ساخت و ارزیابی سمپاش تراکتوری بوم دار مجهز به صفحات چرخان و مقایسه آن با سمپاش تراکتوری بوم دار[1]

محمود صفری و جلال کفاشان[2]

تاریخ دریافت مقاله: ٨٣/٣/٢٣ تاریخ پذیرش مقاله: ٨٤/٢/١٧

چکیده

در این تحقیق به منظور کاهش مصرف سموم شیمیایی و بررسی فناوری افشانک‌های چرخان در عملیات سمپاشی، یک دستگاه سمپاش تراکتوری مجهز به صفحات چرخان به صورت نمونهٔ اولیه (Prototype) ساخته شد، و عملکرد آن از نظر مؤثر بودن عملیات، میزان محلول مصرفی در هکتار، میزان تراکم و یکنواختی پاشش- در مقایسه با سمپاش بوم دار رایج و تیمار شاهد (بدون سمپاشی)- در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به منظور کنترل علف‌های هرز نازک برگ چغندر قند ارزیابی شد. نتایج نشان داد که جهت کنترل علف‌های هرز (٢٠ و ٢٥ روز بعد از سمپاشی) از نظر مؤثر بودن بین روش‌های مختلف سمپاشی و تیمار شاهد در سطح ١درصد اختلاف معنی داری وجود دارد ولی بین استفاده از سمپاش این تحقیق و بوم دار تراکتوری رایج اختلاف معنی دار دیده نمی‌شود. همچنین از نظر میزان محلول سم مصرفی در هکتار بین تیمار سمپاش ساخته شده و بوم دار تراکتوری در سطح ١درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی با تیمار شاهد این اختلاف معنی‌دار نیست. متوسط محلول سم مصرفی در هکتاردر سمپاش بوم دار رایج ٣١٨/٩ لیتر و در سمپاش ساخته شده ٦/٥ لیتر بود که به میزان ٩٨ درصد در میزان محلول سم مصرفی نسبت به بوم دار صرفه‌جویی دیده می‌شود. در سمپاش ساخته شده از نظر یکنواختی قطر ذرات سم، قطر متوسط حجمی ($٦/٢٤٢ MD_{0.5}$) میکرون و قطر متوسط عددی ($١١٦ NMD_{0.5}$) میکرون محاسبه شد. ضریب کیفیت سمپاشی در سمپاش مزبور ٢/٠٩ است که بالا بودن کیفیت نسبی پاشش را نشان می‌دهد.

واژه های کلیدی

چغندرقند، سمپاش، سمپاش مجهز به صفحات چرخان، علف‌های هرز

١- برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی با عنوان "ساخت و ارزیابی سمپاش تراکتوری بوم دار مجهز به صفحات چرخان و مقایسه آن با سمپاش تراکتوری بوم دار"

٢- اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج، ص. پ. ٨٤٥-٣١٥٨٥، تلفن: ٠٢٦١-٢٧٠٥٢٤٢، دورنگار: ٠٢٦١-٢٧٠٦٢٧٧، پیام نگار: ma_safari@hotmail.com

© 2005,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

امروزه در بسیاری از مزارع کشور از سمپاش تراکتوری بوم دار استفاده می‌شود. این سمپاش‌ها نسبت به سایر سمپاش‌ها مزایای زیادی دارند ولی به دلیل شرایط خاص مزارع کشور بازده کاری آنها خیلی پایین‌تر از کشورهای توسعه یافته است از آن جمله:

- حجم مخزن و میزان مصرف محلول سم در هکتار غالباً بالاست به طوری که برای سمپاشی هر هکتار زمین وقت زیادی برای بارگیری و جابه‌جایی محلول صرف می‌شود.
- ذرات سم عمدتاً درشت و غیر یکنواخت‌اند و اغلب قسمت فوقانی گیاه، محلول سم را دریافت می‌کنند. ریزش سم از روی سطح گیاه در این نوع سمپاش‌ها به دلیل درشت بودن ذرات اجتناب ناپذیر است.

با توجه به موارد فوق، تحقیق دربارهٔ این سمپاش‌ها و استفاده از فناوری‌های جدید ضروری به نظر می‌رسد. اخیراً در داخل کشور از فناوری افشانک‌های مجهز به صفحات چرخان روی سمپاش‌های پشتی استفاده شده است که کشاورزان از عملکرد آنها رضایت داشته‌اند ولی در قالب طرح تحقیقاتی بررسی نشده است. همچنین، از این فناوری بر روی سمپاش‌های تراکتوری تاکنون در داخل کشور استفاده نشده است [۱۰].

استفان (Stephen,1998) از دانشگاه ایالتی سیدنی می‌گوید که در سمپاش‌های دیسکی که اولین بار در سال ۱۹۷۰ در دسترس بوده‌اند، مقدار آب مورد نیاز معمولاً کمتر از ۱۰ لیتر در هکتار بوده است. یک دستگاه از این سمپاش‌ها (با عرض کار ۱/۲ متر) با سرعت پیشروی یک متر بر ثانیه، حدود نیم هکتار را در ساعت می‌تواند سمپاشی کند. الگوی پاشش این سمپاش‌ها به دلیل ریز بودن قطرات و پخشیدگی مشخص نیست [١٦].

دیوید (David,1996) از دانشگاه مریلند در گزارشی با عنوان فناوری سمپاش‌هایLV وHV می‌گوید که سمپاش‌های نوع LV با کنترل اندازهٔ قطرات بین ۲۰۰-۳۰۰ میکرون میزان باد بردگی[1] را کاهش می‌دهند و با کاهش مصرف انرژی هزینه‌های تولید را پایین می‌آورند.

تاج الدین (Tajuddin, 1991) در تحقیقی با عنوان سمپاش‌های دیسکی عمل کننده با باتری (سمپاش‌های LV) می‌گوید که این سمپاش‌ها برای راه اندازی نیازی به سوخت‌های فسیلی نظیر بنزین و گازوئیل ندارند و نگهداری آنها آسان است. خصوصیات دیگر این سمپاش‌ها به قرار زیر است:

- آب مورد نیاز برای مصرف در واحد سطح در این سمپاش‌ها در مقایسه با نوع پشتی رایج ٤٠ درصد کمتر است.
- ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای نوع دو صفحه‌ای و سه صفحه‌ای آن به ترتیب ۰/۳ و ۰/٤٥ هکتار بر ساعت و در نوع پشتی رایج ۰/۱ هکتار بر ساعت است.
- هزینهٔ یک هکتار سمپاشی با این سمپاش‌ها حدود ۰/۸۸ و با سمپاش‌های مرسوم موتوری و پشتی دستی به ترتیب ۱/۷٦ و۲/٦٤ دلار در هکتار است [۱۷].
- قیمت سمپاش نوع دو صفحه‌ای ۱۰۰ و سه

1- Drift

صفحه‌ای ۱۳۵/۲۹ دلار و قیمت سمپاش پشتی موتوری ۱۷٦/٤۷ دلار است.

- هر بار که باتری پر می‌شود سمپاش می‌تواند ۱٦-۱۷ ساعت کار کند.

