

ساخت و ارزیابی سمپاش اتومایزر بوم دارجهت مبارزه با سن گندم

محمود صفری^{۱*}، ابوالفضل هدایتی پور^۲ و کریم گرامی^۳

*۱- نویسنده مسئول: عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (email2safari@yahoo.com)

۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

۳- کارشناس ارشد موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۷

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۴

چکیده

سمپاشی یکی از عملیات مهم در کشت گندم است. کشاورزان در مراحل اولیه که ارتفاع محصول زیاد است، به منظور مبارزه با سن گندم غالباً از سمپاش های لانس دار، میکرو نر پستی و اتومایزر پستی استفاده می نمایند. سن گندم از جمله آفات است که در حین عملیات سمپاشی به قسمت های تحتانی گیاه حرکت می کند و از معرض سمپاشی در امان می ماند. به نظر می رسد سمپاش های اشاره شده به نحو موثر داخل گیاه را سمپاشی نمی نمایند. با توجه به بررسی های انجام شده، سمپاش اتومایزر پستی با اصلاحاتی می تواند به منظور انتقال قطرات سم به قسمت های تحتانی گیاه مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق یک دستگاه سمپاش اتومایزر پستی به منظور مبارزه با سن گندم به نوع بوم دار آن تبدیل شده، پس از بهینه سازی، با سمپاش های میکرو نر پستی، فرقونی لانس دار و اتومایزر اصلاح نشده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد به منظور مبارزه با سن مادری، از نظر موثر بودن عملیات، سمپاش اتومایزر بوم دار با ۹۲/۶۱ درصد و فرقونی لانس دار با ۶۶/۵ درصد آفت مرده به ترتیب در بالاترین و پایین ترین گروه قرار دارد. سمپاش میکرو نر از نظر محلول مصرفی در هکتار (۱۱/۴ لیتر بر هکتار) و یکنواختی پاشش در رتبه اول قرار گرفت. قطر میانه حجمی و قطر میانه عددی برای سمپاش میکرو نر به ترتیب ۳۸۸ میکرو متر و ۲۸۶ میکرو متر بود. به جز سمپاش لانس دار با ۵/۶ درصد لهیدگی، بین سایر تیمارها اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ وجود نداشت. پوشش دهی سمپاش اتومایزر بوم دار در دو قسمت میانی و تحتانی گیاه در مقایسه با سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشت. در کل با در نظر گرفتن صفات اندازه گیری شده، استفاده از سمپاش اتومایزر بوم دار به عنوان یک روش مناسب جهت مبارزه با آفت سن در مراحل اولیه که ارتفاع محصول زیاد است توصیه می گردد.

کلید واژه ها: سمپاشی، سن گندم، سمپاش بوم دار اتومایزر، سمپاش پستی اتومایزر

مقدمه

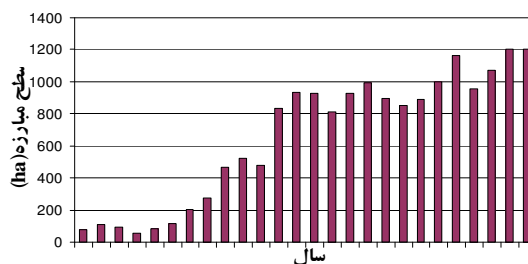
مبارزه با این آفت، حدود ۹۰ هزار تن خسارت کمی و ۹۰۰ هزار تن خسارت کیفی ایجاد خواهد شد (۱). سن گندم، مهم ترین آفت گندم و جو در ایران و کشورهای منطقه است. اهمیت این آفت به قدری است که در زمان های قدیم باعث قحطی و مرگ و میر در مناطق غربی و مرکزی کشور می شد. با وجود تمام پیشرفت های حاصله در زمینه کنترل آفات، سن در اکثر گندمزارها هنوز هم یک آفت خطرناک است. در این میان

سن گندم مهم ترین آفت کشاورزی کشور به شمار می آید؛ به جز مناطق خوزستان، اراضی ساحلی (خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر) و کویرهای مرکزی، این آفت در سایر مناطق کشور وجود دارد. آفت مذکور هم به صورت کمی (خسارت به برگ، جوانه مرکزی و سنبله) و هم به صورت کیفی (سن زدگی دانه توسط پوره) خسارت وارد می کند. طبق یک برآورد نظری در ۳ میلیون هکتار از اراضی آلوده کشور، در صورت عدم

محصول می شود و در مزارع کوچک با توجه به گران بودن آن برای کشاورزان خرده پا توجیه اقتصادی ندارد. از طرف دیگر سمپاش های تراکتوری با توجه به ارتفاع محصول نمی توانند وارد مزرعه شوند و نوع لانس دار نیز برای این هدف طراحی نشده و مخصوص باغ ها هستند. تعداد زیادی از کشاورزان از سمپاش های پستی از جمله اتومایزر استفاده می نمایند، در این نوع سمپاش ها عملیات سمپاشی به صورت زیگزآگ است و برد بالای پاشش آنها (۵ متر) کاربر را مجبور می نماید تا کلاهک سمپاش را به سمت بالا و زاویه دار با سطح زمین بگیرد که این امر باعث باد بردگی، اتلاف سم، عدم یکنواختی پاشش و آلودگی محیط زیست می شود. یکی از متداول ترین انواع سمپاش ها، سمپاش های تراکتوری لانس دار است. در حال حاضر در بیش از ۷۰ درصد مزارع کشور از این روش استفاده می شود. در این سمپاش ها محلول سم از یک یا دو لانس با فشار بالا به بوته ها برخورد و بیش از ۵۰٪ از آن روی زمین ریخته می شود که علاوه بر آلودگی محیط زیست، تلفات شدید محلول سم را هم در پی دارد. سمپاشی به صورت زیگزآگ انجام می شود که باعث عدم یکنواختی در پوشش دهی قطرات سم می شود، از سوی دیگر به علت تردد کارگر (تراکتور)، درصد لهیدگی محصول افزایش می یابد. کاربران داخل توده ای از ذرات سم قرار داشته و در نهایت مسمومیت تدریجی و مزمن در این روش اجتناب ناپذیر است. در سمپاش های تراکتوری بوم دار در هر نوبت سمپاشی ۱۳-۸ درصد محصول زیر چرخ های تراکتور له شده و ضایعات محصول به خصوص در مبارزه با آفت سن گندم بسیار بالا و چشمگیر است، در نتیجه کشاورزان به ناچار سمپاش های پستی را ترجیح می دهند (۷).

