

اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران



گواهی پذیرش مقاله

شماره: 1132.411.1

کد مقاله: R-1213

محقق گرامی جناب آقای مجید ربنا

و همکاران فریخته آشتین مرزبان، سالکان آبدانان مهدی زلزاده و سید نسیم موسوی

مقاله شما بعنوان «طراحی و ساخت آنتنهای توزیع بار» منظور بررسی عملکرد آنتن‌ها می‌باشد که توسط دانشکده کشاورزی و زیست محیطی ایران که توسط دانشکده علوم کشاورزی و

منابع طبیعی خوزستان در تاریخ ۲۷-۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۷ برگزار گردید با نظر کمیته تخصصی همایش به صورت «فصل مجله مقالات» مورد پذیرش قرار گرفت است. امید است، همواره در پی پیشرفت و

اصلاحی امور علمی و پژوهشی ایران اسلامی موفق و مؤید باشید.

علیرضا ابدالی شهنیدی

دبیر علمی همایش



سید عطاءالاسادات

رئیس همایش



اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران



کتابهای ندرش مقاله

شماره: 1132411.1

کد مقاله: R-1213

محقق گرامی جناب آقای مجید ربنا

و نگارگران فریخته افشین مرزبان، سامان آبدانان مهدی زلزله و سید نسیم موسوی

مقاله شایسته عنوان علمی ساخته آتاپاش، توزی بابو، منصور بوردی هکله و نازل هلی سمه پاشی در اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران که توسط دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی خوزستان در تاریخ دوم بهمن ماه ۱۳۹۴ برگزار گردید با نظر کمیته علمی همایش به صورت "فصل دوم مجله مقالات" مورد پذیرش قرار گرفت است. امید است، همواره در دسترس

اصحابی امور علمی و پژوهشی ایران اسلامی موفق و مؤید باشید.

سید عطاءالاسادات
 رئیس همایش



علیرضا ابدالی شهنیدی
 دبیر علمی همایش



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان



طراحی، ساخت و آزمایش تونل باد به منظور بررسی عملکرد نازل‌های سم‌پاشی

مجید رهنما^{۱*}، افشین مرزبان^۲، سامان آبدانان مهدی‌زاده^۳، سید نعیم موسوی^۴

^۱ عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی

^۲ عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی

^۳ عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی

^۴ عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی

* نویسنده مسئول: rahnamam2002@ramin.ac.ir

چکیده

سم‌پاشی یکی از عملیات مهم برای مبارزه با عوامل زنده کاهش تولید در محصولات کشاورزی است. با توجه به بالا بودن هزینه‌های سم‌پاشی و مسائل زیست محیطی ناشی از آن، مدیریت مناسب در این زمینه بسیار ضروری است. ایجاد شرایط استاندارد و مشابه وضعیت واقعی در آزمایشگاه و شبیه‌سازی محیط سم‌پاشی می‌تواند به مطالعه در زمینه بهبود شرایط سم‌پاشی همچنین جهت بررسی میزان ذره‌سازی، کیفیت تاثیرگذاری نازل‌های سم‌پاشی، میزان بادبرگی، ارتفاع بوم، سرعت باد و انتخاب نوع نازل و تعیین الگوی استاندارد کمک کند. برای این منظور سامانه‌ی تونل باد افقی با ابعاد ۰/۵ متر عرض، ۰/۷۵ ارتفاع و طول ۵ متر در آزمایشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان طراحی و ساخته شد. جهت آزمایش مقدماتی با استفاده از فناوری پردازش تصویر و کارت‌های حساس به آب تاثیر گذاری عواملی مانند سرعت باد و دو نازل تی‌جت و مخروطی که کاربرد نسبتاً بیشتری در کشاورزی دارند بر میزان باد بردگی محلول مورد بررسی قرار گرفت. صحت کار سامانه تونل باد با تحقیقات سایر پژوهشگران در این زمینه بررسی شد که ارزیابی موفقیت داشت.

واژه‌های کلیدی: بادبردگی، ذره‌سازی، الکتروپمپ، نازل تی جت، نازل مخروطی

مقدمه

آفات در محصولات مختلف باعث خسارت گسترده‌ای برای کشاورزان می‌گردد. سالانه در سطح جهان، میلیون‌ها لیتر محلول سم، برای مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی در مزارع استفاده می‌شود. نوع نازل، فشار سم‌پاشی، ارتفاع بوم سمپاش و سرعت باد به عنوان عوامل مؤثر در بادبردگی، روی اندازه‌ی ذرات می‌باشند. انتخاب نوع نازل و استفاده از فشار مناسب کیفیت سم‌پاشی را افزایش می‌دهد. با مدیریت اندازه‌ی ذره، زاویه و فشار پاشش می‌توان بادبردگی را کنترل کرد. کارایی سمپاش‌ها به نوع نازل و تعداد ذرات و پراکندگی آنها در سطح محصول بستگی دارد. در شرایط محیطی مزرعه امکان بررسی کیفیت پاشش و ذره‌سازی همچنین میزان بادبردگی با توجه به تغییرات جوی به سختی امکان پذیر است. شبیه‌سازی شرایط محیطی در فضای آزمایشگاهی و کنترل شده می‌تواند تاثیر بسیاری از عوامل نظیر، بررسی میزان ذره‌سازی، کیفیت پاشش نازل‌های سم‌پاشی، محاسبه و اندازه‌گیری



اولین همایش ملی علوم کشاورزی وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع
طبیعی خوزستان



میزان ذره‌سازی نازل و قطر ذرات، مقایسه عوامل موثر در عملکرد انواع نازل‌ها، کنترل میزان بادبردگی و تعیین فشار و ارتفاع بوم مناسب برای انواع نازل‌ها و ... را تعیین کرد.

