وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی :

شناخت و کاربرد افشانک در سمپاش

هوشنگ افضلی گروه

سال انتشار: ۱۴۰۰

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، صندوق پستی: ۸۴۵ -۳۱۵۸۵، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۶۱۵۰۰۰۰(۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، پایگاه اطلاعاتی موسسه: www.aeri.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریهٔ فنی:
شناخت و کاربرد افشانک در سمپاش

تهیه و تدوین:
هوشنگ افضلی گروه

پژوهشگر بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

سال انتشار:
۱۴۰۰

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نوع نوشتار: نشریه فنی
عنوان نوشتار: شناخت و کاربرد افشانک در سمپاش
نگارنده: هوشنگ افضلی گروه
ویراستار ادبی: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۰

مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ٦٠٤٠٥ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۰/۰۷/۲۲

مخاطبان نشریه:

اپراتورهـای سمپاشـی- کارشناسـان- مروجـان پهنـه‌هـا- دانشـجویان رشـته‌هـای کشاورزی

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این دستورالعمل با:

- طبقه بندی سم‌پاش‌ها
- معرفی انواع نازل‌ها
- الگوی پاشش نازل
- انتخاب، کاربرد نازل
- ارزیابی نازل‌ها

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
اصول کلی سمپاشی	۲
طبقه بندی سمپاش‌ها بر حسب نوع کاربری	۳
اجزای سمپاش	۴
نازل یا افشانک	۴
مشخصات نازل در سمپاش	۷
شناسایی نازل‌ها بر اساس الگوی پاشش	۸
شناسایی نازل بر اساس رنگ	۱۸
جنس نازل	۲۱
روش انتخاب نازل	۲۳
روش‌های ریز کردن ذرات سم	۲۸
ارزیابی سمپاش	۳۰
روش‌های اندازه‌گیری قطر ذرات سم	۳۲
منابع	۳۵

مقدمه

محصول و دسترنج کشاورزان که با هزاران زحمت به دست می‌آید از مرحله‌ی کاشت تا برداشت دستخوش حمله‌ی آفات واقع می‌شود. نگهداری و مراقبت از محصول و مبارزه با آفات، بیماری‌های گیاهی و علف هرز آن در کلیه مراحل از جمله امور ضروری است که باید به آن توجه شود. مبارزه زمانی موثر و اقتصادی خواهد بود که علاوه بر شناسایی دقیق و صحیح نوع آفات، بیماری و علف هرز، نوع سم و سمپاش مناسب نیز انتخاب شود. سمپاشی یک عملیات مهم در کشاورزی است که اهمیت مکانیزاسیون را به خوبی نشان می‌دهد. در شرایطی که برای جلوگیری از خسارت مؤثر آفات، سمپاشی ضرورت داشته باشد باید نهایت دقت را به کار ببریم تا به روش درست و با استفاده از وسایل مناسب‌تر کار به سرانجام برسد تا هم در مبارزه موفقیت بیشتری حاصل شود و هم کمترین آسیب به محیط زیست و سلامت انسان وارد گردد. نازل مهم‌ترین و انتهایی‌ترین قسمت سمپاش است که نقش مهمی در مصرف ایمن و افزایش کارایی سموم دارد و برای پخش مایع سم به صورت یکنواخت و در دبی مشخص به کار می‌رود. نازل دارای یک یا چند روزنه است که محلول سم پس از عبور از داخل آن شکسته و به قطرهای ریز تبدیل می‌شود و به محل هدف اصابت می کند. هدف از ریز شدن قطرهای سم، افزایش سطح تماس آن‌ها در برخورد با سطح گیاه یا خاک است. اندازه‌ی قطر قطرهای سم در سمپاشی حائز اهمیت است. مثلا برای مبارزه با آفات بایستی قطرهای ریز و سطح تماس زیاد و بالعکس برای مبارزه با علف هرز قطر قطرهای سم درشت‌تر باشد تا عملیات سمپاشی موثر واقع شود. اگر قطر قطرات کوچک‌تر از حد مطلوب باشد در معرض بادبردگی شدید قرار می‌گیرند و به گیاه اصلی آسیب می رساند و اگر بزرگ انتخاب شوند از روی سطح برگ گیاه سر می‌خورند و بر زمین می‌افتند و یا اگر روی برگ بمانند مانند عدسی، اشعه

خورشید را متمرکز کرده و برگ گیاه را می‌سوزاند. هر دو حالت می‌تواند سبب افزایش آلودگی محیط زیست، کاهش تأثیر سم و افزایش مصرف آن شود.

مصرف بی‌رویه‌ی سموم شیمیایی علاوه بر مشکلات اقتصادی، خسارت‌های جبران ناپذیر به محیط زیست و اکوسیستم‌ها وارد می‌کند و باعث به هم خوردن تعادل اکولوژیک در منابع مختلف مانند آب و خاک می‌شود. نازل با این‌که یکی از قسمت‌های مهم دستگاه سمپاش است به ندرت از آن بازدید می‌شود. اهمیت آن در موقع استفاده از سموم گران قیمت نمایان می‌شود. بنابراین استفاده از سمپاش و نازل مناسب سمپاشی، یکی از گام‌های موثر برای رسیدن به مبارزه شیمیایی با آفات و بیماری‌های گیاهی است. به دلیل اهمیت نقش نازل در سمپاشی، در این نشریه به انواع نازل‌ها، نوع کاربری، روش انتخاب و ارزیابی آن پرداخته می‌شود و به نکاتی اشاره خواهد شد که در استفاده بهینه از نازل‌ها باید مد نظر قرار گیرند.

اصول کلی سمپاشی

سموم ممکن است به چند صورت مورد استفاده قرار گیرند:

- تقریبا خالص که به تکنیکال معروف هستند
- گردپاشی
- گرانول پاشی

این سموم، در هر مرحله از سمپاشی باید به طور یکنواخت و همگن روی گیاه یا هدف مورد نظر پاشیده شوند. وسیلهٔ مناسب برای شکستن محلول و تبدیل آن به قطرهٔ سم، دستگاه سمپاش است. آنچه در تولید قطره‌های سم اهمیت بیشتری دارد، توجه به مشخصات قطره سم است، مشخصاتی که باید متناسب با هدف‌های مورد نظر در سمپاشی مانند قطر قطره‌های سم، تعداد قطره‌ها در واحد سطح و همچنین چگونگی پراکنش آن‌ها می‌باشد.

تاثیر سم بر هدف مورد نظر به عوامل زیر بستگی دارد:

- مقدار سمی که روی سطح هدف قرار می‌گیرد.
- زمان سمپاشی (مرحلهٔ رشد رویشی، مرحلهٔ رشد زایشی)

طبقه‌بندی سمپاش‌ها بر حسب نوع کاربرد:

معمولاً سمپاش‌ها برای مبارزه با آفات محصولات زراعی و باغی استفاده می‌شوند. سمپاش‌های رایج در ایران را می‌توان به تفکیک زراعی و باغی، به شرح زیر تقسیم‌بندی کرد:

الف: سمپاش های زراعی:

- سمپاش اتومایزر پشتی
- سمپاش میکرونر پشتی
- سمپاش پشت تراکتوری بوم دار
- سمپاش توربینی زراعی
- توربولاینر

ب: سمپاش‌های باغی:

- سمپاش تلمبه‌ای ساده پشتی
- سمپاش کتابی اهرمی پشتی
- سمپاش پشتی موتوری لانس دار
- سمپاش فرغونی
- سمپاش زنبه‌ای
- سمپاش توربینی باغی
- سمپاش پشت تراکتوری لانس‌دار

در شرایطی که محدودیت نوع سمپاش وجود دارد، می‌توان با ایجاد تغییراتی روی سمپاش‌های باغی (مانند بوم دار کردن یا تغییر نازل)، از آن‌ها برای محصولات زراعی نیز استفاده کرد. اما به منظور افزایش کیفیت سمپاشی، بهتر

است برای هر محصول، سمپاش متناسب و اختصاصی همان محصول به کار گرفته شود.

اجزای سمپاش

سمپاش‌ها اجزای اساسی مشابه‌ای دارند که فقط از نظر طراحی و اندازه متفاوت هستند. این اجزاء عبارتنداند از: مخزن، صافی‌ها، لانس، بوم، لوله‌ها، پمپ، فشارسنج، نازل یا افشانک و رگولاتور (منصوری راد، ۱۳۷۰).

