ارزیابی کارایی سمپاش‌های مرسوم باغات ایران

ایوب جعفری ملک آبادی[۱*]، مرتضی صادقی[۲]، حسن ذکی دیزجی[۳]، مهدی خجسته‌پور[۴]

۱ و ۴ – به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲– دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳– استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

* نویسنده مسئول: jafari.ayoub@stu.um.ac.ir

چکیده

سمپاشی یکی از عملیات مهم برای حفظ کیفیت درختان و محصولات است. اما استفاده از سموم شیمیایی باعث آسیب رسیدن به محیط زیست می‌شود. بنابراین محققین مطالعات بسیاری برای ساخت و توسعه سمپاش‌های جدید به منظور بالابردن کیفیت سمپاشی و کاهش آسیب‌های محیط زیست انجام دادند. از عوامل مهم ساماندهی وضعیت سمپاش‌های رایج کشور تعیین و بررسی عملکرد و کارکرد آنها است. در این پژوهش سمپاش‌های متداول باغات و تحقیقات انجام شده در این زمینه مقایسه شدند. سمپاش‌های مورد ارزیابی، سمپاش‌های فرقونی با لانس معمولی، فرقونی با لانس تلسکوپی، الکترواستاتیک، کتابی، میکرونر، لانس دار پشت تراکتوری و هوشمند باغی بود. کارایی سمپاش‌ها از نظر بادبردگی، ارتفاع پاشش، کیفیت سمپاشی درختان و محلول مصرفی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که استفاده از سمپاش هوشمند می‌تواند به منظور کاهش مصرف سموم بسیار مطلوب باشد. سه سمپاش الکترواستاتیک، میکرونر و تلسکوپی مناسب ارزیابی شدند. باتوجه به اینکه سمپاش های الکترواستاتیک و میکرونر توانایی پاشش در ارتفاع زیاد را ندارند اما کیفیت توزیع قطرات و پاشش بهتری دارند و از طرف دیگر سمپاش تلسکوپی توانایی پاشش در ارتفاع بیشتر و همچنین کاهش بادبردگی و محلول مصرفی را دارد. بنابراین مجهز نمودن سمپاش با لانس تلسکوپی به هد الکترواستاتیک و یا میکرونر می‌تواند سمپاش مناسبی در راستای کاهش مصرف سم و بادبردگی و ارتقای کیفیت سمپاشی باشد.

واژه‌های کلیدی: باغ، سمپاش مرسوم، سمپاش هوشمند، کیفیت سمپاشی، لانس تلسکوپی

مقدمه

سمپاشی یکی از عملیات‌های مهم داشت می‌باشد. علاوه بر علف‌های هرز، آفات و امراض مختلفی به محصول حمله می‌کنند که باید آن‌ها را دفع نمود. اهمیت سمپاشی و ماشین‌های آن زمانی بهتر درک می‌شود که اجباراً باید در زمان معین و محدود صورت گیرند. سمپاشی قبل از موقع یا پس از موقع بی اثر است. سمپاشی یکی از مواردی است که اهمیت مکانیزاسیون را به خوبی نشان می‌دهد. هرساله حدود ۲۵ تا ۳۵ درصد کل محصولات کشاورزی دنیا توسط حشرات، علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زای گیاهی از بین می‌رود و این رقم در صورت عدم مبارزه تا ۸۰ درصد نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، لزوم مبارزه با آفات ضروری است. (صادقی و جعفری ملک‌آبادی، ۱۳۹۱ و منصوری راد، ۱۳۸۴ و Jafari Malekabadi *et al.*, 2016).

استفاده گسترده از سموم شیمیایی به بعضی مسائل جدی محیط زیست منتج می‌شود. این مسائل باید از طرف استفاده کننده و همچنین از طرف طراح ادوات سمپاشی مورد توجه جدی قرار گیرند. بقایای سموم شیمیایی می تواند از طریق محصولات برداشت شده به وسیله‌ی آب‌های روان سطحی یا فاضلاب و توسط باد حامل این مواد نیز به محیط زیست وارد گردد (Jafari Malekabadi *et al.*, 2016). مطابق اظهارات افشاری (۱۳۷۱) بیش از یک سوم محلول سم بکار رفته روی خاک ریخته شده و بلافاصله از بین می‌رود. اتلاف سم که ناشی از درشت بودن قطرات است باعث آلودگی خاک‌ها گردیده و اتلاف آن به صورت قطرات کوچک در اثر بادبردگی موجب آلودگی محیط زیست خواهد شد. وی اپتیمم اندازه قطرات را قطراتی دانست که موثرترین پوشش سم را در روی هدف و حداقل آلودگی را در محیط زیست ایجاد می‌کند.

در شرایطی که برای جلوگیری از خسارت موثر آفات، سمپاشی ضرورت داشته باشد دست کم باید نهایت دقت را معمول داشت که سمپاشی به روش درست و با استفاده از وسایل مناسب‌تر به انجام رسد تا هم در مبارزه با آفات موفقیت بیشتر حاصل شود و هم کمترین آسیب به محیط زیست و سلامت انسان وارد گردد.

