



کاربرد سمپاشی فضایی حشره کش ها برای کنترل ناقلین و آفات بهداشت عمومی

راهنمای کاربران

کنترل، پیشگیری و ریشه‌کنی بیماری‌های واگیر

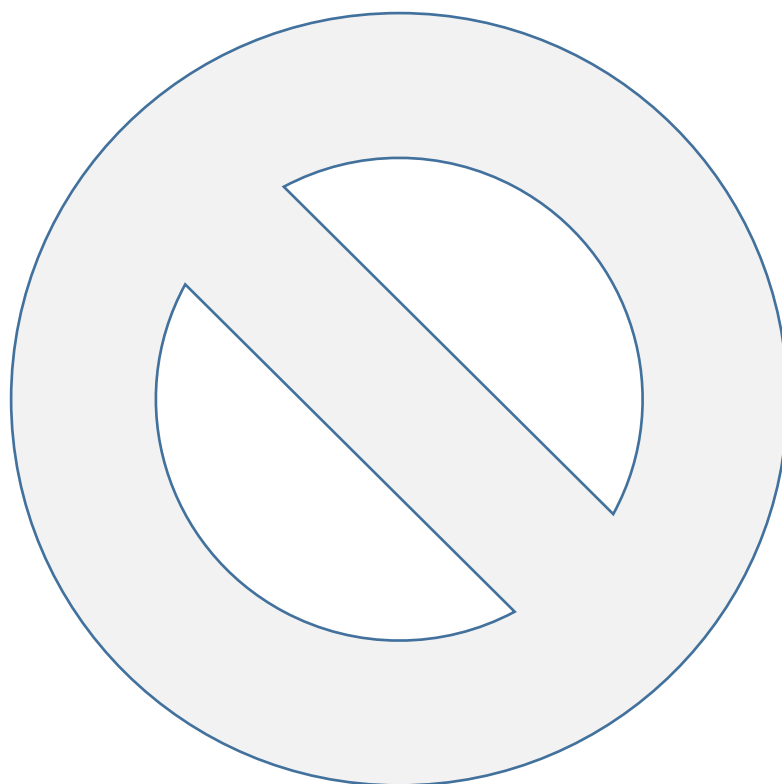
طرح ارزیابی آفت کش سازمان جهانی بهداشت (WHOPES)

کاربرد سمپاشی فضایی حشره کش‌ها برای کنترل ناقلین و آفات بهداشت عمومی

راهنمای کاربران

کنترل، پیشگیری و ریشه‌کنی بیماری‌های واگیر

طرح ارزیابی آفت کش سازمان جهانی بهداشت (WHOPES)



این دستورالعمل ترجمه کتاب

**Space spray application of insecticides for vector and public health pest control
(A practitioner's guide)**

تالیف سازمان جهانی بهداشت می باشد. مسئولیت محتوا یا صحت ترجمه با مترجمین است. نسخه انگلیسی
نسخه مرجع می باشد.

شناسنامه کتاب

عنوان و نام پدید آورنده:	کاربرد سمپاشی فضایی حشره کش‌ها برای کنترل ناقلین و آفات بهداشت عمومی سازمان جهانی بهداشت
شماره کتابشناسی ملی	
مشخصات نشر:	تهران- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی- معاونت بهداشت- مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر
مشخصات ظاهری:	۴۷ صفحه
شابک:	
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
یادداشت:	ترجمه
یادداشت:	امیرحسین دارابی، مینو مشایخی، فاطمه نیکپور
موضوع:	کنترل ناقلین
موضوع:	سمپاشی فضایی
موضوع:	راهنما
رده بندی دیویی:	
شناسه افزوده:	
شناسه افزوده:	ایران- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی- معاونت بهداشت- مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر
وضعیت فهرست نویسی:	

شماره صفحه	عنوان
۵	مقدمه
۶	عملیات سمپاشی فضایی (Space spray treatments)
۶	مه حرارتی (Thermal Fog)
۷	مه سرد (Cold Fog)
۹	تجهیزات سمپاشی فضایی
۹	تجهیزات مه پاشی حرارتی
۹	مه پاش حرارتی دستی
۱۱	مه پاش های حرارتی سوار شده بر خودرو
۱۲	کاربرد مه های حرارتی در هواپیما
۱۲	تجهیزات لازم برای مه پاش سرد
۱۳	مه پاش های سرد سوار شده بر خودرو
۱۵	کاربرد مه سرد در هواپیما
۱۷	محصولات حشره کش برای سمپاشی فضایی
۱۸	ملاحظات کلی در سمپاشی فضایی
۱۸	اندازه بهینه قطرات
۲۰	متغیرهای اندازه قطرات
۲۱	میزان جریان (خروجی)
۲۲	غلظت حشره کش
۲۳	سرعت باد
۲۴	جهت باد
۲۶	زمان عملیات
۲۷	دستورالعمل های عملیاتی
۲۸	فعالیت های قبل از سمپاشی
۲۸	برنامه ریزی و نیازسنجی
۳۰	کالیبره نمودن مه پاش
۳۲	اندازه قطرات
۳۸	دستورالعمل استفاده
۳۸	ایمنی کاربران
۳۹	مه پاشی داخل ساختمان
۴۰	مه پاشی زمینی فضای باز
۴۲	کاربرد هوایی مه پاش ها
۴۴	نظارت بر عملیات سمپاشی
۴۴	ارزیابی
۴۵	تعمیر و نگهداری تجهیزات
۴۵	ذخیره سازی و دفع آفت کش ها
۴۶	منابع برای مطالعه بیشتر
۴۷	ضمیمه ۱. گزارش برنامه روزانه
۴۸	ضمیمه ۲. سابقه تعمیر و نگهداری
۴۹	ضمیمه ۳. دستگاه روتین بررسی عملکرد

این دستورالعمل اطلاعاتی در خصوص کنترل حشرات آفت و ناقلین بیماری‌ها با بکارگیری حشره کش‌ها در سمپاشی فضایی (space treatment) ارائه می‌دهد. سمپاشی فضایی دارای اثر ابقایی کم یا بدون اثر ابقایی در محیط اطراف بوده و برای ناک‌داون سریع و مرگ حشرات استفاده می‌شود. این نوع سمپاشی باید به عنوان بخشی از یک برنامه جامع مدیریت تلفیقی ناقلین، همراه با سایر روشهای کنترل در نظر گرفته شود. سمپاشی فضایی (space spraying) یک اقدام سریع کنترلی در شرایط اپیدمی یا اضطراری بوده و می‌تواند برای کنترل فصلی حشرات آفت یا ناقل بیماری که پرواز می‌کنند استفاده شود. با این وجود این روش ممکن است برای همه ناقلین یا در همه شرایط مطلوب نبوده و بدین ترتیب یک روش با صرف اقتصادی برای کنترل نیست.

هدف از سمپاشی فضایی، کاهش سریع جمعیت حشرات آفت و ناقلین در حین پرواز می‌باشد. هدف دیگر ممکن است کاهش یا قطع چرخه انتقال بیماری‌های منتقله توسط حشرات باشد. از میان ناقلین بیماری‌ها که بر بهداشت عمومی تاثیر گذار هستند مهم‌ترین و شایع‌ترین آن‌ها عبارتند از پشه‌ها، مگس‌های خانگی، پشه خاکی‌ها و سایر حشرات گزنده، که بعضی از این‌ها ممکن است هدف سمپاشی فضایی باشند.

کشتن سریع و کاهش جمعیت حشرات بالغ در حال پرواز، مستلزم وجود ابری از قطرات مه است که حشرات در هنگام پرواز به آن برخورد کنند. برای مقرون به صرفه بودن و کارایی بهینه، سمپاشی فضایی نیازمند رعایت موارد زیر می‌باشد:

- دانش رفتار و زیست‌شناسی گونه‌های هدف به منظور درک مکان و زمان موثر بودن سمپاشی فضایی؛
- دانش حشره کش‌ها و فرمولاسیون‌های مناسب برای سمپاشی فضایی؛
- دانش فن آوری کاربرد آفت کش برای دانستن اینکه کدام تجهیزات مورد نیاز است و چگونه از آن استفاده کنید؛ و

▪ پایش و مراقبت گونه‌های هدف و ناقلین مشکل بیماری‌های منتقله به وسیله حشرات برای ارزیابی
اثر بخشی برنامه.

۲- عملیات سمپاشی فضایی (Space spray treatments)

در سمپاشی فضایی از نظر تکنیکال مه (گاهی اوقات بعنوان آئروسول شناخته می شود) یک حشره کش مایع است که به شکل صدها میلیون قطره بسیار کوچک با قطر کمتر از ۵۰ میکرومتر در هوا پخش می گردد و تنها زمانی موثر خواهد بود که ذرات مه به شکل معلق در هوا باقی بمانند. سمپاشی فضایی عمدتاً به دو شکل مه گرم یا مه سرد استفاده می شود.

۲-۱ مه حرارتی (Thermal Fog)

حشره کش مورد استفاده در مه های حرارتی در یک مایع حامل که معمولاً بر پایه روغن است رقیق می شود. از گاز داغ برای گرم کردن مه، کاهش چسبندگی روغن حامل (viscosity) و تبخیر آن استفاده می شود. هنگامی که مایع حشره کش از نازل خارج می شود، بخار با هوای سرد برخورد کرده و متراکم می شود و به صورت یک ابر سفید متراکم مه در می آید. بیشتر قطرات کوچکتر از ۲۰ میکرو متر هستند. اندازه قطرات تحت تاثیر کنش مجموعه عواملی نظیر فرمولاسیون، میزان جریان (خروجی) و دمای نازل (که معمولاً بالای ۵۰۰ درجه سانتیگراد است) است. حجم مخلوط حشره کش استفاده شده در عملیات کنترل ناقلین معمولاً ۵ تا ۱۰ لیتر در هکتار و حداکثر ۵۰ لیتر در هکتار می باشد. مه گرم خارج شده، از طریق اگزوز موتور، صفحه اصطکاک ورقه خروجی موتور یا از موتور خروج ضربه ای (pulse jet engine) بدست می آید.

مزایا

- مه به آسانی قابل مشاهده بوده و حرکت و نفوذ آن را می توان به راحتی مشاهده و پایش کرد؛
- ارتباطات و مشارکت خوب مردم، زیرا فعالیت های انجام شده برای رفع مشکل قابل مشاهده است؛ و
- غلظت کم ماده موثره در مخلوط و مواجهه کمتر پرسنل با حشره کش.

معایب

- حجم زیادی از حلال های آلی به عنوان رقیق کننده، ممکن است بوی بد داشته و منجر به لکه گذاری بر اجسام شود؛
- هزینه بالای استفاده از رقیق کننده و حشره کش؛
- خانواده ها ممکن است اعتراض کرده و با بستن در و پنجره ها مانع نفوذ مه به داخل خانه ها شوند؛
- خطر آتش سوزی ناشی از بکارگیری ماشین آلات در دمای بسیار بالا با حلال قابل اشتعال؛
- در مناطق شهری می تواند باعث ایجاد خطرات ترافیکی (به دلیل کاهش دید) شود.

۲-۲ مه سرد (Cold Fog)

در مه سرد، مخلوط حشره کش با تجزیه مکانیکی به قطرات ریز شکسته می شود که این امر با عبور آن از نازل های فشار بالا، یا با عبور جریان آهسته مخلوط از میان توده هوای پر شتاب تشکیل می شود. برخی از تجهیزات دارای نازل (های) چرخشی با سرعت بالا هستند. قطرات مه بدون حرارت بیرونی تولید می شوند. با مه سرد حجم حشره کش به حداقل می رسد. کاربرد فرمولاسیون حشره کش های بسیار کم حجم (Ultra-Low-Volume) در این موارد است.

مزایا

- مقدار مصرف مایع رقیق کننده حداقل بوده، در نتیجه هزینه عملیات کمتر و پذیرش بیشتر است. برخی از فرمولاسیون ها "آماده مصرف" بوده، لذا کاربر کمتر در مواجهه با حشره کش قرار می گیرد؛
- ممکن است از فرمولاسیون های بر پایه آب و رقیق شده با آب استفاده شود که در این صورت خطر آتش سوزی کم و سازگارتر با محیط زیست هستند؛
- بعلا اینکه حجم کمتری مایع استفاده می شود این شیوه کارآمدتر است؛
- از آنجایی که توده ابر سم در این روش نامرئی است خطرات ترافیکی ندارد.

معایب

- مشاهده ابر مه و انتشار حشره کش به سختی قابل رویت است.
- برای اینکه عملیات بطور موثر انجام شود و بازده دستگاه بالا باشد مهارت های تکنیکی بالا و تنظیم منظم و مکرر دستگاه مورد نیاز است.

۳- تجهیزات سمپاشی فضایی

انتخاب تجهیزات مناسب برای سمپاشی فضایی به اندازه و دسترسی منطقه مورد نظر و همچنین نیروی انسانی و ظرفیت اجرای برنامه بستگی دارد. گاهی برای مه پاشی در مسیرهای باریک و غیر قابل دسترس وسایل نقلیه و مکان‌هایی که هوا جریان ندارد، مانند پناه ساختمان‌ها و داخل خانه‌ها، علاوه بر تجهیزات سوار شده بر خودرو، نیاز به دستگاه مه پاش کوچکتر است.

تجهیزات مه سرد در مواردی که مه‌های حرارتی ممکن است باعث ایجاد خطر ترافیکی شوند توصیه می‌شود. کاربرد هوایی سمپاشی‌های فضایی ممکن است هنگامی که دسترسی به تجهیزات زمینی دشوار بوده و/یا مناطق وسیع نیاز به مه پاشی سریع دارند قابل توجیه است. با این حال، به مهارت و تخصص برای سمپاشی هوایی نیاز است که در اکثر برنامه‌های کنترلی غیر قابل دسترس می‌باشد، بدین جهت معمولاً به صورت پیمانکاری انجام شود.

انتخاب تجهیزات در حالت ایده آل باید بر اساس شناخت، توانایی مناسب و عملکرد باشد. در هنگام خرید باید به طراحی پیشرفته تجهیزات توجه کرد.

شرح مختصری از عمده تجهیزات سمپاشی فضایی مختلف در زیر ارائه شده است. اطلاعات با جزئیات بیشتر طبق توضیحات WHO در زمینه کنترل کیفیت تجهیزات آفت کش‌ها در کتابچه WHO تحت عنوان *تجهیزات کنترل ناقلین در دسترس می‌باشد:*

Equipment for vector control. Geneva, World Health Organization, 1990.

