرش این مسئله وجود دارد، ولی از مواجه شدن با مشکلات ناشی از مصرف همزمان دو یا چند حشره کش، راه حل آسان تری به نظر می رسد. این اصل به طور موفقیت آمیز در عملیات لاروکشی برای کنترل سیمولیوم در برنامه کنترل انکوسرکیازیس برای بیش از ۱۵ سال استفاده شد. ولی این روش تاکنون در سمپاشی ابقایی اماکن داخلی مورد استفاده قرار نگرفته است و زمانی سم کنار گذاشته می شود که مقاومت به آن حادث

شده باشد. در درازمدت، توالی تعویض حشره کش پس از تشخیص مقاومت، احتمالاً با اثرات یک توالی از قبل برنامه ریزی شده تفاوتی ندارد.

— استفاده انتخابی از یک حشره کش به منظور محدود کردن فشار انتخابی، باید تا حد امکان اعمال شود. مثلاً محدود کردن سمپاشی به مناطق یا دوره‌های زمانی، که بیشترین خطر بروز اپیدمی در آنها تشخیص داده می‌شود. در چنین مواقعی، انتظار می‌رود ژن‌های مقاومت در فاصله بین دو دوره سمپاشی به علت تولیدمثل و یا مهاجرت پشه‌های حساس از اماکن مجاور به منطقه سمپاشی شده، رقیق شود.

## ۴.۲ موضوعات عملیاتی

### ۱.۴.۲ سازماندهی

سمپاشی ابقایی اماکن داخلی برای اثربخشی باید پوشش کافی ایجاد کند. تمام سطوح قابل سمپاشی در همه منازل منطقه، باید با غلظت کافی حشره کش پوشیده شوند. متعاقب آن، اقدامات لازم برای حفاظت جامعه نیز باید اعمال گردد.

زمانی که پوشش سمپاشی ناکافی و نامنظم باشد، این کار فقط اتلاف منابع است. اگر فقط تعدادی از منازل سمپاشی شود، افراد ساکن آن عملاً حفاظت نمی‌شوند؛ زیرا پشه‌هایی که در سایر نقاط آلوده شده‌اند، می‌توانند وارد اتاق‌های سمپاشی شده آن‌ها شوند؛ آن‌ها را مورد گزش قرار داده و آلوده کنند. با وجود این، ممکن است پشه‌ها بعد از استراحت روی سطوح سمپاشی شده منزل، از بین بروند.

## تمرکززدایی

در گذشته، سمپاشی به وسیله گروه‌های سازماندهی شده مرکزی و تحت اصول سخت و نظارت شدید صورت می‌گرفت. قبل از شروع عملیات، از منطقه بازدید مقدماتی انجام می‌شد. و موقعیت منازل نقشه برداری می‌شد. گروه‌های سمپاش، یک برنامه از پیش تعیین شده را دنبال می‌کردند و کارهایشان توسط یک سازمان بالاتر، تأیید می‌شد. چنین قوانین سخت و مشکل، در تمام کشورها قابل اجرا نبوده و باعث زوال کیفی در انجام عملیات می‌شود. بازدید از منطقه و جغرافیای آن، به صورت اطلاعات به روز باقی‌نمانده، گروه سرپرستی با کمبود نیرو مواجه شده و مقاومت آفات سبب ناامیدی مردم نسبت به سمپاشی مجدد می‌شده است. علاوه بر این، مردم از آماده‌سازی منازل جهت سمپاشی خسته شده و افراد گروه سمپاش بعضی از اتاق‌ها یا منازل را بدون سمپاشی کردن، رها می‌کردند.

امروزه اکثر کشورها، سرویس‌ها و خدمات بهداشتی را از حالت مرکزیت درآورده‌اند و سیستم بازیابی هزینه‌ها یا تقسیم هزینه‌ها را در پیش گرفته‌اند. در سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، به کارگیری این تدابیر سبب جلب مشارکت مردم می‌شود. این امر مستلزم دریافت کمک از نیروهای محلی و آموزش افراد گروه سمپاش است که تحت سرپرستی و نظارت مسئولین محلی و در چهارچوب دستورالعمل کلی گروه مرکزی کار می‌کنند. تجربه کافی برای ارائه الگوهای سازماندهی شده، در دست نیست.

هنوز تجربه کافی برای استقرار الگوهای سازمان‌یافته برای این نوع سازماندهی غیرمتمرکز، وجود ندارد؛ اما دلایل کافی بر عدم موفقیت این روش گزارش نشده است. با وجود این، آمارها نشان‌دهنده نامناسب بودن روش نظارت متمرکز قدیمی هستند.

اهمیتی ندارد که کدام یک از روش‌ها انتخاب شود. بلکه آموزش کافی،

نظارت و کمک‌های فنی برای تقویت انگیزه انجام این عملیات، و اطمینان از رفع احتیاجات منطقی آن لازم است. همچنین ایجاد و نگهداری سازمان‌های کافی و اطمینان از وجود سرمایه برای چنین فعالیت‌هایی، حائز اهمیت می‌باشد.

### پایداری

غالباً پیشگویی در این مورد مشکل، و گاه غیرممکن است. به علاوه موقعیت‌هایی پیش می‌آید که ناپایدار به نظر می‌رسند. به عنوان مثال، زمانی که یک عملیات سمپاشی طولانی مدت با تکیه بر درآمدهای خارجی شروع به کار نماید و یا موقعی که افراد محلی با فواید برنامه، آشنایی نداشته باشند. پایداری برنامه‌های کنترل مالاریا، مستلزم داشتن پشتوانه و سیاسی مداوم و الزام انجام برنامه می‌باشد. این مسئله، نیاز به همکاری مردم و یا حداقل پذیرش این موضوع از سوی آنها دارد. به منظور رسیدن به پایداری، باید نیروهای انسانی و منابع مالی و همچنین ظرفیت‌های زمانی و مکانی انجام سمپاشی و چگونگی انجام آنها فراهم شود.

### حمایت‌های تدارکاتی

برای رسیدن به یک کیفیت قابل قبول سمپاشی، به حمایت منطقی و گروه سمپاش آموزش دیده و مجهز به وسایل حفاظتی (۱۸)، (به ویژه در مکان‌های نیازمند به استفاده از وسایل حفاظتی نیاز می‌باشد. برای ایجاد پوشش کافی، باید اطلاعات کاملی از وضعیت جغرافیایی منطقه فراهم شود و افراد گروه، انگیزه کافی برای پوشش منازل و جمعیت پراکنده و دور از دسترس داشته باشند.

### ۲.۴.۲ فرمولاسیون و غلظت

#### فرمولاسیون

انتخاب فرمولاسیون به جنس سطح مورد سمپاشی، هزینه و

### ملاحظات کاربردی بستگی دارد.

فرمولاسیونی که معمولاً برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به کار می‌رود، پودر خیس‌شدنی (WP)<sup>۱</sup> است. اگر ماده مؤثره به صورت جامد باشد (مثل ددت)، فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی باید حاوی مواد بی‌اثر، عوامل خیس‌کننده، سوسپانسیون‌کننده و مواد دارای اثر ضدچسبندگی ذرات سم به یکدیگر، باشد. برای ساختن پودر خیس‌شدنی از یک ماده مؤثره مایع (مانند مالاتیون)، ابتدا ماده مؤثره باید جذب یک حامل جامد شود؛ و به ترتیب مواد خیس‌کننده، سوسپانسیون‌کننده و ضدچسبندگی به آن افزوده گردد؛ به طوری که در فراورده نهایی، غلظت ماده مؤثره کاهش می‌یابد.

به عنوان مثال، فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی ددت، ممکن است حاوی ۷۵ درصد ماده مؤثره باشد؛ درحالی که غلظت این ماده در مالاتیون ۲۵-۲۰ درصد است.

پودرهای خیس‌شدنی وقتی با آب مخلوط می‌شوند، به صورت سوسپانسیون در می‌آیند. در این مخلوط، ذرات کوچک جامد به کمک عوامل خیس‌کننده و سوسپانسیون‌کننده موجود در محیط و همچنین تکان دادن سمپاش در طول عملیات، معلق می‌مانند.

دو خاصیت مهم که در فرمولاسیون مواد خیس‌شدنی حائز اهمیت اساسی هستند، شامل قابلیت سوسپانسیون‌شدن و اندازه ذرات می‌باشند. قابلیت خیس‌شدن و سوسپانسیون‌شدن از ویژگی‌های فرمولاسیون‌های پودر خیس‌شدنی هستند. این موارد به خاطر اطمینان از این موضوع است که محصول، به سرعت در آب خیس و مخلوط شود و مقدار کافی ماده مؤثره به صورت یکنواخت در سوسپانسیون مایع سمپاشی، پراکنده گردد. عبور دادن محلول حاصله از حل کردن پودر خیس‌شدنی

1. wettable powder(WP)

در آب از صافی، به کاهش میزان ذرات مسدودکننده نازل‌ها یا فیلترها کمک می‌کند.

در گذشته، در مکان‌هایی که مردم از باقی‌ماندن لایه سفید رنگ برجای مانده از سمپاشی با فرمولاسیون سموم خیس‌شدنی روی دیوارها، شکایت داشتند، از محلول ماده مؤثره حشره‌کش در حلال‌های آلی و یا امولسیون آن‌ها در آب استفاده می‌شد. ولی چون استفاده از این فرمولاسیون‌ها، هم از نظر قانونی و هم از نظر کارکردن و نیز به خاطر آتش‌ز بودن حلال‌های آلی آن‌ها، مشکلاتی به همراه داشت، امولسیون‌ها از امولسیون‌شونده‌های کنسانتره<sup>۱</sup> (EC) معلق در آب تهیه شدند.

فرمولاسیون‌های امولسیون، اغلب گرانترند و کار با آن‌ها در صحرا مشکل‌تر است. آن‌ها به ندرت برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی توصیه می‌شوند. فرمولاسیون‌های امولسیون باید پایدار باشند تا مقدار کافی ماده مؤثره به صورت یکنواخت در امولسیون پخش گردد و مخلوط مؤثر و رضایت‌بخش در طول سمپاشی حاصل شود.

فرمولاسیون‌های جدیدی محلول در آب، رو به افزایش هستند و هم‌اکنون در دسترس یا در حال گذراندن آزمایشات مربوطه می‌باشند. این فرمولاسیون‌ها که مزیت‌هایی جهت سمپاشی ابقایی اماکن داخلی دارند، عبارتند از:

#### – سوسپانسیون‌های کنسانتره<sup>۲</sup> (SC)

این ترکیبات، سوسپانسیونی پایدار از یک ماده مؤثره جامد در محیط مایع می‌باشند و باید قبل از مصرف با آب رقیق شوند. در این نوع فرآورده، ماده مؤثره به صورت ذرات کریستاله است؛ بنابراین می‌توان آن‌ها را به صورت حالتی بین پودر خیس‌شدنی و امولسیون در نظر گرفت. فرمولاسیون

1. emulsifiable concentrates(EC)  
2. suspension concentrate(SC)

سوسپانسیون نمی‌تواند با سرعت مشابه امولسیون، جذب سطوح متخلخل یا پوست شود و از طرفی باقی‌مانده قابل رؤیت، (مانند پودر خیس‌شدنی) برجای نمی‌گذارد؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اندازه ذرات آن کوچک‌تر است.

