بررسی تأثیر جهت باد بر روی اندازه و بادبردگی ذرات سم

مهناز سرشار[1]*، آرش محبی [2] و علی حسن‌پور[2]

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

هدف اصلی از تحقیق در مورد بادبردگی، تعیین اندازه‌های مناسب به منظور کاهش اثرات منفی سمپاشی بر روی محیط زیست 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 جهت های مختلف باد بر روی الگوی پاشش، اندازه‌ی قطرات 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. اثر جهت باد بر روی الگوی پاشش و اندازه‌ی ذرات سم معنی‌دار شد و نتیجه گرفته شد در جهت باد عمود بر سمپاشی، الگوی پاشش یکنواخت‌تر است.

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

مقدمه

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 (ایلکر و همکاران، ۲۰۱۱). 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) عوامل متعددی بر میزان بادبردگی ذرات سم تأثیرگذار است از جمله: فشار سمپاشی، ارتفاع پاشش، نوع نازل، شرایط محیطی (سرعت و جهت باد، رطوبت نسبی، دما، پایداری هوا) و.... (ایلکر و همکاران، ۲۰۱۱). به دلیل استفاده بیشتر از سم در دنیا، بادبردگی و اثرات آن روی محیط زیست اهمیت پیدا می‌کند.

نیتنز و همکاران (۲۰۰۷) 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[1] و پروتکل[2] برای توصیف ویژگی‌های نازل‌های سمپاشی با استفاده از یک تحلیل‌گر ذره[3] 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.

گرجوریو و همکاران (۲۰۱۳) 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.

دنکرسلی و همکاران (۲۰۱۱) 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 قابل‌توجهی 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 متغییرها بر بادبردگی مدنظر باشد.

در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر جهت‌های مختلف باد بر روی الگوی پاشش، 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، درصد پوشش سطح و تعداد قطرات در واحد سطح تعیین می‌شود. در این تحقیق با استفاده از زبان برنامه-نویسی 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 می‌باشد. با استفاده از برنامه مدون شده توسط محقق، تمام فاکتورهای مربوطه با دقت و سهولت بسیار بیشتر ، تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های این طرح تحقیقاتی در فضای آزاد کارگاه ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ارومیه در خرداد ماه ۱۳۹۳ با بکارگیری سمپاش بوم‌دار تراکتوری 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 ازنوع بادبزنی تخت ۱۱۰۰٤ 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 ٥٤۰rpm، 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.

[1] test rig
[2] protocol
[3] phase Doppler Particle Analyser (PDPA)

شکل ۱- شماتیک هندسی الگوسنج سمپاشی

آزمایش تعیین فشار و ارتفاع مطلوب سمپاشی

ابتدا سه سطح ۱، ۲ و ۳bar برای فشار سمپاشی و سه سطح ٤۰ ، ۵۰ و ٦۰cm 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

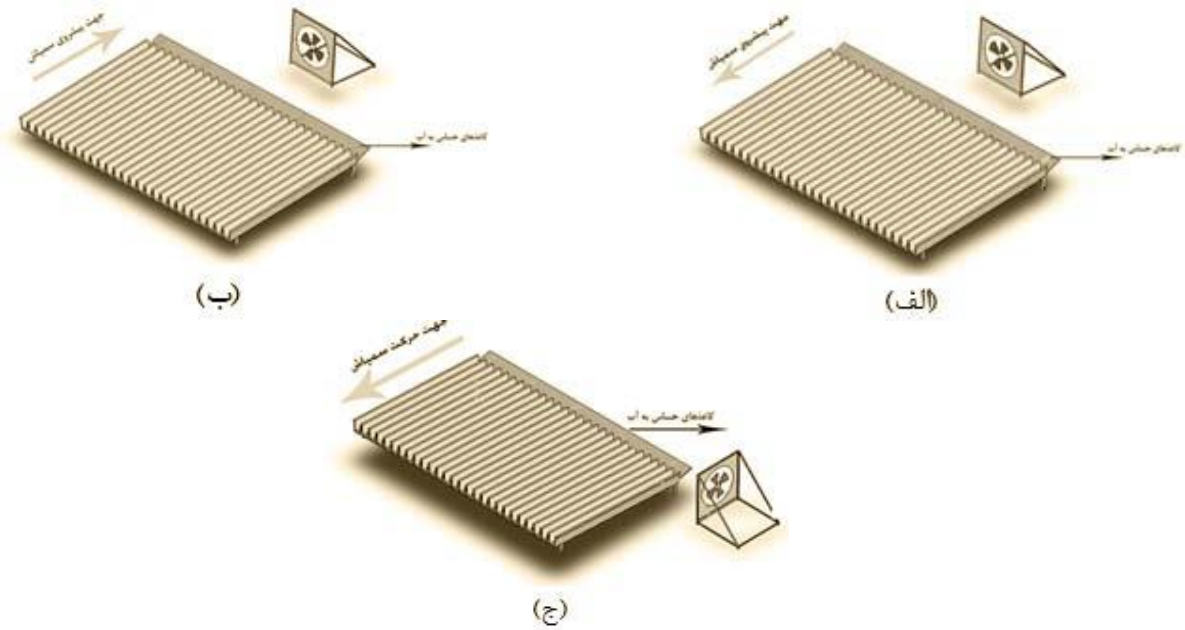
آزمایش تعیین تأثیر جهت باد بر روی الگوی پاشش