۳-۱ تجهیزات مه پاشی حرارتی

۳-۱-۱ مه پاش حرارتی دستی

اینها برای مه پاشی خانه‌ها و برخی مناطق بیرونی با اندازه یا دسترسی محدود استفاده می‌شوند، به عنوان مثال: بازارها، محوطه هتل‌ها و پارک‌ها (شکل ۱). دو نوع مه پاش حرارتی دستی وجود دارد، پالس جت (Pulse jet) و صفحه اصطکاکی (Friction plate).

پالس جت

این ماشین ها مجهز به پمپ (پیستونی، دمنده یا برقی) و مجموعه ای از باتری های متصل به شمع هستند. برای راه اندازی موتور، پمپ کار می کند و از کلید برای اتصال برق باتری به شمع استفاده می شود. هنگامی که بنزین در محفظه احتراق توسط شمع مشتعل می شود، باتری ها دیگر مورد استفاده قرار نمی گیرند، زیرا گازهای داغ اگزوز باعث مشتعل شدن بارهای بعدی سوخت و هوا می شوند.

یک موتور پالس جت تا زمانی که سوخت از طریق کاربراتور تامین شود به کار خود ادامه خواهد داد. اگزوز داغ از طریق یک لوله بلند به سمت نازل ادامه دارد، جایی که حشره کش به داخل آن تزریق می شود، گاز داغ دستگاه با صدای ارتعاش بسیار بلند کار می کند. یک شیر ساده محدود کننده جریان که نصب شده، میزان جریان (خروجی) را در اکثر ماشین ها کنترل می کند. میزان جریان (خروجی) تا ۲۵ لیتر در ساعت ممکن است به دست آید. ماشین ها باید دارای یک سوپاپ ایمنی باشند تا جریان حشره کش به نازل را هنگامی که موتور از کار می افتد، متوقف کند.

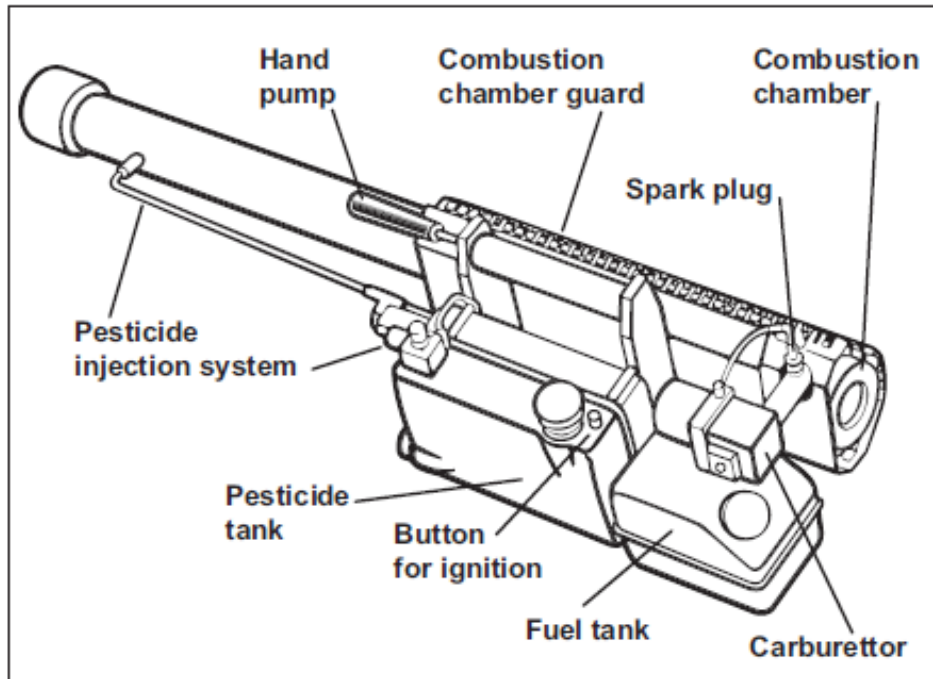


Figure 1. A hand-carried thermal fogger

شکل ۱ - مه پاش حرارتی دستی

صفحه اصطکاکی

این نوع ماشین شامل یک موتور دو زمانه ۱-۳ اسب بخاری است که یک "صفحه اصطکاکی" را در داخل مخزن حشره کش هدایت می کند که مخلوط حشره کش و روغن سوخت را از قبل گرم می کند. این صفحه همچنین به عنوان بخشی از پمپ عمل می کند که مایع را به اگزوز موتور می رساند. گازهای داغ اگزوز مه را ایجاد و پراکنده می کنند. دستگاه های صفحه اصطکاکی در دمای پایین تری نسبت به موتورهای جت پالس کار می کنند.

۳-۱-۲- مه پاش های حرارتی سوار شده بر خودرو

(Vehicle-mounted thermal Foggers)

ژنراتورهای مه گرمایی بزرگ از یک موتور خنک کننده هوا برای راه اندازی دمنده هوا، پمپ سوخت و پمپ حشره کش استفاده می کنند. هوا از "دمنده هوای نمونه روتس" (Roots type air blower) به

محفظه احتراق منتقل می‌شود. در آنجا با بخار بنزین مخلوط شده و مشتعل می‌شود، به طوری که دما به ۴۲۶-۶۴۸ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. مایع حشره‌کش رقیق شده از طریق یک شیر ساده تحویل جریان پمپ می‌شود و به یک حوضچه فنجانی شکل در سر مه پاش یا مستقیماً به نازل تزریق می‌شود. مایع حشره‌کش در اثر انفجار گازهای داغ تبخیر می‌شود. با وجود این درجه حرارت بالا، آزمایش‌هایی با برخی حشره‌کش‌های بازیابی شده در نوک جت، تخریب بسیار کمی از ماده فعال را نشان می‌دهد. این به این دلیل است که زمان صرف شده در آن دما تنها کسری از ثانیه است که برای ایجاد تخریب جدی کافی نیست. سپس گازهای داغ از دستگاه خارج می‌شوند. همانطور که بخار روغن داغ از طریق یک نازل نسبتاً بزرگ به هوای خنک‌تر خارج می‌شود، متراکم شده و قطرات بسیار کوچکی از مه غلیظ سفید را تشکیل می‌دهد. با ماشین‌های بزرگ‌تر میزان خروجی تا ۱۰ لیتر در دقیقه قابل دستیابی است.

۳-۱-۳- کاربرد مه‌های حرارتی در هواپیما

برای استفاده هواپیما از مه حرارتی فرمولاسیون حشره‌کش رقیق شده به آگروز هواپیما وارد می‌شود. آگروز با پره‌ها سازگار شده که با شکل‌گیری قطرات مه آنها را به چرخش درآورد. کاربرد مه پاش حرارتی با هواپیما بسیار محدود است.

۳-۲- تجهیزات لازم برای مه پاش سرد

۳-۲-۱- مه پاش سرد دستی

اکثر این دستگاه‌ها دارای موتور بنزینی دو زمانه ۱-۳ اسب بخار هستند که یک قطعه‌ی دمنده را برای تخلیه هوا از طریق نازل هدایت می‌کند. همچنین ممکن است هوا به آرامی به مخزن فرمولاسیون حشره‌کش فشار بیاورد تا مایع از طریق یک شیر محدود کننده جریان به نازل تغذیه شود. با این حال، فشار منفی ایجاد شده توسط جریان هوای عبوری از نازل به مایع اجازه می‌دهد تا از مخزن جریان یابد.

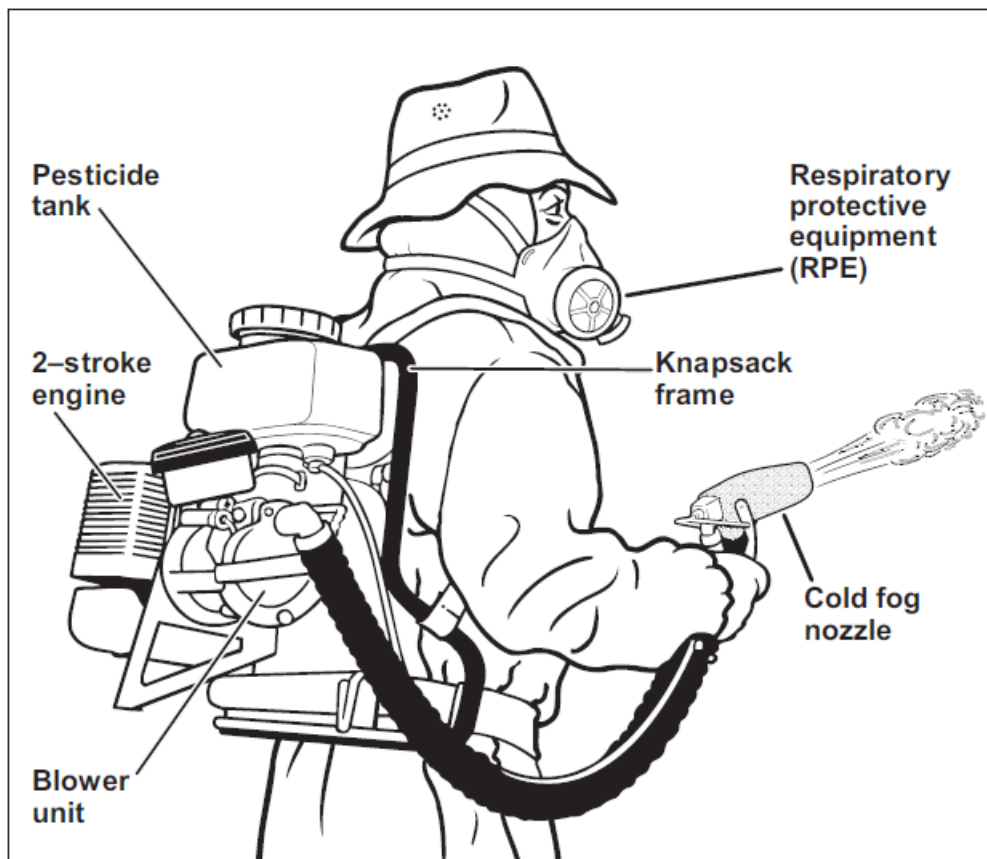


Figure 2. A knapsack cold fogger

شکل ۲- مه پاش سردکوله پشتی

این دستگاه ها کوچک هستند و وزن آن ها ۶-۱۱ کیلوگرم است. علاوه بر واحدهای حمل دستی، واحدهای مه پاش سرد کوله پشتی (شکل ۲)، و همچنین چندین مدل با موتور الکتریکی نیز موجود است. میزان جریان (خروجی) آن بین ۴-۱ لیتر در ساعت متغیر است. یک شیر (دریچه) اندازه گیری یا ترجیحاً یک روزنه (خروجی) ثابت یا قابل تغییر، میزان جریان (خروجی) را کنترل می کند. این دستگاه ها برای فضای داخلی و برای مناطق کوچک در خارج از منزل که دسترسی وسایل نقلیه محدود است ایده آل هستند.

۳-۲-۲- مه پاش های سرد سوار شده بر خودرو

یک موتور بنزینی چهار زمانه ۲۰-۵ اسب بخار برای به حرکت درآوردن یک دمنده هوا با حجم بالا استفاده می شود و دمنده، هوا را با سرعت تقریبی ۶ متر مکعب در دقیقه با فشار پایین (۵۰ کیلو پاسکال) به یک یا چند نازل می فرستد (شکل ۳). زاویه پخش مه سرد از این نازل ها قابل تنظیم است. ظرف آفت کش

ممکن است تحت فشار قرار گیرد تا فرمولاسیون حشره کش را به نازل هدایت نماید، یا ممکن است از پمپ های جابجایی مثبت استفاده شود.

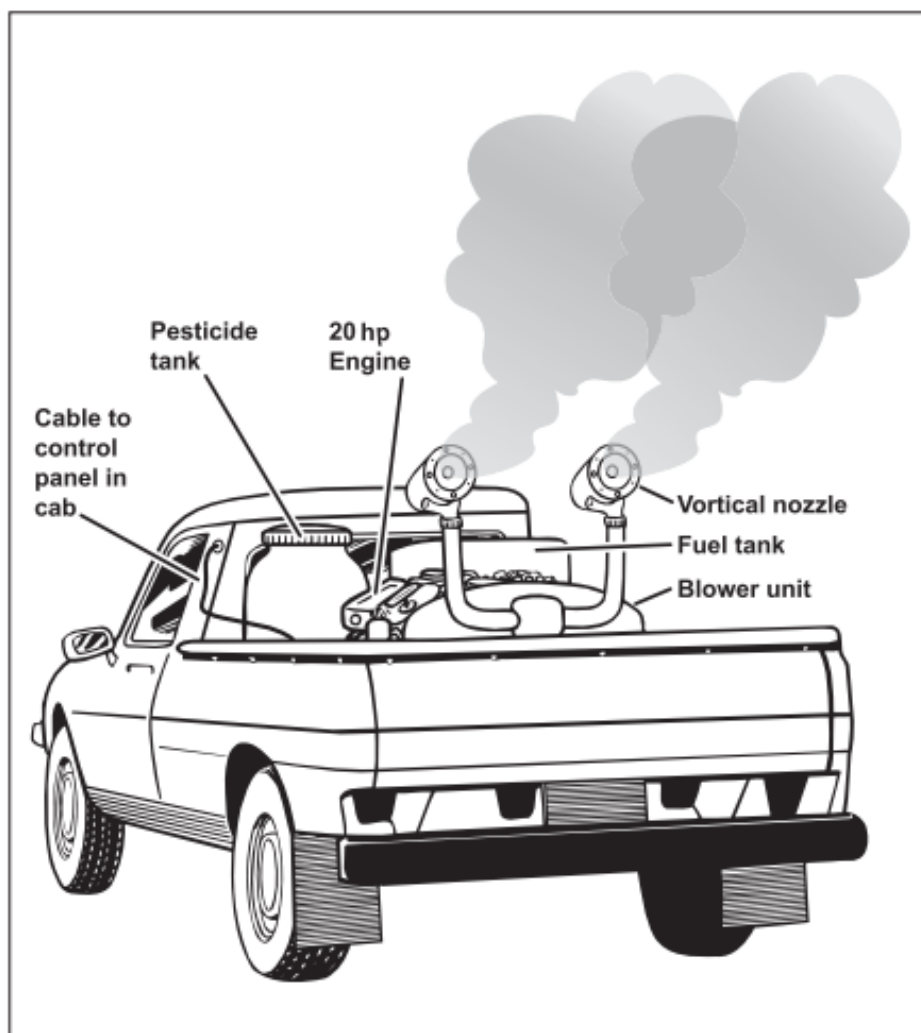


Figure 3. A vehicle-mounted cold fogger

شکل ۳ - مه پاش های سرد سوار شده بر خودرو

زمانی که از پمپ های جابجایی مثبت استفاده می شود، می توان آنها را به صورت الکتریکی به خودرو متصل کرد تا خروجی را به عنوان تابعی از سرعت خودرو تغییر دهد. ویژگی که سمپاشی با توقف خودرو متوقف می شود.

