مدل‌سازی، ساخت و ارزیابی سم‌پاش پشت تراکتوری مخصوص محصولات ساقه‌بلند

فرزاد بهزاد [۱*]، بهزاد محمدی الستی [۲]، مهدی عباسقلی پور قدیم [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب،
farzad_behzad83@yahoo.com
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

چکیده

سم‌پاش‌های بوم‌دار پشت تراکتوری، رایج‌ترین سمپاش‌های زمینی مورد استفاده در کنترل آفات و بیماری‌ها در مزارع می‌باشند. در محصولات ساقه بلند مانند ذرت و نیشکر، به دلیل ارتفاع بلند ساقه، یکنواختی عمل سم‌پاشی در کل ارتفاع گیاه و زیر برگ‌ها انجام نمی‌گیرد و از آنجا که زیر برگ‌های گیاهان محلی به‌عنوان رشد و پناهگاه آفات و بیماری‌ها محسوب می‌گردد محلول سم نمی-تواند در از بین بردن آنها اثرگذار باشد. از این‌رو در تحقیق حاضر قصد بر این است که مدل‌سازی، ساخت و ارزیابی سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار مخصوص محصولات ساقه‌بلند با بوم های فرعی عمودی بلند و آویزان مابین ردیف‌های کاشت با قابلیت سمپاشی توسط دو نازل در انتهای هر بوم فرعی با زاویه ۴۵ درجه در دو جهت به سمت بالا (به سمت زیر برگها) و همچنین با بوم اصلی افقی با قابلیت سمپاشی از بالا بر روی گیاه، انجام گرفته تا بتوان عمل سم‌پاشی را بطور یکنواخت در کل ارتفاع گیاه و همچنین زیر برگ‌ها انجام داده و از طرفی با ارتقاء روش‌های مناسب سمپاشی منجر به کاهش تردد در سطح مزرعه، عدم تکرار دفعات سم-پاشی و پایین آمدن هزینه‌ها و همچنین باعث عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی شده و به توسعه کشاورزی پایدار کمک گردد.

واژه‌های کلیدی: سم‌پاش محصولات ساقه‌بلند، نازل‌ها، کنترل شیمیایی، تراکتور شاسی‌بلند.

مقدمه

کشاورزی مهمترین و پایدارترین ثروت ملی کشور است، که با پیشرفت علم و به کارگیری فناوری‌های پیشرفته هر روز کمیت و کیفیت تولیدات آن افزایش می یابد. یکی از روش‌های اساسی در حفظ و افزایش محصولات کشاورزی، مبارزه صحیح و به‌موقع با آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز می‌باشد و تعلل در کنترل آنها می تواند تمام یا قسمتی از دسترنج کشاورزان را به هدر داده و خسارات جبران ناپذیری را به بار آورد. کشاورزان در هر دوره زراعی، از وجود آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز متحمل خسارات سنگینی می‌شوند، از جمله کاهش محصولات زراعی تا میزان صد درصد، افت کیفیت محصول، اشغال زمین زراعی بوسیله علف‌های هرز، ایجاد پناهگاه و شرایط مناسب برای آفات زراعی و در نتیجه وارد آمدن خسارت به محصول. در برخی موارد خسارت ناشی از وجود آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به قدری زیاد است که ادامه کار برای کشاورزان مقرون به صرفه

نیست. بنابراین مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گذشته از آنها، آفات و علف‌های هرز، مواد غذایی و آب مورد نیاز برای تغذیه گیاه را به هدر داده و گیاه اغلب به مانند میزبانی برای حشرات و سایر آفات که از محصول تغذیه می‌کنند عمل می‌نمایند. همچنین برای سایر ادوات کشاورزی مخصوصا در حین عملیات برداشت و فراوری محصولات کشاورزی مشکلات ویژه‌ای را به وجود می‌آورند. مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در مراحل رشد گیاه، یکی از بزرگترین عملیات زراعی زمان بر در تولید محصولات کشاورزی بوده است.

با اینکه مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به روش‌های مختلف انجام می‌شود، ولی در شرایط جاری کشور گسترده-ترین و عملی ترین روش، استفاده از روش شیمیایی و بهره گیری از سموم و سم‌پاش‌ها می‌باشد. در کشور ما بیش از نیم قرن از شروع مبارزه شیمیایی می‌گذرد و یکی از مباحث اساسی در کشاورزی، عملیات سم‌پاشی به شیوه‌ی مکانیزه و کاربرد سم‌پاش‌ها در زراعت و باغبانی بر علیه آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۱).