این سمپاش‌ها برای محصولات پایه کوتاه مناسب‌تر هستند و سمپاشی در هوای آرام باید انجام پذیرد [۱۷].

باری (Barry, 2000) از دانشگاه ایالتی کوتای شمالی می‌گوید که استفاده از صفحات دوار در عملیات سمپاشی، میزان بادبردگی محلول را کاهش می‌دهد. این سمپاش‌ها با استفاده از سیستم‌های مکانیکی، به جای فشار هیدرولیکی، قطره‌های سم را توزیع می‌کنند در این سمپاش‌ها حجم کمی از مواد سمی در فشار پایین به قطرات زیاد و یکنواخت تبدیل می‌شود. اندازه قطرات با سرعت چرخش صفحه کنترل می‌شود این سیستم‌ها دقیق‌اند و می‌توانند روی سمپاش‌های پشتی و تراکتوری نصب شوند از طرفی، به دلیل قابلیت نصب آنها به صورت عمودی و افقی، می‌توانند محدوده وسیعی از عرض پاشش را ایجاد کنند[٤].

پیکستون (Pikston, 1994) از دانشگاه اکلاهای می‌گوید که در سمپاش‌های مجهز به صفحات دوار اندازه قطرات یکنواخت است و به جای افشانک و پمپ از صفحات دوار استفاده شده است. این سمپاش‌ها می‌توانند پشتی، کششی، و یا سوار باشند. در این سمپاش‌ها با تغییر دور صفحات می‌توان اندازهٔ قطره‌های سم را تغییر و باد بردگی را نیز کاهش داد [۱۳].

لادی سلو و وزیناک (Wlady slow & Wozniac, 2000) اثر مانکوزب و مانب را روی کپک کرکدار پیاز با استفاده از سمپاش‌های LV و سمپاش‌های پشتی رایج بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که سمپاش مجهز به صفحات دوار (با مصرف محلول سم به میزان ۱۰ لیتر در هکتار) نسبت به نوع مرسوم (۱۰۰-٦۰۰ لیتر در هکتار) بیماری را به خوبی کنترل می‌کند و به نظر می‌رسد که در سمپاش‌های نوع LV نشست سم روی برگ، به خصوص وقتی باد می‌وزد بهتر است [۱۹].

الیسون (Ellison,1993) به منظور کنترل علف‌های هرز در محصولات مختلف از سمپاش‌های مجهز به صفحات چرخان استفاده کرده است. این محقق در گزارش خود می‌گوید که در بعضی از محصولات بالا بردن دز سم از ضروریات است که با بالا رفتن دز به ناچار اندازهٔ قطرات سم در سم‌پاش‌هایی که با محلول تحت فشار کار می‌کنند باید افزایش یابد. این افزایش اندازهٔ قطرات باعث شره کردن سم و در نتیجه تلفات سم روی خاک می‌شود در صورتی‌که در سمپاش‌های مجهز به صفحات چرخان با کنترل اندازه قطرات می‌توان با دزهای بالاتر نیز سمپاشی کرد [۷].

ماتیوس (Matthews,1989) در گزارشی می‌نویسد که در مناطق نیمه خشک، که تهیهٔ آب مشکل است و سمپاش‌های رایج سازگاری ندارند از فناوری کنترل قطرات (CDA)[1] و از جمله سمپاش

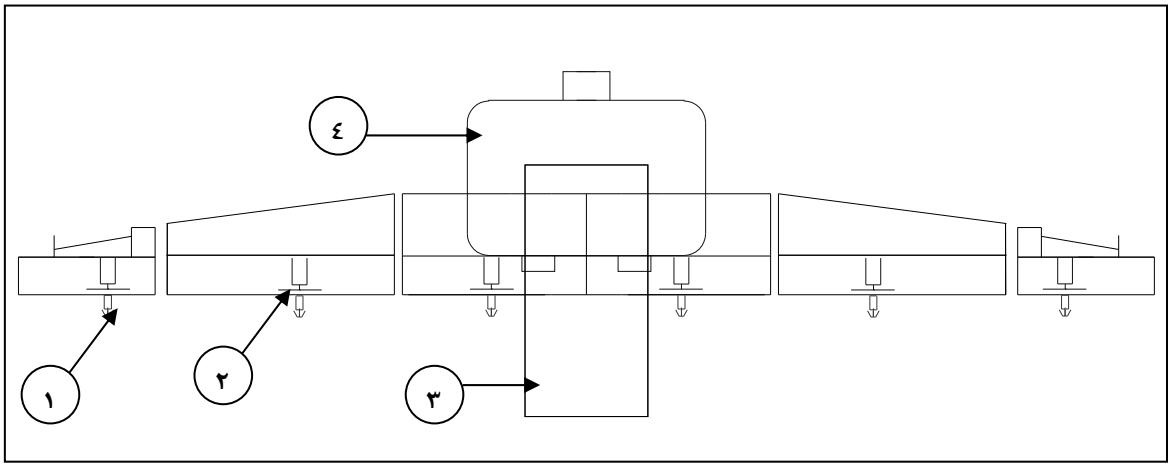
1- Controlled Droplet Applicators

مجهز به صفحات چرخان بـه طـور وسـیع اسـتفاده می‌گردد [۱۱].

کاکویـــــــــــــل و ویـــــــــــــسایر (Cauquil & Vaissayre, 1995) اسـتفاده وسـیع از سـمپاش‌هـای مجهـز بـه صـفحات چرخـان را در مـزارع پنبـهٔ غـرب آفریقـا بـه مـساحت دو میلیـون هکتار گـزارش کـرده‌انـد. ایـن ادوات اغلـب بـرای کنترل ملـخ در جنگـل‌هـا و منـاطق شـهری توصـیه شده‌اند. وزن دستگاه و حجم محلول قابل حمـل در سمپاش‌های مجهز به صفحات چرخان به طور قابـل توجهی کاهش یافته است که این موضوع به تـرویج اسـتفاده از روش کنتـرل قطـرات (CDA) کمـک می‌کند [۵].

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور کـاهش مـصرف سـم و بررسی سمپاشـی بـه روش VLV کـه در آن میـزان مصرف محلـول در هکتـار ۵۰-۵ لیتـر اسـت، یـک دستگاه سمپاش مه پـاش پـشت تـــــراکتوری بـا ٦ افشانک به منظور مبارزه با علف‌های هرز چغندرقند (و مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز سـایر محصولات) به صورت نمونهٔ اولیه در سال ۱۳۸۲ در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (کـرج) طراحـی و سـاخته شـد. و در مرکـز تحقیقـات کشاورزی صـفی آبـاد دزفـول مـورد ارزیـابی قـرار گرفت. منبع تـأمین تـوان سـمپاش بـاتری ۱۲ولـت تراکتور است که از طریـق سـیم رابـط بـه سـمپاش متصل می‌شـود. در منـابع مختلـف، عـرض پاشـش افشانک‌های سمپاش را ۱/۵ متر گفته‌اند (که حداکثر است و با کم کردن دور فنجان دوار مـی‌تـوان آن را کمتر کرد) از این رو فاصلهٔ افـشانک‌هـا از یکـدیگر ۱/۵ متـــر در نظـــر گرفتـــه شـــد؛ بـــا در نظـــر گرفتن ٦ افشانک عرض کار دسـتگاه ۹ متـر اسـت. در ایـن افـشانک‌هـا همپوشـانی مطـرح نیـست و دوایر پاشش با یکدیگر مماس می‌شوند. میـزان دور فنجـــان‌هـــای چرخـــان (در شـــرایط بـــا بـــاری) ۷۰۰۰ و واحـد دمنـده ۲۵۰۰ دور بـر دقیقـه اسـت. شکل شمارهٔ ۱ شمای کلی دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل شمارهٔ ۱- تصویر شماتیک از سمپاش بوم دار تراکتوری مجهز به صفحات چرخان (دید از جلو)
۱- فنجان دوار ۲- دمنده ۳- شاسی ٤- مخزن