شبیه‌سازی شرایط محیطی به کمک تونل باد می‌تواند بهترین کیفیت برای اثر بخشی سم را با اندازه‌گیری در شرایط آزمایشگاهی تعیین کند (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۲). بادبرگی سموم شیمیایی به معنای حرکت قطرات سم به طرف مناطق، محصولات و موجودات زنده‌ی غیر هدف در محیط می‌باشد (Wolf, ۲۰۰۳). شدت سم، سرعت و جهت باد، ثبات شرایط جوی و سایر عوامل محیطی از جمله عوامل تاثیرگذار بر بادبردگی هستند (شفیعی، ۱۳۸۸). از عوامل موثر دیگر در بادبردگی افزایش فشار سم‌پاشی است که باعث ریزتر شدن قطرات سم می‌شود (Klein *et al.*, ۲۰۰۷). کوچکتر شدن سطح مقطع روزنه‌ی نازل به خاطر ایجاد قطرات ریزتر و رطوبت نسبی کم و دمای بالاتر، پتانسیل بادبردگی را افزایش می‌دهد (Storrie, ۲۰۰۴). بنابراین باید اصولی را رعایت کرد تا بیشترین بازدهی با کمترین هزینه به دست آید (Jensen and lund, ۲۰۰۸). این اصول شامل ثابت نگهداشتن فشار سم‌پاش، ثابت نگهداشتن سرعت پیشروی سم‌پاش، رعایت فاصله مناسب نازل سم‌پاش از گیاه و همچنین ثابت نگهداشتن عرض کار سم‌پاشی می‌باشد. یکی از اقدامات موثر و عملی برای کاهش مقدار سموم مصرفی، واسنجی سم‌پاش‌ها جهت ایجاد قطرات با اندازه مناسب و پاشش یکنواخت است. در سم‌پاش‌ها جهت انتخاب نازل مناسب باید قطرات پاشیده شده مورد سنجش قرار گیرند (خاک‌رنگین و همکاران، ۱۳۹۰). عوامل فشار پاشش، سرعت باد و ارتفاع بر اندازه‌ی قطر در فاصله‌ی مورد نظر اثر افزایشی دارد. از این رو حفاظت گیاهان کشت شده از گزند عوامل مخرب و بهره‌وری بیشتر از سموم، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند (بازو و همکاران، ۱۳۹۰). سرعت در سطح زمین معمولاً کمتر از بقیه مکان‌ها است و در ارتفاع کم تأثیر سرعت روی ذرات کمتر شده و میزان بادبردگی ذرات کاهش می‌یابد. سرعت باد اغلب در ارتفاع‌های بالاتر از زمین بیشتر است. بنابراین قطرات پاشش شده از نازل در ارتفاع پایین‌تر به وسیله‌ی باد کمتر متأثر می‌شوند (Srivastava *et al.*, ۲۰۰۶).

قبل از اختراع تونل باد برادران رایت، مطالعات و آزمایشات آیرودینامیکی به کمک دمنده‌های تولید باد انجام می‌شد. این دستگاه اولین بار در سال ۱۸۰۰ میلادی توسط سر جرج کیل بهینه‌سازی شد. برادران رایت با همکاری اکتوکانت در سال ۱۹۰۱ برای مطالعه تأثیرات جریان هوا روی اشکال مختلف اقدام به طراحی و ساخت تونل باد ساده‌ای نمودند. این تونل باد ساده اخیراً نیز برای تست هواپیما مدرن و کم سرعت آلپاتروس، مورد استفاده قرار گرفته است. پس از آن با توسعه علم آیرودینامیک و پایه گذاری رشته مهندسی هوا فضا، استفاده از تونل باد نیز افزایش یافت.

تونل باد در کشاورزی برای شبیه‌سازی محیط و تاثیر گذاری عوامل جوی از جمله باد روی مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت محصولات کشاورزی همچنین باغداری بکار می‌رود. بررسی عوامل فرسایشی خاک، خاک‌ورزی و اثرات مخرب باد، بررسی عوامل موثر جوی با شبیه‌سازی در محیط آزمایشگاه قابل اندازه‌گیری و در طراحی ادوات کشاورزی بسیار موثر است. از کاربردهای مهم تونل‌های باد طراحی تجهیزات برای سم‌پاشی و کنترل آفات محصولات کشاورزی است (Gu *et al.*, ۲۰۱۱؛ فتاحی و همکاران، ۱۳۹۲). در این راستا Guler و همکاران (۲۰۰۷) پتانسیل بادبردگی را در نازل‌های بادبزی در تونل باد و در شرایط معمولی مورد مطالعه قرار دادند و از کاغذهای حساس به آب استفاده کردند. این آزمایش در دو سطح سرعت ۲/۵ و ۵ متر بر ثانیه انجام شد، نازل‌های القایی با هوا، بادبردگی را نسبت به نازل‌های متداول کاهش دادند (Guler *et al.*, ۲۰۰۷). Wolf (۲۰۰۳) چهار نازل بادبزی را در تونل باد مورد آزمایش قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که نازل بادبزی بادبردگی کمتری نسبت به نازل‌های دیگر دارند (Wolf, ۱۹۹۶). Farooq و Wulfsohn (۲۰۰۳) با طراحی تونل باد و شبیه‌سازی شرایط محیطی در آزمایشگاه، مقادیر قطر میانه‌ی حجمی در سرعت‌های