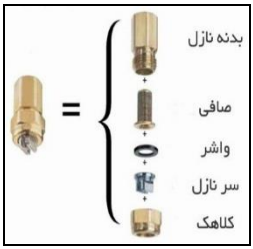
نازل یا افشانک:

نازل مهم‌ترین بخش هر سمپاش است و سایر اجزای سمپاش وظیفهٔ محلول‌رسانی به آن را بر عهده دارند. محلول سم در سر نازل‌ها به ذرات ریز تبدیل می‌شوند و کیفیت سم‌پاشی شکل می‌گیرد. نازل یکی از کوچک‌ترین اجزای سمپاش است، ولی خصوصیاتی مثل شکل، نوع موادی که در ساخت آن به کار رفته، روش کاربرد آن در مزرعه و نحوهٔ تعمیر و نگهداری آن از عوامل بسیار مهم در کاربرد صحیح سموم هستند. نازل روزنه‌ای کوچک دارد که محلول از داخل آن با فشار به بیرون رها می‌شود. کار نازل ریز و پخش کردن ذرات مایع سم تحت فشار روی هدف است که با الگوهای مختلف روی هدف پاشیده می‌شود (شکل۱).

شکل ۱- نازل یا افشانک

بیشتر قطره‌های سم با جریان طبیعی باد پخش می‌شوند. در بعضی از سمپاش‌ها، جریان هوای شدید مستقیما به قطره‌ها اصابت می‌کند و آن‌ها را روی هدف مورد نظر قرار می‌دهد. با اینکه نازل در سمپاش اهمیت دارد، اغلب بازدید کافی از آن صورت نمی‌گیرد. اهمیت نازل در موقع استفاده از سموم گران قیمت نمایان می‌شود که باید میزان مصرف آن خیلی دقیق محاسبه شود. هر نازل از پنج قسمت اصلی تشکیل شده است (شکل ۲).

۱- بدنه ۲- فیلتر (صافی) ۳- سر نازل ۴- واشر ۵- درپوش (کلاهک)



شکل ۲- نازل (افشانک) و اجزای داخلی آن

فیلتر یا صافی: تامین آب مصرفی در سمپاشی، به طور معمول از محل‌هایی است که اغلب گل و لای و سنگ‌ریزه دارد. بنابراین یکی از اجزای مهم سمپاش که نقش موثری در کالیبراسیون سمپاش و یکنواختی پاشش دارد فیلترها هستند (شکل۳).

شکل ۳- فیلتر نازل

وظیفهٔ فیلترها جداسازی مواد خارجی از محلول سم است. مواد خارجی موجود در محلول سم باعث مسدود شدن لوله‌ها، شیرهای کنترل و نازل‌ها می‌شود و کار سمپاشی را با مشکل مواجه می‌کند. بیشتر سمپاش‌ها، فیلترهایی در ورودی مخزن، بعد از پمپ و قبل از ورودی نازل‌ها دارند. اندازهٔ روزنه فیلتر مخزن درشت‌تر و اندازهٔ روزنهٔ فیلتر نازل از همه ریزتر است. واحد اندازه‌گیری فیلتر مش است، یک مش برابر با تعداد روزنهٔ موجود در ۲/۵ سانتی‌متر است.

اندازه روزنهٔ صافی در سمپاش‌ها:

- صافی پشت نازل ۵۰ مش
- صافی در یا زیر مخزن ۳۰ مش

چکه‌گیر نازل (چک والو): یکی از ابزارهای جانبی متصل به نازل‌ها که اهمیت ویژه‌ای در مصرف بهینهٔ سموم و جلوگیری از هدر رفتن آن‌ها دارد، چکه‌گیر است (شکل ۴). با استفاده از چکه‌گیر، ریزش محلول از نازل‌ها در مسیر محل پرکردن مخزن سمپاش تا مزرعه و همچنین در انتهای مزرعه که تراکتور در حال دور زدن است قطع می‌شود و از اتلاف سم جلوگیری می‌کند. در چنین

شرایطی، چنانچه به عملکرد چکه‌گیر توجه نشود یا از مدار حذف شده باشد، علاوه بر به خطر انداختن مزارع و باغ‌های غیر هدف، ایجاد آلودگی در محیط زیست و در جویبارهای مسیر حرکت تراکتور، باعث به هدر رفتن مقادیر زیادی از سموم و تحمیل هزینه‌های اضافی بر کشاورزان می‌شود (ابریشمی مقدم، ۱۳۸۹).

شکل٤- چکه‌گیر (چک والو)

مکانیزم چکه گیر، اجازهٔ عبور محلول سمی، مشروط به تامین حداقل یک بار فشار پشت نازل است. چکه گیر، در هنگام قطع سمپاشی، مسیر خروج سم از نازل را می‌بندد و اجازه خروج محلول از نازل را نمی‌دهد.

مشخصات نازل در سمپاش:

۱- تعیین الگوی پاشش

۲- تنظیم میزان خروجی محلول سم (دبی)

۳- زاویه پاشش سم

۴- ارتفاع پاشش نازل

۵- هم‌پوشانی پاشش سم

عوامل زیر تعیین کننده نوع و شمارهٔ نازل هستند:

- نوع محصول

- نوع عارضه (آفت، بیماری، علف هرز و...)
- هدف از سمپاشی
- میزان سمپاشی در هکتار

نوع نازل و شمارهٔ آن بر پارامترهای زیر تاثیرگذار است:

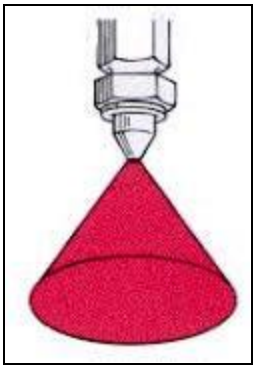
- اندازه قطره‌های محلول سمی
- الگوی پاشش
- میزان پاشش محلول در دقیقه
- ارتفاع بوم

شناسایی نازل‌ها بر اساس الگوی پاشش:

نازل‌ها انواع و نام‌های متفاوت و متنوعی دارند. اما به طور کلی دارای دو شاخهٔ اصلی‌اند: الف- مخروط‌پاش ب- بادبزنی (رستمی، ۱۳۹۴).

- **نازل‌های با الگوی پخش مخروطی:**

استفاده از نازل مخروط‌پاش زمانی ارجح است که شاخ و برگ محصول هدف درهم پیچیده باشد. در این حالت نازل‌های مخروطی بر خلاف نازل‌های بادبزنی و شره‌ای که در زاویه‌ای ثابت پاشش می‌کنند، گیاه را از زاویه‌های مختلف سمپاشی می‌کند. این نازل‌ها به دو دسته، با الگوی پخش مخروطی توخالی و مخروطی توپر دسته‌بندی می‌شوند (شکل ۵).



شکل۵- نازل‌های با الگوی پخش مخروطی

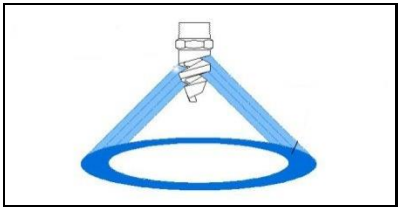
- **نازل‌های با الگوی پخش مخروطی توخالی[1]:** در این نوع نازل محلول سم در زمان پاشش به صورت مخروط توخالی است (شکل ۶).

