ساخت و ارزیابی سمپاش دستی با نازل دیسکی گریز از مرکز

مهدی آرین- تیمور توکلی -محمد قربانی[1]

تاریخ دریافت ۸۲/۶/۱۶

چکیده

در این تحقیق به منظور تعیین تاثیر عوامل موثر بر اندازه قطرات ایجاد شده توسط یک نازل دیسکی چرخان، جمعا ۹ دیسک سمپاش از جنس ورق فولادی CK45 به ضخامت ۴ میلی‌متر و با اندازه اقطار ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌مترساخته شد که روی هریک از سه گروه اندازه یاد شده تعداد شیارهایی برابر ۲۰، ۴۰ و ۸۰ عدد و با عرض شیار یک میلی‌متر ایجاد گردید. به منظور به حرکت در آوردن دیسکها از یک موتور بنزینی دو زمانه ۱/۴۷ کیلوواتی استفاده شد. مخزن سم از آب پر شده و جریانی از آب معادل با ۷۰ سانتی‌متر مکعب بر دقیقه به ناحیه مرکزی دیسک دوار هدایت شد. سپس عملیات پاشش با هر یک از دیسکها در سه دور ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ دور در دقیقه انجام گردید و توسط کاغذهای حساس به آب از قطرات ایجاد شده در هر مرحله نمونه‌گیری شد. کلیه آزمایشها در هر مرحله در سه تکرار انجام شد. نمونه های گرفته شده توسط نرم افزار Win DIAS (version2) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اندازه قطرات در هر مرحله تعیین گردید. تحلیل نتایج آزمایش نشان داد که تاثیر هر یک از عوامل اندازه قطر دیسک، تعداد شیار و سرعت دورانی دیسک بر اندازه قطرات در سطح یک درصد معنی‌دار است، به طوری که با افزایش هریک از این عوامل، اندازه قطرات ایجاد شده کاهش می‌یابد. همچنین عامل سرعت دورانی دیسک، موثرترین عامل بر اندازه قطرات تولید شده می‌باشد به طوری که ۷۴/۱ درصد از تغییرات اندازه قطرات، ناشی از تغییرات دور دیسک است. عوامل قطر دیسک با ۱۳/۶ درصد و تعداد شیار با اختصاص ۸/۱ درصد از تغییرات اندازه قطرات، دومین و سومین عوامل موثر بر اندازه قطرات تعیین گردید. با توجه به یافته های مطالعه، پیشنهاد می‌شود در سمپاشی علیه بیماریهای گیاهی و آفات کوچک از دیسکهایی با قطر بیشتر، تعداد شیار بالاتر و سرعت زیاد و در سمپاشی علیه آفات بزرگ و همچنین مصرف علف کشها و به منظوراحتراز از بادبرگی‌از دیسکهایی با قطر و تعداد شیار کمتر و با سرعت پایین استفاده شود.

واژه های کلیدی: نازل دیسکی، سمپاش دستی، اندازه قطره.

مقدمه

سمپاشی عملیاتی است که در مورد اکثر محصولات کشاورزی برای جلوگیری از خسارت وارده از طرف آفت یا بیماری انجام می‌شود. بدون انجام مبارزه شیمیایی، بخش مهمی از محصولات کشاورزی توسط آفات، بیماریها و علفهای هرز از بین رفته و بدون شک کمبود واقعی در مواد غذایی پدیدار می‌گردد(۲). در اهمیت مبارزه با آفات، بیماریها و علفهای هرز می‌توان گفت که هر ساله بطور متوسط ۲۵ تا ۳۵ درصد کل محصولات کشاورزی دنیا توسط حشرات، علفهای هرز و عوامل بیماریزای گیاهی از بین می‌رود و این رقم در صورت عدم مبارزه تا ۸۰ درصد افزایش می‌یابد (۹).

در مقایسه با نازلهای هیدرولیکی که محدوده نسبتاً وسیعی از اندازه قطرات را تولید می‌کنند، تکنیک سمپاشی با

۱- به ترتیب نفرات اول و سوم کارشناس و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، و نفر دوم دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران.

قطرات کنترل شده(CDA)[1]، تاکید بر استفاده از طیفی یکسان از قطراتی را دارد که اندازه آنها به منظور ایجاد پوششی مطلوب بر سطح هدف مورد نظر انتخاب می‌شود (۱۱). در این روش با توجه به هدف سمپاشی می‌توان از اندازه مشخص و کنترل شده ای از قطرات سم استفاده کرد. کنترل اندازه قطرات از یک طرف مانع از تولید قطرات بسیار ریز که در معرض هوابردگی قرار دارند، می‌شود و از طرف دیگر تولید قطرات درشت که به سهولت از دسترس گیاه خارج شده و برروی خاک می‌افتند را محدود می‌کند. لذا این روش با کاهش مصرف سم، از لحاظ اقتصادی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. بر طبق نظریه برانسکیل[2] اندازه قطرات محلول سم تاثیر قابل ملاحظه ای بر بقاء آنها بر روی برگ گیاهان دارد، بطوری که با افزایش اندازه قطرات سم، تعداد ابقاء شده آنها بر روی برگ کاهش می‌یابد (۷). ذرات کوچک سم همچنین با پوشش کاملتر سطوح گیاه باعث مؤثرتر واقع شدن تاثیرسمومی چون قارچکشها، حشره کشها و بیشتر علف کشها می‌شوند (۶). در این روش حجم پاشیده شده سم می‌تواند هشت تا ده برابر کمتر از مقدار مورد استفاده در نازلهای هیدرولیکی جهت سمپاشی یک سطح مشخص باشد (۴). روش CDA توسعه منطقی سمپاشی با حجم فوق العاده کم(ULV)[3] است که در آن مقدار سم پاشیده شده به طور معمول کمتر از ۵ لیتر در هکتار است و چنانچه از فرمولاسیونهای روغنی استفاده شود، مقدار مصرف سم به کمتر از ۳ لیتر در هکتار کاهش خواهد یافت (۱۷). سمپاشی با قطرات کنترل شده به طور چشمگیری در نواحی نیمه خشک که تهیه آب مشکل است (۸) و به منظور احتراز از کاربرد روشهای سنتی سمپاشی به کار گرفته شده است. بویژه در مزارع وسیع پنبه در آفریقا که سمپاشی توسط سمپاشهای مجهز به دیسکهای دوار این مهم را به انجام رسانیده‌اند(۱۵). در آزمایشگاه ثابت شده است که نازلهای با انرژی چرخشی از نظر تولید قطراتی با اندازه یکسان ارزشمند می‌باشند(۱۶). در این نازلها محلول سم از بالا در وسط سطح چرخان ریخته می‌شود و تحت تاثیرنیروی گریز از مرکز ناشی از حرکت دورانی، به سمت لبه سطح هدایت شده و سپس بصورت قطرات ریز در می‌آید. در نازلهای دوار نیروی گریز از مرکز بر کشش سطحی و لزجت[4] مایع غلبه می‌کند. لذا مواد امولسیونی با لزجت زیاد و همچنین مواد سوسپانسیونی به طور رضایت بخشی در مقایسه با نازلهای هیدرولیکی به صورت قطرات ریز در می‌آیند. در نازلهای هیدرولیکی کانالهای حامل سم در اثر استفاده از این سموم و کاربرد زیاد، بتدریج مسدود شده و برای غلبه بر نیروی اصطکاک ایجاده شده بین مایع در حال خارج شدن از نازل و کانال سم نیاز به فشار هیدرولیکی زیادی خواهد بود که البته مشکلاتی را برای پمپ سمپاش ایجاد می‌کند (۱۲). نازلهای چرخان در اشکال دیسکی، فنجانی، توریهای دوار و استوانه های سوراخدار دوار ساخته شده‌اند. این نازلها علاوه بر کاربرد در سمپاشها، درخشک کنهای پاششی[5] موجود در صنایع غذایی، صنایع شیمیایی و سرامیک سازی نیز مورد استفاده قرار می گیرند (۵). اخیراً کوششهایی نیز جهت باردار کردن الکتریکی قطرات تولید شده در این روش صورت گرفته و نتایج رضایت بخشی را نیز بدنبال داشته است(۱۳).