سم‌پاش‌های بومدار پشت تراکتوری ۴۰۰ لیتری معمولی که جهت استفاده تراکتورهای معمولی و شاسی‌بلند ساخته شده‌اند با افزایش ارتفاع محصول قادر به کار مناسب نبوده و عمل سم‌پاشی را نمی‌توانند در کل طول ارتفاع گیاه و زیر برگ‌ها به طور یکنواخت انجام دهند که این محدودیت موجب گرایش بیشتر کشاورزان به استفاده بیش از حد سموم جهت مبارزه با آفات می‌شود که افزایش مصرف سموم نیز افزایش هزینه‌ها و افزایش وقت صرف شده را به زارعین تحمیل کرده که افزایش هزینه تولید، افت مقدار و کیفیت و از طرفی خطر آلودگی در محیط زیست را فراهم می‌آورد.

در سال ۱۳۹۰ در جهاد کشاورزی شهرستان پارساباد مغان سمپاش شاسی بلند خودرویی جهت سمپاشی مزارع ذرت ساخته شد که این دستگاه سمپاش به علت داشتن ارتفاع بلند از سطح زمین و عدم پایداری در مزرعه به هنگام پیشروی و به علت عدم یکنواختی پاشش سم در سطح مزرعه به خاطر نوسانات ارتفاع سمپاش و بوم، از طرف کشاورزان مورد استقبال قرار نگرفت (جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰).

امیر شقاقی در تحقیقی به بررسی و ارزیابی عوامل موثر بر یکنواختی پاشش در نازلهای سمپاشهای پشت تراکتوری پرداخته و اظهار نموده است که یکنواختی پاشش در نازلهای خارجی منظم بوده و نزدیک به توزیع نرمال است که ایده آل ترین در نازلهای بادبزنی مشاهده شده است. در نازلهای ایرانی الگوی پاشش نامنظم بوده و هیچ تشابهی به توزیع نرمال ندارد. استفاده از سمپاش های پشت تراکتوری بعلت غیر یکنواختی بالا و تولید قطرات با اندازه و تعداد مناسب توصیه نمی گردد (امیر شقاقی، ۱۳۷۷).

با توجه به اینکه در گیاهان ساقه‌بلند در زمان داشت به علت ارتفاع زیاد ساقه از سطح مزرعه عملیات سم‌پاشی در اکثر مزارع با استفاده از سم‌پاش‌های موتوری پشتی لانس دار و اتومایزر و سم‌پاش یکصد لیتری فرقونی به صورت دستی و یا با سم‌پاش پشت تراکتوری ۴۰۰ لیتری معمولی انجام می‌گیرد لذا راندمان و یکنواختی سم‌پاشی در سطح مزرعه و بر روی کلیه قسمت‌های گیاه از ابتدای شروع ساقه تا بالاترین قسمت گیاه و زیر برگ‌ها رعایت نشده و باعث بروز خسارات توسط آفات و بیماری‌ها به محصولات کشاورزی می‌گردد. در کشاورزی مبارزه با آفات و بیماری‌ها در کل قسمت‌های گیاه مورد نیاز بوده که برای این منظور

نیاز به یک سم‌پاش مخصوص است تا بتواند عمل سم‌پاشی را در کل ارتفاع گیاه و زیر برگ‌ها بطور یکنواخت انجام دهد که آن، هدف اصلی این پروژه می‌باشد.

لذا جهت مرتفع کردن مشکلات مذکور نمونه‌ی سم‌پاش مورد نظر با توجه به شرایط منطقه بوسیله نرم افزار SolidWorks مدل‌سازی و سپس ساخته و مورد آزمایش قرار گرفت تا با رعایت اصول طراحی، استفاده از آن اقتصادی و مقرون به صرفه باشد. از طرفی با طراحی، ساخت و ارزیابی این سم‌پاش، زارعینی که تراکتور شاسی‌بلند در اختیار دارند با تهیه این نوع سم‌پاش امکان استفاده بهینه‌تری از این تراکتورها خواهند داشت. ارتقاء روش‌های سم‌پاشی مناسب، منجر به کاهش مصرف سموم و عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی می شود.

مواد و روش‌ها

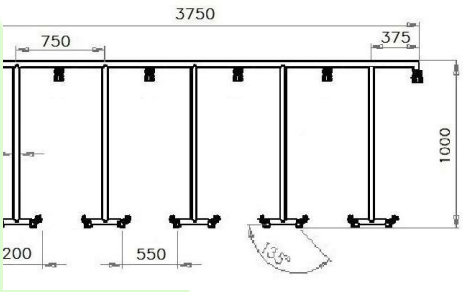
در این نوع سم‌پاش به‌دلیل تزریق محلول سم توسط نازل‌ها از سه جهت بالا با پاشش به سمت پایین، چپ و راست با پاشش زاویه‌دار به سمت بالا، عمل سم‌پاشی روی گیاه که در وسط سه نازل قرار می‌گیرد، انجام گرفته (شکل ۴-۱) و کل ارتفاع گیاه و زیر برگ‌ها را در یک‌بار حرکت تراکتور سم‌پاشی می‌نماید و از ترددهای مکرّر در سطح مزرعه توسط ماشین‌های کشاورزی و کارگران که در برخی مناطق توسط سم‌پاش‌های پشتی اتمایزر و لانس‌دار مبادرت به سم‌پاشی می‌نمایند جلوگیری به‌عمل می‌آورد. همچنین انجام عملیات مبارزه شیمیایی را به صورت مکانیزه و کارآمد تسریع بخشیده و کاهش مصرف سموم و هزینه‌های تولید را در پی دارد.

