

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسات تحقیقات گیاهپزشکی و علوم باغبانی (پژوهشکده سبزی و صیفی)
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

نشریه فنی

سم پاش‌های دارای تکنولوژی نوین برای کشت‌های گلخانه‌ای و باغات متراکم

نگارندگان: محمدرضا نعمت‌اللهی و علی فرهادی
اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و
ترویج کشاورزی

سمپاش‌های دارای فناوری نوین برای کشتهای گلخانه‌ای و باغ- های متراکم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۱	ویژگی‌های سمپاش مناسب
۳	پیشرفت‌های فناوری در زمینه سمپاش‌ها
۳	واژه سمپاش تونلی
۳	سمپاش‌های تونلی معمولی
۳	ویژگی‌های سمپاش‌های تونلی معمولی
۴	سمپاش تونلی جگوار
۴	سمپاش مخصوص توت‌فرنگی گلخانه‌ای
۵	سمپاش‌های تونلی بازجذبی
۶	انواع سمپاش‌های تونلی بازجذبی
۷	ویژگی‌های شاخص سمپاش تونلی بازجذبی
۸	مقایسه سمپاش‌های تونلی بازجذبی با سمپاش‌های مرسوم
۸	بازجذب سم
۹	هدررفت سم
۱۰	کارایی زیستی
۱۲	مزایا و محدودیت‌های سمپاش‌های تونلی بازجذبی
۱۳	جمع‌بندی
۱۴	منابع مورد استفاده

مقدمه

کنترل شیمیایی در بسیاری موارد یکی از مؤثرترین و موفقترین روش‌های کنترل آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز است که از همان ابتدا مورد استقبال خوب کشاورزان قرار گرفته است. اهمیت این روش مبارزه به حدی است که حتی امروزه به‌عنوان یکی از ارکان اصلی برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات لحاظ می‌شود. بنا بر آمار موجود، حدود ۶۰ درصد سموم شیمیایی مورد استفاده در اروپا در محصولات زراعی مانند غلات و چغندر قند مصرف می‌شود. این سموم بیشتر به وسیله سم‌پاش‌های مزرعه‌ای که دارای یک بوم افقی هستند، پاشش می‌شوند. حدود ۲۸ درصد دیگر سموم روی درختان و درختچه‌ها در باغ‌های میوه و تاکستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سموم معمولاً به وسیله سم‌پاش‌های باغی موسوم به سم‌پاش‌های اتومایزر که دارای بوم‌های عمودی مجهز به نازل هستند، پاشش می‌شوند.

نوع سم‌پاش مورد استفاده در عملیات کنترل شیمیایی تأثیر زیادی بر هزینه سم‌پاشی و عوارض زیست‌محیطی ناشی از مصرف سموم شیمیایی دارد. با توجه به تنوع محصولات کشاورزی و توسعه سامانه‌های کشت در محیط‌های کنترل شده مانند گلخانه‌ها و گسترش باغ‌های تجاری متراکم (پیوند شده روی پایه‌های پاکوتاه)، برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و همچنین محلول‌پاشی برگ‌های عناصر غذایی، لازم است از ابزارهای ویژه‌ای برای این منظور استفاده نمود. این نشریه، به معرفی سم‌پاش‌های دارای فناوری نوین، که در باغ‌های متراکم، گلخانه‌ها و کشت‌های ردیفی سبزی و صیفی قابل استفاده هستند، می‌پردازد.

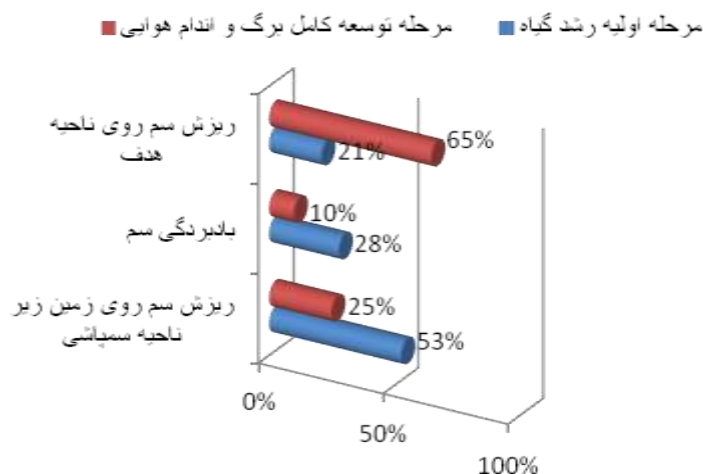
ویژگی‌های یک سم‌پاش مناسب

امروزه با توجه به خطرهای ناشی از مصرف سم بر سلامت جامعه، مسائل زیست‌محیطی و هزینه‌های عملیات سم‌پاشی برای بهره‌بردار، یک سم‌پاش مناسب دارای ویژگی‌های مناسبی به شرح زیر باشد:

- ۱- قابلیت تنظیم دقیق مقدار مصرف سم یا دز سم
- ۲- قابلیت توزیع یکنواخت سم در منطقه سم‌پاشی
- ۳- قابلیت ایجاد پوشش کافی سم بر روی منطقه هدف
- ۴- کمترین مقدار ریزش سم بر روی زمین
- ۵- کمترین مقدار بادبردگی سم

