طراحی و ساخت سمپاش الکترواستاتیک پشتی موتوری

مهدی چیت ساز[۱]- محمدرضا باغچه وان[۲]- داود حسن پور[۳]- سیفعلی نرمانی[۴]

چکیده

در این مقاله طراحی و ساخت و تست مزرعه‌ای سمپاش الکترواستاتیک پشتی موتوری مورد توجه می‌باشد. در سمپاشی محصولات کشاورزی با استفاده از سمپاشهای پشتی معمولی ، عدم پاشش یکنواخت و مؤثر و نیز بادبردگی سموم کشاورزی و در نتیجه آلودگی خاک، باعث اتلاف هزینه‌ها و کاهش راندمان سمپاشی می‌شود. این امر یعنی عدم کارآیی مناسب سمپاش‌های متداول همواره به عنوان یک معضل زیست محیطی مطرح بوده است.

لذا در کشورهای مختلف جهان تلاش‌های مستمری برای دستیابی به روش‌های جایگزین مبارزه با آفات در حال انجام می‌باشد. ولی علیرغم تمام این کوشش‌ها، کاربرد سموم شیمیایی هنوزهم سهم بزرگی از این راهکارها را به خود اختصاص داده است. در دو دهۀ اخیر نیز، از بارداری الکترواستاتیک محلول‌های سم بوسیله سمپاشهای الکترواستاتیک نتایج بسیار جالبی حاصل شده است. بطوریکه این سمپاشها در مقایسه با سمپاشهای معمولی بهرۀ نشست قطرات سم بر روی اهداف را از ۲۰٪ به ۸۰٪ افزایش داده‌اند.

در این راستا با توجه به اهمیت این مسأله در کشور مرکز تحقیقات مهندسی آذربایجان‌شرقی وابسته به ژوهشکده مهندسی وزارت جهاد کشاورزی اقدام به تدوین دانش فنی، طراحی و ساخت سمپاشهای الکترواستاتیک نموده است. سیستم طراحی شده، توسط سازمان حفظ نباتات و مرکز مکانیزاسیون کرج مورد تست قرار گرفته و تأئیدیه‌های لازم را اخذ نموده است، و نیز به عنوان اختراع در مرکز ثبت اختراعات کشور به ثبت رسیده است. اهم نتایج بدست آمده عبارتند از : کاهش میزان مصرف سم به میزان $\frac{۱}{۳}$ و کاهش میزان مصرف آب به میزان $\frac{۱}{۳}$ تا $\frac{۱}{۴}$ نسبت به سمپاش‌های مرسوم پشتی، کاهش آلودگی خاک و آب، نشست یکنواخت و منظم قطرات سم بر روی گیاه، پوشش خوب قسمتهای فوقانی و تحتانی برگها، کاهش اندازۀ قطرات، کاهش گیاهسوزی در اثر نور خورشید و افزایش ۴ برابری بازده سمپاشی.

مقدمه

در سمپاشی محصولات کشاورزی، عدم پاشش یکنواخت و مؤثر، و نیز بادبردگی[1] سموم کشاورزی و در نتیجه آلودگی خاک، همواره به عنوان یک معضل زیست محیطی مطرح بوده و باعث اتلاف هزینه‌ها وکاهش راندمان سمپاشی بوده است. لذا تلاش برای دستیابی به روشهای جایگزین بخصوص روشهای بیولوژیک همچنان ادامه دارد. علیرغم تمام این کوششها، کاربرد سموم هنوز هم سهم بزرگی از این راهکارها را به خود اختصاص داده است. در دو دهه اخیر، بارداری الکترواستاتیک محلولهای سم، نتایج بسیار جالبی در جهت کاهش مصرف سم از خود نشان داده است، بطوریکه بهرهٔ نشست قطرات سم بر روی اهداف را از ۲۰٪ در سمپاشی معمولی به ۸۰٪ در سمپاشی الکترواستاتیک افزایش داده است *[۱]*. لذا با توجه به اهمیت این مسأله در کشور، مرکز تحقیقات مهندسی آذربایجان شرقی اقدام به طراحی و ساخت و تدوین دانش فنی هد سمپاش الکترواستاتیک دیسکی نموده است.