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 ۵m/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.

شکل۳- جهت‌های مختلف باد: الف) جهت باد عمود بر جهت پیشروی سمپاش ب) جهت باد در راستای پیشروی سمپاش

آزمایش تعیین تأثیر جهت باد بر روی قطر متوسط حجمی و بادبردگی ذرات

ابتدا سه جهت مختلف برای باد به صورت موافق با جهت پیشروی سمپاش، مخالف با جهت پیشروی سمپاش و عمود بر جهت پیشروی سمپاش در نظر گرفته شد. سرعت باد در ۵m/s تنظیم شد و سرعت پیشروی تراکتور ثابت و برابر با ۷km/h بود. ۵ عدد کاغذ حساس به آب، به ابعاد ۳×۷ cm با فاصله ٤۰cm از هم، روی سطح صاف الگوسنج قرار گرفت (شکل٤). 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 ٦۰۰dpi به دست می‌آید. بنابراین کاغذها با این مقدار رزولوش اسکن شد. و سپس تحت عملیات پردازش تصاویر قرار گرفتند.



شکل ٤- جهت‌های مختلف باد: الف) جهت وزش باد در جهت پیشروی سمپاش ب) جهت وزش باد در خلاف جهت پیشروی سمپاش ج)جهت وزش باد عمود بر جهت پیشروی سمپاش

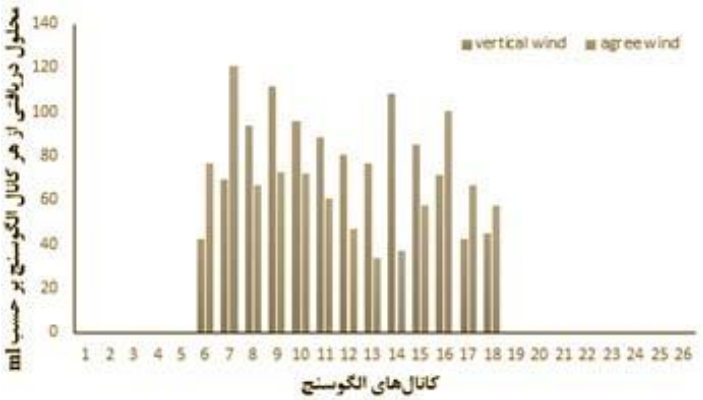
نتیجه و بحث

با محاسبه ضریب تغییرات برای هر تیمار مشخص شد که فشار ۳bar و ارتفاع پاشش ٦۰cm دارای کمترین ضریب تغییرات و در نتیجه بیشترین میزان یکنواختی می‌باشد (جدول ۱). پس این سطح فشار و ارتفاع به عنوان فشار و ارتفاع مطلوب در نظر گرفته شد.