بجای یک دستگاه دمنده هوا از یک دستگاه کمپرسور هوا که دارای منبع هوا با فشار زیاد و حجم کم است استفاده می شود. در این دستگاه ها، از نازل های صنعتی استاندارد "تفنگ رنگ" گرفته تا نازل های

اختصاصی که تا میزان مناسب خروجی ۰/۵ لیتر در دقیقه پودر تولید می کنند، استفاده شده است. در نوع دیگری از یک نازل دوار همراه با یک موتور الکتریکی استفاده می شود که با سرعت بسیار بالایی کار می کند.

۳-۲-۳- کاربرد مه سرد در هواپیما

از هواپیماهای بال ثابت و هلیکوپتر هر دو برای مه سرد استفاده شده است. در هواپیماهای بال ثابت برای ایجاد مه مناسب، از نازل های معمولی کم حجم (مانند بادبزن تخته) با فشارهای متوسط یا زیاد استفاده شده است. با این وجود، طیف قطرات به طور کلی ضعیف است، بنابراین استفاده از اتومایزر چرخشی یا سیستم های پر فشار اولویت دارد.

یک اتومایزر چرخشی (شکل ۴) دارای یک توری سیمی فلزی استوانه ای است که توسط یک موتور الکتریکی یا توسط پره هایی که با سرعت پیشروی هواپیما می چرخد، با سرعت زیاد به حرکت در می آید. شیب (Pitch) پرها قابل تنظیم است تا بتوان سرعت چرخش اتومایزر را نسبت به سرعت هواپیما تنظیم کرد. در کنار نیروی گریز از مرکز که قطرات را به وجود می آورد، عبور هوا مایع را به قطرات کوچک تر می شکند.

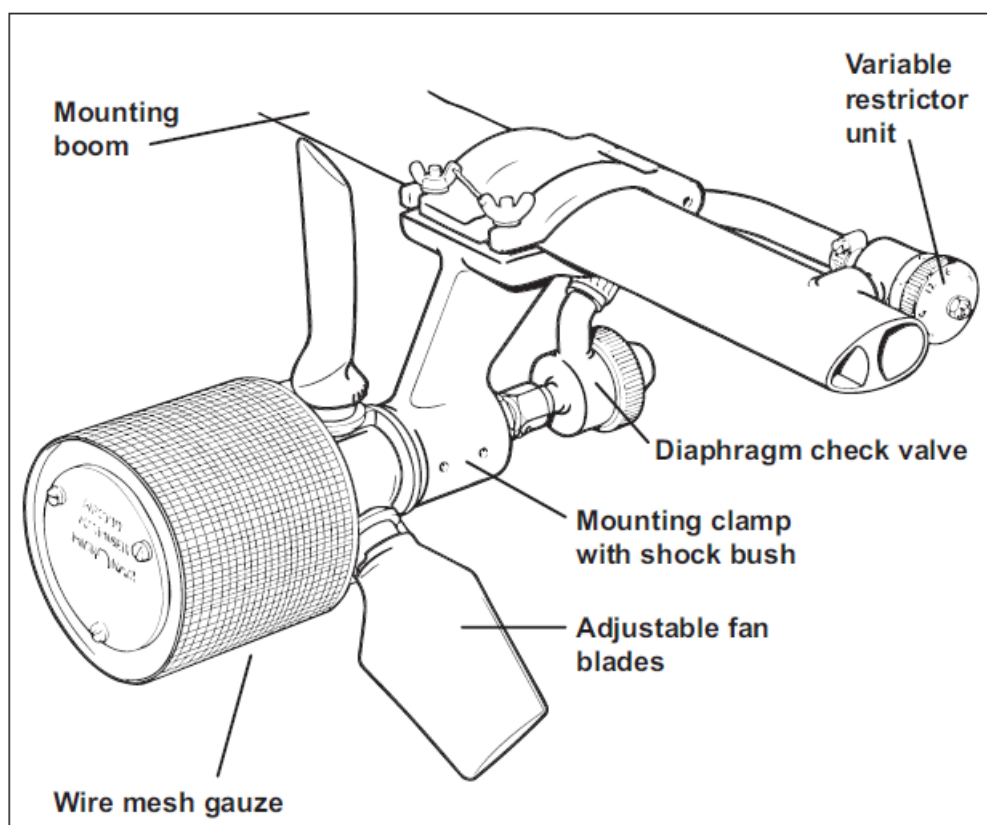


Figure 4. A rotary atomizer for aircraft application of cold fogs

شکل ۴- اتومایزر چرخشی (مولد پودر) برای کاربرد مه سرد در هواپیما

۴- محصولات حشره کش برای سمپاشی فضایی

فرمولاسیون سمپاشی فضایی از زمان قدیم بر پایه روغن بوده است. حامل روغنی از تبخیر قطرات کوچک مه جلوگیری می‌کند. برای مه پاشی حرارتی، تنها از محصولات حشره کش با نقطه اشتعال بالا بایستی استفاده شود.

گازوئیل به عنوان یک حامل برای مه پاشی حرارتی استفاده می‌شود، اما دود غلیظ و رسوبات روغنی ایجاد می‌کند که ممکن است منجر به عدم پذیرش مردم شود. به دلایل زیست محیطی، در سال‌های اخیر فرمولاسیون‌های بر پایه آب در دسترس قرار گرفته‌اند. این فرمولاسیون‌ها همچنین ممکن است حاوی موادی باشند که از تبخیر سریع جلوگیری می‌کند. در جدول شماره ۱ حشره کش‌های منتخب مناسب برای سمپاشی فضایی علیه پشه‌ها فهرست شده است. این حشره کش‌ها ممکن است علیه سایر آفات و حشرات ناقل نیز مورد استفاده قرار گیرند، اما دوزهای متفاوتی مورد نیاز می‌باشد.

جدول شماره یک: حشره کش‌های انتخابی مناسب در مه پاش گرمایی یا سرمایی برای کنترل پشه

ترکیبات	مقدار ماده مؤثره (g/ha)
ارگانوفسفرها	
فنیترو تینون	۲۵۰-۳۰۰
مالاتیون	۶۰۰-۱۱۲
پیریمیفوس - متیل	۲۵۰
پیرتروئیدها	
سیفلوترین	۱-۶
دلتامترین	۰/۵- ۱
لامبدا- سیهالوترین	۱/۰
پرمترین	۵-۱۰
رزمترین	۲-۴

فرمولاسیون ها برای سمپاشی فضایی عبارتند از:

کنسانتره مه داغ (HN): یک فرمولاسیون مناسب برای استفاده توسط تجهیزات مه پاشی حرارتی، مستقیم یا پس از رقیق سازی.

مایع بسیار کم حجم (UL): یک مایع همگن آماده برای استفاده از طریق تجهیزات ULV که به طور ویژه برای قابلیت تبخیر کم فرموله شده است.

امولسیون، روغن در آب (EW): یک فرمولاسیون مایع ناهمگن متشکل از محلول حشره کش در یک مایع آلی که به صورت قطره‌های ریز در یک فاز آب پیوسته پراکنده شده است.

کنسانتره امولسیون شونده (EC): یک فرمولاسیون مایع همگن به عنوان امولسیون پس از رقیق شدن در آب یا روغن استفاده می شود.

فرمولاسیون هایی مانند پودرهای قابل حل در آب (WP)، کنسانتره های سوسپانسیون (SC) و گرانول های قابل پخش در آب (WG) برای سمپاشی فضایی مناسب نیستند.

یک فرمول مناسب باید انتخاب شود و دستورالعمل برچسب، به دقت برای همه برنامه‌ها دنبال شود. مشخصات WHO برای آفت کش‌ها، برای کنترل کیفیت و تجارت بین‌المللی، از طریق سایت <http://www.who.int/ctd/whopes> در دسترس است.

۵- ملاحظات کلی در سمپاشی فضایی

۵-۱ اندازه بهینه قطرات

سمپاشی فضایی تنها زمانی موثر هستند که قطرات در هوا باقی بمانند. قطرات حشره کش بر اثر جاذبه سقوط کرده و برخی بر روی سطوح رسوب می کنند، اما بیشتر آنها در هوا (به خصوص در مه پاشی بیرون اماکن) از بین می روند.

سرعت سقوط قطرات به جرم قطره بستگی دارد، به عنوان مثال در هوای ساکن، قطره ای به قطر ۲۰ میکرو متر و شتاب ۰/۰۱۲ دقیقه در ثانیه؛ ۱۴ دقیقه زمان لازم است تا ۱۰ متر سقوط کند. در حالی که قطره ای با قطر ۱۰۰ میکرو متر و شتاب ۰/۲۷۹ دقیقه در ثانیه، تنها ۳۶ ثانیه طول می کشد تا در ۱۰ متر سقوط کند (جدول ۲).

قطرات مه با قطر بزرگتر از ۳۰ میکرو متر برای مدت زمان کافی معلق در هوا باقی نمی ماند، از این رو تاثیر کمتری دارند. همچنین قطرات مه کوچکتر از ۵ میکرو متر به آسانی با حشرات در حال پرواز در برخورد نمی کنند، زیرا حرکت کوچکترین قطرات، تحت تأثیر تلاطم هوای ایجاد شده در اثر پرواز حشره قرار می گیرند. اندازه مناسب قطرات مه تولید شده ۳۰-۱۰ میکرو متر می باشد تا پس از مقداری تبخیر و گذشت زمان، برای تماس با حشرات در هوا معلق باقی بمانند.

جدول شماره ۲- تراکم و سرعت پایین آمدن قطرات مه هنگام کاربرد به میزان یک لیتر در هکتار (یک مدل تئوری)

تراکم قطرات no./cm ³ (	زمان پایین آمدن (در ۱۰ متر)	اندازه قطرات (میکرو متر)
۱۹۱۲۰	۹۳/۷ ساعت	۱
۱۵۲	۳/۷ ساعت	۵
۱۹/۲	۵۶ دقیقه	۱۰
۲/۳۸	۱۴ دقیقه	۲۰
۰/۱۵	۱۳۵ ثانیه	۵۰
۰/۰۱۹۲	۳۶ ثانیه	۱۰۰

در آب و هوای خشک، تبخیر رقیق کننده به خصوص اگر آفت کش در یک حامل فرار (مثلاً آب) رقیق شود، باعث کوچک شدن اندازه قطرات می شود. بنابراین قطرات کمی بزرگ تر مناسب هستند.

در حجم معینی از مخلوط حشره کش، هر چه اندازه قطرات کوچک تر باشد تعداد قطرات بیشتر است. اگر یک میلی لیتر مخلوط سم بصورت قطرات با قطر ۲۰ میکرو متر (هر قطره حاوی ۴/۲ پیکولیترا) پراکنده شود ۲۳۹ میلیون قطره تولید می شود، در حالی که اگر همین حجم بصورت قطرات با قطر ۱۰۰ میکرو متر پراکنده شود (۵۳۴ پیکولیترا)، ۱/۹۱ میلیون قطره تولید می شود. تعداد زیاد قطرات شانس تماس با حشره در حال پرواز را افزایش می دهد زیرا تراکم قطرات در واحد حجم هوا بسیار بیشتر خواهد بود (جدول ۲ را ببینید).

اندازه بهینه قطرات برای سمپاشی فضایی در مبارزه با پشه ۱۰ تا ۲۰ میکرو متر است، برای مگس های بزرگ تر، به عنوان مثال مگس تسه تسه، اندازه بهینه ۳۰ میکرو متر می باشد.

۵-۲ متغیرهای اندازه قطرات

چندین متغیر (شکل ۵) برای مشخص کردن اندازه قطرات مورد استفاده قرار می گیرد که به نوبه خود تحت تأثیر طرح نازل و معیارهای عملکرد، به ویژه میزان خروجی محلول است.

قطر میانه حجمی (VMD) Volume median diameter

قطر میانه حجمی یا به عبارتی میانه قطر از نظر حجم (VMD) که بر حسب میکرو متر بیان می شود، عددی است که قطرات حشره کش (مه) را از نظر حجم به دو قسمت مساوی تقسیم می کند، نیمی از آن حاوی قطرات کوچک تر از VMD و نیم دیگر حاوی قطرات بزرگ تر است. یعنی حجم قطرات حشره کش با قطر کمتر از VMD برابر با حجم قطرات با قطر بیشتر از VMD است. تعداد کمی از این قطرات بزرگ می تواند به طور قابل توجهی VMD را تغییر دهد. حجم VMD طیف اندازه قطرات را نشان نمی دهد.

قطر میانه عددی (NMD) Number median diameter

قطر میانه عددی یا به عبارتی میانه قطر از نظر تعداد (NMD) عددی است که قطرات حشره کش را از نظر تعداد به دو قسمت مساوی از نظر تعداد قطرات تقسیم می‌کند، به طوری که تعداد قطرات زیر NMD برابر با تعداد قطرات بالای آن است. اندازه گیری NMD دشوارتر است و ممکن است نتایج حاصل از تکنیک-های مختلف اندازه گیری نمونه متفاوت باشد.

شاخص SPAN

شاخص پوشش/ بازه حاصل تفریق ۱۰ درصد مقدار حجمی (V10) از قطر مقدار ۹۰ درصد (V90)، تقسیم بر قطر میانه حجمی (VMD) محاسبه می‌شود.

فرمول شاخص SPAN به این صورت است: $SPAN = (V90 - V10) / VMD$

مقدار شاخص SPAN نشان دهنده دامنه توزیع اندازه قطرات بوده و در وضعیت ایده‌آل کمتر از ۲ است. این شاخص یکنواختی توزیع اندازه قطرات را نشان می‌دهد.

اگر چه VMD، NMD و SPAN کیفیت مه را نشان می‌دهند، اما عامل اصلی و تعیین کننده، به حداکثر رساندن تعداد قطرات با اندازه مناسب (۱۰-۳۰ میکرو متر) می باشد.

۳-۵ میزان جریان (خروجی)

اکثر تجهیزاتی که برای انجام سمپاشی‌های فضایی استفاده می‌شوند، طیفی از اندازه‌های قطرات را تولید می‌کنند. VMD به طور کلی با افزایش میزان خروجی افزایش می‌یابد. هرچند، در برخی از دستگاه‌ها می‌توان افزایش میزان خروجی را با افزایش فشار هوا، جبران کرد. بنابراین بررسی طیف قطرات در دبی‌های مختلف ضروری است. جدول شماره ۲ لزوم اطمینان از طیف صحیح اندازه قطرات را نشان می‌دهد زیرا اگر قطرات خیلی بزرگ باشند، تعداد ناکافی و بسیار کمی در هوا معلق باقی می‌مانند.