شکل ٦- الگوی پخش نازل مخروطی توخالی

قرار گرفتن پخش کن در پشت سوراخ نازل باعث ایجاد پاشش سم به صورت مخروط توخالی می شود (شکل ۷). پخش کن استوانه‌ای است که شیارهای مارپیچی روی آن قرار دارد. این شیارها مانند خان تفنگ است و باعث

1. Hollow Cone Nozzle

سرعت دادن به حرکت سم و ریز کردن ذرات و ایجاد مخروط توخالی می‌شود. پخش کن ممکن است ضخامت کمی داشته باشد و به صورت صفحه‌ای نازک با دو یا چهار سوراخ بر آمده باشد. در هر حالت مسیر حرکت محلول در این سوراخ‌ها به صورت مارپیچ است. پخش کن ذرات را پودر می‌کند و سم به صورت مخروط توخالی پاشیده می‌شود. ذرات سم ریز هستند، مصرف کم و قطر ذرات نیز نزدیک به هم است. این نازل از مخروط توپر بهتر است، زیرا در مخروطی توپر در وسط مخروط، پاشش بیشتر و در اطراف پاشش کمتر است. در ایران اکثر نازل‌ها به صورت مخروط توخالی هستند. این نوع نازل صرفا به منظور کنترل حشره یا قارچ استفاده می شوند و برای علف کش توصیه نمی‌شود. همچنین از این نازل برای سمپاشی محصولات زراعی با ارتفاع کم استفاده می شود. زاویهٔ پاشش محلول سم از ۳۰ تا ۱۲۰ درجه متغیر و مناسب برای سمپاشی به عرض ۲ تا ۳ متر است. این نازل‌ها معمولاً پوشش یکنواخت و کامل روی گیاه دارد و با اکثر سم پاش‌ها سازگار است و در سمپاش‌های پشتی هم از آن استفاده می‌شود.

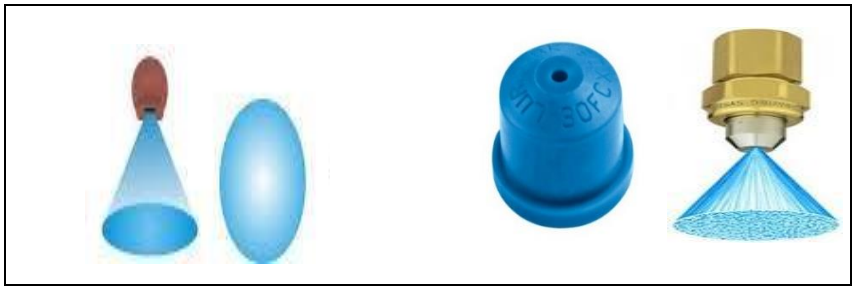


شکل ۷- شماتیک پخش کن نازل

نازل با الگوی پخش مخروطی توپر[1]: در این نوع نازل، پاشش در وسط مخروط، بیشتر و در اطراف کمتر است (شکل ۸). از این نوع نازل برای پاشیدن

1. Full Cone Nozzle

کود مایع و حشره‌کش‌ها روی گیاه استفاده می‌شود. زاویهٔ پاشش محلول سم از ۳۰ تا ۱۲۰ درجه متغیر است. نازل‌های مخروطی توپر در محصولاتی استفاده می‌شود که محلول سم باید تحت اثر فشار زیاد پاشیده شود. این نوع نازل برای سمپاشی محصولاتی که به صورت ردیفی کاشته شده کاربرد دارد و روی سمپاش‌هایی که دارای لانس و شیلنگ هستند بسته می‌شود.



شکل ۸- الگوی پخش نازل مخروطی توپر

نکته: کاربری نازل‌های مخروط‌پاش صرفاً با هدف «حشره‌کش پاشی» و یا «قارچ‌کش پاشی» است این نازل‌ها برای «علف‌کش پاشی» توصیه نمی‌شوند.

- **نازل‌های با الگوی پخش باد بزنی[1]:** سوراخ بیضی شکل این نازل‌ها از یک شکاف V مانند تشکیل شده که یک حفره به شکل نیم‌کره آن را قطع می‌کند. هرچه سوراخ نازل بزرگ‌تر باشد حجم محلولی که تحت فشار معین در هر دقیقه خارج می شود بیشتر است. از آن‌جا که خروجی نازل به اندازه مجذور

2. Flat Fan Nozzle

فشار افزایش می یابد، بنابراین چنانچه فشار دو برابر شود، خروجی نازل چهار برابر افزایش خواهد یافت. محلول‌پاشی با این نوع نازل‌ها به صورت یکنواخت خواهد بود و بیشتر برای استفاده در علف‌کش‌ها کاربرد دارد، به دلیل شکل خاص پاشش به صورت نوارپاشی در سمپاش‌های بومدار تراکتوری و پشتی موتوری کاربرد دارد (شکل ۹- الف).

شکل۹ - الف- نازل تی جت یا بادبزنی

بهترین نازل برای علف‌کش‌ها نازل بادبزنی مسطح است (شکل ۹- ب). نازل بادبزنی معمولی اکثرا برای پاشش علف‌کش‌ها به کار می‌رود، در زوایای پاشش ۶۵، ۸۰ و ۱۱۰ درجه تولید می‌شود و معمولا با فواصل نیم‌متری روی بوم قرار می گیرد. فشار توصیه شده هنگام سمپاشی با این نازل‌ها ۲۰ تا ۳۰ پوند بر اینچ مربع (یک و چهار دهم تا دو بار) و اندازه قطرات آن متوسط تا درشت است. نازل تی جت استاندارد با فاصله ۵۰ سانتی‌متر در فشار ۳۰ تا ۶۰ پوند بر اینچ مربع ۲ تا ۴ بار در تمام طول بوم یکنواختی پاشش خود را حفظ می‌کند. نازل تی‌جت با نوک تخت دامنه گسترده در فشار پایین یکنواختی پاشش مناسبی دارد و در فشار بالا قطرات ریزی تولید می‌کند. فشار مناسب آن ۱ تا ۴ بار (۲۰ تا ۶۰ پوند بر اینچ مربع) است. نازل بادبزنی زوج برای سمپاشی نواری روی ردیف‌ها و مابین ردیف محصول ایده‌آل است، فشار مناسب آن ۲۰ تا ۴۰ پوند بر اینچ مربع، یک و نیم تا سه بار است.

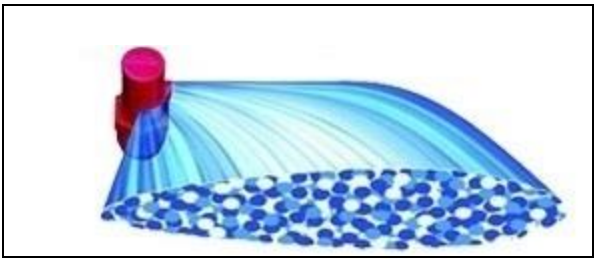
شکل۹- ب- الگوی پاشش نازل تی‌جت

نازل‌های با الگوی پخش شره‌ای یا سیلابی[1]: در این نوع نازل‌ها مایع تحت فشار پس از عبور از سوراخ گرد به یک سطح صاف و مایل برخورد می‌کند و با سرعت زیاد تغییر جهت می‌دهد و قطره‌های سم به صورت صفحه‌ای مثلثی شکل خارج می‌شوند و سرانجام یک الگوی پاشش بادبزنی ایجاد می‌کند (شکل ۱۰). در مواقعی که صرفا سمپاش لانس‌دار (با نازل مخروط‌پاش) در اختیار داریم و ناگزیر از علف‌کش‌پاشی هستیم، نازل شره‌ای می‌تواند نقش مبدل را داشته باشد. به این صورت که نازل مخروط‌پاش از سر لانس باز و به جای آن نازل شره‌ای نصب می‌شود. به این ترتیب، خروجی نازل از حالت مخروط‌پاشی به حالت بادبزنی، مشابه نازل‌های تی‌جت تغییر وضعیت می‌دهد.

شکل ۱۰- نازل های شره‌ای و الگوی پخش آن

1. Flood jet

در این نازل‌ها، سوراخ خروج سم گرد است و در مقایسه با نازل‌های بادبزنی استاندارد که سوراخ بیضی شکل دارند، امکان بسته شدن سوراخ نازل خیلی کمتر است. این نازل‌ها دارای الگوی پخش مورب هستند که به نازل بادبزنی غیر متقارن هم مشهور هستند (شکل ۱۱).