جدول۱: بررسی آماری میزان یکنواختی در همپوشانی بین نازل‌ها

ارتفاع (cm)	فشار (bar)	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
٤۰	۱	۸۰/٤۱	۳٤/۱۲	٤۲/۵۹
٤۰	۲	۹۰/۷۵	۳۷/۸۳	٤۱/٦۸
٤۰	۳	۱۰٦/٦۵	٤۰/۳۳	۳۷/۸۱
۵۰	۱	٦۵/۲٤	۳٤/۰۳	۵۲/۱٦
۵۰	۲	۸٦/۳۲	۳۱/۲٤	۳٦/۱۹
۵۰	۳	۱۲۰/۳	٤۳/۱۱	۳۵/۸۳
٦۰	۱	۵٦/۷	۲٦/۲۲	٤٦/۲٤
٦۰	۲	٦۸/۰۳	۲۹/۸۸	٤۳/۹۲
٦۰	۳	۱۰۱/۸۸	۲۸/۲۳	۲۷/۷

نمودار (۱) الگوی سمپاشی را در جهت‌های مختلف باد نشان می‌دهد.



نمودار۱- تأثیر جهت باد بر روی الگوی سمپاشی

همان طور که از نمودار (۱) مشخص است با تغییر جهت باد الگوی سمپاشی تغییر کرده است. همچنین با تجزیه و تحلیل مقدار آب دریافتی از هر کانال الگوسنج در جهت‌های مورد ***بررسی***، مشخص شد که تأثیر جهت باد بر روی الگوی پاشش معنی‌دار است به خاطر اینکه تأثیر آن بر روی مقدار آب دریافتی اکثر کانال‌ها معنی‌دار بوده است (جدول۲).

جدول۲: تجزیه واریانس اثر جهت باد بر روی مقدار آب دریافتی از کانال‌های الگوسنج

	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig
کانال ٦	۱	۲٦۰۷/۸۰۱	۳/۹٦۰ns	۰/۱۱۷
کانال ۷	۱	۵۸۲۱/۲۰۸	۱۹/۸۷٦*	۰/۰۱۱
کانال ۸	۱	۲۲٦۰/۵۰۷	۱۸/۹۷۸*	۰/۰۱۲
کانال ۹	۱	۱۰۰۵۷/۲۳۰	۲۸/۸۳۵**	۰/۰۰٦
کانال ۱۰	۱	٤۰۱/۳٦۳	۱/۰۲۳ns	۰/۳٦۹
کانال ۱۱	۱	۱۰٦۷/۸۵۳	۲۲/۳۲۰**	۰/۰۰۹
کانال ۱۲	۱	۲۷٦٦/٤۰۳	٦۲/٦٦٤**	۰/۰۰۱
کانال۱۳	۱	۲٦۷۹/۰٤۱	۳٤/۳۷۹**	۰/۰۰٤
کانال۱٤	۱	۱۰۰٦۸/۸۱۳	۵۳/۱۳٤**	۰/۰۰۲
کانال۱۵	۱	۹٦۱۰/٦۸۰	۳۳/۵٤۹**	۰/۰۰٤
کانال۱٦	۱	٤۳۷۷/۷۲۰	٦/۰۲۰ns	۰/۰۷۰
کانال۱۷	۱	۲۵٤۰/٤۳۰	۵/٤٤۰ns	۰/۰۸۰
کانال۱۸	۱	۱۳۳۹/۸۵۳	۹/۷۰۸*	۰/۰۳٦

ns *غیرمعنی‌دار ، * معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد*

با محاسبه‌ی ضریب تغییرات در هر دو جهت مورد بررسی مشخص شد که یکنواختی پاشش زمانی که باد به صورت عمود بر جهت پیشروی سمپاش می‌وزد بیشتر از زمانی است که در راستای پیشروی سمپاش می‌وزد (جدول۳).

جدول۳: بررسی آماری میزان یکنواختی پاشش بین دو جهت باد مختلف

جهت باد	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات(%)
عمود بر جهت پیشروی سمپاش	۷۷/۷۷	۲۳/٤	۳۰
در راستای پیشروی سمپاش	٦٦/۸۸	۲۳/۷۲	۳٥/٤٦

تجزیه و تحلیل آماری، تأثیر جهت‌های مختلف باد بر روی قطر متوسط حجمی ذرات (VMD) را در سطح احتمال ۰/۰٥ معنی‌دار نشان داد (جدول٤).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر جهت باد بر روی VMD

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig
جهت باد(W)	۲	۸٥۹۳٤/۹۰۰	٥/۸۸۹ *	۰/۰۳۸
خطای آزمایش	٦	۱٤٥۳۹/٥٦٤		

* معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول (٥) میانگین قطر متوسط حجمی ذرات (VMD) را در جهت‌های مختلف باد نشان می‌دهد.