اگر اندازه قطرات دو برابر شود، تعداد قطرات ۸ برابر کاهش می‌یابد. این حالت می‌تواند به طور جدی اثربخشی را کاهش دهد، زیرا تعداد قطرات بسیار کم و به مدت ناکافی در هوا باقی خواهد ماند. بنابراین برای

حفظ کارایی، تناسب بین اندازه قطرات و تعداد قطرات (که توسط میزان جریان یا خروجی کنترل می‌شود) لازم است.

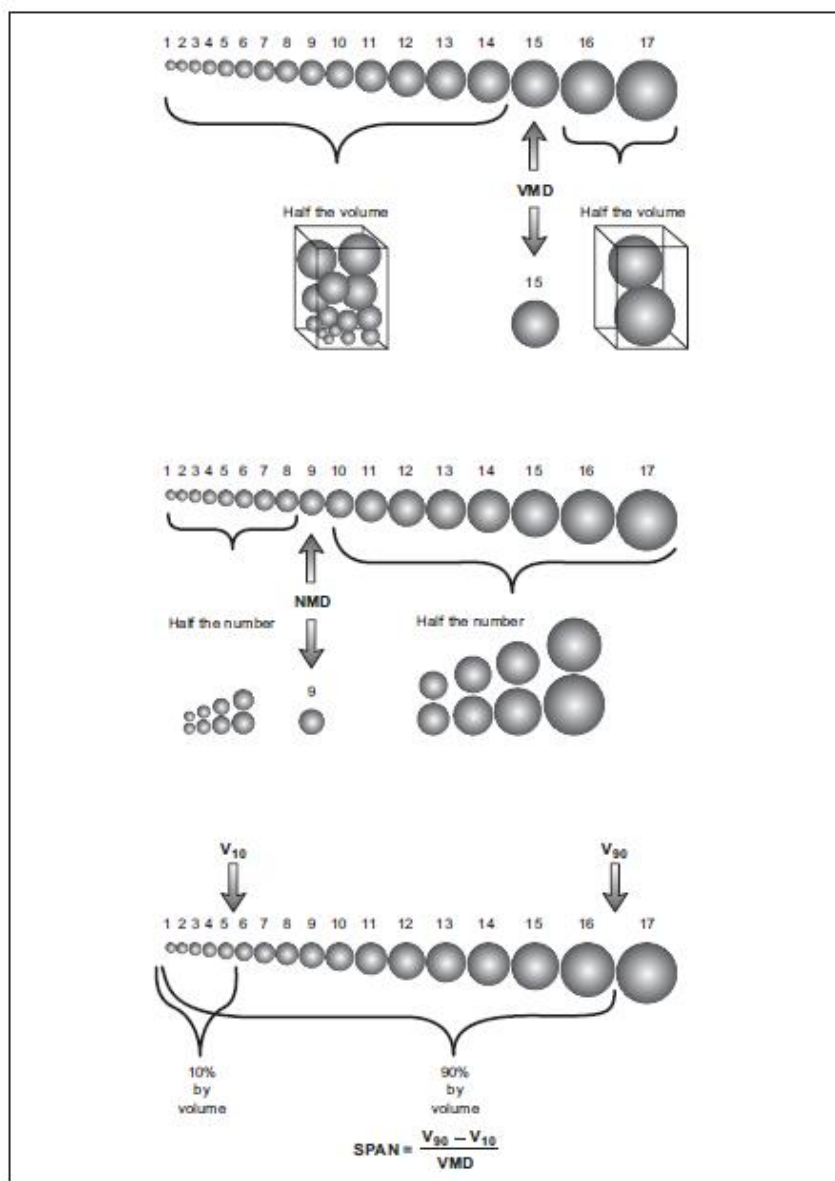


Figure 5. Droplet size parameters; volume mean diameter (VMD), number median diameter (NMD) and span (the diagram of VMD and NMD was originally by Hans Dobson, University of Greenwich)

شکل ۵- متغیرهای اندازه قطرات؛ حجم میانگین قطر (VMD)، عدد میانه قطر (NMD) و ظرفیت (نمودار

VMD و NMD توسط هانس دابسون، دانشگاه گرینویچ تهیه شده است)

۵-۴ غلظت حشره کش

اگرچه، غلظت حشره کش و میزان مصرف می‌تواند تنظیم شود، اما مقدار مورد نظر ماده موثره در واحد سطح، بایستی در محدوده توصیه شده توسط تولیدکنندگان باشد. هر گونه رقیق شدن فرمولاسیون باید با افزایش حجم حشره کش در واحد سطح جبران شود (این را می‌توان با افزایش میزان جریان (خروجی) دستگاه، کاهش سرعتی که دستگاه بر روی زمین یا در هوا حرکت می‌کند، یا کاهش عرض باند مه پاشی به دست آورد).

برای اینکه یک حشره در حال پرواز کشته شود، باید دوز کشنده حشره کش را در تماس با قطره دریافت کند. هرچه غلظت ماده موثره کمتر باشد، تعداد قطرات بیشتری برای رسیدن به دوز کشنده لازم است.

هدف از سمپاشی با حجم بسیار کم (ULV)، به حداقل رساندن حجم کل حشره کش رقیق شده است (معمولاً کمتر از دو لیتر در هکتار).

۵-۵ سرعت باد

سرعت باد تأثیر بسزایی بر پخش قطرات مه و برخورد با حشرات دارد. در بیشتر مواقع، برای جابجایی قطرات مه در جهت حرکت باد، به سرعت باد ۴-۱ متر در ثانیه (تقریباً ۱۵-۳/۶ کیلومتر در ساعت) نیاز است. زمانی که سرعت باد بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت باشد، سمپاشی نباید انجام شود. سرعت باد را می‌توان با استفاده از بادسنج دستی اندازه‌گیری کرد.

نوع زمین و پوشش گیاهی بر حرکت هوا و در نتیجه پخش/انتشار قطرات تأثیر می‌گذارد. در زمین‌های باز با پوشش گیاهی نسبتاً کم، مه‌پاشی موثرتر بوده و منطقه وسیع‌تری را نسبت به مناطق شهری که ساختمان‌ها مانع جریان هوا می‌شود پوشش می‌دهد.

نفوذ قطرات به داخل خانه‌ها بستگی به طراحی خانه و اینکه پنجره‌ها، درها و ورودی‌ها باز هستند دارد. در محیط‌های شهری، طرح جاده، مسیر را تعیین می‌کند. با این وجود، این ممکن است با عرض (پهنای)

نوار مه پاشی موثر مطابقت نداشته باشد. ممکن است برای جبران کاهش نفوذ قطرات به مناطق دارای پوشش گیاهی، افزایش میزان حجم مصرفی حشره کش (در واحد سطح) مورد نیاز باشد. برای اهداف عملی، اکثر تولیدکنندگان یک باند ۵۰ متری را به عنوان مبنایی برای محاسبه میزان استفاده توصیه شده در نظر می گیرند.

۵-۶ جهت باد

در صورت استفاده از دستگاه مه پاش سوار شده بر خودرو و انجام سمپاشی هوایی، برای تعیین مسیر حرکت بایستی جهت باد را در نظر گرفت تا توزیع حشره کش در سراسر منطقه مورد نظر به حداکثر برسد. شکل ۶ مسیر اجرای سمپاشی را با توجه به جهت باد نشان می دهد.

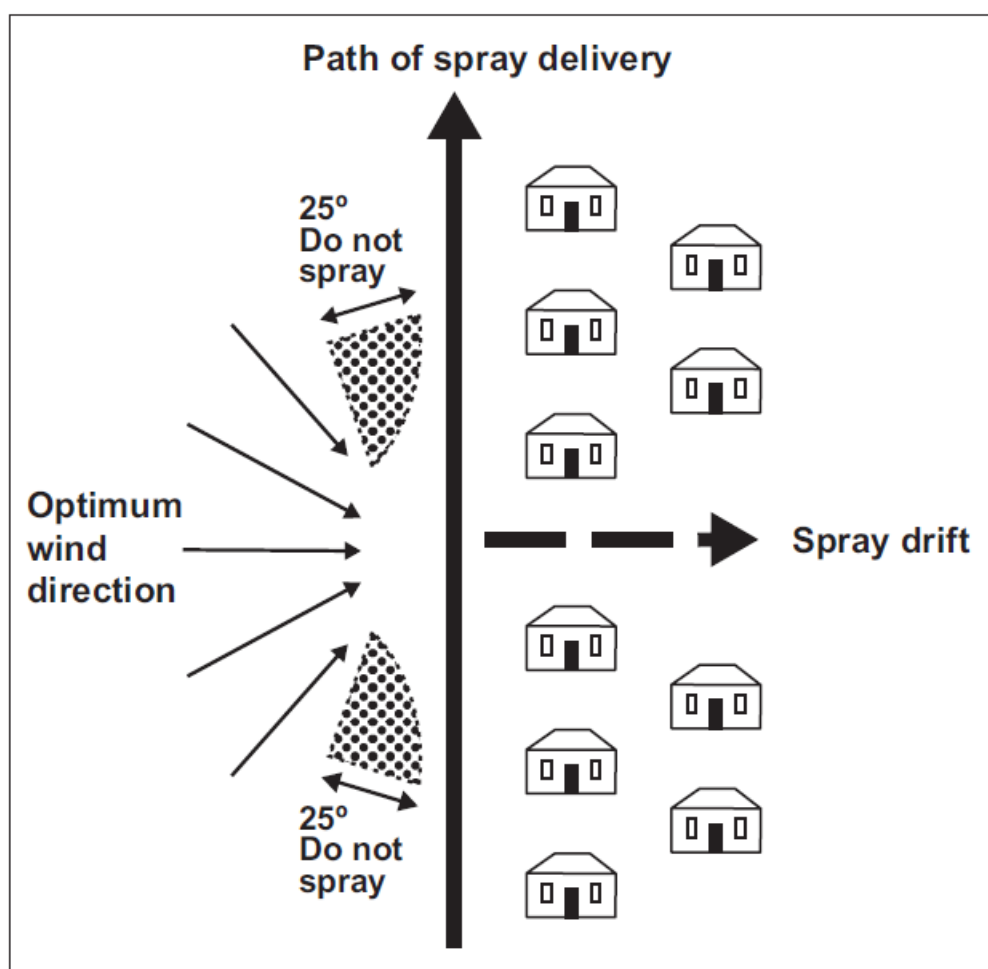


Figure 6. Spray application route relative to wind direction

شکل شماره ۶- مسیر انجام مه پاشی نسبت به جهت باد

۵-۷ اثرات دما

در نور مستقیم خورشید زمین گرم شده و باعث جابجایی هوا به سمت بالا می‌شود. در اواسط روز، سمپاشی فضای بیرون تا حد زیادی هدر می‌رود زیرا قطرات مه به جای اینکه به صورت افقی حرکت کنند، تمایل به حرکت به سمت بالا دارند. در شرایط ایده‌آل به وارونگی نیاز است یعنی هوای سردتر، به زمین نزدیک‌تر باشد. این معمولاً در اوایل صبح بدنبال کاهش دمای زمین در طول شب اتفاق می‌افتد، اما می‌تواند در هنگام غروب، زمانی که خورشید غروب کرده و دمای زمین شروع سرد شدن می‌کند نیز رخ دهد. تحت یک وارونگی، قطرات مه به سوی نزدیک زمین خواهند رفت. مشخصات هوای ایده‌آل برای سمپاشی فضایی زمینی و هوایی، می‌تواند از دود برخاسته از دودکش‌ها یا آتش سوزی مشاهده شود، یا با استفاده از مولدهای دود قابل بررسی باشد (شکل ۷).

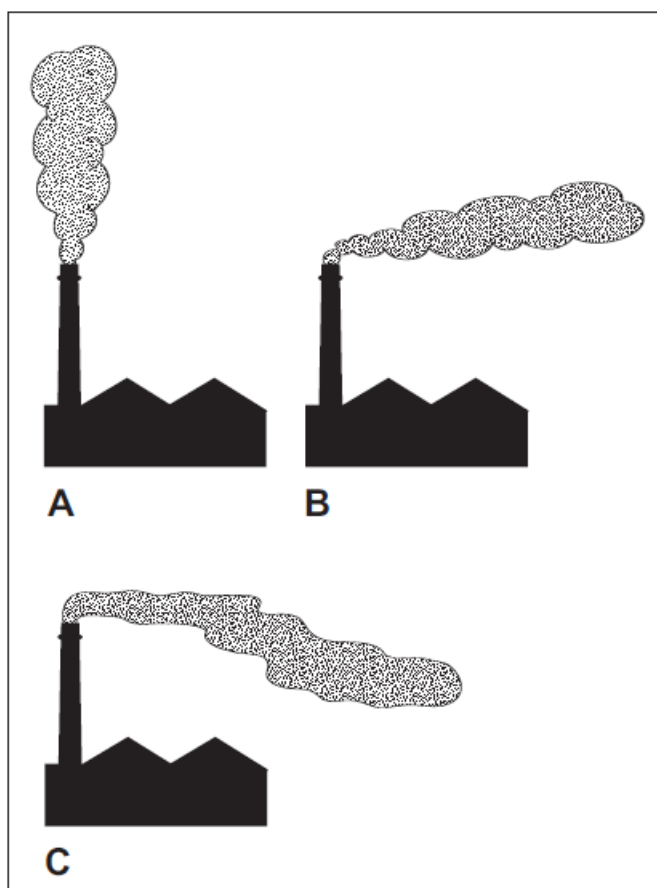


Figure 7.
Air movement
as indicated
by smoking chimneys:
(A) still;
(B) in wind;
(C) under inversion.

شکل ۷ - جریان هوا از طریق لوله دودکش نشان داده شده است.
A- سکون B- در معرض باد C- در وضعیت وارونگی

۵-۸ زمان عملیات

اطلاعات محلی از زمان(های) اوج فعالیت پرواز گونه‌های هدف برای اطمینان از اینکه برنامه ریزی‌های عملیات فضایی تا آنجا که ممکن است با این زمان‌ها مطابقت داشته باشند، بسیار مهم است (شکل ۸). خوشبختانه، اوج فعالیت پروازی بسیاری از ناقلین حوالی غروب و/یا سپیده دم است، زمانی که شرایط آب و هوایی اغلب برای عملیات فضایی مساعد است. با این حال، برخی از حشرات، به ویژه مگس‌های خانگی و گونه‌های مشابه، در طول روز و قبل از غروب آفتاب فعال‌تر هستند. *Aedes albopictus* و *Aedes aegypti*، پشه‌های ناقل تب‌دنگی، در طول روز فعال بوده و اوج فعالیت پروازشان هنگام صبح و بعد از ظهر است. مقابله با این گونه‌ها در خارج اماکن، معمولاً بوسیله سمپاشی در اوایل صبح یا اواخر بعد از ظهر انجام می‌شود. اگر سمپاشی در فضاهای داخلی انجام شود، زمان اهمیت کمتری دارد. هنگامی که سایر پشه‌ها در طول روز فعال هستند و شرایط برای سمپاشی به دلیل دماهای بالا ایده آل نیست، عملیات معمولاً در صبح قبل از افزایش دما انجام می‌شود.

