Archive of SID

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۵، ص ۳۸۳-۳۷۶

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 2, Fall - Winter 2016, p. 376-383

مقایسه و ارزیابی فنی سمپاش‌های الکترواستاتیکی، میکرونر و پشت تراکتوری لانس دار در کنترل آفت کرم سیب

فرید امیر شقاقی[1*]- محمود صفری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۷

چکیده

در تحقیق حاضر وضعیت سمپاش‌های پشت تراکتوری لانس‌دار در کنترل کرم سیب (*Carpocasa pomonella* L.) مورد ارزیابی فنی قرار گرفت و با روش‌های الکترواستاتیکی و میکرونر مقایسه گردید. تحقیق حاضر در یک باغ سیب با فواصل کاشت ۶×۶ متر در شهرستان ارومیه در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. نتایج در طی دو سال نشان داد که یکنواختی قطرات در روی برگ‌ها در سمپاش‌های الکترواستاتیکی و میکرونر با ۳۰ قطره در سانتی‌متر مربع بهتر از نوع سمپاش لانس‌دار و در پشت برگ‌ها، سمپاش الکترواستاتیکی با تعداد ۱۶ قطره در سانتی‌متر مربع دارای پوشش مناسب‌تری بود. در نوع لانس‌دار، قطرات درشت و غیر یکسان با توزیع غیریکنواخت در پشت و روی برگ‌ها مشهود بود. مقایسه میانگین محلول مصرفی تیمارها نشان داد که سمپاش‌های الکترواستاتیکی و میکرونر به‌ترتیب با ۱۵۷ و ۱۳۴ لیتر در هکتار در محدوده سمپاشی با حجم کم (بین ۲۰۰-۵۰ لیتر در هکتار) و در یک گروه قرار داشتند، در حالی‌که سمپاش لانس دار پشت تراکتوری با ۱۶۲۹ لیتر در هکتار در دامنه سمپاشی با حجم بالا (بیش از ۲۰۰ لیتر در هکتار) قرار گرفت. از نظر درصد کنترل آفت کرم سیب، بررسی تعداد نمونه‌های سیب سالم و آفت زده نشان داد که سمپاش لانس‌دار با میانگین ۱۸/۸ درصد در مقایسه با دو روش دیگر دارای کمترین اثر بخشی در کنترل آفت کرم سیب بود. از نظر اقتصادی، در مطالعه حاضر کاربرد سمپاش های میکرونر با توجه به نسبت سود به هزینه بالا (۳۱۵/۷) توصیه گردید.

واژه‌های کلیدی: سمپاشی، کرم سیب، محلول مصرفی، یکنواختی پاشش

مقدمه

کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی یک عامل اساسی در تولیدات کشاورزی بوده که روز به روز هزینه‌های آن افزوده می‌شود. لذا باغداران عموماً خواستار افزایش کارایی روش‌های مختلف سمپاشی می‌باشند. با توجه به افزایش هزینه‌های آفت‌کش‌ها و کارگری، توجه به بهبود بازده نشست قطرات سم، کاهش بادبردگی و عملکرد سمپاش ها ضروری می‌باشد (Matthews and Thomas,2000). به منظور بهبود روش کاربرد آفت‌کش‌ها و مصرف بهینه سموم و جلوگیری از آلودگی محیط زیست، دو روند اساسی مد نظر قرار گرفته است. ۱) اصلاح و بهینه‌سازی ادوات: در این بخش اهمیت بیشتری به اصلاح طراحی قطعات سمپاش داده می‌شود که عمدتاً در برگیرنده کنترل‌کننده‌های مهندسی برای کاهش آلودگی و ساخت نازل‌های مناسب می‌باشد. ۲) بهبود فناوری: در سمپاش‌های مرسوم، قطرات سم با فشار پمپ به‌طور عمده روی قسمت‌های فوقانی گیاهان زراعی و یا در روی شاخ و برگ درختان می‌نشینند. کارشناسان و تولیدکنندگان، امکان کاربرد سایر روش‌ها را برای افزایش بازده نشست قطرات سم بررسی کرده‌اند تا ضمن کاهش مصرف مواد شیمیایی از آلودگی محیط زیست جلوگیری به‌عمل آید (Ozkan, 1997).