جنس مخزن این سم‌پاش از نوع فایبر گلاس با ضخامت ۲۰ میلی‌متر و مقاوم به ترکیدگی انتخاب گردید. همان‌گونه که مشخص است مخزن یک سم‌پاش بهتر است از نوع فلزی انتخاب نشود، زیرا که سم موجود در مخزن به مرور زمان باعث خوردگی در فلز می شود. همانطور که در شکل فوق پیداست در این سم‌پاش از یک بوم مرکزی افقی به طول ۳/۷۵ متر برای انتقال مایع سم به هر یک از افشانک ها استفاده شد و از ۵ بوم فرعی عمودی به طول ۱ متر و ۲ افشانک جانبی در انتهای بوم عمودی برای پاشش محلول سم به زیر برگ‌ها با زاویه پاشش ۴۵ درجه نسبت به افق (زیر برگ‌های گیاه ذرت) و همچنین یک افشانک در روی بوم افقی مابین بوم‌های عمودی استفاده شد که حداقل ۳۰ درصد همپوشانی وجود داشته باشد. فاصله مابین نازل‌های مستقر در روی بوم اصلی (بوم افقی) ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دونازل مستقر در انتهای بوم‌های فرعی (بوم عمودی) از یکدیگر ۵۵ سانتی-متر می‌باشد. کل تعداد نازل مورد استفاده در این سم‌پاش ۱۶ عدد و از نوع نازل مخروط تو خالی می‌باشد.

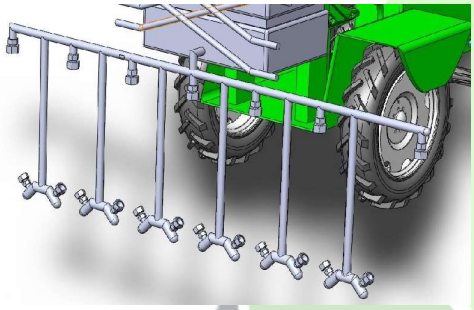
جنس لوله‌ی بوم‌ها از نوع پلی اتیلن مورد استفاده در لوله‌کشی آب مصرفی خانگی سفید رنگ که مقاوم در برابر خوردگی توسط محلول سم، مقاوم در برابر فشار تولیدی پمپ سم‌پاش و همچنین دارا بودن انعطاف در برابر برخورد بوم عمودی با گیاه ذرت در مزرعه و عدم آسیب‌رسانی به گیاه و همچنین مقاوم در برابر شکستن یا کج شدن در برخورد با اجسام، با قطر داخلی ۲۱ میلی‌متر

انتخاب شده است. طول مجموع لوله‌های استفاده شده در این سم پاش کلاً ۹/۷۵ متر می باشد که از این طول برای محاسبه میزان افت فشار در طول لوله استفاده شده است.

از دیگر اجزای این سم‌پاش، پمپ مرکزی برای انتقال مایع سم از مخزن به نازل‌ها می‌باشد. این پمپ از نوع پمپ غلتکی انتخاب گردید. این نوع پمپ‌های دورانی کم حجم و نسبتاً ارزان قیمت بوده و با سرعت‌هایی حدود سرعت محور توانندهی می‌گردند و لذا می‌توان آنها را بی واسطه به تراکتور وصل کرد. دبی معمول این پمپ‌ها ۱۱۴–۱۹ لیتر بر دقیقه بوده و بیشترین فشار تولیدی آنها ۳–۱ MPa است.



شکل ۱. ابعاد و اندازه‌های بوم طراحی شده



شکل ۲. مدل سه‌بعدی ایجاد شده در محیط نرم افزار سالیدورکس

شکل ۳. نمای نازل تحتانی (نازلهای بوم فرعی عمودی)

شکل۴. نمای کلی از سم‌پاش ساخته شده در حال کار

این سم‌پاش به منظور سم‌پاشی گیاه ساقه‌بلند ذرت طراحی و ساخته شده است. از جمله مشخصات این سم‌پاش، مخزن ۴۰۰ لیتری آن می باشد، به گونه‌ای که این مخزن از مخلوطی از سم و آب پر شده و برای انجام عمل سم‌پاشی وارد مزرعه می شود. نازل‌های وصل شده به انتهای بوم‌های این سم‌پاش از نوع مخروط تو خالی (Conjet) می‌باشد که مناسب برای انجام عمل سم-پاشی و متداول در ایران می‌باشد.