بررسی سم‌پاش‌های مورد استفاده در مزارع و باغ‌های کشور نشان می‌دهد که اکثر این سم‌پاش‌ها از نظر بسیاری از ویژگی‌های بیان شده از جمله مقدار ریزش سم بر روی زمین، مقدار بادبردگی سم و ایجاد پوشش یکنواخت سم بر روی منطقه هدف وضعیت مطلوبی ندارند. در

سمپاش‌های مزرعه‌ای، یکنواختی پوشش سم بسیار متغیر بوده و به کیفیت سم پاشش‌شده توسط سمپاش و تراکم محصول بستگی دارد. در سمپاش‌های باغی بدون توجه به نوع سمپاش، متوسط پاشش سم بر روی منطقه هدف ۱۵ درصد است. در واقع زمین زیر ناحیه سمپاشی در بسیاری از موارد هدف سمپاشی نمی‌باشد و باید حداقل ممکن سم به آن پاشش گردد. از سوی دیگر امکان حذف کامل بادبردگی سم وجود ندارد، اما مقدار آن به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر نوع سمپاش و محصول قرار دارد. موضوع بادبردگی سموم به قانون موسوم به ناحیه بافر (فاصله‌ای که باید کشاورز برای کاربرد ایمن سموم در کنار منابع آب در نظر بگیرد)، اشاره دارد. در عمل مقدار قابل‌توجهی از سم مورد استفاده در سمپاش‌های مزرعه‌ای یا باغی به‌صورت ریزش سم بر روی زمین زیر ناحیه هدف و یا بادبردگی سم به خارج از منطقه هدف، هدر می‌رود. به‌عنوان مثال مشخص شده است که در مزارع غلات در مراحل اولیه رشد گیاه ۵۰ درصد سم مصرفی بر روی زمین ریزش می‌کند و با افزایش رشد محصول این نسبت به تدریج کم می‌شود. در باغ‌های میوه نیز این نسبت با افزایش رشد شاخ و برگ درختان به یک‌سوم میزان سم مصرفی کاهش می‌یابد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه مقدار سم پاشش شده بر منطقه هدف (برگ‌های درختان میوه و منطقه غیرهدف (بادبردگی و ریزش سم) توسط یک سمپاش باغی در دو مرحله مختلف رشد گیاه.

بدین ترتیب مشخص می‌شود که کاربرد سم در صورتی مؤثرتر و ایمن‌تر خواهد بود که دستگاه سمپاش مورد استفاده بتواند پوشش کافی و یکنواخت از سم را بر روی منطقه هدف ایجاد نموده و در عین حال از هدررفت سم به صورت‌های بادبردگی و ریزش سم بر روی زمین، تا حد ممکن کاسته شود.

پیشرفتهای فناوری در زمینه سمپاشها

برای نیل به اهداف کاهش مصرف سم و افزایش اثربخشی سم بر منطقه هدف (شاخ و برگ) اصلاحات و ابداعاتی توسط پژوهشگران و متخصصین صورت گرفته است. این فناوریها و تجهیزات برخی در مرحله آزمایشی میباشند (مانند سمپاشهای کنترلشده توسط حسگرها، استفاده از نازل‌های تزریقی، استفاده از نازل‌های مایعپاش دوقلو) و برخی مانند سمپاشهای تونلی و سمپاشهای تونلی بازجذبی به صورت تجاری و در سطح وسیع در بسیاری از کشورهای دنیا به ویژه کشورهای اروپایی مورد استقبال قرار گرفته و کاربرد آنها در باغها و مزارع روبه افزایش است. در کشور ایران با وجود ارائه راهکارهای غیر شیمیایی مبارزه با آفات، کشاورزان هنوز در بسیاری از موارد برای کنترل آفات، بیماریها و علفهای هرز به کنترل شیمیایی متوسل میشوند. بنابراین برای صرفه جویی در مصرف سموم شیمیایی و کاهش عوارض زیست محیطی، آشنایی و به کارگیری فناوریهای نوین سمپاشی ضروری است.

واژه سمپاش تونلی

در منابع مختلف واژه سمپاش تونلی برای دو نوع متفاوت سمپاش مورد استفاده قرار گرفته است. ۱- سمپاشهای طراحی شده برای گلخانه‌های تونلی شکل و ۲- سمپاشهایی که خود دستگاه سمپاش به شکل یک تونل بوده و به طور معمول به یک سامانه بازجذب سم نیز مجهز می‌باشد. در متن این نشریه به منظور تفکیک و تمایز و بیان بهتر کاربرد این دو نوع سمپاش به ترتیب اسامی سمپاشهای تونلی معمولی و سمپاشهای تونلی بازجذبی انتخاب گردید.

سمپاشهای تونلی معمولی

این نوع سمپاشها به طور کلی برای سمپاشی انواع محصولات کشت شده در گلخانه‌های تونلی عرضه گردیده اند. این سمپاشها مشابه سمپاشهای مرسوم مزرعه‌ای و باغی به سامانه هیدرولیکی پاشش سم مجهز بوده و فاقد سامانه‌های بازجذب سم هستند. این سمپاشها در کل دارای سامانه‌های تحویل سم با کمک هوا (موسوم به اتومایزر) هستند و طوری طراحی شده اند که سطح وسیع (در مورد محصولات سبزی و صیفی و توت‌فرنگی) و یا ارتفاع بلند (در مورد درختان میوه پاکوتاه) را به راحتی پوشش دهند. این دستگاهها در واقع سمپاشهای دنباله‌بند تراکتوری هستند که برای گلخانه‌های تونلی طراحی شده اند به نحوی که ارتفاع و ابعاد اتاقک راننده، حرکت مجموعه

تراکتور و دستگاه را در درون تونل محدود نکرده و راننده دید کافی و مطلوبی از بستر کشت و پوشش گیاهی داشته باشد.