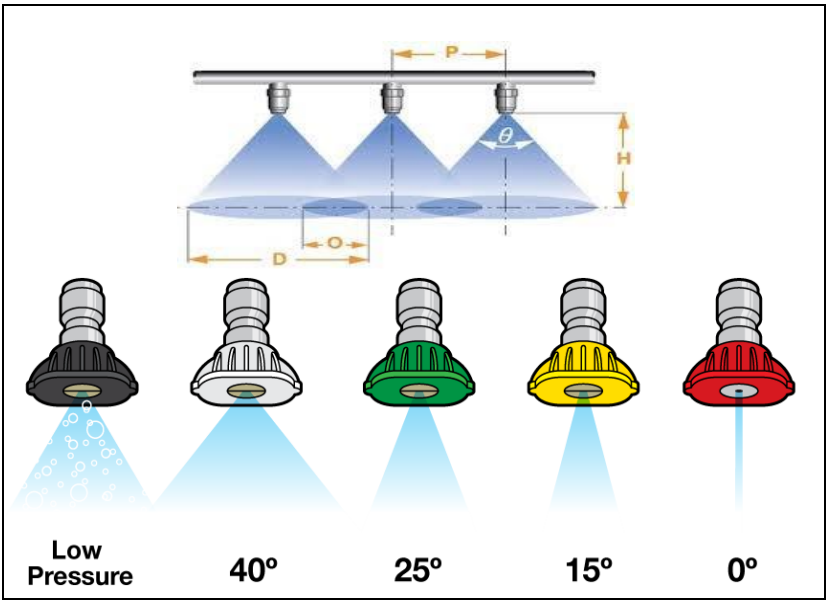


شکل ۱۱- الگوی پاشش نازل شره‌ای با ذرات درشت

غالبا برای سمپاشی پای درختان مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نازل‌ها محلول سم را به صورت ذرات درشت با فشار کم پخش می‌کند و احتمال بادبردگی سم را کاهش داده است. از دیگر محاسن این نازل عرض پاشش زیاد و توزیع یکنواخت محلول سم می‌باشد، برای پاشش کودهای مایع، علف‌کش و حشره‌کش مورد استفاده در خاک نیز به کار می‌رود.

شناسایی نازل بر اساس شماره درج شده روی آن: کارخانه‌های مهم نازل سازی در دنیا، با درج شماره‌هایی روی نازل، دبی نازل و زاویهٔ پاشش آن را در فشار ثابت مشخص می‌کنند (شکل ۱۳). مهم‌ترین مشخصهٔ هر نازل دبی و زاویه پاشش آن است.

زاویهٔ پاشش نازل: زاویهٔ پاشش عبارت است از زاویه‌ای که دو ضلع مثلث (θ)، مقطع سم خارج شده از نازل با یکدیگرتشکیل می‌دهند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- زاویه، ارتفاع و سطح پاشش در نازل

ارتفاع بوم: ارتفاع بوم به فاصلهٔ نازل تا هدف (سطح خاک یا روی محصول) گفته می‌شود که در سمپاش‌های پشت تراکتوری بوم‌دار با عنوان ارتفاع بوم شناخته می‌شود (شکل ۱۲).

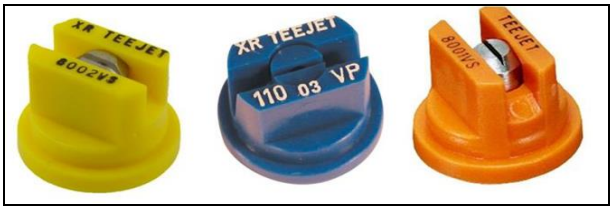
ارتفاع پاشش: فاصله بین نوک افشانک تا سطح متوسط بالای محصول است که نسبت عکس با زائیه پاشش دارد و میزان آن از طرف کارخانه سازنده مشخص می‌شود. زیاد بودن ارتفاع قرارگیری بوم یا لانس از هدف مورد نظر، تاثیر کمتری بر یکنواختی توزیع سم در مقایسه با کم بودن ارتفاع می‌گذارد ولی میزان بادبردگی زیادتر می‌شود (امیر شقاقی و صفری، ۱۳۸۹).

دبی نازل: میزان خروجی مایع سم از نازل بر حسب لیتر در دقیقه و در فشار ثابت را دبی نازل می‌گویند.

زاویهٔ پاشش همواره با ارتفاع بوم یا فاصله نازل از روی محصول نسبت عکس دارد. به عبارت دیگر، چنانچه به علت ناهمواری زمین، ناگزیر از افزایش ارتفاع بوم سمپاشی باشیم، لازم است به همان نسبت زاویهٔ پاشش نیز کاهش یابد. در صورتی که نگران انحراف قطره‌های سم یا بادبردگی (دریفت) باشیم، لازم است ارتفاع بوم سمپاش را کاهش و به همان نسبت زاویهٔ پاشش افزایش یابد.

برای مثال، در نازل «۸۰۰۲ تی جت» در فشار ثابت و استاندارد، دو رقم سمت راست آن معرف دبی نازل و برابر با ۰/۲ گالن آمریکایی یا ۰/۷۵۶ لیتر در دقیقه است و دو رقم سمت چپ آن معرف زاویهٔ پاشش، ۸۰ درجه است. (شکل ۱۳ و ۱۴).

لیتر در دقیقه ۰/۷۵۶= ۳/۷۸ × ۰/۲



شکل ۱۳- شمارهٔ نازل معرف دبی و زاویهٔ پاشش

شکل ١٤ - شماره حک شده روی نازل تی جت

فشار پاشش:

در افشانک‌ها، مایع سم در یک سوراخ کوچک یا روزنه، تحت فشار قرار می گیرد. فشار، انرژی لازم برای تشکیل یک لایه مایع را فراهم می‌کند. سپس آن را به صورت قطره می شکند. فشار وارد بر محلول باید بتواند بر کشش سطحی آن غلبه کرده و به صورت قطره از خروجی بیرون آید. با افزایش فشار، زاویه‌ای که مایع خارج می‌شود پهن‌تر و اندازه قطرات کوچکتر می‌شود. به طور ایده‌آل فشار در افشانک باید ثابت باشد. فشار توصیه شده عبارتست از:

- یک بار (۱۰۰ کیلوپاسکال) برای علف‌کش‌ها
- سه بار (۳۰۰ کیلوپاسکال) برای حشره کش‌ها یا قارچ کش‌ها
- دو بار (۲۰۰ کیلوپاسکال) به عنوان حد وسط برای هر آفت‌کش

دامنه فشار توصیه شده برای افشانک‌های بادبزنی تخت، در حدود دو تا سه بار می‌باشد. تغییر فشار بستگی به دور موتور و دور محور توان‌دهی تراکتور (PTO) داشته و میزان آن را با رگولاتور یا شیر تنظیم فشار تنظیم می‌کنند (امیر شقاقی و صفری، ۱۳۸۹).

شناسایی نازل‌ها بر اساس رنگ آن: یکی دیگر از روش‌های شناسایی نازل‌ها نام‌گذاری بر اساس رنگ‌بندی است، تا از این طریق، هنگام انتخاب آن‌ها، بتوان دبی را تشخیص داد.

الف: نازل زرد ۸۰۰۲ پلاستیکی: نازل ۸۰۰۲ بادبزنی، از جنس رزین صنعتی یا پلاستیکی و رنگ زرد (شکل ۱۴). دبی این نازل ۰/۲ گالن (۷۵۶ میلی‌لیتر در دقیقه) در فشار ۲/۸ بار است و میزان مصرف محلول در گسترهٔ فشار و سرعت پیشروی از ۱۱۱ تا ۳۶۴ لیتر در هکتار متغیر و معمولاً حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ لیتر در هکتار است. زاویهٔ پاشش ۸۰ درجه و ارتفاع پاشش از روی محصول در دو بار هم‌پوشانی ۷۲/۵ سانتی‌متر و در سه بار هم‌پوشانی ۱۱۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر است.

برای مبارزه با علف‌های هرز غلات و زراعت‌های کوتاه و کم حجم که نیاز به محلول کمتر است به خوبی می‌توان از این نازل استفاده کرد.

در عین حال به علت ارتفاع زیاد پاشش از برخورد بوم به زمین جلوگیری می‌شود و حتی می‌توان از بوم‌های با عرض زیاد استفاده کرد. برای مبارزه با علف های هرز در مزارع گندم که ارتفاع بوته‌ها به طور متوسط حدود ۲۰-۱۵ سانتی متر و زمین به طور کامل تسطیح نشده است، استفاده از نازل ۸۰۰۲ توصیه می‌شود (شکل ۱۳). ارتفاع پاشش این نازل زیاد و مصرف محلول آن در هکتار کم است.