محاسبات و انتخاب پمپ مورد نظر

برای محاسبه فشار پمپ، با توجه به مواد انتخابی، فرضیات زیر را داریم (جدول ۱):

جدول ۱. مشخصات اولیه پمپ

پارامتر	مقدار
حجم مخزن	۴۰۰ لیتر
طول کل لوله اتصالی	۹/۷۵ متر
فشار تفنگی	۱/۵MPa
دبی	۲۰ L/min
قطر شیلنگ	۲۱ میلی‌متر
بازده مکانیکی پمپ	۵۰- ۶۰٪

ابتدا باید مقدار افت فشار در شیلنگ محاسبه شود، نوع جریان نیز با استفاده از عدد رینولدز Re بدست می‌آید:

فرض می‌شود که گرانروی ماده شیمیایی همانند گرانروی آب در ۲۱ درجه سانتی‌گراد، (Mpa) ۰/۹۸ باشد (بهروزی لار، ۱۳۷۸). دبی پمپ به دلیل احتمال وجود سایش و اصطکاک در پمپ، ۲۰٪ اضافه در نظر گرفته شد.

$$\mathrm{R}e = \frac{4 \times c.\rho.Q}{\pi.\mu.d} \qquad (۱)$$

که در آن c ضریب تبدیل واحدها و برابر ۱۶/۶۷، ρ چگالی مایع و برابر ۱۰۰۰، Q دبی (L/min)، μ گرانروی دینامیک مایع و d قطر داخلی لوله (mm) است.

$$\mathrm{R}_e = \frac{۴(۱۶/۶۷)(۱۰۰۰)(۲۰ \times ۱/۲)}{(۳/۱۴)(۰/۹۸)(۲۱)} = ۲۴۷۶۴/۶۲$$

عدد بدست آمده بیشتر از ۴۰۰۰ می‌باشد پس جریان متلاطم است. بنابراین افت فشار ΔP از رابطه زیر محاسبه می‌شود (بهروزی لار، ۱۳۷۸):

(۲)

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{0.0333\,\mu^{0.25}\rho^{0.75}Q^{1.75}}{d^{4.25}} = 0.003682$$

و با توجه به اینکه طول کل لوله‌ی مصرفی L در بوم‌ها ۹/۷۵ متر می‌باشد، $\Delta P = 0.003682 \times L = 0.0359\,kPa$ بدست آمد.

در نتیجه فشار کل پمپ، $P_t=1500+0.0359=1500.0359$ kPa می باشد. بنابراین حداقل فشار پمپ باید 1500.0359 kPa باشد.

بسیاری از مواد پاشیدنی غیرقابل حل در آب یا تعلیقی (امولسیون) هستند لذا بیشتر پاشنده‌ها مجهز به نوعی همزن مکانیکی یا هیدرولیکی می‌باشند. در زیر انواع همزن توضیح داده شده است که در این پایان نامه از همزن نوع هیدرولیکی برای جلوگیری از ته نشین شدن مایع سم در ته ظرف استفاده شده است.

هم زدن هیدرولیکی

برای به هم‌زدن هیدرولیکی، قسمتی از مایع خروجی پمپ توسط لوله‌ای به مخزن محلول سم برگردانده شد تا از طریق افشانک‌هایی که در ته مخزن تعبیه شده به داخل مخزن پاشیده شده و سبب به هم زدن آن گردد. برای بدست آوردن بهترین نتیجه برای اختلاط کامل، افشانک‌ها با زاویه ۳۰ درجه نسبت به افق در داخل مخزن نصب شدند. مزیت اصلی اختلاط هیدرولیکی نسبت به مکانیکی سادگی روش و اندام‌های مکانیکی آن است. از سوی دیگر برای اختلاط هیدرولیکی دبی پمپ باید بیشتر بوده و توان مصرفی آن به خصوص در فشارهای بالا زیادتر خواهد بود. استفاده از افشانندهای پرفشار در اختلاط هیدرولیکی به طور قطع کارایی بهتری خواهد داشت.