به منظور بهبود بازده سمپاشی و نشست بهتر قطرات بر روی گیاه طرح ساخت سمپاش الکترواستاتیکی را پیشنهاد شد. در این تحقیق طرح و ارزیابی یک سمپاش الکترواستاتیک تشریح شده است که در آن از روش القایی برای باردارسازی الکتریکی قطرات افشانه استفاده می‌شود. گسست و قطره سازی جریان افشانه به روش فراصوتی و رانش و هدایت قطرات تولید شده با استفاده از جریان هوای یک دمنده صورت می‌گیرد. نتایج حاصل حاکی از تاثیر مثبت ولتاژ القایی در تولید قطرات باردار بود. افزایش دور دمنده و دبی جریان هوا موجب بهبود بارداری قطرات می‌شد. با این حال افزایش دبی افشانه به دلیل پدیده‌ی خیس شدگی الکترود از نقشی منفی در باردارسازی برخوردار بود (مصطفایی مینق، ۱۳۸۴).

ساخت میکرونر (صفحات چرخان) و مجهز کردن سمپاش‌ها به آن راه حلی دیگر برای دست یافتن به برخی از اهداف مورد نظر بود. (آرین، ۱۳۸۲) طرح ساخت نازل دیسکی سمپاش گریز از مرکز را پیشنهاد نمود و مورد ارزیابی قرار داد. در این روش مایع سم در وسط دیسک یا فنجان دوار ریخته شده و روی سطح دوار به صورت یک لایه نازک گسترش می‌یابد و به صورت قطراتی کاملاً

مجزا در می‌آید. در این حالت اندازه قطرات تولید شده می‌توانند توسط تنظیم سرعت دورانی نازل چرخان تنظیم و کنترل شوند. تحقیقات (شیخی گرجان و همکاران ،۱۳۸۸) در زمینه مقایسه سمپاش‌های لانس‌دار با سمپاش مجهز به نازل‌های میکرونر، جهت کنترل شیمیایی پوره های سن گندم، نشان داد که در سمپاشی با میکرونر احتمال آلودگی کاربر در مقایسه با لانس‌دار کمتر و مقدار محلول مصرفی برای یک هکتار ۲۵ لیتر بوده در حالی که در سمپاش لانس دار ۲۵۰ لیتر در هکتار بود. همچنین در سمپاش میکرونر میزان فرونشست محلول سم در ساقه و برگ‌های نزدیک به سنبله بیشتر از سمپاش لانس‌دار بود. بنابر این سمپاش میکرونر به دلیل سبک بودن، پاشش دقیق و یکنواخت بودن قطرات سمپاشی نسبت به لانس‌دار بهتر و موثرتر ارزیابی شدند. پژوهش‌های اخیر در کشور نشان داده است که سمپاش‌های میکرونری (بردبار و همکاران ۱۳۸۹، مهران‌زاده و شهیدزاده، ۱۳۸۵) و نیز الکترواستاتیکی (بردبار و همکاران ۱۳۸۹) در میان سایر سمپاش‌ها مانند اتومایزر، لانس دار و بوم دار بهترین نتیجه را در شاخص‌های عمکرد محصول، میزان مصرف محلول سم و درصد تاثیر بر کنترل علف هرز داشته است. به طوریکه کمترین میزان مصرف محلول سم، بیشترین درصد تاثیر بر کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز نازک و پهن برگ و بالاترین عملکرد محصول مربوط به کاربرد این نوع سمپاش‌ها است.

یکی دیگر از پیشرفت‌های جدید در زمینه سمپاش‌ها خصوصاً به منظور کاهش مصرف سم و جلوگیری آلودگی محیطی سمپاش‌های دقیق هستند. برخی از این سمپاش‌ها از سیستم ماشین بینایی برای دستیابی به اهداف خود استفاده می‌کنند (Bossu *et al.*, 2008; Tian *et al.*, 1999). تفاوت بین محصول و علف هرز با پردازش تصویر و بر اساس اطلاعات مکانی بدست می‌آید. در برخی تحقیقات دیگر از تصویرهای هوایی و ماهواره‌ای برای نیل به اهداف خود بهره برده‌اند (Michaud *et al.*, 2008). در این روش نقشه‌های هوایی از مزارع تهیه می‌شوند. این نقشه‌ها نسبت به سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ساخته می‌شوند که مساحت منطقه، علف‌های هرز و زمین عاری از علف‌های هرز را تعیین می‌کنند.

بنابراین بایستی انواع سمپاش‌ها را بهتر شناخت و در میزان دز سم و همچنین کاربرد سمپاش دقت بیشتری اعمال نمود. نه تنها میزان مهارت کاربر حائز اهمیت است بلکه شرایط و وضعیت کاری سمپاش نقش اصلی را در رسیدن به نتایج مورد نظر ایفا می‌نماید. . در این پژوهش سمپاش‌های متداول باغات و تحقیقات انجام شده در این زمینه مقایسه می‌شوند. سمپاش‌های مورد ارزیابی، سمپاش‌های فرقونی با لانس معمولی، فرقونی با لانس تلسکوپی، سمپاش الکترواستاتیک، سمپاش کتابی، سمپاش میکرونر، لانس دار پشت تراکتوری و سمپاش هوشمند باغی بود. کارایی سمپاش‌ها از نظر بادبردگی، ارتفاع پاشش، کیفیت سمپاشی درختان و محلول مصرفی ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

الف) انواع سمپاش

سمپاش کتابی

در این نوع سمپاش مایع سم به وسیله فشار موجود در منبع کوچکی از سمپاش خارج می‌شود. فشار در این نوع سمپاش متناوب است یعنی کسی که با این سمپاش کار می‌کند با یک دست تلمبه می‌زند و با دست دیگر سمپاشی می‌نماید (صادقی و جعفری ملک‌آبادی، ۱۳۹۱).

