سال ۲۹، شماره ۱۳۲، صفحات ۳–۸، نوع مقاله: ترویجی

مجله علمی مهندسی مکانیک

ISSN: 1605-9719

ارزیابی عملکرد دو سامانه نیوماتیکی مبارزه با آفات زراعی به منظور مدیریت موضعی مزارع محصولات ارگانیک

زهرا طبیبی[۱]، محمد ابونجمی[۲ و *]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۲] دانشیار، گروه فنی کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: abonajmi@ut.ac.ir

◄ چکیده

استفاده از سموم شیمیایی به صورت یکنواخت برای مبارزه با آفات زراعی بدون توجه به مدیریت موضعی مزارع کشاورزی و فناوری نرخ متغیر از یک طرف منجر به افزایش مصرف نهاده‌های کشاورزی شده و از طرف دیگر تولید محصولات ارگانیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیاز به تولید محصولات ارگانیک سبب شده است که روش‌های مکانیکی مبارزه با آفات در چند دهه اخیر مطرح شود. جدیدترین روش‌های مکانیکی مبارزه با آفات، استفاده از ماشین‌های نیوماتیکی بر اساس مکش و دمش هوا می‌باشد. این ماشین‌ها مجهز به فن(های) سانتریفوژ بوده که در آنها، هوای فشرده توسط کانال‌هایی از دهانه خروجیِ فن به روی ردیف‌های کشت دمیده می‌شود وآفات را به پرواز وا می‌دارد. در همین زمان، هود مکشی آفات در حال پرواز را جمع‌آوری می‌کند. در این تحقیق، عملکرد دو سامانه نیوماتیکی (مکشی–دمشی متصل به تراکتور مقایسه شده و عملکرد آنها مورد تحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که با تنظیم صحیح شدت مکش و دمش، عملکرد این سامانه‌های مکانیکی مناسب بوده و می‌توانند جایگزین مناسبی برای روش‌های مبارزه شیمیایی به شمار روند.

◄ واژگان کلیدی

کنترل مکانیکی آفات
سامانه نیوماتیکی
محصولات ارگانیک
فن سانتریفوژ

◄ تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت ۱۳۹۷/۰۱/۳۱
تاریخ پذیرش ۱۳۹۸/۱۲/۲۰

۱ مقدمه

محصولات کشاورزی و تولیدات زراعی در جهان عمده‌ترین منبع تغذیه برای موجودات زنده به خصوص انسان است. اگرچه، عواملی وجود دارد که سبب آسیب رسیدن به محصولات کشاورزی شده و باعث کاهش چشمگیری در کیفیت و کمیت محصولات تولیدشده می‌شود. از مهمترین این عوامل، آفات زراعی هستند که یکی از معضلات اصلی کشاورزی جهان بوده و برای مبارزه با آنها از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود [۱]. یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای نابودی آفات استفاده از سموم شیمیایی است. در مبارزه شیمیایی، آفات و حشرات رفته رفته به سموم شیمیایی مقاوم شده و دیگر سموم شیمیایی بر روی آنها بی‌تأثیر می‌شوند [۲]. برای حل این مشکل یا باید میزان سم مصرفی در واحد سطح افزایش داده شود و یا اینکه از سموم مهلک‌تری برای نابودی آفات استفاده گردد. این کار علاوه بر اینکه باعث افزایش قابل توجه هزینه تولید می‌گردد، بلکه آلودگی بیشتر محیط زیست را نیز در پی دارد [۳].

امروزه در جهان، تولید و مصرف محصولات کشاورزی ارگانیک توسط محققین تغذیه مورد تأکید زیادی قرار می‌گیرد [۴]. محصولات ارگانیک[۱] محصولاتی هستند که بدون استفاده از مواد شیمیایی شامل سموم و کودهای شیمیایی تولید می‌شوند. به دلیل شیوع بیماری‌های مختلف ناشی از استفاده از محصولات غیرارگانیک، کاربرد مواد شیمیایی در برخی از کشورها برای تولید برخی محصولات کشاورزی ممنوع شده است. سبزی‌کاران، کنترل آفات حشره‌ای را اولین و عمده‌ترین مشکل در کشت محصولات ارگانیک می‌دانند [۵]. این عوامل باعث شده‌اند که استفاده از روش‌های دیگری برای مبارزه با آفات مطرح گردد. محققان روش‌های مکانیکی را به عنوان جانشین مناسبی به جای مبارزه شیمیایی برای کنترل آفات معرفی می‌کنند [۴].

طراحان ماشین‌های کشاورزی ایده‌های مختلفی برای کنترل مکانیکی آفات زراعی ارائه نموده‌اند. یکی از این ایده‌ها، مبارزه با آفات با استفاده از سامانه‌های نیوماتیکی می‌باشد. این فناوری اولین بار توسط وینفرد [۶] در دهه ۱۹۵۰ میلادی در مزارع پنبه در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفته است، اما در آن زمان به محض پیدایش آفت‌کش‌های مؤثر این روش به فراموشی سپرده شد. اما امروزه بنا به دلایل ذکر شده، مجدداً ایده استفاده از فناوری نیوماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ماشین‌های طراحی‌شده برای این منظور متشکل از سامانه‌های نیوماتیکی هستند که بر اساس مکش یا دمش یا عمل توأم دمش و مکش کار می‌کنند. در عمل مکش، با ایجاد خلأ آفات از گیاهان جدا می‌شوند؛ در حالی که در عمل دمش با انتقال هوای فشرده به سمت گیاهان باعث جدا شدن آفات از روی گیاهان می‌شوند. سامانه‌های نیوماتیکی مورد استفاده اغلب به صورت فن‌های[۲] سانتریفوژ هستند که به دلیل داشتن فشار هوای نسبتاً زیاد و دبی هوای خروجی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند [۷].