کمترین مقدار جریان سیاله Q_m از مجموع نازل ها برای اختلاط کامل مخازن استوانه ای یا ته گرد و پر در طی ۶۰ ثانیه برای پودر خیس شونده از رابطه (۳) به دست می آیند:

(۳)

$$Q_m = 1380 \frac{V.Fe}{p^{0.35}} = 29.027 (L/\min)$$

P فشار روی نازل (kPa) (اساساً فشار سیاله خروجی از نازل برابر همان فشار نازل‌های افشاننده است)
Fe ضریب متناسب با گرانروی همزدن محلول تعلیقی (مکانیکی یا هیدرولیکی)
V حجم مخزن (m^3)
در نتیجه:

دبی کل پمپ : $Q_t = (20 \times 1.2) + 29.027 = 53.027$ (L/min)

توان تولیدی پمپ : $\text{Power} = 1.667 \times 10^{-5} Q_t . P_t = 1.667 \times 10^{-5} (53.027)(1500.0359) = 1.326$ kW

کمترین بازده برای پمپ یعنی ۵۰٪ را در نظر گرفتیم، توان لازم برای کار این پمپ $\frac{1.326}{0.5} = 2.562 (kW)$ به دست آمد.

ذرّه کردن

هدف اصلی از ذره کردن مایع، افزایش سطح ان با خرد کردن به قطرات ریز است تا سطح گیاه و خاک را کاملاً بپوشاند. رشته‌ی مایع در فاصله حدود ۱۵ برابر قطر منفذ خروجی به ذرات ریزی می‌شکند.

طبق کاتالوگ کارخانه سازنده افشانک با الگوی پاشش مخروط، جدول (۲) را برای ارقام فشار–دبی داریم (بهروزی لار، ۱۳۷۸):

جدول ۲. ارقام فشار – دبی برا ی پخش مایع از افشانک با الگوی پاشش مخروط (قطر منفذ ۲/۳۹ میلی‌متر)

P (kPa)	207	276	345	414	552	689	862	1034	1379	2068
Q(L/min)	1/17	1/63	1/82	2/00	2/31	2/57	2/95	3/14	3/71	4/54

با توجه به مقادیر کمیت های مورد نظر برای آب (جدول ۳):

جدول ۳. کمیت های مورد نظر برای تعیین کمترین سرعت رشته مایع

کمیت		مقدار برای آب
d_j	قطر رشته مایع	2.39 mm
ρ_j	جرم مخصوص مایع	1000 kg/m^3
δ	کشش سطحی مایع	0.0728 N/m
μ_1	گرانروی مایع	1 MPa

کمترین سرعت رشته مایع V_j (برحسب متر بر ثانیه) برای دستیابی به محدوده ذره شدن بر طبق فرمول (۴) محاسبه می‌شود:

(۴)

$$V_j \rangle 280 \frac{\delta^{0.42}}{\rho^{0.59}} \cdot \frac{\mu^{0.18}}{d_j^{0.59}} = 16.06(m/s)$$

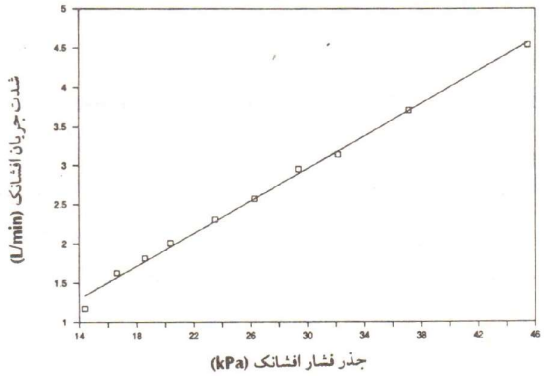
از رابطه (۵) برای محاسبه جریان (دبی حجمی) Q مربوط به سرعت کمینه رشته یعنی۱۶/۰۶ متر بر ثانیه استفاده می‌کنیم.

(۵)

$$Q=C_D A\ V_j$$

A سطح سوراخ نازل و C_D ضریب تخلیه از ارقام کارخانه سازنده به دست آمد.

اگر منحنی دبی بر حسب جذر افت فشار یک افشانک رسم شود، شیب خط برابر $\frac{C_d A\sqrt{2}}{\rho_1}$ خواهد شد که از آن ضریب تخلیه (Cd) را می توان حساب کرد (شکل ۵) (بهروزی لار، ۱۳۷۸):



شکل ۵. منحنی عملکرد نازل

که در نتیجه:
$$\frac{C_d A\sqrt{2}}{\rho_1} = 0.104 \frac{L/\min}{\sqrt{kPa}} = 1.375\times10^{-6} \frac{m^3/s}{\sqrt{kPa}}$$

و با جایگزینی مقادیر ρ_1 و A، C_D برابر ۰/۲۷۴ به دست آمد. این مقدار کمتر از رقم ۰/۶۱۱ است که معمولاً برای جریان متلاطم از یک منفذ به کار می‌رود. این امر به دلیل وجود توری و حایل‌هایی است که در عمل داخل نازل‌ها تعبیه می‌کنند.