سمپاش فرقونی با لانس معمولی

یکی از متداول‌ترین انواع سمپاش‌ها، سمپاش‌های فرقونی لانس‌دار است. در حال حاضر در بیش از ۷۰ درصد مزارع کشور از این روش استفاده می‌شود. در این سمپاش‌ها محلول سم از یک یا ۲ لانس با فشار ۳۰-۲۰ بار خارج می‌شود. در نتیجه فشار سمپاشی بسیار زیاد بوده و علاوه بر برخورد شدید محلول به گیاه و درخت، بیش از ۵۰ درصد از آن، روی زمین می‌ریزد که آلودگی محیط زیست و تلفات شدید محلول سمی را در پی دارد. این نوع سمپاشی برای درختان بلند طراحی شده است و استفاده از آن در مزارع به هیچ وجه مناسب نیست. کارگران بخصوص شخص سمپاشی کننده داخل توده‌ای از ذرات سم قرار داشته و به علت تغییر جهت‌های پی درپی، عمود بودن جهت پاشش به جهت باد ممکن نیست. در نهایت مسمومیت تدریجی و مزمن کارگران در این روش اجتناب ناپذیر است (صادقی و جعفری ملک‌آبادی، ۱۳۹۱).

سمپاش فرقونی با لانس تلسکوپی

باغداران در مناطقی که باغات کوچک و اکثر آن‌ها از مرزهای مشترک با زمین‌های مجاور خود برخوردار هستند و درختان آن‌ها به صورت نامنظم کاشته می‌شود با مشکلاتی نظیر؛ سختی عبور و مرور تراکتورها، مشکل اقتصادی باغداران جهت خرید تراکتور، برد کم پاشش سم در برخی سمپاش‌ها و سختی کار با آن‌ها، بادبردگی زیاد سم در سمپاش‌های با برد سم مناسب و ... روبرو هستند. سمپاش‌ها یا بدون تراکتور هستند و یا بر روی تراکتور نصب می‌شوند. سمپاش‌های بدون نیاز به تراکتور برای زراعت یا باغات با درختان کوچک مناسب هستند. بنابراین مشکلات مربوط به باغات کوچک با درختان بلند حل نخواهد شد. در تحقیقی جعفری ملک‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) برای حل این مشکلات لانس تلسکوپی برای سمپاش‌ها را ساختند (شکل ۱). نمونه اولیه این لانس در حالت بسته ۱۲۰ سانتی‌متر و در حال باز ۳۵۰ سانتی‌متر (۳/۵ متر) طول داشت و قادر بود درختان مرتفع را سمپاشی نماید.

شکل ۱. سمپاش فرقونی مجهز به بوم تلسکوپی در حال سمپاشی (جعفری ملک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳).

سمپاش الکترواستاتیک

روش جدید سمپاشی باردار کردن قطرات یا الکترواستاتیک می‌باشد. مزیت این روش به ایجاد جاذبه دینامیکی میان قطرات باردار سم و گیاه مربوط می‌شود که امکان پوشش پیرامونی گیاه را در مقایسه با روش‌های مرسوم سمپاشی فراهم می‌سازد. این روش که بیشتر برای پخش سم‌های گردی مورد استفاده قرار می‌گیرد، ذرات را در یک میدان الکتریکی دارای بارهای مثبت نموده که چون روی محصول پاشیده شوند به طور یکنواخت و به صورت لایه ای بسیار نازک روی آن می‌نشینند. نازل سمپاش الکترواستاتیک پشتی موتوری، به صورت یک قطعه قابل نصب بر روی تمامی سمپاش‌های پشتی موتوری (مثلا اتومایزر) طراحی شده است. (مصطفایی مینق و همکاران، ۱۳۸۷).

سمپاش میکرونر

امروزه محققین برای کنترل اندازه قطرات در یک محدوده کاملاً مشخص، تکنولوژی میکرونر یا نازل‌های چرخان (میکرونر) را توصیه می‌کنند. در این روش مایع سم در وسط یک دیسک چرخان ریخته شده و روی سطح دوار به صورت یک لایه نازک گسترش یافته و به شکل قطراتی کاملاً مجزا در می‌آید. با این روش اندازه قطرات محلول سم قابل کنترل خواهد بود و بدلیل ایجاد ذرات ریز و کاملاً یکنواخت حجم محلول سم پاشیده شده ۲۰-۱۰ برابر کمتر از مقدار مورد استفاده در سمپاش‌های متداول خواهد بود. میکرونرها را می‌توان بر روی انواع سمپاش‌های بوم دار پشت تراکتور، اتومایزر و همچنین بوم دار پشتی نصب نمود (توکلی کرقند و محمدعلی نژاد، ۱۳۸۸). در سمپاش‌های میکرونری سه میکرونره و چهار میکرونره مقدار خروج محلول سمی و دور میکرونرها تقریباً در همه مواقع یکسان بوده و تغییری ندارد. افزایش بی‌رویه سرعت ضمن جلوگیری از پوشش یکنواخت محلول سمی باعث عدم ریزش تعداد مناسب قطرات سمی در واحد سطح شده و در امر تأثیر سم اخلال ایجاد می‌کند. نکته‌ای که همواره در زمینه استفاده از سمپاش‌های میکرونری باید مدنظر داشت عدم کاربرد این سمپاش درمواقع وزش باد و بالا بودن دما بویژه در اواسط روز می‌باشد. در سمپاشی بیماری‌های گیاهی و آفات کوچک از دیسک با قطر بیشتر، تعداد شیار بالاتر و سرعت زیاد استفاده می‌شود (آرین و همکاران، ۱۳۸۳).

