



بررسی بادبردگی ذرات سم در سمپاش مزرعه‌ای بوم‌دار با استفاده از فن‌آوری پردازش

تصویر

مهناز سرشار^{۱*}، آرش محبی^۲ و علی حسن‌پور^۲

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

ایمیل مکاتبه کننده: mahnaz_sarshar11@yahoo.com

چکیده

بادبردگی ذرات سم، موجب ایجاد خطرات و هزینه‌هایی برای انسان‌ها، حیوانات و محیط زیست می‌شود. درک درست این پدیده، به منظور به حداقل رساندن این خطرات ضروری می‌باشد. در این تحقیق نخست با استفاده از دستگاه الگوسنج، فشار و ارتفاع مناسب جهت عملیات سمپاشی تعیین شد و سپس با توجه به فشار و ارتفاع مطلوب به دست آمده، به بررسی تأثیر سرعت پیشروی تراکتور و سرعت باد بر روی قطر قطرات پخش شده و بادبردگی ذرات سم پرداخته شد. برای تخمین بادبردگی از کاغذهای حساس به آب استفاده شد. کاغذها با استفاده از یک برنامه مدون شده توسط محقق در نرم‌افزار متلب، مورد پردازش و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از محاسبات انجام شده، فاکتورهای اساسی شامل قطر قطرات پخش شده و میزان پوشش سطح هدف (جهت تخمین بادبردگی) بررسی و تعیین گردید. تأثیر عوامل مورد بررسی بر روی قطر متوسط حجمی ذرات معنی‌دار شد و معلوم شد افزایش سرعت پیشروی سمپاش و سرعت باد، اثر افزایشی بر روی بادبردگی دارد.

واژه‌های کلیدی: بادبردگی، قطر متوسط حجمی ذرات (VMD)، الگوی پاشش، پردازش تصویر

مقدمه

سموم و آفتکش‌ها نقش بسیار مهمی در کشاورزی دارا می‌باشند. با استفاده از این مواد، کیفیت و کمیت محصول اصلاح و افزایش پیدا کرده است و استفاده از سموم علفکش، نیاز به نیروی کارگری برای کنترل علف هرز را تا حد زیادی کاهش داده است اما استفاده بیش از حد از این مواد باعث به خطر افتادن سلامت محیط زیست می‌شود (شفیعی، ۱۳۷۱). کنترل دقیق در مصرف سموم و یکنواختی پاشش از اهداف مهم بوده و هست و یکی از اقدامات مؤثر در این زمینه واسنجی سمپاش‌ها جهت ایجاد قطرات با اندازه‌ی مناسب و پوشش یکنواخت می‌باشد (افشاری ۱۳۷۱). اندازه‌ی قطرات به این علت حائز اهمیت می‌باشد که اگر کوچکتر از حد مطلوب باشند دچار بادبردگی می‌شوند و اگر بزرگتر از حد مطلوب باشند از سطح برگ گیاهان سر خورده و روی زمین می‌افتند (شفیعی، ۱۳۷۱)



بادبردگی به حرکت ناخواسته ذرات سمپاشی توسط جریانات هوا به مناطق غیر هدف اطلاق می‌شود. و به دو صورت بادبردگی ذرات سم و بادبردگی بخارات سم دیده می‌شود (Iker, 2011). این پدیده باعث آسیب رسیدن به گیاهان حساس مجاور، آلودگی آب‌های سطحی و همچنین صدمه به سلامتی افرادی که در آن مناطق کار می‌کنند می‌شود (شفیعی، ۱۳۷۱). به دلیل استفاده بیشتر از سم در دنیا، بادبردگی و اثرات آن روی محیط زیست اهمیت پیدا می‌کند.