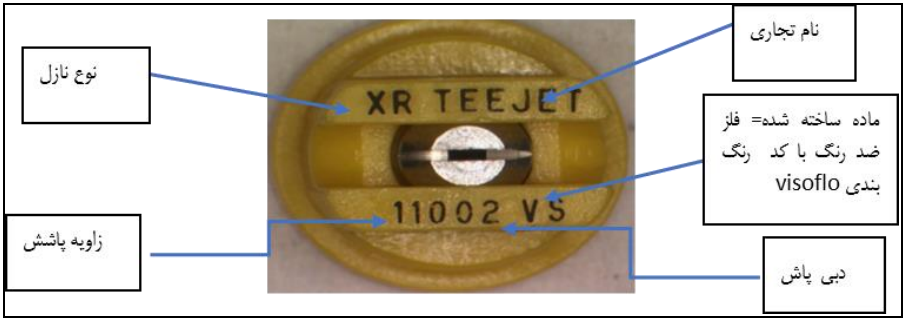
ب: نازل آبی رنگ ۱۱۰۰۳ پلاستیکی: نازل ۱۱۰۰۳ بادبزنی، از جنس رزین صنعتی یا پلاستیکی و رنگ آبی (شکل ۱۳). دبی این نازل۰/۳ گالن آمریکایی در دقیقه معادل (۱۱۳۴ میلی‌لیتر در دقیقه) در فشار ۲/۸ بار (۴۰ PSI)

است و میزان محلول مصرفی در گستره فشار و سرعت پیشروی از ۱۶۶ تا ۵۴۸ لیتر در هکتار متغیر و معمولاً حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ لیتر در هکتار است. زاویهٔ پاشش ۱۱۰ درجه و ارتفاع پاشش از روی محصول در دو بار هم‌پوشانی ۵۰ سانتی‌متر و در سه بار هم‌پوشانی ۷۲/۵ سانتی‌متر است.

برای مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی که ارتفاع و حجم شاخ و برگ گیاه متوسط باشد (مانند مبارزه با آفت سن در مراحل آخر سن مادری و مراحل اولیهٔ سن پوره) می‌توان از این نازل استفاده کرد.

مثلاً اگر ارتفاع محصول ۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع نازل از روی گیاه هم ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شود ارتفاع بوم از زمین یک متر خواهد بود و بوم هرگز به زمین گیر نمی‌کند و میزان محلول خروجی از نازل نیز به اندازهٔ مورد نیاز پاشیده خواهد شد.

ج: نازل زرد ۱۱۰۰۲ فلزی: نازل ۱۱۰۲ بادبزنی، از جنس فلز ضد زنگ و رنگ زرد است (شکل ۱۵). دبی این نازل۰/۲ گالن آمریکایی در فشار ۲/۸ بار (۴۰ PSI) بوده و زاویه پاشش ۱۱۰ درجه و ارتفاع پاشش از روی محصول در دو بار هم‌پوشانی ۵۰ سانتی‌متر و در سه بار هم‌پوشانی ۷۲/۵ سانتی‌متر می‌باشد.



شکل ۱۵- نازل۱۱۰۰۲باد بزنی جنس فلزی

د: نـــازل ۱۱۰۰٤ اســـتیل: ایـــن نـــازل از جـــنس اســـتیل اســـت. دبـــی ایـــن نازل۰/۴ گـالن آمریکـایی در دقیقـه معـادل ۱۵۱۲ میلـی‌لیتـر در دقیقـه بـا فشـار ۲/۸ بـار اسـت و میـزان مصـرف محلـول در گسـترهٔ فشـار و سـرعت مشخصـه از ۲۲۱ تـا ۷۲۸ لیتـر در هکتـار خواهـد بـود کـه در شـرایط متعـارف میـزان محلـول مصـرفی در حـدود ۳۰۰ تـا ۴۰۰ لیتـر در هکتـار اسـت. زاویـهٔ پاشـش آن ۱۱۰ درجـه و ارتفـاع پاشـش در دو بار هم‌پوشـانی۴۰ سـانتی‌متـر از روی محصـول اسـت. در مـواردی کـه تـراکم کشـت بـالا، ارتفـاع بوتـه‌هـا بلنـد و امکـان حرکـت تراکتـور در مزرعـه وجـود داشـته باشـد، مـی‌تـوان از ایـن نـازل اسـتفاده کـرد. بـرای اسـتفاده از نـازل‌هـای ۱۱۰۰۳ و یـا ۱۱۰۰۴ که دارای ارتفاع پاشـش کـم و محلـول‌دهـی زیـاد هسـتند بهتـر اسـت زمـین بـه خـوبی تسطیح و محل برداشت آب نزدیک مزرعه باشد (شکل ۱۶).

شکل ١٦- انواع نازل‌ها: الف) ۸۰۰۲ بادبزنی، ب) ۱۱۰۰۳ باد بزنی، ج) ١١٠٠٤ بادبزنی

نکته: نازل‌ها باید پاشـش یکنواخـت داشـته باشـند و معمـولا سـایز توری آن‌ها ۵۰ مش است.

دبِـی (میـزان خروجـی در واحـد زمـان) نـازل هـا در بخـش‌هـای مختلـف بـوم یکسان و نیز دبی نازل های یک بخش نیـز نبایـد بـا هـم متفـاوت باشـد کـه ایـن عمـل با آزمایش اندازه‌گیـری میـزان خروجـی محلـول نـازل‌هـا مشـخص مـی‌شـود، در صـورت

مشاهده اختلاف بین خروجی نازل‌ها ابتدا از نظر گرفتگی بررسی و در صورت لزوم باید نازل های خراب را تعویض کرد. لازم است برای جهت جلوگیری از چکه کردن در هنگام قطع سمپاشی، نازل ها به چک والو (سرپوش = سوپاپ = Valve)، (شکل ۱۶، الف) یا توری چکه گیر (شکل ۱۷، ب) مجهز باشند.

شیار روی نازل باید موازی با خط طولی بوم باشد. برای جلوگیری از برخورد پاشش نازل‌های هم‌جوار و تولید قطرات بزرگ، نازل ها را کمی پیچانده تا شیار آن ها کمی با خط طولی بوم زاویه داشته باشد. این مقدار زاویه باید برای همهٔ نازل‌ها یکسان باشد.

شکل ۱۷- الف: چک والو و ب: توری چکه گیر برای جلوگیری از چکیدن قطره‌های سم در هنگام قطع سمپاشی

جنس نازل

نازل‌ها از مواد گوناگون و بادوام متفاوت ساخته می‌شوند. نازل‌ها را معمولا از لاسیتک، آلومینیوم، سرامیک، برنج، نایلون یا فولاد ضدزنگ یا از مواد دیگر می‌سازند. نازل های ساخته شده از فولاد ضد زنگ و سرامیک از گران‌ترین انواع نازل ها هستند و در برابر ساییدگی تا حدودی مقاومت نشان می‌دهند. نازل‌های

برنجی ارزان هستند ولی زود ساییده می‌شوند. انتخاب جنس مواد بستگی به قیمت، فرسودگی و نوع مادهٔ سمی بستگی دارد. به دلیل فرمولاسیون‌های مختلف سموم و کیفیت آب مورد استفاده در محلول، دوام نازل‌ها متفاوت است در جدول ۱ دوام نازل‌ها با جنس مختلف آورده شده است.

جدول ۱- دوام نازل‌ها

مادهٔ سازنده	مقاومت در برابر فرسودگی
برنج	ضعیف
استیل ضد زنگ	خوب
استیل ضد زنگ سخت	بسیار خوب
پلاستیک	بسیار خوب
سرامیک	عالی

رنگ نازل: رنگ بندی نازل‌ها کمک می‌کند تا از این طریق بتوان دبی آن ها را تشخیص داد. بر اساس طبقه‌بندی انجمن حفظ نباتات انگلیس و انجمن مهندسین کشاورزی و بیولوژی آمریکا، اندازهٔ قطره‌های سم و دبی نازل‌ها بر اساس رنگ نازل در جداول‌های ۲ و ۳ ذکر شده است.