لانس دار پشت تراکتوری

این سمپاش‌ها برای متصل شدن به اتصال سه نقطه تراکتور ساخته شده‌اند و معمولا بر روی یک شاسی مستقر می‌گردند. مخزن معمولا از جنس پلاستیک یا فلز ضد زنگ ساخته می‌شوند. در انواع پلاستیکی سطح مایع درون مخزن معمولا به خوبی نمایان است و حجم مایع مصرف شده معلوم می‌گردد. ظرفیت مخزن در انواع مختلف سمپاش‌های تراکتوری متفاوت است و معمولا بین ۱۵۰ تا ۵۰۰ لیتر است. این سمپاش‌ها بر دو نوع می‌باشند: سوار (ممکن است دارای لانس نیز باشند) و کششی (عمدتاً دارای لانس برای سمپاشی مزارع صیفی و باغ هستند) (منصوری راد، ۱۳۸۴).

سمپاش هوشمند باغی

سمپاشی باغ با سمپاش‌های خودرو متدوال به صورت هدف‌دار نیست و در نتیجه مقدار زیادی سم وارد محیط زیست می‌شود. با بدیت اوردن نرخ جریان خروجی دیده شده است که محصولات گلخانه و باغ بیش از حد مورد نیاز سمپاشی می‌شوند. این درحالی است که تنها ۳۰ درصد از سم پاشیده شده به تاج درخت می‌رسد. برای حل این مشکل از روش‌های جدیدی مانند تشخیص درخت با امواج التراسونیک، سنسور لایدار و یا تشخیص موقعیت درخت با GPS استفاده می‌شود. در پژوهشی (آسائی و همکاران۱۳۹۲) سمپاش هوشمند مبتنی بر بینایی ماشین (شکل ۲) را ساخته و ارزیابی نمودند. در این تحقیق یک سمپاش پشت تراکتوری مجهز به سامانه بینایی ماشین شد. سمپاش ۶ نازل داشت. هر دو نازل برای بالا، مرکز و پایین درخت استفاده شده بود. در مرحله آزمایشگاهی برای تعیین مقدار حساسیت به سبزینه و آستانه پاشش از کاغذهای رنگی به جای درخت استفاده شده بود.

شکل ۲. سمپاش باغی مبتنی بر بینایی ماشین(آسائی و همکاران، ۱۳۹۲)

ب) آزمون و ارزیابی

سمپاش‌ها از نظر محلول مصرفی، بادبردگی، کیفیت سمپاشی درختان، ارتفاع پاشش مقایسه شدند.

محلول مصرفی

برای بدست آوردن مقدار محلول مصرفی، مخزن سمپاش‌ها قبل از سمپاشی کاملاً با آب پر شد. پس از سمپاشی توسط بطری و لوله‌های مدرج مجدداً مخزن‌ها پر و در نتیجه مقدار مایع مصرف شده تعیین می‌شود. در نوع پشت تراکتوری، با تفاضل حجم مخزن در ابتدا و انتهای عملیات میزان محلول مصرفی تعیین می‌شود (امیرشقاقی، ۱۳۸۹).

بادبردگی

بادبردگی یکی از موارد مهم در سمپاشی است که وجود آن باعث مشکلاتی نظیر آلودگی محیط زیست، مسمومیت کاربر، از بین بردن حشرات مفید و ... می‌شود. برای تعیین بادبردگی، بر روی یک درخت مجاور کارت‌های حساس قرار داده شد. پس از سمپاشی کارت‌ها جمع‌آوری شده و با اندازه گیری تعداد و قطر قطرات در ۱ سانتی متر مربع، مساحت قطرات نشسته شده بر روی کارت‌های حساس و میانگین آن محاسبه می‌شود (جعفری ملک‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۳).

ضریب کیفیت سمپاشی

برای ارزیابی کیفیت سمپاشی از کاغذهای حساس استفاده شد. این کاغذها که شبیه کاغذ تورنسل بوده و با برخورد قطرات مایع تغییر رنگ می‌دهند، به منظور تعیین قطر تقریبی و تعداد قطرات در ۱ سانتی‌متر مربع مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش محاسبه در پژوهش جعفری ملک‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) و (Jafari Malekabadi *et al*., 2016) ارائه شده است.

ارتفاع پاشش

با استفاده از کارت‌های حساس قرار داده شده بر روی هر درخت ارتفاع پاشش اندازه‌گیری شد.