ویژگی‌های سمپاش‌های تونلی معمولی

انواع متفاوت این سمپاش‌ها توسط شرکت‌های مختلف و با اسامی تجاری مختلف عرضه می‌گردند که در اینجا به دو نوع از آن‌ها که ساخت شرکت فرازیر (Frazier) کشور آلمان است، توضیح داده می‌شود.

(الف) سمپاش تونلی معمولی جگوار

یک سمپاش دنباله‌بند تراکتوری است که مجموعه آن طوری طراحی شده است که بتواند با ارتفاع و خمیدگی ویژه گلخانه‌های تونلی سازگاری داشته باشد. این ماشین دارای یک اتاقک راننده با حداکثر ارتفاع ۲/۱ متر است که روی چرخ‌هایی با ابعاد متداول ۱۲ در ۲۸ سوار شده است. اتاقک به سمت جلو کشیدگی دارد به‌گونه‌ای که سطح و ارتفاع محصول به‌خوبی قابل‌رؤیت باشد. ماشین روی یک شاسی ویژه قرار گرفته است به‌گونه‌ای که امکان فرمان‌پذیری ماشین درون تونل فراهم گردد. برای پاشش مطلوب سم، سامانه دستگاه پاشش سم با کمک هوا، در ترکیب با یک بوم افقی جمع شونده، به‌گونه‌ای طراحی شده است که ماشین بتواند چند ردیف را هم‌زمان سمپاشی کند (شکل ۲).



شکل ۲- سمپاش تونلی معمولی جگوار از نمای روبه‌رو و پشت‌سر.

(ب) سمپاش مخصوص توت‌فرنگی گلخانه‌ای

این نوع از سمپاش‌ها با ابعاد مختلف برای سمپاشی انواع محصولات سبزی و صیفی گلخانه‌ای و توت‌فرنگی عرضه شده‌اند. این سمپاش می‌توانند با کارایی بالا حدود ۲۰۰۰ لیتر در هکتار پاشش سم داشته باشد. به این منظور محور تراکتور

طوری طراحی شده است که بتواند ماشینی با عرض دو متر را حمل کند و امکان حرکت ماشین در سرعت‌های کم فراهم باشد. این سمپاش به یک بوم جمع شونده به طول ۱۲ متر مجهز است که امکان سمپاشی هم‌زمان چند ردیف را فراهم می‌کند. این دستگاه می‌تواند پاششی حدود ۳۴۶ لیتر در دقیقه را با فشار ۱۰ بار تأمین نماید. به این منظور ماشین به سامانه پمپ‌های دوقلو و سامانه هیدرولیکی قوی مجهز است (شکل ۳).



شکل ۳- سمپاش ۱۲ متری مخصوص توت‌فرنگی گلخانه‌ای.

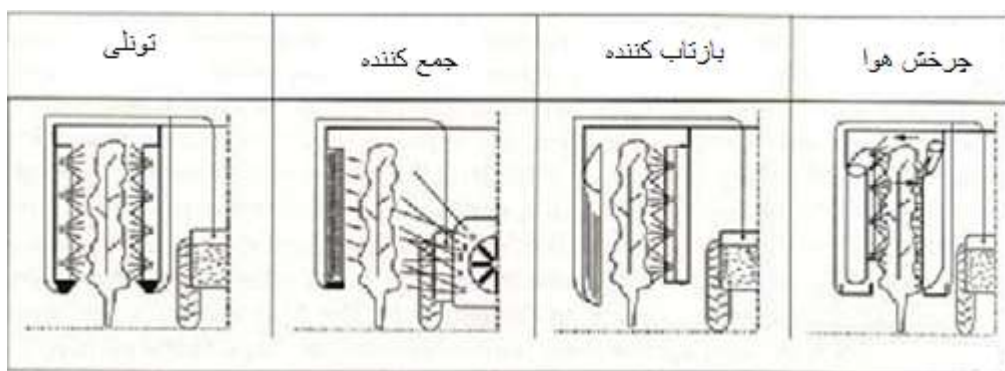
سمپاش‌های تونلی بازجذبی

اولین سمپاش‌های تونلی بازجذبی در اوایل دهه ۱۹۷۰ ارائه شده و بیشتر در تاکستان‌ها استفاده می‌گردید. امروزه استفاده از سمپاش‌های تونلی بازجذبی برای سمپاشی درختان پاکوتاه کشت‌شده در باغ‌ها و یا کشت‌شده در گلخانه‌های تونلی رواج یافته است. اصولاً در سمپاش‌های تونلی بازجذبی خطر بادبردگی کاهش می‌یابد، زیرا که قطرات درشت‌تر که در نتیجه سمپاشی با حجم زیاد تولید می‌شوند، به دلیل اینرسی سقوط می‌کنند و در مقابل قطرات ریزتر (که با حجم کمتر پوشش مؤثرتری را بر روی هدف ایجاد می‌نمایند)، کارایی بهتری داشته و احتمال بادبردگی آن‌ها کمتر است. امروزه تولید قطرات ریزتر (حدود ۸۰ میکرون) با کمک جریان هوا میسر شده و می‌توان با استفاده از نازل‌های با برون‌ده کم و بهره‌گیری از پودرکننده‌های چرخان به این منظور دست یافت. به این حالت اصطلاحاً کاربرد کنترل‌شده قطرات می‌گویند. آزمایش‌های محققین مختلف نشان داده است که با استفاده از سمپاش‌های تونلی بازجذبی می‌توان کنترل بهتری بر روی آفات و بیماری‌های گیاهی به دست آورد، درعین‌حال میزان مصرف سم و اثرات سوء زیست‌محیطی سموم به مقدار قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. به‌عنوان مثال در آزمایشی که در باغ‌های سیب‌پاکوتاه (شامل ارقام مکی‌ناتاش، گلدن دل‌یشز و جان‌تان) با استفاده از یک سمپاش تونلی