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

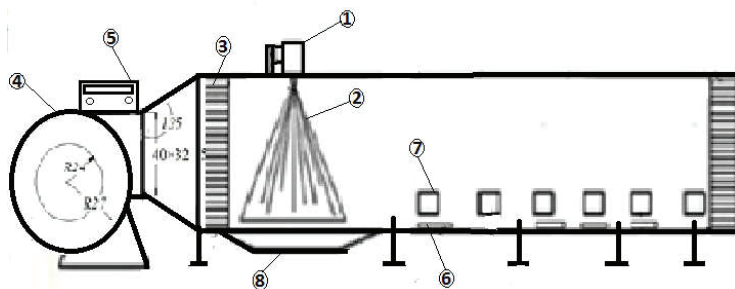


مختلف باد مقایسه و مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که سرعت نقش بسیار تأثیرگذاری روی قطر میانه‌ی حجمی قطرات دارد. با افزایش سرعت میزان نیروی وارده به قطرات نیز زیادتر شده و قطرات بزرگ‌تر می‌توانند دچار بادبردگی شوند. آنها با بررسی شرایط آزمایشگاهی در تونل باد توانست با شبیه‌سازی شرایط سم‌پاشی، امکان بررسی عملکرد مختلف نازل‌ها در شرایط کنترل شده برای امنیت کاربران (در برابر مشکلات زیست محیطی سم و عوارض ناشی از استفاده از آن در مزرعه) جهت رسیدن به نتیجه و بررسی نتایج حاصله را فراهم نمود. از مهم‌ترین مزیت دستگاه تونل باد بهینه کردن روش کار سم پاش‌ها به منظور حفظ سلامتی انسان‌ها و سایر جانداران از سم‌بردگی توسط باد در زمین‌های زراعی است. در انجام آزمایشات تونل باد طراحی شده توسط فاروق و همکارانش به دو قسمت طرح تونل باد اهمیت خاصی داده شد این دو قسمت، طراحی و ساخت سامانه دمنده افقی تونل باد و طراحی و ساخت سیستم هیدرولیکی برای ایجاد پاشش مناسب در نازل بود (Farooq and Wulfsohn, ۱۹۹۶).

با توجه به مشکلات و دلایل ذکر شده در بالا لازم است در محیطی کنترل شده و آزمایشگاهی کیفیت و کمیت کار نازل‌ها بررسی شوند. برای این منظور در این پژوهش با ساخت و طراحی سامانه تونل باد شرایط مناسبی جهت بررسی عواملی مانند سرعت باد، ارتفاع بوم، نوع نازل بر میزان نشست سم، بادبرگی و کیفیت پاشش در فضای آزمایشگاهی ایجاد کرد.

مواد و روش‌ها

اجزای تشکیل دهنده‌ی تونل باد شامل مکانیزم جابجایی عرضی نازل، سامانه پاشش نازل، لانه زنبوری، نازل، فن و سامانه تولید باد، محل قرارگیری کاغذهای حساس به آب، دریچه‌های دسترسی محل خروج آب می‌باشد که شماتیک آن در شکل (۱) آورده شده است. در ادامه ابتدا روابط مربوط طراحی قسمت‌هایی مختلف و سپس نحوه ساخت قطعات و دستگاه پرداخته می‌شود.



شکل ۱- تصویر شماتیکی از سامانه تونل باد ساخته شده با اجزای زیر: ۱- مکانیزم جابجایی عرضی نازل ۲- پاشش نازل ۳- لانه زنبوری ۴- دمنده هوا ۵- منبع تغذیه ۶- محل قرارگیری کاغذهای حساس به آب ۷- دریچه‌های دسترسی ۸- مخزن

روابط مورد نیاز برای طراحی و ساخت

توان مورد نیاز الکتروموتور جهت راه‌اندازی نازل و دمنده هوا، ایجاد دبی و فشار لازم برای سمپاش و یا ایجاد جریانی از هوا با فشار سرعت از رابطه (۱) به دست آمد (صفری، ۱۳۸۸):

$$P_p = \frac{P_l Q_l}{\mu} \quad (1)$$

در رابطه بالا، P_p توان مورد نیاز پمپ، الکتروموتور یا فن بر حسب وات، P_l بیشینه فشار سیال بر حسب پاسکال، Q_l دبی سیال بر حسب متر مکعب بر ثانیه و μ بازده الکتروپمپ می‌باشد. برای توربین تونل باد نیز رابطه (۱) صادق است مقدار فشار از افت فشار



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستانی
معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع
طبیعی خوزستان



سیال (هوا) محاسبه شد و دبی نیز از ضرب سطح مقطع در سرعت جریان هوا به دست آمد (سرعت باد با توجه به اطلاعات هوا شناسی برای ۱۰ سال اخیر اهواز در تیر ماه حدود ۴ متر بر ثانیه می‌باشد. رابطه‌ی (۲) برای محاسبه افت فشار گاز یا سیال در لوله‌ها توسط دارسی^۱ - ویسباخ^۲ ارائه گردیده است (Klinzing *etal.*, ۲۰۱۱).

$$\Delta P_L = \lambda_L \frac{\rho a}{\nu} V_a^2 \frac{\Delta L}{D_h} \quad (2)$$

λ_L ضریب اصطکاک، V_a سرعت هوا (m/s)، ΔL طول لوله (m)، D_h قطر هیدرولیکی (m)، ρa چگالی هوا (kg/m^۳) است. قطر هیدرولیکی سطح مقطع کانال هوا (D_h) باید تعیین شود. قطر هیدرولیکی در یک سطح مقطع مستطیلی با ابعاد a و b از رابطه زیر محاسبه گردید (White, ۲۰۰۲).