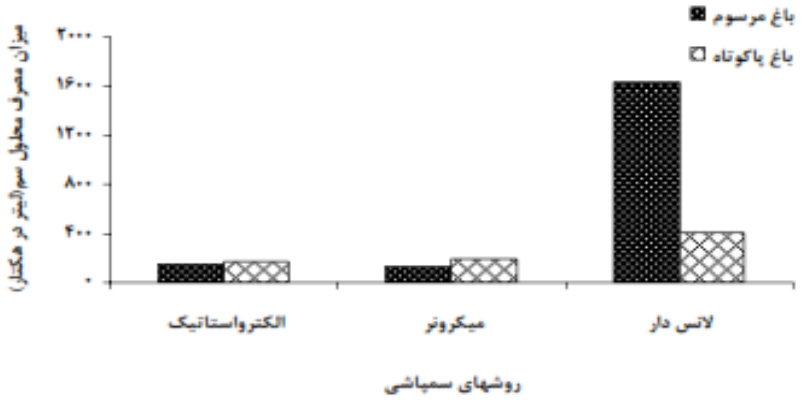
نتایج و بحث

محلول مصرفی

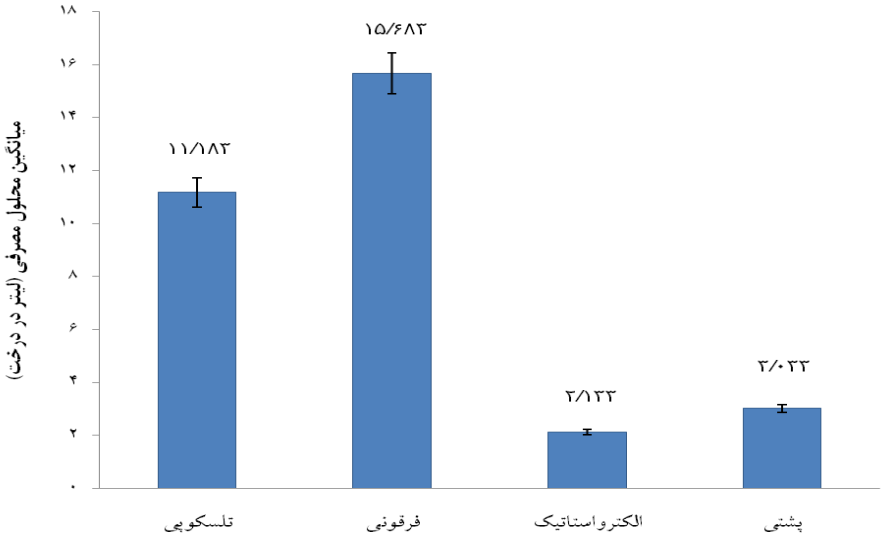
محلول مصرفی سمپاش هوشمند باغ توسط آسائی و همکاران (۱۳۹۲) در باغ زیتون، سمپاش‌های فرقونی، فرقونی تلسکوپی، کتابی و الکترواستاتیک توسط (Jafari Malekabadi *et al*., 2016) در باغ گردو و سمپاش‌های پشت تراکتوری (با لانس)، الکترواستاتیک و میکرونر توسط امیرشقاقی (۱۳۸۹) در باغ سیب ارزیابی شد. نتایج ارزیابی محلول مصرفی سمپاش‌ها در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است.

در استفاده از سمپاش هوشمند در باغ زیتون کاهش محلول مصرفی ۵۵ درصد گزارش شد. نتایج ارزیابی امیرشقاقی (۱۳۸۹) در باغ سیب نشان داد که سمپاش‌ها در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بودند. سمپاش‌های میکرونر و الکترواستاتیک به ترتیب با میانگین ۱۳۳/۳ و ۱۵۶/۹ لیتر در هکتار در یک کلاس و سمپاش پشت تراکتوری (با لانس) با ۱۶۲۹/۵ لیتر در هکتار در کلاس دیگر برای باغ سیب مرسوم بود. همچنین نتایج برای باغ سیب پاکوتاه نشان داد که، سمپاش‌های میکرونر و الکترواستاتیک به

ترتیب با میانگین ۱۹۵/۸ و ۱۷۷/۷ لیتر در هکتار در یک کلاس و سمپاش پشت تراکتوری (با لانس) بـا ۴۱۲/۴ لیتـر در هکتـار در کلاس دیگر برای باغ سیب مرسوم بود (شکل ۸). نتایج ارزیابی Jafari Malekabadi و همکاران (۲۰۱۶) در باغ گردو نشان داد که بین سمپاش‌ها از نظر میزان محلول مصرفی برای هر درخت در سطح ۱٪ اخـتلاف معنـی‌داری وجـود داشـت. مقـدار مصـرف محلول سمپاش فرقونی (۱۵/۶۸۳ لیتر در درخت) بیشتر از سمپاش‌های دیگر بود. دلیل این امر بادبردگی بیشتر سمپاش فرقونی که باعث می‌شود کاربر برای سمپاشی مطلوب زمان بیشتری سمپاشی نماید، می‌باشد. سمپاش‌های تلسکوپی، کتابی و الکترواسـتاتیک از نظر بالا بودن مصرف محلول با مقادیر ۱۱/۱۸۳، ۳/۰۳۳ و ۲/۱۳۳ لیتر در درخت در رده‌های بعدی قرار داشتند (شکل ۹).



شکل ۳. مقایسه سمپاش‌ها از نظر محلول مصرفی (امیرشقاقی، ۱۳۸۹).



شکل ٤. مقایسه سمپاش‌ها از نظر محلول مصرفی (لیتر در درخت، اعداد از منبع Jafari Malekabadi *et al.*, 2016).

