



طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه هوشمند تعیین بادبردگی سم‌پاش

امیر عزیزپناه^{۱*}، علی رجیبی پور^۲، رضا علیمردانی^۲، کامران خیرعلی پور^۲، بهرام قمری^۳

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری دانشگاه تهران

۳ - استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

ایمیل مکاتبه کننده: amirazizpanah@gmail.com

چکیده

هدف از اجرای این تحقیق طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه هوشمند تعیین بادبردگی سم‌پاش می‌باشد. در این راستا پس از انجام آزمایش‌های اولیه و اندازه‌گیری‌های دقیق و همچنین با در نظر گرفتن کلیه شرایط محیطی مختلف یک سامانه سم‌پاش طراحی و ساخته شد. اجزای اصلی سامانه شامل مکانیسم ذخیره سم، لوله‌های انتقال و اتصالات، سامانه ایجاد فشار نیوماتیکی کنترل شده، سامانه ایجاد حرکت خطی نازل و کنترل آن و همچنین تونل باد برای ایجاد و کنترل باد می‌باشد. برای بررسی عملکرد سم‌پاش و پدیده بادبردگی، از کارت حساس به آب (WSP) در فواصل مختلف استفاده گردید. قطر میانگین حجمی در فاصله ۴ متری از نازل و بادبردگی قطرات در ارتفاع ۳۵ cm فشار پاشش ۳ bar و سرعت باد ۱۲ km/h تعیین و مقادیر آن‌ها به ترتیب برابر $31/14 \mu\text{m}$ و 47% بدست آمد. همچنین بادبردگی با افزایش فشار و ارتفاع پاشش افزایش یافت.

کلید واژه: سم‌پاش، تونل باد، بادبردگی، نازل.

۱- مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، نیاز به تولیدات کشاورزی و مواد غذایی در جهان روز به روز بیشتر می‌شود و این در حالی است که هر ساله حدود ۲۵-۳۵ درصد کل محصولات کشاورزی دنیا توسط حشرات، علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زای گیاهی از بین می‌رود. در صورت عدم مبارزه، این رقم تا حدود ۸۰ درصد افزایش می‌یابد (منصوری‌راد، ۱۳۸۷). اثر استفاده از سموم برای مبارزه با آفات و امراض گیاهی سریع‌تر از سایر روش‌ها است. از این رو مصرف آفت‌کش‌ها بطور چشمگیری افزایش یافته است. بدیهی است کاهش مصرف سموم و در نتیجه کاهش تردد ماشین‌های کشاورزی در مزرعه باید بطور ویژه مورد توجه قرار گیرد. دستیابی به این هدف نه تنها بهبود مسائل اقتصادی را بدنبال دارد، بلکه منجر به کاهش آلودگی‌های محیط زیست و همچنین کاهش مقاومت آفات و امراض در مقابل سم را در پی دارد (دانشجو و همکاران، ۱۳۸۷).

نازل، مهم‌ترین قسمت ماشین سم‌پاش است. نازل‌ها نقش تعیین کننده‌ای در چگونگی مدل و الگوی پاشش و در نتیجه رساندن سموم به محل مورد نظر را دارند (بی‌نام، ۱۳۹۰؛ فردریش^۱، ۲۰۰۵). اکثر سم‌پاش‌ها مجهز به نازل‌های

1. Friedrich



مخروطی و بادبزی هستند. اندازه بازه قطرات سم در این نوع نازل‌ها بسیار متفاوت است و نمی‌توان به درستی اندازه ذرات محلول را تنظیم و کنترل نمود.

عوامل موثر بر یکنواختی پاشش در نازل سم‌پاش‌های پشت تراکتوری، تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که انواع نازل‌های ایون^۱ الگوی پاشش بهتری دارند (امیر شقاقی، ۱۳۷۷). اثر سه فاکتور اصلی نوع نازل، اندازه دهانه و فشار محلول سم بر میزان سرعت پخش قطرات مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید رابطه آن‌ها مستقیم است (نایتنس^۲، ۲۰۱۰). یکنواختی الگوی پاشش مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته و بعد از آزمون و ارزیابی مشخص شده که نازل‌های بادبزی تخت الگوی یکنواخت‌تری دارند (سریواستاوا^۳، ۲۰۰۶). مشکل عمده در سم‌پاشی، بخصوص هنگام استفاده از نازل‌های بادبزی، خطر بادبردگی به مناطق غیرهدف می‌باشد (بیات^۴ و بوزدقان^۵، ۲۰۰۵). با توجه به مطالب فوق، ارزیابی نوع نازل و پیدا کردن شرایط بهینه فشار و ارتفاع سم‌پاشی، تعیین اندازه قطر قطرات و همچنین میزان بادبردگی قطرات در شرایط مختلف ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس هدف از این تحقیق طراحی، ساخت و ارزیابی سامانه‌ای برای سنجش، بررسی و بهینه‌سازی شرایط مذکور می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