در دهۀ ۱۹۶۰ فناوری‌هایی برای باردار نمودن ذرات ریز سموم مایع پخش شده از نازل مخروطی توسعه پیدا کرد. هدف اصلی از باردار نمودن سموم پخش شده مایع یا گردی شکل، افزایش درصد نشست سم بر روی سطوح گیاه است. نیروی الکترواستاتیکی عموماً بر ذرات بزرگ تأثیری ندارد. باردار کردن سموم گردی شکل، کنترل حشرات و بیماری‌های متعدد گیاهان مختلف را بهبود بخشیده است و از طرفی مقادیر بادبردگی کاهش می‌یابد. گردپاش‌ها و مایع‌پاش‌های

۱- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: farid.amirshaghaghi@gmail.com)
۲- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

الکترواستاتیکی پیچیده‌تر و گران‌تر از ادوات مرسوم هستند (Kepner *et al.*, 1978). باردار کردن الکترواستاتیکی قطرات کوچک، یک روش ممکن برای افزایش نشست قطرات کوچک می‌باشد. سمپاش‌های الکترواستاتیکی بادی که جدیدترین نوع سمپاش‌های الکترواستاتیکی هستند با استفاده از هوای تحت فشار، قطرات باردار شده را به داخل تاج پوششی گیاه هدایت می‌کنند که نتیجه این کار، افزایش نشست سم روی گیاهان به میزان دو برابر سمپاش‌های مرسوم و انواع غیر الکترواستاتیکی سمپاش‌های بادی می‌باشد. سمپاش‌های الکترواستاتیکی اولیه، کمتر مؤثر بودند زیرا از هوای تحت فشار بهره نمی‌گرفتند. بدون هوای حامل، محلول سم باردار شده فقط بالای تاج گیاه را می‌پوشاند. هوای متراکم، نفوذ بهتر به داخل محصول را فراهم کرده و به کاهش بادبردگی کمک می‌نماید. در این روش محلول سم به خوبی در دو طرف برگ‌ها توزیع می‌شود، ولی در روش مرسوم، قطرات تولید شده دارای اندازه‌های مختلف هستند و اغلب روی برگ‌ها حالت روانابی پیدا می‌کنند. یکنواختی پخش در حالت بادی، به علت تلاطم هوا و اندازه قطرات ریز پیوسته و سازگار با آن بهبود می‌یابد و گیاه‌سوزی به دلیل نبود قطرات بزرگ روی برگ‌ها کاهش می‌یابد (Khodaei, 1995). یکی از فناوری‌های جدید سمپاشی، استفاده از صفحات و محفظه‌های چرخان است که در این روش بر خلاف روش محلول تحت فشار، قطر ذرات سم مشابه و یکنواخت بوده و با تغییر دور صفحه چرخان به راحتی می‌توان قطر ذرات را به حد مورد نیاز رسانید. با استفاده از این فناوری می‌توان یکنواختی قطر ذرات را افزایش و محلول مصرفی در هکتار را تا ده‌ها برابر کاهش داد و در عین حال از ایجاد ذرات خیلی ریز یا خیلی درشت ناخواسته که موجب تلفات شدید محلول سم می‌گردد جلوگیری کرد (Fallah jeddy, 2000). سمپاش‌های صفحه‌ای اولین بار در سال ۱۹۷۰ قابل دسترس بودند. در این سمپاش‌ها مقدار آب مورد نیاز معمولاً کمتر از ۱۰ لیتر در هکتار می‌باشد. یک واحد آنها (با عرض کار ۱/۲ متر) با سرعت پیشروی یک متر بر ثانیه ۰/۵ هکتار در ساعت را تحت پوشش قرار می‌دهد. الگوی پاشش این سمپاش‌ها دارای قطرات ریز با یکنواختی پاشش معین می‌باشد (Stephen, 1998).