بادبردگی

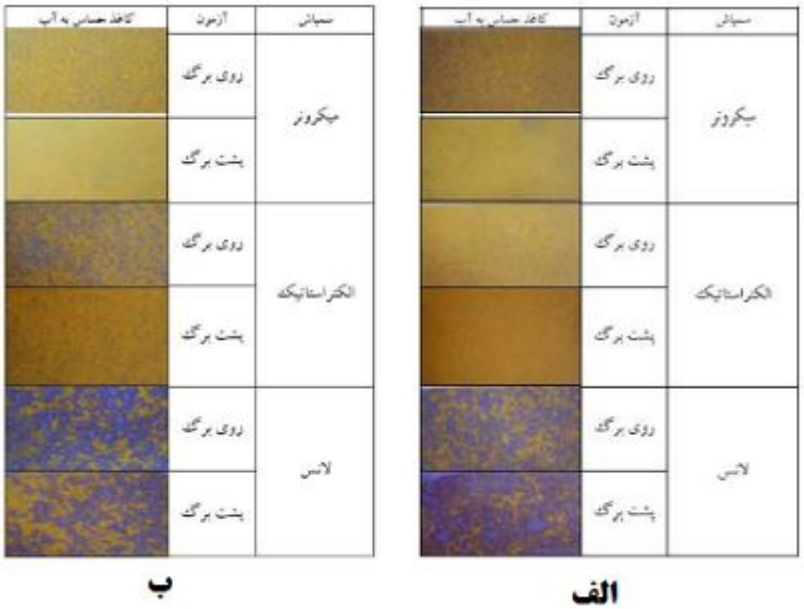
بادبردگی سمپاش‌های فرقونی، فرقونی تلسکوپی، کتابی و الکترواستاتیک توسط Jafari Malekabadi و همکاران (۲۰۱۶) در باغ گردو ارزیابی شد. با توجه به کارت‌های حساس قرار داده شده بر روی درختان و محاسبه مسـاحت قطـرات نشسـته شـده بـر روی کارت‌ها، نتایج بادبردگی مطابق شکل ۵ بدست آمد. بین روش‌های سمپاشی از نظر بادبردگی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمـال

۱٪ وجود داشت. همانطور که مشاهده می‌شود، مقدار بادبردگی سمپاش فرقونی (۵/۶۹۸ میلیمترمربع) دارای تفاوت زیادی نسبت به مقدار آن برای سمپاش مجهز به بوم تلسکوپی (۰/۱۰۸ میلیمترمربع) بود. دلیل اصلی مشکل بادبردگی بیشتر در سمپاش فرقونی، سمپاشی در ارتفاع بالا با فشار کاری زیاد است. در حالی که سمپاش تلسکوپی به دلیل فشار پاشش کمتر و فاصله کم پاشش میزان بادبردگی کمتری داشت. سمپاش‌های کتابی و الکترواستاتیک با مقادیر ۳/۰۲۷ و ۰/۵۰۴ میلیمترمربع پس از سمپاش فرقونی دارای بیشترین میزان بادبردگی بودند.

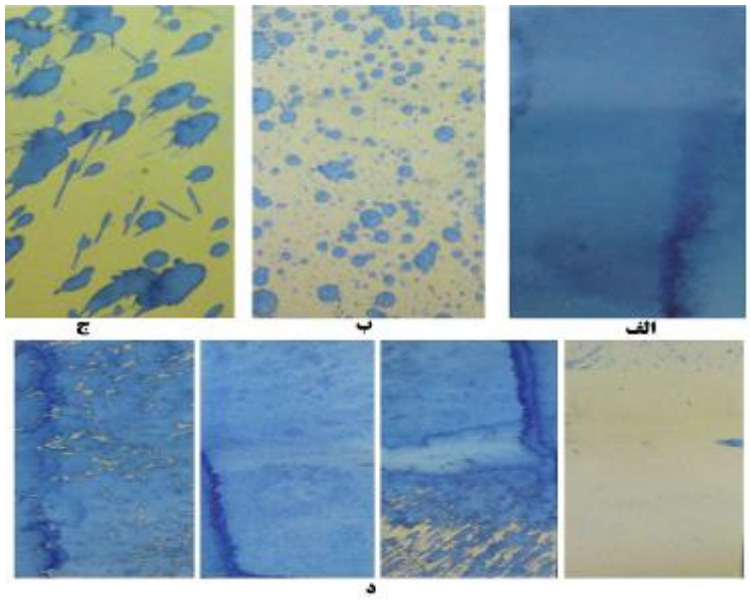
کیفیت سمپاشی

کیفیت سمپاش‌های پشت تراکتوری (با لانس)، الکترواستاتیک و میکرونر توسط امیرشقاقی (۱۳۸۹) در باغ سیب و سمپاش‌های فرقونی، فرقونی تلسکوپی، کتابی و الکترواستاتیک توسط Jafari Malekabadi و همکاران (۲۰۱۶) در باغ گردو ارزیابی شد. نتایج یکنواختی پاشش بر روی کارت حساس در شکل‌های ۶ و ۷ آورده شده است.

شکل ۵. مقایسه بادبردگی سمپاش‌ها (لیتر در درخت، اعداد از منبع Jafari Malekabadi *et al*., 2016).



شکل ٦. نمونه کارت‌های ارزیابی کیفیت سمپاشی. الف باغ سیب پاکوتاه، ب) باغ سیب مرسوم (امیرشقاقی، ۱۳۸۹).



