نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

بررسی عوامل ارتفاع بوم، فشار پاشش و نوع نازل بر روی بادبردگی ذرات سم

فرشته رنجبرنژاد[۱*]، آرش محبی[۲] و سجاد درفش پور[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم

۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم

۳- دانشجوی دکترای گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم

ایمیل مکاتبه کننده: fereshte.ranjbarnezhad@gmail.com

چکیده

سموم شیمیایی به‌منظور ممانعت از آلودگی زیست‌محیطی و مسائل اقتصادی، باید با بیشترین تاثیر و کمترین بادبردگی به‌کار روند. این تحقیق اثر تیمارهای: نازل بادبزنی مسطح ۱۱۰۰۴ و نازل مخروطی توخالی را در سه ارتفاع ۶۰، ۷۰ و ۸۰ سانتی‌متر، در دو فشار ۳ و ۴ بار، در دو حالت بادبردگی و هوای آرام، برروی بادبردگی و توزیع سم بررسی می‌کند. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. به‌منظور تعیین توزیع سم، الگوسنج ساخته شد و جهت ایجاد باد، از فن استفاده گردید. با استفاده از کاغذهای حساس به آب و آنالیز آن در نرم افزار MATLAB، کیفیت پاشش تعیین گردید. این تحقیق استفاده از نازل ۱۱۰۰۴ را در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۴ بار و نازل مخروطی را در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۳ بار، جهت توزیع یکنواخت پیشنهاد می‌کند. سمپاشی در زمان وزش باد ۴ متربرثانیه توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: فشار پاشش، ارتفاع بوم، بادبردگی، الگوی پخش سم، قطر میانه حجمی.

مقدمه

هر سال نزدیک به یک سوم محصولات کشاورزی، در اثر آفات و علف های هرز از بین می‌رود (افشاری،۱۳۷۱). هدر رفتن سم به علت استفاده بیش از حد از آن، در نتیجه نامناسب بودن تنظیمات سمپاش و همچنین مسئله بادبردگی که باعث می‌شود، سم در محل مطلوب نشست ننماید، موجب اعمال خسارت‌های زیست محیطی جبران ناپذیری به طبیعت و هزینه‌های اقتصادی گزافی می‌شود، لذا بررسی عواملی که موجب عملکرد بهینه سمپاش می‌شود، امری ضروری می‌باشد.
در سمپاشی موثر، اندازه قطرات، نوع نازل، گرانروی مایع پاشیده شده و سرعت وزش باد در منطقه مهم می‌باشد. با کاهش اندازه ذرات سم، پوشش بهتر ایجاد شده اما بادبردگی افزایش می‌یابد (شفیعی، ۱۳۷۱). مهمترین فاکتور در ارتباط با شرایط جوی، باد و پایداری جو است. با افزایش سرعت باد، بادبردگی افزایش می‌یابد (سهسا، ۲۰۱۰).

نصیر و همکاران (۲۰۱۴) سه نازل بادبزنی مسطح تی‌جت، در سه زاویه نازل ۶۵، ۸۰ و ۱۱۰ درجه، در سه ارتفاع ۵۰، ۷۵ و ۹۰ سانتی‌متر بالای سطح الگوسنج و در سه سرعت باد ۱، ۲ و ۳ متر بر ثانیه که توسط تونل باد تولید می‌شود را از نظر بادبردگی بررسی کردند. بر طبق نتایج این مطالعه، سرعت باد و ارتفاع بوم، اثر قابل توجهی بر روی بادبردگی سم دارد. بیشترین میزان بادبردگی در ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر و کمترین بادبردگی در سرعت باد ۱ متر بر ثانیه و زاویه نازل ۶۵ درجه، ایجاد می‌شود.