مواد و روشها

سیستم طراحی شده در این مرکز، هد باردارکننده‌ای است که بر روی سمپاشهای موتوری معمولی نصب می‌شود (شکل۱). چنانچه در شکل (۲) نیز دیده می‌شود، هد مذبور دارای یک دیسک چرخان (شکل۲-۱) است که نیروی محرکهٔ خود را توسط محور از پروانه‌ای (شکل۲-۲) که پشت سر دیسک تعبیه شده است، کسب می‌نماید *[۲]*. پروانه در تقابل با جریان هوای موتور چرخش نموده و باعث چرخش دیسک می‌گردد. محلول سم از طریق محور دیسک منتقل شده و بر روی آن پخش می‌شود. نیروی گریز از مرکز ناشی از دوران دیسک، محلول پخش‌شده را به سمت لبهٔ دیسک (شکل۲-۳) سوق می‌دهد. در اثر تصادم با جریان هوای سریع، لایهٔ تشکیل شده در سطح دیسک به قطرات ریز خرد شده و در حین خرد شدن تحت تأثیر میدان الکتریکی حلقوی قرار گرفته و باردار می‌شود. الکترود حلقوی (شکل۲-۴) متصل به ولتاژ بالا بوده و حول دیسک در داخل شیاری در جدارهٔ هد تعبیه شده است. با افزایش ولتاژ الکترود، تنش داخلی قطرات (ناشی از بار الکتریکی و نیروی کشش سطحی) باعث ریز شدن آنها می‌شود. در نتیجهٔ سمپاشی با این هد، راندمان نشست قطرات سم تقریباً ۴ برابر بهبود می‌یابد.

---

[1]. drift

جهت باردار کردن قطرات سم خروجی از سمپاش، بایستی ولتاژ بالای مستقیمی در حدود ۵-۱/۶ کیلوولت تأمین شود [۳]. این عمل را باید با اجتناب از افزایش وزن کل سمپاش و با حداقل قطعات ممکن به انجام رسانید. لذا، ترتیبی اتخاذ می‌شود تا برای ورودی مدار، از برق سر- شمع موتور استفاده شود. مدار مذکور پس از ساخت در داخل یک ماده عایق مناسب قرار داده می‌شود و جهت طول عمر بیشتر مدار و عدم وقوع اتصال کوتاه در اثر ولتاژ زیاد، فاصله‌گذاری نقاط با پلاریته مخالف متناسب با ولتاژ اعمالی به آن نقاط، در نظر گرفته می‌شود تا در صورت بروز اشکال جزئی از طرف ماده عایقی، احتمال جرقه کاهش یابد. وزن کل قطعات به کار برده شده حدود ۱/۵ گرم می‌باشد و پس از عایق‌بندی با محفظه و اتصالات قابل نصب بر روی سیستم، وزن کل آن به کمتر از ۳۰ گرم می‌رسد. در طراحی هد باردار کننده مذبور، موارد ذیل در نظر گرفته شده‌اند:

۱- واحد طراحی شده بایستی کم‌هزینه بوده و مناسب کار در مزرعه و نیز تحقیق باشد.

۲- بایستی ساختمان ساده‌ای داشته و بکارگیری آن اقتصادی باشد.

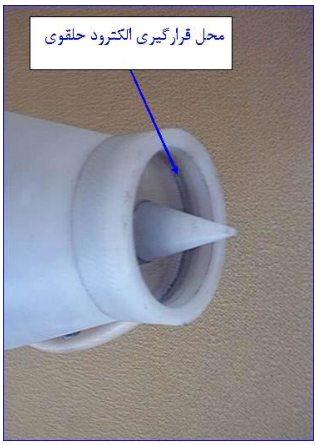
۳- بتواند با وسایل سمپاشی با حجم خیلی خیلی کم (ULV) عمل کرده و نسبتهای بار به جرم مناسبی (بیشتر از mC/kg ۵) را بدست دهد [۴].

۴- بایستی از اصل باردار کردن سم به روش القایی در ولتاژهایی کمتر از kV ۸ پیروی کند.