در روش مبارزه مکانیکی، هر چه تعداد قطعات مکانیکی به‌کاررفته در ماشین کمتر باشد مناسب‌تر است، زیرا از یک طرف تأثیر منفی آن به علت

[1] organic [2] fan

ایجاد تراکم خاک ناشی از وزن کمتر می‌شود و از طرف دیگر، ساخت دستگاه مقرون‌به‌صرفه‌تر خواهد بود. ماشین‌های مبارزه مکانیکی با آفات زراعی علاوه بر اینکه از نظر آلایندگی محیط زیست و تولید غذای سالم جایگزین مناسبی برای سموم شیمیایی می‌باشد، بکارگیری آنها توجیه اقتصادی نیز دارد. در ماشین طراحی شده که به وسیله سامانه‌های نیوماتیکی (مکش و دمش) کار می‌کند، تنها تأمین نیروی لازم جهت کاراندازی فن‌ها مطرح می‌باشد، حال آنکه در روش مبارزه شیمیایی، مقدار سم، نوع پاشش، و زمان تیمار برای کنترل آفات زراعی باید تعیین گردد. برای توجیه اقتصادی این طرح‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. به حداقل رسیدن هزینه استفاده از سموم شیمیایی؛
۲. امکان صادرات محصولات کشاورزی به خارج از کشور به دلیل ارگانیک بودن محصولات؛
۳. افزایش درجه مکانیزاسیون؛
۴. اجرای تیمار به روش ماشین مکانیکی در مدت زمان کوتاه‌تر با کمترین مصرف آفت‌کش.

هدف از انجام این تحقیق، مقایسه عملکرد دو سامانه نیوماتیکی مکشی–دمشی متصل به تراکتور است که در ادامه، نتایج عملکرد آنها مورد تحلیل قرار گرفته است.

۲ نحوه عملکرد سامانه‌های نیوماتیکی کنترل آفات زراعی

در فن های سانتریفوژ سامانه‌های نیوماتیکی کنترل آفات زراعی، با حرکت سریع پره‌ها هوا از طریق ایجاد خلأ از یک یا دو طرف به داخل فن کشیده می‌شود (مکش هوا)، سپس هوای فشرده ایجادشده با فشار از دهانه خروجی خارج می‌شود (دمش هوا). با ایجاد خلأ در عمل مکش، آفات از روی گیاهان جدا می‌شوند، در حالیکه در عمل دمش با انتقال هوای فشرده به سمت گیاهان باعث جدا شدن آفات از روی گیاهان می‌شوند. در هر دو عمل مکش و دمش امکان آسیب رسیدن به گیاه وجود دارد، زیرا فشار و سرعت هوا در نزدیکی گیاه در هر دو عمل مکش و دمش مقدار زیادی دارد.

ایده‌آل‌ترین حالت در ماشین‌های نیوماتیکی برای کنترل آفات، استفاده توأم از هر دو عمل دمش و مکش می‌باشد، بطوری‌که ابتدا با انتقال هوای فشرده بر روی گیاهان، آفات از بوته‌های گیاه جدا شده و در همان هنگام بخش مکش عمل کرده و آفات جداشده از گیاه به وسیله هود مکشی جمع‌آوری می‌شود. در این حالت چون مکش و دمش با هم کار می‌کنند، فشار و سرعت هوا در نزدیکی گیاه نسبتاً پایین بوده و آسیب جدی به گیاه نمی‌رسد [۶]. از آنجا که شدت مکش و دمش باید بر اساس تراکم آفات زراعی در نقاط مختلف مزرعه تنظیم شود، باید به گونه‌ای باشد تا به گیاهان آسیبی نرسد.

در ماشین‌های نیوماتیکی مجهز به فن‌های سانتریفوژ، مکش هوا از طریق کانالی که به بخش ایجاد خلأ فن (قسمتی که توسط آن هوا به داخل فن کشیده می‌شود) متصل است، صورت می‌پذیرد و دمش هوا از طریق کانال دیگری که به دهانه خروجی فن متصل است، انجام می‌شود.