نتایج تحقیقی بر روی اثر نوع افشانک و زمان اختلاط علف‌کش با خاک بر میزان کنترل علف‌های هرز ذرت نشان داد که افشانک تی جت نسبت به‌افشانک شره‌ای و هوا القا از نظر ضریب کیفیت پاشش برتری داشت. افشانک شره‌ای در مقایسه با سایر افشانک‌ها طیف وسیعی از علف‌های هرز ذرت را کنترل نمود. صرف نظر از نوع افشانک، زمان اختلاط علف کش با خاک بلافاصله بعد از سمپاشی، روی عملکرد ذرت افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد (Gerami and Safari, 2012). استفاده از صفحات دوار و چرخان در عملیات سمپاشی میزان بادبردگی را کاهش می‌دهد. این سمپاش‌ها با استفاده از سیستم‌های مکانیکی به‌جای فشار هیدرولیکی قطرات سم را توزیع می‌نمایند. در این سمپاش‌ها حجم کمی از مواد سمی در فشار پایین به رگبار عظیم با قطرات یکنواخت تبدیل می‌شود. اندازه قطرات به‌وسیله میزان سرعت چرخش صفحه کنترل می‌شود. این سیستم‌ها دقیق بوده و می‌توانند بر روی سمپاش‌های پشتی و تراکتوری نصب گردند. از طرفی به خاطر قابلیت نصب آنها به‌صورت عمودی و افقی می‌توانند محدوده وسیعی از عرض پاشش را ایجاد نمایند (Barry, 2000).

با توجه به موارد فوق، یک تحقیق اصولی در زمینه وضعیت کارکردی سمپاش‌های لانس‌دار پشت تراکتوری مورد استفاده در باغات سیب ضروری است تا بتوان با توجه به شرایط موجود و بررسی مسائل و مشکلات فنی و اقتصادی با ارائه یک راهکار عملیاتی و مؤثر برای برنامه‌ریزی اصولی، امکان استفاده بهینه از آنها را فراهم نمود و در عین حال فن‌آوری‌های جدید را مورد آزمون و ارزیابی قرار داد و در نهایت با توجه به سیاست‌های توسعه پایدار از آلودگی محیط زیست توسط سموم نباتی کاست و به نحو مؤثر با یکی از آفات مهم محصول سیب درختی (کرم سیب) مقابله نمود.

استان آذربایجان غربی با دارا بودن آب و هوای ملایم و خاک مناسب، یکی از مناطق مستعد تولید محصولات باغی بوده و نقش اساسی در تولید محصولات باغی دارد. این استان در تولید سیب، عسل، پرورش گاومیش و تولید محصولات شیلاتی، رتبه اول را در کشور دارد. سطح زیر کشت باغات استان آذربایجان غربی ۱۱۷ هزار هکتار و تولیدات باغی استان در حدود ۱/۲ میلیون تن است که عمده‌ترین تولیدات آن سیب و انگور می‌باشند (Anonymous, 2012). این استان عمده‌ترین تولیدکننده سیب در کشور می‌باشد. در اغلب باغات استان، درختان با حجم بالای محلول سمی و با قطرات درشت و غیر یکنواخت به اصطلاح شستشو داده می‌شوند که آلودگی محیط زیست و هزینه بالای مصرف نهاده‌ها و انرژی را در بردارد. سمپاش‌های مورد استفاده در باغات سیب از نوع پشت تراکتوری لانس‌دار می‌باشد که به دلیل عمر مفید کم، مستهلک شدن قطعات به‌خصوص پمپ و نازل‌ها و استفاده از لانس‌های غیراستاندارد، باعث شده که میزان مصرف محلول سم و تعداد دفعات سمپاشی به نحو غیرقابل قبولی افزایش یابد، لذا استفاده از فناوری‌های مناسب که دارای توجیه فنی و اقتصادی باشد ضروری است.

مواد و روش‌ها

محل اجرای این تحقیق باغات اطراف شهرستان ارومیه با مختصات جغرافیائی ´۱۰-۴۵ طول شرقی و ´۲۴-۳۷ عرض شمالی، متوسط میزان بارش منطقه ۳۸۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۱۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۰٪ و متوسط سرعت باد ۳/۴ متر بر ثانیه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- سمپاش لانس دار (راست)، سمپاش میکرونر (وسط) و سمپاش الکترواستاتیک (چپ)

Fig.1. Electrostatic (Left), Microner (Middle) and Lance Sprayers (right)

متوسط ارتفاع منطقه ۱۴۵۰ متر از سطح دریا و دارای خاک کلاس درجه یک با حاصلخیزی بسیار بالا و بافت سیلتی لومی بود.

آزمون‌ها در یک باغ سیب رقم گلدن دلیشیز[1] با فواصل کاشت ۶×۶ متر (۲۷۷ درخت در هکتار) در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد آزمایش شامل سمپاش الکترواستاتیکی، سمپاش میکرونر و سمپاش پشت تراکتوری لانس‌دار بودند (شکل ۱). تجزیه آماری تحقیق با نرم افزار MS-TATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن[2] انجام شد.