مجهز به پودر کننده چرخان در لهستان انجام گرفت، کنترل بیماری قارچی اسکب سیب بسیار مناسب بود. در این آزمایش حداکثر کنترل بیماری هم در دز کامل و هم نصف دز قارچکش مورد استفاده به دست آمد و حداکثر آلودگی درختان به بیماری قارچی روی برگها و میوه ها پس از سمپاشی به ترتیب ۲/۸ و ۰/۵ درصد بود. این در حالی است که آلودگی برگها و میوه ها در قطعه شاهد (سمپاشی نشده) به ترتیب ۴۸/۹ و ۵۸ درصد بود.

انواع سمپاشهای تونلی بازجذبی

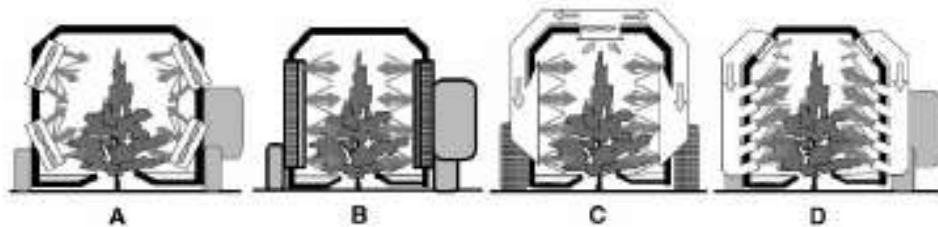
عملیات سمپاشی محصولات کشاورزی مستلزم تأمین دو هدف تقریباً متناقض یعنی توزیع بهینه سم بر روی قسمت‌های مختلف گیاه و مصرف حداقل سم ممکن می‌باشد. بنابراین سمپاشی درختان و درختچه‌ها نسبت به سایر محصولات زراعی از پیچیدگی بیشتری برخوردار است. به منظور رسیدن به اهداف یادشده لازم است تغییرات و اصلاحاتی در دستگاه‌های سمپاش انجام شود. یک امکان استفاده از واحدهای بازجذب سم می‌باشد. در این نوع سمپاشها قطراتی از مایع سم که به منطقه هدف (شاخ و برگ گیاه) برخورد نکرده اند، جمع‌آوری شده و به‌طور مجدد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر انواع مختلفی از این نوع سمپاشها به بازار عرضه گردیده است که می‌توانند قطرات سم را جمع کرده یا بازتاب نموده و از پخش آن‌ها به محیط جلوگیری نمایند. این نوع سمپاشها در ابتدا برای تاکستان‌ها ابداع شده بودند اما هم‌اکنون برای انواع درختان میوه پاکوتاه و همچنین محصولات زراعی که به‌صورت ردیفی کشت می‌گردند (مانند سبزی و صیفی)، مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع واحد بازجذب متفاوت می‌باشد و بر این اساس می‌توان سمپاشهای بازجذبی را به انواع تونلی، جمع کننده، بازتاب کننده، چرخش هوا



شکل ۴- انواع واحدهای بازجذب سم مورد استفاده در سمپاشهای تونلی بازجذبی.

رایج‌ترین نوع سم‌پاش‌های بازجذبی، سم‌پاش بازجذبی تونلی است، که ممکن است با کمک هوا یا بدون آن باشد. به‌طورکلی سم‌پاش‌های با کمک هوا در ایجاد پوشش کافی سم موفق‌تر هستند. نوع جمع‌کننده ممکن است به دمنده‌های مرسوم از نوع محوری و همچنین دمنده‌های مماسی مجهز باشند. در نوع بازتابی به‌طورمعمول از دمنده‌های مماسی و در نوع با چرخش هوا از جریان هوای در حال چرخش استفاده می‌شود. با انواع تونلی بازجذبی دارای سامانه چرخش هوا می‌توان با یک بار حرکت سم‌پاش در امتداد ردیف، کل ردیف را به‌طور کامل سم‌پاشی کرد. درحالی‌که در انواع جمع‌کننده و بازتابی، سم‌پاشی مجدد یک ردیف ضروری است، به‌ویژه هنگامی‌که رشد درختان کامل شده باشد.