باتلر و همکاران (۲۰۱۴) آزمایش‌هایی را جهت بررسی توزیع سم در محصول گندم، انجام دادند. ایشان اظهار داشتند که ارتفاع بوم و سرعت باد بر توزیع سم اثر می‌گذارد. استفاده از نازل هوا القا اثر سرعت باد را کاهش می‌دهد و بنابراین احتمال رسیدن به توزیع یکنواخت را ایجاد می‌کند. کاوالیر و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از کاغذهای حساس به آب، تاثیر اندازه قطرات، نوع نازل و حجم محلول پاشی را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از سه نازل ۱۱۰۰۲، ۱۱۰۰۳ و ۱۱۰۰۴ استفاده شده است. سرعت تراکتور ۷ کیلومتر بر ساعت و مقدار دبی سمپاش ۱۵۰ و ۳۰۰ لیتر در هکتار می‌باشد. فشار سمپاش با توجه به نوع نازل، تنظیم شد. طبق نتایج ایشان، اندازه قطرات در عملکرد عملیات سمپاشی، دارای تاثیر بیشتری می‌باشد.با توجه به اهمیت موضوع و کمبود کارهای انجام شده در داخل کشور، بر روی بادبردگی، این تحقیق درصدد است که با بررسی پارامترهای موثر بر سمپاشی و بهینه کردن اندازه قطرات با تغییر دادن این پارامترها، اثرات مضر بادبردگی را به حداقل برساند.