با داشتن مقدار C_D ، مقدار دبی لازم برای رسیدن به سرعت ذره شدن از رابطه (۵) محاسبه و برابر ۱/۱۸ لیتر بر دقیقه بدست آمد.

محاسبه میزان سم مصرفی در هکتار

بر طبق آزمایش روش ایستاده (منصوری راد، ۱۳۸۳) در محاسبه میزان سم مصرفی و با توجه به فرمول زیر داریم:

(۶)

$$A = \frac{Q.C}{W}$$

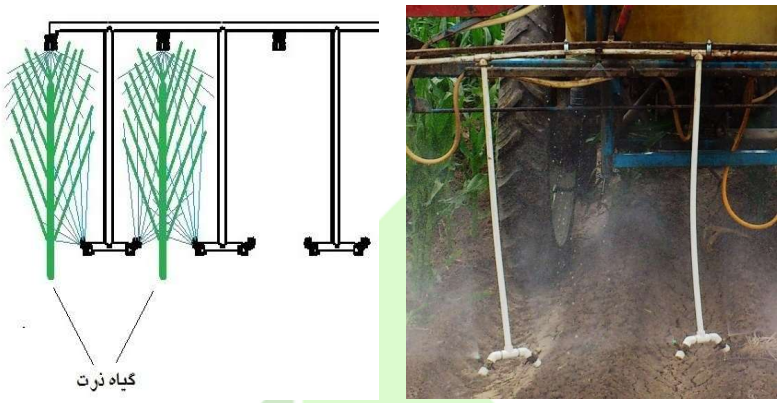
A مقدار مایع مصرفی بر حسب لیتر در هکتار
Q مقدار مایع خارج شده از بوم ها بر حسب لیتر
C عدد ثابت (۱۰۰)
W عرض نواری که به وسیله نازل های بوم پوشانده شده است بر حسب متر

$$A = \frac{۱۸/۸۸\times۱۰۰}{۹/۷۵} = ۱۹۳/۶۴ \text{ L/ha} \quad , \quad \text{(لیتر بر دقیقه ۱۸/۸۸ = ۱/۱۸×۱۶ =مصرف کل نازل‌ها)}$$

مقدار سم مصرفی در یک هکتار برابر با ۱۹۳/۶۴ لیتر محاسبه گردید که در صورت سم‌پاشی دو هکتار نیازمند پر کردن دوباره مخزن از محلول سم خواهیم بود.

یافته‌ها و بحث

در شکل (۶) نحوه سم‌پاشی و همپوشانی سم‌پاش ساخته شده مخصوص محصولات ساقه‌بلند نشان داده شده است.



شکل ۶. نحوه سم‌پاشی و همپوشانی سم‌پاش مدل‌سازی و ساخته شده

ارزیابی میزان مصرف محلول سم در هکتار

میزان مصرف هر نازل سم‌پاش در مزرعه مورد تست قرار گرفت، بطوری که با مخزن پر مساحت ۰/۱ هکتار را در فشار کاری ۳ بار و سرعت پیشروی ۶ کیلومتر بر ساعت سم‌پاشی شد. در سر هر نازل ظرفی جهت جمع‌آوری محلول خارج شده از نازل‌ها نصب گردید تا مقدار محلول خروجی را جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار بگیرد. میزان پاشش نازل ها در مساحت ۰/۱ هکتار طبق جدول (۴) بطور میانگین ۱/۱۸ لیتر حاصل شد.

جدول ۴. تست مقدار پاشش نازل‌ها در مزرعه

شماره نازل	مقدار پاشش (لیتر)	شماره نازل	مقدار پاشش (لیتر)
۱	۱/۱۸	۹	۱/۲۰
۲	۱/۱۹	۱۰	۱/۱۷
۳	۱/۱۷	۱۱	۱/۱۸
۴	۱/۱۸	۱۲	۱/۱۷
۵	۱/۱۷	۱۳	۱/۱۸
۶	۱/۱۸	۱۴	۱/۱۹
۷	۱/۱۷	۱۵	۱/۱۷
۸	۱/۱۹	۱۶	۱/۱۸

با توجه به انجام تست و داده‌های درج شده حاصل از تست در جدول فوق، مقدار پاشش هر نازل در سطح یک هکتار بطور میانگین ۱۱/۸ لیتر و کل پاشش نازل‌ها ۱۸۸/۸ لیتر در هکتار بدست آمد.

ارزیابی همپوشانی نازل‌ها

همپوشانی نازل‌های سم‌پاش مورد تست و ارزیابی قرار گرفت و همپوشانی در نازل‌های بوم فرعی ۳۰ درصد، همچنین در نازل‌های بوم اصلی نیز همپوشانی مشاهده گردید (شکل ۶).