در این طرح در ابتدا نازلهای دیسکی مورد نیاز طراحی و ساخته شد. ساخت نازلهای دیسکی با موتور راه انداز احتراقی برای اولین بار در کشور انجام شده است. سپس با استفاده از کاغذهای حساس به آب در هر مرحله، از قطرات تولید شده بوسیله سمپاش، نمونه‌گیری شده و سپس نمونه‌ها به صورت الکترونیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و اندازه قطرات در هر مرحله تعیین گردید. استفاده از نرم افزار کامپیوتری به منظور تعیین اندازه قطرات نیز برای اولین بار در کشور در این طرح انجام شده است. تاکنون روش استفاده از میکروسکوپ و یا کاغذهای معیار استاندارد برای تعیین اندازه قطرات در کشور گزارش شده است(۳).

مواد و روشها

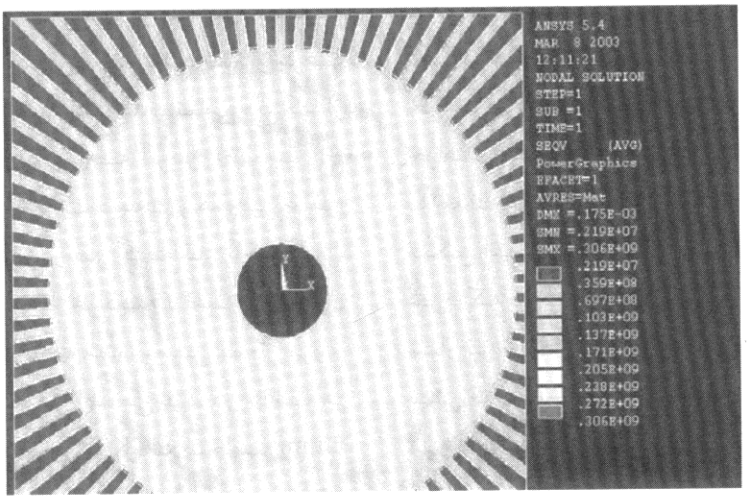
به منظور ثابت ماندن تمامی شرایط مربوط به

1-Controlled Droplet Application 2- Brunskill 3- Ultra Low Volume 4-Viscosity
5-Spray drier

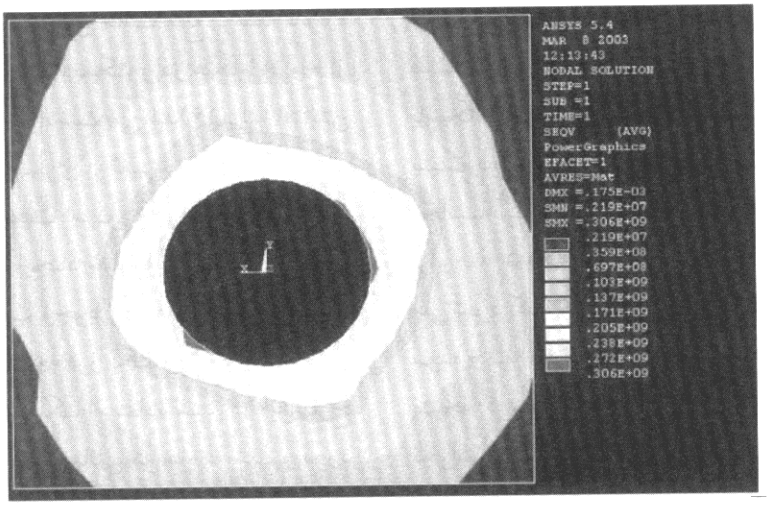
خصوصیات فیزیکی و ساختمانی دیسکها و مطالعه درخصوص تأثیر سه عامل قطر دیسک، تعداد شیار و سرعت دورانی آن بر اندازه قطرات تولید شده، تمامی دیسکها از جنس یکسان ساخته شد. قطر ناحیه آبریز، قطر سوراخ مرکزی جهت عبور محور محرک دیسک و همچنین عرض شیار در تمامی دیسکها ثابت در نظر گرفته شد. ناحیه آبریز، سطحی دایره‌ای شکل در وسط هر دیسک است که محلول سم ابتدا روی این سطح ریخته شده و سپس در اثر نیروی گریز از مرکز به داخل شیارها رانده می‌شود. در ساخت هر یک از دیسکها از ورق فولادی CK45به ضخامت ۴ mm استفاده شد.CK45 دارای استحکام کششی بالا بوده و دارای قیمت مناسبی نیز می‌باشد. به منظور جلوگیری از لغزش مایع در پاشنده‌های دوار وجودپره‌ها و یا شیارهای شعاعی بر روی دیسکها الزامی است (۱۴). در این حالت مایع بوسیله دیواره شیار محدود شده و در پیرامون دیسک و در هنگام خروج از آن به بیشترین سرعت ممکن دست می‌یابد(۱۶). لذا افزایش تعداد شیارها برای جلوگیری از لغزش مایع و پخش یکنواخت محلول حایز اهمیت است. یک راه افزایش تعداد شیارها بر سطح دیسک، ایجاد شیارهایی با عرض کم می باشد. با توجه به محدودیت وجود تیغه های فرز با ضخامت کمتر از یک میلی‌متر، از تیغه فرز یک میلی‌متری به منظور ایجاد شیار بر روی هر دیسک استفاده شد. در این طرح دیسکهایی به ابعاد ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر ساخته شده و مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین به منظور تعیین اثر عامل تعداد شیار هر دیسک بر اندازه قطرات تولید شده، تعداد شیارهایی برابر ۸۰، ۴۰ و ۲۰ عدد بر روی هریک تراشیده شد.