در تحقیقی هفت روش سمپاشی شامل: سمپاشی هوایی، تراکتوری بوم دار، بوم دار دستی قابل اتصال به سمپاش صد لیتری، لانس دار فرقونی، پستی اتومایزر، پستی استوانه ای تلمبه ای و سمپاش با محلول مصرفی

وضعیت استان های دیم خیز کشور بدتر از سایر نقاط است، زیرا کشت وسیع دیم و نابودی مراتع باعث بیش تر شدن جمعیت سن و خسارت آن شده است. هر ساله ۴۲ میلیون دلار برای مبارزه با آفت سن هزینه می شود. این آفت اغلب مواد شیمیائی را به داخل گیاه تزریق می کند و باعث پایین آمدن کیفیت نانوائی آرد می شود (۲).



شکل ۱- سطح مبارزه با سن گندم طی سال های ۱۳۵۵-۱۳۸۰

بر اساس بررسی های به عمل آمده، سال های متمادی وزارت جهاد کشاورزی به منظور مبارزه با این آفت مهم در سطح وسیع از هواپیما های سمپاش در ارتفاع ۲۰۰-۱۰۰ متری استفاده می نمود که عملاً ذرات سم توسط باد به مزارع دیگر منتقل می شد و محیط زیست را آلوده می کرد. در سال های اخیر با توجه به مشکل فوق، سمپاش های توربولاینر وارد عرصه تولید شد؛ ولی این سمپاش ها نیز به دلایل ذیل موثر واقع نشدند:

۱- عملیات سمپاشی در ارتفاع ۳ متری انجام می شود و باد بردگی اجتناب ناپذیر است (۶).
 ۲- آفت سن از جمله آفات هوشمند است و به محض احساس خطر ناشی از عملیات سمپاشی، تعدادی از آنها به قسمت تحتانی گیاه حرکت نموده و عملاً از دسترس محلول سم در امان می مانند.

۳- در مزارع با سطح وسیع با توجه به برد پاشش این سمپاش (۴۰-۵۰ متر) می بایست قسمتی از مزرعه برای تردد دستگاه در نظر گرفته شود که باعث لهیدگی

رشد برای کاهش باد بردگی علف کش ها موثر بوده است؛ ولی عدم نفوذ قطرات به داخل تاج یکی از مشکلات عمده این سمپاش ها گزارش شده است. در این حالت به دلیل این که قطرات سم در بالای تاج رها می شوند به جز از نیروی جاذبه، هیچ نیروی دیگری آنها را به سمت پایین تاج هدایت نمی کند. در این تحقیق برای بهبود نفوذ سم (جهت جلوگیری از بادبردگی) از یک دیسک چرخان عمودی پوشش دار استفاده شده است (۱۱).

طی تحقیقی سمپاش های الکترو استاتیک برای سمپاشی غلات، توصیه نشده است. قطرات باردار بر روی قسمت فوقانی گیاه قرار می گیرند و به قسمت تحتانی نفوذ نمی کنند. این سمپاش ها برای کنترل آفاتی نظیر شته برگ و خوشه مناسب ترند. نفوذ این قطرات به داخل گیاه به طور معنی داری کمتر از انواع بدون بار می باشد (۸).

با توجه به موارد فوق، نفوذ موثر محلول سم در بین بوته ها، کاهش بادبردگی، تعقیب کردن آفت سن و کاهش لهیدگی محصول و انتخاب روش مناسب سمپاشی با توجه به ارتفاع محصول در زمان مبارزه و کاهش آلودگی زیست محیطی از اهداف این تحقیق است و می تواند گامی موثر در جهت مبارزه هر چه بهتر با این آفت باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق یک دستگاه سمپاش اتومایزر پستی جهت مبارزه با سن گندم اصلاح و بهینه گردید. این سمپاش ها با توجه به برد پاشش آنها (۵-۴ متر)، برای باغ ها طراحی شده اند و برای مزارع، با توجه به حرکت های مکرر لانس از سوی کاربر، قطرات سم یا در ارتفاع پاشیده می شوند (زاویه دار به سمت بالا) که قطرات ریز توسط باد به مناطق دیگر برده می شوند و داخل محصول نفوذ نمی کنند و یا اگر در جهت پایین پاشیده شوند (زاویه دار به سمت پایین) به علت متمرکز بودن پاشش و حرکت های زیگزاگ، عملیات سمپاشی

خیلی پایین^۱ مورد مقایسه قرار گفته اند. نتایج نشان داد که ۲، ۵ و ۱۰ روز بعد از سمپاشی، بین تیمارهای آزمایشی از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد. درصد تلفات بین تکرارهای آزمایشی بین ۹۵-۱۰۰ درصد متغیر بود (۲).

در کشور افغانستان، کاربرد سمپاش های کم مصرف جهت مبارزه با سن دارای بازدهی زراعی و اقتصادی بالایی بوده است. سازمان خوار و بار جهانی در سال ۱۹۹۱ این نوع سمپاش های الکتریکی را معرفی نمود. در عراق مبارزه شیمیائی تنها راه مبارزه با سن است و در سطوح وسیع از هواپیماهای سمپاش استفاده می شود. در اردن نیز تنها راه مبارزه با این آفت روش شیمیائی است و به دو روش هوایی و زمینی با این آفت مبارزه می شود. در لبنان از دو روش هوایی و زمینی استفاده می شود. در پاکستان مبارزه به صورت شیمیایی است ولی به موازات آن مبارزات غیر شیمیایی در حال گسترش است (۱۰).

در ترکیه سن یکی از مهم ترین آفات گندم است و این آفت باعث کاهش شدید قیمت گندم شده است (۹). در تحقیقی استفاده از هوای کمکی بر روی بوم باعث بهبود نفوذ محلول سم در داخل بوته ها گردید و بادبردگی کاهش یافت. این عامل باعث شده است تا کشاورزان بتوانند در اکثر روزهای سال سمپاشی نمایند (۱۴).