#### - سوسپانسیون‌های کپسولی (CS)<sup>۱</sup>

در این فرمولاسیون، ماده مؤثره در کپسول‌های پلیمر پلاستیکی خیلی کوچک قرار دارد. آن‌ها برای سمپاشی در آب، معلق می‌شوند. کپسول‌ها وقتی در محیط آب قرار می‌گیرند به آهستگی مواد حشره‌کش را آزاد کرده و سبب افزایش دوام ترکیب می‌شوند. این فرمولاسیون با ترکیب مشابه آن در کشاورزی که حشره‌کش را به سرعت آزاد می‌کند، متفاوت است. این فرمولاسیون به سطوح متخلخل جذب نمی‌شود، به راحتی به کوتیکول حشره می‌چسبد و تماس حشره‌کش با حشره را افزایش می‌دهد. این ترکیبات، بوی بد کم و اثر بقایایی خوبی نشان می‌دهند، ضمن این‌که ماده مؤثره آن‌ها از نور و تبخیر شدن هم محافظت می‌شود. اما عیب فرمولاسیون‌های مذکور گران‌تر بودن آن‌ها از سایر فرمولاسیون‌ها و قابل رؤیت بودن بقایای آن‌ها بر روی سطوح سمپاشی شده می‌باشد (نه به اندازه پودر خیس‌شدنی). همچنین در صورت استفاده از این فرمولاسیون، باید پمپ سمپاش در طول انجام عملیات تکان داده شود.

#### - گرانول‌های قابل پخش در آب (WG)<sup>۲</sup>

این فرمولاسیون‌ها نیز به نسبت پودر خیس‌شدنی دارای مزایایی می‌باشند. مثلاً، خطر استنشاق در این نوع فرمولاسیون به میزان قابل توجهی کاهش یافته، نسبتاً گرد و غبار ایجاد نمی‌کنند و مثل فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی

1. Capsule suspension(CS)

2. water dispersible granules(WG)

می‌توان آن را علاوه بر وزن، برحسب حجم هم اندازه‌گیری کرد. چون غلظت مورد نیاز برای پیرتروئیدها بسیار کمتر از سایر حشره‌کش‌هاست، حتی در فرمولاسیون‌های پودر خیس‌شدنی آن‌ها، بقایای ته‌نشین‌شده سم بر روی سطوح، ناخوشایند نیستند و آن را بدمنظره نمی‌کنند.

### غلظت (دز مصرفی)

منظور از غلظت مصرفی یک حشره‌کش، مقداری است که باید در واحد سطح قرار گیرد. این میزان معمولاً برحسب گرم و یا میلی‌گرم ماده مؤثره در مترمربع بیان می‌شود ( $\text{mg/m}^2$  یا  $\text{gr/m}^2$ ). این غلظت برحسب نوع حشره‌کش، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارد. ددت و بیشتر ترکیبات آلی فسفره و کاربامات‌ها در غلظت‌های ۱ و ۲ گرم در مترمربع، بندیوکارب در غلظت ۱ تا ۴ گرم در مترمربع و اکثر آلفا-سیانوپیرتروئیدها در غلظت ۱۰-۵۰ میلی‌گرم در مترمربع به کار می‌روند.

منظور از غلظت مطلوب (اپتیمم)، کمترین مقداری است که اثر ابقایی کافی روی سطوح سمپاشی شده ایجاد می‌کند. از نظر تئوری برحسب مدت زمانی که سم باید روی سطوح قرار گیرد؛ مثلاً طول فصل انتقال، می‌توان غلظت را تنظیم کرد. اما دامنه این تغییرات برای اکثر حشره‌کش‌ها بسیار محدود می‌باشد. هرگونه افزایش در غلظت پیشنهاد شده، به علت منجر شدن به افزایش سمیت، خطرناک است. بنابراین، اعمال تغییرات معمولاً فقط در جهت کاهش غلظت، قابل قبول هستند. مثلاً استفاده از غلظت ۱ گرم در مترمربع ددت به جای غلظت ۲ گرم در مترمربع آن معمولاً توصیه می‌شود. دامنه تغییرات، فقط برای پیرتروئیدها وسیع‌تر است. چراکه این ترکیبات حاشیه اطمینان بیشتری دارند.



### ۳.۴.۲ خوردگی سری سمپاش (نازل)<sup>۱</sup>

حشره‌کش‌ها و به‌ویژه فرمولاسیون‌های مختلف اثرات متفاوتی روی سرسمپاش‌ها می‌گذارند. فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی معمولاً به افزودن مواد معدنی بی‌اثر نیاز دارد که ممکن است به شدت فرساینده باشد. فرسایش سرسمپاش روی عملیات سمپاشی تأثیر می‌گذارد. زیرا سبب افزایش خروجی پمپ، حتی به دو برابر مقدار لازم، می‌شود. همچنین سبب می‌شود ماده سمی به صورت نامطلوب و غیریکنواخت روی سطوح سمپاشی شده قرار گیرد. باید در فواصل زمانی مشخص، سری‌ها مورد بررسی قرار گیرند.

سری‌های سمپاش پس از ارزیابی میزان خروجی و نحوه سمپاشی در صورت لزوم تعویض شوند. هنگام انتخاب نوع سرسمپاش باید به خاصیت فرساینده فرمولاسیون توجه داشت. لازم است که میزان فرسایش سرسمپاش در صحرا مورد ارزیابی قرار گیرد و هر چند وقت یکبار، به تعویض آن‌ها اقدام گردد.

## ۵.۲ اکولوژی و رفتار ناقلین

### ۱.۵.۲ اکولوژی

برای انتقال مالاریا، انسان باید به دفعات با ناقل تماس داشته باشد. این امر به تراکم ناقل و دفعات گزش انسان بستگی دارد. همچنین انتقال بیماری مستلزم این است که عمر پشه به اندازه کافی طولانی باشد تا انگل فرصت لازم جهت رشد و رسیدن به مرحله مهاجمی در غدد بزاقی پشه را پیدا کند و به مرحله اسپوزوئیت آلوده‌کننده برسد. زمان لازم برای رشد انگل اصولاً به درجه حرارت محیط بستگی دارد. طول عمر ناقل عمدتاً به رطوبت نسبی وابسته

1. Erosion of nozzle tips

است و تولیدمثل آن نیز به وجود آب مناسب برای تخم‌ریزی بستگی دارد. تغییر در میزان بارندگی، دما و رطوبت نسبی، تعیین‌کننده نواحی مالاریاخیز، فصل انتقال و دوره‌های اپیدمی می‌باشد.

اکولوژی منطقه می‌تواند تأثیر زیادی روی اثربخشی سمپاشی ابقایی اماکن داخلی در جهت کنترل مالاریا بگذارد. اگر ناقل قادر به ترک اماکن سمپاشی شده باشد و زنده بماند و به راحتی سطوح مناسب را برای استراحت روزانه پیدا کند، شانس بقای آن می‌تواند به اندازه اماکن سمپاشی نشده باشد. اما در مناطق خشک که منازل اغلب برای استراحت روزانه ترجیح داده می‌شوند و یا تنها اماکن استراحت روزانه هستند، حتی اگر پشه از اماکن سمپاشی شده خارج شود و در اثر حشره کش از بین نرود، در معرض خطر مرگ و میر بالاتری نسبت به اماکن سمپاشی شده قرار می‌گیرد. هیچ آزمایشی برای بررسی این اثرات غیرمستقیم وجود ندارد؛ ولی می‌توان با کمک بررسی‌های رفتاری ناقل و اکولوژی منطقه، به اثر کلی آن روی انتقال مالاریا پی برد.

## ۲.۵.۲ رفتار

اثر بالقوه سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، منوط به تمایل ناقلین به وارد شدن در مکان‌های سمپاشی شده و استراحت روی سطوح آن می‌باشد.

اصطلاحات زیر در مباحث مربوط به رفتارشناسی ناقلین کاربرد دارند:

– **اگزوفیلی تمایل پشه‌ها برای استراحت در اماکن خارجی در طول مدت هضم خون و رشد تخم‌ها می‌باشد، در حالی که اندوفیلی تمایل پشه برای استراحت در اماکن داخلی است.**

– **اگزوفازی تمایل پشه‌ها برای تغذیه و انجام گزش در خارج از اماکن ولی اندوفازی، تمایل پشه‌ها به انجام گزش در اماکن داخلی می‌باشد.**

– آنتروپوفیلی تمایل به گزش انسان است؛ ولی زئوفیلی، تمایل به گزش حیوانات می باشد.

همان طور که در بالا اشاره شد، سمپاشی ابقایی منازل، تأخیر چندانی روی گونه های اگزوفیل ندارد. قابل توجه است که ممکن است بین اگزوفیلی و اندوفیلی با اندوفاژی و اگزوفاژی ارتباط وجود داشته باشد و یا این طور نباشد. عادات استراحت و گزش در پشه ها به میزان زیادی تحت تأثیر عادات خوب انسان ها و وجود اماکن مناسب جهت استراحت روزانه برای پشه ها می باشد.

در بعضی موارد یک جمعیت ناقل که اصولاً اندوفیل است بر اثر سمپاشی ابقایی اماکن داخلی منطقه با سموم ابقایی، تغییر رفتار می دهد. این پدیده ممکن است به این معنی باشد که انتخاب ژنتیکی در جهت اگزوفیل شدن گونه مذکور پیشرفته و مقاومت رفتاری ایجاد می کند (بخش ۳.۲). همچنین عده ای معتقدند که در اکثر موارد، این پدیده ممکن است به علت وجود قبلی دو جمعیت جدا از هم یک گونه باشد، که یکی اگزوفیل و دیگری اندوفیل است. بنابراین سمپاشی ابقایی، جمعیت اندوفیل را از بین می برد و جمعیت اگزوفیل باقی می ماند. همچنین امکان خروج ناقلین از اماکن سمپاشی شده، به دلیل خاصیت تحریک پذیری و یا دورکنندگی حشره کش وجود دارد.

اصطلاح دورکنندگی - تحریک کنندگی، مبین ۳ اثر مشخص حشره کش روی برخی از جمعیت های ناقلین می باشد.

الف) خاصیت تحریک پذیری که سبب می شود پشه ها سطوح سمپاشی شده را در مقایسه با سطوح سمپاشی نشده، زودتر ترک کنند؛

ب) خاصیت دورکنندگی که سبب می شود پشه ها به محض نزدیک شدن به سطوح سمپاشی شده، از نشستن روی آن خودداری کنند؛

ج) خاصیت بازدارندگی که مانع از ورود پشه ها به اماکن سمپاشی شده می شود؛  
روش کاملاً مطمئنی برای ردیابی این خواص بسیار مهم در صحرا موجود

نیست. یک تست برای تحریک‌پذیری وجود دارد. این آزمایش براساس اندازه‌گیری متوسط مدت زمانی است که حشره ماده روی سطح سمپاشی شده، در زیر قیف ریست‌سنجی (بیواسی) می‌نشیند و دوباره به پرواز درمی‌آید. انجام این تست مشکل و روند آن کند می‌باشد و به مشاهده رفتار تک تک پشه‌ها نیاز دارد. جعبه پاهو (PAHO) مخصوص ارزیابی دورکنندگی و تحریک‌کنندگی، در دهه ۱۹۶۰ ساخته شد و قادر است ترکیبی از ۳ خاصیت فوق را اندازه‌گیری کند. این روش نیز مشکل می‌باشد و فقط در قاره آمریکا یعنی محل ساخته شدن آن، استفاده می‌شود.

نتیجه خاصیت تحریک‌پذیری و دورکنندگی را می‌توان با نصب تله‌های خروجی بر روی پنجره‌های اماکن سمپاشی شده و سمپاشی نشده مشاهده کرد. با استفاده از تله ورودی تا حدی می‌توان خاصیت بازدارندگی را ارزیابی نمود.