طراحی و ساخت سامانه تعیین بادبردگی سم‌پاش طی یک سری آزمایش‌های اولیه در آزمایشگاه ابزار و اندازه-گیری دقیق گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه ایلام انجام گرفت. اجزاء اصلی سامانه شامل شاسی، کمپرسور، مخزن محلول، مکانیزم حرکت نازل و تونل باد است. با استفاده از این سامانه می‌توان عوامل و فاکتورهای موثر در عملیات سم‌پاشی و ارزیابی نازل از قبیل سرعت پیشروی تراکتور، ارتفاع بوم، فشارهای مختلف سم‌پاشی، شرایط جوی متفاوت و محصولات کشاورزی متنوع را در شرایط آزمایشگاهی و با صرف کمترین هزینه، زمان و انرژی شبیه-سازی نموده و نتایج قابل قبولی را بدست آورد.

1. Even
2. Friedrich
3. Srivastava
4. Bayat
5. Bozdogan



به منظور سوار نمودن کلیه اجزاء سامانه، یک شاسی طراحی شد که علاوه بر نگهداری سامانه انتقال قدرت و کنترل، دارای تعادل باشد. برای بالا بردن ضریب اطمینان و ایمنی، پایه‌های شاسی توسط اتصالات مناسب بر روی فونداسیون ثابت شد. شاسی طراحی شده دارای ابعاد $170 \times 40 \times 70$ cm می‌باشد.

۲-۲- کمپرسور

افت فشار در سامانه مربوط به لوله‌ها و اتصالات به ترتیب با استفاده از روابط (۱) و (۲) محاسبه شد.

$$HL = 10.64 \times L \times \left(\frac{Q}{Cp}\right)^{1.85} \times Dp^{-4/78} \quad (1)$$

$$HL = k \left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad (2)$$

HL افت فشار لوله (m)، L طول لوله (m)، Q دبی (m^3/sec)، Cp ضریب ثابت، Dp قطر لوله (m)، K ضریب ثابت، V سرعت مایع (m/s) و g شتاب جاذبه (m/s^2) می‌باشد. در سامانه، دو لوله پلاستیکی هر یک به طول ۲ m و با قطر داخلی ۱ cm و سه عدد لوله فلزی به منظور نصب نازل با طول ۱ m و با قطر خارجی ۲ و داخلی ۱ cm استفاده گردید. یک عدد شیر کنترل مسیر دو راهه، یک عدد فشارسنج، ۳ عدد زانو و یک عدد شیر فشارشکن کار انتقال محلول از مخزن به نازل را انجام می‌دهند. ضریب ثابت Cp، برای لوله‌های صاف و فلزی بین ۱۳۰-۱۴۰ و برای مسائل طراحی ۱۰۰-۱۱۰ پیشنهاد شده است. همچنین سرعت حرکت مایع در سامانه V، با توجه به سطح مقطع لوله A و دبی پاشش Q از رابطه زیر محاسبه شد (نوریخس، ۱۳۷۷).

$$Q = A \times V \quad (3)$$

با در نظر گرفتن حداکثر دبی سامانه برابر ۱/۳۷ lit/min و قطر داخلی لوله برابر ۰/۰۱ m، سرعت حرکت محلول ۰/۰۷۵ m/s بدست آمد. در محاسبات مربوط به افت فشار در سامانه، ضریب Cp برابر ۱۰۰ و مقادیر K برای شیر کنترل مسیر دو راهه، فشارسنج، زانوها، شیرفشار شکن، کم شدن ناگهانی سطح مقطع و خروجی نازل به ترتیب برابر ۲۰، ۱/۸، ۱/۵، ۱۰، ۰/۴۲ و ۵/۵ در نظر گرفته شد (شادروان، ۱۳۹۱).