(Nuyttens et al., 2007) در چارچوب یک پروژه تحقیقاتی در مورد بادبردگی ذرات سم تأثیر نوع، فشار و اندازه دهانه نازل را بر روی خصوصیات قطره سمپاشی مورد بررسی قرار دادند. هدف آنها از این تحقیق توسعه تجهیزات آزمون^۱ و پروتکل^۲ برای توصیف ویژگی‌های نازل‌های سمپاشی با استفاده از یک تحلیل‌گر ذره^۳ بود. این تجهیزات آزمون، قادر به اندازه‌گیری اندازه‌ی قطرات و سرعت سیر آنها بر اساس اصول پراکندگی نور است. نتایج آزمون به وضوح تأثیر نوع، اندازه دهانه و فشار نازل را بر روی طیف اندازه و سرعت سیر ذره نشان داد.

(Donkersley & Nuyttens, 2011) اطلاعات موجود در مورد بادبردگی ذرات را از مطالعات مختلف گردآوری کردند و مقادیر بادبردگی را به منظور تعیین شباهت‌ها و تفاوت‌ها تجزیه و تحلیل کردند. هر یک از روش‌ها در برآوردشان از بادبردگی به طور قابل توجهی متفاوت بود. این تفاوت ناشی از عوامل بسیاری مانند شرایط محیطی (دما و رطوبت نسبی) و تجهیزات به کار رفته و ... می‌باشد. آنها پیشنهاد کردند که به منظور مقایسه بادبردگی بین مطالعات انجام شده، تکنیک‌های اندازه‌گیری و فواصل نمونه‌برداری باید استاندارد شوند و شرایط محیطی باید در محدوده معینی در مزرعه قرار داشته باشد به جز در مواردی که تأثیر این متغیرها بر بادبردگی مدنظر باشد.

(Gregorio et al., 2013) روشی برای اندازه‌گیری بادبردگی ذرات سم بر اساس آشکارسازی و مسافت‌یابی نور (LIDAR) پیشنهاد کردند و ثابت کردند که این روش می‌تواند جایگزین جمع‌کننده‌های فعال باشد.

در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر دو پارامتر بسیار مهم سرعت پیشروی تراکتور و سرعت باد بر روی اندازه‌ی قطرات و بادبردگی ذرات سم پرداخته شده است. برای تخمین اندازه‌ی قطرات و میزان بادبردگی ذرات سم روش‌های مختلفی وجود دارد که استفاده از کاغذهای حساس به آب جزء آسان‌ترین و کاراترین روش‌ها می‌باشد. با استفاده از این کاغذها اندازه قطرات، یکنواختی پاشش و تعداد قطرات در واحد سطح تعیین می‌شود. در این تحقیق با استفاده از زبان برنامه‌نویسی متلب (MATLAB) و با بهره‌گیری از فن‌آوری اسکن و پردازش تصویر، کاغذهای حساس به آب به دقت بررسی شدند. این برنامه نسبت به برنامه‌های مشابه، دارای دقت بالاتری بوده و قدرت تفکیک‌پذیری بسیار بیشتری برای لکه‌های بجا مانده بر روی کاغذ را دارا می‌باشد.

در مجموع با استفاده از برنامه مدون شده توسط محقق، تمام فاکتورهای مربوطه با دقت و سهولت بسیار بیشتر، تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

¹ test rig

² protocol

³ phase Doppler Particle Analyser (PDPA)



مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این طرح تحقیقاتی در فضای آزاد کارگاه ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه در خرداد ماه ۱۳۹۳ با بکارگیری سمپاش بوم‌دار تراکتوری در قالب آزمون فاکتوریل و با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. در این پروژه از یک تراکتور مسی فرگوسن که مجهز به سمپاش پشت تراکتوری بوم‌دار است استفاده شد. بوم تراکتور از نوع ۵ تکه و تاشونده می‌باشد. برای عملیات سمپاشی ۲ نازل وسطی قسمت انتهایی بوم در نظر گرفته شد و بقیه‌ی نازل‌ها مسدود شدند. نازل‌ها از نوع بادبزی تخت ۱۱۰۰۴ می‌باشد. و به خاطر اجتناب از عوارض سم، از آب به عنوان محلول سمپاشی استفاده شد. با اندازه‌گیری دور محور PTO توسط دورسنج و قرارگیری آن در دور ۵۴۰ rpm، گاز دستی تراکتور در دور مشخصی قرار داده شد به طوری که تمامی آزمایشات در این دور تنظیم شد. برای تعیین فشار و ارتفاع مطلوب سمپاشی دستگاه الگوسنج مطابق شکل ۱ ساخته شد. در شکل ۱ تمامی اندازه‌ها بر حسب میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۱- شماتیک هندسی الگوسنج سمپاشی