جدول۲- اندازه قطره‌های سم بر اساس رنگ نازل

اندازه قطر	علامت اختصاری	رنگ	قطر متوسط (میکرون)
خیلی ریز	VF	قرمز	<۱۴۵
ریز	F	نارنجی	۱۴۵-۲۲۵
متوسط	M	زرد	۲۲۶-۳۲۵
درشت	C	آبی	۳۲۶-۴۰۰
خیلی درشت	VC	سبز	۴۰۱-۵۰۰
شدیدا درشت	XC	سفید	۵۰۰<

روش انتخاب نازل

برای انتخاب نازل باید ابتدا سرعت پیشروی تراکتور و سمپاش بر اساس شرایط مزرعه انتخاب شود. این انتخاب بر اساس اندازهٔ مساحت مزرعه، وضعیت تسطیح، وجود جوی و پشته، نوع محصول و شرایط تراکتور مورد استفاده پیش‌بینی می‌شود. پس از آن با استفاده از رابطهٔ ۱ دبی خروجی هر نازل محاسبه خواهد شد. پس از محاسبهٔ دبی خروجی، بر اساس جداول انتخاب نازل‌ها، نازل مورد نظر را انتخاب می‌کنیم (جدول ۳).

رابطـــــــه ۱: $q = \frac{V \times m \times d}{600}$

که در آن:

q : دبی خروجی هر نازل(لیتر بر دقیقه)

V: سرعت پیشروی تراکتور (کیلومتر در ساعت)

m: میزان محلول توصیه شده در هکتار (لیتر در هکتار)

d: فاصلهٔ نازل روی بوم (متر)

نکته: در صورتی که میزان محلول خروجی نازل ۵ درصد با نازل نو متفاوت است باید آن را تعویض کرد.

جدول ۳- دبی و سایر خصوصیات نازل های تی جت مورد استفاده در ایران

شماره نازل و رنگ آن	فشار (بار)	خروجی نازل (لیتر بر دقیقه)	سرعت (کیلومتر در ساعت)					
			۳	٤	٥	٦	۷	
۸۰۰۲ (زرد)	۲	۰/۶۵	۲۶۰	۱۹۴	۱۵۶	۱۳۰	۱۱۱	محلول مصرفی (لیتر در هکتار)
	۳	۰/۷۹	۳۱۶	۲۳۸	۱۹۰	۱۵۸	۱۳۵	
	۴	۰/۹۱	۳۶۴	۲۷۴	۲۱۸	۱۸۲	۱۵۶	
۱۱۰۰۳ (آبی)	۲	۰/۹۷	۲۸۸	۲۹۲	۲۳۳	۱۹۴	۱۶۶	
	۳	۱/۱۸	۴۷۲	۳۵۴	۲۸۳	۲۳۶	۲۰۲	
	۴	۱/۳۷	۵۴۸	۴۱۲	۲۲۹	۲۷۴	۲۳۵	
۱۱۰۰۴ (استیل)	۲	۱/۲۹	۵۱۶	۳۸۷	۳۱۰	۳۵۸	۲۲۱	
	۳	۱/۵۸	۶۳۲	۴۷۴	۳۷۹	۳۱۶	۲۷۱	
	۴	۱/۸۲	۷۲۸	۵۴۶	۴۳۷	۳۶۴	۳۱۲	

ارزیابی نازل‌های بوم سمپاش از نظر دبی خروجی:

مثال: در مزرعه‌ای پاشش ۱۰۰ لیتر محلول سم در هکتار توصیه شده است، اگر یک سمپاش پشت تراکتوری بوم دار انتخاب شده باشد و سرعت پیشروی تراکتور ۸ کیلومتر در ساعت پیش بینی شود، مقدار خروجی هر نازل چند لیتر بر دقیقه است؟ فاصله نازل‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر است.

$$q = \frac{V \times m \times d}{600} = \frac{0.5 \times 8 \times 100}{600} = 0.66\ lit/min$$

بر اساس نتایج به دست آمده بایستی یک نازل تی جت برای سمپاش انتخاب شود. پس از محاسبهٔ خروجی نازل می توان نازلی را انتخاب کرد که قادر

به تامین چنین جریانی در فشار ثابت باشد. برای شرایط این مسئله بر اساس جدول ۳ نازل ۸۰۰۲ رنگ زرد پیشنهاد می‌شود.

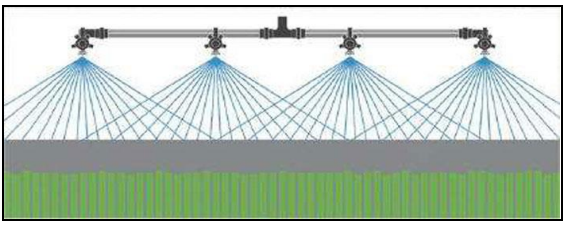
مثال: در یک آزمایش، پس از اندازه گیری دبی نازل‌های یک سمپاش، مقدار خروجی از هر نازل در مدت یک دقیقه اندازه گیری شد. نتایج آزمایش در جدول ۴ آورده شده است.

جدول٤- مقدار خروجی ۱۰ نازل مورد آزمایش

شماره نازل	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
دبی	۱۹/۱	۱۹/۶	۲۰/۲	۱۸/۵	۲۰/۴	۱۹/۸	۱۷/۸	۱۹/۷	۲۰/۶	۲۲

نازل آزمایش شده از نوع ۸۰۰۲ است. نازل نو ۲۰ اونس در دقیقه خروجی دارد. برای تعیین یکنواختی نازل‌ها ۵ درصد از خروجی یعنی ۱ اونس را نادیده می‌گیریم و نازل‌هایی که به میزان یک اونس کمتر یا بیشتر از اونس۲۰ پاشش دارند (یعنی کمتر از ۱۹ و بیشتر از ۲۱) تعویض می‌شوند بنابراین در مثال بالا نازل‌های ۴، ۷ و ۱۰ باید تعویض شوند (رستمی، ۱۳۹۴)

هم‌پوشانی نازل‌ها: دبی خروجی سم در نازل‌های تی جت در حاشیهٔ پاشش، کمتر از وسط است. برای دستیابی به یکنواختی پاشش در طول بوم، از طریق هم‌پوشانی این مشکل را حل کنیم (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- همپوشانی نازل‌های متصل به بوم برای یکنواختی پاشش

طبق تحقیقات انجام شده بر روی سه نوع نازل تی جت تایید شده و رایج در ایران، ارتفاع مناسب بوم از روی محصول با رعایت اصل همپوشانی، رسیدن به دبی همگن و پاشش یکنواخت به شرح جدول زیر است:

جدول ۵- ارتفاع مناسب بوم سمپاش پشت تراکتوری از روی محصول بر اساس رعایت همپوشانی

شماره نازل	دو بار همپوشانی (سانتی متر)	سه بار همپوشانی (سانتی متر)
۸۰۲۲ (زرد)	۷۵	۱۱۵
۱۱۰۰۳ (آبی)	۵۰	۷۲/۵
۱۱۰۰۴ (استیل)	۴۰	۶۰

تغییر ارتفاع بوم از دو طریق میسر است:

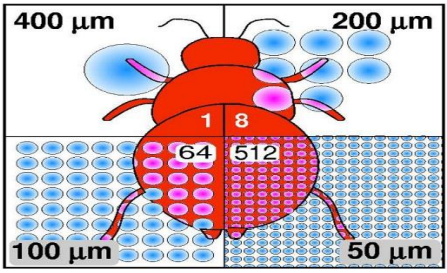
۱- با استفاده از اهرم ویژۀ بازوهای هیدرولیکِ تراکتور. (البته صرفاً در مورد سمپاش‌های سوار شونده)، ضمن آن‌که این‌گونه تغییر ارتفاع، به علت حرکت نیم دایره‌ای آن، نیاز به دقت بیشتری دارد.

۲- جابه جایی بوم، با استفاده از روزنه‌های تعبیه شده روی شاسی آن. البته نازلِ دارای دبیِ یکنواخت و بدون نیاز به هم‌پوشانی نیز وجود دارد، اما به علت گران بودن، به صورت فراگیر و رایج استفاده نمی‌شود.

قطر ذرات خارج شده از نازل:

نازل‌ها در زمینهٔ قطر ذرات تولیدی هم به گروه‌های مختلفی تقسیم بندی می‌شوند. هرچه قطر ذرات خروجی از نازل کمتر باشد، مقدار مصرف سم کمتر می‌شود و تاثیر پذیری بر آفت هم بالاتر می‌رود.