هد توربودیسکی در سمپاش الکترواستاتیکی ساخت مرکز تحقیقات مهندسی جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی، دارای یک الکترود حلقوی برای باردار کردن ذرات بود. این سیستم نیاز به منبع تغذیه و برق اضافی نداشت و نیروی لازم از شمع موتور تأمین می‌گردید و قادر بود محلول سم را به قطرات ریز و باردار تبدیل و روی سطوح گیاهان بپاشد. حجم مخزن ۱۵ لیتر و به‌صورت پشتی موتوری قابل حمل توسط کاربر بود. سمپاش میکرونر ساخت شرکت ماشین کاشت فارس با صفحات دیسکی به قطر ۱۴سانتی‌متر به وزن ۰/۵ کیلوگرم با قابلیت نصب روی سمپاش پشتی موتوری قابل حمل توسط کاربر و حجم مخزن ۱۵ لیتر بود. سمپاش لانس دار پشت تراکتوری ساخت شرکت طوس فدک با حجم مخزن ۲۰۰۰ لیتر، نازل به‌کار رفته از نوع مخروطی و طول شیلنگ ۳۰ متر بود.

نوع آفت‌کش مورد استفاده بنابر توصیه کارشناسان باغبانی و گیاهپزشکی برای کنترل کرم سیب، عبارت از دیازینون امولسیون ۶۰٪ با سمیت $LD50=300\text{-}400\,mg\ kg^{-1}$ ساخت شرکت شیمی کشاورز بود. سمپاشی بنابر اعلام کمیته پیش آگاهی سازمان جهاد کشاورزی استان در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد انجام و عوامل مورد ارزیابی روی تیمارهای مورد آزمایش به شرح زیر اندازه‌گیری گردید.

تعیین میزان محلول مصرفی

در هر یک از سمپاش‌های مورد بررسی با قرار دادن ظرفی در زیر هر نازل و ثبت میزان محلول خروجی در زمان معین، میزان بده خروجی هر یک از آنها بر حسب لیتر بر دقیقه تعیین گردید. سپس براساس ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای (هکتار بر ساعت) میزان محلول مصرفی در هکتار (لیتر بر هکتار) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید (Matthews,1992).

$$A = \frac{600 \times T}{W \times S} \qquad (۱)$$

که در آن:

A: میزان محلول مصرفی (لیتر در هکتار)

T: دبی خروجی هر نازل (لیتر در دقیقه)

W: عرض سمپاشی (متر)

S: سرعت سمپاشی (کیلومتر در ساعت)

اندازه‌گیری عوامل یکنواختی پاشش قطرات

برای این منظور از کارت‌های حساس به آب استفاده شد. این کارت‌ها شبیه کاغذ تورنسل بوده و با برخورد قطرات سم تغییر رنگ می‌دهند، اندازه آنها ۳×۷ سانتی‌متر بوده و نحوه قرارگیری آنها در روی برگ‌ها به فاصله نیم متر از هم و به تعداد ۲۰ عدد به ازای هر درخت در روی و پشت برگ‌ها قرار داده شد. از روش بزرگنمایی[3] برای تعیین تعداد و قطر قطرات در سانتی‌متر مربع استفاده شد. قطر میانه حجمی[4]، قطر ذره‌ای است که در نصف حجمی قرار می‌گیرد یعنی اگر ذرات حاصله از یک لیتر محلول سمی را به‌ترتیب از بزرگ به کوچک قرار دهیم و از یک طرف آن‌ها را در ظرف بریزیم، به قطر ذره‌ای که در مرز نیم لیتری ظرف قرار می‌گیرد، قطر میانه حجمی گویند که با استفاده از رابطه (۲) قابل محاسبه است (Matthews,1992).

$$\overline{D}_{pq}^{\,p-q} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n} N_i D_i^{\,p}}{\sum_{i=1}^{n} N_i D_i^{\,q}} \right)^{1/(p-q)} \qquad (۲)$$

1- Golden Delicious
2- Duncans test
3- Scale up
4- Volume median diameter (VMD)

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن:

P = می‌تواند مقادیر ۱، ۲، ۳ و ۴ باشد (p > q)، q = می‌تواند مقادیر ۱، ۲، ۳ و ۴ باشد.