یکی از اهداف مهم سم‌پاشی، پوشش یکنواخت سم روی منطقه هدف یعنی شاخ و برگ گیاهان می‌باشد. این هدف در سم‌پاش‌های تونلی بازجذبی با افزودن جریان هوا به‌خوبی تأمین می‌شود. جریان هوا نقش مهمی در نفوذ سم به داخل پوشش گیاهی و یا تاج درخت دارد. علاوه بر این، جریان هوا باعث می‌شود حجم بیشتری از مایع سمی که به دیواره مقابل تونل می‌رسد، بازجذب شود. بنابراین به واسطه جریان هوا میزان بازجذب سم هدررفته افزایش خواهد یافت. در حال حاضر انواع مختلف سامانه‌های تحویل سم با کمک هوا ارائه شده‌اند که بر این اساس می‌توان سم‌پاش‌های تونلی را به انواع مختلف تقسیم نمود (شکل ۵). این سامانه‌ها به اختصار به شرح زیر می‌باشند: ۱- استفاده از بادبزن‌های محوری مستقیم همراه با پودرکننده چرخان که می‌تواند با نازل‌های مخروطی توخالی جایگزین شود. ۲- استفاده از بادبزن‌های مماسی همپوشان نصب‌شده در دیواره‌های تونل همراه با پودرکننده چرخان که می‌تواند با نازل‌های مخروطی توخالی جایگزین شود. ۳- استفاده از سیستم مداربسته دارای بادبزن‌های محوری یا بادبزن‌های شعاعی همراه با نازل‌های مخروطی توخالی. ۴- استفاده از یک سامانه پنوماتیک برای پودر کردن مایع سم. در سم‌پاش‌های تونلی از نوع سیستم مداربسته، هوا از داخل تونل در بالا و عقب مکیده شده و دوباره از دو طرف به داخل تونل دمیده می‌شود. بنابراین با چرخش مجدد هوا در فضای محافظت‌شده داخل تونل، میزان بادبردگی سم به خارج از تونل کاهش یافته و میزان پوشش سم بر روی منطقه هدف افزایش می‌یابد.



شکل ۵- انواع سمپاش‌های تونلی بازجذبی بر اساس انواع سامانه‌های تحویل سم: A- دارای بادبزن‌های محوری همراه با پودرکننده چرخان، B- دارای بادبزن‌های مماسی نصب‌شده در دیواره تونل همراه با بادبزن‌های مخروطی توخالی، C- دارای سامانه مداربسته همراه با جریان عرضی هوا، D- دارای سامانه مداربسته همراه با جریان مستقیم هوا.

ویژگی‌های شاخص سمپاش تونلی بازجذبی

برای نمونه بخش‌ها و ویژگی‌های یک سمپاش تونلی بازجذبی ساخت شرکت لیپکو (LIPCO) آلمان توضیح داده می‌شود. این دستگاه به صورت یک حرف U وارونه است که روی ردیف درختان میوه یا انگور قرار می‌گیرد (شکل ۶). دیواره‌های جانبی این تونل از جنس فایبرگلاس و به عرض ۲۴۰ سانتی‌متر است. ارتفاع دیواره‌های تونل تا ۳۰۰ سانتی‌متر قابل افزایش است، به طوری که دستگاه بتواند به طور کامل روی درخت مستقر شود. مخزن سمپاش در یک طرف آن قرار داشته و لوله‌های خرطومی خارج شده از آن به سامانه هیدرولیکی سمپاش متصل می‌شود. بدین ترتیب سم از مخزن به سمت بالا و همچنین به دیواره مقابل تونل هدایت می‌شود. مخزن سمپاش به ظرفیت ۴/۵ لیتر بوده و از ایمنی خاصی برخوردار است. اختلاط سم به طور کامل داخل مخزن صورت می‌گیرد. به این منظور کارگر سمپاش ماده سمی را درون مخزن ریخته و در مخزن را می‌بندد. سپس جریان آب با کمک یک اهرم به داخل مخزن وارد شده و محلول سمی با غلظت مناسب آماده می‌شود. بدین ترتیب بخار و ذرات ریز حاصل از اختلاط سم در محیط پخش نشده و برای کارگر سمپاش خطری ایجاد نمی‌کند.



شکل ۶ - نمای یک سمپاش تونلی بازجذبی در حال سمپاشی درختچه های مو.

در دیواره های داخلی تونل دو بادبزن عمودی، قطراتی را که از ۱۲ نازل خارج می شوند به درون و بر روی شاخ و برگ درخت هدایت می کند. در جلو و عقب تونل صفحات لاستیکی از بالا به سمت پایین آویزان بوده و در قسمت پایین و در امتداد دیواره های جانبی ساختمان شیارمانندی را به وجود می آورند. قطرات اضافی سم که به دیواره های داخلی تونل برخورد نمی کنند، در این شیار جمع شده و پس از عبور از دو صافی به داخل مخزن برگشت داده می شوند. عرض بین دو دیواره سمپاش را می توان به گونه ای تنظیم کرد که به طور کامل بر روی ردیف درختان قرار گیرد. نکته قابل توجه این است که هر چه فاصله بین دیواره ها کمتر باشد امکان بادبردگی سم و نفوذ باد به داخل تونل کمتر می شود.

مقایسه سمپاش های تونلی بازجذبی با سمپاش های مرسوم (الف) بازجذب سم

در سمپاش های تونلی بازجذبی مایع سمی که در جریان سمپاشی از پوشش گیاهی و یا تاج درخت می گذرد به دیواره های تونل برخورد می کند، جمع آوری شده و به مخزن برگردانده می شود. مطالعات متعدد نشان داده است که استفاده از سمپاش های تونلی بازجذبی باعث صرفه جویی در مصرف سم گردیده و این نوع سمپاش ها از صرفه اقتصادی خوبی برخوردار هستند. از سوی دیگر بازجذب سم این امکان را فراهم می کند که با کاربرد حجم کمتری از سم در مقایسه با سمپاش های مرسوم میزان بادبردگی و ریزش سم نیز کمتر گردد. به عنوان مثال میزان مصرف سم حشره کش به وسیله سمپاش تونلی

بازجذبی برای کنترل آفات در یک مزرعه ذرت شیرین در مقایسه با سمپاش‌های مرسوم ۳۰ درصد کمتر بوده است، درحالی‌که به همان مقدار آفات را کنترل کرده است.