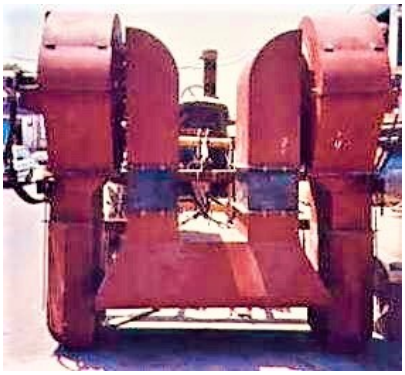
۳ بررسی سامانه نیوماتیکی مجهز به دو فن سانتریفوژ

یک نمونه از ماشین‌های نیوماتیکی[3] مجهز به دو فن سانتریفوژ در شکل ۱ الف نشان داده شده است، که بر اساس مکش و دمش کار می‌کند. در ادامه، این ماشین، ماشین A نامیده خواهد شد. این وسیله به اتصال جلو تراکتور وصل شده و نیروی لازم برای کار اندازی آن توسط سامانه هیدرولیکی تراکتور تأمین می‌شود. طراحی آن به گونه‌ای صورت گرفته است که در عین سادگی سامانه، دارای کارایی مناسبی در خصوص کنترل آفات می‌باشد [۸].

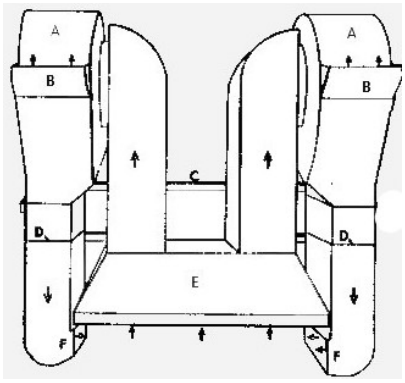
قسمت‌های مختلف آن مطابق شکل ۱ ب به صورت زیر است:

- A: محفظه هدایت کننده (شامل تیغه‌ها برای نابودی آفات)،
- B: پوشش مدخل خروجی برای بقایای آفات،
- C: شاسی برای جابجایی هود مکشی به سمت بالا و پایین،
- D: نقطه اتصال کشویی برای جابجایی دستگاه به سمت بالا و پایین،
- E: بخش مکش (هود مکشی)،
- F: بخش دمشی.

در طراحی این ماشین از دو عدد فن سانتریفوژ با حجم نسبتاً بزرگ و یک هود مکشی استفاده شده است. این دو فن سانتریفوژ به طور موازی مقابل یکدیگر قرار گرفته و هود مکشی در ارتفاع بالاتری نسبت به خروجی‌های هوا و بین دو فن جاسازی شده است. در این ماشین، دمش هوا از طریق کانال‌هایی که به دهانه خروجی فن‌ها متصل است صورت می‌گیرد و هود مکشی نیز از طریق دو کانال دیگر که به بخش مکش هوای فن‌ها متصل است، کار می‌کند.



(الف)



(ب)

شکل ۱: (الف) ماشین نیوماتیکی A برای کنترل آفات زراعی (ارسالی از مرکز کشاورزی کانادا). (ب) شماتیک دستگاه نیوماتیکی

[3] penumatic

۱.۳ نحوه عملکرد

نحوه کار این ماشین به این صورت است که با شروع حرکت تراکتور، ردیف کشت در فاصله بین دو خروجی هوای دمشی و زیر هود مکشی قرار می‌گیرد. با کاراندازی فن‌ها، هوای فشرده با عبور از کانال‌های متصل به دهانه خروجی فن‌ها به سمت توده گیاهان روی ردیف کشت دمیده می‌شود. با این کار، آفات از روی برگ‌ها و دیگر قسمت‌های گیاهان جداشده و زیر هود مکشی که بین دو خروجی هوا تعبیه شده است، به پرواز در می‌آیند. در همان هنگام هود مکشی که در بالای ردیف کشت در حال کار می‌باشد، بلافاصله آفاتی که به پرواز درآمده‌اند را گرفته و به طرف تیغه‌هایی که در قسمت A برای نابودی آفات تعبیه شده است، انتقال می‌دهد. تیغه‌ها به اندازه کافی ظریف و تیز هستند تا کوچکترین حشره به طور کامل نابود شود. پس از نابودی حشرات، بقایای آنها از قسمت B به بیرون ریخته می‌شود. هود مکشی E متناسب با ارتفاع گیاه توسط شاسی C قابل تنظیم است. همچنین، خروجی‌های F نیز در قسمت D به صورت کشویی برای ارتفاعات مختلف قابل تنظیم است، به طوری‌که قسمت D به صورت نری و F به صورت مادگی ساخته شده است. با توجه به اینکه فشار و سرعت هوا در بخش دمش و مکش باید متناسب با وزن و اندازه آفات باشد، لذا تنظیماتی در این خصوص برای این ماشین در نظر گرفته شده است. این تنظیمات با ایجاد تغییر در دور فن‌ها توسط سامانه هیدرولیکی تراکتور انجام می‌شود. همچنین این ماشین به گونه‌ای طراحی شده است که در انتهای هر ردیف در مزرعه، دستگاه می‌تواند به طور کامل توسط سامانه هیدرولیکی بالا رفته تا قابل حمل و نقل گردد [۹].

۲.۳ طراحی بخش دمش و مکش هوا

مهم‌ترین مسأله در انتخاب فن ، اندازه دبی خروجی باد در دهانه فن(دمش) و میزان قدرت مورد نیاز در بخش هود (مکش) می‌باشد. هوای فشرده پس از عبور از دهانه خروجیِ فناز طریق کانال به سمت گیاهان منتقل می‌شود. در مسیر عبور هوای فشرده از داخل کانال، یک میزان افت در دبی ایجاد می‌شود که برای جبران این افت باید یک ضریب اطمینان در نظر گرفته شود. ضریب اطمینان در محاسباتِ این بخش ۱/۵ در نظر گرفته شده است. بخش‌های مختلف فنسانتریفوژ در شکل ۲ نشان داده شده است.