مطالعات با جزئیات بیشتر روی رفتار نباقلین در رابطه با سمپاشی را می‌توان در کلبه‌های آزمایشی، با مطالعه حرکات ورود و خروج پشه‌های خون‌خورده، خون‌نخورده، باردار و نیمه‌باردار، و تخمین زمان استراحت آن‌ها در اتاق‌های سمپاشی شده، درصد مرگ و میر و موفقیت آن‌ها در تغذیه، انجام داد. تمام پشه‌های زنده جمع‌آوری شده برای تعیین درصد مرگ و میر نهایی، باید تا ۲۴ ساعت نگهداری شوند. این مشاهدات را می‌توان با استفاده از مجموعه‌ای از تله‌های ورودی و خروجی و نیز جمع‌آوری پشه‌های مرده روی ملحفه‌های پهن شده در کف اتاق و طاقچه‌ها انجام داد. روش متفاوت دیگری به نام پرده کلمبیایی (Colombian curtain) در صحرا استفاده می‌شود. در این روش، دور کلبه صحرائی را با پرده‌ای از جنس پشه‌بند می‌پوشانند. این پرده در فواصل ثابت (هر ۲ ساعت یک بار) برای مدت معین، مثلاً نیم ساعت پائین کشیده می‌شود. این پرده در مسیر ورود و خروج پشه‌ها قرار دارد و می‌توان پشه‌ها را از روی هر دو سطح آن که به عنوان تله‌های ورودی و خروجی عمل می‌کنند، جمع‌آوری نمود. پس از هر بار جمع‌آوری، پرده بالا کشیده می‌شود تا

اجازه ورود و خروج طبیعی به پشه‌ها داده شود (۱۷).

**خاصیت دورکنندگی - تحریک‌کنندگی در کنترل ناقلین حائز اهمیت است.** زیرا مانع نشستن پشه روی سطوح سمپاشی شده می‌شود و بنابراین، پشه غلظت (دُز) کشنده حشره‌کش را دریافت نمی‌کند. این امر باعث زنده ماندن ناقلینی می‌شود که در اتاق‌های سمپاشی شده اقدام به خون‌خواری کرده‌اند. این خاصیت را می‌توان با جمع‌آوری پشه‌ها به کمک تله‌های پنجره‌ای و مشاهده آن‌ها تا ۲۴ ساعت، مورد بررسی قرار داد (می‌توان از اثرات تدریجی یا تماسی حشره‌کش پاشیده‌شده روی تله‌های پنجره‌ای، بر روی پشه‌های داخل آن، صرف‌نظر نمود).

## ۶.۲ عوامل اجتماعی

سمپاشی ابقایی مستلزم همکاری جامع و کامل در هر نوبت سمپاشی، به‌منظور ایجاد پوشش کافی می‌باشد. ممکن است لازم باشد که عملیات سمپاشی به مدت چندسال تکرار شود. سمپاشی اماکن داخلی نیازمند پذیرش آن از سوی مردم است. درحالی‌که این مسئله در سمپاشی اماکن داخلی مثل سمپاشی هوایی و یا عملیات لاروکشی، چندان ضروری و حائز اهمیت نیست. در بعضی از مناطق روستایی که امکان مبارزه با لارو، به‌علت وجود حوضچه‌های متعدد آب ایجاد شده به‌وسیله باران، غیرعملی است، عملیات سمپاشی، بر روی سمپاشی ابقایی متمرکز می‌شود.

تمام وسایل باید از روی دیوار برداشته شوند تا همه سطوح استراحت احتمالی پشه‌ها سمپاشی شود. هر چه وسایل خانه‌ها کمتر باشد، انجام این عملیات، بهتر امکان‌پذیر است.

امروزه امکان استفاده از سازمان‌های قبلی که در برنامه نظارتی مبارزه با مالاریا دیده می‌شد، وجود ندارد. در حال حاضر در خیلی از کشورها، عملیات

سمپاشی از حالت مرکزیت خارج شده و افراد جامعه در برنامه‌های بهداشتی همکاری کنند. سطح بالای کیفیت سمپاشی و رضایت حاصل از نتایج، از طریق ارائه اطلاعات و آموزش مناسب، وجود انگیزه کافی و حس مسئولیت‌پذیری و نیز کنترل اجتماعی به دست می‌آید.

نقش برجسته مسئولان محلی در اجرای برنامه کنترل ناقل، مستلزم حمایت فنی قوی از طرف متخصصین این امر می‌باشد. این‌ها اغلب در سطح مرکزی یا منطقه‌ای قرار دارند. اشتراک منابع از طریق همکاری‌های بین‌بخشی به پیشرفت کار کمک می‌کند. شرکت فعال جوامع در برنامه‌ریزی و سازماندهی عملیات سمپاشی، می‌تواند سبب تسهیل کار گردد. به عنوان مثال، افراد جامعه می‌توانند تسهیلات انبارداری و آب مورد نیاز برای تهیه سوسپانسیون را فراهم کرده و یا در آماده‌سازی منازل جهت عملیات سمپاشی، گروه را یاری کنند. همچنین مردم می‌توانند با اطلاعی که از وضعیت پراکندگی منازل دارند، در پوشش‌دهی کامل منطقه مفید باشند. از آنجایی که کاربرد بعضی از این راهکارها هنوز نسبتاً جدید می‌باشد، برنامه‌هایی که به این منوال پیش می‌روند باید مشکلات احتمالی را در نظر بگیرند. عامل اصلی که پذیرش و مشارکت جامعه را برای اجرای برنامه کنترل ناقل تحت تأثیر قرار می‌دهد، اثر آن روی آفات خانگی است.

برنامه‌ریزی جهت سمپاشی، نیازمند درک ساختارهای فرهنگی جامعه موردنظر و عادات رفتاری مردم، با توجه به نوع منزل محل سکونتشان می‌باشد. این عادات و رفتارها شامل موارد ذیل است:

- بیرون ماندن از منازل در ساعات اولیه شب؛ که ممکن است در ارتباط با عادات گزش ناقلین حائز اهمیت باشد. اما به‌طور کلی کودکان که نسبت به بالغین زودتر می‌خوابند، بهتر محافظت می‌شوند.
- عادات خوابیدن مردم؛ به‌طوری که اگر گزش در هنگام خواب و بیرون

از منازل صورت گیرد، پشه در معرض حشره کش قرار نمی‌گیرد، مگر این‌که منازل جای اصلی استراحت روزانه آن‌ها باشد. که این مسئله اغلب در مناطق بسیار خشک و یا برخی از نواحی شهری مشهود است.

– افراد دارای بعضی از مشاغل؛ که مستلزم کار در محوطه‌های باز و یا با حفاظ کم می‌باشد، مانند ماندن در کلبه‌های صحرایی در فصل برداشت محصول، چراگاه‌ها، معادن طلا و سایر سنگ‌های قیمتی، و نیز افراد جمع‌کننده صمغ درختان، کمتر حفاظت می‌شوند یا اصلاً حفاظت نمی‌شوند.

– رنگ‌آمیزی، سفیدکاری و گل‌اندود کردن مجدد منازل؛ که ممکن است به صورت فصلی و یا برای مراسمی خاص صورت گیرد. در این حالت باید نوبت سمپاشی با این عملیات هماهنگ شود.

– گاهی مردم برای پوشاندن باقی‌مانده قابل رؤیت سم روی دیوار، آن را مجدداً رنگ‌آمیزی می‌کنند. در این مورد یا باید به آن‌ها اطلاع کافی داد و یا به تعویض حشره کش اقدام نمود.

## ۷.۲ هزینه و مقرون به صرفه بودن

انجام سمپاشی معمولاً مستلزم وجود سرمایه زیاد و برگشت هزینه‌ها می‌باشد. این هزینه به وسیله دولت‌های مرکزی یا محلی، بخش خصوصی یا عموم مردم تأمین می‌شود.

در اغلب مناطق اندمیک مالاریا، بخش عمده هزینه کل عملیات سمپاشی، صرف خرید حشره کش‌ها می‌شود. بسیاری از کشورها سموم را به صورت خیریه دریافت می‌کنند. از آنجایی که وقف و یا امور خیریه دارای

محدودیت‌هایی می‌باشند، مجبور به عمل کردن به صورت انتخابی هستند. عملیات‌های طولانی مدت سمپاشی نباید قبل از تخصیص بودجه شروع شود. گاهی تهیه سموم از طریق امور خیریه مشکلات جدی ایجاد می‌کند؛ چراکه ممکن است فرمولاسیون و یا حشره‌کش نامناسب ارائه شود و یا تقاضای خیلی زیاد باشد. این فعالیت‌ها ممکن است سبب جمع شدن حشره‌کش‌های نامناسب در محیط شود که از بین بردن آن نیز با مشکلات جدی همراه است.

تعیین بودجه باید براساس هزینه به‌کارگیری محصول، و نه فقط براساس قیمت خرید آن باشد. این هزینه شامل مواردی مانند مقدار ماده مؤثره موجود در فرمولاسیون، هزینه حمل و نقل، و کار با حشره‌کش (شامل حمل و نقل محلی و انبارداری)، غلظت، تکرار سمپاشی و هزینه این کار می‌باشد.

محاسبه مقرون به صرفه بودن عملیات از این جهت حائز اهمیت است که به سیاست‌گذاران این امر، در تصمیم‌گیری برای استفاده اصلح از منابع کمک می‌کند. تنظیم سیاست‌های موجود، ممکن است واضح باشد. اما گاهی اوقات سردرگمی‌هایی در مورد آنچه که واقعاً کنترل شده، وجود دارد. عوامل سازمانی، سیاسی و اجتماعی در اتخاذ بعضی سیاست‌های مناسب تأثیر می‌گذارد، مانند وجود یک سازمان قبلی کنترل مالاریا در منطقه. ارزش اقتصادی را می‌توان با اشتراک منابع بین بخشی و بخش بهداشت بهبود بخشید. خیلی از مراکز خدماتی مالاریا، با تلفیق همه برنامه‌های کنترل بیمارهای منطقه در یکدیگر، یا سایر بیماری‌های اندمیک مهم در منطقه در یک سازمان مدیریتی واحد سبب مقرون به صرفه شدن هزینه‌ها می‌شوند.

اغلب باید توجه داشت که برای امور بهداشتی، تخمین ارزش مالی یک عملیات مناسب‌تر از تجزیه و تحلیل سودآوری مالی و یا استفاده مالی است؛ زیرا تفسیر منافع بهداشتی به مسائل مادی، غیرممکن است.



تخمین میزان اثر بخشی یک برنامه و مقایسه کارایی جایگزین‌های مختلف آن نیازمند شاخص‌های مناسب می‌باشد. این شاخص‌ها اغلب براساس اثر مورد انتظار روی شاخص‌های حشره‌شناسی و یا اپیدمیولوژیکی هستند. در خیلی از کشورها دستیابی به اطلاعات قابل اعتماد که مبنای تجزیه و تحلیل‌های ارزش اقتصادی باشد، غیرممکن است. تصمیمات، باید براساس هزینه‌های مستقیم، قابلیت تهیه و به‌کارگیری آن‌ها اتخاذ گردد. لازم است که از تخصیص منابع، وضعیت اپیدمیولوژیکی و در صورت امکان، از اطلاعات حشره‌شناسی مشخص‌کننده اثر برنامه کنترل، اطمینان حاصل نمود.

## ۸.۲ از بین بردن حشره‌کش‌های تاریخ مصرف گذشته

مشکلات ناشی از وجود حشره‌کش‌های تاریخ مصرف گذشته، وسیع و شایع است. این امر می‌تواند یکی از منابع آلودگی محیط و خطری برای سلامت انسان باشد. این مسئله در کشورهای در حال توسعه، به مراتب خطرناک‌تر است. در این مناطق ممکن است آگاهی محدودی از میزان خطرات آفت‌کش‌ها و راه‌های برخورد با چنین مشکلاتی وجود داشته باشد.