جهت تعیین مقدار تنش حداکثر از نرم‌افزار ANSYS (version5.4) استفاده شد. از آنجا که محاسبه مقدار تنش جهت تخمین این مهم صورت می گیرد که آیا در دور حداکثر، دیسک دچار گسیختگی خواهد شد یا خیر و با توجه به این امر که نیرویی که موجب اعمال تنش در دیسک می‌شود ناشی از نیروی گریز از مرکز بوده و این نیرو متناسب با جرم دیسک است ($mr\varpi^2$)، کافی است مقدار تنش در دیسکی با جرم زیاد محاسبه شود. بدلیل ضخامت یکسان تمامی دیسکها، جرم آنها متناسب با قطر دیسک خواهد بود و لذا دیسکهای با قطر ۲۰ cm بیشترین جرم را خواهند داشت. بعبارتی دیگر در ابتدا دیسک به قطر۲۰ cm و با تعداد شیار ۲۰ عدد را مورد مطالعه قرار می‌دهیم. از طرفی ممکن است مسئله تمرکز تنش با افزایش تعداد شیارها مطرح شود که با توجه به این مسئله، تنش در دیسک ۲۰cm با ۸۰ شیار نیز توسط نرم‌افزار محاسبه و تعیین شد. شکل(۱) مقادیر تنش قائم دیسک ۸۰ شیاره را در قسمت روی دیسک نشان می‌دهد. در این حالت تنش قائم حداکثر بین۱۳۷ تا ۱۷۱ مگاپاسگال می‌باشد. شکل(۲) نیز مقادیر تنش قائم را در قسمت پشتی دیسک مزبور نشان می‌دهد. در این حالت تنش قائم حداکثر بین۲۷۲ تا ۳۰۶ مگا پاسگال می‌باشد. مقدار تنش قائم حداکثر در ناحیه سوراخ مرکزی دیسک ۲۰ شیاره و در قسمت روی دیسک نیز در محدوده بین ۱۰۰ تا ۱۳۳ مگا پاسگال تعیین شد. مقادیر تنش دیسک مذکور در قسمت پشت دیسک نیز در محدوده بین۲۶۲ تا ۲۹۵ مگا پاسگال محاسبه گردید. با توجه به مقدارتنش تسلیم فولادCK45 که برابر با ۵۰۰ مگا پاسگال است، مقدار $\tau_{cr} = 250\,\mathrm{MP}$ محاسبه می‌شود که از مقدار $\tau_{\max} = 153\,\mathrm{MP}$ محاسبه شده بیشتر بوده و لذا با توجه به فرضیه تنش برشی حداکثر، می‌توان نتیجه گرفت که دیسکها در حین کار دچار گسیختگی نخواهند شد. در تمامی دیسکها، شیارهایی به عرض ۱ mm و عمق ۲mm با استفاده از یک دستگاه فرز افقی مجهز به یک دستگاه تقسیم تراشیده شد. دستگاه تقسیم امکان انجام دقیق تقسیمات محیطی و سطحی قطعه کار را فراهم می کند، بنحوی که در این مورد فاصله زاویه‌ای شیارها از یکدیگر تقریبا برابر است.

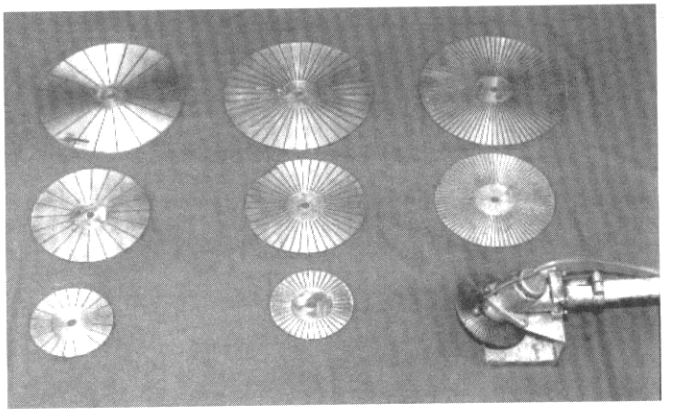
موتور محرک دستگاه، یک موتور بنزینی دو زمانه هوا خنک است. مخزن سوخت موتور پلاستیکی بوده، ۲۳۰ گرم وزن داشته و گنجایش یک لیتر بنزین را دارد. محور متحرک موتور در انتها توسط یک کلاچ وزنه‌ای گریز از مرکز نیروی خود را به محورانتقال نیرومنتقل می کند.



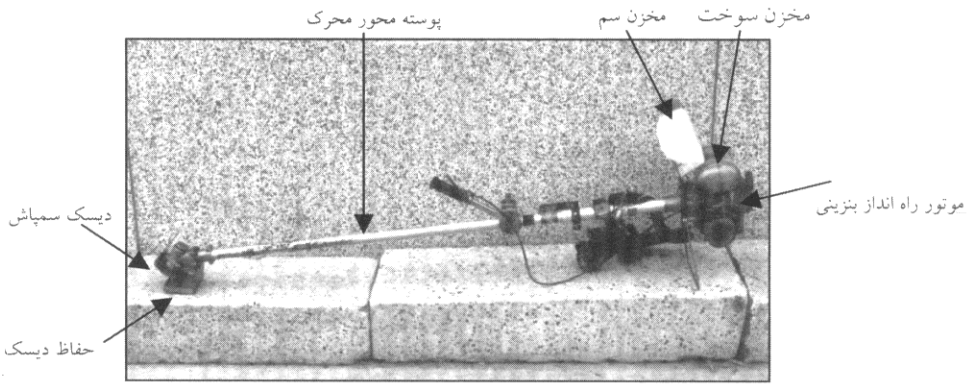
شکل ۱- تنشها در قسمت روی دیسک ۸۰ شیاره.



شکل ۲- تنشها در قسمت پشت دیسک ۸۰ شیاره.



شکل ۳- دیسکهای ساخته شده.