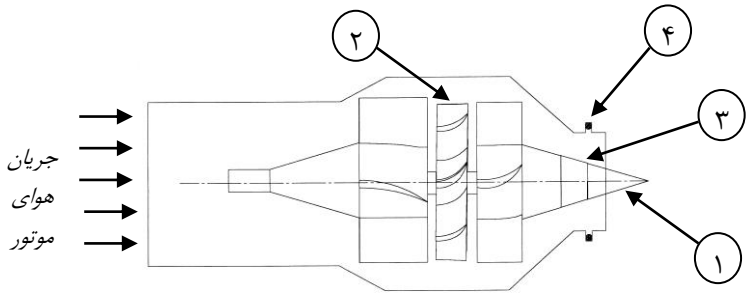
۵- بتواند طیف باریکی از اندازه قطرات را مهیا کند، بطوریکه اندازه قطرات تولید شده در دامنهٔ μm ۳۰-۱۰۰ قرار بگیرند [۴].

۶- از خیس شدن الکترود ممانعت گردد.

در این سمپاش، طراحی طوری صورت می‌پذیرد که از مرطوب شدن الکترود حلقوی جلوگیری به عمل آمده و سیستمی جمع و جور و سبک وزن ساخته شود. عوامل مؤثر در طراحی بسیارند و بیشتر این متغیرها وابسته به هم هستند. اگرچه متغیرها به صورت جداگانه مورد بحث قرار می‌گیرند، ولی اغلب هنگام بحث، جدا کردن آنها از یکدیگر غیر ممکن است. انتقال قطرات ریز سم به گیاهان، بسیار تحت تاثیر اندازه و سرعت قطرات، دینامیک ماشین سمپاش، شرایط آب و هوایی و خواص فیزیکی گیاهان است. همچنین، پدیده‌های الکتریکی حاکم بر نشست قطرات باردار مخلول سم، گردایان میدان الکتریکی بین سمپاش و گیاه، و بار فضایی و اثرات بار در انتقال و نشست قطرات تاثیر دارند.



شکل۱- هد الکترواستاتیک طراحی شده در این مرکز.



شکل۲- نمای کلی هد پاشنده الکترواستاتیکی.

شکل۳- سمپاشی با هد طراحی شده در این مرکز.

مهم‌ترین عوامل طراحی عبارتند از: ولتاژ، توزیع سایز مفروض، نوع، اندازه، جهت‌گیری فضایی و زاویه راس دیسک، سرعت دورانی دیسک، نوع الکترود، موقعیت الکترود نسبت به دیسک، جریان و رطوبت هوای موتور، خواص الکتریکی محلول سم، دبی، گرانروی و کشش سطحی محلول سم.

سیستم طراحی شده توسط سازمان حفظ نباتات کشور و مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی مورد تست قرار گرفته تاییدیه‌های لازم صادر گردید [۵، ۶، ۷ و ۸]. در این تست که در مزارع پیاز و سیب‌زمینی اطراف تبریز و بستان آباد با کارت‌های حساس مخصوص با اعمال ولتاژ و بدون اعمال ولتاژ صورت پذیرفت (شکل‌های ۴، ۵ و ۶)، نتایج ذیل اخذ گردید.

نتایج و بحث

چنانچه در شکل‌های (۴ و ۵) نیز دیده می‌شود، سمپاش‌های دیسکی علاوه بر اینکه قطرات ریزتری را تولید می‌کنند، ویژگی یکنواختی در قطرات تولید شده را نیز دارا هستند. قطرات نشست یافته بر سطح فوقانی برگ‌ها، در حالت باردار بیشتر و یکنواخت‌تر از حالت بدون بار می‌باشد. این در حالی است که نشست بر روی سطح تحتانی برگ‌ها، بسیار با اهمیت‌تر از نشست بر روی سطح فوقانی آنهاست؛ زیرا اکثر حشرات و آفات گیاهی، در قسمت زیرین برگ‌ها مسکن می‌گزینند. اسپری باردار نسبت به اسپری بدون بار دارای

(الف)

(ب)

شکل۴- نشست قطرات اسپری شده در قسمت فوقانی برگ‌ها در حالت:
(الف)- بدون بارداری (ب)- با بارداری.