D = قطر قطره برای گروهiام، N = تعداد قطره در گروه i

i = اعداد اندازه گروه، n= تعداد گروه

D_{30}= اندازه‌ها قطر میانه حجمی (p= ۳ و q= ۰)

D_{10}= قطر میانه عددی (p= ۳ و q= ۰)

قطر میانه عددی[1]، قطر ذره‌ای است که جمع کل تعداد قطره‌های بزرگ‌تر از آن معادل جمع کل تعداد قطره‌های کوچک‌تر از آن است. یعنی اگر ذرات چیده شده را از یک طرف شروع به شمارش نماییم ذره‌ای را که از نظر تعداد کل ذرات در وسط قرار می‌گیرد، قطر میانه عددی گویند.

نسبت قطر میانه حجمی به قطر میانه عددی را ضریب کیفیت سمپاشی[2] گویند.

$$Q_c = \frac{VMD}{NMD} \qquad (۳)$$

در حالت ایده‌آل این نسبت برابر یک است. ولی با توجه به شرایط کاری عملیات سمپاشی، عملاً این نسبت غیر ممکن است. هرچه میزان این نسبت نزدیک‌تر به عدد یک باشد، کیفیت پاشش بهتر خواهد بود. در سمپاشی اندازه تک تک قطرات هیچ وقت مورد نظر نیست، زیرا از یک نازل قطرات مختلفی از نظر اندازه خارج می‌شود، نکته مهم کاهش مصرف محلول سم با لحاظ پوشش کامل هدف مورد نظر با مقدار زیادی از قطرات یکنواخت می‌باشد.

برآورد درصد کنترل

برای هر تیمار تعداد آفات (کرم سیب) قبل از عملیات و دو هفته بعد از عملیات به تعداد ۲۰ درخت از هر تیمار و ۵۰ نمونه تصادفی از هر درخت شمارش و براساس آن درصد کنترل آفت محاسبه گردید. این کار بنا به نظر کارشناس محترم گیاه پزشکی و مطابق با روش تحقیق و نمونه‌برداری از سطح باغ با حذف حاشیه و لحاظ قسمت‌های پایینی، میانی و بالایی درختان در هر تیمار انجام شد.

مقایسه اقتصادی

بررسی اقتصادی بر مبنای میزان سم خالص مصرفی در هکتار، تعداد عملیات سمپاشی، تعداد کارگر مورد نیاز، اجرت کارگری، اجاره سمپاش و با روش نسبت سود به هزینه محاسبه گردید.

نتایج و بحث

عوامل یکنواختی پاشش قطرات

نسبت قطر متوسط حجمی به عددی (ضریب کیفیت سمپاشی) در سمپاش میکرونر ۱/۲۵ و در سمپاش الکترواستاتیکی ۱/۷۵ بود که با توجه به این‌که مناسب‌ترین حالت برای این نسبت یک می‌باشد، مقدار به‌دست آمده بیانگر یکنواختی پاشش بیشتر قطرات محلول سم در سمپاش میکرونر می‌باشد. در سمپاش لانس‌دار به علت خیسی کامل سطح کاغذهای حساس، این عامل قابل محاسبه نبود که در واقع بیانگر این مطلب است که غیر یکنواختی قطرات از نظر اندازه و تعداد غیر قابل قبول بود. این نتیجه با نتایج صفری و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد.

نتایج تجزیه واریانس تعداد قطرات (جدول ۱) نشان داد که تأثیر نوع سمپاش‌ها در سطح احتمال ۱٪ و اثرات متقابل سال در سمپاشی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۲) نشان داد که تیمارهای میکرونر و الکترواستاتیک با میانگین تعداد قطرات به‌ترتیب ۳۱/۱۶ و ۳۰/۳۳ عدد در یک گروه قرار دارند و سمپاشی لانس دار از نظر تعداد قطرات، دارای حداقل مقدار ۱۰ قطره در سانتی‌متر مربع بود. مطابق منابع علمی حداقل تعداد ذرات در سانتی‌متر مربع برای حشره‌کش‌ها در حدود ۳۰-۲۰ عدد می‌باشد (Matthews,1992). تعداد قطرات در پشت برگ نشان داد که تأثیر نوع سمپاش‌ها در سطح احتمال ۱٪ و اثرات متقابل سال در سمپاشی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد و در روش‌های میکرونر و لانس‌دار بسیار کم و غیر قابل قبول ولی سمپاشی الکترواستاتیکی با تعداد ۱۶ عدد بهتر از دو روش دیگر در پوشش‌دهی پشت برگ‌ها بود. علت این امر به ماهیت روش الکترواستاتیکی در تولید ذرات باردار و ایجاد کمربند الکترواستاتیکی حول شاخ و برگ‌ها و پوشش مناسب می‌باشد.