آزمایش تعیین فشار و ارتفاع مطلوب سمپاشی

ابتدا سه سطح ۱، ۲ و ۳ bar برای فشار سمپاشی و سه سطح ۴۰، ۵۰ و ۶۰ cm برای ارتفاع پاشش در نظر گرفته شد. به طوری که فشار سمپاشی توسط رگولاتور فشارسنج و ارتفاع پاشش که فاصله‌ی بین نازل‌ها تا سطح الگوسنج است، توسط متر تنظیم می‌شد. بوم سمپاش به مدت ۱ دقیقه بر روی الگوسنج، عملیات محلول‌پاشی را انجام داده سپس ظرف‌های زیر کانال‌ها جمع‌آوری شده و مقدار محلول درون آنها وزن می‌شدند. این کار برای تمامی فشار و ارتفاع و با سه تکرار انجام شد. سپس در هر فشار و ارتفاع، میانگین تکرارها را بدست آورده و ضریب تغییرات محاسبه شد. فشار و ارتفاعی مطلوب خواهد بود که ضریب تغییرات برای آن کمترین مقدار باشد. بعد از تعیین فشار و ارتفاع مطلوب، بقیه‌ی آزمایشات در این سطح فشار و ارتفاع و همگی در قالب سه تکرار انجام شدند.



شکل ۲- عکس گرفته شده از آزمایش تعیین فشار و ارتفاع مطلوب سمپاشی

آزمایش تعیین تأثیر سرعت پیشروی تراکتور و سرعت باد بر روی قطر متوسط حجمی و بادبردگی ذرات سم

در این آزمایش فن در دو جهت مختلف، عمود بر حرکت و در راستای حرکت سمپاش قرار گرفت و سرعت باد از طریق دور و نزدیک کردن فن به الگوسنج و قرائت بادسنج در 5 m/s تنظیم شد. همانند آزمایش قبلی، سمپاش حرکت کرده و به مدت ۱ دقیقه روی الگوسنج متوقف و عملیات محلول‌پاشی انجام می‌گرفت. سپس ظرف‌های زیر کانال‌ها جمع‌آوری شده و وزن می‌شدند و بدین صورت توزیع حجمی مایع سمپاشی (الگوی پاشش) در دو جهت مختلف باد به دست آمد. در این آزمایش فن به صورت عمود بر حرکت تراکتور قرار گرفته و سرعت باد از طریق دور و نزدیک کردن به الگوسنج و قرائت بادسنج تنظیم شد. ۵ عدد کاغذ حساس به آب، به ابعاد $3 \times 7\text{ cm}$ با فاصله 40 cm از هم، روی سطح صاف الگوسنج قرار گرفت. سمپاش از روی الگوسنج عبور کرده و به محض برخورد قطرات آب به کاغذها، سطح اثر آنها روی کاغذها باقی می‌ماند. بعد از خشک شدن، کاغذها جمع‌آوری شده و در داخل کیسه‌های نایلونی قرار گرفت. با توجه به مطالعات انجام شده معلوم شد که بهترین تفکیک‌پذیری قطرات در رزولوشن 600 dpi به دست می‌آید. بنابراین کاغذها با این مقدار رزولوشن اسکن شد. جدول (۱) سطوح مختلف سرعت پیشروی تراکتور و سرعت باد را نشان می‌دهد.