ارزیابی عرض کار بوم اصلی سم‌پاش

عرض کار بوم اصلی در زمان تست اندازه‌گیری شد و عرض کار مفید ۴۵۰۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

ارزیابی طول کار بوم فرعی سم‌پاش

با توجه به اینکه هدف اصلی از طراحی این سم‌پاش، توانمند ساختن سم‌پاش‌ها در سم‌پاشی کلیه قسمت‌های گیاه و مخصوصاً زیر برگ‌ها است، طول کار مفید نیز مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های درج شده در جدول (۵) بدست آمد.

جدول ۵. تست طول کار سم‌پاش

ارتفاع گیاه (cm)	۱۰۵	۱۰۰	۱۰۴	۹۷
عرض گیاه (cm)	۶۶	۶۰	۷۰	۶۹
تعداد برگ‌های ذرت (عدد)	۴۵	۴۴	۴۸	۴۲
طول برگ‌های گیاه ذرت (cm) (بطور میانگین)	۵۰	۴۸	۵۲	۴۶
مقدار سم‌پاشی در زیر برگ‌ها (درصد)	۹۷	۹۸	۹۶	۱۰۰
تعداد برگ‌های سم‌پاشی شده (عدد)	۴۵	۴۴	۴۸	۴۲
ارتفاع تحت پوشش سم‌پاش (cm)	۷۵	۷۳	۷۷	۷۰

ارزیابی عملکرد محصول

در سال‌های گذشته در منطقه مغان که بعد از کشت گیاه ذرت علوفه‌ای و در زمان بلند شدن ارتفاع گیاه مبادرت به سم‌پاشی با سم‌پاش‌های پشت تراکتوری معمولی و سم‌پاشی هواپیمایی می‌شد، عملکرد محصول بطور میانگین ۴۵ تن در هکتار بدست می‌آمد که بعد از استفاده سم‌پاش پشت تراکتوری مخصوص محصولات ساقه‌بلند در همان مزارع به تناژ ۵۳ تن رسید. این افزایش عملکرد ۱۵ درصدی به دلیل مبارزه صحیح با آفات و بیماری‌ها بود.

ارزیابی و مقایسه سم‌پاش مخصوص محصولات ساقه‌بلند ساخته شده با سم‌پاش پشت تراکتوری معمولی

این سم‌پاش با سم‌پاش‌های پشت تراکتوری معمولی رایج مورد قیاس قرار گرفت و داده‌هایی که بدست آمد در جدول (۶) آورده شد. مقدار مصرف سم در هر هکتار سم‌پاش پشت تراکتوری معمولی بستگی به نوع نازل نصب شده روی بوم سم‌پاش دارد و این مقدار با انتخاب نوع نازل متغییر می‌باشد. لازم به ذکر است که حداکثر مجاز مصرف سم در هکتار ۲۵۰ لیتر می‌باشد.

جدول ۶. ارزیابی و مقایسه سم‌پاش مخصوص محصولات ساقه‌بلند و سم‌پاش پشت تراکتوری معمولی

پـــارامـــترهـــا	سم‌پاش مخصوص محصولات ساقه‌بلند	سم‌پاش رایج پشت تراکتوری معمولی
نوع پمپ سم‌پاش مورد استفاده	پمپ غلتکی استاندارد	پمپ غلتکی استاندارد
نوع نازل مورد استفاده	با پاشش مخروطی تو خالی	انواع نازل‌های موجود
فشار تولیدی پمپ (kPa)	1500/0359	1500/0359
دبی پمپ (L/ha)	۵۳/۰۲۷	۵۳/۰۲۷
میزان پاشش محلول سم در هر نازل (L/ha)	۱۲/۱۰	بستگی به نوع نازل نصب شده دارد.
میزان مصرف محلول سم (L/ha)	۴۱۹/۵	۲۵۰ (حداکثر مصرف مجاز)
عرض کار مفید (mm)	۴۵۰۰	۸۵۰۰
طول کار مفید در طول ارتفاع گیاه (mm)	۱۰۰۰ (چها ردیف)	۳۰۰ از سمت بالا
همپوشانی نازل‌ها (درصد)	حداقل ۳۰	بستگی به انتخاب نازل دارد
راندمان مبارزه با آفات (درصد)	۱۰۰	۸۵
افزایش عملکرد محصول (درصد)	۱۵	–

نتیجه‌گیری

در این پروژه هدف اصلی از طراحی، مدل‌سازی، ساخت و ارزیابی سم‌پاش مخصوص محصولات ساقه‌بلند رساندن محلول سم توسط نازل‌های سم‌پاش به تمام قسمتهای گیاه ذرت، مخصوصاً زیر برگ‌ها بود که به این هدف رسیده شد و با همپوشانی حداقل ۳۰ درصد عمل سم‌پاشی انجام گرفت.