به علت خطرات ناشی از ذخایر حشره‌کش تاریخ مصرف گذشته و هزینه بالای معدوم‌سازی صحیح آن‌ها، راه‌حل‌های طولانی‌مدت در روش‌های پیشگیری وجود دارد. اقدامات مهم پیشگیری عبارتند از: سرمایه‌گذاری برای ساختمان‌سازی مناسب و ظرفیت کافی جهت انبارداری؛ آموزش کارکنان جهت مدیریت موجودی انبار؛ انبارداری خوب و درست کارکردن با حشره‌کش در حین حمل و نقل؛ داشتن اطلاع کافی از خواص محصول و توصیف واضح ویژگی‌های فراورده شامل: بسته‌بندی و برچسب‌خوردن صحیح ظروف (برچسب‌های دارای طول

عمر زیاد). انجام این موارد جهت جلوگیری از جمع‌شدن حشره‌کش‌های تاریخ مصرف گذشته، ضروری است.

روش‌های ساده، بی‌خطر، ارزان و کاربردی برای از بین بردن سموم اضافی وجود ندارد. روش‌هایی از قبیل سوزاندن و دفن مقدار زیاد سم، نباید به کار گرفته شوند. زیرا برای انسان و محیط زیست خطرات زیادی به دنبال دارند.

برای معدوم‌سازی مقادیر کم و یا زیاد حشره‌کش‌ها، چندین روش وجود دارد. روش‌های قابل قبول برای معدوم‌سازی مقادیر کم حشره‌کش‌ها، ممکن است برای مقادیر زیاد آن کاربردی نباشد. ذکر عنوان مقدار کم و یا زیاد، به خطرات بهداشتی و محیطی حشره‌کش بستگی دارد.

روش‌های معدوم‌سازی ممکن است بسته به نوع فراورده و شرایط موجود، متفاوت باشد. این روش‌ها شامل سوزاندن در دمای بالا، روش‌های شیمیایی و به‌ویژه دفن مهندسی آن هستند. اما راهکارهای امیدبخش در این زمینه توسعه یافته‌اند. توجه به ترکیب فراورده امری ضروری است.

سازمان‌های FAO، UNEP و WHO جهت از بین بردن مقادیر زیاد سموم تاریخ مصرف گذشته در کشورهای در حال توسعه، دستورالعمل‌های فنی ارائه کرده‌اند (۱۹).



### ۳. دستورالعمل‌های خرید

بعد از اینکه نوع حشره‌کش و فرمولاسیون آن بر مبنای مسائل اپیدمیولوژیک و کاربردی تعیین شد، انتخاب محصول با کیفیت خوب، امری ضروری است. در بازار ممکن است تولیدکنندگان مختلف، یک محصول را ارائه کنند، اما محصولاتی که مشابه آن‌ها به نظر می‌رسند، ممکن است به لحاظ مقدار ماده مؤثره که به ضعف مراحل تولید ترکیب بستگی دارد، تفاوت داشته باشند. حتی اگر مقدار ماده مؤثره محصول درست باشد، ممکن است به علت کیفیت بد تولید، سبب مسدود شدن سمپاش گردد و اثرات بیولوژیکی غیرقابل پیش‌بینی بر محیط و موجودات زنده داشته باشد. اگر ترکیب به درستی فرمولاسیون نشده باشد، ممکن است تحت شرایط انبارداری و حمل و نقل، تجزیه شده و مشتقات سمی ایجاد کند.

پیشنهاد انتخاب ارزان‌ترین ترکیب، یک اشتباه جدی است. اتخاذ این روش (خرید ارزان) توسط بخش مالی، سبب هدر رفتن پول و ایجاد ضررها و خطرات جدی برای محیط و یا عواقب بد اکولوژیکی می‌شود.

متخصصین WHO در امر آفت‌کش‌های بهداشت عمومی، توصیف دقیقی از خواص حشره‌کش‌ها و فرمولاسیون‌های آن‌ها دارند که در امور بهداشتی مصرف می‌شوند. این خصوصیات در صفحه خانگی سایت اینترنتی [WWW.Who.int./ctd/whopes](http://WWW.Who.int./ctd/whopes) قابل دسترسی می‌باشند.

یکی از شرایط ویژه که باید در هر برنامه خرید حشره‌کش‌ها وجود داشته باشد؛ این است که «همه فرآورده‌های پیشنهادی، حائز ویژگی‌های ارائه

شده توسط متخصصین سازمان جهانی بهداشت در منابع تحت عنوان WHO\SIF\.. باشند». این امر سبب کنارگذاری عرضه کنندگانی می شود که نمی توانند کیفیت محصول خود را تضمین کنند.

موارد لازم که برای خرید یک حشره کش باید به آن ها دقت شود، عبارتند از:

- نام حشره کش، نوع فرمولاسیون و روش استفاده؛
- غلظت تخصصی WHO؛
- غلظت ماده مؤثره لازم؛
- نوع بسته بندی (کیفیت و اندازه) لازم، مطابق با خواص بسته بندی UN، و نوع برچسب گذاری؛ شامل زبانی که با آن نوشته شده است؛
- بررسی و نمونه برداری؛ که باید بعد از تکمیل سفارش و قبل از پذیرش محصول انجام شود؛
- نام آزمایشگاه و یا سرویس های بررسی کننده؛ که مسئول تأیید خواص حشره کش می باشد و اظهار می دارد که آیا حشره کش خریداری شده؛ همه احتیاجات مورد نظر را تأمین می کند یا خیر؛
- هرگونه نیازمندی اختصاصی؛ که خریدار ممکن است لازم داشته باشد (مانند ذخیره طولانی مدت محصول). این امر کاربر را در تهیه فراورده مورد دلخواهش راهنمایی خواهد کرد.

یک جنبه مهم در انتخاب محصول، خدمات پس از فروش آن می باشد. این خدمات شامل تجهیزات فنی یا آموزش نیز هستند. از نظر اجرایی لازم است که از سیاست فروشندگان در قبال برگشت خوردن محصول، اطلاع داشت.

گاهی به صورت پیش شرط، کارخانه نمونه ای از محصول همراه با یک گواهی رسمی از تجزیه شیمیایی آن، در اختیار خریدار قرار می دهد. این مسئله جهت تطابق محصول با خصوصیات آن صورت می گیرد.

عاقلانه است که در هنگام تحویل محصول و یا قبل از حمل و نقل آن، یک نمونه به صورت تصادفی برای کنترل کیفیت آن برداشته شود. این نمونه را باید به یک آزمایشگاه مستقل جهت تجزیه و تحلیل فرستاد. در این بررسی نباید فقط به غلظت ماده مؤثره بسنده کرد. بلکه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول را نیز باید مدنظر قرار داد. مراحل نمونه برداری را در صفحه خانگی سایت WHOPEs می‌توان دید. WHOPEs جهت برنامه‌های ملی کنترل ناقلین و آفات، درخصوص کیفیت کنترل آفت‌کش‌ها، مساعدت‌های لازم را انجام می‌دهد. اقدامات لازم را می‌توان از طرف برنامه‌های طراحی شده در مراکز همکار سازمان جهانی بهداشت انجام داد.

سرویس‌های حمایتی سازمان جهانی بهداشت به برنامه‌ها و پروژه‌های ملی، سازمان‌های تحت قلمرو وزارت بهداشت یا مراکز هم‌تراز آن، و به سازمان‌های غیردولتی در ارتباط رسمی با WHO، ارائه می‌شود. این سرویس برای سایر سازمان‌های وابسته به سازمان ملل نیز وجود دارد.

دفاتر نمایندگی WHO در جهان و ادارات مختلف منطقه‌ای آن در آفریقا، آمریکا، آسیای جنوب شرقی، اروپا، مدیترانه شرقی و غرب اقیانوس آرام، می‌توانند جزئیات بیشتری برای چگونگی استفاده از این خدمات ارائه کنند.

جدول ۴. حشره‌کش‌های توصیه‌شده توسط WHOPEs برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی  
 علیه ناقلین مالاریا

فراورده	گروه (۱)	غلظت (g/m <sup>۲</sup> )	نحوه عمل	دوره اثر ابقایی (ماه)
ددت (WP)	OC	۱ - ۲	تماسی	>۶
مالاتیون (WP)	OP	۲	تماسی	۲ - ۳
فنیترتیون (WP)	OP	۲	تماسی و از راه هوا	۳ - ۶
پیریمیفس متیل (WP و EC)	OP	۱ - ۲	تماسی و از راه هوا	۲ - ۳
بندیوکارب (WP)	C	۰٫۴ - ۰٫۱	تماسی و از راه هوا	۲ - ۶
پروپوکسور (WP)	C	۱ - ۲	تماسی و از راه هوا	۳ - ۶
آلفا - سایپرترین (WP و SC)	P	۰٫۰۲ - ۰٫۰۳	تماسی	۴ - ۶
سیفلوترین (WP)	P	۰٫۰۲ - ۰٫۰۵	تماسی	۳ - ۶
دلتامترین (WP)	P	۰٫۰۱ - ۰٫۰۲۵	تماسی	۲ - ۳
اتوفن پراکس (WP)	P	۰٫۰۱ - ۰٫۰۳	تماسی	۳ - ۶
لامبدا سیهالوترین (WP)	P	۰٫۰۲ - ۰٫۰۳	تماسی	۳ - ۶

OC = سموم آلی کلره؛ OP = سموم آلی فسفره؛ C = کاربامات‌ها؛ P = پیرتروئیدها

## ۴. حشره کش های توصیه شده توسط WHOPEs برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به منظور مبارزه با ناقلین

بی خطر بودن و اثربخشی یک فرمولاسیون حشره کش، شرط اصلی آن برای کاربرد آن در سمپاشی ابقایی اماکن داخلی می باشد. محصولات که در جدول ۴ آمده اند و در زیر توصیف می شوند، در برنامه ارزیابی آفت کش های WHOPEs (WHOPEs) ارزیابی شده اند. بنابراین می توان با اطمینان خاطر از نظر اثربخشی و بی خطر بودن آنها، توسط یک گروه سمپاش مجهز به وسایل ایمنی کافی در برابر اثرات سمی این ترکیبات، از آنها برای کنترل مالاریا استفاده کرد (بخش های ۱.۱.۲ و ۲.۱.۲).

### ۱.۴ ترکیبات آلی کلره

ددت تنها ترکیب این گروه است که هنوز جهت سمپاشی ابقایی اماکن داخلی توصیه می شود. قبلاً از ترکیبات آلی کلره متعلق به زیر گروه سیکلودین، شامل دیلدین و HCH استفاده می شد. کاربرد دیلدین به علت سمیت حاد بالای آن برای انسان، ممنوع شده است. در تمام اعضای این گروه به خاطر توسعه سریع مقاومت به آنها که دارای مکانیسم مشابه در تمام سیکلودین ها می باشد، کنار گذاشته شده اند.

#### ۱.۱.۴ ددت

ددت از حشره کش های آلی کلره است. این ترکیب دارای خاصیت تبخیر کم و قابلیت حلالیت بسیار کمی در آب می باشد؛ ولی در حلال های آلی و چربی ها



به خوبی حل می‌شود. ددت ترکیبی پایدار است و خاصیت ابقایی نسبتاً طولانی مدت روی سطوح سمپاشی شده دارد. پایداری طولانی در محیط زیست و قدرت تجمع بالای آن در بافت‌های چربی، منجر به پراکنش وسیع بقایای آن در همه نقاط دنیا و از جمله یخ‌های قطبی شده است. این بقایا، به جا مانده ددت مورد استفاده در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ در امور کشاورزی می‌باشد. تجمع زیستی (Bio-accumulation) منجر به ایجاد اثرات سمی زیاد در انتهای زنجیره غذایی، به ویژه در کوسه‌ها، عقاب‌ها و بازها می‌شود.

این حشره کش در غلظت‌های ۱ تا ۲ گرم در مترمربع استفاده می‌شود و اثر ابقایی معادل ۶ ماه یا بیشتر ایجاد می‌کند. بسته به سطحی که ددت روی آن پاشیده می‌شود و شرایط اقلیمی، تأثیر آن گاهی به بیش از یک سال روی چوب و گل اندود، و فقط ۳ تا ۴ ماه روی بعضی از سطوح گلی به طول می‌انجامد.