جهت تعیین مقدار دبی بدین ترتیب عمل شد که مخزن سم دستگاه از آب پر شد و دستگاه توسط یک کاربر با قدی حدود ۱۷۵ cm در وضعیت کاری قرار گرفت. از آب جهت تعیین تعداد و اندازه قطرات در سمپاشها و مقایسه نازلهای متفاوت استفاده می‌شود(۱۰و۲). دیسک با پایین آوردن پوسته محور محرک توسط کاربر در فاصله ۲۰ cm از سطح زمین و موازی با آن قرار داده شد. در این حالت فاصله مخزن سم از زمین ۱۲۰ cm اندازه گیری شد. سپس پیچ نگهدارنده لوله حامل آب را شل کرده و لوله به داخل یک بشر هدایت شد. شیر خروجی مخزن سم باز شده و ورود آب به داخل بشر به مدت یک دقیقه ادامه یافت. این زمان توسط کرنومتر ثبت گردید. با پایان یافتن زمان، ورود آب به مخزن قطع شد. با در نظر گرفتن وزن خالی بشر و توزین بشر پس از این مرحله آزمایش، وزن آب جمع آوری شده در بشر بدست آمد که با در نظر گرفتن زمان لازم و تساوی بین وزن و حجم آب، دبی خروجی حدود $70 cm^3/min$ تعیین شد. مراحل فوق بدون پر کردن مجدد مخزن از آب و با در نظر گرفتن همان زمان یک دقیقه تکرار شد، در این حالت نیز دبی حدود ۶۸ ml/min تعیین شد که به طور تقریبی همان مقدار قبلی در نظر گرفته می‌شود.

کلیه آزمایشات مربوط به هر دیسک در سه سرعت ۳۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ دور در دقیقه انجام شد. جهت اندازه گیری دور موتور از یک دور سنج دیجیتالی استفاده شد، بدین ترتیب که با نصب یک قطعه شبرنگ بر روی دیسک تعداد دور موتور درحالات مورد نیاز تعیین گردید. در این دستگاه دسته گاز از طریق یک سیم به دریچه گاز کاربراتور متصل است. با حرکت دسته متحرک در برابر قسمت ثابت زیرین آن، دریچه گاز باز یا بسته می شود. در این آزمایش بر روی دسته متحرک یک شیار مبنا کشیده شد و پس از روشن کردن موتور و رسیدن دور دیسک به مقدار مورد نظر(مثلا ۳۰۰۰دور)، در برابر این شیار و برروی قسمت ثابت زیرین یک شیار شاخص دیگر کشیده شد. برای دو سرعت ۵۰۰۰ و ۷۰۰۰ دور در دقیقه نیز خطوط شاخصی بر روی قسمت زیرین تعیین و حک گردید. علاوه بر این در هنگام آزمایش، رسیدن دور دیسک به دور مورد نظر توسط دورسنج دیجیتالی تست می شد.

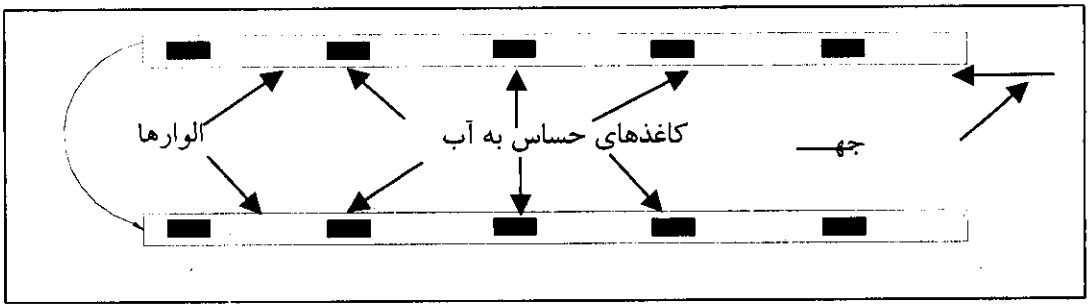
یکی از روشهای تعیین اندازه قطرات و تعداد آنها در واحد سطح استفاده از کاغذهای حساس به آب می‌باشد. این کاغذها آغشته به محلول برموفنل بلو[1] بوده و در حالت خشک زرد رنگ است اما به محض برخورد قطرات حاوی آب با سطح کاغذ لکه هایی آبی رنگ در نتیجه یونیزه شدن رنگ اصلی بر سطح کاغذ پدیدار می گردد(۱۶). این کاغذها در حال حاضر در کشور نیز تهیه می‌شوند(۳). جهت نمونه گیری از قطرات تولید شده در هر مرحله آزمایش از کاغذهای حساس به آب به ابعاد ۲۶×۷۶ ساخت کشور آلمان استفاده شد. چهار الوار چوبی هر یک به ابعاد ۲×۵×۲۵۰

1-Bromo phenol blue

سانتی‌متر جهت استقرار کاغذهای حساس به آب بر روی آنها تهیه شد. تمامی مراحل آزمایش به منظور احتراز از تأثیر عوامل محیطی مانند وزش باد و جریانهای هوایی، در محیط بسته کارگاه انجام شد. کلیه آزمایشها درسه روز متوالی و تحت شرایط هوای ابری انجام گردید. جهت تعیین دما و رطوبت نسبی محیط از یک دستگاه دماسنج خشک و تر استفاده شد. دمای آزمایش در محیط بسته کارگاه بین ۵-۲ درجه و رطوبت نسبی محیط حدود ۱۸ درصد تعیین گردید.

در هر مرحله از آزمایش، کاغذهای حساس به آب برروی چهار الوار و به فاصله ۱۰ cm از یکدیگر قرار گرفت. سطح پشتی کاغذها بوسیله چسب به منظورجلوگیری از حرکت در طی مرحله آزمایش به سطح الوار چسبانده شد. دو الوار از چهار الوار فوق در امتداد یکدیگر وبه فاصله ۳ متری از دو الوار دیگر وبوسیله تکیه گاههایی طوری قرار داده شدند که ارتفاع محل استقرار کاغذها از سطح زمین cm ۱۰ گردد شکل(۵) . در هنگام کار با یک دستگاه سمپاش گریز از مرکزدستی، ارتفاع دیسک معمولاً از فاصله cm ۲۰ بالای محصول و یا در مواقعی که احتیاج به عرض پاشش بیشتر بوده و باد بردگی نیز کم است تا یک متری بالای محصول نیز افزایش می یابد (۱۶). مرحله شروع آزمایش نیز از فاصله۲ متری الوار سمت راست قرار داده شد. بدین ترتیب که کاربر دستگاه را در این محل در وضعیت کاری قرار داده و به سمت الوار حرکت می‌کند. در کلیه حالات ارتفاع دیسک سمپاش در حالت موازی با سطح زمین cm ۲۰ در نظر گرفته شد. جهت تنظیم این فاصله در اولین حالت قرار گیری دستگاه در وضعیت کاری و توسط کاربر، بوسیله وزنه ای کوچک متصل به یک ریسمان پنبه‌ای یک شاقول کوچک ساخته شد و انتهای ریسمان به نقطه وسط پوسته محور انتقال نیرو طوری متصل گردید که درحالی که دیسک موازی با سطح زمین و ارتفاع آن از این سطح cm ۲۰ باشد، انتهای وزنه در امتداد مماس با سطح زمین باشد، بدین نحو کاربر می بایست در حین کار وزنه را در امتداد مماس بازمین حرکت دهد.