بررسی پژوهشگران در خصوص مقدار بازجذب در سمپاش‌های تونلی بازجذبی نشان می‌دهد که عوامل مختلفی در مقدار بازجذب مؤثر هستند. ویژگی‌های منطقه هدف، کارآیی روش جمع‌آوری مایع سم و همچنین پارامترهای عملیاتی مانند حجم سم و سرعت حرکت سمپاش از بقیه مهم‌تر هستند. به‌طورکلی مقدار بازجذب سم با افزایش حجم سم و کاهش سرعت حرکت سمپاش افزایش می‌یابد. علاوه بر این عوامل دیگری مانند اندازه درخت و مرحله رشدی گیاه نیز در میزان بازجذب سم مؤثر می‌باشد. با توجه به اینکه بیشتر سمپاشی‌های انجام‌شده بر روی درختان میوه هسته‌دار و دانه‌دار در مراحل اولیه رشد برگ‌ها انجام می‌شود، در صورت استفاده از سمپاش‌های تونلی بازجذبی سالیانه حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد در مصرف سم صرفه‌جویی خواهد شد.

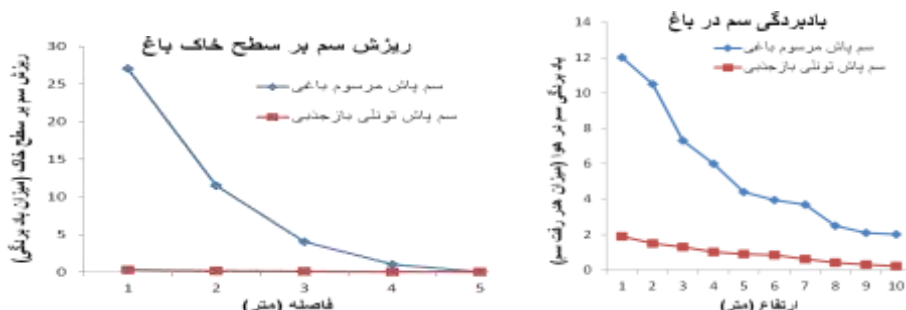
موارد فوق‌الذکر به ویژگی‌های منحصربه‌فرد و مزیت اصلی سمپاش‌های تونلی بازجذبی اشاره دارد، بدین ترتیب که این سمپاش‌ها به‌گونه‌ای قابل تنظیم هستند که حجم واقعی سم لازم برای هر هکتار را بر اساس تراکم شاخ و برگ گیاه تحویل دهند. برخلاف سمپاش‌های مرسوم، با استفاده از سمپاش‌های تونلی بازجذبی در عین اینکه هنوز از همان دز توصیه‌شده استفاده می‌شود، امکان صرفه‌جویی در مصرف سم به‌ویژه در مراحل اولیه رشد گیاه وجود دارد. هرچند میزان سم مصرفی بر اساس تغییرات رشدی گیاه تغییر می‌کند و به‌طورمعمول با افزایش رشد شاخ و برگ مصرف سم بیشتر می‌شود، اما در سمپاش‌های تونلی بازجذبی نیازی به تغییر عوامل کاربردی مانند اندازه و شماره نازل، فشار مایع و یا سرعت حرکت سمپاش نمی‌باشد. در این نوع سمپاش‌ها همه مایع بازجذب‌شده به‌طور مجدد مصرف‌شده و هدر نمی‌رود. بنابراین مزیت اصلی سمپاش‌های تونلی بازجذبی مصرف‌کارا و منطقی سم با حداقل هدررفت آن می‌باشد.

ب) هدررفت سم

در سمپاش‌های مرسوم مقادیری از سم که بر روی منطقه هدف قرار نمی‌گیرند به دو صورت به هدر می‌رود: ۱- بادبردگی که سم وارد هوا می‌شود و ۲- ریزش که سم روی زمین زیر منطقه هدف می‌ریزد. هرچند امکان حذف کامل هدررفت سم وجود ندارد، اما در سمپاش‌های تونلی بازجذبی بخش قابل‌توجهی از سمی که به هدف برخورد نمی‌کند، برای استفاده مجدد بازجذب می‌شود.

مقایسه سمپاش‌های تونلی بازجذبی با سمپاش‌های مرسوم نشان می‌دهد که مقدار هدررفت سم در سمپاش‌های تونلی بازجذبی به‌شدت کاهش می‌یابد. مقایسه مقدار ریزش و بادبردگی برای دو نوع سمپاش معمولی و تونلی بازجذبی نشان می‌دهد که هدررفت سم در سمپاش

تونلی بازجذبی نسبت به سمپاش معمولی بسیار کم است. در سمپاش تونلی بازجذبی مقدار بادبردگی تا ۸۵ درصد کمتر از سمپاش معمولی بوده و مقدار ریزش سم به حدود یک درصد می‌رسد (شکل ۷).