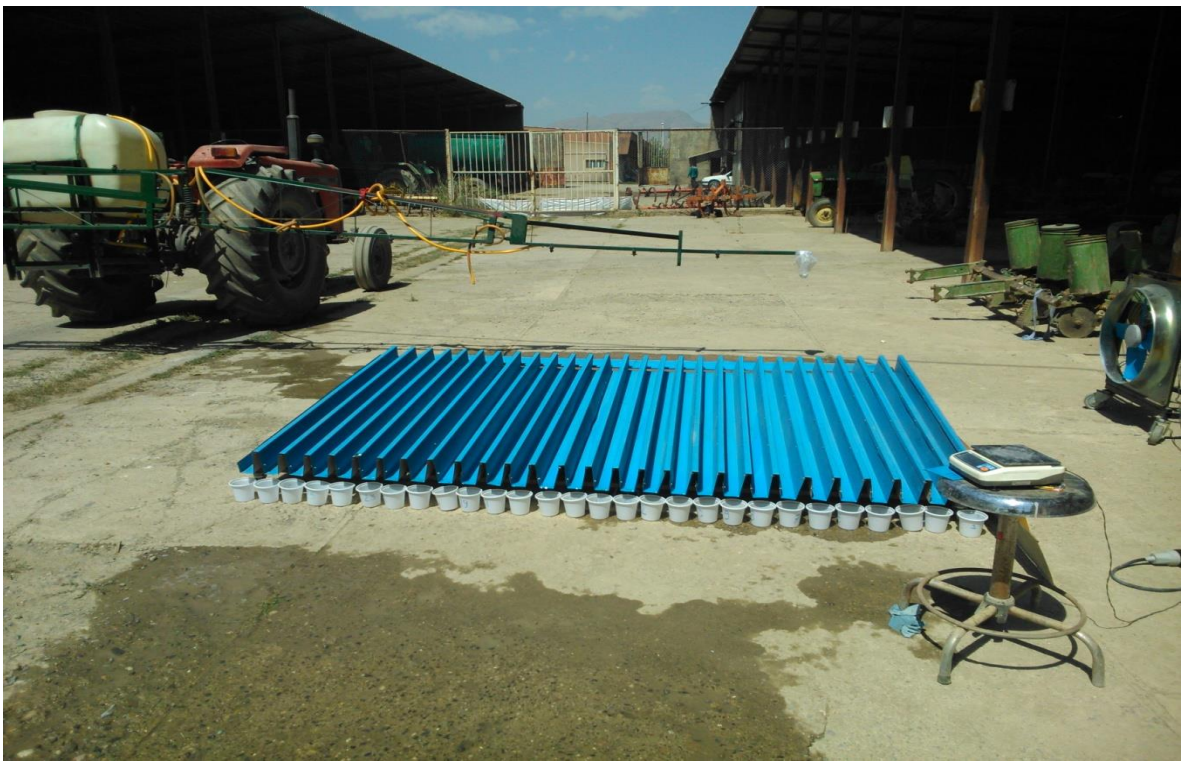
مواد و روش‌ها

با توجه به طرح آماری پژوهش، شامل: دو فشار (۳ و ۴ بار) و سه ارتفاع (۶۰، ۷۰ و ۸۰ سانتی‌متر از نوک نازل تا سطح زمین) و دو نوع نازل (بادبزنی مسطح ۱۱۰۰۴ و مخروطی تو خالی) در سه تکرار و در دو حالت بادبردگی و هوای آرام، در دو مرحله (مرحله اول: استفاده از کاغذهای حساس به آب، مرحله دوم: استفاده از دستگاه الگوسنج)، تعداد کل آزمایش‌های انجام گرفته ۱۴۴ مورد می‌باشد در هر آزمایش ابتدا تنظیمات لازم روی سمپاش، تراکتور و نازل انجام شد و در ارتفاع و فشار مربوطه تنظیم شدند. در تمام آزمایشات، تراکتور در سرعت پیشروی ثابت ۷/۴۱ کیلومتر بر ساعت و محور تواندهی در دور استاندارد ۵۴۰ دور در دقیقه قرار گرفت. برای انجام آزمایش‌ها از دو نازل که با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بر روی بوم سمپاش قرار گرفته بودند، استفاده شد و بقیه نازل‌های موجود در روی بوم مسدود شدند. نازل‌ها از لحاظ سالم بودن بررسی شدند و همچنین دبی خروجی برای هر یک از نازل‌های موجود، در مدت ۶۰ ثانیه اندازه گیری شد. طبق نتایج به دست آمده دبی همه نازل‌ها در محدوده ۱۰± درصد (محدوده استاندارد خطا برای دبی خروجی) نسبت به دبی استاندارد مربوط به خود قرار داشتند.

در مرحله اول آزمایش‌ها، به ازای هر تکرار، از ۹ عدد کاغذ حساس به آب استفاده شد. تراکتور از روی کاغذها عبور کرد. پس از انجام آزمایش، کاغذها اسکن شده و با استفاده از پردازش تصویر در نرم افزار MATLAB پارامترهای قطر میانه عددی، قطر میانه حجمی و کیفیت پاشش به دست آمد و نتایج حاصل، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS بررسی شد. در مرحله دوم آزمایش‌ها، عملیات محلول پاشی به مدت ۶۰ ثانیه بر روی الگوسنج انجام گرفت. پس از گذشت این زمان، میزان آب جمع آوری شده در هر یک از لیوان‌ها با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱± گرم، اندازه گیری شد. با محاسبه ضریب تغییرات، بهترین ارتفاع و فشار انجام آزمایش، تحت شرایط هوای آرام و بادبردگی، تعیین گردید. آزمایش‌ها با استفاده از آزمون فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، انجام گردید.

انجام آزمایش بادبردگی

جهت بررسی میزان بادبردگی ذرات سم، از یک فن به عنوان منبع تولید باد استفاده شد. سرعت باد، به صورت تجربی و با تغییر دادن فاصله فن از مرکز الگوسنج با استفاده از بادسنج تعیین گردید که مقدار آن ۴ متر بر ثانیه می باشد.



شکل ۱– اجرای آزمایش تاثیر باد بر توزیع سم، بر روی الگوسنج

جدول ۱- تعیین میزان همپوشانی نازل‌ها با استفاده از الگوسنج در شرایط هوای آرام (۱) و بادبردگی (۲) مخروطی

ضریب تغییرات(۲)	انحراف معیار(۲)	میانگین (۲)	ضریب تغییرات(۱)	انحراف معیار(۱)	میانگین (۱)	فشار (bar)	ارتفاع (cm)	نوع نازل
۱۷/۷	۱۰/۲	۵۷/۶۴	۱۶/۳	۱۱/۳۹	۶۹/۹	۳	۶۰	
۱۹/۵	۱۴/۳۵	۷۳/۶	۱۵/۲	۱۳/۱۵	۸۶/۵۳	۴	۶۰	
۱۸/۶	۸/۷	۴۶/۷۸	۱۸/۶	۸/۹۶	۵۸/۹۴	۳	۷۰	
۲۰/۳	۱۲	۵۹/۱۳	۱۶/۴	۱۲/۱۱	۷۳/۸۳	۴	۷۰	۱۱۰۰۴
۲۱/۴	۸/۴۵	۳۹/۴۷	۱۹/۸	۹/۸۴	۴۹/۷۱	۳	۸۰	
۲۳/۱	۱۱/۰۴	۴۷/۸	۱۹/۱	۱۲/۲۵	۶۴/۱۵	۴	۸۰	
۳۳/۶	۱۳/۵۳	۴۰/۲۷	۱۱/۸	۱۰/۲۸	۵۱/۹	۳	۶۰	
۳۵/۱	۱۷/۰۲	۴۸/۵	۱۲/۷	۱۲/۹۷	۶۷/۹۱	۴	۶۰	
۳۴/۹	۱۰	۲۸/۶۸	۱۵/۳	۶/۲۶	۴۱/۲۲	۳	۷۰	
۳۷/۱	۱۳/۴۴	۳۶/۲۴	۱۴/۵	۸/۳۵	۵۰/۹۷	۴	۷۰	
۳۹/۵	۸/۸۹	۲۲/۵	۱۸/۶	۵/۵	۳۳/۷۲	۳	۸۰	
۴۱/۸	۱۱/۵۶	۲۷/۶۵	۱۷/۱	۷/۷۴	۴۱/۵۹	۴	۸۰	

نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل در شرایط هوای آرام، نازل ۱۱۰۰۴ در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۴ بار و نازل مخروطی تو خالی در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۳ بار، دارای یکنواخت‌ترین میزان همپوشانی می‌باشد. در قیاس با شرایط هوای آرام، میزان یکنواختی پوشش کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که در نازل ۱۱۰۰۴ در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۴ بار، ۲۲/۰۵٪ و در نازل مخروطی تو خالی در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۳ بار، ۶۴/۸۸٪ کاهش در میزان یکنواختی پوشش مشاهده می‌شود.

نتایج حاصل از بررسی کاغذهای حساس به آب با استفاده نرم افزار متلب

با استفاده از پردازش تصویر بر روی کاغذهای حساس به آب و محاسبه فاکتورهای مورد نظر، مقدار کیفیت پاشش برای هر یک از تیمارها طبق جدول۲ محاسبه شد.

جدول ۲- بررسی قطرات پخش شده از نازل‌های مورد آزمایش در شرایط هوای آرام (۱) و بادبردگی (۲)

نوع نازل	ارتفاع (cm)	فشار (bar)	$DV_{0/1}$ (µm) (۱)	$DV_{0/5}$ (µm) (۱)	$DV_{0/9}$ (µm) (۱)	SQ (۱)	$DV_{0/1}$ (µm) (۲)	$DV_{0/5}$ (µm) (۲)	$DV_{0/9}$ (µm) (۲)	SQ (۲)
	۶۰	۳	۲۸۵/۳۱	۴۳۵/۳۱	۵۷۴/۶۷	۲/۱۵	۲۴۴/۷۲	۳۷۶/۵۳	۵۰۱/۷۸	۳/۰۷
	۶۰	۴	۲۳۹/۱۲	۳۶۷/۲۱	۴۸۳/۹۸	۲/۰۴	۲۰۷/۱۹	۳۱۹/۱۲	۴۲۳/۶۵	۳/۲۱
	۷۰	۳	۲۷۸/۹۷	۴۲۳/۱۷	۵۵۱/۸۲	۳/۰۲	۲۳۳/۱۵	۳۶۱/۷۶	۴۷۹/۳۴	۳/۱۴
۱۱۰۰۴	۷۰	۴	۲۴۱/۴۵	۳۷۲/۹۳	۴۸۷/۲۵	۲/۱۷	۱۹۸/۳۶	۳۰۱/۴۵	۳۸۹/۵۷	۳/۵۸
	۸۰	۳	۲۷۰/۵۱	۴۱۲/۰۳	۵۴۷/۵۶	۳/۳۲	۲۳۲/۵۴	۳۵۳/۷۱	۴۶۱/۲۹	۳/۷۶
	۸۰	۴	۲۴۴/۶۳	۳۲۶/۶۴	۴۹۳/۷۱	۳/۲۹	۲۰۹/۲۶	۳۲۴/۵۳	۴۲۳/۸۱	۳/۸۹
	۶۰	۳	۲۱۹/۸۵	۳۲۳/۴۳	۴۳۲/۲۷	۲/۶۴	۱۶۹/۸۳	۲۶۱/۲۴	۳۴۲/۱۸	۴/۹۷
	۶۰	۴	۱۵۳/۷۶	۲۳۶/۱۲	۳۰۵/۱۳	۳/۱۷	۱۱۴/۷۵	۱۷۳/۶۱	۲۲۶/۵۷	۵/۱۷
مخروطی	۷۰	۳	۲۰۷/۴۱	۲۲۷/۶۸	۴۱۰/۶۷	۳/۳۹	۱۵۱/۴۳	۲۲۴/۸۵	۳۰۷/۵۱	۵/۰۳
	۷۰	۴	۱۶۲/۶۳	۲۵۱/۷۶	۳۲۷/۸۱	۳/۲۸	۱۲۷/۶۲	۱۹۵/۲۷	۲۵۸/۶۹	۵/۲۶
	۸۰	۳	۲۱۱/۳۴	۳۲۵/۵۷	۴۲۵/۱۵	۳/۷۲	۱۵۵/۳۹	۲۳۸/۳۱	۳۱۵/۷۸	۵/۲۹
	۸۰	۴	۱۵۶/۵۱	۲۳۸/۸۴	۳۱۴/۹۴	۳/۵۱	۱۴۳/۵۸	۱۶۳/۷۲	۲۱۸/۶۳	۵/۴۷