در تحقیقی با عنوان ارزیابی سمپاش های مختلف به منظور کنترل بیماری زنگ سویای آسیائی، پوشش دهی و نشست نه روش سمپاشی بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمارهای مجهز به واحد های کمک هوا نسبت به سایر تیمار ها موثرترند. برای تیمارهای بوم دار، قطرات با قطر متوسط نسبت به سایر قطرات (ریز و درشت) دارای پوشش دهی بهتری در داخل محصول بودند (۱۲). طی تحقیقی استفاده از سمپاش های میکرونر با قطرات کنترل شده به قطر ۲۵۰ میکرو متر در اوایل فصل

صفری و همکاران: ساخت و ارزیابی سمپاش اتومایزر بوم دار ...

بالا) است. با توجه به این که تعداد نازل ۴ برابر شده بود میزان برد خروجی هوا به ۱/۴ متر تقلیل یافت؛ ولی با در نظر گرفتن برد پاشش برای مبارزه با سن گندم (زاویه دار به سمت پایین)، برد ۱-۱/۵ متر برای این منظور کافی بود.

به منظور ارزیابی مزرعه‌ای، این سمپاش با انواع رایج مورد استفاده در مزارع گندم (در مرحله ای که ارتفاع محصول بین ۷۰-۵۰ سانتی متر متغیر بود) مقایسه و ارزیابی شد. تیمارهای آزمایشی به شرح ذیل بود:

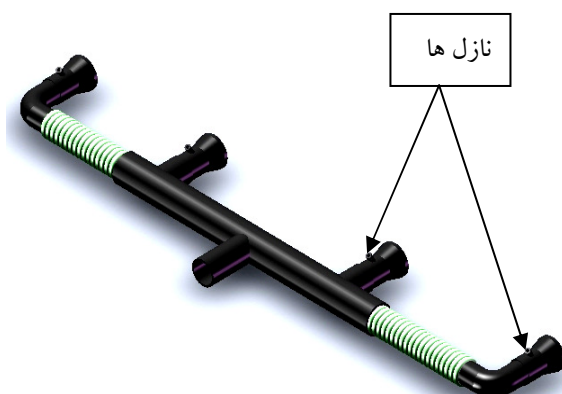
- ۱- سمپاش لانس دار (عرض کار ۸ متر)
- ۲- سمپاش اتومایزر پشتی معمولی (عرض کار ۸ متر)
- ۳- سمپاش اتومایزر پشتی بوم دار (عرض کار ۴ متر)
- ۴- سمپاش پشتی میکرونر (عرض کار ۴/۵ متر)

جدول ۱- اطلاعات مرتبط با عملیات

مقدار	عامل
۱/۵	سطح زراعی (ha)
۵۰-۷۰	ارتفاع محصول (cm)
۲۸	درجه حرارت محیط (سانتیگراد)
۳۸	رطوبت نسبی محیط %
۱/۷	سرعت باد (km/h)
۴۰-۴۵	میکرونر
۵۰-۶۰	ارتفاع پاشش بالای محصول (cm) لانس دار
۵۰-۶۰	اتومایزر معمولی
۴۰-۴۵	اتومایزر بوم دار

این سمپاش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در یکی از مزارع آلوده به سن در منطقه فراهان اراک و به منظور مبارزه با سن‌های مادری در اواخر اردیبهشت ماه، مورد مقایسه قرار گرفتند. ابعاد پلات‌های آزمایشی با توجه به عرض کار سمپاش‌ها ۲۰m × ۵m و فاصله عرضی بین پلات‌ها ۲ متر بود. تعداد ۶ کادر آزمایشی در داخل هر پلات در نظر گرفته شد. عوامل مختلف اندازه‌گیری شده، شامل: یکنواختی پاشش، پوشش دهی قطرات سم، تعداد آفات سن زنده و مرده، قطر میانه حجمی، قطر میانه عددی،

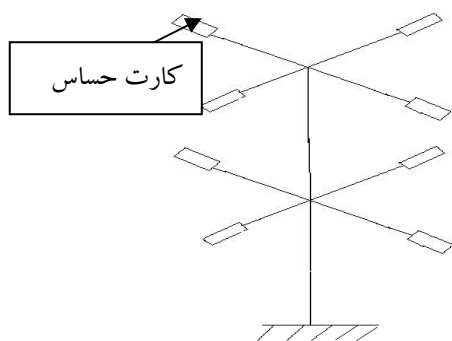
به طور یکنواخت انجام نمی‌شود؛ همان‌طور که در منابع مختلف آمده است یکی از روش‌های مناسب سمپاشی از نظر یکنواختی پاشش، استفاده از سمپاش‌های بوم دار است. سمپاش‌های بوم دار پشت تراکتوری با توجه به ارتفاع محصول (۷۰-۵۰ سانتی متر) قادر به حرکت در داخل مزرعه نیستند. با توجه به مشکلات فوق برای اصلاح سمپاش مزبور به منظور مبارزه با سن گندم در مرحله اول می‌بایست سمپاش از وضعیت لانس به بوم تغییر پیدا می‌کرد. برای این منظور نمونه اولیه دستگاه مطابق شکل ۲ طراحی شد. در این دستگاه چهار عدد نازل اتومایزر به فواصل یک متر بر روی بوم در نظر گرفته شد. وضعیت و فاصله قرارگیری کلاهک‌های دمنده طوری است که علاوه بر پاشش در جهت عقب، همپوشانی نیز داشته باشند (تمرکز قطرات سم در قسمت مرکزی نازل بیشتر از اطراف آن بود).



شکل ۲- نمای سه بعدی لوله انتقال هوا، کلاهک‌های دمنده و موقعیت نازل‌ها

طول بوم ۴ متر و ابعاد آن ۲×۲ سانتی متر (۴ سانتی متر مربع) و جنس آن از فلز آلومینیوم در نظر گرفته شد. قبل از آزمون مزرعه‌ای این سمپاش و سایر سمپاش‌ها از نظر محلول مصرفی در هکتار کالیبره شدند.