در مرحله شروع هر آزمایش پس از پر کردن مخزن سم از آب و قرار گرفتن سمپاش در وضعیت کاری، دور دیسک به میزان مورد نظررسیده و صحت آن توسط دور سنج تست می‌شد. در این مرحله شیر مخزن سم سمپاش باز شده و حرکت از نقطه شروع که حدوداً در فاصله‌ای۲ متری از اولین الوار نمونه گیری قرار دارد، به سمت این الوار آغاز گردید. حرکت در روی الوار به صورتی است که امتداد فرضی عمود بر مرکز دیسک حدوداً بر روی الوار نمونه گیری حرکت نماید. پس از طی یک مسیر۵ متری در مسیر بعدی دومین الوار نمونه گیری طی شد. لذا با توجه به شکل(۵) و نحوه قرارگیری کاغذها بر روی الوار وهمچنین جهت حرکت سمپاش،ازکلیه قطرات ریزودرشت تولید شده نمونه تهیه می‌شود. به عبارت دیگر قطرات درشتتر را که به فاصله دورتری از سمپاش پرتاب می شوند، در کاغذهای دورتر و قطرات ریزتر که سبکتر بوده و انرژی جنبشی کمتری دارند در کاغذهای نزدیکتر به نازل خواهیم داشت و با ادامه حرکت سمپاش تمامی قطرات از ریز و درشت روی یک کاغذ موجود خواهد بود.



شکل۵- نحوه حرکت و نمونه گیری.

هرمرحله از آزمایش در سه تکرار انجام شد و سپس از نمونه‌های حاصل، تعداد ۱۰ عدد به طور تصادفی جهت انجام مراحل بعدی و تعیین اندازه قطرات انتخاب گردید.

از هر یک از نمونه‌های انتخاب شده جهت ایجاد تصاویر قابل بررسی بوسیله نرم افزار آنالیزکننده، با یک بزرگنمایی ۹ برابری و DPI[1] برابر ۱۰۰ تصویربرداری شد. مقدار DPI برابر ۱۰۰ بصورت پیش فرض جهت اسکن تصاویر گرافیکی، توسط نرم افزار راه انداز اسکنر توصیه شده است.

در این طرح جهت اندازه گیری سطح اثر قطرات بر روی کاغذهای حساس از نرم افزار Win DIAS استفاده شده است. این نرم افزار علاوه بر اندازه گیری سطح، قابلیت محاسبه طول، عرض، محیط، زوایا، مرکز سطح، شعاع متوسط و تعداد هدف را داراست(۱۸). قبل از شروع آزمایش، نرم افزار می بایست کالیبره شود. جهت انجام این کار از گزینه set up منوی Calibrate را انتخاب کرده و کالیبراسیون توسط یک تصویر اسکن شده با بزرگمایی واحد از یک خط کش مدرج میلی‌متری صورت می گیرد. این نرم افزار بر اساس تفاوت در رنگ هدف با رنگ مجاور آن در یک زمینه عمل می نماید. به عنوان مثال اگر هدف لکه ای آبی رنگ در زمینه‌ای زرد رنگ باشد، کاربر می تواند نشانگر موس را به محل لکه آبی رنگ برده و بر روی آن کلیک نماید. تعداد ده انتخاب (ده مربع کوچک در قسمت بالا و سمت چپ تصویر) در نظر گرفته شده است. Win DIAS تمام قسمتهایی از تصویر که رنگی مشابه به رنگ انتخاب شده دارند را حذف نموده و به حافظه کامپیوتر منتقل می‌کند. مکانیزم عمل این نرم افزار به شکلی طراحی شده است که به هر رنگ به عنوان نقطه ای از یک فضای سه بعدی نگریسته می شود. به عبارت دیگر رنگ مربوط به هر پیکسل[2] انتخاب شده با نسبتی از رنگهای قرمز، سبز و آبی (RGB) تعریف می‌شود، رنگ سیاه با بردار (۱،۱،۱) و رنگ سفید با بردار (۲۵۵،۲۵۵،۲۵۵) و تمامی رنگهای دیگر بین این دو بردار قرار می گیرند. نرم افزار قابلیت اندازه گیری چندین هدف (صفحه ای)را با هم و یا اندازه گیری تکی را دارد. اطلاعات مربوط به اندازه گیری سطح در پنجره Review Area Meter و اطلاعات مربوط به تعداد هدف در پنجره Review General Meter به صورت یک فایل با فرمت مربوط به نرم افزار Excel ثبت و نگهداری می‌شود. با استفاده از فرمان Count شمارش تعداد هدف میسر است. برای این منظور کافی است کمترین سطحی را که احتیاج به اندازه‌گیری آن می‌باشد در پنجره Minimum Object Area وارد نماییم.

با این کار نرم افزار کلیه اهدافی را که سطحی برابر و یا بزرگتر از مقدار یاد شده دارند را به عنوان یک هدف در نظر گرفته و سطح آنها را اندازه گیری می‌کند. جهت تهیه تصاویری با کیفیتی بالا به منظور استفاده در آنالیزهای کامپیوتری از یک دستگاه اسکنرBrisa مدل620P استفاده گردید.نرم افزار Mirascan که نرم افزار راه انداز این اسکنراست، قابلیت خلق تصاویری با دقت[3] وDPI بالا را داراست. داده های آزمایش جهت تعیین درجه اهمیت هریک از عوامل سه گانه موثر بر اندازه قطرات تولید شده، توسط نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل داده ها توسط نرم افزار به صورت تحلیل رگرسیون گام به گام[4] انجام شد. در این روش رابطه کلی بین عامل اندازه قطره (Y) با عوامل سرعت دورانی دیسک (X_1)، قطر دیسک (X_2) و تعداد شیارهای روی هر دیسک (X_3) بصورت زیر تعیین شد:

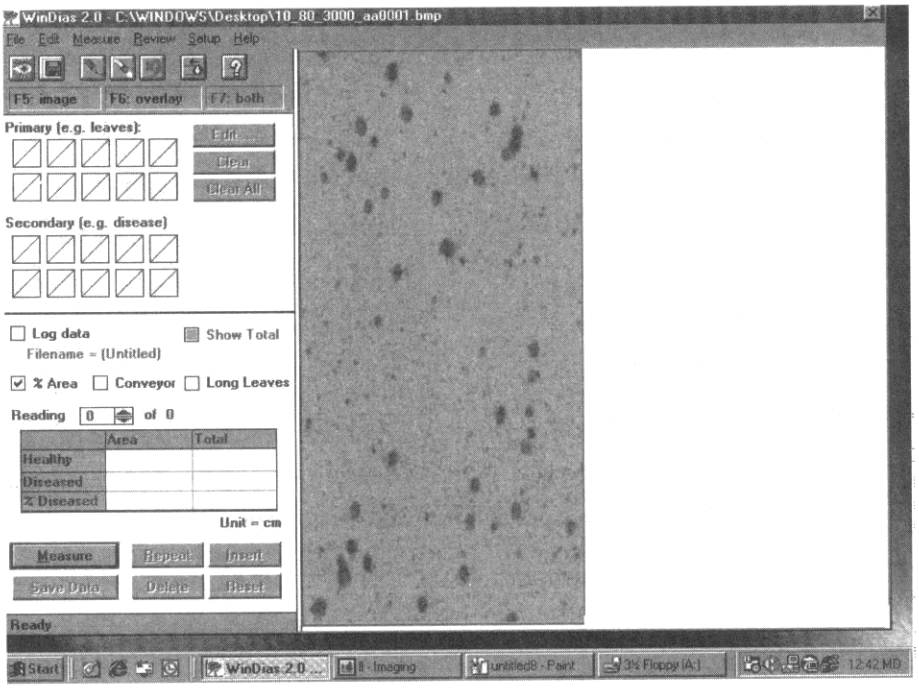
$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \qquad (1)$$