در این گونه سمپاش‌ها، با توجه به اینکه قطر ذرات نسبتاً یکنواخت و در محدوده معینی است، تا حدودی مشکل باد بردگی کنترل شده است. ولی به علت ریز بودن اندازهٔ آنها در شرایط نا مساعد نظیر وزش باد، ارتفاع زیاد یا ریز بودن قطرات احتمال بادبردگی وجود دارد. لذا برای کنترل آن یک واحد دمنده به قطر پروانه ۲۷ سانتی‌متر در فاصله ۱۵ سانتی‌متر از قسمت بالای هر فنجان دوار تعبیه شده است. در وهلهٔ اول، فنجان دوار و واحد دمنده به صورت یک واحد ساخته شد. پس از آزمون و ارزیابی آزمایشگاهی واحد مزبور، مشخص شد که قطرات درشت هستند که این موضوع ناشی از کاهش سرعت چرخشی (۲۵۰۰ دور در دقیقه) دمندهٔ مزبور جهت چرخش فنجان است. لذا به ناچار الکترو موتور فنجان دوار از واحد دمنده مجزا در نظر گرفته شد. سرعت چرخشی الکترو موتور مورد استفاده برای چرخش فنجان در شرایط بی باری ۱٤۰۰۰ دور در دقیقه بود که برای این تحقیق با توجه به یکنواختی پاشش و قطر نسبی قطرات مناسب ارزیابی شد. قسمت اصلی و مهمترین قسمت افشانک‌های مه پاش، واحد فنجان دوار است. به منظور خرد شدن محلول سم توسط فنجان دوار شرایط زیر ضروری بود:

- سرعت چرخشی بالا،
- مضرس بودن قسمت یال داخلی به منظور خرد کردن محلول سم،
- سبک بودن فنجان دوار،
- طولانی شدن مسیر عبور محلول سم در داخل فنجان دوار.

لذا با توجه به شرایط فوق، جنس آن از نوع پلاستیک (با استفاده ازچسب سیلیکون) در نظر گرفته شد. با کم و زیاد کردن سرعت چرخشی فنجان می‌توان قطر ذرات سم را کنترل کرد (قطر قطره‌ها با توجه به چرخش ۷۰۰۰ دور بر دقیقه مناسب بود به طوری که باد بردگی ایجاد نمی‌شد و روی محصول شره نمی‌کرد). ارزیابی دستگاه در بهمن ماه ۱۳۸۲ در منطقه صفی آباد دزفول و همزمان با عملیات سمپاشی چغندرقند به منظور مبارزه با علف‌های هرز نازک برگ انجام شد. در این مرحله ارتفاع محصول به طور متوسط ۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع علف های هرز نازک برگ ۵۰ سانتی‌متر بود. ارزیابی و مقایسه دستگاه با سمپاش رایج دریکی از مزارع چغندر قند کشت و صنعت شهید رجائی دزفول انجام گرفت. بدین منظور با توجه به ارتفاع محصول و علف‌های هرز نازک برگ (که عمدتاً از نوع جو وحشی بودند) پلات‌های آزمایشی شامل روش سمپاشی با سمپاش میکرونر تراکتوری، استفاده از سمپاش بوم دار تراکتوری، و شاهد (بدون مبارزه با علف‌های هرز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی با توجه به عرض کار سمپاش‌ها ۱۰×۲۰ متر در سه تکرار و فاصلهٔ خیابان در بین کرت‌های آزمایشی ۵ متر در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری‌ها ۲۰ و ۲۵ روز بعد از سمپاشی آغاز شد (در فاصلهٔ زمانی قبل از ۲۰ روز اکثر علف‌های هرز زرد شده بودند و امکان نمونه‌برداری نبود).

شکل شمارهٔ ۲- سمپاش بوم دار تراکتوری مجهز به صفحات چرخان

فاصلهٔ ردیف‌های کشت ٦٠ سانتی‌متر و علف‌کش (تماسی) رایج مورد استفاده در منطقه برای مبارزه با علف‌های هرز نازک برگ چغندر قند (عمدتاً یولاف وحشی) گالانت (هاکوسی فوپ اتروکسی اتیل) با دز ۳ لیتر در هکتار در نظر گرفته شد (دز این سم برای علف‌های هرز یکساله نظیر یولاف وحشی و استفاده از سم سوپر گالانت، ۲ لیتر در هکتار است).

قبل از ارزیابی مزرعه‌ای، هر دو سمپاش از نظر میزان محلول مصرفی در هکتار، دبی خروجی هر افشانک، میزان فشار پاشش (در سمپاش بوم دار رایج)، ارتفاع و عرض مؤثر پاشش کالیبره شدند. برای این کار، ظروف مدرج زیر هر یک از نازل‌ها قرار داده شد. در سمپاش بوم‌دار تراکتوری در فشار ۲/۵ بار (با توجه به نوع نازل ١١٠٠٤) میزان محلول خروجی از هر یک از نازل‌ها ثبت شد. در سمپاش میکرونر با توجه به قطر خروجی نازل ها (۲ میلی‌متر) میزان محلول خروجی از آنها طی زمان، ثبت شد (محلول، در اثر نیروی ثقل از مخزن به نازل‌ها منتقل می‌شود). با داشتن دبی سمپاش‌ها و سرعت پیشروی تراکتور، میزان لیتر در هکتار محاسبه شد (جدول شمارهٔ ۱).

جدول شمارهٔ ۱- مشخصات مرتبط با کالیبراسیون سمپاش‌ها

ردیف	عامل	سمپاش بوم دار رایج	سمپاش میکرونر
۱	فاصلهٔ افشانک‌ها (سانتی‌متر)	۵۰	۱۵۰
۲	نوع افشانک	تی جت۱۱۰۰٤	فنجان چرخان
۳	عرض کار (متر)	۷/۵	۷/۵ (برای عرض کار یکسان یکی از افشانک ها کور شد)
٤	فشار پاشش (بار)	۲/۵	----
۵	دبی سمپاش(لیتر در دقیقه)	۲۸	۰/۵۸
٦	تعداد افشانک‌ها	۱۵	۵
۷	ارتفاع پاشش (سانتی‌متر)	٤۰	۲۰

روش‌های سمپاشی به قرار زیرند:

- استفاده از سمپاش بوم دار تراکتوری مرسوم مجهز به افشانک‌های ۱۱۰۰٤ با فاصلهٔ ۰/۵ متر و عرض کار۷/۵ متر (به منظور ایجاد تساوی در شرایط سمپاشی در هر دو روش، ۱/۲۵ متر از طرفین پلات‌ها دستی وجین گردید).
- استفاده از سمپاش تراکتوری مجهز به ۵ افشانک چرخان و عرض کار ۷/۵ متر (عرض کار سمپاش دارای ٦ افشانه ۹ متر است ولی برای یکسان سازی شرایط تحقیق یکی از افشانک‌ها مسدود شد).