شکل ۷. **نمونه کارت‌های ارزیابی کیفیت سمپاشی. الف) تلسکوپی، ب) الکترواستاتیک، ج) کتابی، د) فرقونی (Jafari Malekabadi *et al.*, 2016).**

نتایج ارزیابی امیرشقاقی (۱۳۸۹) در باغ سیب نشان داد که از نظر یکنواختی در روی برگ به ترتیب سمپاش‌های میکرونر، الکترواستاتیک و پشت تراکتوری (لانس دار) قرار داشتند. سمپاش پشت تراکتوری دارای توزیع غیر یکنواخت در سطح کارت‌ها بود. نتایج یکنواختی در پشت کارت‌ها نشان داد که سمپاش میکرونر قابلیت اندکی در پوشش پشت برگ‌ها داشت و ارجهیت نسبی با سمپاش الکترواستاتیک بود که این به سبب ایجاد کمربند باردار حول سطح برگ‌ها می باشد. به علت حجم بالای سمپاشی توسط سمپاش پشت تراکتوری، غیریکنواختی پاشش حتی در پشت برگ نیز مشاهده می‌شد. همچنین در این تحقیق تعداد قطرات در ۱

سانتی‌متر نیز اندازه گیری شدند. برای باغ مرسوم و در روی برگ، سمپاش‌های میکرونر و الکترواستاتیک به ترتیب با میانگین ۳۱/۱۶ و ۳۰/۳۳ عدد در یک کلاس بودندو سمپاش پشت تراکتور غیرقابل قبول بود. در پشت برگ، سمپاش الکترواستاتیک در کلاس بالاتری بود اما تعداد قطرات کمتر از حد کمینه استاندارد بود که علت ان تراکم بالای شاخ و برگ درختان و عدم نفوذ سم به داخل تاج بود. این مشکل با نصب پمپ و افزایش فشار نفوذ پاشش قابل اصلاح است. برای باغ سیب پاکوتاه و در روی برگ، سمپاش میکرونر با میانگین ۳۱/۵ عدد در یک کلاس و سمپاش الکترواستاتیک و پشت تراکتوری در کلاس دیگر قرار داشتند. نتایج دیگر تقریبا مشابه نتایج باغ سیب مرسوم بود.

نتایج ارزیابی Jafari Malekabadi و همکاران (۲۰۱۶) در باغ گردو نشان داد که در سمپاش‌های کتابی و الکترواستاتیک با توجه به کارت‌های حساس و محاسبات انجام شده میزان قطر میانه حجمی ۱۸۵۷/۸۲ و ۷۶۸/۵۷ میکرون و قطر میانه عددی ۳۶۲/۸۶ و ۱۵۸/۵۷ میکرون بود. نسبت VMD به NMD که بیانگر کیفیت پاشش است با توجه به ارقام فوق برای سمپاش کتابی ۵/۱۲ و الکترواستاتیک ۴/۸۵ محاسبه گردید. بنابر این کیفیت سمپاش الکترواستاتیک بهتر از کتابی می‌باشد. به علت این که سطح روی کاغذهای حساس برای سمپاش‌های فرقونی و تلسکوپی تیره شده بود، ضریب کیفیت سمپاشی برای آن‌ها قابل محاسبه نبود. خیس شدگی کامل کارت‌های حساس برای سمپاش تلسکوپی مربوط به نازل استفاده شده برای این بوم می‌باشد. احتمالاً با تغییر طراحی این نازل و کوچک کردن روزنه خروج سم آن و یا مجهز کردن این بوم به هد الکترواستاتیک این مورد مرتفع می‌گردد. هر چند ضریب کیفیت سمپاشی قابل محاسبه نبود، اما در سمپاش فوقونی با لانس معمولی بر روی کارت‌های حساس شره‌گی مشاهده شد و کارت‌های حساس بصورت یکنواخت خیس نشده بودند. بنابراین، یکنواختی پاشش روی یک کارت و همچنین بین کارت‌ها در سمپاش نوع تلسکوپی بهتر از نوع فرقونی معمولی بود و هیچ‌گونه شره‌گی مشاهده نشد.

ارتفاع پاشش

نتایج ارزیابی Jafari Malekabadi و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که اگر چه سمپاش‌های کتابی و الکترواستاتیک (اتومایزر مجهز به هد الکترواستاتیک) دارای ضریب کیفیت بهتری بودند اما این دو سمپاش توانایی پاشش سم در ارتفاع زیاد (بیش از ۳ متر) را ندارند. سمپاش فرقونی به علت فشار پاشش زیاد و سمپاش تلسکوپی به علت طول زیاد توانایی پاشش در ارتفاع بالا را داشتند.

نتیجه‌گیری

از عوامل مهم ساماندهی وضعیت سمپاش‌های رایج کشور تعیین و بررسی عملکرد و کارکرد آن‌ها است تا بتوان با استناد به این اطلاعات برای آینده برنامه ریزی نمود. در این پژوهش سمپاش‌های متداول باغات و تحقیقات انجام شده در این زمینه مقایسه شدند. سمپاش‌های مورد ارزیابی، سمپاش‌های فرقونی با لانس معمولی، فرقونی با لانس تلسکوپی، سمپاش الکترواستاتیک، سمپاش کتابی، سمپاش میکرونر، لانس دار پشت تراکتوری و سمپاش هوشمند باغی بود. کارایی سمپاش‌ها از نظر بادبردگی، کیفیت سمپاشی درختان، ارتفاع پاشش و محلول مصرفی ارزیابی شد.