محلول مصرفی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که از نظر محلول مصرفی در هکتار، نوع سمپاش در سطح احتمال ۱٪ و اثرات متقابل سال در سمپاشی آنها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که سمپاش میکرونر با میانگین ۱۳۳/۳ لیتر در هکتار و سمپاش الکترواستاتیکی با میانگین ۱۵۶/۹ لیتر در هکتار در یک گروه و سمپاش لانس‌دار با ۱۶۲۹/۵ لیتر در هکتار در گروه بعد قرار دارد (جدول ۲). این نتایج نشان می‌دهد که میزان مصرف محلول سم در روش‌های سمپاشی الکترواستاتیکی و سمپاشی با میکرونر در محدوده سمپاشی با حجم کم (بین ۲۰۰-۵۰ لیتر) و سمپاش لانس دار در دامنه سمپاشی با حجم بالا (بیش از ۲۰۰ لیتر) قرار دارد.

1- Number median diameter (NMD)
2- Quality coefficient

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس صفات کیفیت پاشش

Table 1- Results of combined variance analysis of spraying quality characteristics

منابع تغییر (Variation sources)	درجه آزادی (Degree of freedom)	میانگین مربعات (Mean squares)		
		تعداد قطرات روی برگ Droplets on the leaves	تعداد قطرات پشت برگ Droplets under the leaves	میزان محلول مصرفی Pesticide consumption
نوع سمپاش (Sprayer type)	2	807.722**	65.73**	4408034.689**
سال × نوع سمپاش (Sprayer type * Year)	2	3.722*	2.73*	2073.688*
اشتباه (Error)	8	2.72	0.806	21017.175

**: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪ وجود دارد
significantly different at 1% probability level : **

*: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ وجود دارد.
significantly different at 5% probability level :*

جدول۲- مقایسه میانگین صفات کیفیت پاشش

Table 2- Mean comparision results ofspraying quality characteristics

نوع سمپاش (Sprayer type)	میزان محلول مصرفی (لیتر در هکتار) Pesticide consumption (l ha $^{-1}$)	تعداد قطرات پشت برگ Droplets under the leaves	تعداد قطرات روی برگ Droplets on the leaves
میکرونر (Micronair)	133.32 b	8 b	31.16 a
الکترواستاتیک (Electrostatic)	156.93 b	16.17 a	30.33 a
پشت تراکتوری لانس دار (Tractor mounted lance)	1629.58 a	11.16 b	10.67 b

a و b به‌ترتیب نشان‌دهنده کلاس‌بندی نتایج میانگین صفات مورد مطالعه در تیمارها می‌باشد.
a and b denote classification results in mean of treatments

در سمپاشی به روش لانس‌دار عملاً سطح درختان به‌طور کامل با محلول مواد شیمیایی شسته می‌شد که این امر علاوه بر مصرف بیش از حد مجاز باعث آلودگی زیست محیطی خواهد شد.

با توجه به نتایج فوق از نظر میزان محلول مصرفی در هکتار، سمپاش‌های الکترواستاتیکی و میکرونر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ را با سمپاش پشت تراکتوری لانس‌دار نشان دادند.

درصد کنترل

از نظر میزان کنترل آفت بین سمپاشی الکترواستاتیکی با روش میکرونر به‌ترتیب با ۷۵ و ۶۸/۷ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی در مقایسه با سمپاش پشت تراکتوری لانس دار با ۱۸/۷ درصد کنترل قابل قبولی داشتند.