فاکتورهای مورد اندازه‌گیری با توجه به روش آزمون RNAM[1] به قرار زیر بود:

- آزمون آزمایشگاهی (آزمایش میزان تخلیه)

- در نوع صفحات دوار

زمان لازم برای عبور سم از داخل مخزن به صفحات در شرایط بی باری اندازه‌گیری شد. در این آزمایش به منظور مبارزه با علف‌های هرز از افشانک‌هایی با قطر سوراخ ۲ میلی‌متر استفاده شد. با ثبت زمان خروجی از هر یک از افشانک‌ها، میزان دبی متوسط افشانک‌ها و دبی متوسط دستگاه ۰/۳۵ لیتر بر دقیقه تعیین شد.

- در نوع هیدرولیکی

با توجه به میزان فشار توصیه شده و استفاده از ظروف مدرج و ثبت زمان در دور مشخصه تراکتور میزان محلول خروجی هر افشانک ثبت و سپس متوسط آن (۲۸/۷ لیتر بر دقیقه) در محاسبات منظور شد [۱٤].

- آزمون‌های مزرعه‌ای

- یکنواختی و اندازهٔ قطرات

اندازهٔ قطرات با استفاده از کاغذهای حساس ٤×۳ سانتی‌متری که قبل از سمپاش به فواصل یک متر (عرضی) در مسیر حرکت سمپاش‌ها قرار داده شده بود اندازه‌گیری شد (شکل شمارهٔ ۳).

1- Regional Network for Agricultural Machinery

شکل شمارهٔ ۳- موقعیت کارت حساس روی برگ‌ها در مسیر سمپاشی

این کاغذها که با برخورد قطرات سم تغییر رنگ می‌دهند در جهت عمود بر مسیر حرکت شماره‌گذاری شدند تا بتوان یکنواختی پاشش را در طول و عرض کار تعیین کرد. کاغذها پس از سمپاشی جمع آوری و قطرتقریبی و تعداد قطرات در هر سانتی‌متر مربع با استفاده از روش بزرگنمایی[1] تعیین شد؛ با استفاده از دستگاه کولونی‌متر نیز تعداد و قطر ذرات به دست آمد. برای تجزیه وتحلیل اندازه‌ها، قطرات گروه بندی شدند و میانهٔ آنها تعیین گردید، با تشکیل جدول فراوانی و استفاده از رابطهٔ شمارهٔ ۱، قطرهای متوسط حجمی و عددی (VMD و NMD) تعیین گردید [۱۵].

$$D^{p-q}{}_{pq} = \left(\frac{\sum N_i.D_i^{\,p}}{\sum N_i.D_i^{\,q}}\right)^{1/(p-q)} \qquad (۱)$$

که در آن:

p و q = ۲، ۳ و ٤ است.

D_i = قطر قطره برای گروه i

N_i= تعداد قطره در گروه i

i =اعداد اندازه گروه

n = تعداد گروه اندازه‌ها

D_{10} = میانگین حسابی (p= 1)

D_{20} = میانگین سطح جانبی: قطر ذره‌ای است که سطح جانبی آن ضرب در تعداد قطره‌ها برابر سطح کل قطرات است.

D_{30}= میانگین حجمی: این قطر میانگین، همان VMD است و ذره‌ای است که اگر حجم آن در تعداد قطرات ضرب شود حجم کل محلول پاشیده شده به دست می‌آید.

D_{32}= میانگین ساتر[2]: شاخصی از نسبت حجم به سطح قطره‌هاست.

در سمپاشی از قطرهای میانگین حجمی و ساتر بیشتر استفاده می‌شود.

1- Scale Up 2-Satter

- **ظرفیت نظری**: با توجه به عرض کار (۷/۵ متر) و سرعت پیشروی (۷/۱ کیلومتر بر هکتار) در هر یک از سمپاش‌ها، ظرفیت نظری تعیین شد. با توجه به مساوی بودن تقریبی سرعت پیشروی در هریک از کرت‌های آزمایشی و مساوی بودن عرض کار، ظرفیت نظری هر دو دستگاه تقریباً یکسان بود.

- **میزان محلول مصرفی در هکتار**: در هریک از سمپاش‌ها میزان بده خروجی کلیهٔ افشانک‌ها تعیین شد. با داشتن میزان بده خروجی بر حسب لیتر بر دقیقه و سرعت پیشروی بر حسب کیلومتر در ساعت، میزان محلول سم مصرفی در هکتار برای هریک از پلات‌ها محاسبه گردید.

- **درصد لهیدگی محصول**: به منظور تعیین تلفات محصول در هر دو روش و با استفاده از تراکتور با توجه به مساحت محل عبور چرخ‌ها و سطح لهیدگی در طول ۲۰ متر در داخل هر پلات، درصد لهیدگی محصول محاسبه شد.

- **مقایسه هزینه‌ها**: هزینه‌های سرمایه‌گذاری و موارد کاهش هزینه‌ها به روش بودجه‌بندی جزئی با هم مقایسه شد.

- **تعیین الگوی پاشش**: همانطور که در منابع مختلف آمده است سمپاش‌های مجهز به صفحات چرخان الگوی پاشش معینی ندارند بنابراین تعیین آن ضرورتی نداشت در سمپاش بوم دار با توجه به عدم دسترسی به دستگاه پترناتور[1] الگوی پاشش به طور نسبی روی یک سطح خشک مسطح بررسی گردید [۳]. نتایج نشان داد که در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر تمامی نازل‌هایی که زاویه پاشش آنها ۱۱۰ درجه (با سه بار همپوشانی) است توزیع یکنواختی دارند.

کلیه شرایط مانند عملیات خاک‌ورزی، کاشت، و رقم بذر (به جز سمپاشی) برای پلات‌های آزمایشی یکسان بود.

نتایج و بحث

از شمارش تعداد علف‌های هرز بعد از طی بیست و بیست و پنج روز از سمپاشی مشخص شد که بین روش‌های سمپاشی و تیمار شاهد اختلاف در سطح ۱ درصد بسیار معنی دار است. بین دو روش سمپاشی، یعنی استفاده از سمپاش بوم دار تراکتوری مجهز به صفحات چرخان و بوم دار رایج، از نظر میزان محلول مصرفی در سطح ۱ درصد اختلاف بسیار معنی‌دار است. از طرفی، قطر متوسط حجمی و میانی و نسبت آنها نشان دهندهٔ این نکته است که در سمپاش مجهز به صفحات چرخان ضریب پخشیدگی به عدد یک نزدیک است که کیفیت بالای سمپاشی را از نظر توزیع و یکنواختی قطرات نشان می‌دهد.