که در آن α وβ ها پارامترهای رگرسیون می‌باشند که باید برآورد شوند.

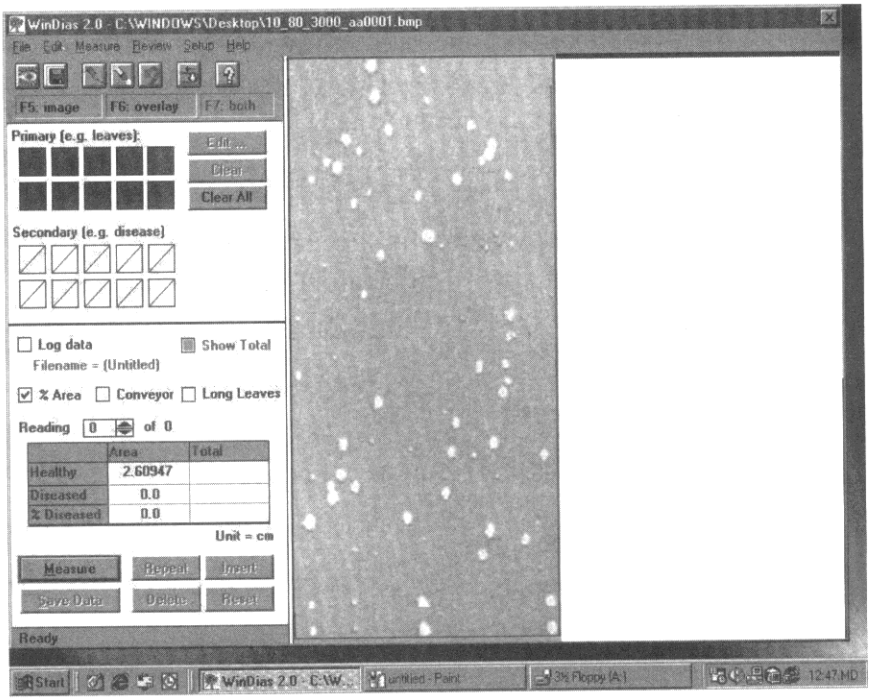
نتایج و بحث

با محاسبه سطح اثر قطرات و تعیین تعداد آنها و تقسیم نمودن این دو بر یکدیگر قطراندازه قطرات تولید شده در هر مرحله از آزمایش تعیین گردید. جدول(۱) نتایج حاصل از این اندازه‌گیریها را نشان می‌دهد.

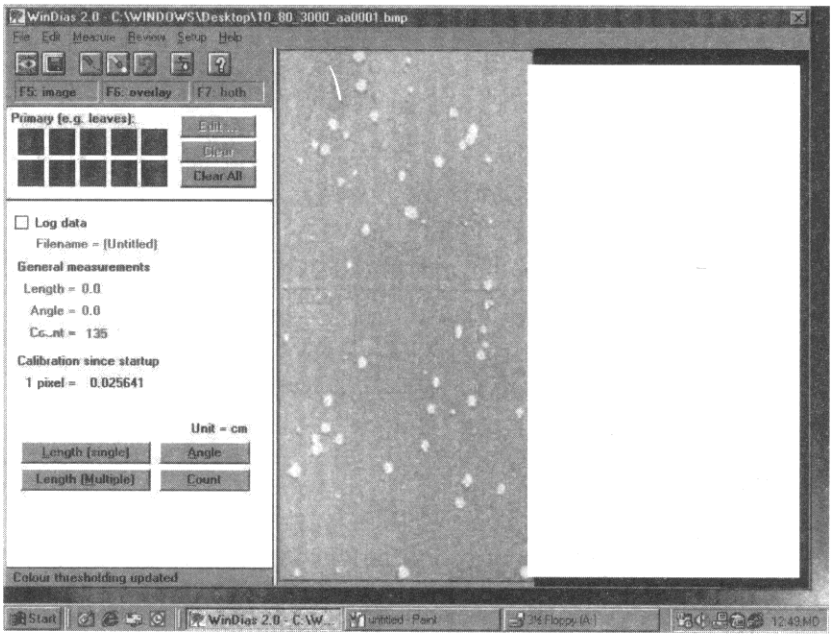
1-Dots Per Inch 2- Pixel 3- Resolution 4-Stepwise



شکل٦- تصویری از یک نمونه فراخوانی شده در نرم افزار.



شکل۷- پنجره نرم افزار مربوط به اندازه گیری سطح لکه ها.

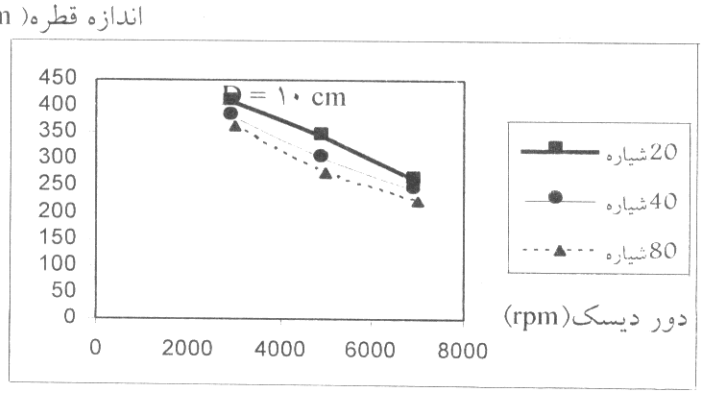


شکل۸- پنجره نرم افزار مربوط به اندازه گیری تعداد لکه ها.