۳-۲- مخزن محلول

مخزن محلول به گونه ای انتخاب شد که ضمن برخورداری از استحکام کافی، در مقابل مواد شیمیایی مقاومت داشته باشد. مخزن مورد استفاده دارای گواهی کیفیت ISO-۹۰۰۱ می‌باشد.

۴-۲- مکانیزم حرکت نازل

مکانیزم حرکت نازل شامل حامل صفحه‌ای، چرخ دنده و زنجیر، بلبرینگ، لوله فلزی، الکتروموتور و تابلو کنترل می‌باشد.



۲-۴-۱- حامل نازل

به منظور شبیه‌سازی حرکت تراکتور، از حامل فولادی گالوانیزه مستطیل شکل به ابعاد 50×38 cm و ضخامت 0.5 cm استفاده شد. مکانیزم حرکتی حامل به کمک بلبرینگ‌ها، به صورت رفت و برگشتی بوده و توان آن توسط یک الکتروموتور و با استفاده از مکانیسم چرخ‌دنده و زنجیر تأمین شد.

۲-۴-۲- بلبرینگ

برای ایجاد حرکت نرم و یکنواخت حامل تعداد ۴ عدد بلبرینگ در زیر صفحه برای تحمل وزن و ۴ عدد دیگر در کناره‌های صفحه برای کاهش اصطکاک با کناره‌های ریل استفاده شد. یاتاقان‌ها دارای ساختمانی ساده و برای راه‌اندازی به گشتاور پایینی نیاز دارند. نیرویی که در اثر وزن صفحه به یاتاقان‌ها وارد می‌شود به سمت پایین است. وزن کل صفحه 5 Kg که معادل $49/5$ N است. لذا نیروی شعاعی (F_r) وارد بر هر یاتاقان برابر $12/262$ N می‌باشد. با توجه به لرزش کم ریل، نیروی محوری (F_a) وارد شده بر هر یاتاقان با استفاده از نیروسنج برابر 6 N بدست آمد. با توجه به چرخش حلقه‌ی بیرونی یاتاقان، ضریب گردش حلقه 7 بر اساس استاندارد شرکت تیمکن^۱ در رابطه (۴) برابر $1/2$ در نظر گرفته شد. با استفاده از رابطه (۵) محک بار ایستای یاتاقان C_0 بدست آمد. ضریب M برابر $5/11$ ، n_b تعداد ساچمه‌های یاتاقان، d_b قطر ساچمه mm و C_0 محک بار ایستای یاتاقان برابر 67 KN بدست آمد. بر اساس رابطه (۶) نسبت بار محوری به محک بار ایستای یاتاقان e برابر 0.287 محاسبه گردید. بر اساس رابطه (۷) نیروی معادل شعاعی بدست آمد. در این رابطه X_2 و Y_2 ضریب ثابت، α_f ضریب معادل برابر $1/2$ و a طبق استانداردهای شرکت تیمکن برابر 3 می‌باشد. با توجه به رابطه (۸) و این‌که یاتاقان از نوع غلتکی بوده بر اساس استانداردهای شرکت تیمکن $60 L_R n_R$ را برابر 10^6 و L_D را L_1 معادل کل ساعات کاری در نظر گرفته شد.

$$\frac{F_a}{VF_r} \quad (4)$$

$$F_e = X_1 VF_r + Y_1 F_a = X_2 VF_r + Y_2 F_a \quad (5)$$

$$C_0 = Mn_b d_b^2 \quad (6)$$

$$e = \frac{F_a}{C_0} \quad (7)$$

$$C_{10} = \alpha_f F_e \left(\frac{60 L_D n_D}{60 L_R n_R} \right)^{\frac{1}{a}} \quad (8)$$

1. Tymkn



۲-۴-۳- چرخ و زنجیر

به منظور انتقال حرکت دورانی از یک محور به محور دیگر و همزمان سازی حرکت دو محور، با توجه به فاصله زیاد محوری و همچنین برای دستیابی به بازدهی بالا از چرخ و زنجیر استفاده گردید. در این مکانیسم از دو عدد چرخ زنجیر با قطرهای مختلف، یک عدد الکتروموتور گیربگس‌دار، زنجیر و دو عدد بلبرینگ استفاده شد.

$$i = \frac{n_d}{n_D} \quad (9)$$

در رابطه (۹) سرعت چرخ دنده کوچک برابر ۵۰ rpm، n_D سرعت چرخ دنده بزرگ برابر ۲۲ rpm و i نسبت سرعت چرخ دنده‌ها برابر ۲/۲۸ بدست آمد.