1- Paternator

جدول شمارهٔ ۲-تجزیه واریانس تعداد علف‌های هرز و محلول مصرفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد علف‌های هرز		میزان محلول سم مصرفی (لیتر در هکتار)
		بیست روز پس از سمپاشی	بیست و پنج روز پس از سمپاشی	
تکرار	۲	۱/۰٤ns	.۰/۹۰ns	۱/۰۱ns
روش‌های سمپاشی	۲	٤٦/۹۱**	٤۷/۸٦**	۱۸۱/۲**
خطا	٤			
کل	۸			

****اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد بر مبنای آزمون دانکن، ns اختلاف معنی دار ندارند**

جدول شمارهٔ ۳- میانگین تعداد علف‌های هرز و میزان محلول مصرفی

ردیف	تیمار	تعداد علف‌های هرز		محلول مصرفی
		بیست روز بعد از سمپاشی	بیست و پنج روز بعد از سمپاشی	در زمان عملیات
۳	شاهد	۱٤۸a	۱٤۸a	۰b
۲	بوم دار تراکتوری	۵b	۱۱/۳۳b	۳۱۸/۹a
۱	میکرونر	۳b	٦/۳۳b	٦/٤b

* در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

جدول شمارهٔ ٤ – قطر متوسط حجمی (VMD)

AC-V درصد حجمی انباشته	درصد حجمی	ND^3	ND^2	D^3	D^2	N*D	N (فراوانی)	D(μ)
۰/۳	۰/۳	۱۸٦۲۵۰۰۰	۳۷۲۵۰۰	۱۲۵۰۰۰	۲۵۰۰	۷٤۵۰	۱٤۹	۵۰
۱/۷	۱/٤	۹۰٤۳۹٤۵۳/۱۳	۱۰۳۳۵۹۳/۸	٦٦۹۹۲۱/۸۸	۷٦۵٦/۲	۱۱۸۱۲/۵	۱۳۵	۸۸
٤/۷	۳/۰	۱۸۵۰۹۷٦۵٦/۳	۱٦٤۵۳۱۲/۵	۱٤۲۳۸۲۸/۱	۱۲٦۵٦/۲	۱٤٦۲۵	۱۳۰	۱۱۳
۱۰/۲	۵/۵	۳٤۵۷٤۸۰٤٦/۹	۲۵۱٤۵۳۱/۳	۲۵۹۹٦۰۹/٤	۱۸۹۰٦/۲	۱۸۲۸۷/۵	۱۳۳	۱۳۸
۱۸/۵	۸/۲	۵۱٤۹۲۱۸۷۵	۳۱٦۸۷۵۰	٤۲۹۱۰۱۵/٦	۲٦٤۰٦/۲	۱۹۵۰۰	۱۲۰	۱٦۳
۳۰/۱	۱۱/٦	۷۲۵۰۹٦۵٦/۳	۳۸٦۷۱۸۷/۵	٦۵۹۱۷۹٦/۹	۳۵٤۵٦/۲	۲۰٦۲۵	۱۱۰	۱۸۸
٤۰/۹	۱۰/۹	٦۸۱۲۹٤۹۲۱/۹	۳۲۰٦۰۹۳/۸	۹۵۹۵۷۰۳/۱	٤۵۱۵٦/۲	۱۵۰۸۷/۵	۷۱	۲۱۳
۵٤/۲	۱۳/۳	۸۳۲۰٤۲۹٦۸/۸	۳۱٦۹٦۸۷/۵	۱۸۰۸۷۸۹۱	٦۸۹۰٦/۲	۱۲۰۷۵	٤٦	۲٦۳
٦۸/۹	۱٤/٦	۹۱۵۵۲۷۳٤۳/۸	۲۹۲۹٦۸۷/۵	۳۰۵۱۷۵۷۸	۹۷٦۵٦/۲	۹۳۷۵	۳۰	۳۱۳
۸۰/۳	۱۱/٤	۷۱٤۵۲۱٤۸٤/٤	۱۹۷۱۰۹۳/۸	٤۷٦۳٤۷٦٦	۱۳۱٤۰٦/۲	۵٤۳۷/۵	۱۵	۳٦۳
۹۱/۵	۱۱/۲	۷۰۱۸۹٤۵۳۱/۳	۱۷۰۱۵٦۲/۵	۷۰۱۸۹٤۵۳	۱۷۰۱۵٦/۲	٤۱۲۵	۱۰	٤۱۳
۹۷/۸	٦/۳	۳۹۵۷۲٦۵٦۲/۵	۸۵۵٦۲۵	۹۸۹۳۱٦٤۱	۲۱۳۹۰٦/۲	۱۸۵۰	٤	٤٦۳
۱۰۰/۰	۲/۲	۱۳٤٦۱۱۳۲۸/۱	۲٦۲٦۵٦/۲۵	۱۳٤٦۱۱۳۲۸	۲٦۲٦۵٦/۲	۵۱۲/۵	۱	۵۱۳
		٦۲۵۵۵٤۸۸۲۸	۲٦٦۹۸۲۸۱	٤۲۵۲٦۹۵۳۱	۱۰۹۳۱۲۵	۱٤۰۷٦۲/۵	۹۵٤	کل

جدول شمارهٔ ۵- قطرهای متوسط ذرات (میکرون)

D_{10}	۱٤۷/٥٤۹۸
D_{20}	۱٦۷/۲۸۹
D_{30}	۱۷۷/٦۳
D_{32}	۲۳٤/۳۰٥۳

جدول شمارهٔ ٦- قطر متوسط عددی

N (تعداد قطرات)	D(μ)	N%	AC-N درصد تراکمی قطرمتوسط عددی
۱٤۹	٥۰	۱٥/٦	۱٥/٦
۱۳٥	۸۸	۱٤/۲	۲۹/۸
۱۳۰	۱۱۳	۱۳/٦	٤۳/٤
۱۳۳	۱۳۸	۱۳/۹	٥۷/۳
۱۲۰	۱٦۳	۱۲/٦	٦۹/۹
۱۱۰	۱۸۸	۱۱/٥	۸۱/٤
۷۱	۲۱۳	۷/٤	۸۸/۹
٤٦	۲٦۳	٤/۸	۹۳/۷
۳۰	۳۱۳	۳/۱	۹٦/۹
۱٥	۳٦۳	۱/٦	۹۸/٤
۱۰	٤۱۳	۱/۰	۹۹/٥
٤	٤٦۳	۰/٤	۹۹/۹
۱	٥۱۳	۰/۱	۱۰۰
۹٥٤	۳۲۷٥		کل