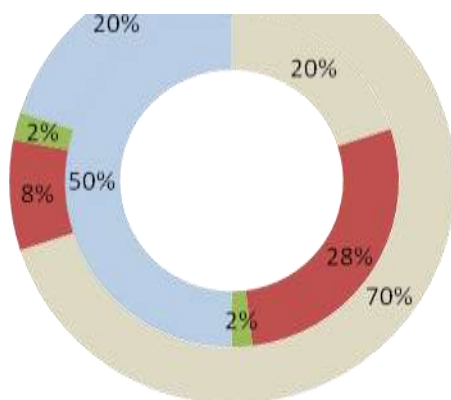
شکل ۷- مقایسه مقدار بادبردگی و ریزش سم در دو نوع سمپاش مرسوم باغی و سمپاش تونلی بازجذبی (۴۰۰ لیتر در هکتار و ۸ کیلومتر در ساعت)

در سمپاش‌های تونلی بازجذبی علاوه بر اینکه مقدار پخش سم در محیط اطراف به شدت کاهش می‌یابد، وسعت منطقه آلوده به سم نیز به مقدار قابل توجهی کم می‌شود. از سوی دیگر بیشتر سمی که ممکن است از داخل سمپاش به بیرون فرار کند روی گیاهان هدف پاشیده می‌شود. این ویژگی در محلهایی که افراد و یا سایر موجودات زنده ممکن است در معرض سم قرار بگیرند و همچنین در جاهایی که محل سمپاشی در نزدیکی منابع آب قرار دارد، مزیت مهمی محسوب می‌شود. این در حالی است که همان‌طور که گفته شد به‌طور کلی در سمپاش‌های مرسوم لازم است یک منطقه بافر برای جلوگیری از آلودگی منابع آب در نظر گرفته شود، ضمن اینکه با سمپاش‌های مرسوم به واسطه سمپاشی بخش‌های کناری مزارع و باغ‌ها و قسمت‌های فاقد محصول، هزینه اضافی به کشاورز تحمیل می‌شود.

ج) کارآیی زیستی

عامل کلیدی تعیین‌کننده دیگر، سطح قابل قبول کارآیی زیستی در شیوه سمپاشی مورد استفاده است. کارآیی زیستی تحت تأثیر دز مصرفی، شکل و اندازه قطرات سم بر روی منطقه هدف قرار دارد. بررسی‌های انجام شده توسط پژوهشگران ثابت کرده است که سمپاش‌های تونلی بازجذبی در مقایسه با سمپاش‌های مرسوم از نظر پوشش سم بر روی گیاه و یکنواختی توزیع سم، بهتر هستند. به عنوان مثال در باغ‌های سیب‌پاکوتاه دارای درختان دوکی‌شکل و کوچک، کنترل بیماری قارچی اسکب با استفاده از سمپاش تونلی بازجذبی در مقایسه با سمپاش معمولی مساوی یا بهتر بوده و حجم سم مصرفی و دز آن ۶۶ تا ۷۵ درصد کاهش یافته است. بنابراین با استفاده از سمپاش‌های تونلی بازجذبی می‌توان کنترل بهتری را حداقل همان مقدار کنترل از

آفات یا بیماری‌ها را در مقایسه با سم‌پاش‌های مرسوم به دست آورد، ضمن اینکه امکان صرفه‌جویی در مصرف سم و کاهش آلودگی زیست‌محیطی نیز فراهم شده است (شکل ۸).



میزان هدررفت سم ■ ریزش سم روی برگ‌ها ■ ریزش سم روی سطح زمین ■ بادبردگی سم ■ ریزش سم روی برگ‌ها

شکل ۸- کمیت سم پاشیده شده توسط یک سم‌پاش تونلی با جذبی، بر حسب منطقه هدف (برگ‌ها)، منطقه غیر هدف (بادبردگی و ریزش سم) و مقدار با جذب سم.

مزایا و محدودیت‌های سم‌پاش‌های تونلی با جذبی

بررسی منابع نشان می‌دهد که این روش هم مانند هر روش دیگری مزایا و محدودیت‌های ویژه خود را دارد که مهم‌ترین آن‌ها به قرار زیر است:

اساسی‌ترین مزیت سم‌پاش‌های تونلی با جذبی کاهش قابل‌ملاحظه پخش سم در محیط‌زیست و همچنین صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه در میزان مصرف سم است. همچنین با استفاده از این سم‌پاش‌ها می‌توان در شرایط وزیدن باد نیز سم‌پاشی نمود. این در حالی است که سم‌پاشی با سم‌پاش‌های مرسوم حتی در صورت وزیدن نسیم هم دشوار خواهد بود. بنابراین با سم‌پاش‌های تونلی با جذبی امکان پاشش سم در هر زمان لازم برای کنترل آفت یا بیماری وجود دارد. مزیت دیگر ایمنی و آرامش بیشتر برای کاربر سم‌پاش است، زیرا به واسطه وجود محفظه حفاظت‌شده در این نوع سم‌پاش‌ها، در حین سم‌پاشی کاربر سم‌پاش کمتر در معرض مواد سمی قرار می‌گیرد.