سرعت بروز مقاومت به ددت کند است. اغلب مقاومت به دلیل مصرف وسیع آن در کشاورزی، به ویژه به صورت مخلوط با سایر حشره کش‌ها به صورت سمپاشی هوایی و تحت فشار مکانیسم‌های مختلف مقاومت ایجاد شده است. در صورت دخیل بودن ژن *kdr* امکان وجود مقاومت متقاطع بین ددت و پیرتروئیدها وجود دارد.

مصرف ددت به علت اثرات محیطی آن، در دهه‌های اخیر کاهش چشمگیری یافته است. با وجود این، هنوز یکی از متداول‌ترین سموم در سمپاشی ابقایی منازل به شمار می‌رود. در تقریباً همه کشورهای به دلیل تأثیرات محیطی به جا مانده از مصرف ددت در کشاورزی، جلوی کاربرد آن در اماکن داخلی گرفته شده است و در کشورهایی که مشکل بیماری و کنترل آن را ندارند نیز همه مصارف آن ممنوع می‌باشد.

ددت در فهرست آلاینده‌های آلی پایدار (POPs) قرار دارد و مذاکرات جهانی، به دنبال حذف کلی تعدادی از این آلاینده‌ها می‌باشد. البته تا پیدایش

یک جایگزین مناسب می‌توان از ددت در مصارف بهداشتی ضروری استفاده نمود. امکان اینکه سمپاشی منازل به آلودگی محیط منجر شود، کم می‌باشد. زیرا حتی در صورت مخروبه شدن یک ساختمان سمپاشی شده، مجدداً در محل آن خانه سازی می‌شود و این زمین‌ها به ندرت ممکن است مورد استفاده کشاورزی قرار گیرند. به علت حلالیت کم ددت در آب، بقایای آن اغلب در همان مکان باقی خواهد ماند. خطر اصلی آلودگی محیطی به علت مصرف ددت در کشاورزی به جای استفاده از آن در کنترل مالاریا می‌باشد. همچنین معدوم سازی نامناسب ظروف محتوی سم یا شستن پمپ‌های محتوی آن در آب‌های سطحی، خطر آفرین است. با آموزش صحیح و نظارت دقیق، باید از بروز این خطرات جلوگیری به عمل آورد.

#### الف) سم شناسی

مسیر جذب: از راه لوله گوارش و از طریق تنفس جذب می‌شود. در صورتی که حلال آن روغنی باشد، امکان جذب پوستی نیز وجود دارد. امکان استفاده از فرمولاسیون پودر جذب شدنی آن برای کنترل مالاریا وجود ندارد.

نحوه عمل: ددت بر سیستم اعصاب مرکزی اثر می‌گذارد و تولید لرزش و تشنج می‌کند. تشنج ایجاد شده به نسبت سایر حشره کش‌های آلی کلره کمتر است.

#### سمیت برای پستانداران:

— سمیت خوراکی برای رت به میزان ۱۱۳ میلی گرم ماده مؤثره به ازای هر کیلوگرم وزن بدن؛

— سمیت پوستی برای رت به میزان ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی گرم ماده مؤثره به ازای هر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس گروه بندی WHO بر مبنای سمیت ماده مؤثره، در گروه II (تقریباً خطرناک) قرار می‌گیرد ولی طبقه بندی نهایی به فرمولاسیون آن بستگی دارد.

سمیت برای غیرپستانداران: برای ماهیان خطرناک، پرندگان تقریباً سمی و برای زنبور عسل خطرناک می باشد.

(ب) حمل و نقل، انبارداری و کارکردن با آن

تمامی احتیاطات ذکر شده در بخش ۵.۱.۲ باید رعایت شوند.

(ج) ازبین بردن

ظروف محتوی آن باید برای دفع به طریقه صحیح خردشده و برگشت داده شوند (بخش ۶.۱.۲). به کارگیری احتیاطات لازم جهت جلوگیری از آلودگی آب آشامیدنی الزامی است. حتی بعد از شسته شدن ظروف نباید آنها را جهت مصارف دیگری به کار برد.

(د) علائم مسمومیت

مسمومیت حاد با ددت، به ویژه در مصارف سمپاشی ابقایی اماکن داخلی بسیار نادر است. با وجود این، در صورت کاربرد نادرست آن ممکن است اتفاق بیفتد. علائم اولیه مسمومیت، شامل سوزش (خارش) زبان، لبها و سایر بخش های صورت می باشد؛ و در موارد شدید، این حالت ممکن است به اندام های انتهایی بدن کشیده شود. فرد مسموم دچار هراس، اختلالات تعادلی، سرگیجه و لرزش می شود.

(ه) معالجه قبل از رسیدن پزشک

لباس های آلوده بیرون آورده شده و پوست آلوده با آب تمیز و صابون شسته شود و بر روی بخش آلوده بدن مقدار زیادی آب تمیز ریخته شود. بیمار باید خونسرد بوده و در آرامش نگه داشته شود. بهتر است بیمار در سایه قرار بگیرد و کمک های پزشکی درخواست شود. نباید روغن و چربی استفاده شود. پادزهر خاصی وجود ندارد. درمان علامتی به کنترل لرزش شدید و تشنج در برخی موارد کمک می کند. ممکن است به تنفس مصنوعی نیاز باشد. به کمک باربیتوراتها، دیازپام و یا پارالالدئید، می توان تشنج را کاهش داد.

## ۲.۴ سموم آلی فسفره

اگرچه سموم آلی فسفره سریع متابولیزه و دفع می‌شوند؛ ولی بازدارنده استیل‌کولین‌استراز می‌باشند و بنابراین، روی انتقال جریان عصبی در سیناپس‌ها تأثیر می‌گذارند. چنین فراورده‌هایی ممکن است پس از چند بار استفاده، یک اثر تجمعی داشته‌باشند و بازگشت آن مستلزم تولید استیل‌کولین‌استراز جدید باشد. ۴ موردی که باید برای کاربرد ۳ سم آلی فسفره توصیه شده، مورد توجه قرار گیرد، عبارتند از:

### الف) سم‌شناسی

این خانواده شامل تعدادی از حشره‌کش‌های خیلی سمی مثل پاراتیون می‌باشد. حشره‌کش‌های توصیه‌شده برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی دارای سمیت بسیار کم (مالاتیون، پریمیپوس‌متیل) یا سمیت متوسط (فنیتروتیون) می‌باشد. اطلاعات اختصاصی در مورد LD<sub>50</sub> هر کدام از این حشره‌کش‌ها در ادامه آمده‌است. اندازه‌گیری دوره‌ای یا روزانه فعالیت کولین‌استراز در افراد گروه سمپاش و سایر افرادی که با سم سر و کار دارند، در موقع سمپاشی با سموم آلی فسفره توصیه می‌شود.

### ب) علائم مسمومیت

علائم اولیه مسمومیت شامل تعرق زیاد، سردرد، ضعف، سرگیجه، تهوع، استفراغ، درد معده، تاردیدن، تنگ‌شدن مردمک، اشکال در تکلم و لرزش ماهیچه‌ها می‌باشند. بعد از آن ممکن است تشنج، گما، از بین رفتن عکس‌العمل طبیعی و از بین رفتن کنترل اسفنکتر به وجود آید.

### ج) معالجه قبل از رسیدن پزشک

مسمومیت با سموم فسفره باید یک فوریت پزشکی محسوب شود و به سرعت اقدام به درمان آن کرد. فرد مسموم باید فوراً از ادامه کار منع شود،

لباس‌های آلوده وی بیرون آورده شود؛ و پوست محل آلوده با آب تمیز و فراوان و صابون کافی شستشو شود. باید دقت کافی به عمل آید تا افراد دیگر از جمله پزشک و دستیارانش دچار مسمومیت نشوند. همه سرگروه‌ها و افراد گروه سمپاش باید با کمک‌های اولیه و درمان سریع مسمومیت آشنایی داشته باشند، به‌ویژه زمانی که عملیات در مناطق دورافتاده صورت می‌گیرد.

**پادزهر ویژه این سموم آتروفین و اُکسیم‌ها هستند که با دستور پزشک تجویز می‌شود.** آمپول‌هایی موجود است که حاوی سولفات اتروپین و کلرید اوپیدوکسیم می‌باشند، که باید در صحرا و جایی که امکانات پزشکی وجود ندارد، در دسترس باشند. بعد از انجام درمان اولیه، ارجاع مسموم به بیمارستان، جهت درمان کامل وی ضروری است.

(د) حمل و نقل، انبارداری، کارکردن و انهدام

احتیاطات ذکر شده در بخش‌های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲ باید مورد استفاده قرارگیرد.

#### ۱.۲.۴ مالاتیون

مالاتیون یک حشره‌کش آلی فسفره است. ماده مؤثره آن به صورت مایع، با فشار بخار پایین، حلالیت متوسط در آب و سمیت نسبتاً کم می‌باشد. این سم از دهه ۱۹۶۰ به صورت پودر خیس‌شدنی ۵۰ درصد برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی و فرمولاسیون ULV ۹۵ درصد برای سمپاشی فضایی در کنترل مالاریا استفاده می‌شده است. برای یک مدت طولانی در مواقع بروز مقاومت به ددت از مالاتیون استفاده می‌شد. به‌عنوان مثال، در سریلانکا استفاده از آن در مصارف بهداشتی محدود شده است. در صورتی که در سمپاشی ابقایی اماکن داخلی از این سم به میزان ۲ گرم در مترمربع استفاده شود، اثر ابقایی برابر ۲ تا ۳ ماه ایجاد می‌کند. مالاتیون به سرعت روی سطوح قلیایی (آهکی) غیرفعال می‌شود. در این سطوح اثر ابقایی آن به چند هفته محدود می‌شود. اکثر فرمولاسیون‌های مالاتیون بوی بد ایجاد می‌کنند که بعد از استفاده از آن، به

اعتراض مردم منجر می‌شود.

### الف) سم‌شناسی

مسیر جذب: مالاتیون از طریق تنفسی، گوارشی و یا تماس پوستی جذب می‌شود. مالاتیون سمیت کمی برای پستانداران دارد و به لحاظ بی‌خطر بودن آن، حتی با پوشش حفاظتی کم (لباس و کلاه)، استفاده از آن خطر چندانی ندارد. با وجود این، در دمای بالا تحت شرایط انبار، فراورده‌هایی که به درستی فرموله نشده باشند به ایزومر خیلی سمی ایزومالاتیون تبدیل می‌شوند که مواردی از مسمومیت در افراد گروه سمپاش ایجاد می‌کند (۱۰ و ۱۱). در حال حاضر، بررسی امکان تولید ایزومالاتیون تحت شرایط انباری، بخشی از فعالیت‌های WHO می‌باشد.

نحوه عمل: مالاتیون به‌طور غیرمستقیم مانع فعالیت کولین‌استراز می‌شود. این اثر بعد از متابولیزه شدن مالاتیون به آنالوگ اکسیژنه آن به نام مالا‌اکسون صورت می‌گیرد.

### سمیت برای پستانداران:

– سمیت خوراکی برای رت به میزان ۲۱۰۰-۱۳۷۵ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم وزن بدن؛

– مسمومیت پوستی برای رت به میزان ۴۴۴۴ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس گروه‌بندی WHO بر مبنای سمیت ماده مؤثره، در گروه III (تقریباً کم خطر) قرار دارد؛ ولی گروه‌بندی نهایی براساس فرمولاسیون آن صورت می‌گیرد.

سمیت برای غیرپستانداران: این ترکیب برای زنبور عسل و سایر حشرات مفید، بسیار سمی است. سمیت متوسطی برای پرندگان دارد و برای ماهیان و خرچنگ‌ها بسیار سمی است.