$VMD_{0.5} = 6/242\mu$
$NMD_{0.5} = 116\mu$

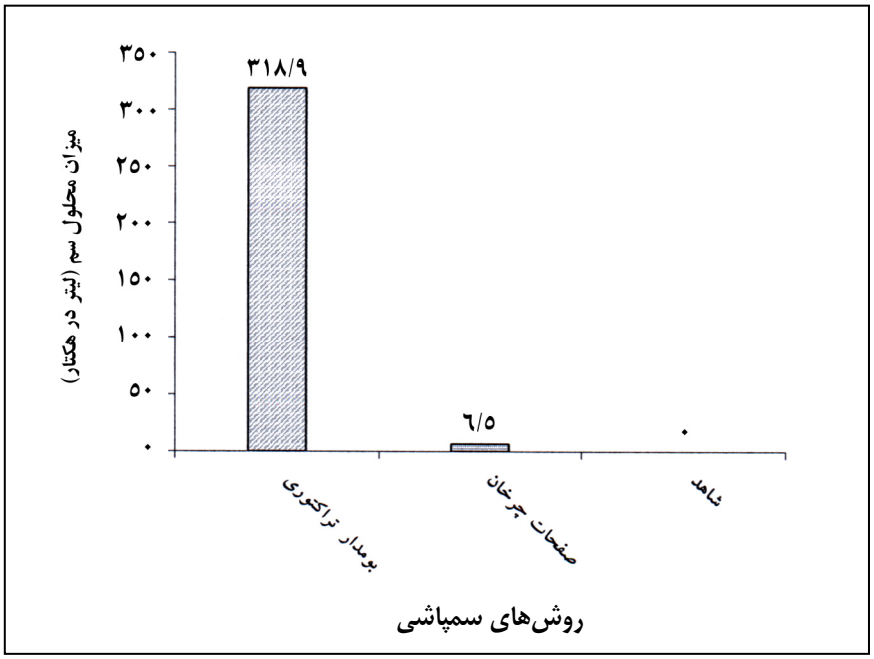
پس از آزمون‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که از نظر میزان مصرف محلول سم در هکتار در سطح ۱ درصد بین دو تیمار آزمایشی (دو روش سمپاشی) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین بین روش سمپاشی میکرونر (به دلیل مصرف پایین محلول سم) و تیمار شاهد در سطح ۱ درصد از نظر آماری اختلاف معنی دار نیست (جدول‌های شمارهٔ ۲ و ۳).

با توجه به میزان بده خروجی افشانک سمپاش‌ها، سرعت پیشروی و عرض کار متوسط، میزان محلول مصرفی در سمپاش میکرونر ٦/٥ لیتر بر هکتار و در سمپاش بوم دار تراکتوری مجهز به افشانک‌های تی‌جت ١١٠٠٤ در فشار ٢/٥ بار، ٣١٨/٩ لیتر بر هکتار است. بنابراین، سمپاش میکرونر تراکتوری نسبت به سمپاش بوم دار رایج به میزان ۹۸ درصد در مصرف محلول صرفه جویی می‌کند.

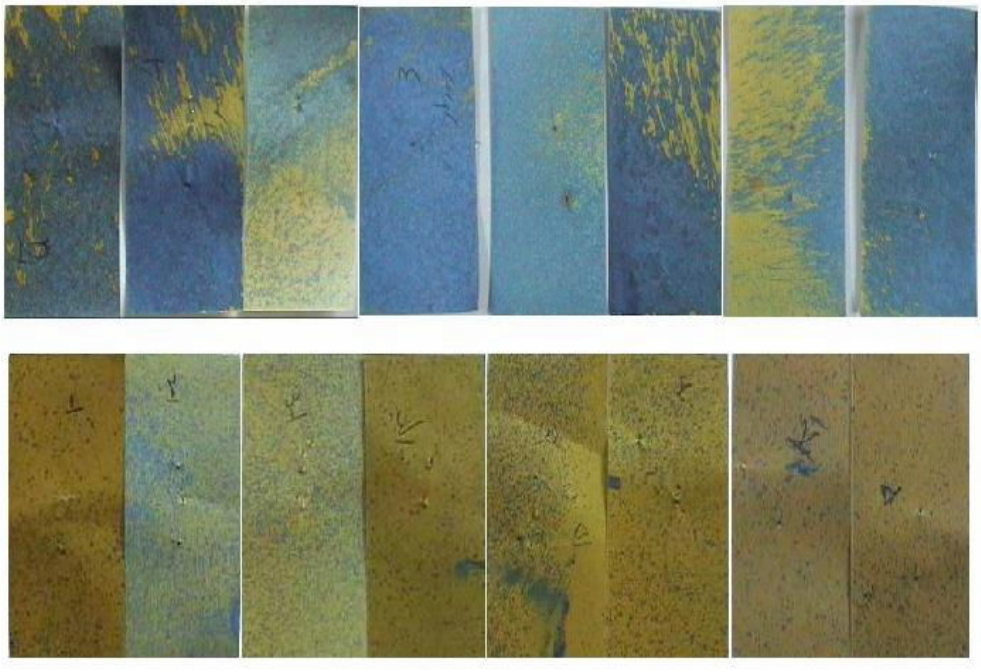
در سمپاش میکرونر (با توجه به کاغذهای حساس) اندازهٔ قطرات نسبتاً یکنواخت بود (شکل شمارهٔ ٥). بنابراین، محلول دچار مشکلات ناشی از بادبردگی و شره‌کردن نمی‌شود. نصب واحد دمنده در قسمت فوقانی افشانک تا اندازه‌ای میزان بادبردگی احتمالی را کنترل می‌کند. در اکثر اراضی دیم و مناطق کوهستانی کشور (در محصولاتی نظیر جو و گندم) که امکان جابه‌جایی تانکرهای آب مشکل است با توجه به کم بودن میزان محلول مصرفی در هکتار، این سمپاش‌ها می‌توانند کارایی بهتری داشته باشند. علاوه بر این با کاهش وزن دستگاه، به علت کوچک‌تر شدن مخزن و حذف واحد پمپاژ، درصد شکستگی دستگاه در پستی و بلندی‌های اراضی کشور پایین می‌آید.

در سمپاش مجهز به صفحات چرخان با توجه به کاغذهای حساس و محاسبات انجام شده میزان قطر متوسط حجمی ٢٤٢/٦میکرون است (جدول‌های شمارهٔ ٤، ٥ و٦). در این سمپاش اندازه قطرات و میزان تراکم آنها نسبتاً یکنواخت است (شکل شمارهٔ ۷). در نوع بوم دار تراکتوری سطح کاغذهای حساس کاملاً تیره شده بود و از این رو VMD قابل محاسبه نبود. این موضوع بیانگر این مطلب است که در سمپاش بوم دار رایج، یکنواختی پاشش نه روی کاغذهای حساس مشاهده می‌شود و نه در طول خط عمود بر مسیر حرکت، که از دلایل عمده آن بزرگی قطرات و استاندارد نبودن افشانک‌هاست.

به طور مشابه قطرمتوسط عددی $NMD_{0.5}$ برای سمپاش میکرونر ١١٦ میکرون محاسبه گردید. نسبت VMD به NMD بیانگر یکنواختی و کیفیت پاشش است که با توجه به ارقام فوق این رقم ۲/۰۸ محاسبه شد (جدول‌های شمارهٔ ۱۰ و۱۱).