با وجود مزایای قابل‌توجه، متأسفانه کاربرد این سم‌پاش‌ها امروزه به موارد ویژه‌ای محدود گردیده است. این نوع سم‌پاش‌ها به‌طور تجاری هم اکنون به‌طور عمده در تاکستان‌ها، باغ‌های میوه دارای درختان پاکوتاه و یا نیمه کوتاه و گلخانه‌های تونلی مرتفع دارای درختان میوه پاکوتاه استفاده می‌شوند. امکان

دستکاری این نوع سمپاشها محدود است و بنابراین در حال حاضر نمیتوان از آنها در نواحی شیبدار و تپه‌ای و یا کشتهای چند ردیفه استفاده نمود.

جمع‌بندی

در سال‌های اخیر تمایل به احداث گلخانه‌ها در سطح کشور افزایش یافته است. هدف اصلی از احداث گلخانه‌ها گسترش فصل رشد و یا بهبود شرایط محیطی برای رشد محصول است. گلخانه‌های با ارتفاع بلند این امکان را فراهم می‌کنند که محصولات مختلف (مانند توت‌فرنگی، شاه‌توت، تمشک، انگور داریستی، انواع درختان میوه دانه‌دار و هسته‌دار) به صورت خارج از فصل و در ابتدای بهار به بازار عرضه شوند. به‌منظور مصرف مواد شیمیایی از جمله سموم در این گلخانه‌ها و باغ‌های متراکم (پیوند شده روی پایه‌های پاکوتاه)، سمپاش‌های تونلی ویژه‌ای طراحی و ساخته شده‌اند که در مقایسه با سمپاش‌های زراعی و باغی مرسوم در کشور از کارایی و بازدهی بهتری برخوردار هستند. همچنین کاربرد این نوع از سمپاش‌های دارای فناوری جدید، موجب کنترل مطلوب‌تر آفات و بیماری‌های گیاهی، همراه با ایمنی کافی برای کاربر و کاهش هزینه سم‌پاشی می‌گردد.

سمپاش‌های مرسوم مورد استفاده در مزارع و باغ‌های کشور از نظر میزان ریزش سم بر روی زمین، بادبردگی سم و ایجاد پوشش یکنواخت سم روی شاخ و برگ گیاهان چندان مطلوب نیستند. این در حالی است که در سمپاش‌های تونلی با جذب‌ی این مشکلات به حداقل رسیده و یا برطرف شده‌اند، زیرا محلول سمی که پس از برخورد با شاخ و برگ گیاه، به دیواره‌های تونل برخورد کرده، به‌طور مجدد جمع‌آوری شده و به مخزن سم برگردانده می‌شود. با جذب سم این امکان را نیز فراهم می‌کند که با کاربرد حجم کمتری از سم در مقایسه با سمپاش‌های مرسوم میزان بادبردگی و ریزش سم کمتر گردد. به‌طور کلی در صورت استفاده از سمپاش‌های تونلی با جذب‌ی سالیانه حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد در مصرف سم صرفه‌جویی خواهد شد. در سمپاش تونلی با جذب‌ی مقدار بادبردگی سم به خارج از منطقه هدف (یا پوشش گیاهی) تا ۸۵ درصد کمتر از سمپاش معمولی بوده و مقدار ریزش سم روی زمین به حدود یک درصد می‌رسد. بنابراین سمپاش‌های تونلی با جذب‌ی سبب کنترل مطلوب‌تر آفات و بیماری‌های گیاهی، صرفه‌جویی در مصرف سم، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و ایمنی، آسایش و آرامش بیشتر کاربر دستگاه سم‌پاش می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Ade, G. and F. Pezzi, 2001. Results of field tests on a recycling air-assisted tunnel sprayer in a peach orchard. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 80 (2): 147-152.
- Baeker, G., 1993. Recent development in recycling techniques for application in tree and bush crops. *Proceedings of the Second International Symposium on Pesticides Application Techniques*. ANPP Annual Report.1/2: 331-340.
- Barnard, C., S. Daberkow, M. Padgitt, M.E. Smith and N.D. Uri, 1997. *The Science of the Total Environment*, 203-229 pp.
- Doruchowski, G. and R. Holownicki, 2000. Environmentally friendly spray techniques for tree crops. *Crop Protection*, 19: 617-622.
- Ganzelmeir, H., 1999. Plant Protection - Current State of Technique and Innovations. pp. 100- 119. *In: Brooks, G.T. and T.R. Roberts (Eds). Pesticide Chemistry and Bioscience, the Food-Environment Challenges*. The Royal Society of Chemistry. 438 pp.
- Guy, K.A., 2016. High Tunnel Tree Fruit and Grape Production for Eastern Growers. *ATTRA Sustainable Agriculture*. 12 pp.
- Jamar, L., O. Mostade, B. Huyghebaert, O. Pigeon and M. Lateur, 2010. Comparative performance of recycling tunnel and conventional sprayers using standard and drift mitigation nozzles in dwarf apple orchards. *Crop Protection*, 29: 561-566.
- Molari, G., L. Benini and G. Ade, 2005. Design of a recycling tunnel sprayer using CFD simulations. *Transactions of the ASAE*, 48 (2): 463-468.
- Pergher G. and R. Petris, 2008. A novel, air-assisted tunnel sprayer for vineyards. *International Conference on "Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems"*. Ragusa-Italy.
- Planas, S., F. Solanelles and A. Fillat, 2002. Assessment of recycling tunnel sprayers in Mediterranean vineyards and apple orchards. *Biosystem Engineering*, 82 (1): 45-52.
- Thériault, R., M. Salyani and B. Panetton, 2001. Spray distribution and recovery in citrus application with a recycling sprayer. *Transactions of the ASAE*, 44 (5): 1083-1088.