تغییراتی که در این سم‌پاش نسبت به سم‌پاش پشت تراکتوری ۴۰۰ لیتری معمولی اعمال گردیده است شامل:

۱- کاهش عرض بوم اصلی سم‌پاش معمولی از ۸۰۰۰ میلی‌متر به ۳۷۵۰ میلی‌متر در سم‌پاش مدل‌سازی شده.

۲- ایجاد بوم‌های فرعی (بوم عمودی) به طول ۱۰۰۰ میلی‌متر حامل دو عدد نازل در انتهای بوم با زاویه استقرار ۴۵ درج نسبت به افق، به تعداد ۵ عدد جهت سم‌پاشی قسمت‌های پایینی گیاه.

۳- استفاده از تعداد ۱۶ عدد نازل با پاشش مخروط توخالی که تعداد ۶ عدد از نازل‌ها در روی بوم اصلی (بوم افقی) و تعداد ۱۰ عدد در انتهای بوم فرعی (بوم عمودی) تعبیه شد. دلیل استفاده از این نوع نازل، جلوگیری از بالا رفتن مقدار پاشش محلول سم در هکتار و علت استقرار نازل‌ها با این آرایش، سم‌پاشی کلیه قسمت‌های گیاه در یک بار عمل سم‌پاشی و ممانعت از سم‌پاشی‌های مکرر در سطح مزرعه بود.

با توجه به اینکه در سم‌پاش مخصوص محصولات ساقه‌بلند طراحی، مدل‌سازی، ساخت و ارزیابی شده، حداقل فشار تامینی پمپ باید ۱۵۰۰/۰۳۵۹ kPaباشد که این فشار توسط پمپ تامین شد.

دبی کل پمپ مورد استفاده در این نوع سم‌پاش ۵۳/۰۲۷ lit/min و همچنین توان تولیدی پمپ ۱/۳۲۶ kW بود که مقدار دبی لازم برای رسیدن محلول سم به سرعت ذره شدن در نازل‌ها در سم‌پاش طراحی شده ۱۸/۸۸ lit/min تامین گردید.

همچنین مقدار کل سم مصرفی در هر هکتار۱۹۳/۶۴ لیتر به دست آمد که با وجود مخزن ۴۰۰ لیتری سم‌پاش، بعد از سم-

پاشی ۲ هکتار نیاز به پر کردن مجدد مخزن از محلول سم بود. پوشش موثر سم‌پاش ساخته شده ۹/۷۵ متر می‌باشد و توانایی سم-پاشی در کل ارتفاع گیاه را دارا بود.

منابع

۱. بهروزی لار، م. ۱۳۷۸. اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.
۲. جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰. سم پاش شاسی بلند خودرویی جهت سم پاشی مزارع ذرت. جهاد کشاورزی شهرستان پارساباد مغان.
۳. خواجه پور، م. ۱۳۸۱. اصول و مبانی زراعت. چاپ پنجم، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ویرایش دوم.
۴. شقاقی، ف.ا. ۱۳۷۷. بررسی ارزیابی عوامل موثر بر یکنواختی پاشش در نازل های سمپاش پشت تراکتوری. دانشگاه تربیت مدرس گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی.
۵. منصوری راد، د. ۱۳۸۳. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی. جلد اول، انتشارات دانشگاه بو علی سینا، چاپ نهم.

Modeling, Construction and Evaluatio of a Behind Tractor Spray for Long Stem Crops

Farzad Behzad[1*], Behzad Mohammadi Alasti[2] and Mehdi Abbasgholipour[2]

1- MSc Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Bonab Branch, Islamic Azad University,
farzad_behzad83@yahoo.com
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Bonab Branch, Islamic Azad University, behzad.alasti@gmail.com

Abstract

The sprayers behind tractor with boom are the most common ground sprayers used on farms to control pests and diseases. At stem long crops such as corn and sugar cane is not done spraying uniformly on total plant height and under the leaves and since under the leaves of plants are local as grow of pests and diseases, the poison solution cannot be effective in removing them. The present study is intended modeling, construction and evaluation of a behind tractor sprayer for long stem products with vertical and hang sub-booms between rows with Spraying of two nozzle at end of each sub-boom with angle of 45 degrees in two directions upward (towards under leaves) and also with main horizontal boom with the Spraying of on the plant from above; so be able to spraying total plant height and under leaves uniformly; and the other hand with development of suitable Spraying methods, leading to reduction of traffic at the farm level, no repeat spraying and falling costs and also no environmental pollution.

Keywords: Sprayer of lo stem product, Nozzles, Chemical control, Long fram tractor.