سرعت هوای خروجی در وضعیت تک نازل در حداکثر دور موتور ۸۰ متر بر ثانیه بود که این سرعت در باغ‌ها دارای برد پاشش ۴-۵ متر (زاویه دار به سمت



شکل ۳- موقعیت قرار گیری کارت های حساس

در این تحقیق از تعداد ۲۰ کارت حساس به فواصل یک متری پلات های آزمایشی استفاده شد و درصد کارت هایی که تحت تاثیر باد بردگی قرار گرفته بودند تعیین شد.

بازده مزرعه ای:

برای تعیین بازده مزرعه ای ظرفیت نظری و موثر تعیین شدند. با تعیین زمان لازم برای سمپاشی یک هکتار و به روش ذیل ظرفیت موثر مزرعه ای محاسبه گردید:

$$C_a = \frac{1}{T} \quad (1)$$

C_a = ظرفیت موثر مزرعه ای (ha/h)

T = زمان لازم برای سمپاشی یک هکتار (h)

(با توجه به این که ظرفیت موثر می بایست در شرایط واقعی عملیات باشد، این عامل در مزرعه زارعین بررسی و تعیین شد).

ظرفیت نظری از فرمول ذیل محاسبه شد:

$$C_{at} = \frac{V.W}{10} \quad (2)$$

C_{at} = ظرفیت نظری (ha/h)

V = سرعت پیشروی (Km/h)

W = عرض کار ماشین (m)

بازده مزرعه ای برابر است با درصد نسبت ظرفیت موثر مزرعه ای به ظرفیت نظری (معادله ۳).

مصرف محلول سم در هکتار، درصد لهیدگی محصول، موثر بودن عملیات، بادبردگی و بازده مزرعه ای بود.

در داخل کادر های آزمایشی قبل از عملیات، آفات سن شمارش گردید همچنین کارت های حساس بر روی شاسی مناسب در قسمت میانی و تحتانی گیاه نصب شد. ۲۴ ساعت پس از عملیات مجدداً تعداد آفات سن (مرده) شمارش گردید. کارت های حساس پس از عملیات جمع آوری و مورد بررسی قرار گرفتند.

روش اندازه گیری عوامل فوق به شرح ذیل بود:

محلول مصرفی در هکتار:

در هر یک از سمپاش ها قبل از عملیات سمپاشی میزان بده خروجی بر حسب لیتر بر دقیقه تعیین شد. لیتر بر هکتار عبارتست از نسبت بده خروجی (بر حسب لیتر بر ساعت) به ظرفیت موثر مزرعه ای (بر حسب هکتار بر ساعت).

پوشش دهی، تراکم قطرات و یکنواختی

پاشش:

شاسی مناسب جهت قرار گیری کارت های حساس در دو ارتفاع ۳۰ سانتی متر (قسمت میانی گیاه) و ۱۵ سانتی متر (قسمت تحتانی گیاه) طراحی و ساخته شد (شکل ۳). مطابق شکل برای هر کادر آزمایشی یک عدد شاسی ساخته شد و کارت های حساس بر روی آنها نصب گردید.

یکنواختی پاشش و تعداد قطرات در یک

سانتی متر مربع:

با استفاده از کارت های حساس و به روش بزرگ نمائی، کارت های مربوطه و اندازه گیری تعداد و قطر قطرات در مساحت یک سانتی متر مربع و در نهایت مقایسه با الگوهای استاندارد تعیین گردید.

باد بردگی:

با قرار دادن کارت های حساس در اطراف پلات های آزمایشی استفاده می شود.

صفری و همکاران: ساخت و ارزیابی سمپاش اتومایزر بوم دار ...

$$N_i = \text{تعداد قطره در گروه } i$$

$$i = \text{اعداد اندازه گروه}$$

$$n = \text{تعداد گروه اندازه ها}$$

$$D_{30} = \text{قطر میانه حجمی (} p=3 \text{ و } q=0 \text{)}$$

$$D_{10} = \text{قطر میانه عددی (} p=1 \text{ و } q=0 \text{)}$$

قطر میانه عددی^۲

قطر ذره‌ای است که جمع کل تعداد قطره‌های بزرگ تر از آن معادل جمع کل تعداد قطره‌های کوچک تر از آن است. یعنی اگر ذرات چیده شده را از یک طرف شروع به شمارش نماییم ذره‌ای که از نظر تعداد کل ذرات در وسط قرار می‌گیرد، را قطر میانه عددی گویند.

ضریب کیفیت سمپاشی

نسبت قطر میانه حجمی به قطر میانه عددی را ضریب کیفیت سمپاشی^۳ گویند.

$$Q_c = \frac{VMD}{NMD} \quad (6)$$

در حالت ایده آل این نسبت برابر یک است. ولی با توجه به شرایط کاری عملیات سمپاشی، عملاً این نسبت غیر ممکن است. هر چه میزان این نسبت با عدد یک فاصله داشته باشد، ضریب کیفیت سمپاشی افزایش و در نتیجه کیفیت پاشش پایین تر است (۷).

یکنواختی پاشش و تعیین قطر متوسط حجمی و عددی به روش بزرگنمایی^۴ انجام شد. در این روش بر روی کارت های حساس مساحت ۱×۱ سانتی متر مربع ترسیم و با دستگاه فتوکپی، اندازه آن ۴ برابر بزرگ و پس از اندازه گیری قطرات داخل مربع، توسط خط کش و شمارش آنها، مجدداً، اندازه قطرات ۱/۴ برابر گردید.

جدول رقومی

پس از این که کلیه تیمارها باهم مقایسه شدند، در نهایت کدام تیمار با در نظر گرفتن کلیه عوامل نظیر

$$e = \frac{C_a}{C_{at}} * 100 \quad (3)$$

e = بازده مزرعه‌ای (%)

شرایط محیطی:

درجه حرارت، سرعت باد و رطوبت نسبی با استفاده از دستگاه بادسنج تعیین شد.

درصد آفت مرده:

برای هر تیمار ۶ کادر به ابعاد یک متر مربع در نظر گرفته شد. در قبل و بعد از عملیات (۲۴ ساعت بعد) آفات سن در داخل این کادرها شمارش گردید.