تحقیقات نشان می‌دهند که سرعت هوای خروجی برای جدا کردن آفت سوسک کلرادو سیب‌زمینی از بوته گیاهان، زمانی که تراکتور با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند، در حدود ۳۵ متر بر ثانیه است [۱۰]. دهانه بخش خروج باد به سمت بوته‌ها به شکل مستطیل بوده و طول آن با توجه به ارتفاعِ گیاه سیب‌زمینی در حدود ۴۶ سانتی‌متر و عرض آن با توجه به میزان تأثیر هوای فشرده بر روی آفاتِ موجود بر روی بوته‌ها در حدود ۱۰ سانتی‌متر انتخاب شده است. با داشتن مقادیر این پارامترها، دبی هوای خروجی در دهانه بخش خروج باد به سمت بوته‌ها به صورت زیر تعیین می‌گردد.

$$Q_۱ = VA \qquad (۱)$$

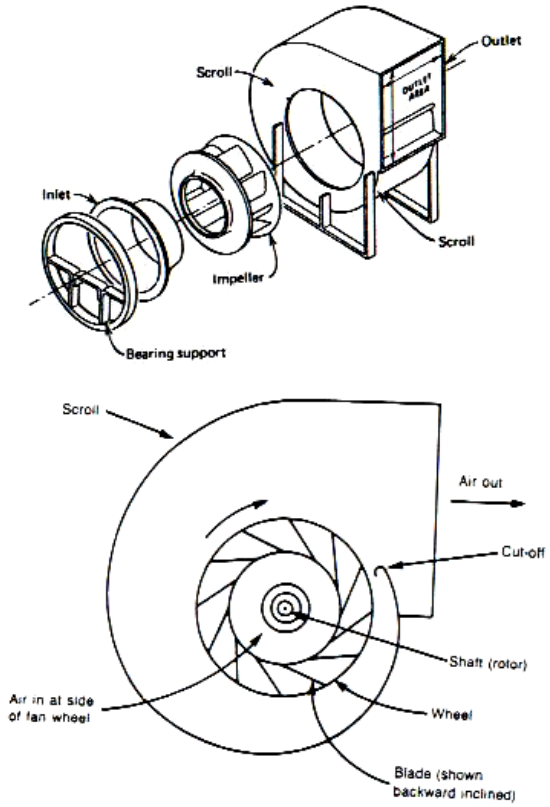
که در آن $Q_۱$ دبی باد در دهانه خروجی به سمت بوته‌ها، V سرعت هوای فشرده در دهانه خروجی به سمت بوته‌ها و A مساحت دهانه بخش خروج باد به سمت بوته‌ها است. بنابراین خواهیم داشت:

$$A = ۰/۴۶\,\mathrm{m} \times ۰/۱\,\mathrm{m} = ۰/۰۴۶\,\mathrm{m}^۲$$

$$V = ۳۵\,\mathrm{m/s}$$

$$Q_۱ = ۰/۰۴۶ \times ۳۵ = ۱/۶۱\,\mathrm{m}^۳/\mathrm{hr}$$

$$۱/۶۱ \times ۳۶۰۰ = ۵۷۹۶\,\mathrm{m}^۳/\mathrm{hr}$$



شکل ۲: بخش‌های مختلف فنسانتریفوژ مورد استفاده در سامانه نیوماتیکی [۱۱].

برای انتخاب فن مناسب، با توجه به میزان دبی خروجی از کاتالوگ شرکت نیکوترا[۴]، فن مدل AT 10-10 که مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده است، استفاده می‌گردد. پره‌های این فن دارای خمیدگی به طرف جلو هستند که موجب افزایش دبی هوای خروجی در دهانه فن می‌شود.

با توجه به اینکه قسمت هود، نیروی مکشی خود را از بخش مکشی فن‌ها تأمین می‌کند، لذا باید میزان قدرت مکش آن در حدی باشد که بتواند آفات کلرادو را جهت از بین بردن، به سمت بالا مکیده و به سمت تیغه‌ها انتقال دهد. از آنجا که برای اینکار از مکش هوای دو فن برای یک هود استفاده می‌شود، قدرت مورد نیاز بطور کامل فراهم می‌شود.