قطر میانه حجمی

با توجه به قطر میانه حجمی محاسبه شده در نازل مخروطی، ریزترین قطرات در قیاس با نازل دیگر تولید شده است. در تمامی تیمارها، در فشار ۴ بار قطرات ریزتری نسبت به فشار ۳ بار تولید شده است.

کیفیت پاشش

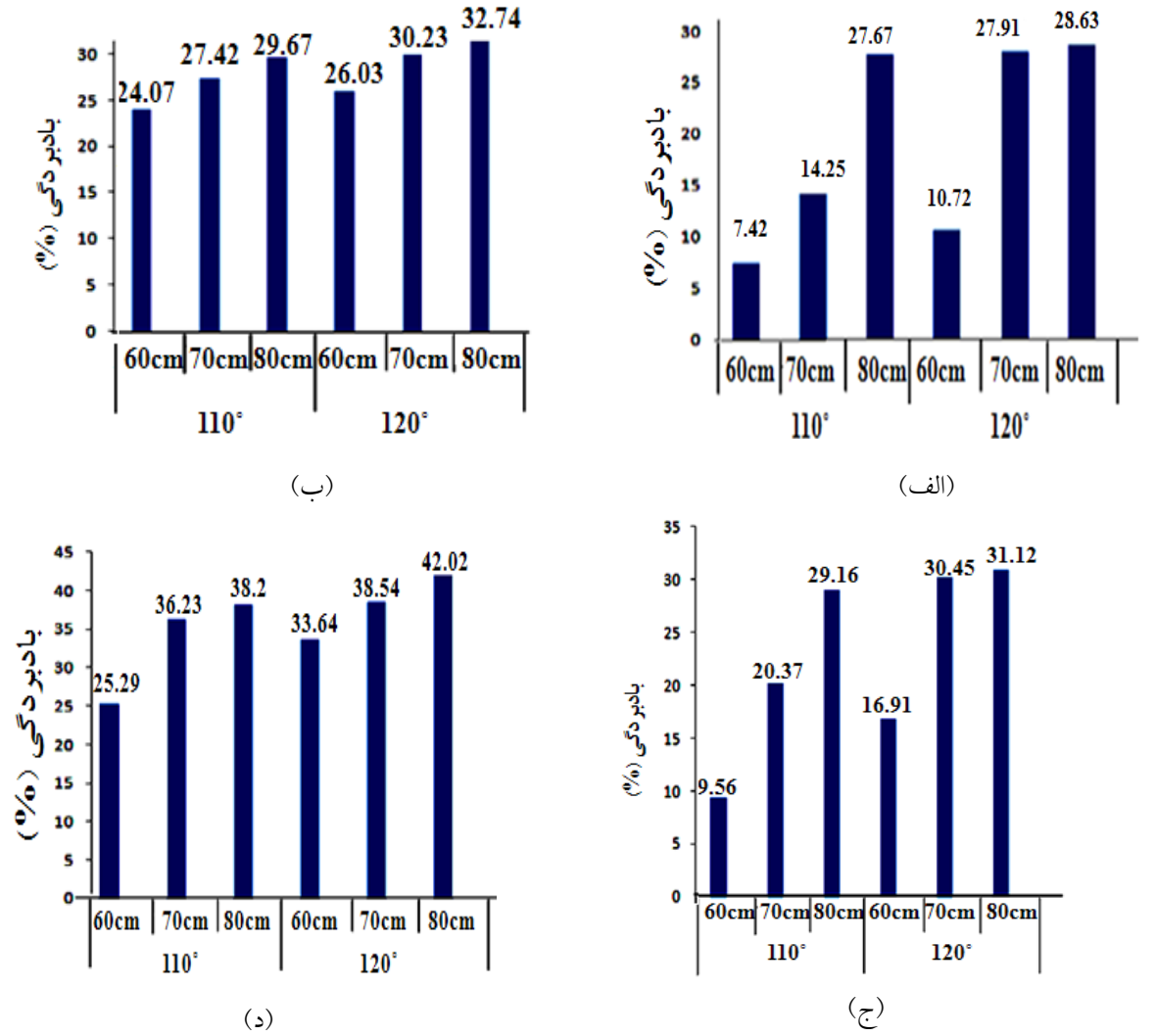
در شرایط هوای آرام، نازل بادبزنی ۱۱۰۰۴ در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۴ بار و نازل مخروطی در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۳ بار از کیفیت پاشش بالاتری برخوردار است. در شرایط بادبردگی در نازل ۱۱۰۰۴ در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۴ بار، ۳۶/۴۵٪ و در نازل مخروطی در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۳ بار، ۸۸/۲۶٪، کاهش در کیفیت پاشش، در قیاس با شرایط یکسان، در هوای آرام مشاهده شد.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس اثر نوع نازل، فشار، ارتفاع و سرعت وزش باد بر روی بادبردگی(۱) و توزیع(۲) ذرات سم