درصد لهیدگی:

در طول ۲۰ متر، میزان مساحت رد پای کاربر تعیین، سپس با داشتن مساحت سمپاشی شده، میزان درصد لهیدگی با توجه به معادله ذیل محاسبه گردید:

$$L = \frac{A_1}{A_2} * 100 \quad (4)$$

L = لهیدگی محصول (%)

$$A_1 = \text{مجموع مساحت رد پای کاربر (مترمربع)}$$

$$A_2 = \text{مساحت سمپاشی شده (مترمربع)}$$

قطر میانه حجمی^۱

قطر ذره‌ای است که در نصف حجمی قرار می‌گیرد؛ یعنی اگر ذرات حاصله از یک لیتر محلول سمی را به ترتیب از بزرگ به کوچک قرار دهیم و از یک طرف آنها را در ظرف بریزیم، به قطر ذره‌ای که در مرز نیم لیتری ظرف قرار می‌گیرد، قطر میانه حجمی گویند که با استفاده از فرمول ذیل قابل محاسبه است (۱۳).

$$D_{pq}^{p-q} = \left(\frac{\sum N_i \cdot D_i^p}{\sum N_i \cdot D_i^q} \right)^{1/(p-q)} \quad (5)$$

$$p = \text{می تواند مقادیر } 1, 2, 3 \text{ و } 4 \text{ باشد. (} p > q \text{)}$$

$$q = \text{می تواند مقادیر } 0, 2, 3 \text{ و } 4 \text{ باشد.}$$

$$D_i = \text{قطر قطره برای گروه } i$$

2- Number Median Diameter (NMD)

3- Quality Coefficient

4- Scale up

1- Volume Median Diameter (VMD)

این نتایج نشان می دهند که سمپاش میکرو نر با وجود کیفیت سمپاشی بالا، دارای حداکثر باد بردگی می باشد و نزدیک به ۵۰٪ از قطرات محلول سم به هدف نمی رسند. یکی از دلایل این مشکل می تواند ریز بودن قطرات سم باشد که موید نتایج تحقیق از کان^۳، تیلور^۴ و مورل^۵ است. در سمپاش اتومایزر بوم دار به دلیل درشت تر بودن قطرات سم نسبت به میکرو نر و هدایت کنترل شده قطرات توسط جریان هوا به سمت هدف، میزان باد بردگی کم تر از سایر روش ها بوده است. به نظر می رسد در سمپاش های اتومایزر معمولی و لانس دار به علت این که کاربر هر چند یک بار سر نازل را به سمت بالا گرفته یا این که به صورت زیگززاگ و غیر منظم سمپاشی کرده است، باعث اتلاف محلول سم و باد بردگی شده است.

محلول مصرفی در هکتار

مطابق جداول ۲ و ۳ بین تیمارهای آزمایشی از نظر میزان محلول مصرفی در هکتار در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود داشت. بر اساس جدول میانگین ها، بیشترین میزان مصرف محلول سم مربوط به سمپاش فرقونی لانس دار (۵۷۲ لیتر در هکتار) و کمترین مربوط به سمپاش میکرو نر (۱۱/۴ لیتر در هکتار) بود. سایر سمپاش ها در محدوده ما بین این دو سمپاش قرار گرفتند. این نتایج با نتایج تحقیق صفری و همکاران در خصوص بررسی سمپاش های رایج همخوانی دارد (۶). سمپاش های اتومایزر معمولی و بوم دار از نظر محلول مصرفی در هکتار در یک گروه قرار داشتند، با توجه به این نتایج، بیشترین میزان محلول مصرفی در هکتار مربوط به سمپاش های لانس دار است. این در حالیکه این سمپاش ها حدود ۴۰٪ از سمپاش های رایج در کشور را تشکیل می دهند (۶). بنابراین اصلاح روش های سم پاشی موجود از ضروریات است. از طرفی در

باد بردگی، ظرفیت، بازده مزرعه ای و غیره مناسب ترین است. برای تعیین تیمار مناسب از جدول رقومی (جدول ۴) استفاده شد. در این جدول نظرات ۳۰ نفر کارشناس با در نظر گرفتن امتیازات ۵-۱ در این زمینه گرفته شد و با استفاده از فرمول کروسکال والیس^۱ و به شرح ذیل تیمار مناسب تعیین گردید:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \left(\sum \frac{T_i^2}{n} \right) - 3(N+1) (Y)$$

N = تعداد داده ها

T = مجموع داده ها

H = اگر بزرگتر از جدول کای اسکور باشد فرضیه صفر رد می شود و اگر کوچکتر باشد فرضیه صفر تائید می شود.

کلیه شرایط، مانند عملیات خاک ورزی، کاشت، نوع رقم و غیره (به جز عملیات سمپاشی) برای پلات های آزمایشی یکسان بوده است. نتایج پس از جمع آوری داده ها به کمک نرم افزار آماری^۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

باد بردگی

با توجه به کارت های حساس قرار داده شده در اطراف مزرعه و در نزدیکی منطقه سمپاشی این عامل مطابق جداول ۲ و ۳ تعیین شد. بین روش های سمپاشی از نظر باد بردگی در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود داشت. با توجه به مقایسه میانگین ها، از نظر بالا بودن درصد باد بردگی، سمپاش میکرو نر با ۴۳/۶٪ در گروه a، اتومایزر معمولی و سمپاش لانس دار به ترتیب با ۲۷ درصد و ۲۵/۳ درصد در گروه b و اتومایزر بوم دار با ۸/۳ درصد در گروه c قرار گرفتند.

و له نماید از سوی کاربران دارای پذیرش بیش تری می باشد. بین تیمارهای آزمایشی از نظر درصد لهیدگی محصول اختلاف معنی داری وجود داشت. سمپاش های لانس دار از نظر درصد لهیدگی محصول با ۵/۶ درصد، دارای بیشترین درصد و در گروه a و سایر سمپاش ها به علت این که فقط رد پای کاربر لهیده شده بود، در گروه b قرار گرفتند. در سمپاش های لانس دار علاوه بر رد پای کاربر، جابه جایی شلینگ نیز باعث لهیدگی محصول شده است (جداول ۲ و ۳).