نتایج نشان داد که سمپاش‌های پشت تراکتوری و فرقونی دارای مصرف زیاد سم هستند و از نظر کیفیت سمپاشی اصلا مطلوب نمی‌باشند. در باغات بزرگ درصورتی که درختان به طور منظم کشت شوند، استفاده از سمپاش هوشمند می‌تواند به منظور کاهش مصرف سموم بسیار مطلوب باشد. سمپاش کتابی قابلیت سمپاشی درختان بلند را نداشت. سه سمپاش الکترواستاتیک، میکرونر و تلسکوپی مناسب ارزیابی شدند. باتوجه به اینکه سمپاش های الکترواستاتیک، میکرونر بر روی سمپاش پشتی نصب می‌شوند توانایی پاشش در ارتفاع زیاد را ندارند اما کیفیت توزیع قطرات و پاشش بهتری دارند. از طرف دیگر سمپاش تلسکوپی به علت طول بیشتر توانایی پاشش در ارتفاع بیشتر و همچنین کاهش بادبردگی و محلول مصرفی را دارد. بنابراین توصیه می‌شود که هدهای الکترواستاتیک و میکرونر بهینه شوند و لانس تلسکوپی با قابلیت نصب این هدها تولید شود. لانس تلسکوپی مجهز به هد الکترواستاتیک و یا میکرونر می‌تواند گام خوبی در راستای کاهش مصرف سم و بادبردگی و ارتقای کیفیت سمپاشی باشد.

منابع

افشاری، م. ۱۳۷۱. روش های کاربرد آفت کش ها. موسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی.

امیرشقاقی, ف. ۱۳۸۹. ارزیابی و مقایسه دو روش سمپاشی الکترواستاتیکی و میکرونر با روش رایج در باغات سیب مرسوم و پاکوتاه ارومیه. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، تهران، دانشگاه تهران.

آرین، م. ۱۳۸۲. طراحی، ساخت و ارزیابی نازل دیسکی سمپاش گریز از مرکز. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

آرین، م.، ت.، توکلی و م.، قربانی. ۱۳۸۳. ساخت و ارزیابی سمپاش دستی با نازل دیسکی گریز از مرکز. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۸ (۱).

آسائی، ه.، م.، لغوی، ع.، جعفری و ف.، باب الهی. ۱۳۹۲. بررسی عملکرد سم پاش‌های هوشمند باغی. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. تهران.

بردبار، ر.، ا.، قسام، ا.، علیزاده، و م.ج.، روستا. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه سمپاش های مختلف با هدف کاهش پایدار مصرف علف کش‌ها در زراعت گندم. همایش ملی کشاورزی حفاظتی و توسعه پایدار. دانشگاه شیراز. ۸-۵ اردیبهشت.

توکلی کرقند، غ. و ر.، محمدعلی نژاد. ۱۳۸۸. اهمیت استفاده از سمپاش های مجهز به میکرونر در روش سمپاشی با قطرات کنترل شده. مجله دام، کشت و صنعت، ۱۱۴: ۶۳ و ۶۴.

جعفری ملک‌آبادی، ا.، م.، صادقی و ح.، ذکی دیزجی. ۱۳۹۳. طراحی و ساخت بوم تلسکوپی سمپاش باغات و مقایسه آن با سمپاش مرسوم. علوم مکانیک در ماشین‌های کشاورزی. جلد ۲، شماره ۲. صفحه ۴۳-۲۸.

شیخی گرجان، ع.، ر.، کیهانیان و س.، معین. ۱۳۸۸. کارآیی سمپاش مجهز به نازل میکرونر در کنترل شیمیایی پوره های سن گندم. مجله آفت و بیماری های گیاهی، ۳۲-۱۹.

صادقی، م. و ا.، جعفری ملک‌آبادی. ۱۳۹۱. انواع سمپاش و مقایسه آن‌ها. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۳۵. صفحه ۴۲-۳۶.

مصطفایی مینق، ب. ۱۳۸۴. طراحی، ساخت و ارزیابی سمپاش الکترواستاتیک گلخانه‌ای، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

مصطفایی مینق، ب.، ب.، قبادیان، و م.، جهان نما. ۱۳۸۷. طراحی و ساخت سمپاش الکترواستاتیک گلخانه‌ای و ارزیابی میزان بارداری قطرات، مجله دانش کشاورزی، جلد (۱): ۲۴۲-۲۲۹.

منصوری راد، د.، ۱۳۸۴. تراکتور و ماشین‌های کشاورزی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.

مهران زاده، م. و م.، شهید زاده. ۱۳۸۵. بررسی و تعیین مناسب ترین روش سمپاشی به منظور کاهش و بهینه سازی مصرف سم در محصول چغندرقند در دزفول. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۷ (۲۶).

Bossu, J., Ch., Gée and F., Truchetet. 2008. Development of a machine vision system for a real time precision sprayer. Electronic letters on computer vision and image analysis. 7(3):54-66.

Jafari Malekabadi, A., M., Sadeghi and H., Zaki Dizaji. 2016. Comparing Quality of a Telescopic Boom Sprayer with Conventional Orchard Sprayers in Iran. Journal of Agricultural Science and Technology. Vol. 18: 585-599.

Michaud, M.A., K.C., Watts, D.C., Percival and K.I., Wilkie. 2008. Precision pesticide delivery based on aerial spectral imaging. Canadian biosystems engineering. 50: 9-15.

Tian, L., J.F., Reid, and J.W., Hummel. 1999. Development of a precision sprayer for site-specific weed management. Transactions of the ASABE. 42(4): 893-900.