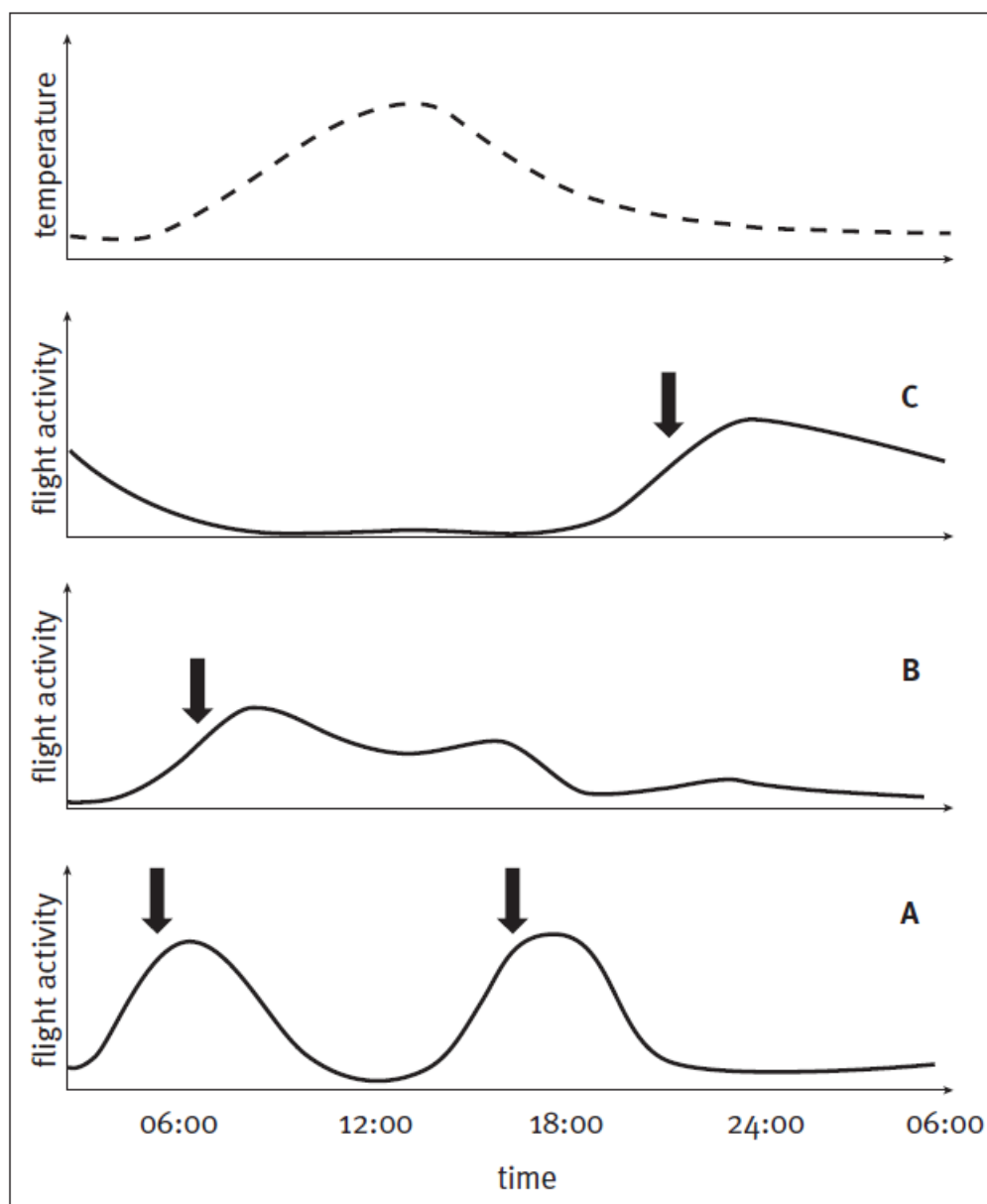


Figure 8. Illustrative examples of optimal space spray application time relative to flight activity of target species (A, crepuscular; B, diurnal; C, nocturnal) and temperature

شکل ۸: مثالهایی از کاربرد زمان سم پاشی هوایی متناسب با فعالیت پرواز گونه های مورد نظر (A- گرگ و میش B- روزانه و C- شبانه) و دمای هوا.

۶-۱-۱ فعالیت های قبل از سمپاشی

قبل از شروع هر گونه عملیات سمپاشی فضایی، ضروری است که مشکل، گونه های آفت درگیر و رفتار آنها را به وضوح تعریف کنید و خصوصیات منطقه مورد نظر جهت عملیات را مشخص کنید. این امر امکان برنامه ریزی مناسب را فراهم کرده و اطمینان می دهد که تمام تجهیزات و منابع مورد نیاز برای عملیات به موقع و کارآمد در دسترس هستند.

۶-۱-۱-۱ برنامه ریزی و نیازسنجی

هنگام برنامه ریزی یک عملیات سمپاشی فضایی، باید محل و میزان مشکل آفت یا بیماری منتقله به وسیله ناقلین و وضعیت اپیدمیولوژیک آن شناسایی شود. همچنین گونه آفت یا ناقل و مکان های رشد و نمو آن نیز باید شناسایی شود. این مکان ها در توصیف منطقه جغرافیایی که برای عملیات سمپاشی هدف قرار می گیرد کمک خواهد کرد. رفتار پرواز و زمان اوج فعالیت پرواز گونه های هدف باید برای بهینه سازی اثربخشی عملیات از طریق زمان بندی مناسب سمپاشی مشخص شود.

منطقه برای عملیات فضایی باید به خوبی شناسایی و مشخص شده باشد، از جمله تراکم جمعیت انسانی، نوع مسکن/ ساختمان، نقشه جاده، پوشش گیاهی و قابلیت دسترسی. این عوامل به تعیین مناسب ترین روش (های) کاربرد سمپاشی فضایی و انتخاب تجهیزات کمک می کند. مه پاش های سوار شده بر خودرو فقط در صورتی مناسب هستند که شبکه جاده ای خوبی وجود داشته باشد. مه پاش های دستی، چند کاره و تطبیق پذیرتر بوده و می توانند مکمل مه پاش های سوار شده بر خودرو برای سمپاشی مناطقی که غیر قابل دسترسی هستند و عملیات داخل ساختمان ها باشند، که در این صورت پوشش کنندتر است. سمپاشی های هوایی معمولاً به مناطق وسیعی که نیاز به پوشش سریع دارند یا به مناطق بزرگ با دسترسی ضعیف به زمین محدود می شوند.

وجود نقشه های تفصیلی برای برنامه ریزی عملیات بسیار مهم است. در همین رابطه تهیه نقشه های مناسب منطقه توسعه سیستم های اطلاعات جغرافیایی توصیه می شود. کل مساحت به هکتار باید محاسبه شود و سپس مسیرهای سمپاشی تعیین شود. فواصل مسیر و سرعت وسیله نقلیه یا سرعت راه رفتن محاسبه شود تا بتوان دوز صحیح را برای میزان خروجی دستگاه اعمال کرد.

هنگام انتخاب یک محصول حشره کش، باید به حساسیت ناقل به ترکیب حشره کش و مناسب بودن محصول برای تجهیزات مورد استفاده توجه شود. کیت های تست استاندارد WHO و روش های تعیین حساسیت (جزئیات از طریق کنترل، پیشگیری و ریشه کنی بیماری های واگیر سازمان جهانی بهداشت، ۱۲۱۱ ژنو ۲۷، سوئیس در دسترس است) استفاده شده و نتایج اثربخشی عملیات مه پاشی باید مشخص گردد. لازم به ذکر است که حشره کش هایی برای سمپاشی فضایی تولید شده که حاوی سینرژيست (مواد هم افزا) برای خنثی کردن اثرات مکانیسم های خاص مقاومت به حشره کش ها هستند.

حشره کش های انتخابی برای سمپاشی فضایی در جدول ۱ لیست شده اند. هزینه های مصرف نهایی در هکتار برای دوز توصیه شده نیز باید هنگام تصمیم گیری در مورد خرید حشره کش محاسبه و مقایسه شود. این محاسبه شامل هزینه جابجایی و حمل و نقل، همچنین هزینه محلول رقیق کننده/ حامل مورد نیاز خواهد بود. مشخصات اعلام شده WHO برای آفت کش ها (<http://www.who.int/ctd/whopes>) باید برای کنترل کیفی استفاده شود.

در انتخاب تجهیزات کاربردی و محصولات حشره کش برای سمپاشی فضایی، باید خدمات پس از فروش شرکت سازنده نیز مورد توجه قرار گیرد. این موارد شامل آموزش و دفع ظروف حشره کش هم می شود. ارزش این خدمات اضافی در رابطه با هزینه های کلی برنامه مه پاشی اهمیت فزاینده ای دارد.

به منظور تصمیم گیری در مورد تعداد و فواصل زمانی عملیات، هدف از سمپاشی باید به خوبی تعریف شود برای مثال کاهش گونه های مزاحم یا قطع انتقال یک بیماری منتقله از طریق ناقلین. در مورد قطع انتقال یک بیماری، فاصله بین دو عملیات کمتر از دوره نهفتگی پاتوژن در ناقل است.

تعداد و نوع مه پاش ها (به عنوان مثال دستی یا سوار شده بر خودرو)، و تعداد کاربران و پرسنل جانبی بر اساس وسعت و ویژگی های منطقه تحت عملیات، زمان مورد نیاز برای تکمیل هر چرخه سمپاشی و تعداد

دفعات آن تعیین می‌شود. مثال زیر را در نظر بگیرید: ۱۰۰۰ هکتار در روز باید توسط تجهیزات سوار شده بر خودرو سمپاشی شود. عملیات به واسطه شرایط آب و هوایی و فعالیت پروازی گونه‌های مورد نظر به ۲ تا ۳ ساعت در شب محدود می‌شود. با فرض اینکه یک دستگاه بتواند ۶۰ هکتار در ساعت (۱۸۰ هکتار در ۳ ساعت کارکرد) را پوشش دهد، برای تکمیل این کار در یک شب به شش دستگاه نیاز است. به جای آن، سه دستگاه می‌توانند این ناحیه را در دو شب پوشش دهند.

به طور معمول به دو نفر برای هر مه پاش سوار شده بر خودرو نیاز است. یک نفر برای رانندگی و دیگری مسئولیت تجهیزات. کاربران باید در استفاده و نگهداری ایمن از تجهیزات و همچنین در کارکرد و کاربرد ایمن حشره‌کش‌ها به خوبی آموزش دیده باشند. تعداد کافی پرسنل آموزش دیده، شامل سوپروایزرها، بایستی برای پوشش عملیات در صورت غیبت افراد به دلیل بیماری یا سایر شرایط پیش بینی نشده در دسترس باشند. همه پرسنل درگیر در سمپاشی فضایی باید مجهز به وسایل حفاظت فردی از جمله لباس کار و تجهیزات تنفسی و محافظ گوش باشند. مردم باید از قبل در مورد هدف و برنامه عملیاتی و نحوه همکاری شان به خوبی مطلع شوند. برای رفع نگرانی‌های عمومی، اطلاعاتی نیز باید در مورد نکات ایمنی ارائه شود که ممکن است شامل توصیه‌های خاص، به عنوان مثال، به زنبورداران و صاحبان حیوانات خانگی باشد. ممکن است یک "خط تلفن" مشخص شود تا مردم بتوانند اطلاعات بیشتری را کسب کنند. در مناطق شهری، پلیس و ادارات آتش نشانی باید از برنامه زمان‌بندی عملیات مطلع شوند.

۲-۱-۶ کالیبره نمودن مه پاش

هر حشره کش دارای خواص فیزیکی و شیمیایی و اثربخشی بیولوژیکی خاصی است. تولیدکنندگان حشره کش، میزان دوز متفاوتی را برای موقعیت‌های کنترلی خاص و گونه‌های هدف توصیه می‌کنند. بنابراین برای حصول اطمینان از سلامت کارکرد دستگاه بخصوص در رابطه با تولید مقدار صحیح حشره کش، هر دستگاه باید کالیبره شود.

میزان خروجی دستگاه (حجم تحویلی در واحد زمان) به سرعت وسیله نقلیه (یا سرعت راه رفتن یا زمان عملیات در هر خانه/ اتاق با مه پاش دستی)، پهنای نوار موثر عملیات (متر) و مقدار ماده مورد نیاز شیمیایی طبق توصیه سازنده بستگی دارد (لیتر در هکتار، از جمله هر گونه ماده رقیق کننده).

مه پاشی در فضای باز

برای محاسبه میزان خروجی مه پاش های سوار شده بر خودرو، سرعت خودرو و پهنای خیابان (به عنوان عرض واقعی باند عملیات) ، مورد نیاز است. بنابراین عرض ۵۰ متر مسیر و سرعت وسیله نقلیه ۱۲ کیلومتر در ساعت، ۱۲۰۰۰×۵۰ متر در ساعت، امکان پوشش ۶۰۰۰۰۰ متر مربع در ساعت، معادل ۱۰۰۰۰ متر مربع (۱ هکتار) در دقیقه را فراهم می کند. در این مثال، اگر برچسب حشره کش میزان کاربرد ۰/۵ لیتر فرمولاسیون UL در هکتار را توصیه می کند، میزان جریان باید به گونه ای تنظیم شود که ۰/۵ لیتر در دقیقه ارائه شود. اکثر ماشین های ULV را می توان به راحتی تنظیم کرد تا به میزان جریان خروجی مورد نیاز دست یابد، اما مه پاش های حرارتی ممکن است نیاز به تنظیم دوز محدودکننده داشته باشند.

هنگام استفاده از تجهیزات قابل حمل، با سرعت پیاده روی ۶۰ متر در دقیقه و با پهنای باند سمپاشی ۱۰ متر، می توان ۶۰۰ متر مربع را در یک دقیقه (۰/۰۶ هکتار در دقیقه) سمپاشی کرد. بنابراین برای میزان مصرف ۰/۵ لیتر در هکتار، میزان جریان (خروجی) باید ۳۰ میلی لیتر در دقیقه (۵۰۰ میلی لیتر در ۰/۰۶) باشد.