درصد کنترل سن

بین تیمار ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود دارد (جداول ۲ و ۳). بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها از نظر بالا بودن درصد آفات مرده، تیمار استفاده از سمپاش اتومایزر بوم دار در گروه a، تیمار استفاده از سمپاش میکرو نر در گروه b و تیمارهای استفاده از سمپاش لانس دار و اتومایزر معمولی در گروه c قرار گرفتند. این نتایج نشان می دهد که سمپاش اتومایزر بوم دار بطور موثر کلیه آفات سن در قسمت فوقانی، میانی و تحتانی گیاه را تحت پوشش قرار داده است.

یکنواختی پاشش

در سمپاش میکرو نر با توجه به کارت های حساس و محاسبات انجام شده، قطر میانه حجمی و قطر میانه عددی به ترتیب ۳۸۸ و ۲۸۶ میکرون بود. در این سمپاش ها، اندازه قطرات و میزان تراکم آنها نسبتاً یک نواخت بود.

در اتومایزر معمولی، قطر میانه حجمی و قطر میانه عددی به ترتیب ۹۱۰ و ۴۵۰ میکرون و در نوع بوم دار به ترتیب ۸۳۵ و ۴۲۵ میکرون بود. در نوع لانس دار به علت این که سطح روی کاغذ های حساس کاملاً تیره شده بود و یا این که به طور یکنواخت توزیع نشده بود (بعضی از کارت ها در معرض عملیات سمپاشی قرار نگرفته بودند)؛ لذا این عامل قابل محاسبه نبود (شکل ۴). این نتایج نشان می دهد که در سمپاش های لانس دار هم بر روی کاغذهای حساس و هم در طول خط عمود بر مسیر

صورت برطرف نمودن مشکل بادبردگی سمپاش های میکرو نر، این سمپاش ها می توانند جایگزین مناسبی برای سمپاش های لانس دار باشند. بعد از سمپاش های میکرو نر، از نظر محلول مصرفی در هکتار، سمپاش های اتومایزر بوم دار قرار دارند که با توجه به هدایت کنترل شده محلول سم به سمت هدف، می توانند به نحو موثر به منظور مبارزه با آفت سن مورد استفاده قرار گیرند.

بازده مزرعه ای:

بین تیمارهای آزمایشی از نظر بازده مزرعه ای در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود نداشت، ولی به منظور تعیین تیمار مناسب، مقایسه میانگین انجام گرفت (جدول ۳). در برخی آزمایش ها، میانگین ها طوری در اطراف میانگین اصلی قرار می گیرند که اثر یکدیگر را خنثی می کنند. در نتیجه آزمون F معنی دار نمی شود. ولی در آزمون دانکن اگر حتی یک تیمار با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار داشته باشد با توجه به دقت زیاد این آزمون، اختلاف نشان داده می شود ولی در آزمون های دیگر این طور نیست (۵).

بیشترین بازده مزرعه ای مربوط به سمپاش های میکرو نر و بوم دار و کم ترین مربوط به سمپاش های لانس دار و اتومایزر معمولی بود. از دلایل عمده پایین بودن بازده مزرعه ای در سمپاش های لانس دار می توان به حرکت های زیگزاگ کاربر و همپوشانی های غیر ضروری و جابه جایی شلینگ (لانس) اشاره نمود که هر یک از این عوامل به نوبه خود باعث اتلاف وقت شده اند. در سمپاش های میکرو نر و بوم دار بعلاوه بوم و مشخص بودن مسیر سمپاشی به نحو موثری از اتلاف وقت جلوگیری شده است. با توجه به منابع موجود، بازده مزرعه ای سمپاش ها بین ۸۰-۵۵ درصد متغیر است (۱۳)، لذا سمپاش های لانس دار دارای پایین ترین بازده در این محدوده می باشند.

لهیدگی محصول

از عوامل دیگر مقایسه سمپاش ها، درصد لهیدگی محصول است. هر قدر سمپاش محصول را کم تر تخریب

بود. نتایج نشان داد که درصد پوشش دهی تیمارها در قسمت تحتانی گیاه، در سطح ۱٪ بین ۴/۸-۱/۶ درصد متغیر است. بیشترین پوشش دهی مربوط به سمپاش اتومایزر بوم دار و کمترین مربوط به سمپاش میکرونر بود (جدول ۳). با توجه به موارد فوق سمپاش اتومایزر بوم دار به دلیل نفوذ کنترل شده جریان هوا به داخل محصول، دارای پوشش دهی بهتری نسبت به سایر تیمارها بوده است (جدول ۴).