با توجه به محاسبه نسبت سرعت، تعداد دندانه‌های چرخ زنجیر بزرگ (Z_D) برابر ۵۷، تعداد دندانه‌های چرخ زنجیر کوچک (Z_d) برابر ۲۵ بدست آمد. چرخ دنده ساده با مارک تجاری Crossfire و $M 30 \times 1$ زنجیر از نوع غلتکی یک‌ردیفه شماره ۱-۱۰B با گام ۱۵/۸۷۵ mm انتخاب شد.

نرخ توان این زنجیر (P_r) برابر ۰/۵۷ kw می‌باشد. می‌باشد. نرخ توان اصلاح شده P_{rm} از رابطه (۱۱) با توجه به ضریب اصلاح تعداد دندانه K_z برابر ۱/۳، برابر ۰/۷۴۱ kw بدست آمد (شادروان، ۱۳۹۱).

$$P_{rm} = P_r \times K_z \quad (10)$$

با توجه به نرخ توان اصلاح شده و توان طراحی، انتخاب چرخ‌دنده، زنجیر و الکتروموتور صورت گرفت.

۲-۴-۴- الکتروموتور

توان طراحی الکتروموتور با استفاده از رابطه زیر مشخص گردید.

$$P_D = P_T \times K_S \quad (11)$$

که در این رابطه P_T توان مورد نیاز برای چرخ‌دنده و زنجیر ۰/۷۴۱ kw، K_S ضریب ثابت برابر ۱/۳ و P_D توان طراحی برابر ۰/۹۶۳ kw بدست آمد. با توجه به سرعت دوران چرخ زنجیرها، از رابطه (۹) و با لحاظ نمودن توان طراحی، نوع زنجیر مناسب انتخاب گردید. الکتروموتور، از نوع روتور قفس سنجابی مطابق با استاندارد IEC-۳۴، درجه حفاظت IP-۵۴، روش تهویه IC-۴۱ با پروانه خنک‌کننده و پره‌های روتور با کلاس حرارتی F و مناسب برای کار دائم می‌باشد.

۲-۴-۵- تابلو برق

توان مورد نیاز سامانه از برق شهر و توسط یک تابلو برق تامین می‌شود. تابلو برق شامل دو بخش مدار قدرت و مدار فرمان می‌باشد. مدار قدرت شامل کلید غلطکی قطع و وصل جریان، دو عدد کنتاکتور مدل LA1-D۲۲ و مدار فرمان شامل دو عدد رله حرارتی، دو عدد میکروسوییچ مدل ME-۸۱۱۱ و کلید استپ و استارت و یک دستگاه اینورتر تک فاز مدل SV۰۰۸۱ C۵-۱ F می‌باشد. اینورتر به منظور تنظیم سرعت حرکت حامل و نازل، میزان بار وارده به موتور را تشخیص و متناسب با آن به موتور جریان می‌دهد که از جریان نامی الکتروموتور کمتر است. دو عدد میکروسوییچ مدل ME-۸۱۱۱ به منظور هوشمندسازی حرکت در ابتدا و انتهای شاسی قرار گرفتند تا با برخورد



بازوی میکروسوئیچ به ابتدا و انتهای شاسی، فرمان رفت و یا برگشت حامل صادر و این کورس حرکتی به صورت هوشمند انجام شود.

۲-۵- تونل باد

هدف از ساخت تونل باد شبیه‌سازی جریان هوا در شرایط آزمایشگاهی در مقایسه با شرایط واقعی مزرعه‌ای می‌باشد. تونل باد از یک کانال، شبکه لانه زنبوری، فن محوری و شبکه توری تشکیل شده است. ابعاد کانال برابر با $115 \times 65 \times 50$ cm در نظر گرفته شد. در تجزیه و تحلیل جریان هوا در تونل باد، از عدد رینولدز استفاده گردید.

۲-۵-۱- شبکه توری و لانه زنبوری

به منظور جلوگیری از جدایش لایه مرزی در مقطع تونل و برای کاهش جریان‌های گردابی و اغتشاش عرضی از شبکه لانه زنبوری شش ضلعی و برای کاهش اغتشاش محوری، از دو شبکه توری مربعی، در بخش خروجی تونل استفاده گردید. در شبکه لانه زنبوری، گردابه‌ها در جریان عبوری شکسته شده و در هنگام عبور از توری‌ها، تقریباً از بین می‌روند (پیرا^۲، ۲۰۱۱). توری‌ها علاوه بر کاهش اغتشاشات محوری، باعث کاهش ضخامت لایه مرزی، کاهش شدت اغتشاشات و جداسازی و اصلاح خطوط جریان در تونل باد می‌شوند (مریسون^۳، ۲۰۱۱).