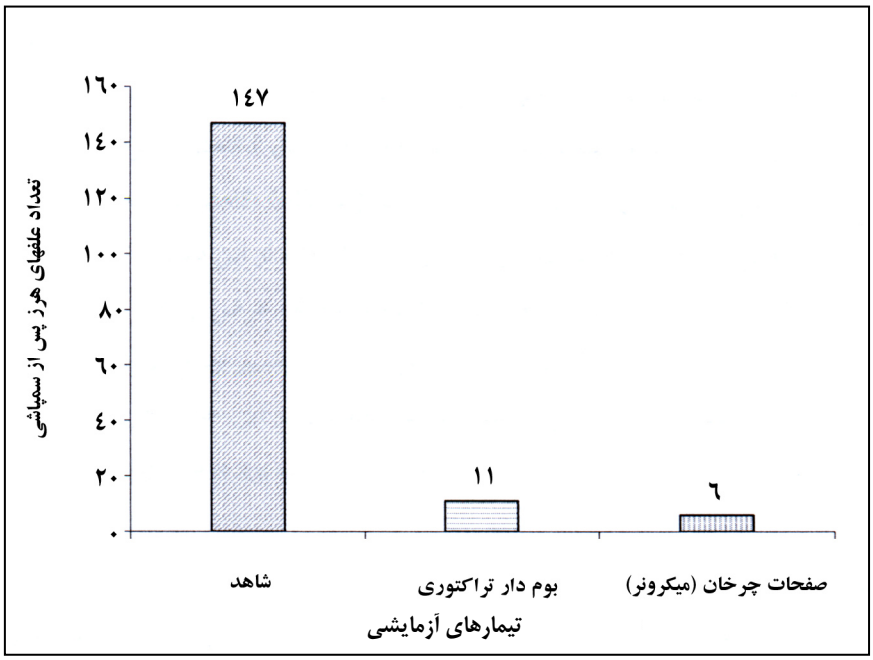
شکل شمارهٔ ٤- مقایسه میزان محلول مصرفی در هکتار



الف

ب

شکل شمارهٔ ٥- کارت‌های حساس در مسیرسمپاش الف- بوم دار تراکتوری ب- صفحات چرخان



شکل شمارهٔ ٦- متوسط تعداد علف‌های هرز در هر یک از تیمارها

همان‌طور که در منابع مختلف اشاره شده است سمپاش‌های میکرونر الگوی پاشش معینی ندارند [١٦]. بنابراین الگوی پاشش این سمپاش تعیین نشد ولی الگوی پاشش سمپاش رایج مورد استفاده روی سطحی خشک و صاف به طور نسبی بررسی شد. نتایج نشان داد که در سمپاش بوم دار رایج در ارتفاع ٤٠ سانتی‌متر با سه بار همپوشانی یکنواختی نسبی در همپوشانی افشانک‌های مجاور حاصل می‌شود و میزان تراکم سم در مرکز افشانک با اطراف تقریباً یکی است.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد بین روش‌های سمپاشی از نظر مؤثر بودن به منظور کنترل علف‌های هرز در سطح ١ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی بین این روش‌ها و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد یعنی اینکه در هر دو روش در سطح ١ درصد به طور کامل علف‌های هرز ریشه کن شده‌اند. تنها اختلاف بین دو روش از نظر دفع علف‌های هرز زمان تأثیر این روش‌هاست به طوری که در ٤ روز بعد از سمپاشی علف‌های هرز در کرت‌های مربوط به سمپاش میکرونر زرد رنگ شدند، در حالی که در نوع بوم‌دار تراکتوری ٧ روز بعد از سمپاشی این علائم ظاهر شد. در هردو روش سمپاشی، بعد از ٢٠ روز کلیهٔ علف‌های هرز نازک برگ تقریباً خشک شدند. در تیمار شاهد علف‌های هرز تغییری نکرده بودند.

ظرفیت نظری هر دو سمپاش با توجه به سرعت متوسط ٧/١ کیلومتر بر ساعت و عرض کار ٧/٥ متر، ٥/٣ هکتار بر ساعت محاسبه شد. با توجه به سطح زیر کشت چغندر قند در این کشت و صنعت که ٨٠٠ هکتار است و روزهای کاری برای عملیات سمپاشی (١٥روز) و ساعات کار روزانه در فصل کار (٨ ساعت) و سرعت پیشروی تراکتور، عرض

مناسب بوم سمپاش ۹/۳ متر محاسبه شد. بازده مزرعه‌ای سمپاش رایج با توجه به اینکه مدت‌هاست که در منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد و با توجه به اینکه ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای آن ٤ هکتار در ساعت است ۷۵/۵ درصد محاسبه شد که در محدوده استاندارد می‌باشد. (ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای سمپاش میکرونر تراکتوری به دلیل اینکه توسط کشاورزان هنوز مورد استفاده قرار نگرفته است قابل بررسی نبود زیرا این ظرفیت در برگیرندهٔ وقت‌های تلف شده است).

در سیستم فعلی، پمپ و اجزای وابسته به آن (انباره، شیرهای کنترل، و..) حذف و برای انتقال محلول از مخزن به صفحات چرخان از نیروی ثقلی استفاده شده است. بنابراین با کاهش اجزای مجموعه به نوعی قابلیت اعتماد به ماشین افزایش می‌یابد و در نتیجه تأخیر ناشی از خرابی و تعمیر پمپ نیز حذف می‌شود. به علاوه توان مصرفی برای راه‌اندازی دستگاه نیز کاهش می‌یابد.

هر یک از واحدهای صفحات چرخان می‌توانند عرض کار قابل تنظیمی داشته باشد و این کار با تغییر زاویه قرارگیری نازل‌ها نسبت به خط عمود بر مسیر حرکت حاصل می‌شود. به علاوه با تغییر دور صفحات چرخان و تعویض افشانک‌ها می‌توان به محدودهٔ وسیعی از اندازه قطرات محلول به منظور مبارزه با علف‌های هرز، آفات، و بیماری‌های گیاهی دست یافت. همچنان که برای مبارزه با آفات، بیماری‌ها، و علف‌های هرز به اندازهٔ قطرات متفاوتی از محلول نیاز است.

بنا به بررسی‌ها، قیمت یک دستگاه سمپاش پشت تراکتوری بوم دار با عرض کار ۸ متر و مخزن ٤۰۰ لیتری بین ٤ تا ٦ میلیون ریال متغیر است. هزینهٔ تمام شدهٔ نمونهٔ اولیهٔ یک دستگاه سمپاش میکرونر (با توجه به مواد مصرفی و هزینه‌های کارگری) در حدود ۲/۵ میلیون ریال و تقریباً نصف قیمت سمپاش‌های رایج است. بنابراین، کشاورزان منطقه قادر به خرید آن هستند. از طرفی، هزینه‌های تعمیر و نگهداری دستگاه با توجه به ساده بودن آن پایین است. هزینه‌های هکتاری این سمپاش با توجه به اینکه کشاورزان هنوز از آنها استفاده نکرده‌اند قابل بررسی نبود. ولی با توجه به پایین بودن قیمت آن نسبت به سمپاش بوم دار مرسوم (حدود ۲/۵میلیون ریال) هزینهٔ تمام شدهٔ دستگاه (حدود ۲۵۰۰۰۰۰ریال)، کاهش مصرف سم در هکتار، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری (به علت حذف سیستم پمپاژ دستگاه)، کاهش نیاز به کارگر، نیاز نداشتن به تراکتور جهت حمل آب، کاهش مصرف انرژی تراکتور و موارد مشابه استفاده از این دستگاه توصیه می‌شود.