تیمار	درجه آزادی	میانگین مربعات(۱)	Sig(1)	Sig(2)
زاویه	۱	۳۷۵۷۸۳۲/۷۸۲	/۰۰۰	/۰۰۰
فشار	۱	۲۱۳۳۹۷۰/۶۸۰	/۰۰۰	/۰۰۰
ارتفاع	۲	۲۷۹۸۳۸۵/۹۴۸	/۰۰۰	/۰۰۰
باد	۱	۱۱۶۷۵۸۷/۲۶۳	/۰۰۰	/۰۰۰
زاویه*فشار	۱	۲۰۸۱۸/۸۱۲	/۰۰۰	/۰۰۰
زاویه*ارتفاع	۲	۲۰۵۴۵/۲۳۱	/۰۰۰	/۰۰۰
زاویه*باد	۱	۸۲۳۰۰/۷۳۷	/۰۰۰	/۰۰۰
فشار*ارتفاع	۲	۴۳۶۴۵/۷۱۲	/۰۰۰	/۰۰۰
فشار*باد	۱	۵۱۷/۴۳۵	/۰۰۱	/۰۰۰
کل	۷۱			

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، پارامترهای نوع نازل، فشار پاشش، ارتفاع بوم، سرعت وزش باد و اثرات متقابل دوگانه این موارد یعنی؛ نوع نازل* فشار، نازل* ارتفاع، نازل* باد، فشار* ارتفاع، فشار* باد، ارتفاع* باد در سطح احتمال ۱٪ اثر کاملاً معنی داری بر روی بادبردگی و توزیع ذرات سم دارند.

بادبردگی قطرات پخش شده از دهانه هر نازل



شکل. اثر متقابل زاویه نازل بادبزنی مسطح ۱۱۰ درجه و نازل مخروطی ۱۲۰ درجه، ارتفاع نازل ۶۰، ۷۰ و ۸۰ سانتی متر بر روی بادبردگی الف) فشار ۳ بار، هوای آرام ب) فشار ۴ بار، هوای آرام ج) فشار ۳ بار، وزش باد د) فشار ۴ بار، وزش باد