۲-۵-۲- دمنده محوری

از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده در انتخاب یا طراحی دمنده، دبی هوا و فشار داخل تونل است. با انجام آزمایشات و اندازه‌گیری دبی و سرعت سیال در تونل باد، یک دستگاه دمنده محوری با ابعاد (cm) 50×50 استفاده گردید. از دیگر پارامترهای تعیین کننده در انتخاب نوع دمنده، جهت حرکت سیال است که در دمنده‌های محوری، ورودی و خروجی هم‌راستا می‌باشند (فانک^۴، ۱۹۹۷). دبی جریان هوا در اثر چرخش دمنده با اندازه‌گیری سرعت، توسط معادله (۳) قابل محاسبه است (کوک^۵، ۱۹۹۹). بر اساس کاتالوگ دور دمنده برابر 1400 rpm و فشار استاتیکی بین $in.wg$ تا $1/2$ معادل $298/9$ pa می‌باشد. بر اساس رابطه (۳)، با اندازه‌گیری سطح مقطع کانال (A) برابر و سرعت باد (V)، دبی باد (Q) بدست آمد.

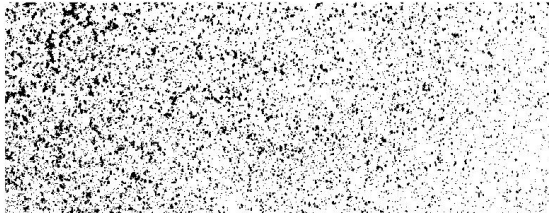
۲-۵-۳- دیمر

به منظور دستیابی به توان‌های الکتریکی مختلف در بازه $0/37$ kw - ۰، از یک دستگاه دیمر استفاده گردید. برای سنجش لحظه‌ای سرعت باد از جریان سنج دیجیتالی مدل AM-4206 (شرکت لترون کشور تایوان) استفاده گردید.

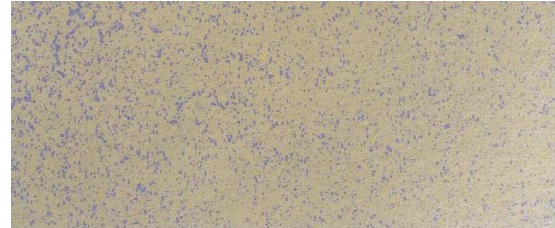
1. Pereira
2. Merrison
3. Fank
4. Cook



سامانه در فشار پاشش ۵ bar، ارتفاع پاشش ۶۵ cm و سرعت باد ۱۲ km/h مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از هر بار عبور حامل از روی کارت‌های حساس به آب، کارت‌ها جمع آوری و پس از خشک شدن، کارت‌های مربوط به هر آزمایش به طور جداگانه توسط اسکنر Canon (مدل LIDE 110، کشور ویتنام) با رزولوشن ۶۰۰ dpi اسکن و مورد سنجش قرار گرفتند. بعد از فراخوانی و ورود تصویر به نرم افزار متلب ۲۰۱۰، ابتدا تصاویر به سطح خاکستری و سپس به سیاه و سفید (شکل ۱) تبدیل و در نهایت پارامترهای مورد ارزیابی شامل، Vd_{50} و Sc به ترتیب نشان دهنده قطر میانه حجمی، سطح پوشش محاسبه گردید.



(ب)