$$D_h = \frac{4 a.b}{\nu(a+b)} = \frac{2 a.b}{a+b} \quad (3)$$

Brooker و همکاران (۱۹۹۷) رابطه زیر را برای D_h داده‌اند.

$$D_h = 1.265 \times \sqrt[3]{\frac{(a.b)^2}{a+b}} \quad (4)$$

برای بدست آوردن عوامل اصطکاک (λ_L) برای سادگی کار، می‌توان معادله بلازیوس^۳ یا معادله‌ی کو^۴ را بکار می‌رود. برای محاسبه عدد رینولدز^۵ Re نیز معادله بلازیوس چنین است (Klinzing *etal.*, ۲۰۱۱).

$$\lambda_L = \frac{0.316}{(Re)^{0.25}} \quad (5)$$

حدود دقیق جریان آرام و آشفته با عدد رینولدز (Re) مشخص می‌شود.

$$Re = \frac{\rho a V_a D}{\mu} = \frac{V_a D}{\nu} \quad (6)$$

در روابط بالا، ρ چگالی هوا (kg/m^۳)، سرعت هوا (m/s)، D قطر لوله (m)، μ گرانیوی دینامیکی هوا (N.s/m^۲)، ν گرانیوی سینماتیک هوا (m^۲/s) است. گرانیوی در گازها با افزایش دما کاهش می‌یابد. بنابراین عموماً برای محاسبه گرانیوی دینامیکی هوا استفاده از رابطه (۷) استفاده می‌شود (Klinzing *etal.*, ۲۰۱۱).

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{0.77} \quad (7)$$

μ_1 گرانیوی هوا در دمای آزمایش (N.s/m^۲)، μ_2 گرانیوی هوا در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و در سطح دریا، (N.s/m^۲) که برابر

1.81×10^{-4} ، T_1 دمای محیط آزمایش بر حسب کلوین، T_2 دمای مرجع که برابر ۲۸۸/۱۶ درجه کلوین است. برای جریان آرام $Re < 2300$

و برای جریان آشفته $Re > 2300$ است.

در این طرح مکانیزم جابجایی نازل باید با سرعتی معادل سرعت پیشروی تراکتور حرکت کند. در طراحی بیشینه سرعت پیشروی تراکتور برای سم‌پاشی ۸/۱۲ km/hr معادل ۲/۲۸ m/s فرض می‌شود (ناصری و همکاران، ۱۳۸۶). برای محاسبه توان مورد نیاز برای رسیدن نازل به سرعت مذکور در مدت زمان مشخص از رابط (۸) استفاده شد. قدرت لازم برای نگاه داشتن نازل در سرعت

^۱. Darcy
^۲. Wiesbach
^۳. Blasius
^۴. Koo
^۵. Renolds



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷



مذکور و تداوم حرکت بخشی از توان موتور برای غلبه بر اصطکاک تلف می‌شود. بنابراین با فرض اینکه الکتروموتور باید نازل با وزن m را در مدت زمان t به بیشینه سرعت پیشروی برساند برابر است با:

$$P = F.V = m \frac{V_{Max}}{t} \times \frac{V_{Max}}{2} = \frac{mV_{max}^2}{2t} \quad (۸)$$

در رابطه بالا $\frac{V_{Max}}{2}$ متوسط سرعت پیشروی بر حسب m/s و m جرم نازل بر حسب kg می‌باشد. توان الکتروموتور برای به حرکت در آوردن دوربین با توجه به اینکه نیازی به سرعت بالا نمی‌باشد بصورت تجربی و با پیش آزمایش و سعی و خطا تعیین شد. نتایج نهایی حاصل از محاسبات پارامترهای طراحی به شرح جدول (۱) می‌باشد.

جدول ۱- نتایج محاسبات طراحی سامانه تونل باد

ردیف	پارامتر	نماد	مقدار	واحد	رابطه
۱	توان الکتروموتور جابجایی نازل	P_{pn}	۰/۳۷	Kw	(۸)
۲	توان الکترو موتور دمنده	P_{pt}	۰/۳	Kw	(۸)
۳	شدت جریان نامی الکتروموتور توربین	I_t	۴/۴۷	A	ندارد
۴	شدت جریان راه‌اندازی الکتروموتور دور کند	I_1	۱/۸	A	ندارد
۵	شدت جریان راه‌اندازی الکتروموتور دور تند	I_2	۳	A	ندارد
۶	شدت جریان راه‌اندازی الکتروموتور توربین	I_r	۶/۲	A	ندارد
۷	ولتاژ الکتروموتور دمنده هوا	V	۲۲۰	V	ندارد
۸	دور کند دمنده هوا	N_1	۹۵۰	RPM	ندارد
۹	دور تند دمنده هوا	N_2	۱۴۲۵	RPM	ندارد
۱۰	گشتاور الکتروموتور دمنده	Mm	۲/۰۸	N.M	ندارد
۱۱	ولتاژ الکتروموتور جابجایی نازل		۱۲	V	ندارد
۱۲	شدت جریان الکتروموتور جابجایی نازل		۰/۸	A	ندارد
۱۳	دور الکتروموتور جابجایی نازل	N_{g1}	۳۰۰	RPM	ندارد
۱۴	گشتاور الکتروموتور جابجایی نازل	Mm_2	۰/۸	N.M	ندارد
۱۵	چگالی هوا	ρ	۱/۰۶	Kg/m ^۳	ندارد
۱۶	سرعت باد	V_0	۴	m/s	ندارد
۱۷	گرانروی دینامیکی	μ_1/μ_0	$3/678 \times 10^{-5}$	بدون بعد	(۷)
۱۸	ابعاد یاتاقان غلتشی	D_0	$\frac{2}{4}$	in	ندارد
۱۹	فشار حداکثر هیدرولیک مدار	P	۱۴۰	psi	ندارد
۲۰	توان پمپ هیدرولیک	P_p	۰/۵۵	Kw	(۱)
۲۱	آب‌دهی پمپ	Q_p	۱/۸	m ^۳ /hr	ندارد
۲۲	حداکثر هوادهی	Q_1		Ft ^۳ /min	ندارد
۲۳	قطر کانال ورودی	D_c	۰/۶	m	(۳)
۲۴	عدد رینولدز	Re	۲۱۶۵	بدون بعد	(۶)