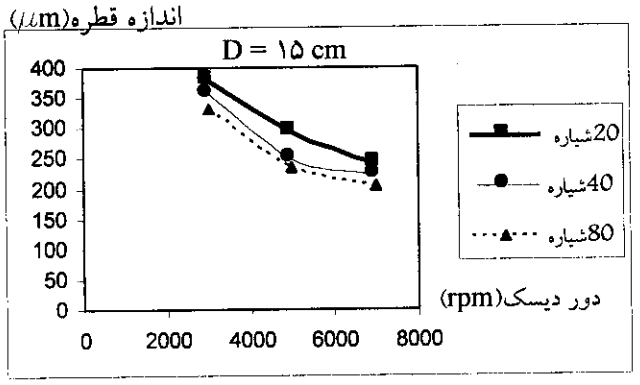
جدول۱- مقادیراندازه قطرات مربوط به هر دیسک.

اندازه قطره (μm)	مشخصات دیسک			اندازه قطره (μm)	مشخصات دیسک			اندازه قطره (μm)	مشخصات دیسک		
	دور (rpm)	تعداد شیار	قطر (cm)		دور (rpm)	تعداد شیار	قطر (cm)		دور (rpm)	تعداد شیار	قطر (cm)
۳۵۳	۳۰۰۰	۲۰	۲۰	۳۷۷	۳۰۰۰	۲۰	۱۵	۴۰۶	۳۰۰۰	۲۰	۱۰
۲۶۲	۵۰۰۰	۲۰	۲۰	۲۹۲	۵۰۰۰	۲۰	۱۵	۳۴۰	۵۰۰۰	۲۰	۱۰
۲۱۱	۷۰۰۰	۲۰	۲۰	۲۳۹	۷۰۰۰	۲۰	۱۵	۲۶۲	۷۰۰۰	۲۰	۱۰
۳۴۴	۳۰۰۰	۴۰	۲۰	۳۵۶	۳۰۰۰	۴۰	۱۵	۳۷۸	۳۰۰۰	۴۰	۱۰
۲۳۰	۵۰۰۰	۴۰	۲۰	۲۴۸	۵۰۰۰	۴۰	۱۵	۳۰۰	۵۰۰۰	۴۰	۱۰
۱۸۵	۷۰۰۰	۴۰	۲۰	۲۲۱	۷۰۰۰	۴۰	۱۵	۲۴۳	۷۰۰۰	۴۰	۱۰
۳۰۳	۳۰۰۰	۸۰	۲۰	۳۳۱	۳۰۰۰	۸۰	۱۵	۳۶۳	۳۰۰۰	۸۰	۱۰
۲۱۰	۵۰۰۰	۸۰	۲۰	۲۳۴	۵۰۰۰	۸۰	۱۵	۲۷۵	۵۰۰۰	۸۰	۱۰
۱۷۴	۷۰۰۰	۸۰	۲۰	۲۰۳	۷۰۰۰	۸۰	۱۵	۲۲۵	۷۰۰۰	۸۰	۱۰

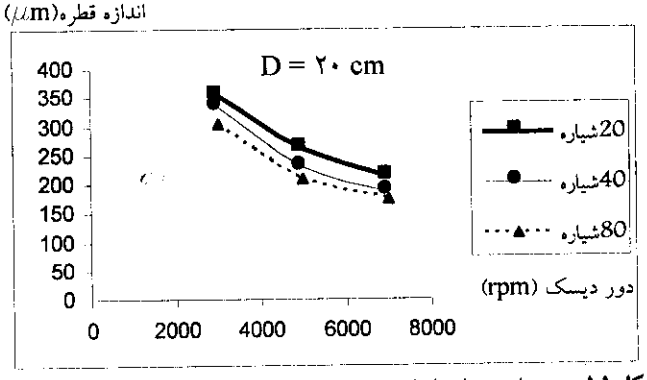
نتایج بدست آمده از آزمایش، به صورت شکلهای(۹) تا (۱۱) خلاصه شده است:



شکل۹- نمودار تغییرات اندازه قطره نسبت به تغییر دور در دیسک D =۱۰cm .



شکل ۱۰- نمودار تغییرات اندازه قطره نسبت به تغییر دور در دیسک D =۱۵cm .



شکل ۱۱- نمودار تغییرات اندازه قطره نسبت به تغییر دور در دیسک D =۲۰cm .

همان طورکه مشاهده می‌شود در تمامی آزمایشها ، با افزایش در مقدار سه عامل دوردیسک، قطر دیسک و تعداد شیارهای روی هر دیسک، قطرات ایجاد شده از نظر اندازه کوچکتر می‌شوند. نتایج حاصل از برآورد رابطه رگرسیونی بین عامل اندازه قطره (Y) با متغیرهای سه گانه سرعت دورانی دیسک (X_1)، قطر دیسک (X_2) و تعداد شیار هر دیسک(X_3) را به صورت رابطه (۲) می باشد.

$$Y = 574.77 - 0.034\,X_1 - 5.89\,X_2 - 0.743\,X_3$$
$$t \rightarrow (39.68) \quad (-20.28) \quad (-8.68) \quad (-6.69)$$
$$R^2_{(X1)} = 0.741$$
$$R^2_{(X2)} = 0.136 \qquad (۲)$$
$$R^2_{(x3)} = 0.081$$
$$R^2 = 0.958$$

مقادیرعددی واقع در پرانتز، مقدار آماره t (استیودنت)را نشان می دهد که در سطح یک درصد معنی دار می باشد. با توجه به مقدار عددی ضریب X_1 که همان مشتق Y نسبت به X_1 (تغییرات Yنسبت به تغییرات X_1) است، می توان دریافت که مقادیر عددی اندازه قطره با افزایش دور دیسک کاهش می‌یابد. از طرفی با توجه به مقدار $R^2_{(X1)}$ مشخص است که عامل سرعت دوران، موثرترین عامل بر اندازه قطرات تولید شده می باشد به طوری که۷۴/۱ درصد از تغییرات اندازه قطرات، ناشی ازتغییر در متغیر دور دیسک است.

تجزیه و تحلیل انجام شده توسط نرم افزار نشان داد که عامل قطر دیسک(X_2) ، دومین عامل موثر بر اندازه قطرات تولید شده است. با توجه به ضرایب X_1 و X_2 مشخص است که با افزایش در مقدار این دو متغیر، اندازه قطرات تولید شده کاهش می‌یابد، بنحوی که با افزایش یک واحد از متغیرهای X_1 و X_2 ، میزان اندازه قطره بترتیب به اندازه ۰/۰۳۴ و ۵/۸۹ واحد کاهش می‌یابد. از طرفی تحلیل داده ها نشان می‌دهد که ۱۳/۶ درصد از تغییرات اندازه قطره توسط متغیر قطر دیسک توجیه می‌شود درحالی که در مجموع ۸۷/۷ درصد از تغییرات اندازه قطره توسط متغیرهای دور و قطر

دیسک توضیح داده می‌شود.