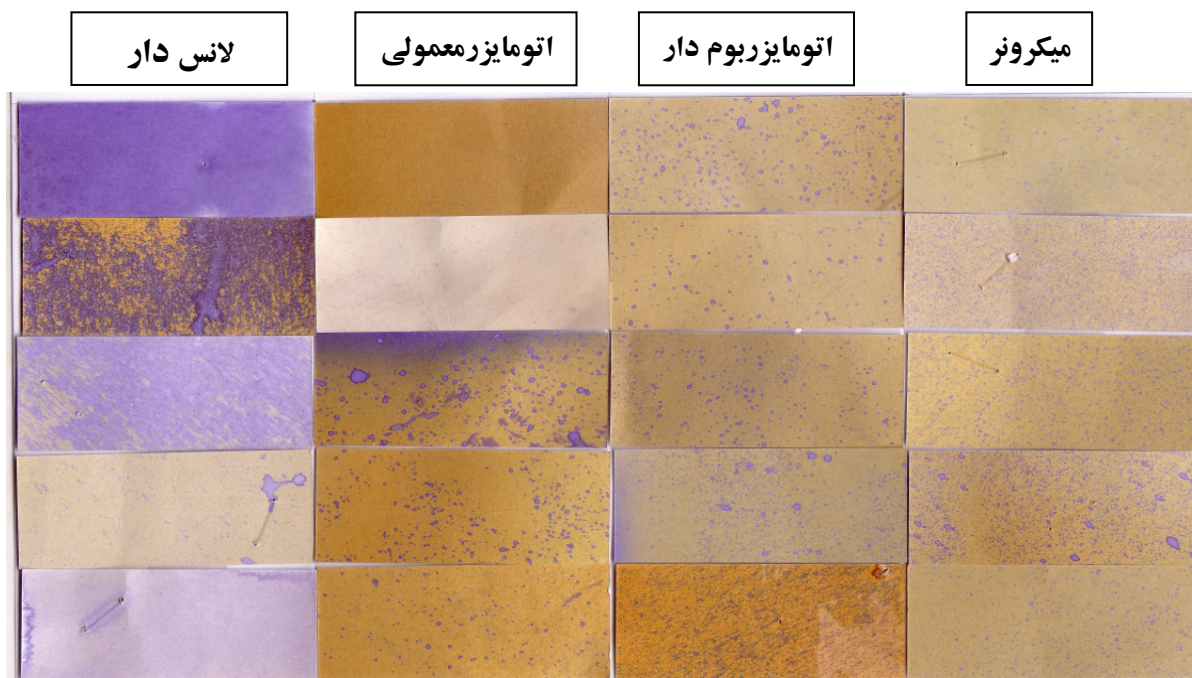


شکل ۴- سمپاش اتومایزر بوم دار

حرکت یکنواختی پاشش مشاهده نمی شود. ضریب کیفیت پاشش، با توجه به ارقام فوق برای سمپاش میکرونر ۱/۳۵، اتومایزر معمولی ۲/۰۸ و بوم دار ۱/۸۶ محاسبه گردید. با توجه به این نتایج، ضریب کیفیت سمپاشی در اتومایزر معمولی و بوم دار تقریباً یکی است (هر چند در نوع اتومایزر معمولی یکنواختی پاشش در خط عمود بر مسیر حرکت وجود نداشت؛ به عبارت دیگر تعدادی از کارت ها در سمپاش اتومایزر معمولی در معرض عملیات سمپاشی قرار نگرفتند). هر چه ضریب کیفیت سمپاشی به رقم یک نزدیک تر باشد، کیفیت پاشش بهتر است. در این شرایط ضریب کیفیت پاشش در سمپاش میکرونر نسبت به سمپاش های دیگر به رقم یک نزدیک تر بود (شکل ۵).

پوشش دهی قطرات سم

پاشش ذرات سم در قسمت میانی گیاه نشان داد که پوشش دهی بین ۱۰/۱ - ۳/۷ درصد متغیر است. به عبارت دیگر بیشترین پوشش دهی مربوط به سمپاش اتومایزر بوم دار و کمترین مربوط به سمپاش میکرونر



شکل ۵- مقایسه سمپاش های مختلف از نظر یکنواختی پاشش با استفاده از کارت های حساس

صفری و همکاران: ساخت و ارزیابی سمپاش اتومایزر بوم دار ...

جدول ۲- آنالیز واریانس تیمارها در سطح ۵٪

تیمار	منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	Fc	CV
بادبردگی	تیمار	۱۸۷۶/۹۲	۳	۶۲۵/۶۴	۲۳/۵۶**	۱۹/۷۶
	تکرار	۱۱۲/۶۷	۲	۵۶/۳۳	۲/۲۱ns	
	خطا	۱۵۹/۳۳	۶	۲۶/۵۶		
محلول مصرفی	تیمار	۵۷۴۷۹۷/۴۷	۳	۱۹۱۵۹۹/۱۶	۲۶۹/۷**	۱۳/۳۸
	تکرار	۲۰۴۵/۰۶	۲	۱۰۲۲/۵۳	۱/۴۴ ns	
	خطا	۴۲۶۲/۴۴	۶	۷۱۰/۴۱		
بازده مزرعه‌ای	تیمار	۶۱۶/۶۶	۳	۲۰۵/۵۵	۳/۰۹ns	۱۲/۰۹
	تکرار	۵۰/۶۶	۲	۲۵/۳۳	۰/۲۴ ns	
	خطا	۴۵/۳۳	۶	۷/۵۵		
لهیدگی محصول	تیمار	۲۰/۶۶	۳	۶/۸۹	۸/۸۷*	۲۴/۶
	تکرار	۲/۲	۲	۱/۱	۱/۴ ns	
	خطا	۴/۷۱	۶	۰/۷۸		
کنترل سن	تیمار	۱۲۷۶/۶۵	۳	۴۲۵/۵۵	۹۵/۰۸**	۲/۷۸
	تکرار	۳۹/۴۲	۲	۱۹/۷۱	۴/۴ ns	
	خطا	۲۶/۸۵	۶	۴/۴۸		
پوشش دهی میانی	تیمار	۴۵/۰۰	۳	۲۲/۵۰	۱۷۳۰/۷**	۵/۵
	تکرار	۰/۱	۲	۰/۰۵ ns	۳/۸۴ns	
	خطا	۰/۰۷۸	۶	۰/۰۱۳		
پوشش دهی تحتانی	تیمار	۱۳/۱۶	۳	۶/۵۸۳	۱۰۶/۱۲**	۸/۹
	تکرار	۰/۱۱	۲	۰/۰۵۶ns	۰/۹ns	
	خطا	۰/۳۷۲	۶	۰/۰۶۲		

ns = غیر معنی دار

* معنی دار در سطح ۵٪

** بسیار معنی دار در سطح ۱٪

F/۱ = ۹/۷۸

F/۵ = ۴/۷۶

F مقدار محاسبه شده

جدول ۳- مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵٪

نوع سمپاش	بادبردگی (%)	محلول مصرفی (l/ha)	بازده مزرعه‌ای (%)	لهیدگی (%)	کنترل آفت (%)	پوشش دهی میانی (%)	پوشش دهی تحتانی (%)
لانس دار	۲۵/۳۳b	۵۷۲a	۵۵/۳۶b	۵/۶a	۶۶/۵۶c	۵/۸۶ c	۱/۸ c
اتومایزر بوم دار	۸/۳۳c	۱۰۳/۷۳b	۷۶/۰۱a	۲/۵۳b	۹۲/۶۱a	۱۰/۲۰ a	۴/۸۲ a
اتومایزر معمولی	۲۷b	۱۰۹/۳b	۵۸/۹۷۳b	۲/۴۷bc	۶۸/۲۷c	۶/۴۳ b	۲/۹۰ b
میکرونر	۴۳/۶a	۱۱/۴۰c	۷۵/۶a	۲/۴۳bc	۷۶/۸۳b	۳/۶۰d	۱/۶ c