جدول ۱: مشخصات فن AT 10-10 نیکوترا (Nicotra)

پارامتر	مقدار
دور فن (rpm)	۲۰۰۰ – ۱۷۰۰ (بهترین دور ۱۷۹۶)
توان لازم برای راه اندازی (kW)	۶
سرعت لبه در پره‌ها (m/s)	۱۷
وزن (kg)	۳۵
بازده (٪)	۹۵
قطر محور (mm)	۲۰
ابعاد دهانه (cm)	۱۰ × ۴۶

[4] Nicotra

۳.۳ طراحی سامانه انتقال نیرو

برای کاراندازی فن‌ها، نیروی لازم از محور توان‌دهی تراکتور توسط سامانه انتقال نیرو به محور دورانی فن‌ها منتقل شده و با دوران محور فن ها، پره‌های فن های سانتریفوژ شروع به حرکت می‌کنند. قدرت لازم برای دوران هر فن برابر با ۶ کیلووات و سرعت دورانی مطلوب فن‌ها ۱۷۹۶ دور در دقیقه است (جدول ۱). فلز انتخاب‌شده برای ساخت این محور از جنس St37 انتخاب می‌شود که دارای استحکام کششی ۲۲۰ مگاپاسکال و تنش تسلیم ۱۱۰ مگاپاسکال است. طراحی محور مطابق رابطه زیر صورت می‌گیرد:

$$P = \frac{Tn}{۶۰} \qquad (۲)$$

که در آن P توان (وات)، T گشتاور دورانی (نیوتن متر) و n سرعت دورانی محور (دور بر دقیقه) است. چون در هر طرف یک فن وجود دارد، پس توان لازم برای دوران محور ۱۲ کیلووات خواهد بود. با جای‌گذاری در رابطه (۲) گشتاور دورانی به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$۱۲۰۰۰ = T \times \frac{۱۷۹۶}{۶۰} \Rightarrow T = ۴۰۰/۸\,\mathrm{n \cdot m}$$

برای تعیین تنش برشی بیشینه در محور از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$\tau = \frac{Tr}{j} \qquad (۳)$$

که در آن τ تنش برشی بیشینه، r شعاع محور و j ممان اینرسی قطبی می‌باشد. چون تنش برشی بیشینه (۲۵۵ مگاپاسکال) از مقدار Ssy بیشتر شده است، بنابراین اندازه ۲۰ میلی‌متر برای قطر محور قابل قبول نبوده و باید اندازه ۳۰ میلی‌متر را انتخاب کرد. با جایگذاری در رابطه فوق تنش برشی بیشینه ۷۵ مگاپاسکال محاسبه می‌شود که چون از Ssy کمتر است، قابل قبول می‌باشد.

جهت طراحی سامانه انتقال نیرو از محور توان‌دهی تراکتور تا محور دورانی فن‌ها باید موارد زیر رعایت شود:

انتقال نیرو از محور توان‌دهی تراکتور به روی شاسی اصلی (در ارتفاعی بالاتر) که فن‌ها بر روی آن قرار دارند صورت می‌گیرد.

تبدیل دور از ۵۴۰ دور در دقیقه به ۱۷۹۶ دور در دقیقه. تغییر جهت نیروی انتقالی از محور توان‌دهی به اندازه ۹۰ درجه.

تأمین نیازهای فوق بوسیله تسمه و پولی و جعبه‌دنده امکان‌پذیر است. وظیفه اصلی تسمه و پولی انتقال نیرو از محور توان‌دهی به ارتفاعی بالاتر است و تا حدی میزان دور خروجی از محور توان‌دهی را افزایش می‌دهد. وظیفه اصلی جعبه‌دنده تغییر جهت دوران و گشتاور ایجادشده بوسیله محور توان‌دهی به اندازه ۹۰ درجه برای محور دورانی فن‌ها است. قسمت عمده افزایش دور خروجی از محور توان‌دهی تا محور فن ها بر عهده جعبه‌دنده است. برای طراحی و انتخاب جعبه‌دنده و تسمه و پولی با توجه به رابطه زیر، نسبت‌ها و اندازه‌های متفاوتی را می‌توان در نظر گرفت.

$$R_{\text{total}} = R_۱ \cdot R_۲ \qquad (۴)$$

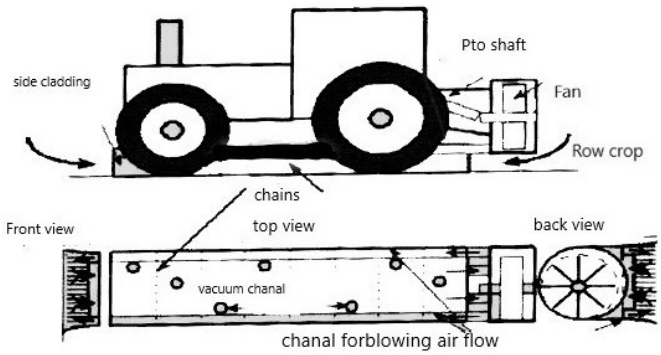
که در آن R_{total} نسبت تبدیل دور از محور توان‌دهی به فن‌ها (افزایش دور به ۱۷۹۶ دور در دقیقه)، $R_۱$ نسبت افزایش دور جعبه‌دنده و $R_۲$ نسبت افزایش دور بوسیله تسمه و پولی است. جعبه‌دنده انتخابی در این ماشین باید از نوع مخروطی باشد، زیرا فقط این نوع جعبه‌دنده قادر به تغییر جهت حرکت ورودی و خروجی به اندازه ۹۰ درجه است. جعبه‌دنده[۵] انتخابی برای این ماشین، ساخت کشور آلمان بوده و مشخصات آن در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات جعبه‌دنده انتخابی