جدول ۱- سطوح مختلف فاکتورهای سرعت پیشروی تراکتور و سرعت باد

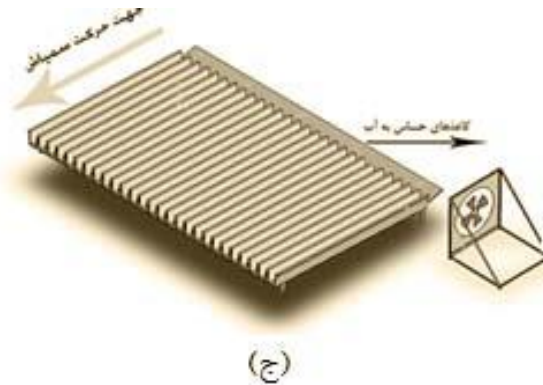
فاکتور	سطح
سرعت پیشروی تراکتور	$V_1 = 5.02\text{ km/h}$
	$V_2 = 7.41\text{ km/h}$
	$V_3 = 10.91\text{ km/h}$
سرعت باد	$W_1 = 0$



$$W_2 = 3 \text{ m/s}$$

$$W_3 = 5 \text{ m/s}$$

شکل (۳) نمایی از نحوه انجام آزمایش را نشان می‌دهد.



شکل ۳-آزمایش مربوط به تعیین تأثیر سرعت باد و سرعت پیشروی تراکتور بر روی VMD و بادبردگی ذرات

لازم به ذکر است سرعت‌های انتخابی بر اساس نوع به‌کارگیری دنده و میزان تسطیح مزارع کشور تعیین شده است. جدول (۲) سرعت‌های مختلف مربوط به سه وضعیت قرارگیری دنده تراکتور مسی فرگوسن را نشان می‌دهد.

جدول ۲: سرعت‌های محاسبه شده در سه وضعیت قرارگیری دنده

وضعیت دنده	سرعت (km/h)
دنده یک به همراه دنده کمک سبک	۷/۴۱
دنده دو به همراه دنده کمک سبک	۱۰/۹۱
دنده چهار به همراه دنده کمک سنگین	۵/۰۲

نتیجه و بحث

با محاسبه ضریب تغییرات برای هر تیمار مشخص شد که فشار ۳bar و ارتفاع پاشش ۶۰cm دارای کمترین ضریب تغییرات و در نتیجه بیشترین میزان یکنواختی می‌باشد (جدول ۳). پس این سطح فشار و ارتفاع به عنوان فشار و ارتفاع مطلوب در نظر گرفته شد.

جدول ۳- بررسی آماری میزان یکنواختی در همپوشانی بین نازل‌ها

ارتفاع (cm)	فشار (bar)	میانگین	انحراف	ضریب تغییرات
			معیار	



۴۲/۵۹	۳۴/۱۲	۸۰/۴۱	۱	۴۰
۴۱/۶۸	۳۷/۸۳	۹۰/۷۵	۲	۴۰
۳۷/۸۱	۴۰/۳۳	۱۰۶/۶۵	۳	۴۰
۵۲/۱۶	۳۴/۰۳	۶۵/۲۴	۱	۵۰
۳۶/۱۹	۳۱/۲۴	۸۶/۳۲	۲	۵۰
۳۵/۸۳	۴۳/۱۱	۱۲۰/۳	۳	۵۰
۴۶/۲۴	۲۶/۲۲	۵۶/۷	۱	۶۰
۴۳/۹۲	۲۹/۸۸	۶۸/۰۳	۲	۶۰
۲۷/۷	۲۸/۲۳	۱۰۱/۸۸	۳	۶۰

تجزیه و تحلیل آماری، تأثیر سرعت باد و سرعت پیشروی تراکتور را بر روی قطر متوسط حجمی ذرات (VMD) در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار نشان داد اما اثر متقابل آن‌ها معنی دار نبود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر سرعت باد و سرعت پیشروی بر روی VMD

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	sig
سرعت باد (W)	۲	۷۵۴۵۸۳/۲۰۶	۵۴/۴۱۲**	۰/۰۰۰
سرعت پیشروی (V)	۲	۱۷۸۹۳۹/۵۵۲	۱۲/۹۰۳**	۰/۰۰۰
W*V	۴	۳۵۷۵۸/۹۳۰	۲/۵۷۹ns	۰/۰۷۳
خطای آزمایش	۱۸	۱۳۸۶۷/۹۲۷		

ns غیرمعنی دار و ** معنی دار در سطح احتمال یک درصد

در جدول ۵ میانگین قطر متوسط حجمی ذرات در سطوح مختلف هر یک از عامل‌ها نشان داده شده است.