برای هر دو روش، حداکثر درصد لهیدگی محصول با توجه به عرض چرخ‌ها (۲۳ سانتی‌متر) و طول حرکت در هر پلات (۲۰ متر)، ٤/٦ درصد محاسبه شد. این درصد مربوط به کل مسیر چرخ است ولی به طور متوسط ۵۰ درصد از عرض چرخ روی محصول بود بنابراین درصد لهیدگی محصول در این حالت تقریبا ۲/۳ درصد تخمین زده می‌شود که بسیار ناچیز است. در تیمار شاهد چون تراکتور در پلات مربوطه حرکت نمی‌کرد درصد لهیدگی صفر بود.

نتیجه‌گیری

- با توجه به نتایج تجزیه وتحلیل آماری، با استفاده از سمپاش مجهز به صفحات چرخان، به میزان ۹۸ درصد در مصرف محلول سم صرفه‌جویی می‌شود. بنابراین با توجه به دز توصیه شده، در میزان آب مصرفی صرفه‌جویی می شود. این گونه سمپاش‌ها می‌توانند به طور وسیع در مناطق خشک (با توجه به خشکسالی‌های اخیر) استفاده شود.
- با توجه به قطر متوسط حجمی (٢٤٢/٦میکرون) و استاندارد ASAE، اندازهٔ قطرات سم بین ۱۰۰ تا ٤۰۰ میکرون است بنابراین از نظر تقسیم بندی توزیع قطرات سم در محدوده قطرات ریز (بین مه پاشی و متوسط پاشی) است.
- بین روش‌های سمپاشی از نظر مؤثر بودن کنترل علف‌های هرز اختلاف معنی‌داری وجود ندارد بنابراین هر دو روش به نحو مؤثر علف‌های هرز را کنترل کرده‌اند. نکتهٔ قابل توجه این است که با توجه به توزیع یکنواخت و کنترل شده قطرات (کنترل شرگی و بادبردگی)، این احتمال وجود دارد که در دزهای پایین تر نیز سمپاش مورد تحقیق جوابگو باشد که لازمه آن تحقیقی با استفاده از این فناوری در دزهای پایین‌تر است.

٤- شعاع پاشش این سمپاش در دور ۷۰۰۰ دور در دقیقه برابر ۱/۵ متر است که در مقایسه با سمپاش بوم‌دار رایج (شعاع پاشش ۰/۵ متر) در تعداد نازل‌ها در طول بوم صرفه جویی می‌شود. از طرفی، با توجه به منبع تأمین توان و کاهش وزن سمپاش میزان انرژی مصرفی و هزینه‌های ساخت دستگاه به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. با بالا بردن کیفیت ساخت دستگاه، کشاورزان می‌توانند از آن به نحو مؤثر استفاده برند.

مراجع

1- **Anonym. 2000. Knapsack sprayers (KP6000-LA). Catalogue of Kesht poosh Co. (In Farsi)**

2- **Antonym.1993. Controlled droplet applicators.In: http://pested.unl.edu/priv3a.htm.**

3- **Behrouzi Lar, M. 2001. Farm power & Management. Third publish, University of Tehran. Pp. 272-280. (In Farsi)**

4- **Barry, D. W. 2000. Green house pesticide management. University of Main Cooperative Extension. Published by cooperative extension, the united state pepartment of agriculture. Pp: 36-45.**

5- **Cauquil, J. and Vaissayre, M. 1995. Protecion phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. Agriculture et development. 5, 17-29.**

6- **David, S. R. 1996. Sprayers-Low Volume-High Volume. University of Maryland.**

7- Ellison, C. A. 1993. An evaluation of fungal pathogens for biological control of the tropical graminaceous weed Rottboellia cochinchinensis. Ph.D. Thesis. University of London.

8- Fallah Jedi, R. 2000. Conventional Sprayers of Iran. Published by Agricultural Education Center. PP: 70-75. (In Farsi)

9- Jain, S. C. and Philip, E. G. 2003. Farm machinery-An approach. First Ed. Standard Publishers, Delhi.

10- Jalalinia, M. and Fallah Jedi, R. 1998. Using of sensitive papers (CF-1). Published by Plant Protection Organization. PP: 3-5. (In Farsi)

11- Matthews, G. A. 1989. Cotton insect pest and their management. Longman, Harlow. pp: 183-186.

12- Payne, N. J., Cunningham, J. C., Curry, R. D. and Brown, M. 1996. Spray deposits in a mature oak canopy from aerial applications of nuclear polyhedrosis virus and bacillus thuringiensis to control gypsy moth, Lymantria dispar (L.). Crop Protection 15(5): 425-431.

13- Pikston, K. 1994. Insects and mites affecting omamentals. Oklahoma Cooperative Extension Service. Oklahoma States University. P: 53-54.

14- RNAM. 1983. Test code and procedure for hand -operated shoulder and knapsack type sprayers. No 12. 169-191.

15- Srivastava. A. K., Goering, C. E. and Rohrbach, R. P. 1993.Engineerig principles of agricultural machines. Pp: 264-324. Published by ASAE.

16- Stephen, W. 1998. Pesticide application equipment. The Published by University of Sydney. Orange Agricultural College.

17- Tajuddin, A. and Karunanithi, R. 1991. Spinning disk - Battery - operated low volume sprayers. RNAM, No: 4.

18- Wlady slow and Wozniac. 1974. A review of controlled droplet application (CDA) spraying techniques for fungicide and insecticide application in vegetable and leguminous crops. In: http://www.micron.co.uk/vegleg.html.

19- Valizadeh, M. and Moghaddam, M. 1994. Experimental desighns in Agriculture. Published by Pishtaz elm. Pp. 138-157. (In Farsi)

Development and Evaluation of a Mounted Spinning Disk Sprayer in and a Conventional Tractor Mounted Boom Sprayer

M. Safari and J. Kafashan

In this study a prototype tractor mounted spinning disk sprayer was constructed in order to reduce the amount of herbicides and to survey the spinning disk nozzles. Machine performance was evaluated in comparison with conventional boom sprayer and no spraying treatments with respect to effectiveness, herbicide consumption per hectare and spraying homogeneity. The experimental randomized complete blocks design (RCBD) with three treatments and replications was used. The effect of treatments on sugar beet weed control was evaluated. Results proved that there was no significant difference between spinning disk sprayer and conventional sprayer for weed control. However the difference between spraying methods and no spraying treatment (after 20 and 25 days) was significant. Moreover there was significant difference between spinning disk and conventional sprayers with respect to herbicide consumption. It was shown that there was no significant difference between spraying methods with spinning disk sprayer and no spraying treatment. Average consumption in conventional boom sprayer and spinning disk sprayer herbicide was 318.9 and 6.5 lit/ha, respectively. Spinning disk sprayer reduced herbicide water consumption about 98%. Volume Mean Diameter (VMD) and Number Median Diameter (NMD) were 242.6μ and 116μ respectively and spraying quality coefficient was 2.08.

Key words: Spinning Disk Sprayer, Sprayer, Sugarbeet, Tractor Sprayers, Weed