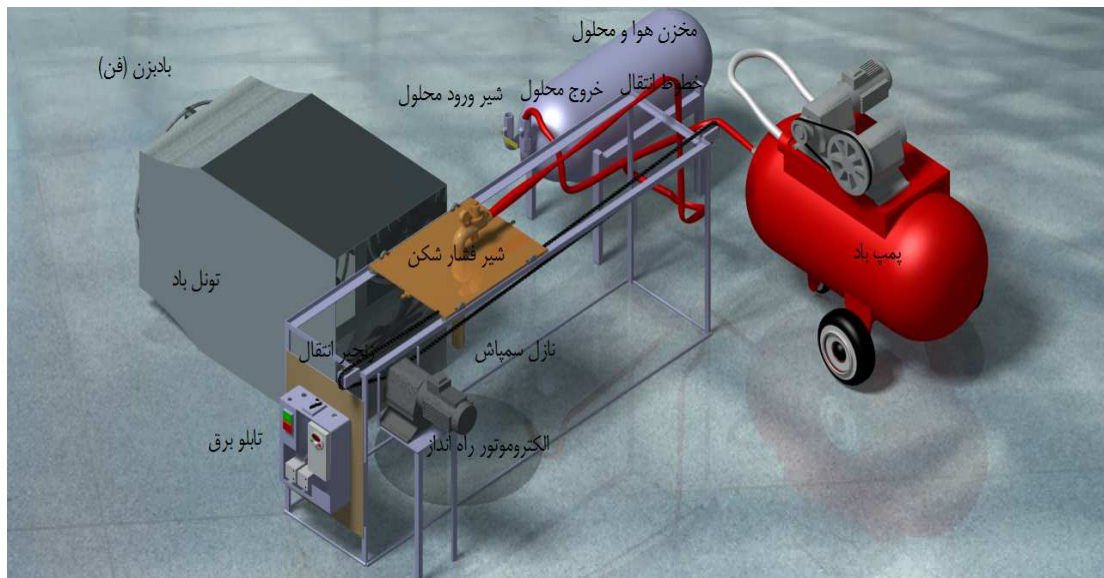


(الف)

شکل ۱. الف) تصویر کارت حساس به آب قبل از پردازش و ب) تصویر کارت حساس به آب بعد از پردازش.

۳- نتایج و بحث

در این تحقیق سامانه‌ای برای تعیین بادبردگی سمپاش طراحی، ساخته و ارزیابی گردید. اجزاء سامانه تعیین بادبردگی سمپاش شامل شاسی، کمپرسور باد، مخزن محلول، مکانیزم حرکت نازل و تونل باد است (شکل ۲).



شکل ۲. سامانه طراحی شده.



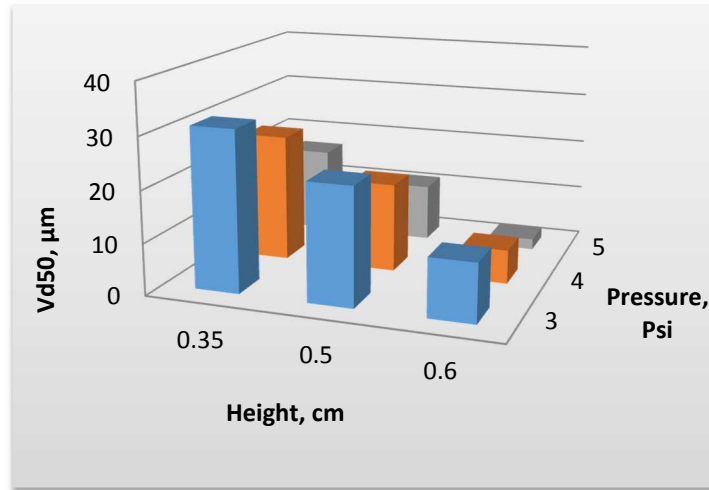
همچنین سامانه طراحی شده می‌تواند کلیه نازل‌های مورد استفاده در عملیات سم‌پاشی را با دقت بالا و مطابق با استاندارد ملی شماره ۵۸۸۵ ایران مورد تست و ارزیابی قرار دهد. با توجه به محاسبات انجام شده و اطلاعات بدست آمده، طرح سامانه هوشمند تعیین بادبردگی سم‌پاش توسط نرم افزار کتیا طراحی گردید. سپس با در نظر گرفتن شرایط موجود، اجزای مختلف سامانه مورد نظر ساخته شد. پس از انجام آزمایش‌های مختلف، مشخصات فنی، پارامترها و ابعاد بهینه سامانه ارزیابی تعیین بادبردگی سم‌پاش مشخص گردید.

افت کلی پاشش شامل مجموع اتصالات و لوله‌ها مقدار $12/3$ m محاسبه گردید. به ازای هر 10 m متر افت، 1 فشار در نظر گرفته می‌شود، بنابراین افت فشار پاشش سامانه $1/2$ bar در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن حداکثر فشار 6 bar برای سامانه، یک کمپرسور تک فاز مدل MK101 محصول شرکت فینی ایتالیا انتخاب شد.