تولید ذرات با قطر درشت‌تر، نیاز به انرژی کمتر برای پمپ کردن و نازل ارزان قیمت‌تر دارد ولی مقدار مصرف سم در اینگونه موارد به شدت بالاست. افزون بر آن، تاثیر پذیری آفت هم به دلیل دریافت حجم کمی از سم، پایین است. برعکس تولید قطر ذرات ریزتر، احتیاج به انرژی بیشتر برای پمپ و نازل گران قیمت‌تر دارد ولی مقدار مصرف سم در این‌گونه موارد پایین‌تر است. علاوه بر اینکه تاثیرپذیری آفت هم بدلیل دریافت حجم زیادی از سم، بیشتر خواهد بود (عکس ۱۹). با توجه به اینکه هزینهٔ خرید پمپ و نازل، از هزینه های ثابت کشاورزی است و معمولا یک‌بار اتفاق می‌افتد ولی تعداد دفعات سمپاشی و میزان سم مصرفی جزو هزینه‌های جاری است و بستگی به میزان کاربرد از آن دارد، بنابراین بهتر است که از پمپ و نازلی استفاده کرد که قطر ذرات کمتری تولید می‌کنند؛ این انتخاب علاوه بر کاستن از هزینه‌های جاری، پیامدهای مخرب زیست محیطی کمتری دارد.



شکل ۱۹- تاثیر قطر ذرات سم بر تعداد واحد دریافتی توسط آفت

هم‌اکنون با سمپاشی به صورت نقطه‌ای به کمک سیستم پهپاد کشاورزی (ویژه سمپاشی)، علاوه بر حذف سمپاشی کل مزرعه، ذرات بسیار ریز (کمتر از ۵۰میکرون) تولید می‌شود که تاثیر سموم را بر هدف بالا می‌برد، سرعت را افزایش و زمان سمپاشی را کاهش می‌دهد.

روش‌های ریز کردن ذرات سم:

به طور کلی چهار روش برای ریز کردن ذرات سم معمول است:

۱. تحت فشار قرار دادن محلول سم و عبور آن از روزنهٔ نازل

۲. قرار دادن محلول سم در معرض جریان شدید هوا

۳. پخش کردن محلول سم با صفحه ها یا محفظه‌های چرخان

۴. سیستم حرارتی

روش محلول تحت فشار

در این روش، محلول سم با هر وسیله ای از جمله پمپ باد تحت فشار قرار می گیرد و محلول ناچار از عبور از یک سوراخ ریز بنام نازل است، در این شرایط ذرات ریز تشکیل می‌شود. هر قدر فشار وارده بیشتر و سوراخ خروجی نازل کوچک‌تر باشد ذرات محلول ریزتر خواهند بود.

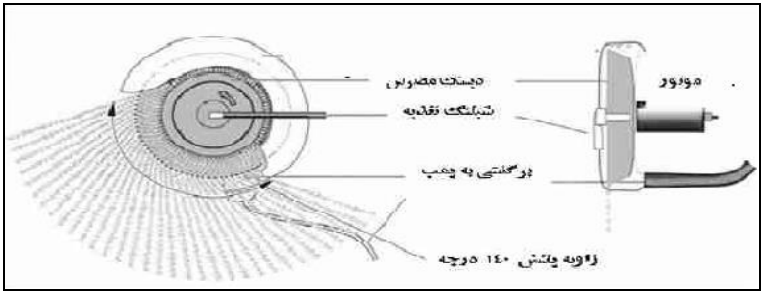
روش جریان شدید هوا

محلول سم به صورت آزاد و بدون فشار در جریانی از هوای فشرده ریخته می‌شود و ذرات ریز تشکیل می‌شوند، مانند این است که قطره‌های آب در مقابل یک پنکه در حال کار رها شوند (شکل ۲۰).

شکل ۲۰- نحوه تبدیل محلول سم به قطره‌های ریز توسط جریان شدید باد

روش صفحات یا فنجان چرخان

در این روش محلول سم به صورت آزاد در داخل یک محفظهٔ چرخان ریخته می‌شود، این محفظه با سرعت ۲۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد و محلول سم به ذرات کاملاً یکنواخت تبدیل می‌شوند (شکل ۲۱).

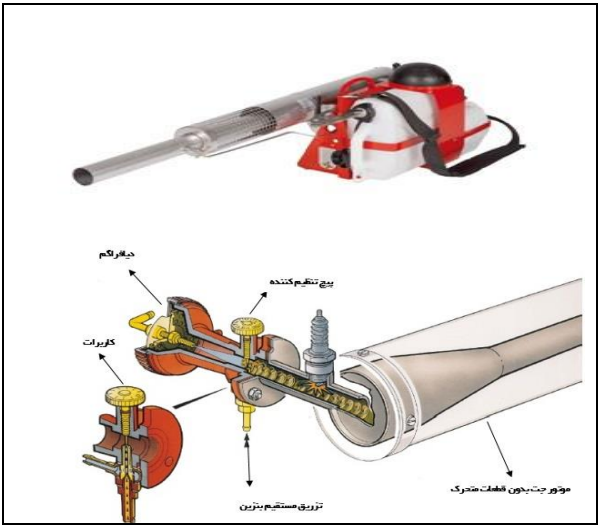


شکل ۲۱- نحوه تبدیل محلول سم به قطره‌های یکسان توسط صفحات چرخان

سیستم حرارتی:

این نوع نازل‌ها برای تولید مه به کار می‌روند. و روی ماشین‌های مه‌پاش نصب می‌شوند. جریان شدید گاز داغ، که از ماشین تولید می‌شود، باعث کاهش

ویسکوزیته سم روغنی می‌شودو آن را به صورت قطره‌های خیلی ریز پخش می‌کند. قطره‌های حاصل به صورت بخار و ابری شکل که حاوی آئروسل هستند و به قطر کمتر از ۳۰ میکرون در می آیند. گاز داغ را می‌توان از اگزوز ماشین‌های احتراق داخلی تامین کرد.



شکل ۲۲- تاثیر قطر ذرات سم بر تعداد واحد دریافتی توسط آفت

ارزیابی سمپاش ها

عملکرد ماشین‌های کشاورزی، برای استفاده مؤثر و مطمئن، با کمترین هزینه و بیشترین بهره وری، باید ارزیابی شود. شاید این سؤال پیش بیاید که پس از تنظیم و کالیبراسیون سمپاش، ارزیابی عملکرد آن به چه معناست. پاسخ این است که تنظیمات و کالیبره کردن سمپاش‌ها این اطمینان را ایجاد می‌کند که ماشین با کمترین تلفات محلول سم، کمترین هزینه و بیشترین سرعت، محلول سم را به میزان توصیه شده روی هدف می‌پاشد. اما همهٔ این تنظیمات و

کالیبراسیون تلاشی برای رسیدن به کیفیت مطلوب و کارآیی مورد نظر سم و ماشین است. اکنون لازم است ارزیابی کیفی از هدف نهایی، یعنی کیفیت رسیدن قطره‌های سم با اندازهٔ مطلوب به هدف بررسی شود. در این این جا چگونگی ارزیابی سمپاش‌ها بررسی می‌شود.

در بررسی و ارزیابی کفیت سمپاشی و عملکرد سمپاش‌ها معمولاً پارامترهای زیر مورد توجه قرار می‌گیرند: اندازهٔ قطر قطره‌ها (قطر میانه حجمی[1] و قطر میانه عددی[2])، ضریب کیفیت سمپاشی، بازده مزرعه‌ای سمپاش، درصد لهیدگی محصول، میزان بادبردگی سم[3].

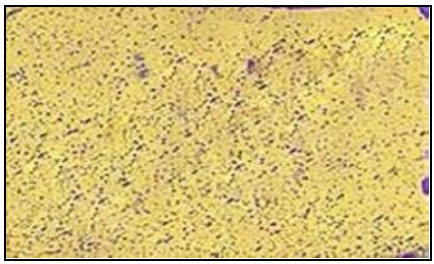
برای تعیین این عامل، قبل از سمپاشی در مناطق اطراف مزرعه‌ای که قرار است برای ارزیابی ماشین سمپاشی شود، تعدادی کارت حساس (به تعداد کافی و بسته به شرایط و مساحت مزرعه مثلا ۲۰ عدد) به فاصله‌های مساوی قرار داده می شود. پس از سمپاشی، این کارت‌ها جمع‌آوری و درصد آنهایی که در معرض قطره‌های سم قرار گرفته‌اند تعیین و به عنوان میزان بادبردگی سم گزارش می‌شود. با مقایسهٔ این عدد برای ماشین‌ها و روش‌های مختلف می‌توان ماشین یا روشی را که از نظر بادبردگی وضعیت بهتری دارد معرفی کرد.