اولین همایش ملی علوم کشاورزی وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع
طبیعی خوزستان



(۱)	m^3/hr	۴۲۵۰	Q	دبی هوای ورودی دمنده	۲۵
(۳)	Pa	۰/۷۶۵	ΔP_L	افت فشار	۲۶
ندارد	mm^2	۷۵۰×۵۰۰	A	مساحت داخل تونل باد	۲۷

ساخت دستگاه تونل باد

در طراحی و ساخت بدنه اصلی تونل باد از ورق آهنی گالوانیزه استفاده گردید. سطح مقطع تونل به شکل مربعی و با ابعاد $۰/۵ \times ۰/۷۵$ متر و طول تونل ۵ متری انتخاب شد (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۲). در پیچه‌هایی جهت کاربردهای مختلف و دسترسی به داخل تونل در سطح جانبی طراحی شد که با استفاده از طلق شفاف امکان رویت داخل تونل را امکان‌پذیر کرد (شکل ۲). در قسمت ورودی جهت مستقیم و یکنواخت کردن جریان باد از شبکه لانه زنبوری فلزی استفاده شد. همچنین شکاف عرضی همراه با سامانه الکترونیکی و تجهیزات مکانیکی (نازل، اتصالات، مانومتر نمایش فشار) و وظیفه جابجایی نازل در عرض تونل را بر عهده دارد. نازل در شیار مجهز به سیستم جابجایی خودکار عرضی کارگذاری و در پایین موقعیت نازل در تونل تورفتگی جهت جمع آوری سم و برگشت آن به مخزن طراحی شد. باد توسط توربین به کمک الکتروموتور تولید و میزان سرعت الکتروموتور که مبین میزان سرعت باد است، قابل کنترل می‌باشد. برای تنظیم ارتفاع در سامانه تونل باد از کشوهایی جهت جابجایی سطح استفاده شده که با توجه به ارتفاع مورد نظر موقعیت آنها را می‌توان جابجا کرد.



شکل ۲- سامانه تونل باد ساخته شده

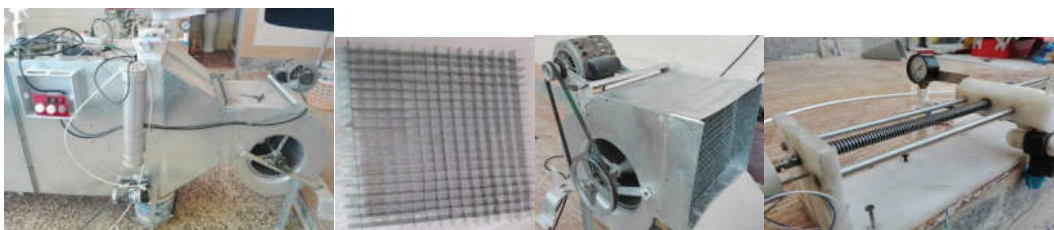
در سامانه تونل باد جهت دمیدن باد در تونل از یک توربین با الکتروموتور انیورسال با دو دور کند و تند (بین $۱/۳$ تا ۹ متر برثانیه) استفاده شد. الکتروموتور دمنده هوا از نوع Sp56 با قدرت خروجی $۰/۳۷$ کیلووات در حدود $۱/۶$ اسب بخار در دو دور ۹۵۰ و ۱۴۲۵ دور در دقیقه با توجه به روابط و محاسبات جدول (۱) انتخاب شد. کنترل سرعت باد تولید شده در توربین باد با دو شیوه استفاده از دیمر ولتاژ و محدود کردن میزان دهش باد انجام شد. جهت مستقیم کردن جریان هوا و جلوگیری از جریان اغتشاشی و کاهش اغتشاش هوا از شبکه لانه زنبوری استفاده شد. برای سیستم جابجایی نازل در عرض تونل از مکانیزم مکانیکی شامل پیچ انتقال قدرت دنده مربعی (دنده کبریتی)، دو میله استیلی هادی، دو الکتروموتور گیربکس دار DC، مانومتر فشار و تجهیزات نصب نازل استفاده شد. مشخصات الکتروموتور با توجه به روابط و محاسبات جدول (۱) بدست آمد. دو میکرو سوئیچ در دو طرف شانه انتهایی حرکت نازل را شناسایی و به مدار الکترونیکی اطلاع رسانی و میکرو کنترل AT MEGA۱۶ این حرکت را کنترل می‌کند و نازل پس از رسیدن به انتهای مسیر مجدد به موقعیت قبلی بازگشت نماید.