مقایسه اقتصادی

سمپاش لانس‌دار در غالب باغات استان به‌صورت استیجاری استفاده می‌شود. در طی ماه‌های خرداد، تیر و مرداد با توجه به تراکم آفت، به‌طور میانگین سه مرتبه سمپاشی انجام می‌گیرد. در کاربرد سمپاش پشت تراکتوری لانس‌دار، با احتساب ۲۰۰ هزار ریال برای اجاره سمپاش و در نظر گرفتن هر لیتر سم، ۲۰۰ هزار ریال و قیمت یک کیلوگرم سیب ۱۰ هزار ریال نتایج مقایسه اقتصادی سمپاش‌ها مطابق جدول ۳ با توجه متوسط عملکرد ارقام و در نظر گرفتن قیمت یک کیلوگرم سیب درآمد در هکتار محاسبه گردید. با توجه به نسبت سود به هزینه روش‌ها از نظر اقتصادی به‌ترتیب استفاده از سمپاش‌های میکرونر، الکترواستاتیکی و پشت تراکتوری لانس‌دار توصیه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

آفت‌کش‌ها از نظر بیولوژیکی مواد فعالی هستند و کاربرد مؤثر آن‌ها ثابت کرده است که به جای خیس کردن تمام سطح هدف با روش سمپاشی لانس‌دار در باغات، می‌توان با استفاده از توزیع یکنواخت قطرات در روی سطح هدف مورد نظر، باعث اثربخشی مؤثر و کاهش میزان مصرف مواد شیمیایی در واحد سطح شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- هزینه‌ها و درآمد سمپاشی (هزینه‌ها بر حسب میلیون ریال)

Table 3- Costs and benefits (Million Rials)

نوع سمپاش Sprayer Type	کل سم مصرفی Total Pesticide/Poison Consumption (l ha^{-1})	هزینه سم Pesticide/ Poison cost	اجاره سمپاش Sprayer rent	هزینه کارگری Labor cost	کل هزینه Total Costs	درآمد Benefit	نسبت سود به هزینه Benefit- cost ratio
میکرونر Micronair	2	0.4	0.6	0.9	1.9	600	315.7
الکترواستاتیکی Electrostatic	5	1	0.6	0.9	2.5	500	200
لانس‌دار پشت تراکتوری Tractor mounted lance	11	2.2	0.6	2.7	5.5	620	112.7

نتایج این تحقیق نشان داد که از نظر فنی، روش‌های سمپاشی با میکرونر و الکترواستاتیکی به‌طور معنی‌داری دارای یکنواختی پاشش بهتر، عملکرد بیشتر، درصد کنترل آفت بالاتر و میزان مصرف محلول سم کمتر بودند. از نظر اقتصادی به‌ترتیب سمپاش‌های میکرونر، الکترواستاتیکی و لانس‌دار توصیه می‌گردد. جایگزینی روش‌های مرسوم با فناوری‌های سمپاشی با حداقل کاربرد مواد شیمیایی می‌تواند در بهبود و ارتقاء کیفیت محصولات زراعی و باغی در تولید ملی نقش مؤثری ایفا نماید.

References

1. Anonymous. 2012. Imaging of agriculture in west Azarbaijan. Available from www.waaj.ir. (in Farsi).
2. Barry, D. W. 2000. Green house pesticide management (Eds.).Cooperative Extension of United state Department of Agriculture 36-45.
3. Fallah Jeddy, R. 2000. Applying of Conventional Sprayers in Iran. Ministry of Jihad-e-Agriculture publishing. (In Farsi).
4. Gerami, K., and M. Safari. 2012. Effects of sprayer nozzles and herbicide mixing time with soil in order to *Zea mays* L control. Journal of Agricultural Machinery 2 (2): 109-119. (In Farsi).
5. Kepner, R., A. Roy Bainer, and E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery. Volume 1. Third Edition.
6. Khodaei, J. 1995. Design of electrostatic sprayer, MSc Thesis, Agricultural college, University of Tehran. (In Farsi).
7. Matthews, G. A. 1992. Pesticide application methods. Longman Singapore Publishers.Second Edition.
8. Matthews, G. A., and N. Thomas. 2000. Working towards more efficient application of pesticides. Pest Management Science 56: 1-3.
9. Ozkan, E. 1997. Reducing spray drift.Ohio State University Extention Bulletin 816.
10. Safari, M. 2004. Contruction and evaluation of spinning disk boom sprayer and comparison with conventional sprayer in order to control suger beet weeds. Agricultural Engineering Research Institute Publishers. Final Research Report. (In Farsi).
11. Safari, M., A. Hedayatypoor, and K. Gerami. 2011. Construction and evaluation boom automizer sprayer to control of sunn pest.Agricultural Paper 34 (1): 1-20.
12. Stephen, W. 1998. Pesticide Application Equipment. University of Sydney.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 2, Fall - Winter 2016, p. 376-383