جدول ۴- مقایسه تیمارها با در نظر گرفتن کلیه عوامل (جدول رقومی*)

نوع سمپاش	کاهش بادبردگی	پایین بودن محلول مصرفی	بالائی بازده مزرعه‌ای	پایین بودن لهدیگی	بالا بودن کنترل آفت	بالائی پوشش دهی میانی	بالا بودن پوشش دهی تحتانی	متوسط
لانس دار	۳	۱	۲	۱	۳	۴	۳	۲
اتومایزر بوم دار	۵	۳	۴	۵	۵	۵	۵	۴
اتومایزر معمولی	۳	۳	۲	۵	۳	۳	۳	۳
میکرونر	۱	۵	۴	۵	۴	۲	۲	۳
* غیر قابل قبول=۱ کم=۲ متوسط=۳ خوب=۴ عالی=۵								

نتیجه گیری

۴- از نظر پوشش دهی و تراکم قطرات سم در قسمت میانی و تحتانی گیاه، سمپاش اتومایزر بوم دار و میکرونر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین پوشش دهی بودند.

۵- از نظر بالا بودن درصد آفات مرده، تیمار سمپاش اتومایزر بوم دار، نسبت به سایر تیمارها ارجحیت داشت در نوع میکرونر، با وجود کیفیت سمپاشی بالا، درصد آفات مرده نسبت به سایر تیمارها پایین تر بوده است.

۶- با توجه به نتایج جداول ۲ و ۳ و با در نظر گرفتن کلیه صفات، کدام یک از تیمارها مناسب است؟ به روش رقومی و در نظر گرفتن امتیاز برای کلیه صفات، امتیاز تیمار میکرونر ۳، اتومایزر معمولی ۳، اتومایزر بوم دار ۴ و فرقونی لانس دار ۲ محاسبه گردید (جدول ۴).

پیشنهادها

با توجه به نتایج فوق، برای مبارزه با سن گندم، استفاده از سمپاش اتومایزر بوم دار پستی به علت بادبردگی کم تر، مبارزه موثر و پوشش دهی مناسب تر توصیه می گردد.

۱- بیشترین درصد لهدیگی مربوط به سمپاش فرقونی لانس دار (۵/۶٪) است و سایر سمپاش ها در رده های بعد قرار دارند. در این سمپاش ها، به علت حرکت های متعدد کاربر برای جابه جایی لانس، درصد لهدیگی محصول بالاتر از سایر روش ها بوده است. با این حال استفاده از این سمپاش بین کشاورزان رواج دارد.

۲- در سمپاش میکرونر با وجود کیفیت سمپاشی بالا از نظر یکنواختی پاشش به دلیل کوچک بودن قطرات، میزان بادبردگی نسبت به سایر سمپاش ها، بالاتر بوده است، سمپاش اتومایزر بوم دار دارای کمترین میزان بادبردگی بود. در این روش، درشت تر بودن قطرات سم و جابه جایی کنترل شده قطرات توسط جریان باد میزان بادبردگی را به نحو موثر کاهش داده است.

۳- در سمپاش میکرونر به ترتیب قطر میانه حجمی ۳۸۸ میکرون، قطر میانه عددی ۲۸۶ میکرون و ضریب کیفیت پاشش ۱/۳۳ محاسبه گردید که نسبت به سایر سمپاش ها دارای یکنواختی پاشش بهتری بوده است. در سمپاش های اتومایزر معمولی و بوم دار ضریب کیفیت سمپاشی ۲ بود که در محدوده قابل قبولی قرار داشت؛ بنابر این با توجه به این عوامل و پارامترها، سمپاش میکرونر نسبت به اتومایزر و اتومایزر نسبت به لانس دار، دارای برتری می باشد.

منابع

۱. احمدی، ر. ۱۳۸۱. سن گندم، وضعیت موجود و راهکارهای کنترل آن در استان همدان. تک نگاشت، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، بخش تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، ۲۵ ص.
۲. افشار، م. و فلاح جدی، ر. ۱۳۷۴. بررسی روش‌های مختلف سمپاشی در مبارزه با سن گندم. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، صص ۱۱-۲۴۲
۳. اهدائی، بهمن. ۱۳۶۹. آمار تجربی عمومی، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، چاپ سوم.
۴. شیخی گرجان، ع. و زند، ا. ۱۳۸۵. کاربرد آفت کش‌ها در محصولات کشاورزی. انتشارات موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، ۳۶۲ ص.
۵. بصیری، ع. ۱۳۶۸. طرح‌های آماری در علوم کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۹۵ ص.
۶. صفری، م.، چاجی، ح.، لویمی، ن. و امیرشقایق، ف. ۱۳۸۸. ارزیابی سمپاش‌های رایج مورد استفاده در مزارع گندم، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۱ شماره (۴): ۱-۱۲.
۷. فلاح جدی، ر. ۱۳۷۹. ساختمان و کاربرد سمپاش‌های رایج ایران. دفتر خدمات و تکنولوژی آموزشی، ۸۰ ص.
8. Cayley, G.R., Etheridge, P., Griffiths, D.C., Philips, F.T and Scott, G.C.1988. A review of The performance of electrostatic charged rotary atomizers on different crops, *Journal of Crop Protection*, 7: 125-130.
9. Gul, A., C, Akbay. M, Direk .2006. Sunn pest control policies and effect of sunn pest damage on wheat quality and price in Turkey, In *springer Science Business*, 40(3):469-480.
10. <http://www.uvm.edu/enatlab/sunnpest/News.htm>.
11. Morel, M.1985.Field trails with the Girojet.British Crop Protection Council Monograph, 28:107-112.
12. Ozkan, E., Derksen, R., and H, Guler .2005.Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. In *ASABE Annual International Meeting*, July 9-12, 2006, Portland.
13. Srivastava, A., C.E, Goering. R.P, Rohrbach .1993.Engineering principles of agricultural machines. pp: 303-309.
14. Taylor, W.A.,P, Andersen and S, Gand Cooper.1989.The use of air assistance in a field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. In *Brighton Crop Protection Conference – Weeds*, 3: 631- 639.