اندازه قطره‌های سم: اندازهٔ قطر قطره‌های سم، با استفاده از کارت های حساس به آب و یا روغن بر حسب «میکرون» اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۲۳) این کارت‌ها، شبیه کاغذ تورنسل هستند که با برخورد قطره‌های آب تغییر رنگ می‌دهند. این کاغذها آغشته به محلول برموفنل آبی است و به محض برخورد

1. VMD
2. NMD
3. Drift

قطره‌های محلول سم، با سطح کاغذ، لکه‌هایی آبی رنگ بر سطح کاغذ پدیدار می‌شود. این کاغذها در حال حاضر در ایران نیز تهیه می‌شوند.

اندازه قطر قطره های سم، بر حسب میکرون محاسبه و برای این منظور، از کارت های حساس به آب یا روغن استفاده می شود. به این صورت که هنگام کار، تعدادی از این کارت ها را به فاصله های معین و متعدد در زیر دستگاه سمپاش قرار می دهند. پس از ظهور لکه های ریز و آبی رنگ، با استفاده از دستگاه ویژه (اپتوماکس) یا مقایسه کارت های شاخص، سه مشخصه شامل: قطر، تعداد و پراکنش قطره ها را ارزیابی می کنند. به این ترتیب به تناسب هدف مورد نظر، تکنیک های سمپاشی اصلاح می‌شوند.

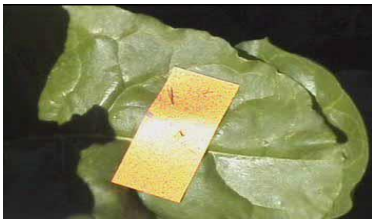


شکل ۲۳- کارت حساس

روش‌های اندازه گیری قطر ذرات سم:

آزمون‌های مزرعه‌ای یکنواختی و اندازهٔ قطره‌ها: اندازه قطره‌ها با استفاده از کاغذهای حساس اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۲۴). روش کار به این صورت است که قبل از سمپاشی به فاصله‌های یک متر کاغذهای حساس به ابعاد ۳×۷ سانتی‌متر قرار می‌دهیم. این کاغذها در جهت عمود بر مسیر حرکت شماره

گذاری می‌شوند تا بتوان قطر تقریبی قطره‌ها و تعداد آن‌ها و یکنواختی پاشش را در طول و عرض کار تعیین کرد (محمود صفری، ۱۳۸۷).



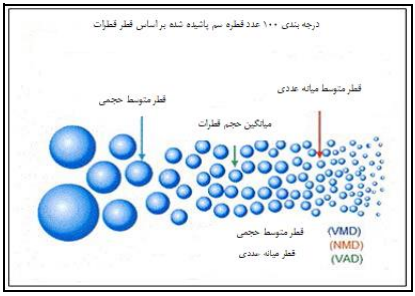
شکل ۲۴- کاغذهای حساس ۳×۷ سانتی‌متردر جهت عمود بر مسیر حرکت

اندازه گیری قطر قطره‌ها و شمارش تعداد آن‌ها با روش بزرگنمایی

کاغذ حساس: برای این کار کپی با اندازه چند برابر (مثلا ۳ برابر) از کاغذ تهیه و تعداد و قطر قطره‌ها شمارش و اندازه‌گیری می‌شوند. مقایسه با کارت‌های مقیاس استاندارد، استفاده از میکروسکوپ و پلانی‌متر روش‌های دیگری هستند که بسیار وقت‌گیر و کم‌دقت هستند. با گروه‌بندی اندازهٔ قطره‌ها میانهٔ آنها محاسبه می‌شود. با تشکیل جدول فراوانی و تعیین قطر قطره‌هایی که در ۵۰ درصد فراوانی قرار دارند، قطر متوسط میانه حجمی، قطر میانهٔ عددی، و ضریب کیفیت سمپاشی تعیین می‌شود.

اندازه‌گیری قطر قطره‌های سم با روش پردازش تصویرهای دیجیتالی: به منظور صرفه‌جویی در وقت و هزینه و نیز بالابردن دقت در سنجش کاغذهای حساس به آب، می‌توان از فناوری‌های مرتبط با پردازش تصویر به کمک رایانه استفاده کرد. در این روش به رغم نداشتن نیاز به تجهیزات خاص به جز رایانه، فرآیند کار بسیار سریع، دقیق و ساده است. به کمک فناوری پردازش

تصاویرهای دیجیتالی، اندازه‌گیری‌ها شامل محاسبه سطح هر لکه، قطر واقعی هر قطره، قطر میانهٔ عددی، قطر میانهٔ حجمی قطره‌ها، انحراف معیار قطر قطره‌ها، چگالی پاشش، درصد پوشش سطح کاغذ با قطره‌ها و یکنواختی پاشش قابل اندازه‌گیری و محاسبه است (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- قطر میانه عددی و حجمی

قطر میانهٔ حجمی: قطر ذره‌ای است که در مرز نصف حجمی قرار می گیرد؛ یعنی اگر ذرات حاصل از یک لیتر محلول سمی را به ترتیب از بزرگ به کوچک قرار دهیم و از یک طرف آن‌ها را در یک ظرف بریزیم، به قطر ذره‌ای که در مرز نیم لیتری ظرف قرار می‌گیرد، قطر میانهٔ حجمی گویند (رستمی، ۱۳۹۴)

قطر میانهٔ عددی: قطر ذره‌ای است که جمع تعداد قطره‌های بزرگ‌تر از آن معادل جمع کل تعداد قطره‌های کوچک‌تر از آن باشد. یعنی اگر ذرات چیده شده را از یک طرف شروع به شمارش کنیم، ذره‌ای که از نظر تعداد کل ذرات در وسط قرار می گیرد را قطر میانهٔ عددی گویند.

یکنواختی پاشش: با اندازه‌گیری تعداد و قطر قطره‌ها در مساحت یک سانتی‌متر مربع و در نهایت مقایسه با الگوهای استاندارد یکنواختی پاشش تعیین می‌شود.

ضریب کیفیت سمپاشی: نسبت قطر میانهٔ حجمی به قطر میانهٔ عددی را ضریب کیفیت سمپاشی می‌گویند. در حالت ایده‌آل این ضریب برابر یک است، ولی با توجه به شرایط، دستیابی به این کیفیت سمپاشی عملاً غیر ممکن است. هر قدر این نسبت با عدد یک فاصله داشته باشد ضریب کیفیت سمپاشی افزایش می‌یابد، بنابراین کیفیت سمپاشی کم می‌شود.

منابع:

ابریشمی مقدم، م. ۱۳۸۹. تکنیک های مناسب سمپاشی. نشریه ترویجی. انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج خراسان رضوی. کد ۱۰۴۸-۸۹. صفحه ۲۴.

امیر شقاقی، ف و صفری، م. ۱۳۸۹. مقایسه عملکرد فنی سمپاش‌های متداول در مزارع گندم. نشریه فنی، انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ۳۷. صفحه ۱۸.

رستمی، محمد علی.۱۳۹۴. ارزیابی، بازدید فنی و مدیریت سمپاش‌ها. نشریه ترویجی، انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی کرمان، اداره رسانه ترویجی، نوبت اول. ۲۷ صفحه.

رستمی، محمد علی.۱۳۹۴. کالیبراسیون سمپاش ها، نشریه ترویجی، انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی کرمان، اداره رسانه ترویجی، نوبت اول. ۲۸ صفحه.

صفری، م. ۱۳۸۷. سمپاش بوم دار پشت تراکتوری مجهز به فنجان های چرخان به منظور مبارزه با علف هرز چغندر قند. . نشریه فنی، انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره ۱۵. صفحه ۱۸.

منصوری راد، داود. ۱۳۸۶. تراکتورها و ماشین های کشاورزی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.