(الف) (ب)

شکل ۵- نشست قطرات اسپری شده در قسمت تحتانی برگ‌ها در حالت:
(الف)- بدون بارداری (ب)- با بارداری.

نشست یکنواخت‌تر و نیز دارای الگوی پاشش بازتر و یکنواخت‌تر است. چون، در اسپری باردار نشست قطرات سم به نقاط غیر هدف به حداقل می‌رسد، لذا مصرف سم نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. به طـور خلاصه، اهم نتایج حاصل از تست این سمپاش به قرار زیر می‌باشد:

۱- کاهش میزان مصرف سم به میزان «یک سوم» نسبت به سمپاشهای مرسوم پشتی.

۲- کاهش میزان مصرف آب به میزان «یک سوم» تا «یک چهارم» نسبت به سمپاشهای مرسوم پشتی .

۳- کاهش آلودگی خاک و آب در اثر کاهش بادبردگی قطرات ریز سم.

۴- نشست یکنواخت و منظم قطرات ریز سم بر روی برگها و ساقهٔ گیاه بواسطهٔ باردار کردن قطرات.

۵- پوشش خوب قسمتهای فوقانی و بخصوص تحتانی برگها : اغلـب آفـات بـه هنگـام روز در قسـمتهای تحتانی برگها موضع می‌گیرند که با سمپاشی معمولی احتمال مواجههٔ آنها با قطرات سم بسیار کم است. ولی در حالت الکترواستاتیک قسمتهای تحتانی برگ نیز به همان نسبت کـه قسـمتهای فوقـانی آغشـته بـه سـم می‌شوند، از آن بهره می‌برند.

۶- بهبود بازده سمپاشی از ۲۰٪ به ۸۰٪

۷- کاهش اندازه قطرات و ناتوانی قطرات در کانونی کردن نور خورشید بر روی برگها و در نتیجه، کـاهش میزان گیاهسوزی برگها.

منابع

[1] Moser, E.; Daulat Hussain, M. D.; "Electrostatic Spraying with Knapsack Sprayer", AMA, 16, 3 (1985), pp 41-46.

[۲]چیت‌ساز، مهدی؛ حسن‌پور، داود؛ باغچه‌وان، محمدرضا؛ نرمانی، سیفعلی؛ "طراحی هد الکترواستاتیک سمپاش دیسکی به منظور بهینه‌سازی مصرف سموم کشاورزی"، *مقاله‌نامه سومین همایش ملی توسعهٔ کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی*، وزارت جهادکشاورزی، تهران، اسفند۱۳۸۲، صفحه۵۳۸.

[3] Law, S. E.; Bowen, H. D.; "Charging Liquid Spray by Electrostatic Induction", Trans. of ASAE, 9, 4 (1966), pp 501-506.

[4] Carlton, J. B.; Bouse, L. F.; "Electrostatic Spinning-Nozzle for Charging Aerial Sprays", Trans. of the ASAE, 1980, pp 1369-1373.

[۵] ثبت اختراع "هد سمپاش توربودیسکی ویژه سمپاشهای پشتی و موتوری"، شماره اظهارنامه اختراع ۳۸۱۰۴۰۷۵، *شماره ثبت اختراع* ۲۸۸۳۹، مورخه ۸۲/۵/۲۸ .

[۶] ثبت اختراع "هد سمپاش الکترواستاتیک از نوع توربودیسکی ویژه سمپاشهای پشتی و موتوری"، شماره اظهارنامه اختراع ۳۸۱۰۴۰۷۶، *شماره ثبت اختراع* ۲۸۸۴۰، مورخه ۸۲/۵/۲۸ .

(ب) *(الف)*

شکل۶- نشست قطرات اسپری شده بر روی زمین و نقاط غیر هدف.
(الف)- بدون بارداری (ب)- با بارداری.

[۷] تاییدیه سازمان حفظ نباتات به *شماره* ۱۰۰۵۱/۷۳۰/۶۲ مورخه ۸۲/۵/۱۳ .

[۸] تاییدیه مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی به *شماره* ۶۴۵۵/۱۱۱/۱/۴ مورخه ۸۲/۱/۲۰ .