متغیر X_3 از درجه اهمیت کمتری در توجیه اندازه قطره برخوردار است. با توجه به $R^2_{(X3)}$ مشخص است که ۸/۱ درصد تغییرات اندازه قطره ناشی از تغییر متغیر تعداد شیار روی هر دیسک است. R^2 مربوط به معادله رگرسیون (۳)، ۹۵/۸ در صد تعیین گردید.به عبارت دیگر ۹۵/۸ درصد از تغییرات متغیراندازه قطره در اثر تغییر سه متغیر X_2, X_1 و X_3 می باشد. مقادیر عددی t در معادله (۳) از لحاظ قدر مطلقی بزرگتر از ۲ می‌باشد (قاعده t-۲)(۱) و این نشان می دهد که تاثیر تمامی متغیرهای X_2, X_1 و X_3 بر اندازه قطرات تولید شده به لحاظ آماری معنی‌دار است.

نتیجه اینکه سرعت دوران دیسک مهمترین و موثرترین عامل بر اندازه قطرات تولید شده می‌باشد. پس از آن عوامل قطر دیسک و تعداد شیارهای روی هر دیسک قرار می‌گیرند.

بنابراین مهمترین ابزار در برنامه ریزی مربوط به اندازه قطرات سم تولید شده توسط سمپاش، سرعت دوران دیسک می‌باشد. با توجه به یافته های مطالعه توصیه می‌شود در مواردی نظیر مبارزه شیمیایی علیه بیماریهای گیاهی بوسیله قارچ کشها که قطرات ریز به کار می‌روند از دیسکهایی با قطر بیشتر، تعداد شیار بالاتر و با سرعت بالااستفاده شود. همچنین در مبارزه بر علیه آفات بزرگ نظیر انواع سوسکها و ملخها و همچنین مصرف علف کشها و به منظوراحتراز از بادبردگی که استفاده از قطرات بزرگ ضروری است، از دیسکهایی با قطر و تعداد شیار و سرعت کمتر بهره گرفته شود. در مورد هر دیسک نیز با کالیبره کردن دسته گاز دستگاه، با توجه به هدف سمپاشی می‌توان دامنه مناسبی از قطرات را از نظر اندازه تولید نمود.

منابع

۱- ابریشمی،ح.۱۳۷۷. مبانی اقتصاد سنجی(تألیف دامودار گجراتی). جلد اول.چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهرآن.۴۱۸ص.

۲- افشاری،م.۱۳۷۱. روشهای کاربردآفت کشها(تألیف جی.ا.ماتیوس).چاپ اول.انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات وبیماریهای گیاهی ، ۴۶۳ ص.

۳- افشاری، م. وه.بیات اسدی. ۱۳۶۸. کاغذهای حساس به آب و کاربرد آنها در کالیبراسیون محلول پاشها در ایران. مجلهٔ آفات وبیماریهای گیاهی. ۵۷ (۲،۱) : ۷۵-۷۱ .

۴- بهروزی لار، م.۱۳۷۰. مدیریت تراکتور و ماشینهای کشاورزی(تألیف دانل . آر. هانت).چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۳۰ ص .

۵- رستم خانی، م. ۱۳۶۹.آشنایی با اسپری درایر. چاپ اول. شرکت وانتشارات علمی،۶۲ص.

۶- شفیعی، ا.۱۳۷۱. اصول ماشینهای کشاورزی. (تألیف کپنر، بینر و بارگر). چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۶۸ ص.

۷- علی زاده، ح.۱۳۶۳. تئوری وساختمان ماشینهای کشاورزی.(تألیف برناکی، هامان وکانافوسکی). چاپ اول. نشرآموزش کشاورزی، ۸۰ ص.

۸- فلاح جدی، ر.۱۳۷۹. ساختمان و کاربرد سمپاشهای رایج در ایران. چاپ اول.نشرآموزش کشاورزی، ۸۰ ص.

۹- منصوری راد، د.۱۳۷۹. تراکتورها و ماشینهای کشاورزی.چاپ سوم. انتشارات دانشگاه بو علی سینا، ۶۸۵ ص.

10- Akhtar, S.W.and A.J. Yule.1999.An experimental approach to producing uniform multiple droplet streams. ILASS-Europe 99.Toulouse,France.

11- Bals, E.J.1975. Development of CDA herbicide handsprayer.PANS 21,345-349.

12- Bindra, O.S. and H. Singh.1980. Pesticide-application equipment.1st ed. New Delhi: Oxford & IBH. Pub.Co.,India.

13- Carlton, J, B. and L.F. Bouse.1980.Electrostatic spinner nozzle for charging aerial sprays. Transactions of the ASAE 23, 1369-1373.

14- Masters, K.1991.Spray drying handbok.5th ed.New York: John Wiley & Sons,Inc.USA.

15- Matthews, G.A. 1990.Changes in application technique used by the small scale cotton farmer in Africa. Tropical pest management.36, 166-172.

16- Matthews, G.A. 2000.Pestiside application methods. 3rd ed. London: Black Well Science,UK.

17- Matthews, G.A. and E.V. Thornhill.1994. Pesticide application equipment for use in agriculture.No.112.Vol.1.Rome: FAO Agricultural Service Bulletin, Italy.

18- Webb, N.and D. Jenkins. 2000.WinDIAS user manual, Cambridge: Delta_T devices LTD, UK.

Development and evaluation of a manual sprayer with spinning disc

M.Arian- T. Tavakkoli - M.Ghorbani[1]

Abstract

In this research nine discs in total with 10, 15 and 20cm in diameter each having 20, 40 and 80 grooves have been used to study the effects of relevant parameters. The discs have been made of CK45 steel sheet with grooves of 1mm width on them. To rotate the disc a 1.47kw two-stroke gasoline engine has been utilized. The sprayer's reservoir has been filled with water and the flow rate set to 70 (cm^3/min) which entered to the central area of the discs. The spraying was carried out for each disc of three rotational speeds of 3000, 5000 and 7000 (rpm). The samples of droplets have been taken using a water sensitive card. All of tests were repeated with three replications. The samples were then analyzed using Win DIAS software to determine the droplet's size. The analysis of results showed that the influence of the three factors including disc diameter, number of grooves per disc and rotational speed on the droplet's size were significant at one percent level. The results showed a reversed relation between all factors, that is the droplet's size decreased with increasing the factors. However the rotational speed was the most important factor in droplet's size with 74.1 percent of the droplet's size variation. The disc diameter and the number of grooves per disc were in placed the second and third order, with 13.6 and 8.1 percent of the droplet's size variation respectively. According to the results of this study, it is suggested that for spraying against plant diseases and smaller pests a bigger disk with higher speed and higher number of grooves is prefered, which for spraying against large pests and applying weed control chemical (herbiside) to avoid drift a smaller disk with less number of grooves and lower speed might be desirable.

Keywords: Spinning disc, Manual sprayer, Droplet size.

1-Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Tarbiat Modarres University of Tehran.