پارامتر	مقدار
تعداد دندانه چرخ دندانه بزرگ	۶۰ عدد
تعداد دندانه چرخ دندانه کوچک	۲۴ عدد
قطر محور ورودی	۴۰ میلی‌متر
قطر محورهای خروجی	۶۰ میلی‌متر
ارتفاع بدنه	۲۰۰ میلی‌متر
طول بدنه	۳۵۰ میلی‌متر
عرض بدنه	۲۹۰ میلی‌متر

۴ بررسی سامانه نیوماتیکی مجهز به یک فن سانتریفوژ

نمونه‌ای دیگر از ماشین‌های طراحی‌شده برای مبارزه با آفات در شکل ۳ (با نام ماشین B) نشان داده شده است. ماشین B دارای طرحی متفاوت اما اساس کار یکسان با ماشین A می‌باشد (بر اساس مکش و دمش). این ماشین نیوماتیکی ، شامل یک فن سانتریفوژ می‌باشد که نیروی موردنیاز خود برای دوران را از محور توان‌دهی تراکتور تأمین می‌کند [۱۲]. یک سینی کشویی قابل تعویض در زیر تراکتور متصل به فن قرار دارد که در طرفین این سینی کانال‌هایی برای انتقال هوای فشرده تعبیه شده است. این کانال‌ها از دهانه خروجی فن هوای فشرده را دریافت می‌کنند و این هوای فشرده در ابتدا و انتهای سینی به سوی توده گیاهان دمیده می‌شود. سوراخ‌هایی در روی سینی ایجاد شده است. این سینی به قسمت مکش هوای فنوصل شده و به عنوان بخش مکش عمل می‌کند.



شکل ۳: شماتیک ماشین B برای کنترل آفات کشاورزی [۶].

همچنین، زنجیرهای ظریفی در عرض سینی وجود دارد و به کار بخش دمشی کمک می‌کند، به طوریکه به گیاه آسیب نرسد [۱۳]. با حرکت تراکتور، ردیف کشت تحت تیمار در زیر تراکتور قرار می‌گیرد. در این هنگام محور توان‌دهی تراکتور شروع به دوران کرده و فن شروع به کار می‌کند. هوای فشرده از دهانه فن به کانال‌های طرفین و سپس در ابتدا و انتهای سینی روی ردیف

[۵] gearbox

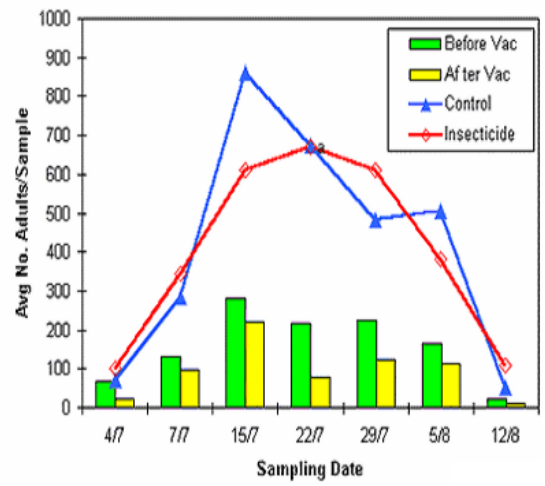
کشت دمیده می‌شود. جهت هوای فشرده در ابتدا و انتهای سینی به گونه‌ای است که تمامی آفات در زیر سینی مکشی به پرواز واداشته می‌شوند (جهت فلش‌ها در شکل ۳). همچنین، با حرکت رو به جلوی تراکتور زنجیرها که در عرض سینی و زیر آن قرار دارند به آرامی به بوته‌های گیاهان برخورد کرده و به جدا شدن آفات از بوته‌ها کمک می‌کنند.

در این هنگام سینی مکشی آفات و حشرات در حال پرواز را به سمت خود کشیده و بوسیله حفره‌های موجود در خود آنها را جمع می‌کند. محل حفره‌ها در روی سینی با سعی و خطا با توجه به سرعت حرکت و سرعت هوای دمشی و مکشی تنظیم شده است. با توجه به وزن آفات، فشار هوای دمشی و مکشی قابل تنظیم است. این کار بوسیله ایجاد تغییر در دور فن انجام می‌شود. بعلاوه سینی مکشی، برای آفات با اندازه‌های مختلف قابل تعویض است، زیرا حفره‌ها باید متناسب با اندازه آفات باشد. همچنین این سینی با توجه به ارتفاع گیاه نیز قابل تنظیم می‌باشد. این ماشین به اتصال سه نقطه[۶] در پشت تراکتور وصل می‌گردد [۱۴].

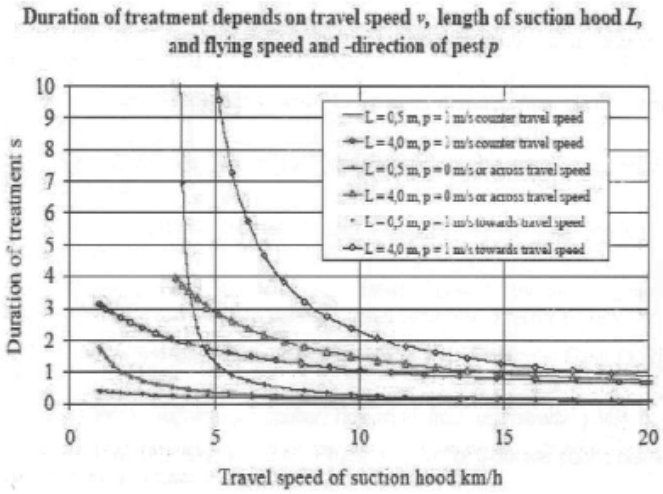
۵ نتایج ارزیابی عملکرد سامانه‌های نیوماتیکی