ب) حمل و نقل، انبارداری و کارکردن، از بین بردن

احتیاطات مشابه که برای سایر سموم فسفره لازم است؛ در این مورد نیز باید رعایت شود. در هنگام انتخاب جنس ظروف حاوی سم، باید دقت کرد که مالاتیون دارای خاصیت خورندگی بر روی بعضی از فلزات می باشد.

ج) علائم و درمان مسمومیت

علائم آن مشابه سایر حشره کش های فسفره می باشد؛ ولی باید در نظر داشت که مالاتیون سمیت بسیار کمی ایجاد می کند.

۲.۲.۴ فنیتروتیون

فنیتروتیون یک حشره کش آلی فسفره است. این ترکیب از دهه ۱۹۷۰ به طور وسیع در سمپاشی ابقایی منازل به منظور کنترل مالاریا استفاده شده است. این حشره کش سمی ترین ترکیب برای انسان است که جهت مصارف سمپاشی ابقایی پذیرفته شده است. بنابراین، استفاده از آن مستلزم پوشیدن وسایل حفاظتی و کنترل فعالیت کولین استراز در افراد گروه سمپاش می باشد (بخش های ۲.۱.۲ و ۳.۱.۲). کاربرد این سم به میزان ۲ گرم در مترمربع اثر ابقایی معادل ۳ تا ۶ ماه ایجاد می کند.

الف) سم شناسی

مسیر جذب: از طریق گوارشی (معه و روده) و همچنین تماس پوستی و تنفس جذب می شود.

نحوه عمل: بازدارنده کولین استراز است.

سمیت برای پستانداران:

— سمیت گوارشی برای رت به میزان ۵۳۰ میلی گرم ماده مؤثره به ازای هر کیلوگرم وزن بدن؛

— سمیت پوستی برای رت به میزان ۳۵۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره به ازای هر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس گروه‌بندی WHO برمبنای سمیت ماده مؤثره، در گروه II (تقریباً خطرناک) قرار می‌گیرد؛ ولی گروه‌بندی نهایی به فرمولاسیون آن بستگی دارد.

سمیت برای غیرپستانداران: برای ماهیان سمی، برای پرندگان تقریباً سمی، و برای زنبور عسل و سایر بندپایان، بسیار سمی می‌باشد.

(ب) حمل و نقل، انبارداری، کار با آن

فنیتروتیون در مقایسه با سایر سموم آلی فسفره که برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی به کار می‌روند، سمیت بیشتری دارد. بنابراین، لزوم استفاده از پوشش حفاظتی کامل، استحمام روزانه، تعویض و شستشوی لباس‌های آلوده و شستن وسایل سمپاش در این مورد بیشتر است.

(ج) ازبین بردن

ظروف محتوی سم، باید ۳ بار شسته شوند و آب آن‌ها کاملاً بچکد، سپس به کمک وسیله‌ای نوک‌تیز به شکل غیرقابل استفاده درآمده و جهت معدوم‌سازی صحیح به مراکز مربوطه برگردانده شوند (بخش ۶.۱.۲). در حین انجام این کار باید از دستکش‌های غیرقابل نفوذ و ماسک استفاده شود.

(د) علائم مسمومیت و درمان آن

همه نکات ذکر شده در بالا در مورد این ترکیب که یکی از سمی‌ترین حشره‌کش‌های مورد استفاده برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی است، باید رعایت شود.

۳.۲.۴ پریمی‌فوس متیل

پریمی‌فوس متیل یک حشره‌کش آلی فسفره است. این ترکیب در نقاط مختلف جهان در کنترل مالاریا به صورت پودر خیس‌شدنی ۲۵ درصد



فرمولاسیون‌های امولسیون ۲۵ و ۵۰ درصد، در غلظت‌های ۱ تا ۲ گرم در مترمربع به کار رفته و اثر ابقایی معادل ۲ تا ۳ ماه داشته است. فرمولاسیون‌های امولسیون آن سبب خوردگی سرسمپاش نمی‌شوند و اثرات قابل رؤیت روی دیوارهای سمپاشی شده منازل برجای نمی‌گذارند.

#### الف) سم‌شناسی

پریمیفوس متیل می‌تواند از راه‌های گوارشی، تماس پوستی و به میزان کمتر از طریق تنفس مه یا ابر ناشی از سمپاشی به صورت میست جذب شود.

نحوه عمل: این ترکیب، بازدارنده کولین استراز است. محصولات حاصل از تجزیه آن یعنی دس اتیل پرومیفوس متیل (desethyl primiphos-methyl) و پرومیفوس متیل اکسون (Primiphos-methyloxon)، ترکیبات فعالی هستند؛ اما پایداری آن‌ها کمتر بوده و اهمیت قابل ملاحظه‌ای در بررسی بر روی پستانداران ندارند.

#### سمیت برای پستانداران:

- سمیت خوراکی برای رت به میزان ۱۸ تا ۲۰ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن؛
- سمیت گوارشی برای رت به میزان بیش از ۴۵۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس گروه‌بندی WHO بر مبنای سمیت ماده مؤثره، این ترکیب در گروه III (کم خطر) قرار می‌گیرد؛ ولی سمیت نهایی براساس فرمولاسیون آن تعیین می‌شود.

سمیت برای غیرپستانداران: برای پرندگان و ماهیان سمی است.

ب) حمل و نقل، انبارداری، کارکردن و ازبین بردن مطابق بخش‌های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲ عمل شود.

(ج) علائم مسمومیت و درمان آن

به بخش‌های ۲.۲.۲ و ۳.۲.۲ مراجعه شود. توجه داشته‌باشید که این ترکیب سمیت بسیار کمی دارد.

### ۳.۴ کاربامات‌ها

کاربامات‌ها دارای فعالیت ضدکولین‌استرازی بسیار سریعی هستند و سمیت خوراکی حاد نسبتاً زیادی دارند.

(الف) سم‌شناسی

اثر بازدارندگی استیل‌کولین‌استراز اعمال‌شده به‌وسیله کاربامات‌ها، نسبتاً برگشت‌پذیر است. در نتیجه، اگرچه مسمومیت ممکن است در طی تماس با سم بوجود آید؛ ولی بعد از اتمام تماس، معمولاً فرد مسموم بهبود می‌یابد.

(ب) حمل و نقل، انبارداری، کارکردن و ازبین‌بردن

احتیاطات مشابه سایر حشره‌کش‌ها باید صورت گیرد (بخش‌های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲).

(ج) علائم مسمومیت

علائم مسمومیت خفیف ناشی از کاربامات‌ها، شبیه به سموم آلی فسفره و شامل تعریق، سردرد، سرگیجه، تاردیدن، درد قفسه‌سینه، استفراغ، ترشح بزاق و اشکال در تکلم می‌باشد. در مسمومیت شدید، ایجاد تنگی در مردمک چشم، لرزش ماهیچه، اسپاسم و تشنج روده‌ای، اسهال و اشکال در تنفس مشاهده می‌شود. این علائم با توقف تماس با حشره‌کش و در بیرون‌آوردن لباس‌های آغشته به سم، به‌سرعت ازبین می‌روند؛ خصوصاً اگر مقداری آتروپین به مسموم داده شده‌باشد.

(د) معالجه قبل از رسیدن پزشک

شخص مسموم باید فوراً از کارکردن منع شود، لباس‌های آلوده وی تعویض شده و پوست آلوده با صابون و آب تمیز کاملاً شسته شود. تمام مناطق آلوده بدن (شامل چشم‌ها)، باید با مقادیر زیاد آب تمیز شسته شود. بیمار باید در حالت استراحت نگه داشته شود و بر طبق دستورالعمل موجود بر روی برچسب محصول، کمک‌های فوری پزشکی را دریافت نماید.

بیمار را می‌توان با آتروپین درمان کرد. اما ادامه درمان در صورت بهبود لازم نیست. اُکسیم‌ها برای درمان مسمومیت ناشی از کاربامات‌ها نباید تجویز شوند. همچنین نباید از مرفین استفاده کرد. اما استعمال دیازپام می‌تواند برای دفع تشنج مفید باشد.

#### ۱.۳.۴ بندیوکارب

بندیوکارب یک حشره‌کش کاربامات است. این ترکیب دارای فشار بخار کم و بدون خاصیت خورندگی بر روی فلزات است و بقایای آن بر روی سطوح سمپاشی شده برجای نمی‌ماند. لذا، اکثر خانواده‌ها آن را می‌پذیرند. این ترکیب در محیط قلیایی (مانند دیوارهای سفیدکاری شده) به سرعت هیدرولیز شده و در خاک به سرعت تجزیه می‌شود.

همانند سایر ان - متیل کاربامات‌ها، بندیوکارب یک ترکیب ضدکولین‌استراز دارای اثر سریع می‌باشد و سمیت حاد زیادی از طریق خوراکی دارد. این حشره‌کش را می‌توان در غلظت‌های کم ۱۰ تا ۴۰ گرم در مترمربع استفاده کرد. غلظت‌های پائین‌تر را می‌توان روی سطوح غیرجاذب به کار برد، در حالی که برای سطوح متخلخل، مانند دیوارهای گلی، باید از غلظت‌های بالاتر استفاده نمود. فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی باید در کیسه‌های قابل حل در آب تهیه شود و محتوی هر کیسه برای یک بار شارژ پمپ کافی باشد. این کار مشکلات ناشی از توزین و تماس افراد با سم را کاهش می‌دهد.

اثر ابقایی این سم ۲ تا ۶ ماه است. این دوره روی سطوح با منبع آلی (چوب و گل‌اندود) طولانی‌تر و روی سطح قلیایی کمتر می‌باشد. این سم در کنترل مالاریا در ترکیه و تعدادی از کشورهای جنوب شرقی آسیا و آمریکای لاتین استفاده شده است.

#### الف) سم‌شناسی

بندیوکارب از طریق گوارشی (معه و روده) و به مقدار کم از طریق پوست جذب می‌شود. این ترکیب از طریق هیدرولیز به سرعت متابولیزه شده و دفع می‌شود، لذا، در اعضا و بافت‌های بدن تجمع حاصل نمی‌کند. این سم به علت فشار بخار پایین، جذب تنفسی ندارد؛ مگر در مورد سمپاشی هوایی که سم به صورت بخار پخش می‌شود.

نحوه عمل: بندیوکارب بازدارنده فعالیت استیل‌کولین‌استراز می‌باشد و این واکنش به سرعت برگشت پذیر است. نیمه عمر آنزیم غیرفعال شده، تقریباً ۳۰ دقیقه است.

#### سمیت برای پستانداران:

— سمیت خوراکی برای رت نر به میزان ۴۰ تا ۱۵۶ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن؛

— سمیت پوستی برای رت نر به میزان بیش از ۵۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس گروه‌بندی WHO بر مبنای سمیت ماده مؤثره، این ترکیب در گروه II (نسبتاً خطرناک) قرار می‌گیرد؛ ولی گروه‌بندی نهایی براساس فرمولاسیون آن متغیر است.

سمیت برای غیرپستانداران: بندیوکارب برای ماهیان و پرندگان سمی، و برای مرغ خانگی و زنبور عسل بسیار سمی است.

ب) حمل و نقل، انبارداری، ازبین بردن

کاربرد توصیه‌هایی که قبلاً برای سایر حشره‌کش‌ها ذکر شده است (بخش‌های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲) ضروری است و باید توجه کرد که ظروف خالی محتوی این ترکیب، قبل از ارجاع دادن به مرکز، باید به شکل غیرقابل استفاده درآیند.

ج) کارکردن

به علت سمیت بالای این حشره‌کش، باید از دست زدن به آن پرهیز کرد. باید از بسته‌بندی‌های آن که برای یک نوبت شارژ پمپ کافی است، استفاده کرد. این بسته‌ها خودشان درون پمپ در آب حل می‌شوند. به علت غلظت کمی که برای سمپاشی استفاده می‌شود، خود عملیات سمپاشی خطرناک نیست.