با توجه به محاسبات مربوطه، یاتاقان 6202 -MTSRL انتخاب گردید و کل ساعات کاری برابر 7769 h بدست آمد. با مقایسه نرخ توان طراحی برابر با $0/963$ kw، الکتروموتور نوع گیربگسی مدل CRS90L4A شرکت موتوژن تبریز انتخاب شده که توان آن $1/1$ kw می‌باشد. با استفاده از یک عدد دمنده خزر فن شش پره، دبی باد تونل (Q) برابر $1/09$ m³/s بدست آمد.

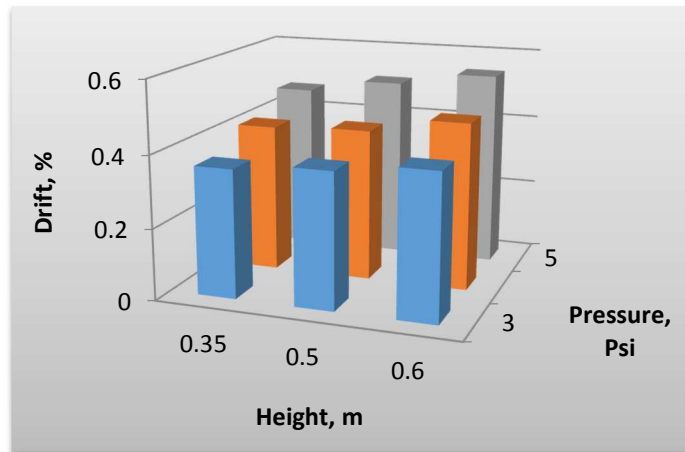
پس از محاسبه پارامترهای مورد ارزیابی، میزان قطر میانه حجمی در فاصله افقی 4 متری از نازل و بادبردگی در نمودارهای شکل (۳) و (۴) نشان داده شده است. با توجه به این که در ارتفاع نازل 35 cm، فشار پاشش 3 bar و سرعت باد 12 km/h قطر میانگین حجمی برابر $31/14$ μ m بدست آمد، بر اساس شکل (۳)، نتایج نشان داد که قطر قطرات با فشار محلول و ارتفاع نازل ارتباطی معنی‌دار و معکوس دارد. افزایش فشار در تمام ارتفاع‌های نازل، موجب کاهش قطر میانگین قطرات سم شد. همچنین با افزایش ارتفاع نازل از سطح زمین، کاهش شدیدی در قطر قطرات سم مشاهده شد. بیات و بوزدقان و جامار و همکاران پدیده بادبردگی و جابجایی ذرات سم را در سرعت-های مختلف جریان هوا بررسی نمودند. آن‌ها گزارش نمودند که سرعت هوا، قطر ذرات و ارتباط دوطرفه آن‌ها به صورت معنی‌داری جابجایی ذرات سم را تحت تأثیر قرار می‌دهد (بیات، ۲۰۰۵؛ جامار^۱ و همکاران، ۲۰۱۰؛ سهسه^۲ و هرست^۳، ۲۰۱۰).

1. Jamar
2. Sehsah
3. Herbst



شکل ۳. قطر میانه حجمی (Vd50) در سرعت باد ۱۲ km/h و فشار و ارتفاع پاشش‌های مختلف.

با توجه به شکل (۴) در ارتفاع پاشش ۳۵ cm و فشار ۳ bar بادبردگی ۰/۴۷٪ بدست آمد. بادبردگی ارتباط مستقیم و معنی‌داری با ارتفاع نازل، فشار محلول و سرعت هوا دارد. مشاهده شد که افزایش ارتفاع سم‌پاشی موجب تشدید بادبردگی شد. همچنین تغییرات فشار تأثیر قابل توجهی بر میزان بادبردگی سم داشت. تأثیر فشار سم، ارتفاع نازل و سرعت جریان هوا بر میزان بادبردگی در پژوهش‌های متعددی مورد بررسی قرار گرفته‌است که نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند (بالسری^۹ و همکاران، ۲۰۰۷؛ اسکامفلیر^{۱۰} و همکاران، ۲۰۰۸؛ جامار و همکاران، ۲۰۱۰).



شکل ۴. بادبردگی در سرعت باد ۱۲ km/h و فشار و ارتفاع پاشش‌های مختلف.