جدول ۵- میانگین VMD در سطوح مختلف هر کدام از عامل‌ها

ردیف	سرعت باد (m/s)	سرعت سمپاش (km/h)	میانگین VMD (μm)
۱	۰	۵/۰۲	۱۴۳۳/۰۱
۲	۰	۷/۴۱	۱۳۷۲
۳	۰	۱۰/۹۱	۱۰۷۲/۳۵
۴	۳	۵/۰۲	۱۲۷۳/۳
۵	۳	۷/۴۱	۱۱۹۸/۸۳
۶	۳	۱۰/۹۱	۱۱۸۵/۸۸
۷	۵	۵/۰۲	۹۷۰/۳
۸	۵	۷/۴۱	۹۱۳/۸۶
۹	۵	۱۰/۹۱	۸۴۷/۹۵



بیشترین VMD در سرعت پیشروی ۵/۰۲km/h و کمترین آن در سرعت پیشروی ۱۰/۹۱km/h روی داد. در سرعت‌های پیشروی بالاتر اندازه ذرات ریزترند و در سرعت‌های پایین‌تر، اندازه ذرات بزرگتر هستند. این نتیجه با نتیجه حاصل از (Wolf, 1997) که بر این اساس می‌باشد که سرعت حرکت تندتر سبب افزایش فشار هوا بر روی نازل‌ها شده و این فشار باعث ریزتر شدن اندازه قطرات می‌شود، مطابقت دارد. همچنین بیشترین VMD در شرایط بدون باد و کمترین آن در سرعت باد ۵m/s مشاهده شد. که نشان می‌دهد سرعت‌های بالای باد، قطرات درشت‌تر را نیز تحت تأثیر قرار داده است. چرا که با افزایش سرعت باد نیروی وارده به قطرات نیز زیادتر شده و قطرات بزرگتر نیز می‌توانند دچار بادبردگی شوند. میزان بادبردگی ذرات با استفاده از روابط ریاضی در محدوده ۱۰ درصد، ۵۰ درصد (VMD) و ۹۰ درصد حجمی ذرات محاسبه و در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶- محاسبه میزان بادبردگی ذرات

ردیف	سرعت باد (m/s)	سرعت سیمپاش (km/h)	درصد پوشش سطح (SC%)	محدوده قطر حجمی قطرات	بادبردگی (m)
۱	۰	۵/۰۲	۶۱/۰۲	۰/۵	۰
۲	۰	۷/۴۱	۴۲/۲۳	۰/۵	۰
۳	۰	۱۰/۹۱	۳۳/۲	۰/۵	۰
۴	۳	۵/۰۲	۳۷/۴۲	۰/۵	۱/۷۵۰
۵	۳	۷/۴۱	۳۶/۴۹	۰/۵	۰/۳۸۲
۶	۳	۱۰/۹۱	۲۵/۸۷	۰/۵	۰/۱۱۵
۷	۵	۵/۰۲	۳۴/۷۳	۰/۵	۱/۸۰
۸	۵	۷/۴۱	۲۶/۷۲	۰/۵	۰/۴۳۲
				۰/۹	۰/۱۹۶
				۰/۹	۱/۷۹۰
				۰/۹	۰/۴۳۶
				۰/۹	۰/۱۹۲
				۰/۱	۳/۵۳
				۰/۱	۱/۰۹۳
				۰/۱	۰/۳۹۴
				۰/۱	۳/۳۶
				۰/۱	۱/۱۱
				۰/۹	۰/۳۷۵



۷/۳۵	۰/۱				
۱/۴۲۶	۰/۵	۲۱/۲۷	۱۰/۹۱	۵	۹
۰/۵۷۳	۰/۹				

با توجه به جدول (۶) مشاهده می‌شود که با افزایش سرعت باد، میزان بادبردگی ذرات افزایش می‌یابد که این به علت افزایش نیروی وارده از طرف باد به ذرات می‌باشد و با یافته‌های حاصل از (Ilker, 2011) و شفیع (۱۳۷۱) مطابقت می‌کند. هم‌چنین مشاهده می‌شود افزایش سرعت پیشروی سمپاش، اثر افزایشی بر روی بادبردگی ذرات می‌گذارد به خاطر اینکه با افزایش سرعت پیشروی سمپاش، فشار هوا بر روی نازل‌ها بیشتر شده و آن هم سبب ریزتر شدن و بادبردگی بیشتر ذرات می‌شود. این نتیجه نیز با یافته‌های حاصل از وولف (۲۰۰۰) و (Ilker, 2011; Wolf, 1997) مطابقت می‌کند. در محدوده ۱۰٪ و ۹۰٪ حجمی، به ترتیب کوچکترین و بزرگترین قطرات پخش شده از دهانه هر نازل قرار دارد و در محدوده ۱۰٪ حجمی بیشترین مقدار بادبردگی مشاهده می‌گردد. هم‌چنین اگر بخواهیم میزان بادبردگی را با درصد پوشش کاغذها بیان کنیم باز مشاهده می‌شود با افزایش سرعت باد و سرعت پیشروی تراکتور، مقدار درصد پوشش کاغذها کاهش، یعنی بادبردگی افزایش می‌یابد. و با کاهش عوامل فوق مقدار درصد پوشش سطح هدف افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

بادبردگی ذرات سم اثرات زیانبار زیادی دارد از جمله می‌توان به آسیب به گیاهان حساس مجاور، آلودگی آب‌های سطحی و هدر رفت سموم اشاره کرد. در این تحقیق معلوم شد افزایش سرعت پیشروی سمپاش و سرعت باد، اثر افزایشی بر روی بادبردگی دارد و اندازه‌ی ذره، مهم‌ترین نقش را در کنترل بادبردگی ایفا می‌کند. با کنترل ذره می‌توان بهینه حالت بادبردگی را رقم زد.

منابع و مآخذ

- ۱- افشاری، م، ۱۳۷۱. روش‌های کاربرد آفتکش‌ها (تألیف جی.ا.ماتیوس). انتشارات مؤسسه آفات و بیماری‌های گیاهی.
- ۲- شفیع، ا. ۱۳۷۱. اصول ماشین‌های کشاورزی (تألیف کپنر، بینر و بارکر). جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.
3. Donkersley P, Nuyttens D (2011). A meta analysis of spray drift sampling. Crop Protection 30 (2011) 931e936.
4. Gregorio E, Rosell-Polo J, Sanz R, Rocabosch F, Solanelles F. (2014). LIDAR as an alternative to passive collectors to measure pesticide spray drift. Atmospheric Environment 82, 83e93.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



5. Ilker, H .Celen and Eray Onler. (2011). Reducing Spray Drift, Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management, Dr. Margarita Stoytcheva (Ed.), ISBN: 978-953-307-459-7.
6. Nuytens, D, Baetens, K, De Schamphelleire, M, Sonck, B. (2007). Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. Bio systems engineering 97, 333 – 345.
7. Wolf, R. (2000). Fact Sheet - Equipment to Reduce Spray Drift. Application Technology Series. Biological and Agricultural Engineering Dept., Kansas State University.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Investigating spray drift for a ground field sprayer using image processing

ABSTRACT

Pesticide spray drift entails a series of risks and costs in terms of human, animal and environmental wellbeing. A proper understanding of this phenomenon is essential to minimise these risks. In these study, first, appropriate pressure and height were determinate for spraying application by patternator and then effect of tractor travel speed and wind speed on spray distribution, size of the droplets and spray drift were Investigated. The water sensitive papers was used to estimate spray drift. The water sensitive papers were processed and analyzed using a program written by author in MATLAB software. Basic factors including droplet size and level of target (for estimate spray drift) was determined using calculations. Effect of factors studied on volume median diameter (VMD) was significant and it was found with increasing tractor travel speed and wind speed increase spray drift.

Keywords: Spray drift, Volume median diameter (VMD), Spray distribution, Image processing