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷



شکل ۳- اجزای سامانه تونل باد

در انتقال سم به نازل از یک سیستم هیدرولیکی که شامل پمپ، از نوع C.C.K روتوری با تولید فشاری ماکزیمم ۱۴۰ psi، مانومتر اندازه گیری فشار موازی شده با نازل جهت مشاهده و ثبت فشار تزریق نازل یک دیمر ولتاژ جهت کنترل و تغییر فشار پاشش نازل با توجه به روابط و محاسبات جدول (۱) استفاده شد. جهت ثابت نگهداشتن فشار و برای دستیابی به سطوح مختلف فشار از یک شیر کنترل دبی استفاده شد. جهت تست از محلول سم و رنگ تارترازین^۱ زرد با فرمول شیمیایی $C_{16}H_{16}N_4Na_4O_7S_9$ و جرم مولکول آن $534/3$ گرم بر مول با آب می‌باشد. تارترازین یک ماده رنگ‌کننده شیمیایی، به رنگ نارنجی یا زرد لیمویی است که نسبت به اکسیژن (اکسایش) تغییر رنگ می‌دهد. این رنگ به میزان ۵ تا ۶ گرم بر لیتر در آب حل شد (Gil et al., ۲۰۱۳).

انجام آزمایش مقدماتی

داده برداری از سامانه تونل باد در دو نوع نازل (تی جت و مخروطی)، ارتفاع $0/55$ متر، سه سرعت باد (۰ و ۲ و ۴ متر بر ثانیه) و پنج فاصله از هدف (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ متری) به صورت فاکتوریل با طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار انجام شد. پس از تنظیم اولیه سامانه تونل باد، در پنج فاصله یک متری کارت‌های حساس به آب در تونل باد قرار داده و فشار سیستم با پیش آزمایش روی $2/8$ بار تنظیم شد. جهت اندازه‌گیری سرعت باد شبیه‌سازی شده، میزان دمای هوا و میزان رطوبت هوا از دستگاه ابزارهای اکستک^۲ با مدل EN ۳۰۰ ساخت کشور آمریکا و دستگاه ابزار AM۴۲۰۵ شامل (بادسنج با دقت $0/1$ متر بر ثانیه، رطوبت‌سنج با دقت $1/1$ و دماسنج با دقت ۱ درجه سلسیوس) استفاده شد.

پتانسیل بادبردگی، به عنوان درصد سمی که پس از عبور سم‌پاش، از طریق جریان‌های بادی به خارج از منطقه هدف حمل می‌شود از رابطه زیر محاسبه شد (جیل و همکاران، ۲۰۱۴):

$$Dpv = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{D_i}{RSD} \times 100 \quad (9)$$

در رابطه بالا مقدار پتانسیل بادبردگی، D_i نشست سم در یک ظرف، n شماره ظرف و RSD نشست شاهد می‌باشد. به منظور مطالعه نشست ذرات، ظروف پتری (با قطر ۹ سانتی‌متر و ارتفاع لبه $1/3$ سانتی‌متر) در امتداد یک خط در کف تونل باد به فاصله یک متری قرار داده شد. همچنین با قرار دادن کاغذهای حساس به آب را در فواصل مشخص شده با استفاده از فناوری پردازش تصویر میزان نشست محلول سم‌پاشی شده اندازه‌گیری نیز شد. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها تا زمان تجزیه و تحلیل، در دمای $20-^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد ذخیره شد (Huiyu, ۲۰۱۳). سپس کاغذهای حساس به آب مربوط به هر تیمار، با رزولوشن 600 dpi اسکن و سپس با استفاده از کد نویسی برنامه کامپیوتری، نوشته شده در نرم افزار مطلب^۳، لکه‌های زرد روی کاغذهای حساس به کمک فناوری

^۱ - Tartrazine

^۲ - Extech Instruments

^۳ - MATLAB



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان



پردازش تصویر مورد بررسی قرار گرفت. عواملی چون قطر میانه عددی و حجمی قطرات پخش شده، میزان بادبردگی، کیفیت پاشش و میزان پوشش سطح هدف برای هر یک از نازلها، بررسی و در نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

ساخت دستگاه تونل باد و نتایج پیش آزمایش

پس از طراحی و محاسبات حجم هوادهی دمندهی هوا، سیستم جابجای نازل، سیستم هیدرولیک پاشش نازل، سیستم الکتریکی سامانه تونل باد با توجه به هدفهای تعریف شده تجهیزات جدول (۲) در ساخت دستگاه استفاده گردید. مشخصات فنی نوع، ابعاد و سایز قطعات بکار رفته در سامانه تونل باد در جدول زیر درج شده است.

جدول ۲- مشخصات فنی تجهیزات بکار رفته در سامانه تونل باد

ابعاد فنی	تصویر قطعات	نام و مشخصات فنی
طول: ۶/۸ متر عرض: ۰/۵ متر ارتفاع: ۰/۷۵ متر		ابعاد کلی دستگاه سامانه تونل باد
		الکتروموتور دمنده هوا Sp ^{۵۶} ولتاژ ۲۲۰۷ قدرت hp ۱/۶ گشتاور ۲/۰۸ Nm جریان دور تند ۳ آمپر جریان دور کند ۱/۸ آمپر دور تند ۱۴۲۵ دور در دقیقه دور کند ۹۵۰ دور در دقیقه
		سیستم انتقال قدرت پیچ کبریتی (دنده مربعی) M۱۶



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیطه ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان



ابعاد فنی	تصویر قطعات	نام و مشخصات فنی
		<p>موتور گیربکس دار ولتاژ مستقیم ۱۲ قدرت ۰/۳ اسب بخار آمپر دور ۰/۸ آمپر گیربکس کاهنده دور خروجی ۳۰۰ دور در دقیقه گشتاور ۰/۸ نیوتن متر</p>
		<p>سیستم انتقال دور به توربین از نوع تسمه ای شماره تسمه A۴۵</p>
		<p>مانومتر فشار سم در مدار مدل IMER حداکثر فشار ۱۴۰ psi ۱۰ bar</p>
		<p>پمپ آب مدل C.C.K توان ۰/۵۵ کیلووات آب دهی ۱/۸ متر مکعب در ساعت</p>