1. Balsari
 2. Schampheleire



۴- نتیجه گیری

در این تحقیق سامانه‌ای برای تعیین بادبردگی سمپاش طراحی، ساخته و ارزیابی گردید. اجزاء سامانه شامل شاسی، کمپرسور، مخزن محلول، مکانیزم حرکت نازل و تونل باد است. فاکتورهای قطر میانه حجمی (Vd_{50}) در فاصله ۴ متری از نازل و بادبردگی قطرات در ارتفاع ۳۵ cm، فشار پاشش ۳ bar و سرعت باد ۱۲ km/h مورد ارزیابی قرار گرفت و مقادیر آن‌ها به ترتیب برابر $31/14 \mu m$ و $0/47\%$ بدست آمد. نتایج نشان داد که قطر قطرات با فشار محلول و ارتفاع نازل ارتباطی معنی‌دار و معکوس دارد. همچنین میزان بادبردگی با افزایش ارتفاع نازل و فشار پاشش نسبت مستقیم دارد.

منابع

- ۱- نوربخش، ا. ۱۳۷۷. پمپ و پمپاژ، چاپ پنجم، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- شادروان، ا. ۱۳۹۱. طراحی اجزای ماشین، ترجمه، انتشارات نورپردازان.
- ۳- بی‌نام، ۱۳۹۰. پردازش تصویر، در: <http://fa.wikipedia.org>.
- ۴- منصوری‌راد، د. ۱۳۸۷. تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، جلد اول، انتشارات دانشگاه همدان.
- ۵- امیر شقاقی، ف. ۱۳۷۷. بررسی و ارزیابی عوامل موثر بر یکنواختی پاشش در نازل‌های سمپاش پشت تراکتوری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی.
- ۶- دانشجو، م. ا. عباسپورفرد، م. ح. آقاخانی، م. ح. و آزین، م. ۱۳۸۷. طراحی و ارائه نرم‌افزار مناسب سنجش تراکم و اندازه قطرات سم، پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، مشهد.
7. Friedrich, T. 2005. Agricultural Pesticide Application. Concept for improving, FAO Engineering Branch, Rome, Italy.
8. Nuytens, D. Baetens, K. Schampheleire, M. & Sonck, B. 2010. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics, Biosystems Engineering, 97, 333-345.
9. Srivastava, A. K. Rohrbach, R. & Buckmaster, D. 2006. Engineering principles of agricultural machines, American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2, 269-324.
10. Bayat, A. & Bozdogan, N. Y. 2005. An air-assisted spinning disc nozzle and its performance on spray deposition and reduction of drift potential, Crop Protection, 24, 951-960.
11. Pereira, J. D. 2011. Wind Tunnels, Aerodynamics, Models and Experiments, Nova Science.
12. Merrison, J. 1997. Environmental Wind Tunnels, InTech, Rijeka, Croatia.
13. Fank, P. B. 1997. Selection, Application and Design, Fan Handbook, Mc Graw Hill.
14. Cook, L. 1999. A. Handbook for the Mechanical Designer, Springfield, MO.
15. Balsari, P. Marucco P. & Tamagnone, M. 2007. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk, Crop Protection, 26, 1482-1489.
16. Schampheleire, D. Mieke, K. Nuytens D. & Spanoghe, P. 2008. Spray drift measurements to evaluate the Belgian drift mitigation measures in field crops, Crop Protection, 27, 577-589.



17. Sehsah, E. M. E. & Herbst, A. 2010. Drift potential for low pressure external mixing twin fluid nozzles based on wind tunnel measurements, *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 27, 438-464.
18. Jamar, L. Mostade, O. Huyghebaert, B. Pigeon, O. & Lateur, M. 2010. Comparative performance of recycling tunnel and conventional sprayers using standard and drift-mitigating nozzles in dwarf apple orchards, *Crop Protection*, 29, 561-566.



Design, construction and evaluation of a system to determine sprayer drift

Abstract

The purpose of this study was to design, construct and evaluate an intelligent system to determine the sprayer drift. The main components of the system were a spray tank, pipes and linkages, a system to provide and adjust the pneumatic pressure, a mechanism to create and control linear motion of nozzle and a wind tunnel to provide adjust the wind. To evaluate the performance of the system and drift phenomenon, water sensitive paper (WSP) cards was used at various distances. The volumetric mean diameter (Vd50) and drift parameters were determined at the spraying height of 35 cm, spraying pressure of 3 bar and wind speed of 12 km/h as 31.14 μm and 0.47 %, respectively. Also, drift was determined in different spraying heights and pressures in same wind speed. The results showed that the drift value was increased by increasing of spraying pressure and height.

Keywords: Sprayer, Wind tunnel, Drift, Nozzle.