نتایج بدست آمده از ارزیابی عملکرد دو ماشین نیوماتیکی معرفی‌شده در مزرعه به صورت زیر می‌باشد:

۱. سرعت هوای مکشی باید از سرعت پرواز آفات بیشتر باشد، در غیر اینصورت باعث پخش شدن آفات جداشده از گیاه می‌گردد.
۲. آفاتی که بر روی گیاهان نشسته‌اند باید حتما قبل از عمل مکش پرواز کنند، در غیر اینصورت آفت در روی گیاه باقی می‌ماند.
۳. سرعت حرکت بالای تراکتور از فرار کردن آفات از زیر هود مکشی جلوگیری می‌کند. البته این سرعت نباید آنقدر زیاد باشد که بخش دمش بدون تأثیر بر روی آفات از روی ردیف کشت عبور نماید.
۴. در طول فصل رشد، تیمارها باید به موقع انجام گیرد تا نیاز به تیمار اضافی نباشد. در غیر اینصورت احتمال تراکم خاک (به علت حرکت زیاد تراکتور در سطح مزرعه) وجود دارد.
۵. تأثیر ماشین A در سطح مزرعه برای مگس‌های سفید خربزه مورد آزمایش قرار گرفته است. قسمتی از مزرعه نیز توسط آفتکش شیمیایی تیمار شد. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد ماشین A با آفتکش‌های شیمیایی قابل مقایسه است، حتی در برخی موارد بهتر نیز عمل می‌کند (شکل ۴).
۶. در یک بررسی انجام‌شده برای ماشین B، مدت زمان تیمار بستگی به سرعت حرکت (V) و همچنین طول هود مکشی (سینی) (L) و سرعت پرواز و جهت پرواز آفت (P) دارد (شکل ۵). این بررسی نشان می‌دهد با افزایش طول هود مکشی، مدت زمان تیمار طی یکبار رفت تراکتور افزایش یافته و با افزایش سرعت حرکت هود مکشی، مدت زمان تیمار کاهش می‌یابد (برای ایجاد اطمینان از کنترل موفق باید مدت زمان تیمار را افزایش داد). همچنین آفاتی که در زیر هود مکشی، در خلاف جهت حرکت تراکتور به پرواز در می‌آیند، زودتر از آنهایی که در عرض ردیف کشت به پرواز در می‌آیند و آنها نیز زودتر از آنهایی که در جهت حرکت تراکتور به پرواز در می‌آیند توسط هود مکشی گرفته می‌شوند.



شکل ۴: عملکرد ماشین نیوماتیکی A در کنترل آفات زراعی



شکل ۵: عملکرد ماشین نیوماتیکی B در کنترل آفات زراعی

۶ مقایسه عملکرد سامانه‌های نیوماتیکی معرفی‌شده

نتایج مقایسه دو ماشین مورد بررسی در این تحقیق را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

- ماشین A جلو سوار بوده ولی ماشین B عقب سوار می‌باشد؛
- ماشین A دارای دو فنولی ماشین B فقط یک فن دارد؛
- ماشین A به طور کامل حشرات را نابود می‌سازد ولی ماشین B آنها را جمع‌آوری می‌کند؛
- فن موجود در ماشین A توسط سامانه هیدرولیکی تراکتور کار می‌کند ولی فن ماشین B توسط محور توان‌دهی تراکتور کار می‌کند.

[6] three point connection

به طور کلی، ماشین A دارای کارایی بالایی بوده و بهتر از ماشین B می‌تواند آفات جداشده از گیاه را جمع آوری نماید. همچنین هود مکشی که در ماشین A تعبیه شده است، کارآمدتر از هود مکشی در ماشین B می‌باشد، زیرا در ماشین A تمامی آفات در حال پرواز که زیر هود مکشی قرار می‌گیرند، بلافاصله توسط هود مکشی گرفته می‌شوند. در حالیکه در ماشین B این امکان وجود دارد که بعضی از آفات در حال پرواز اصلاً زیر حفره‌های سینی مکشی قرار نگیرند و در نتیجه توسط هود مکشی گرفته نشوند. از طرفی چون در ماشین A تمامی آفات جمع‌شده بلافاصله نابود می‌شوند و از بین می‌روند، لذا امکان برگشت دوباره آفات به سطح مزرعه وجود ندارد. لکن در ماشین B چون تمامی آفات در یک واحد جمع‌آوری می‌شوند، به هنگام پر شدن واحد جمع‌آوری آفات این امکان وجود دارد که آفات از این واحد بیرون آمده و دوباره در مزرعه ظاهر گردند. هر چند که کارآیی ماشین A در جمع‌آوری آفات مناسب‌تر از ماشین B می‌باشد، اما ماشین B دارای مزیت‌هایی نسبت به ماشین A است. ساخت و تولید ماشین B نسبت به ماشین A کم هزینه‌تر است؛ زیرا اولاً ماشین A توسط سامانه هیدرولیکی تراکتور کار می‌کند و کاربرد سامانه‌های هیدرولیکی در این ماشین‌ها با داشتن پمپ‌ها و موتورهای هیدرولیکی بسیار پرهزینه است. در حالیکه در ماشین B با استفاده از محور توان‌دهی تراکتور هزینه‌ای کمتری را موجب میشود. از طرفی در ساخت ماشین A از دو واحد فن و در ساخت ماشین B از یک واحد فن استفاده‌شده و با توجه به موارد فوق قیمت تمام‌شده ماشین B در مقایسه با ماشین A پایین‌تر است.