در ضمن کار با بندیکارب استفاده از لباس کار (که هر روز شسته می‌شود)، کلاه با لبه بلند، کفش‌های کتان‌ی که مچ پا را بپوشاند و ماسک صورت ضروری می‌باشد.

مانند سایر کاربامات‌ها، نمی‌توان سطح فعالیت آنزیم کولین استراز را با روش‌های ساده رنگ‌سنجی اندازه‌گیری کرد.

د) علائم مسمومیت و معالجه قبل از رسیدن پزشک

این علائم مشابه سایر کاربامات‌ها است (به نکات بخش‌های ۳.۴ ج و ۳.۴ د توجه شود).

۲.۳.۴ پروپوکسور

پروپوکسور یک حشره‌کش کاربامات است. این ترکیب برای سمپاشی ابقایی منازل از اوایل دهه ۱۹۷۰ به صورت پودر خیس‌شدنی ۵۰ درصد در غلظت ۱-۲ گرم در مترمربع استفاده می‌شود و اثر ابقایی معادل ۳ - ۶ ماه ایجاد می‌کند. سمپاشی با آن اثرات مشخص هوایی در کنترل ناقلین نشان می‌دهد.

### الف) سم شناسی

مسیر جذب: این حشره کش از طریق تنفس، دستگاه گوارش و تا حد کمتری از طریق پوست جذب می شود. این ترکیب به سرعت متابولیزه شده و در بافت ها و اندام ها تجمع نمی یابد.

نحوه عمل: بازدارنده استیل کولین استراز است، که این خاصیت به سرعت برگشت پذیر است.

### سمیت برای پستانداران:

- سمیت خوراکی برای رت به میزان ۹۵ میلی گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن؛

- سمیت پوستی برای رت به میزان بیش از ۲۴۰۰ میلی گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس طبقه بندی WHO، برمبنای سمیت ماده مؤثره در گروه II (تقریباً خطرناک) قرار می گیرد، ولی گروه بندی نهایی به فرمولاسیون آن بستگی دارد.

سمیت برای غیر پستانداران: برای ماهیان، پرندگان و زنبور عسل سمی است.

ب) حمل و نقل، انبارداری، کار با حشره کش و از بین بردن آن مشابه سایر حشره کش ها که در بخش های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲ آمده است.

ج) علائم مسمومیت و درمان آن مشابه سایر کاربامات ها است، به بخش ۳.۴ ج و د مراجعه شود.

## ۴.۴ پیرتروئیدها

### الف) کارکردن با این سموم

سموم پیرتروئیدی محرک پوست می باشند. لذا، علاوه بر احتیاطات کلی

اعمال شده در مورد کار با حشره کش ها، توجه خاصی باید به عدم تماس آن ها با پوست، چشم ها، بینی و دهان معطوف گردد. هنگام کار کردن با این ترکیبات، باید ظروف محتوی سم را در اماکن داخلی دارای تهویه خروجی باز کرد تا از پخش شدن گرد و غبار آن جلوگیری شود. احتیاط کنید تا از تشکیل مخلوط های قابل انفجار جلوگیری به عمل آید. فرمولاسیون های این ترکیبات را باید دور از شعله نگهداری کنید. به ویژه باید استعمال دخانیات در هنگام عملیات ممنوع شود. برای فرونشاندن آتش احتمالی، باید آب و سایر وسایل در دسترس باشد.

(ب) از بین بردن

مراحل آن شبیه به سایر حشره کش ها می باشد، به بخش ۶.۱.۲ مراجعه کنید.

(ج) علائم مسمومیت

در غلظت هایی که به طور معمول استفاده می شود، صرفاً عکس العمل های پوستی گزارش شده است. هر کدام از پیرتروئیدها که به جریان گردش خون عمومی بدن وارد شوند، به سرعت به ترکیباتی با سمیت بسیار کمتر متابولیزه می شوند. خطر ایجاد هر نوع مسمومیت در افرادی که در معرض تماس با این ترکیبات قرار می گیرند، حتی در صورت تماس مکرر با غلظت های کم آن که برای کنترل مالاریا استفاده می شود، بسیار بعید به نظر می رسد؛ مسمومیت عمومی در کارگران دیده نشده است؛ مگر در موارد بسیار نادری که در حین بسته بندی این ترکیبات، احتیاطات لازم انجام نشده و تمام بدن از طریق لباس های خیس کارگر برای یک مدت طولانی در معرض تماس با سم بوده است.

\* با وجود این، چنانچه حشره کش جذب شود، علائمی مانند سرگیجه، استفراغ، سرفه، مشکلات تنفسی و تشنج مشاهده می شود.

استفاده از پیرتروئیدها با غلظت های پیشنهادی در شرایط صحرا، با رعایت اصول معمولی ایمنی، کم خطر و یا بی خطر محسوب می شود.

عکس‌العمل‌های پوستی به این ترکیبات مانند خارش، سفتی و قرمزی پوست، سوزش پوست صورت و علائم تحریک در حفره دهانی حلقی یا سرفه می‌باشد. به‌ویژه موقعی که با افزایش حساسیت خصوصاً با محرک‌های پوستی توأم شوند، ممکن است علائم تماس پوستی یا تنفسی بروز کند. این حساسیت‌های پوستی، مستقیم هستند و اثرات زودگذری روی انتهای اعصاب می‌گذارند و نتیجه تحریک پوستی اولیه نیستند. از نظر سم‌شناسی این علائم خصوصیات خوبی محسوب می‌شوند. زیرا شاخص‌های سریع و اولیه تماس با این ترکیبات به‌شمار می‌روند (۱۳).

بعد از تنفس غبار ناشی از سمپاشی، ممکن است نواحی مخاطی مجرای تنفسی تحریک شده و باعث بروز سرفه و عطسه در فرد شوند.

(د) معالجه قبل از رسیدن پزشک

فرد مسموم باید از ادامه کار پرهیز کند؛ همه لباس‌های آلوده را بیرون آورد و بخش‌های آلوده پوست وی، باید با آب تمیز و فراوان و صابون شستشو شود. پادزهر مخصوصی برای پیرتروئیدها در دست نیست و درمان مسمومیت با آنها از نوع علامتی می‌باشد.

#### ۱.۴.۴ آلفاسایپرمترین

آلفاسایپرمترین یک پیرتروئید مصنوعی است و دارای خاصیت اثر ضربه‌ای بالا و اثر تحریک‌کنندگی و دورکنندگی قوی برای آنوفل‌ها می‌باشد. فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی ۵ درصد و فرمولاسیون سوسپانسیون ۱۰ درصد آن در غلظت‌های ۲۵ تا ۳۰ میلی‌گرم در مترمربع ارزیابی شده و مشخص گردیده که اثر ابقایی معادل ۴ تا ۶ ماه ایجاد می‌کنند.

(الف) سم‌شناسی

جذب از طریق تنفس و تماس پوستی صورت می‌گیرد؛ اما مانند سایر



پیروترئیدها، این حشره کش نیز به سرعت متابولیزه و از بدن دفع می شود.  
**نحوه عمل:** از طریق ایجاد اختلال در انتقال پیام های عصبی در طول عصب،  
 روی سیستم عصبی تأثیر می گذارد.

#### سمیت برای پستانداران:

– سمیت خوراکی برای رات به میزان ۷۹ میلی گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم  
 وزن بدن؛

– سمیت پوستی برای رت به میزان بیش از ۲۰۰۰ میلی گرم ماده مؤثره بر  
 کیلوگرم وزن بدن؛

توجه: طبق گروه بندی WHO براساس سمیت ماده مؤثره، در گروه  
 II (نسبتاً خطرناک) قرار می گیرد؛ ولی گروه بندی نهایی براساس  
 فرمولاسیون آن انجام می شود.

سمیت برای غیر پستانداران: برای ماهیان خیلی سمی است و دارای سمیت  
 حاد خوراکی کمی برای پرندگان می باشد. تحت شرایط معمولی برای گونه های  
 غیرهدف از جمله زنبورها، آسیب مشخصی گزارش نشده است. این ترکیب  
 تحت شرایط آزمایشگاهی برای زنبور عسل و بی مهرگان آبی، بسیار سمی  
 تشخیص داده شده است.

ب) حمل و نقل و انبارداری، دست زدن و معدوم سازی، علائم  
 مسمومیت و معالجه قبل از رسیدن پزشک

در این مورد شبیه به سایر پیروترئیدها، همان طور که در بخش های ۵.۱.۲ و  
 ۶.۱.۲ توصیه شده، می توان عمل کرد.

#### ۲.۴.۴ سیفلوترین

سیفلوترین یک پیروترئید مصنوعی با فشار بخار بسیار کم می باشد. این سم  
 در محیط قلیایی به سرعت هیدرولیز می شود؛ ولی در pH معادل ۷ و یا کمتر

کاملاً پایدار است. سیفلوترین بر مواد آلی رونشیت (جذب سطحی) می‌شود و جزء آن دسته از ترکیبات است که در خاک به صورت غیرمتحرک درمی‌آید. این ترکیب تا حدی خاصیت تجمع زیستی دارد.

سیفلوترین در سمپاشی ابقایی منازل برای کنترل مالاریا در غلظت ۲۰ تا ۲۵ میلی‌گرم در مترمربع استفاده شده و اثر ضربه‌ای بالا و مرگ‌ومیر معمولی دارد. این ترکیب دارای خاصیت تحریک‌کنندگی و دورکنندگی کلی و اثر ابقایی معادل ۳ تا ۶ ماه می‌باشد. فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی ۱۰ درصد آن جهت سمپاشی ابقایی اماکن داخلی در دسترس است.

#### الف) سم‌شناسی

سمیت حاد سیفلوترین به نحوه جذب آن وابسته است. سمیت از طریق جذب گوارشی زیاد ولی از طریق جذب پوستی کم می‌باشد. گرچه مثل سایر آلفا-سیانوپیرتروئیدها، ممکن است سبب تحریک چشم و پوست گردد؛ ولی فرمولاسیون پودر خیس‌شدنی ۱۰ درصد آن، پوست را تحریک نمی‌کند و فقط تحریک کمی در اعضای مخاطی بوجود می‌آورد.

مسیر جذب: پس از نفوذ این سم به دستگاه گوارش، حدود ۹۰٪ آن در روده جذب می‌شود. جذب از طریق تنفس نیز ممکن است؛ اما جذب پوستی این ترکیب بسیار کم می‌باشد.

نحوه عمل: سیفلوترین روی سیستم اعصاب مرکزی و محیطی تأثیر می‌گذارد. مثلاً در محل‌های اتصال خاص (گیرنده‌های GABA) در مغز.

#### سمیت برای پستانداران:

- سمیت خوراکی برای رت به میزان ۲۵۰ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن؛
- سمیت پوستی برای رت به میزان بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: براساس گروه‌بندی WHO براساس سمیت ماده مؤثره، در گروه II (تقریباً خطرناک) قرار می‌گیرد؛ ولی طبقه‌بندی نهایی براساس نوع فرمولاسیون آن متغیر است.

سمیت برای غیرپستانداران: سیفلوترین برای زنبورعسل و سایر بندپایان خیلی سمی است. این ترکیب سمیت بسیار کمی برای پرندگان دارد. اما برای ماهیان و بی‌مهرگان آبی بسیار سمی است.

ب) حمل و نقل و انبارداری، کارکردن و معدوم‌سازی، علائم مسمومیت و معالجه قبل از رسیدن پزشک

در این موارد مثل سایر پیرتروئیدها عمل می‌شود، همان‌طور که در بخش ۴.۴ الف، ب، ج، د و نیز بخش‌های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲ ذکر شده است.

#### ۳.۴.۴ دلتامترین

دلتامترین یک پیرتروئید مصنوعی از گروه آلفاسیانو سایپرترین است. این سم مربوط به گروه لامبداسی‌هالوترین است و یک پیرتروئید تک ایزومره است. این ترکیب از اواخر دهه ۱۹۷۰ در کنترل مالاریا مورد استفاده قرار گرفته است. دلتامترین به‌طور وسیع در آغشته‌سازی پشه‌بندها و پرده‌ها استفاده شده است، و همچنین برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی، صرف‌نظر از خاصیت دورکنندگی و تحریک‌کنندگی‌اش، که در برخی مواقع ممکن است از جهت کاهش تماس پشه با انسان مفید باشد، مناسب به‌نظر می‌رسد.

این سم در غلظت‌های ۱۰ و ۲۵ میلی‌گرم در مترمربع، اثر ابقایی معادل ۳ تا ۶ ماه ایجاد کرده است. لباس‌های حفاظتی برای سمپاشی، باید شامل لباس کار (شستشوی روزانه آن‌ها لازم است)، چکمه‌های لاستیکی و کلاه باشد.

#### الف) سم‌شناسی

دلتامترین اصولاً از طریق گوارشی جذب می‌شود. ولو تنفس غبار حاصل از

سمپاشی نیز سبب آن جذب می‌شود.

**نحوه عمل:** این سم بر روی سیستم عصبی اثر می‌گذارد. تأثیر آن روی گره‌های اصلی سیستم اعصاب مرکزی می‌باشد و سبب تشدید فعالیت عصبی می‌شود.

**سمیت برای پستانداران:**

— سمیت خوراکی برای رت نر به میزان ۱۲۸ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن؛

— سمیت پوستی برای رت نر به میزان بیش از ۲۹۴۰ میلی‌گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن.

**توجه:** طبق گروه‌بندی WHO براساس سمیت ماده مؤثره، این ترکیب در گروه I (تقریباً خطرناک) قرار می‌گیرد؛ ولی گروه‌بندی نهایی براساس فرمولاسیون آن می‌باشد.

**سمیت برای غیرپستانداران:** برای ماهیان و زنبورعسل بسیار سمی است ولی سمیت آن برای پرندگان بسیار کم گزارش شده است.

(ب) حمل و نقل و انبارداری

علاوه بر اجرای احتیاطات کلی ذکرشده برای انبارداری حشره‌کش‌ها، باید مانع از تماس دلتامترین با فلزات، به جز آلومینیوم و قلع گردید.

(ج) کارکردن و ازبین بردن

مثل سایر پیرتروئیدها همان‌طور که در بخش‌های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲ و بخش ۴.۴ الف گفته شد، باید عمل می‌شود.

(د) علائم مسمومیت و معالجه قبل از رسیدن پزشک

مثل سایر پیرتروئیدهای رایج عمل می‌شود (به بخش ۴.۴ مراجعه کنید).

۴.۴.۴ اتوفن پراکس

اتوفن پراکس یک پیرتروئید غیراستری می‌باشد. این سم فشار بخار بالا و

حلالیت کمی در آب دارد. این حشره کش از میان ترکیباتی که برای سمپاشی ابقایی اماکن داخلی توصیه می شود، دارای کمترین سمیت حاد برای پستانداران است. اتوفن پراکس با فرمولاسیون پودر خیس شدنی ۲۰ درصد و در غلظت ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در مترمربع، اثر ابقایی معادل ۳ تا ۶ ماه ایجاد می کند.

#### الف) سم شناسی

**مسیر جذب:** اتوفن پراکس از طریق دستگاه گوارش و تماس پوستی جذب می شود.  
**نحوه عمل:** اتوفن پراکس در انتقال پیام های عصبی در اکسون ها، اختلال ایجاد می کند.

#### سمیت برای پستانداران:

- سمیت خوراکی برای رت به میزان بیش از ۱۰۰۰۰ میلی گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن؛
- سمیت پوستی برای رت به میزان بیش از ۲۱۴۰ میلی گرم ماده مؤثره بر کیلوگرم وزن بدن.

**توجه:** طبق گروه بندی WHO براساس سمیت ماده مؤثره، این ترکیب در گروه UH (تقریباً بی خطر در شرایط معمولی) قرار دارد؛ ولی طبقه بندی نهایی برحسب فرمولاسیون آن فرق می کند.

**سمیت برای غیر پستانداران:** برای ماهیان سمیت کم تا زیاد دارد؛ برای زنبورهای عسل سمی است و برای پرندگان سمیت کمی دارد.

#### ب) حمل و نقل و انبارداری، کارکردن و ازبین بردن

مثل سایر پیروترئوئیدها همان طور که در بخش های ۵.۱.۲ و ۶.۱.۲ و بخش ۴.۴ الف گفته شد، عمل شود.

#### ج) علائم مسمومیت

اتوفن پراکس سمیت بسیار کمی دارد.

د) معالجه قبل از رسیدن پزشکی

درمان همانند سایر پیرتروئیدهاست، همان طور که در بخش ۴.۴ ه گفته شد.

۵.۴.۴ لامبداسیپهالوترین

لامبداسیپهالوترین یک پیرتروئید مصنوعی از گروه آلفا سیانوسایپرمتترین و همانند آلفاسایپرمتترین و دلتامترین دارای یک مرکز (-CCOOCHCN-) می باشد. این ترکیب فشار بخار کمی داشته، در آب نامحلول است و میزان فراریت آن کم است. این حشره کش به صورت پودر خیس شدنی موجود است و در غلظت های ۲۰ تا ۳۰ میلی گرم در مترمربع، اثر ابقایی معادل ۳ تا ۶ ماه ایجاد می کند.

الف) سم شناسی

مسیر جذب: لامبداسیپهالوترین می تواند از طریق لوله گوارش، دستگاه تنفس و یا پوست جذب شود. البته جذب پوستی آن بسیار کم است و اثرات سیستمیک به دنبال ندارد.

نحوه عمل: نحوه عمل این حشره کش نیز مشابه سایر پیرتروئیدهای آلفاسیانو می باشد. این ترکیب بر روی کانال های عبور سدیم موجود در غشای عصب تأثیر می گذارد و سبب افزایش زودگذر نفوذپذیری غشاء، نسبت به سدیم، در طی مدت تحریک می شود.

سمیت برای پستانداران:

— سمیت خوراکی برای رت به میزان ۷۹ میلی گرم ماده مؤثره (رت نر) و ۵۹ میلی گرم (رت ماده) برای هر کیلوگرم وزن بدن؛

— سمیت پوستی برای رت نر به میزان ۶۳۲ میلی گرم ماده مؤثره و برای رت ماده به میزان ۶۹۶ میلی گرم ماده مؤثره برای هر کیلوگرم وزن بدن.

توجه: طبق گروه بندی WHO براساس سمیت ماده مؤثره، این ترکیب در گروه II (نسبتاً خطرناک) قرار می گیرد، ولی گروه بندی به فرمولاسیون آن بستگی دارد.

سمیت برای غیرپستانداران: برای ماهیان خیلی سمی، برای زنبورعسل سمی و برای پرندگان سمیت کمی دارد.

### (ب) حمل و نقل و انبارداری

مثل سایر پیروترئوئیدها است که در بخش ۵.۱.۲ آمده است.

### (ج) کارکردن

در حین کار با این ترکیب، باید از لباس‌های ایمنی مناسب و دستکش استفاده کرد. از تماس با پوست و چشم باید اجتناب شود. غبار سمپاشی نباید استنشاق گردد. افراد سمپاش باید برای جلوگیری از ایجاد خارش غیرقابل تحمل در پوست صورت، از کلاه‌های لبه بلند استفاده کنند (استفاده از عینک ایمنی و ماسک کافی نیست). افراد سمپاش در حین کار باید از خوردن، نوشیدن و سیگارکشیدن پرهیز کنند. و نیز باید دست‌ها و صورت خود را قبل از خوردن، نوشیدن و سیگارکشیدن، بشویند. خواندن برچسب محصول، قبل از استفاده از آن، الزامی است.

### (د) ازبین بردن

مانند سایر پیروترئوئیدها همان‌طور که در بخش ۶.۱.۲ گفته شد، عمل شود.

### (ه) علائم مسمومیت

متعاقب استفاده از محصول، ممکن است در برخی از افراد حساسیت پوستی بروز کند و خارش، سوزش، و یا احساس بی‌حسی در فرد ایجاد کند. این علائم در مدت چند ساعت کاملاً برگشت پذیر بوده و علائم مسمومیت عمومی به‌شمار نمی‌روند. تحریک بینی و گلو که گاهی با عطسه یا سرفه همراه می‌باشد، در افراد سمپاش گزارش شده است.

### (و) معالجه قبل از رسیدن پزشک

درمان مشابه سایر پیروترئوئیدها می‌باشد. به بخش ۴.۴ د مراجعه شود.

## ٥. منابع

1. *A global strategy for malaria control*. Geneva, World Health Organization; 1993.
2. *Equipment for vector control*. Geneva, World Health Organization; 1990.
3. *Report of the first WHOPES Working Group meeting, 26-27 June 1997*, Geneva, World Health Organization, 1997(unpublished document CTD/WHOPES/97.5).
4. *Report of the second WHOPES Working Group meeting, 22-23 June 1998*, Geneva, World Health Organization, 1998(unpublished document CTD\WHOPES\98.10).
5. *Report of the third WHOPES Working Group meeting, 23-24 September 1999*, Geneva, World Health Organization, (unpublished document WHO/CDS/CPE/WHOPES/99.4).
6. *Report of the WHO Informal Consultation on the evaluation and testing of insecticides, 7-11 October 1996*. Geneva, World Health Organization, (unpublished document CTD/WHOPES/IC/96.1)
7. *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 1998-1999*. Geneva, World Health organization, 1998(unpublished document WHO/PCS/98.21/Rev.1).
8. *Safe use of pesticides. Ninth report of WHO Expert Committee on Vector Biology and Control*.WHO Technical Report Series, No. 720, Geneva(1985).
9. *Management of poisoning- A handbook for health care workers*. Geneva, World Health Organization, 341pp. WHO(1997).
10. *Safe use of pesticides. Third report of WHO Expert Committee on*



- Vector Biology and Control. WHO Technical Report Series, NO. 634, Geneva(1979).*
11. Baker EL Jr, Warren M, Zack M, Dobbin RD, Miles JW, Miller S, Alderman L, Teeters WR. Epidemic malathion poisoning in Pakistan malaria workers. *Lancet*, 1(8054): 31-4(1978).
  12. UNEP, FAO, WHO. Guidelines for the management of small quantities of unwanted and obsolete pesticides. *FAO Pesticide Disposal Series, 7. Rome, 1999.*
  13. *Safe use of pesticides. Fourteen report of WHO Expert Committee on Vector Biology and Control. WHO Technical Report Series, No. 813, Geneva(1991).*
  14. *Techniques to detect insecticide resistance mechanisms(field and laboratory manual). Geneva, World Health Organization, 1998 (unpublished document WHO/CDS/CPC/MAL/98.6).*
  15. *Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vectors, bio-efficacy and persistence of insecticides on treated surfaces. Geneva, World Health Organization, 1998 (unpublished document WHO/CDS/CPC/MAL/98.12).*
  16. *Instructions for determining the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine, organophosphate and carbamate insecticides-diagnostic test. Geneva, World Health Organization, 1981(unpublished document WHO/VBC/81.806).*
  17. Eliot R. The influence of vector behaviour on malaria transmission. *American journal of tropical medicine and hygiene. 21, (3): 755-763(1972).*
  18. *Manual for indoor residual spraying. Application of residual sprays for vector control. Geneva, World Health Organization 2000 (unpublished document WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2000.3)*
  19. FAO, UNEP, WHO. Disposal of bulk quantities of obsolete pesticides in developing countries. Provisional technical guidelines. *FAO Pesticide Disposal Series, 4. Rome, 1996.*