مه پاشی در مکان های داخلی

کالیبراسیون تجهیزات برای مه پاشی داخل اماکن معمولاً بر اساس دوز در هر خانه یا اتاق است. بنابراین لازم است زمان مورد نیاز برای سمپاشی یک خانه یا اتاق محاسبه شود. با خروجی ۲۰ میلی لیتر حشره کش در دقیقه و مساحت خانه ۰/۰۴ هکتار (۴۰۰ متر مربع)، میزان پوشش هدف ۰/۵ لیتر در هکتار ($۵۰۰ \times ۰/۰۴$) زمان مورد نیاز یک دقیقه محاسبه می شود. محاسبات مشابهی در هنگام عملیات در موقعیت های دیگر، مانند مناطق انباشت پسماندها برای کنترل حشرات در حال پرواز، مورد نیاز است.

اندازه گیری میزان خروجی

روش اندازه گیری میزان خروجی تجهیزات سمپاشی فضایی تا حدی به طراحی دستگاه بستگی دارد. هنگامی که یک کنترل خروجی قابل تنظیم وجود دارد، در ابتدا در یک نقطه میانی تنظیم می شود. در غیر این صورت شیر کنترل جریان طبق دستورالعمل سازنده نصب می شود. یک کروномتر و یک استوانه مدرج مورد نیاز است،

اما ابتدا باید دستگاه را به گونه‌ای تنظیم کرد که دور موتور فشار صحیح مخزن حشره کش را فراهم کند. حشره کش تا پر شدن لوله‌های بین مخزن و نازل تخلیه می‌شود. در صورت امکان، لوله تخلیه از سر اتومایزر جدا و در همان سطح نگه داشته می‌شود. دستگاه روشن شده و مخلوط حشره کش به مدت یک دقیقه جریان می‌یابد.

مایع در استوانه مدرج یا در جام جمع‌آوری می‌شود و سپس به استوانه مدرج منتقل می‌شود. میزان خروجی بر حسب میلی لیتر در دقیقه اندازه‌گیری می‌شود.

میزان خروجی فرمولاسیون‌های چسبناک، به عنوان مثال، مالاتیون تکنیکال، با تغییرات دما به طور قابل توجهی تغییر خواهد کرد. میزان خروجی باید برای هر تغییر دمای ۵ درجه سانتیگراد یا بیشتر تنظیم شود. اگر دستگاهی در دمای مشخص شده حشره کش کالیبره شود، آن دستگاه باید برای عملیات تحت شرایط یکسان یا تقریباً یکسان استفاده شود، در غیر این صورت ممکن است میزان جریان (خروجی) با سرعت کالیبره شده قبلی تفاوت زیادی داشته باشد. برای شرایطی که دما بسیار متفاوت است، به عنوان مثال، از ۲۰ درجه سانتیگراد تا ۳۵ درجه سانتیگراد، نموداری از میزان خروجی در دماهای مختلف باید ترسیم شود. از آنجایی که ممکن است دقیق نباشند، اتکای کامل به فلومترها یا پانل‌های ارائه شده همراه با دستگاه عاقلانه نیست.

کالیبراسیون یک دستگاه باید به صورت دوره‌ای انجام شود، معمولاً پس از ۲۵ ساعت کارکرد، یا در هر زمانی که تعمیر و نگهداری عمده انجام می‌شود، اگر تغییری در حشره کش‌ها انجام شود، کالیبراسیون مجدد مورد نیاز است. در صورت تغییر حشره کش یا شرایط عملیات، نمونه‌ای از قطرات باید اندازه‌گیری شود تا مناسب بودن اندازه قطرات تایید شود.

هنگامی که امکان استفاده از تکنیک کالیبراسیون توضیح داده شده در بالا، یا جمع‌آوری مایع منتشر شده از نازل وجود ندارد، یک روش جایگزین، زمان بندی تخلیه یک حجم مشخص شده است. دو راه برای انجام این کار وجود دارد. اولین مورد این است که یک سطح را روی مخزن علامت بزنید، سپس به مدت یک دقیقه اسپری کنید و حجم مایع مورد نیاز برای پر کردن مخزن را علامت بزنید. مورد دیگر اضافه کردن حجم اندازه‌گیری شده از حشره کش به مخزن خالی و مدت زمان اسپری کردن مایع است.

۶-۱-۳ اندازه قطرات

جمع آوری قطرات روی اسلایدها و بررسی میکروسکوپی بعدی آنها به طور گسترده‌ای برای ارزیابی کیفیت عملیات فضایی مورد استفاده قرار گرفته است (به زیر مراجعه کنید). با این حال، روش‌های جایگزین سریع و دقیق‌تر، از جمله روش‌های مبتنی بر لیزر و آنومتری (بادسنج) با سیم داغ، اکنون در دسترس هستند.

تکنیک های مبتنی بر لیزر

چندین دستگاه از یک منبع نور لیزر برای اندازه گیری طیف قطرات تولید شده توسط نازل‌های مختلف استفاده می‌کنند. اینها شامل تکنیک‌های انکسار نور برای اندازه گیری قطرات نمونه برداری شده در بخشی از پرتو لیزر (نمونه برداری مکانی) است. از سوی دیگر می‌توان از اندازه قطرات عبوری از تقاطع دو پرتو لیزر استفاده کرد (نمونه برداری زمانی). در دستگاه‌های دیگر، یک تصویر دیجیتالی از قطرات گرفته می‌شود و برای اندازه‌گیری طیف حشره کش (مه) آنالیز می‌شود. تولید کنندگان می‌توانند اطلاعات دقیقی در مورد عملکرد تجهیزات خود با میزان خروجی مختلف و انواع مایعات حشره کش ارائه دهند. از آنجایی که این ابزارها گران قیمت و اساساً مبتنی بر آزمایشگاه هستند، برای بررسی چگونگی عملکرد تجهیزات مه پاشی در عملیات میدانی استفاده نمی‌شوند.

بادسنجی با سیم داغ *Hot-wire anemometry*

این یک روش الکترونیکی است که هم سریع و هم راحت است (شکل ۹). در این نوع دستگاه، قطرات از طریق برخورد با یک سیم داغ بسیار ریز که توسط یک پروب در جریان مه وارد شده، اندازه گیری می‌شوند. از آنجایی که سطح نمونه بسیار کوچک است، اصولاً برای استفاده نسبتاً نزدیک به نازلی مناسب است که تعداد بسیار زیادی قطره با سرعت ۵ تا ۱۰ متر بر ثانیه را منتشر می‌نماید.

این ابزار به یک کامپیوتر لپ تاپ متصل بوده و قابل حمل است، بنابراین می‌توان از آن برای بررسی طیف قطرات تولید شده توسط مه سرد استفاده کرد. بین اندازه گیری‌ها، پروب باید به دقت با یک حلال مانند استون

شسته شود. آنومتری سیم داغ برای مه پاش های حرارتی مناسب نیست. اندازه گیری قطرات معمولاً بعد از هر ۵۰ تا ۱۰۰ ساعت کارکرد دستگاه یا پس از یک دوره طولانی عدم استفاده لازم است. سمپاش باید برای مدتی قبل از نمونه برداری کار کند تا ذرات جامد موجود در سیستم قبل از اینکه به نمونه بردار (سمپلر) سیم داغ آسیب بزنند، از بین بروند.

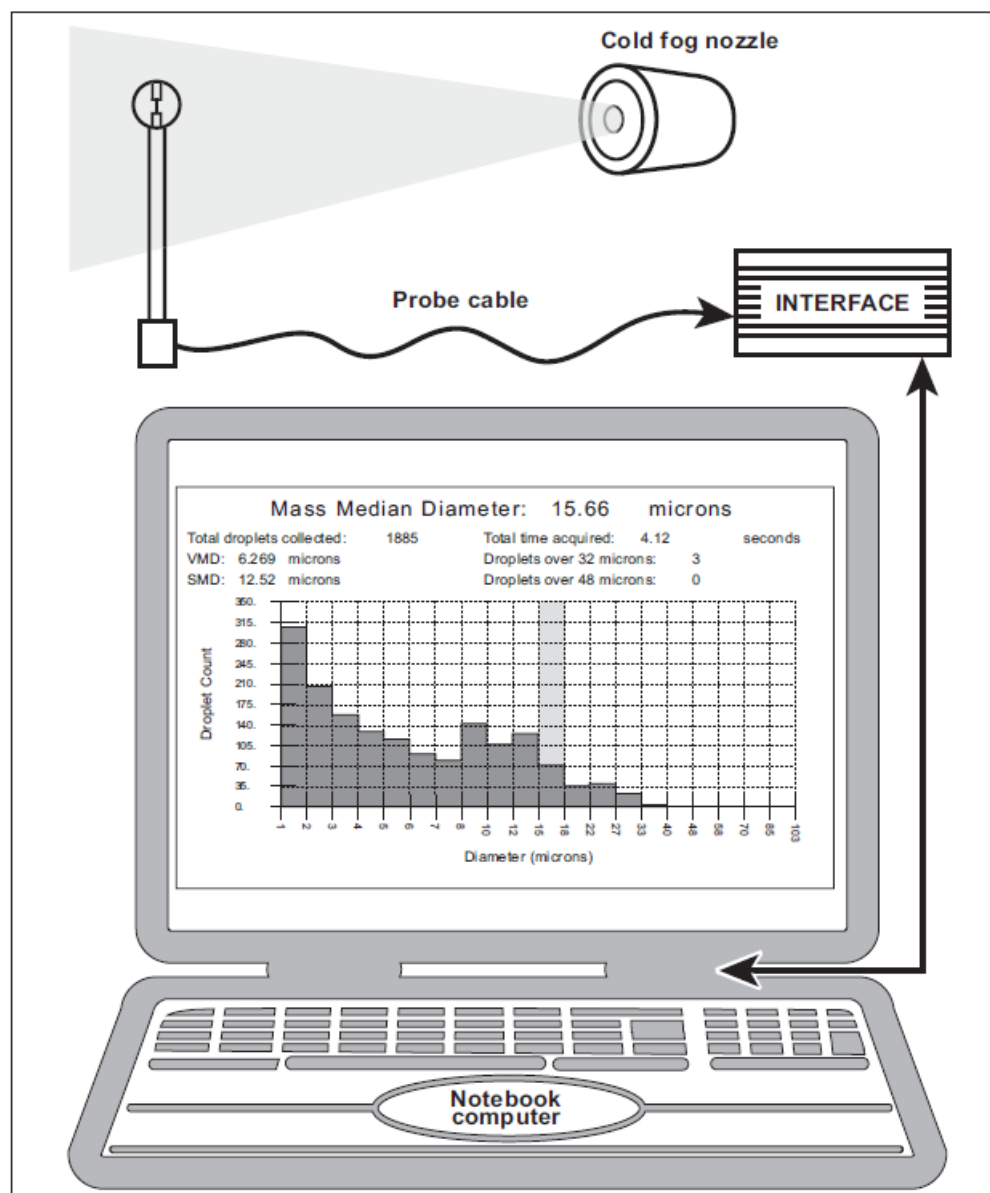


Figure 9. Hotwire anemometer

شکل ۹- آنوموتر سیم داغ

تکنیک موج اسلاید

اگر تجهیزات مدرن در دسترس نباشد، می‌توان با استفاده از اسلایدهای میکروسکوپ شیشه‌ای پوشش داده شده، ارزیابی‌های ساده‌ای با تکنیک موج اسلاید انجام داد. سه نوع پوشش وجود دارد: اکسید منیزیم، سیلیکون و تفلون. اکسید منیزیم برای تمام فرمولاسیون‌ها از جمله حشره کش‌های محلول در آب مناسب است. پوشش‌های دیگر به طور گسترده برای فرمولاسیون حشره کش‌های غیر فرار/ محلول در روغن استفاده شده‌اند. سپس لکه‌های ایجاد شده روی اکسید منیزیم یا قطرات غیر فرار/ روغنی روی لام‌های پوشش‌داده شده زیر میکروسکوپ بررسی می‌شوند و پارامترهای VMD و NMD با در نظر گرفتن هر گونه ضریب پراکنش محاسبه می‌شوند.

اسلایدهای پوشش داده شده با اکسید منیزیم با سوزاندن دو باریکه نوار منیزیم به طول ۱۰ سانتی متر در زیر یک لام شیشه‌ای برای اطمینان از پوشش یکنواخت ناحیه مرکزی آماده می‌شوند. این کار از طریق تماس اسلاید با یک پایه فلزی انجام می‌شود تا از گرم شدن نابرابر و ترک خوردن شیشه جلوگیری شود. در اثر برخورد با اکسید منیزیم، یک قطره مه (۲۰-۲۰۰ میکرو متر) لکه‌هایی را به جا می‌گذارد که ۱/۱۵ برابر بزرگتر از اندازه قطرات واقعی است (قطره در برخورد با اکسید منیزیم کمی پخش می‌شود). محاسبه معکوس ضریب پراکنش برای تبدیل اندازه فرو رفتگی‌ها به اندازه واقعی قطرات استفاده می‌شود. ضریب پراکنش اکسید منیزیم ۰/۸۶ است. با این حال، با قطرات کوچک‌تر حشره کش، ضریب پراکنش برای قطرات ۱۵-۲۰ میکرو متر و ۱۰-۱۵ میکرو متر به ترتیب به ۰/۸ و ۰/۷۵ کاهش می‌یابد. اسلایدهای پوشش داده شده با اکسید منیزیم برای قطرات کوچک‌تر از ۱۰ میکرو متر مناسب نیست، بنابراین نیاز به چرخاندن لام در اسپری مه، برای افزایش اثر ضربه است. افزودن رنگ مشاهده قطرات روی سطح سفید را میسر می‌کند. اسلایدهای با پوشش تفلون را می‌توان مجدداً استفاده کرد، اما باید با یک حلال به عنوان مثال استون، برای حذف هر گونه اثری از نمونه قبلی شسته شوند.

از یک گیره برای اتصال اسلاید به چوبی به طول ۱ متر استفاده می‌شود تا به فرد اجازه دهد هنگام تکان دادن آن در مه، در فاصله ۱ تا ۲ متری از نازل، در یک طرف بایستد.

تکنیک موج اسلاید در نمونه برداری از قطرات کوچک کارآمد نیست. اسلایدها ممکن است بر روی یک دستگاه چرخنده نصب شوند تا سرعت نمونه برداری لام از اسپری مه افزایش یابد و کارایی نمونه برداری بهبود یابد.

معمولاً پنج نمونه جداگانه گرفته می‌شود و حداقل ۲۰۰ قطره زیر میکروسکوپ اندازه گیری می‌شود. یک صفحه شطرنجی مناسب در عدسی چشمی میکروسکپ قرار داده می‌شود و با یک میکرو متر روی صفحه میکروسکپ برای بزرگنمایی مورد استفاده کالیبره می‌شود. قطر فرورفتگی‌های بوجود آمده توسط قطرات روی اسلاید با مقایسه با نشانه‌های کاغذ شطرنجی اندازه گیری می‌شود (شکل ۱۰).