جدول٥- میانگین VMD در جهت‌های مختلف باد

جهت باد	میانگین VMD (µm)
موافق با جهت پیشروی سمپاش	۹۷۱/۳٥
مخالف با جهت پیشروی سمپاش	۱۱۱۹/۰۸
عمود بر جهت پیشروی سمپاش	۹٥۷/٥۸

همان طور که از جدول (٥) مشخص است بیشترین مقدار VMD در جهت باد مخالف با جهت پیشروی سمپاش روی داد. چون در این جهت نیروی مقاومت هوا زیاد می‌باشد و بیشتر قطرات ریزتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. میزان بادبردگی ذرات، با استفاده از روابط ریاضی در محدوده ۱۰ درصد، ٥۰ درصد (VMD) و ۹۰ درصد حجمی ذرات محاسبه و در جدول (٦) نشان داده شده است.

جدول ٦- محاسبه میزان بادبردگی ذرات

جهت باد	محدوده قطر حجمی قطرات	بادبردگی(m)
موافق با جهت پیشروی سمپاش	۰/۱	۳/٦٦
	۰/۵	۱/۰۸
	۰/۹	۰/۳۹
مخالف با جهت پیشروی سمپاش	۰/۱	۳/۳٤٦
	۰/۵	۰/۸۳۹
	۰/۹	۰/۳۱٦
عمود بر جهت پیشروی سمپاش	۰/۱	۳/۳٦
	۰/۵	۱/۱۱
	۰/۹	۰/۳۷۵

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 که جهت باد بر میزان پوشش سطح هدف تأثیر می‌گذارد. تغییر جهت باد باعث تغییر در الگوی پاشش می‌شود به طوری که یکنواختی پاشش هنگامی که باد به صورت جانبی می‌وزد بیشتر از زمانی است که در راستای سمپاشی می‌وزد. سمپاشی نباید زمانی که باد به سمت گیاهان حساس مجاور می‌وزد انجام شود. سمپاشی باید هنگامی که باد به صورت ملایم و به سمت دور از گیاهان حساس می‌وزد انجام بگیرد. اگر چنین شرایطی وجود ندارد باید دیگر راه‌های کنترل بادبردگی به کار برده شود.

منابع و مآخذ

۱. شفیعی، ا. ۱۳۷۱. اصول ماشین‌های کشاورزی (تألیف کپنر، بینر و بارکر). جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.

2. Donkersley, P. Nuyttens, D. 2011. A meta analysis of spray drift sampling. Crop Protection 30 (2011) 931e936.
3. Gregorio, E. Rosell-Polo, J. Sanz, R. Rocadenbosch, F. Solanelles, F. 2014. LIDAR as an alternative to passive collectors to measure pesticide spray drift. Atmospheric Environment 82 (2014) 83e93.
4. Ilker, H. Celen and Onler, E. 2011. Reducing Spray Drift, Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management, Dr. Margarita Stoytcheva (Ed.), ISBN: 978-953-307-459-7.
5. Nuyttens, D. Baetens, K. De Schampheleire, M. and Sonck, B. 2007. Effect of nozzle type, size and pressure on spray droplet characteristics. Bio systems engineering 97 (2007) 333 – 345.

Investigating effect of wind direction on size droplets and spray drift

ABSTRACT

The main goal in field drift research is the determination of appropriate measures that minimize the negative effects of spray applications on the environment. In these study, first, appropriate pressure and height were determinate for spraying application by patternator and then effect of different wind directions 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 diameter and wetted area percentage values (for estimate spray drift) was determined using calculations. Effect of wind direction on spray distribution and droplet size was significant and this was concluded in wind direction vertical on forward sprayer, spray distribution be more uniform.

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