از آنجا که اغلب تراکتورها (خصوصاً تراکتورهای ساخت ایران) مجهز به سامانه اتصال سه نقطه در پشت تراکتور هستند، لذا ایده‌آل‌تر آنست که در طراحی ماشین‌های لازمه برای کاربردهای مختلف در امر کشاورزی به اتصال سه نقطه در پشت تراکتور متصل گردند. این مورد در اینجا فقط برای ماشین B صادق بوده و ماشین A به جلو تراکتور وصل می‌گردد.

۷ نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن مزیت‌ها و معایب دو طرح سامانه نیوماتیکی معرفی‌شده در این تحقیق و تلفیق مزایای آنها می‌توان طرح ایده‌آل‌تری را برای کنترل مکانیکی آفات در مزارع ارائه نمود: در طرح جدید، ماشین نیوماتیکی عقب سوار بوده و از یک فن قوی دو دهانه به جای دو فن استفاده و همچنین در طراحی آن بخشی برای نابودی کامل حشرات در نظر گرفته شود. این سامانه با استفاده از محور توان‌دهی تراکتور برای تأمین نیروی دورانی فن به جای سامانه هیدرولیکی تا حد ممکن ساده و مقرون‌به‌صرفه بوده تا قابل استفاده برای همه کشاورزان باشد. بنابراین، می‌توان چنین نتیجه گرفت که با تعییراتی در فناوری به کار رفته در طراحی ماشین نیوماتیکی مورد تحقیق (A)، می‌تواند ماشین ایده‌آلی برای مبارزه با آفات باشد. نتایج پژوهش نشان میدهد ماشین‌های نیوماتیکی پشت تراکتوری دارای بازده بالایی در کنترل آفت‌های زراعی بوده و می‌توانند جایگزین مناسبی برای روش‌های کنترل شیمیایی باشند.

مراجع

[۱] کشاورزی، وزارت. آمارنامه رسمی مرکز توسعه مکانیزاسیون کشاورزی.

[۲] اردبیلی، ژ و کاظمی، م. ح. گزارشات پژوهشی آزمایشگاه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، ۱۳۹۷.

[۳] اردبیلی، ژ و کاظمی، م. ح. گزارش نهایی طرح بررسی بیواکولوژی سوسک کلرادو و راه‌های مبارزه با آن از سال ۸۹ تا ۹۷، ۱۳۹۸.

[۴] بهروزی‌لار، م. *اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی*. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۹.

[5] Winfried, S. Mtt agricultural engineering reasearch 03400 vihti.

[6] Stafford, Kirby C, III, Williams, Scott C, and Molaei, Goudarz. Integrated Pest Management in Controlling Ticks and Tick-Associated Diseases. *Journal of Integrated Pest Management*, 8(1), 10 2017. 28.

[7] Lalor, William F. and Buchele, Wesley F. Effects of thermal exposure on the foliage of young corn and soybean plants. *Transactions of the ASAE*, 13(4):534–0537, 1970.

[8] Lalor, WF and Buchele, WF. Thermal sensitivity of corn and soybeans to flame weeding. *ASAE Paper*, pp. 69–128, 1969.

[9] Graziosi, Ignazio, Dung, Ngo, Buamas, Chamaiporn, Wongtiem, Prapit, and Wyckhuys, Kris. *Integrated Pest Management of Cassava Crops in South-east Asia*, pp. 519–540. 12 2017.

[10] Laguë, C., Gill, J., Lehoux, N., and Péloquin, G. Engineering performances of propane flamers used for weed, insect pest, and plant disease control. *Applied Engineering in Agriculture*, 13(1):7–16, 1997.

[۱۱] تهران، شرکت هواسازان. *راهنمای فن‌های سازنده توسط شرکت هواسازان*. ۱۳۹۸.

[12] Hoffmann, MP, Petzoldt, C, Prostak, D, Fleischer, S, Spangler, S, Reiners, S, Zitter, T, Bellinder, R, and Shelton, A. Integrated pest management for diversified fresh market vegetable producers in new jersey, new york and pennsylvania: An ipm initiative project. *NY State IPM Publication*, (122):109, 1996.

[13] McQuiston, Faye C. and Parker, Jerald D. *Heating, ventilating, and air conditioning: analysis and design*. John Wiley & Sons, New York, 1982.

[14] Mouden, Sanae, Sarmiento, Kryss Facun, Klinkhamer, Peter Gl, and Leiss, Kirsten A. Integrated pest management in western flower thrips: past, present and future. *Pest management science*, 73(5):813–822, May 2017. 28127901[pmid].