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۵، ص ۳۸۳-۳۷۶

Comparison and technical evaluation of electrostatic, micronair and tractor-mounted lance sprayers in order to control (*Carpocasa pomonella* L.) in apple orchards

F. Amirshaghaghi[1*] - M. Safari[2]

Received: 09-06-2014
Accepted: 16-02-2015

Introduction

The efficiency and cost effectiveness of orchard pest management programs are influenced by the skills of managers and sprayer operators who evaluate orchard conditions and alter machine settings and operating techniques to optimize performance of sprayers. A combination of operational skill, equipment performance, timing and chemical selection is necessary for optimal results. Research and development of electrostatics, air-assisted, low-volume spraying and other technologies for agriculture and horticulture was studied by biological and agricultural engineering in order to decrease of pesticide consumption. The main objective of charged liquid or powder form of the pesticide spread is increasing the percentage of poison meeting on plant surfaces. The first sprayer with rotary plate became available in 1970. The amount of solution was less and had uniform spray droplets. Apple orchards in West Azerbaijan province, Iran, are sprayed mainly with tractor-mounted lance sprayers but there is large national, regional and farm to farm variation in spray volumes applied with such sprayers. Traditionally, high spray volumes (> 2000 $l.ha^{-1}$) were used in many places. Reduction in spray volume has been driven largely by the need to improve spraying equipment. West Azerbaijan province has 117000 hectare fruit orchards and 1.2 million ton fruit production that the most of them are apple and grape. However, it is necessary for reduction of pesticide application in order to produce economic and safe fruits.

Materials and Methods

In the present study the tractor-mounted lance sprayer in control of apple pest (*Carpocasa pomonella* L.) was evaluated and compared with electrostatic and Micronair sprayers. This research was implemented in an apple orchard (Golden Delicious variety) with row spacing of 6×6 meter. The experiment was conducted as a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Statistical analysis was performed using MS-TATC software and mean comparisons were conducted by Duncan's multiple range test. The location of the research was in an orchard around the city of Urmia with geographical coordinates of 10-45' and 24-37' north latitude and east longitude, average rainfall of 380 mm, average temperature of 10°C, relative humidity of 60% and an average wind speed of 3.4 $m.s^{-1}$. Average altitude of 1450 meters above sea level and has very high soil fertility and texture of silt loam class was the first class. In this experiment the following variables were measured: solution consumption, droplet distribution uniformity, pest control and economical comparison. Distribution uniformity was evaluated by use of water sensitive papers with dimension of 7×3 centimeter that installed in front and behind of leaves.

Results and Discussion

During the two-years study, results showed that uniform droplets on leaves in electrostatic and micronair sprayers with 30 drops per square centimeter were better than lance sprayer and in behind of leaves and electrostatic sprayer with 16 drops per square centimeter had better coverage. In lance type, large droplets and non-uniform distribution on the front and back of the leaves were observed. The mean comparison of solution consumption of treatments showed that electrostatic and microner sprayers with 157 and 134 liters per hectare, respectively, were in the range of low volume spraying (from 50-200 liters per hectare) and lance sprayer with 1629 liters per hectare was in the high volume spraying (more than 200 liters per hectare). Economically, the results showed that the micronair sprayer with high cost-benefit ratio (315.7) was recommended. Low volume

1- M.Sc. of Agricultural Engineering Research Department, AREEO, Urmia, Iran
2- Assistant Prof. of Agricultural Engineering Research Institute, AREEO, Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: farid.amirshaghaghi@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

spraying of apple trees is achievable by the use of spray technology such as micronair sprayers and provides considerable advantages in spray volume reduction.

Conclusions

Pesticides are active substances and instead of drenching of targets with lance sprayers we can change this poor and high expensive method with effective and environmental friendly methods. The technical evaluation showed that electrostatic and micronair sprayers were significantly better with more spray uniformity, higher performance, and lower consumption of solutions. Replacing the traditional methods with minimal use of chemicals and new equipment can improve the quality of agricultural and horticultural crops in national production contribution.

Keywords: Apple pest, Distribution uniformity, Liquid consumption, Spraying

www.SID.ir