جدول ۳ محاسبات مورد نیاز برای تعیین VMD و NMD قطرات مه را با استفاده از یک لام پوشش داده شده با اکسید منیزیم با ضریب پخش ۱/۱۵ نشان می‌دهد. ΣN و $\Sigma N d m^3$ که به صورت درصد بیان می‌شوند، در برابر اندازه قطرات واقعی، بر روی کاغذ نمودار احتمال لگاریتمی رسم می‌شوند تا این پارامترها به دست آید (که Σ مجموع است، N عدد در کلاس / رتبه اندازه است، dm قطر قطرات است). در این مثال خاص، NMD و VMD به ترتیب حدود ۱۹ و ۲۲ میکرو متر هستند (شکل ۱۱).

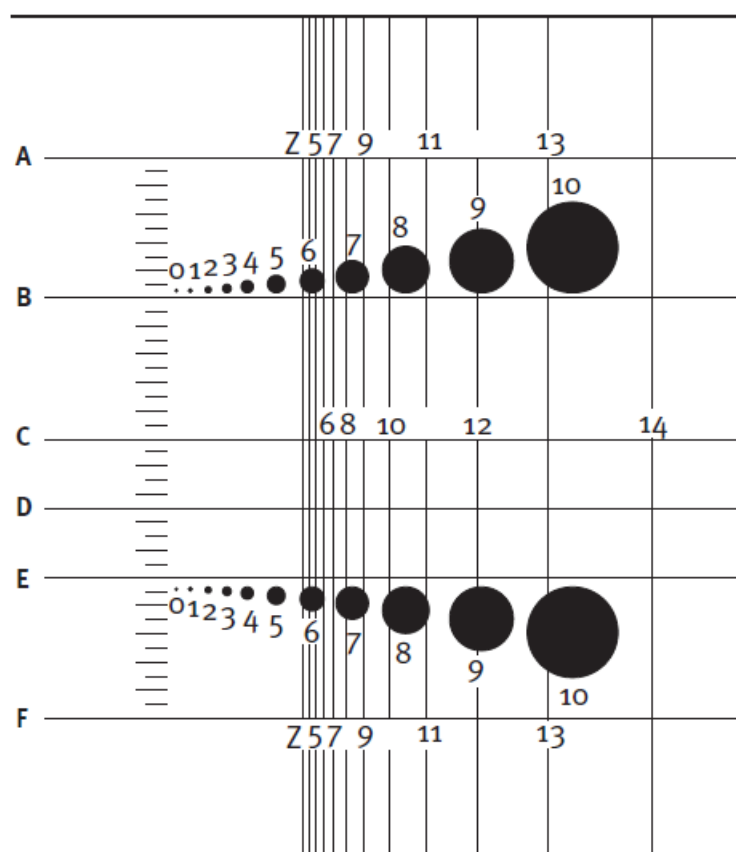


Figure 10. A graticule for measuring droplet size

شکل ۱۰ - یک گراتیکول (صفحه شطرنجی) برای اندازه گیری اندازه قطرات

جدول ۳ - نمونه ای از توزیع اندازه قطرات مه که روی یک لام شیشه ای رسوب کرده اند

شماره گراتیکول	اندازه کلاس بالا (D)	محدودیت اندازه واقعی (d)	اندازه متوسط (dm)	تعداد در کلاس	N (%)	ΣN (%)	dm^3	Ndm^3	Ndm^3 (%)	ΣNdm^3 (%)
۴		۱۲/۸۰								
۵		۱۸	۱۵/۴۰	۳۳	۱۶/۳	۱۶/۳	۳۶۵۲	۱۲۰۵۱۶	۵/۱	۵/۱
۶		۲۵/۶۰	۲۱/۸۰	۱۴۵	۷۱/۸	۸۸/۱	۱۰۳۶۰	۱۵۰۲۲۰۰	۶۳/۰	۶۸/۱
۷		۳۶/۲۵	۳۰/۹۰	۲۳	۱۱/۴	۹۹/۵	۲۹۵۰۴	۶۷۸۵۹۲	۲۸/۵	۹۶/۶
۸		۵۱/۲۵	۴۳/۷۵	۱	۰/۵	۱۰۰	۸۳۷۴۰	۸۳۷۴۰	۳/۵	۱۰۰/۱
۹		۷۲/۵۰	۶۱/۹۰							
۱۰		۱۰۲/۵	۸۷/۵۰							
۱۱		۱۴۵								
۱۲		۲۰۵								
۱۳	۲۵۰	۲۹۰								

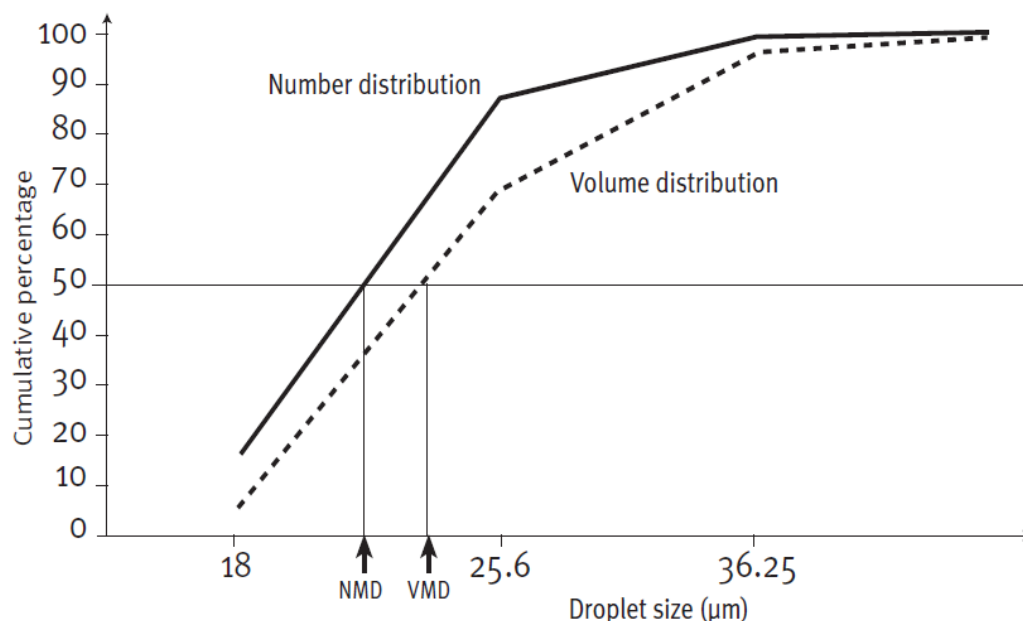


Figure 11. Number and volume distribution of droplets
(data from Table 3)

شکل ۱۱ - توزیع تعداد و حجم قطرات (داده‌های جدول ۳)

در جاهایی که از آب برای رقیق کردن حشره کش استفاده شده است، می‌توان از نوارهای کاغذی حساس به آب برای جمع آوری قطرات مه جهت اندازه گیری استفاده کرد، اما از آنجایی که قطر لکه ها با گذشت زمان ممکن است افزایش یابد، استفاده از آنها فقط نشان دهنده اندازه است و به دقت تکنیک‌های دیگر نیست. آغشته سازی کاغذ حساس به مخلوط آب و اتیل استات لکه ها را پایدارتر می‌کند. ضریب پراکنش با توجه به فرمولاسیون و اندازه قطرات متفاوت است. از کاغذهایی که به روغن‌ها و حلال‌های خاص حساس هستند نیز می‌توان استفاده کرد.

۶-۲ دستورالعمل استفاده

۶-۲-۱ ایمنی کاربران

کلیه افرادی که در سمپاشی فضایی دخالت دارند باید هنگام جابجایی حشره کش، تهیه محلول و پر کردن دستگاه‌های مه پاش از لباس کار، دستکش محافظ و عینک محافظ استفاده کنند (دستگاه رقیق کننده خودکار نیمه بسته برای استفاده با حشره کش رقیق شده با آب موجود است). از آنجایی که اندازه قطرات مه کوچک

و قابل استنشاق است، کاربران تجهیزات باید یک ماسک تنفسی مناسب داشته باشند و فیلتر آن را به طور دوره‌ای طبق دستورالعمل سازنده تعویض کنند. تجهیزات موتوری بسیار پر سر و صدا هستند، بنابراین کاربر باید محافظ گوش نیز استفاده کند. تجهیزات باید دارای محافظ هایی برای جلوگیری از تماس کاربران با سطوح داغ باشد. کاربران باید مطابق مقررات ملی استفاده و کاربرد آفت کش‌ها عمل کرده و موکداً از توصیه‌های سازندگان پیروی کنند.

۶-۲-۲: مه پاشی داخل ساختمان

پرسنلی که این فعالیت را انجام می‌دهند نیاز به آموزش در مورد اقدامات ایمنی دارند. چندین قانون که بایستی بکار گرفته شود:

- تمام برق را از کلید اصلی قطع کنید.
- تمام تجهیزات گرمایشی و پخت و پز، از جمله شعله‌های شمعک را خاموش کرده و قبل از اقدام به مه پاشی اجازه دهید خنک شوند.
- خطر آتش سوزی هنگام کار با محصولات رقیق شده با آب کمتر است.
- تمام ظروف آب و مواد غذایی را بپوشانید.
- مخازن ماهی را جابجا کرده یا بپوشانید.
- اطمینان حاصل کنید که تمام ساکنان و حیوانات در حین سمپاشی بیرون از خانه هستند و به مدت ۳۰ پس از دقیقه سمپاشی بیرون بمانند. قبل از اسکان مجدد از تهویه ساختمان اطمینان حاصل کنید.
- تمامی درها و پنجره ها را قبل از سمپاشی ببندید و برای اطمینان از حداکثر کارایی به مدت ۳۰ دقیقه پس از سمپاشی بسته نگه دارید.
- کاربران هنگام مه پاشی باید در سمت عقب و دور از مه باشند تا قرار گرفتن در معرض حشره کش به حداقل برسد.

- برای خانه های کوچک یک طبقه، مه پاشی را می توان از درب ورودی یا از طریق یک پنجره باز بدون نیاز به ورود به تمام اتاق های خانه انجام داد، به این شرط که قطرات حشره کش به اندازه کافی پراکنده شود.

- برای ساختمان های یک طبقه بزرگ، ممکن است لازم باشد که اتاق به اتاق مه پاشی شود، که از پشت ساختمان شروع شده و به سمت جلو حرکت می کند.

- برای ساختمان های چند طبقه، سمپاشی از طبقه بالا به طبقه همکف و از پشت ساختمان به جلو انجام می شود. در این صورت اطمینان حاصل می شود که اپراتور همیشه دید خوبی دارد.

اندازه یک خانه متوسط (بر حسب متر مربع) و حجم حشره کش رقیق شده مورد نیاز باید بر اساس توصیه های برچسب تولید کنندگان محاسبه شود (توجه داشته باشید: توصیه های برچسب برخی از تولید کنندگان برای مه پاشی داخل ساختمان به صورت میزان در حجم آورده شده است). میزان خروجی دستگاه (میلی لیتر در دقیقه) باید بررسی شود تا میانگین زمان مورد نیاز برای سمپاشی هر خانه مشخص و کاربران اطلاع داشته باشند.

مه قبل از هدایت به داخل ساختمان باید "خشک" باشد. مه را با قرار دادن دستگاه بر روی زمین و بررسی اینکه زمین جلوی نازل توسط مه خیس نشده است، آزمایش کنید. برای کاهش تولید قطرات مرطوب بزرگ، تعادل صحیح بین میزان خروجی و دمای احتراق را به دست آورید. این کار معمولاً با کاهش میزان خروجی انجام می شود.

۶-۲-۳- مه پاشی زمینی فضای باز

قبل از شروع عملیات مه پاشی زمینی در فضای باز، نقشه های منطقه مطالعه و برنامه ریزی دقیق صورت گیرد. ممکن است ترکیبی از مه پاش های سوار شده بر خودرو و مه پاش های دستی یا کوله پشتی، در مناطقی که دسترسی با خودرو دشوار یا محدود است، مورد نیاز باشد. همچنین باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- در هنگام بارندگی یا باد بیش از ۱۵ کیلومتر در ساعت یا در گرمای روز مه پاشی توصیه نمی شود.
- جهت افزایش نفوذ مه و کارایی مه پاشی، درها و پنجره های خانه ها و سایر ساختمان ها باید باز باشند.

- در صورت مه پاشی با خودرو، در مناطق با خیابان‌های باریک و خانه‌های نزدیک به کنار خیابان، مه باید به سمت پشت خودرو هدایت شود. در مناطق با خیابان‌های وسیع و ساختمان‌های دور از خیابان، خودرو در منتهی الیه کنار خیابان حرکت کند و مه عمود به مسیر حرکت (و در جهت باد) هدایت شود.
- هنگام مه پاشی سرد با خودرو در صورت وجود موانع جریان هوا به عنوان مثال دیوار و حصار، نازل (سر مه پاش) باید با زاویه به سمت بالا باشد. هنگام مه پاشی گرم با خودرو، نازل باید به صورت افقی هدایت شود.
- عبور از یک منطقه تا حد زیادی به طرح خیابان‌ها بستگی دارد. به طور کلی توصیه می‌شود فاصله گذاری ها ۵۰ متر و حرکت خودرو در خلاف جهت باد باشد، بطوری که مه در جهت مسیر باد از اپراتور دور شود (شکل ۱۲).
- تا حد امکان، سرعت از پیش تعیین شده خودرو یکنواخت و هنگام توقف خودرو، مه پاشی متوقف شود.
- ناحیه پایین دست باد بایستی در ابتدا مه پاشی شود. عملیات همیشه از پایین دست باد به سمت بالا دست باد (بر خلاف جهت وزش باد) انجام شود.
- در خیابان‌های بن بست مه پاشی باید در مسیر خروج خودرو انجام شود و نه هنگام ورود (برای جلوگیری از رانندگی در ابر مه).
- مه پاشی مستقیم بوته‌ها و مناطق دارای گل‌های گران قیمت خودداری کنید، مگر اینکه از محصولات محلول در آب/رقیق شده با آب استفاده شود.