با کاهش ارتفاع، میزان بادبردگی کاهش می‌یابد، در شرایط بادبردگی در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۳ بار، در نازل ۱۱۰۰۴، ۶۹/۱۷٪ و در نازل مخروطی ۵۸/۸۲٪ افزایش درصد بادبردگی، نسبت به شرایط هوای آرام مشاهده می شود. در شرایط بادبردگی در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر و فشار ۴ بار، در نازل ۱۱۰۰۴، ۶۲/۲٪ و در نازل مخروطی ۴۹/۷۳٪ افزایش درصد بادبردگی، نسبت به شرایط هوای آرام مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، تمرکز اصلی بر روی عوامل موثر بر بادبردگی و توزیع ذرات سم می‌باشد. به وضوح دیده می‌شود که اندازه قطره مهمترین نقش را در کنترل بادبردگی بازی می‌کند. فشار اندازه قطرات را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با افزایش فشار میزان

قطرات ریز بیشتر می‌شود و بر مقدار بادبردگی افزوده می‌شود مقدار سرعت باد تاثیر زیادی بر بادبردگی دارد. با افزایش ارتفاع، میزان تاثیر باد بیشتر شده و بادبردگی افزایش می‌یابد. با وزش باد از سمت چپ به راست، الگوی پاشش به سمت راست سوق می‌یابد، به گونه‌ای که در چند کانال اول الگوسنج، مایع مشاهده نمی‌شود.

نازل مخروطی تو خالی با توجه به ریز بودن قطرات تولیدی، جهت نفوذ در سطوح سمپاشی مناسب بوده ولی میزان بادبردگی آن در قیاس با نازل بادبزنی بیشتر می‌باشد. در این نازل جهت داشتن یکنواخت ترین میزان پاشش در سطح مزرعه، در شرایط هوای آرام و نیز در شرایط وزش باد، باید ارتفاع پاشش را ۶۰ سانتی‌متر از بالای سطح هدف و فشار پمپ سمپاش را به میزان ۳ بار تنظیم نمود. با توجه به بالا بودن میزان بادبردگی، استفاده از این نوع نازل در شرایط بادبردگی توصیه نمی‌شود.

در نازل ۱۱۰۰۴ جهت داشتن یکنواخت ترین میزان پاشش در سطح مزرعه در شرایط بادبردگی، باید ارتفاع پاشش را به اندازه ۶۰ سانتی‌متر و فشار پمپ سمپاش را به میزان ۳ بار و در شرایط هوای آرام، باید ارتفاع پاشش را به اندازه ۶۰ سانتی‌متر و فشار پمپ سمپاش را به میزان ۴ بار، تنظیم نمود.

منابع و مآخذ

۱. افشاری، م. ۱۳۷۱. روش های کاربرد آفتکش ها. چاپ اول. انتشارات موسسه تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی، تهران.

۲. شفیعی، ا. ۱۳۷۱. اصول ماشین های کشاورزی، چاپ اول. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.

3. Butler, M. C. Lane, A. G. Sullivan, C. M. 2014. Distribution of spray applied to a cereal crop and the effect of application parameter on penetration for Patients. 1424–1433.

4. Nasir, S. 2014. Effects of cross wind, nozzle angle and height on the performance of broadcasting spraying system.Vol 8(3). 648-653.

5. Sehsa, E.M.E. Herbst, A. 2010. Drift potential for lo pressure externalmixin twin fluid nozzles based on wind tunnel measurments. Misr j. Ag. Eng. Vol 27(2). 438-464.

6. Cavalier, S. M, Lenik. 2010. Impact of nozzle types on efficacy of herbicides applied for weed control in maize, Faculty of Agriculture and Life Sciences Maribor. Vol 77.439-444.

Abstract

Chemical pesticides to prevent environmental pollution and economic issues should be applied with the greatest impact and lowest drif. This paper investigated the effects of treatments: 11004 flat fan nozzle, hollow cone nozzle at three heights 60, 70 and 80 cm above the ground level, at 3 and 4 bar pressure in both drift and calm weather, On drift and distribution of pesticide. A factorial experiment in a randomized complete block design with three replications. To determine the distribution, a patternator was built and to create wind, a fan was used. By the using water sensitive papers and analysis in MATLAB, the quality of spray was determined. This study suggests use of nozzles 110 angle at 60cm and 4 bar and hollow cone at 60cm and 3 bar for uniform distribution. The spraying in 4m/s not recommented.

Keywords: Pressure, Height boom, Drift, Distribution,Volume median diameter.