اولین همایش ملی علوم کشاورزی وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷



ابعاد فنی	تصویر قطعات	نام و مشخصات فنی
		<p>دمنده هوا CFM حداکثر هوادهی ۲۵۰۰ فوت مکعب در دقیقه HR حداکثر هوادهی ۴۲۵۰ متر مکعب در ساعت</p>
<p>"Clean" series (made from light alloy)</p>		<p>یاتاقان نوع غلتشی اندازه ۳/۴ اینچ</p>

میزان بادبردگی

برای محاسبه میزان بادبردگی باید خروج سم از نازل و اصابت ذرات آن در هدف و میزان مقدار نشست ذرات در ناحیه غیر هدف در بازه مشخص محاسبه و مقایسه و بررسی کرد. با توجه به اینکه به علت کدر شدن کاغذ حساس به آب در نقطه هدف امکان تحلیل نرم افزار مطلب برای نقطه هدف نبود سامانه تونل باد امکان محاسبه دقیق بادبردگی را ندارد. میزان باد بردگی با توجه به تراکم قطرات در فاصله‌های متوالی از نازل مورد بررسی قرار داده شده است. معمولاً برای تعیین میزان بادبردگی از معیار اندازه‌گیری جیل استفاده می‌شود. مطابق تحقیق جیل و همکارانش ریز شدن قطرات کمتر از ۱۰۰ میکرون باعث افزایش بادبردگی می‌شود و استاندارد ذره سازی برای کاهش بادبردگی ۲۵۰ میکرون تعیین شده است (Gil et al., ۲۰۱۳). در ارزیابی سامانه تونل باد حداقل ریز شدن قطرات ۱۲۷ میکرون و حداکثر ۲۸۵ در فشار ثابت ۲/۸ بار در فاصله ۱ متری محاسبه شد. میزان بادبردگی در نازل تی جت در سرعت ۴ متر بر ثانیه ۶۷٪ و نازل مخروطی ۷۱٪ محاسبه شد که با اندازه‌گیری فتاحی و همکاران در سال ۱۳۹۲ و جیل همکاران در سال ۲۰۱۳ مطابقت داشت. در ارتفاع ۷۵ سانتی‌متری بیشترین بادبردگی مشاهده شد که در شکل (۴) مقایسه اثرات سرعت باد در پنج فاصله یک تا پنج متری از نقطه هدف بر میزان بادبردگی نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشخص است میزان بادبردگی با افزایش عامل سرعت افزایش می‌یابد که با نتایج ولف و همکارانش در سال ۲۰۰۷ مطابقت داشت. در تحلیل ولف اثر نوع نازل بر میزان بادبردگی نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نازل نوع مخروطی تاثیر بیشتری بر میزان بادبردگی نسبت به نازل‌های تی جت داشت. نازل‌های مخروطی روزنه‌ی کوچکتری نسبت به نازل‌های تی جت دارد و ذرات سم در نازل نوع مخروطی ریزتر بود و سرعت باد تاثیر بیشتری روی ذرات و میزان بادبردگی دارد (Wolf, ۲۰۰۳). همچنین با افزایش فاصله از هدف مقدار باد بردگی کاهش یافته است. زیرا با دور شدن از هدف قطرات درشت تر نشست می‌کنند و قطرات ریزتر در فاصله‌ای دورتر از هدف نشست می‌کنند که در شکل زیر این مطلب به خوبی نمایان است.



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیط ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

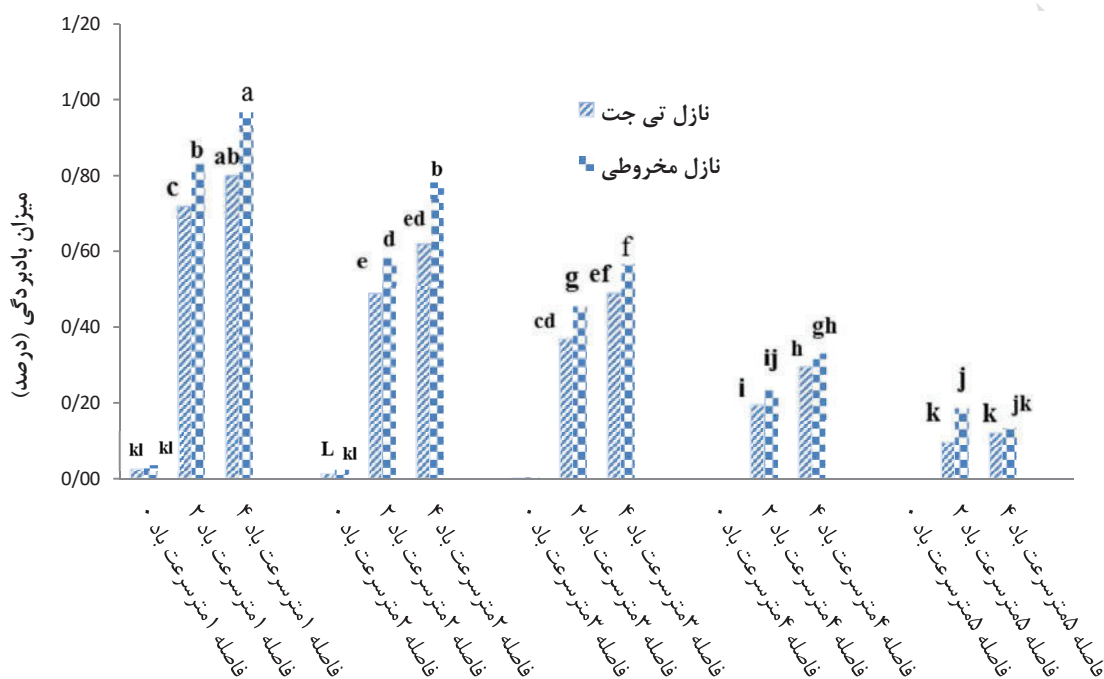
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان



نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های دیگر نیز نشان از صحت کار دستگاه در محدوده سرعت باد تا ۵ متر بر ثانیه و ارتفاع بین ۰/۴ تا ۰/۷۵ متری و دبی‌ها و فشارهای مختلف داشت که در مقالات بعدی نتایج در حال انتشار می‌باشد.



شکل ۴- تأثیر ترکیب‌های مختلف تیمارها بر میزان بادبردگی نازل تی جت و مخروطی در ارتفاع بوم ۰/۵۵ متر

منابع و مأخذ

- بازو م.، منتظری م.، فتحی ق. و گلابی م. ۱۳۹۰. تأثیر نوع نازل بر میزان اثر بخشی علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز پهن برگ گندم. اولین همایش ملی مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی. ص ۹.
- خاک‌رنگین ز.، چنداز س. و رنجی ع. ۱۳۹۰. بررسی اثر نوع علف کش و نوع نازل سم پاش بر کنترل علف‌های هرز. همایش بین المللی پژوهش‌های کاربردی در کشاورزی. ص ۹.
- شفیعی ف. ۱۳۸۸. اصول ماشین‌های کشاورزی (تالیف کپنر، بینر و بارکر). چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه تهران.
- صفری م. ۱۳۸۸. ارزیابی فنی سمپاش‌های رایج مورد استفاده در مزارع گندم و تعیین روشها و ماشین‌های مناسب مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی جلد ۶ شماره ۲۴. ص ۱۷.
- فتاحی س.، عبدالله پور ش.، اسماعیل زاده، ا. و مقدم م. ۱۳۹۲. ارائه و ارزیابی یک مدل تجربی برای بادبردگی نازل‌های بادبزن در تونل باد به کمک پردازش تصویر، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. جلد ۲. ص ۱۴۲.



اولین همایش ملی علوم کشاورزی

وزیرستان محیطی ایران

زمان برگزاری همایش ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۷

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان



ناصری م.، عباسپورفرد م. ح.، چاجی ح. و حیدرزاده احسان. ۱۳۸۶. بررسی اثر قطر روزنه نازل، فشار پمپ و سرعت پیشروی تراکتور بر یکنواختی پاشش در سمپاش توربینی زراعی (توربولاینر). پنجمین کنگره ملی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه فردوسی مشهد. ص ۹.

Brooker B.D., Bakker-Arkema W.F. and Hall W.C. ۱۹۹۷. Drying and storage of grains and oilseeds. First Indian edition. CBS Publishers. ۴۵۰ PP.

Farooq M. and Wulfsohn D. ۱۹۹۶. Wind tunnel for spray drift studies. Canadian Agricultural Engineering, ۳۸ (۴): ۲۸۳-۲۸۹.

Gil E., Llorens J., Liop J., Fabregas X. and Gallart M. ۲۰۱۳. Use of a terrestrial lidar sensor for drift detection in vineyard spraying. Sensors Journal, ۱۳: ۵۱۶-۵۳۴

Gu J., Zhu H., Ding W. and Jeon H.Y. ۲۰۱۱. Droplet size distributions of adjuvant-amended sprays from an air-assisted five-port pwn nozzle. Atomization and Sprays, ۲۱ (۳): ۲۶۳-۲۷۴.

Guler H., Zhu H., Ozkan H.E., Derksen R.C., Yu Y. and Krause C.R. ۲۰۰۷. Spray characteristics and drift reduction potential with air induction and conventional flat fan nozzles. Transaction of ASABE, ۵۰: ۷۴۵-۷۵۴.

Huiyu Z.W.P. ۲۰۱۳. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. C.P Journal, ۴۴: ۷۵-۸۳.

Jensen P.K. and Lund I. ۲۰۰۸. Static and dynamic distribution of spray form nozzles and the influence on biological efficacy of band applications of herbicides. Grope Protection. ۲۵: ۱۲۰۱-۱۲۰۹.

Klein R. N., Schulze L. and Ogg C.L. ۲۰۰۷. Spray drift of pesticides. NebGuide G۱۷۳۳. University of Nebraska-Lincoln Extension service.

Klinzing G.E., Rizk F., Marcus R. and Leung L.S. ۲۰۱۱. Pneumatic conveying of solids: a theoretical and practical approach. Vol. ۸. Springer Science & Business Media, ۶۵۱ pp.

Srivastava A.K., Goering C.E., Rohrbach R.P. and Buckminster D.R. ۲۰۰۶. Engineering principles of agricultural machines. ۲nd Edition. ASAE Publication ۸۰۱M۰۲۰۶.

Storrie A. ۲۰۰۴. Reducing herbicide spray drift. NSW. Agriculture Agnote DOI-۴۷۷

White F.M. ۲۰۰۲. Fluid Mechanics, McGraw-Hill, ۵th edition, ISBN ۰-۰۷-۲۸۳۱۸۰-۴.

Wolf R.E. ۲۰۰۳. Strategies to reduce spray drift. Kansas state university extension service. Publication MF-۲۴۴۱. ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress, Chicago, Illinois, USA