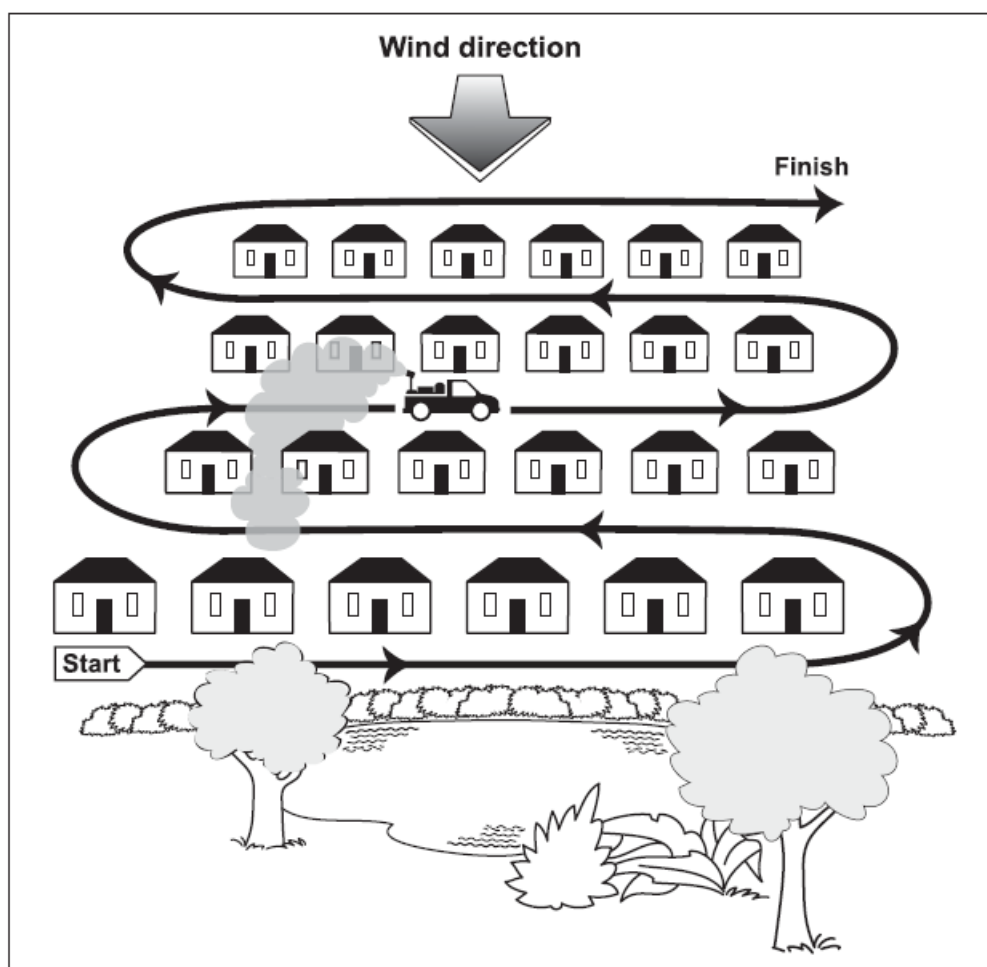


Figure 12. Spray application route relative to wind direction in an urban setting. Coverage is from downwind to upwind. In this example, the first swathe targets flying adults in the proximity of the breeding site.

شکل ۱۲- مسیر مه پاشی نسبت به جهت باد در محیط شهری. مسیر حرکت در جهت خلاف باد است. در این مثال، در اولین باند، پشه های بالغ در حال پرواز در نزدیکی محل پرورش (زیستگاه) هدف مه پاشی قرار گرفته است.

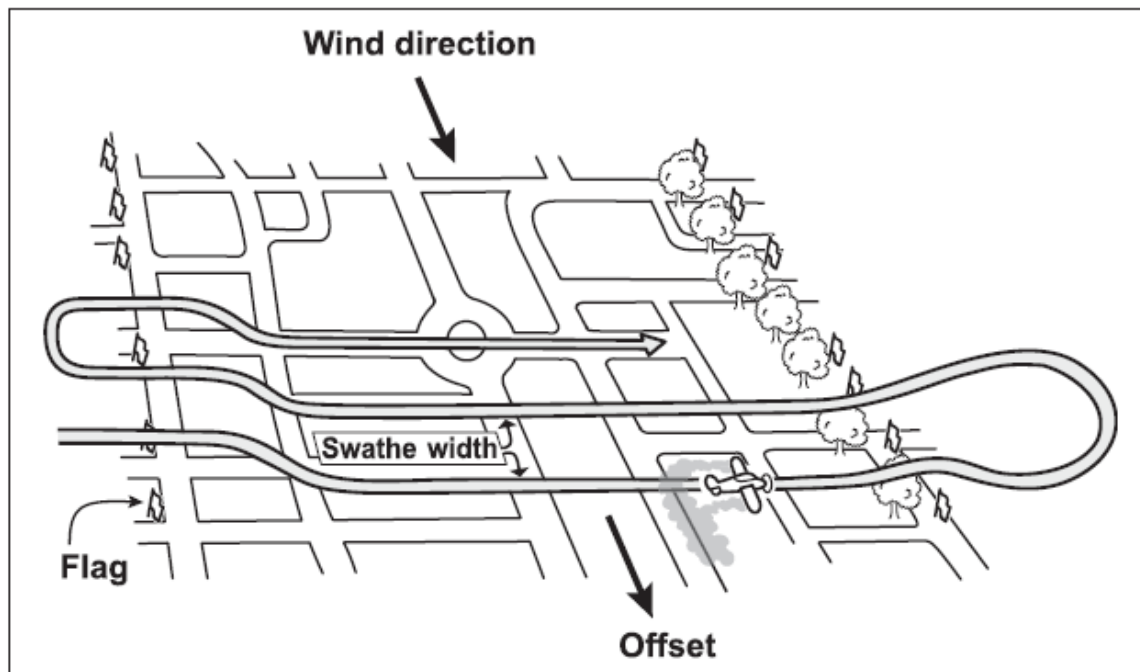
۶-۲-۴ کاربرد هوایی مه پاش ها

کاهش سریع جمعیت ناقل در مناطق وسیع را می توان با از طریق سمپاشی فضایی با هواپیما انجام داد، به ویژه در مناطقی که دسترسی با مه پاش های زمینی دشوار است و مناطق وسیع باید به سرعت مه پاشی شوند (شکل ۱۳). در سمپاشی فضایی با هواپیما، باید به عوامل هواشناسی، به ویژه سرعت باد در ارتفاع مه پاشی و سطح زمین، و طیف اندازه قطرات به دست آمده با توجه به سرعت پرواز هواپیما توجه شود. مه پاشی اغلب در شب انجام می شود تا از شرایط وارونگی استفاده کنند و اجازه دهند قطرات رها شده از ارتفاع بالاتر به جایی که ناقلان بیماری در حال پرواز هستند سقوط کنند.

ارتفاع پرواز تا حد زیادی توسط فاکتورهای عملیاتی تعیین می‌شود، اندازه قطرات، فرمولاسیون فرار و میزان خروجی باید طوری انتخاب شوند که قطرات مه پس از رها شدن از هواپیما در اندازه مناسب بر ناقلین بیماری فرود آیند.

در سمپاشی های هوایی، ترکیبی از عوامل مختلف مانند ارتفاع مه پاشی، سرعت هواپیما، سرعت باد و نوع فرمولاسیون بر طول مسافت انتشار مه به پایین دست باد، تأثیر می‌گذارد. در نتیجه باید یک Offset (فاصله انحرافی) برای عملیات مه پاشی در نظر گرفته شود. Offset (دامنه انحرافی) فاصله از پایین دست جهت وزش باد یعنی نقطه شروع مه پاشی می باشد. این کار از رانش به خارج از منطقه هدف مه پاشی جلوگیری می کند. همچنین، نقطه پایان هدف مه پاشی باید تابع Offset (دامنه انحرافی) از نقطه پایان عملیات یعنی جهت مخالف وزش باد باشد. هدف این دستورالعمل توضیح دقیق نحوه محاسبه Offset نمی‌باشد. با این حال، دست اندرکاران سمپاشی هوایی باید قادر به محاسبه Offset های دقیق باشند.

برای تمام عملیات سمپاشی هوا باید مجوز از مقامات هواپیمایی کشوری اخذ شود. بنا به دلایل ایمنی، عملیات در مناطق پرجمعیت معمولاً به هواپیمای دو موتوره نیاز دارد. در حال حاضر هواپیماهای مدرن، مجهز به سیستم های موقعیت یابی جهانی هستند، بنابراین موقعیت دقیق هواپیما را می توان در حین استفاده از حشره کش به دقت ثبت کرد.



شکل ۱۱- مسیر عملیات سمپاشی با هواپیما نسبت به جهت باد

۳-۶ نظارت بر عملیات سمپاشی

یک گزارش عملیاتی (فرم گزارش روزانه) باید موجود باشد که داده‌های مربوطه از جمله منطقه تحت مه پاشی، تاریخ و زمان کاربرد، شرایط جوی، نوع و مقدار حشره‌کش تحویل شده و هرگونه مشکل عملیاتی پیش آمده را نشان دهد. گزارش عملیاتی باید توسط سرپرست بررسی و نکات لازم در مورد عملکرد تجهیزات، خرابی‌ها و خطرات پیش آمده ثبت شود. نمونه‌هایی از فرم‌های گزارش‌گیری معمول در پیوست‌های ۳-۱ ارائه شده‌اند.

گزارش‌های نهایی برای سازمان‌ها و دولت باید تصویر دقیقی از عملکرد مطلوب تجهیزات و چگونگی پیشرفت برنامه ارائه دهد.

۴-۶ ارزیابی

ارزیابی اثربخشی عملیات اسپری با استفاده از تکنیک‌هایی انجام می‌شود که تا حد زیادی مختص حشره هدف است. سمپاشی فضایی اثر ابقایی ندارد و فقط حشراتی که در زمان مه پاشی در حال پرواز هستند تحت

تأثیر آن قرار می گیرند. بنابراین، با ورود حشرات بالغ از خارج منطقه تحت عملیات یا تبدیل شفیله‌ها به حشره بالغ، ممکن است جمعیت شان افزایش یابد. شاخص های حشره‌شناسی را می‌توان با مقایسه وفور قبل و بعد از عملیات سمپاشی، یا مرگ و میر حشرات در قفس یا ترجیحا با ترکیبی از هر دو روش ارزیابی کرد. لازم به ذکر است که مرگ و میر حشرات در قفس تحت تأثیر شکل، جنس (از جمله اندازه مش) و محل قرارگیری قفس است که پیامد آن ممکن است کمتر برآورد کردن کارایی سمپاشی و در نتیجه افزایش غیر موجه دوز حشره کش باشد. از سوی دیگر، میزان مرگ و میر بالای حشرات در قفس ممکن است منجر به تخمین بیش از حد کارایی و تأثیر بر روی جمعیت هدف شود.

۵-۶ تعمیر و نگهداری تجهیزات

کاربران و ناظران تجهیزات باید در مورد استفاده ایمن و مناسب و بررسی و نگهداری روزانه تجهیزات آموزش دیده باشند. امکانات کافی و مهارت های لازم برای سرویس و تعمیر منظم تجهیزات و وسایل نقلیه نیز باید در دسترس و موجود باشد. توصیه های دفترچه راهنمای خدمات کارخانه تولید کننده تجهیزات باید به دقت دنبال و سوابق سرویس و تعمیرات، ثبت و نگهداری شود. عملکرد کارآمد و موثر دستگاه لازمه دستیابی به عملکرد بهینه است.

مدیر برنامه مسئول اطمینان از خرید به موقع تجهیزات و تامین قطعات یدکی به تعداد کافی می‌باشد. برای هر واحد میدانی عملیات، باید ابزار مناسب و لوازم یدکی کافی جهت نگهداری و تعمیرات معمولی فراهم شده باشد.

تجهیزات در هنگام حمل و نقل، برای جلوگیری از آسیب به روش صحیح محافظت شود.

۶-۶ ذخیره سازی و دفع آفت کش ها

کلیه حشره کش های مورد استفاده در مه پاشی فضایی باید در مکان امن و مطمئن و مطابق با توصیه های درج شده در برچسب تولید کننده نگهداری شوند. حشره کش رقیق و استفاده نشده، نباید پس از مه پاشی در دستگاه باقی مانده یا انبار شود. ظروف خالی و حشره کش اضافی باید مطابق دستورالعمل ها و ضوابط ملی، دفع شوند. ظروف خالی باید قبل از دفع، به شکل غیر قابل استفاده تحویل داده شود.

۷- منابع برای مطالعه بیشتر

Matthews GA (2000). *Pesticide application methods*, 3rd ed. Blackwell Science.

Reiter P, Nathan MB (2001). *Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space spray for control of the dengue vector Aedes aegypti*. Geneva, World Health Organization (document WHO/CDS/CPE/PVC/2001.1).

Najera J, Zaim M (2002). *Malaria vector control: decision-making criteria and procedures for judicious use of insecticides*. Geneva, World Health Organization (document WHO/CDS/WHOPES/2002.5).

WHO (1990). *Equipment for vector control*, 3rd ed. Geneva, World Health Organization.

ضمیمه ۱.

گزارش برنامه روزانه (تجهیزات قابل حمل و سوار شده بر خودرو)

- تاریخ:
- ساخت و مدل تجهیزات / دستگاه:
- شماره سریال:
- نوع و شماره نازل:
- محل و شرح منطقه سمپاشی شده (نقشه ممکن است پیوست شود):
- نوع سمپاشی فضایی (مه پاشی حرارتی / مه پاشی سرد):
- سرعت باد (کیلومتر در ساعت):
- دما (درجه سانتیگراد):
- رطوبت نسبی (%):
- زمان درخواست
 - شروع:
 - پایان:
 - زمان کل سمپاشی:
- حشره کش استفاده شده
 - نام محصول و غلظت:
 - مقدار محصول فرموله شده استفاده شده:
 - میزان رقت و نوع رقیق کننده:
 - میزان مصرف در منطقه هدف (ml/ha):
- پوشش سمپاشی
 - منطقه مورد نظر (هکتار)
 - منطقه سمپاشی شده (هکتار):
 - تعداد خانه / اتاق:

■ تجهیزات سوار شده بر خودرو

- سرعت وسیله نقلیه (کیلومتر در ساعت):

■ ملاحظات:

نام و امضای تکنیسین سمپاشی:

سرپرست / نام و امضا و تاریخ:

ملاحظات:

ضمیمه ۲.

سابقه تعمیر و نگهداری

- نام، ساخت و مدل تجهیزات/دستگاه: -----
- شماره سریال: -----

تاریخ	مجموع ساعات استفاده از زمان آخرین سرویس	جزئیات خرابی	تعمیر: قطعات نصب شده یا تعویض	تعمیر توسط: نام و امضا

ضمیمه ۳.
دستگاه روتین
بررسی عملکرد

- تاریخ:
- نام، ساخت و مدل تجهیزات:
- شماره سریال:

- میزان خروجی (ml/min)
 - اولیه
 - پس از تنظیم

- اندازه قطرات
 - اولیه
 - پس از تنظیم

بررسی فیزیکی (وضعیت شیلنگ ها، لوله ها، نشتی و غیره) – توضیحات:

.....

.....

.....

.....

.....

نام و امضای تعمیرکار:

نام و امضای سرپرست و تاریخ: