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

طراحی و ساخت ماشین نیوماتیکی برای کنترل آفت سوسک کلرادو سیب زمینی جهت تولید محصولات ارگانیک

زهرا طبیبی[۱]، محمدعلی حداد درفشی[۲]، راحله فدوی[۳]

۱ و ۲ و۳– به ترتیب کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم طراحی تراکتورسازی تبریز ، استادیار گروه ماشینهای کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، دانشجوی دکترای مکانیزاسیون دانشگاه تبریز

ایمیل مکاتبه کننده: tabibiparisa@gmail.com

چکیده

آفت سوسک کلرادوسیب زمینی (CPB)به عنوان یکی از آفات خطرناک ، خسارت هنگفتی را به مزارع سیب زمینی وارد می کند. روش عمده برای مبارزه با آن در بین کشاورزان استفاده از سموم شیمیایی می باشد. در روش مبارزۀ شیمیایی به دلیل شرایط خاص سیستم دفاعی این آفت، آفات نسبت به سموم شیمیایی مقاوم شده علاوه بر آن نیاز به استفاده از محصولات ارگانیک سبب شده است که روشهای مبارزۀ مکانیکی مبارزه با این آفت مطرح گردد.این مقاله در ارتباط با طراحی و ساخت ماشینی برای مبارزه با این آفت بوده و اساس کار آن بر مبنای روش نئوماتیکی می باشد. روش کار این ماشین به این صورت است که ابتدا آفات در اثر فشار باد از روی بوته های گیاهان جدا شده سپس آفات جدا شده بلافاصله توسط بخش مکشی (هود) به داخل کشیده شده و به سمت تیغه ها هدایت میشوند،این حشرات در این قسمت کاملانابود شده و پس از جمع آوری در مخازن مربوطه به بیرون تخلیه میشود. ماشین طراحی شده علاوه بر تولید محصولات ارگانیک از جهت اقتصادی نسبت به استفاده از سموم شیمیایی برای کشاورزان مقرون به صرفه می باشد .

واژه‌های کلیدی: آفت سوسک کلرادو، کنترل نیوماتیکی، آفات نباتی ،سیب زمینی

مقدمه

محصولات کشاورزی و تولیدات زراعی در جهان عمده ترین منبع تغذیه برای موجودات زنده خصوصا انسان می باشند. لکن عواملی وجود دارد که سبب آسیب به محصولات کشاورزی شده و عدم تولید محصولات کشاورزی مرغوب را باعث می گردند،آفات زراعی به عنوان یکی ازعوامل اصلی از معضلات مهم در امر کشاورزی جهان محسوب می شوند.

سیب زمینی یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در جهان بوده و در سطحی معادل۱۷۰هزار هکتار از اراضی آبی در داخل کشور کشت می گردد و محصول سالانه آن بالغ بر ۵/۷ میلیون تن میباشد.یکی از عوامل مهم بروز خسارت به این محصول که مهمترین آفت این گیاه نیز به حساب می آید،آفت سوسک کلرادو(colorado poratato bettle) می باشد.این آفت با تغذیه از برگهای گیاه سیب زمینی باعث کاهش میزان محصول در حدود۶۰تا۸۰ درصد می گردد(Boiteau,1992) .

روش عمده در بین کشاورزان برای نابودی این آفت استفاده از سموم شیمیایی می باشد.در مبارزه شیمیایی به دلیل شرایط خاصِ سیستم دفاعی این آفات، آفات رفته رفته به سموم شیمیایی مقاوم شده و دیگر سموم شیمایی روی آفات بی تأثیر می شوند (Lague, parker, Lacasse) . برای حل این مشکل یا باید میزان سم مصرفی در واحد سطح(دبی سم)افزایش داده شود و یا اینکه از سموم مهلکتری برای نابودی آفات استفاده گردد.این کار علاوه بر اینکه باعث افزایش قابل توجهِ هزینهٔ تولید می گردد. بلکه آلودگی های زیست محیطی را نیز چندین برابر افزایش می دهد.از طرفی امروزه در جهان به تولید و مصرف محصولات ارگانیک(محصولاتی که بدون استفاده از مواد شیمیایی ، سموم و کودهای شیمیایی تولید می شوند) بسیار تأکید می شود.از آنجا که سیب زمینی یکی از پر مصرفترین محصولات کشاورزی در جهان به شمار می آید، لذا سبزی کاران ارگانیکی، کنترل آفت سوسک کلرادو را اولین و عمده ترین مشکل کار در کشت ارگانیکی این محصول می دانند (pennsyvia) .

تمامی عوا مل فوق باعث شده است که ضرورت نیاز به طرحها و ایده های تازه ترو مناسب تری برای مبارزه با این آفت مطرح گردد و راهکارهای بهتری به جای استفاده از سموم شیمیایی مورد استفاده واقع شود. محققان مبارزه مکانیکی را به عنوان جایگزین مناسب برای روشهای شیمیایی مطرح کرده و کاربرد روشهای مکانیکی را به صورت استفاده از ماشینهای مبارزه با آفات نه تنها برای کنترل آفت خطرناک سیب زمینی(CPB) بلکه اکثر آفات زراعی موجود در محصولات مختلف مؤثر و مفید می دانند (parker John Wiley,1999) .

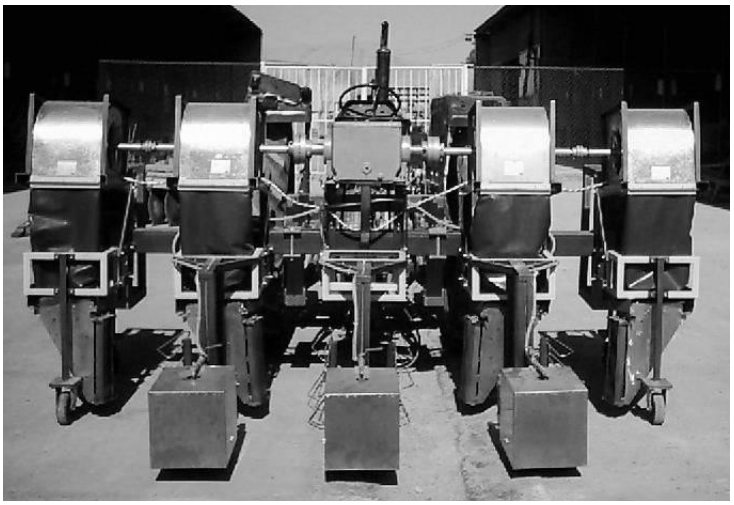
یکی از معروفترین ماشینهای کنترل آفات نباتی به روش نئوماتیکی بیوکلکتور مطابق شکل۱ است. این ماشین مخصوص کنترل آفت سوسک کلرادو سیب زمینی بوده وبوسیله یک شرکت آلمانی در ماساچوست طراحی وساخته شده است که یک نمونه از آن در داخل کشور موجود است.

معایب مهم ماشین بیوکلکتور:

- در این ماشین واحدی برای نابودی کامل آفات وجود ندارد. یعنی با مکش سوسک کلرادو رااز گیاه جدا کرده و در یک محفظه باز جمع آوری میگردد.
- هزینه ساخت آن بسیار بالا است(به دلیل داشتن پمپ و موتور هیدرولیکی)
- به دلیل داشتن تجهیزات زیاد، وزن زیادی دارد.
- به اتصال سه نقطه در جلوی تراکتور نصب میگردد.

شکل۱ (ماشین بیوکلکتور)

طی سالهای گذشته ماشین دیگری طراحی شد که به روش نئوماتیکی – حرارتی آفات سوسک کلرادو را نابود میکند (شکل۲) (طبیبی، حداد) با توجه به از بین رفتن یک مقدار از محصول طی عملیات نابودی آفات توسط شعله، و گران شدن قیمت سوخت ،با ارائه طرح حاضر در این مقاله، میتوان به شیوه ای مبتکرانه و کاملا اقتصادی اقدام به مبارزه اساسی با این آفت و تولید محصولات ارگانیک نمود.



شکل۲ (ماشین نئوماتیکی حرارتی)

این طرح برای اولین بار در کشور اجرا میشود و کار طراحی و ساخت آن در دست انجام میباشد. برای اجرای آن اهداف زیر دنبال میشود:

ارائه طرحی نوین در صنعت کشاورزی برای مبارزه با آفات به روش غیرشیمیایی در داخل کشور.

برداشتن گامی برای تولید محصولات ارگانیک در کشور.

مکانیزه کردن عملیات کشت و زرع سیب زمینی در کشور وافزایش درجه مکانیزاسیون

کاهش هزینه های مصرفی در خصوص مبارزه به آفات و حفظ سلامتی و محیط زیست.

مواد و روشها

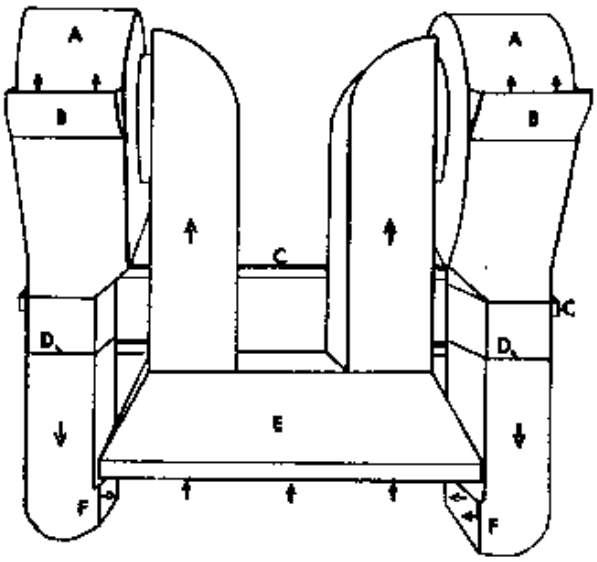
اجزاء ماشین

ماشین طراحی شده در این طرح، بر اساس مکش و دمش کار می کند که متناسب با فاصله ردیفهای زیر کشت سیب زمینی برای یک ردیف طراحی شده است، این ماشین به صورت سوار به اتصال سه نقطه تراکتور وصل شده و نیروی لازم برای کار اندازی آن توسط PTO تراکتور تأمین می گردد.طراحی آن به گونه ای صورت گرفته که در عین سادگی سیستم، دارای کار آرایی بالایی در خصوص کنترل آفت سوسک کلرادو سیب زمینی می باشد.
قسمتهای مختلف آن مطابق شکل ۳ بصورت زیر است:

A– فن یا محفظه هدایت کننده باد (شامل تیغه ها برای نابودی آفات)

B- قسمت جمع آوری و خروج بقایای آفات نابود شده توسط تیغه ها

C- شاسی برای جابه جایی هود مکشیEبه سمت بالا و پایین
D- نقطه اتصال کشویی برای جا به جایی دستگاه به سمت بالا و پایین(D نرینه و Fمادگی)
E- بخش مکش(هود کشی)
F- بخش دمش(دهانه فن ها)



شکل ۳- (شکل شماتیک ماشین نئوماتیکی)

در طراحی این ماشین از دو عدد فن سانتریفوژ با حجم نسبتا بزرگ و یک هود مکشی استفاده شده است. این دو فن سانتریفوژ به طور موازی مقابل همدیگر قرار گرفته و هود مکشی در ارتفاع بالاتری نسبت به خروجی های هوا و بین دو فن جاسازی میشود.

در این ماشین دمش هوا از طریق کانالهایی که به دهانه خروجی فن ها متصل است صورت می گیرد(F) و هود مکشی(E) نیز از طریق دو کانال دیگر که به بخش مکش هوای همان فن ها متصل است(استفاده بهینه از فن ها)کار می کند.

یکسری میله یا زنجیرهایی در قسمت خروجی هوا از کانالها تعبیه شده که برای تحریک و جداسازی اولیهء آفات از روی بوته ها به کار میروند.

برای انتقال نیرو به فنها جهت کار از محور PTO تراکتور ،یک گیربکس دنده مخروطی استفاده شده است.

نحوه کار ماشین

ابتدا فاصله چرخهای جلو و عقب تراکتور باتوجه به فاصله ردیفهای کشت تنظیم میشود تا هیچگونه آسیبی به بوته های گیاه وارد نشود،، سپس با شروع حرکت تراکتور ردیف کشت در فاصله بین دو خروجی هوای دمشی و زیر هود مکشی قرار می گیرد، باکاراندازی ماشین هوای فشرده با عبور از کانالهای متصل به دهانهء خروجی فنها به سمت تودهءگیاهان روی ردیف کشت دمیده میشود. بااین کار و به کمک میله هاو زنجیرهای ظریف در قسمت خروجی باد، آفات از روی برگها وقسمتهای مختلف گیاهان جدا شده و زیرهود مکشی که بین دوخروجی هوا تعبیه شده است به پرواز در می آیند.در همان موقع هود مکشی(E) که در بالای ردیف کشت درحال کار میباشد،بلافاصله

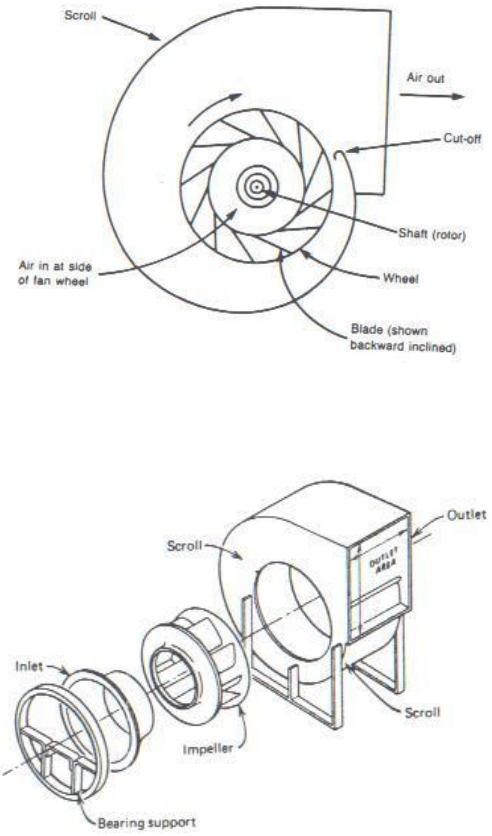
آفاتی که به پرواز درآمده اندرابه داخل مکیده و به سمت تیغه هاییکه در مسیر هود و در بخش A تعبیه شده انتقال می دهند.تیغه ها به قدری ظریف و تیز هستند که

کوچکترین حشره به طور کامل از لابلای آنها عبورکرده و نابود می شوند، بعد از نابودی حشرات بقایای آنها در قسمت B جمع آوری و دور ریخته میشود. هود مکشی E توسط شاسی C قابل تنظیم برای ارتفاعات مختلف گیاه میباشد. همچنین خروجی های F نیز در قسمت D بصورت کشویی برای ارتفاعات مختلف قابل تنظیم است(D نرینه و F مادگی).

طراحی اجزاء ماشین:

الف) بخش دمش و مکش هوا:

برای انتخاب فن مهمترین مسأله، اندازهٔ دبی خروجی باد در دهانهٔ فن (دمش) و میزان قدرت موردنیاز در بخش هود (مکش) می باشد. هوای فشرده بعد از عبور از دهانهٔ خروجیِ فن از طریق کانال به سمت بوته ها انتقال می یابد. در مسیر عبور هوای فشرده از داخل کانال یک میزان افت در دبی ایجاد می شود.که برای جبران این افت یک ضریب اطمینان باید در نظر گرفت ضریب اطمینان در محاسباتِ این بخش ۱/۵درنظر گرفته شده است.(شکل ۴)



شکل ۴ (فن نیکوترا)

تحقیقات انجام یافته نشان می دهد که سرعت هوای خروجی برای جدا کردن آفت سوسک کلرادو سیب زمینی (CPB) از بوتهٔ گیاهان وقتی که تراکتور با سرعت ۶km/hr حرکت می کند؛ حدود ۳۵ m/s میباشد(Hoffmann 1997.

دهانهٔ بخش خروج باد به سمت بوته ها به شکل مستطیل می باشد، طول آن با توجه به ارتفاعِ گیاه سیب زمینی در حدود ۴۶ سانتی متر و عرض آن با توجه به میزان تأثیر هوای فشرده روی آفاتِ موجود در روی بوته ها در حدود ۱۰ سانتی متر انتخاب شده است. با داشتن این مقادیر و پارامترها دبی هوای خروجی در دهانه بخش خروج باد به سمت بوته ها تعیین می گردد:

$$Q_1 = V.A \qquad (۱)$$

Q1= دبی باد در دهانهٔ خروجی به سمت بوته ها
V = سرعت هوای فشرده در دهانهٔ خروجی
A - مساحت دهانهٔ بخش خروج باد به سمت بوته ها

$$A = 0.46m \times 0.1m = 0.046m^2$$
$$V = 35\,m/s$$
$$Q_1 = 0.046 \times 35 = 1.61m^3/hr$$
$$1.61 \times 3600 = 5796m^3/hr$$

برای انتخاب فن مناسب، با توجه به میزان دبی خروجی از کاتالوگ شرکت نیکوترا ،فن مدل AT 10-10 که مشخصات آن در جدول ۱ داده شده است استفاده میگردد. پره های این فن دارای خمیدگی به طرف جلو مطابق شکل ۴ هستند(Forward Curved). این امر موجب افزایش دبی هوای خروجی در دهانه فن می گردد.

جدول ۱ (مشخصات فن AT 10-10 نیکوترا)

دور فن (rpm)	1700-2000
توان لازم برای راه اندازی(KW)	6
سرعت لبه در پره ها(m/s)	17
وزن (Kg)	35
بازده (٪)	۹۵
قطر شافت (mm)	20
ابعاد دهانه(Cm)	46*10

باتوجه به اینکه قسمت هود، نیروی مکشی خودرا از بخش مکشی فنها تامین 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 تیغه ها انتقال دهد، از آنجا که برای اینکار از قسمت مکش هوای دو فن برای یک هود استفاده میشود،میتواند بطور کامل این قدرت فراهم شود.

ب- سیستم انتقال نیرو

برای کاراندازی فن ها، نیروی لازم ازمحور PTO تراکتور،باسیستم انتقال نیروبه شافت دورانی فنها انتقال یافته و با دوران شافت فن ها، پره های فن های سانتریفوژ شروع به حرکت میکنند. قدرت لازم برای دوران هر فن ۶کیلووات ودور مطلوب فنها ۱۷۹۶ rpm میباشد(جدول ۱). جنس فلز انتخاب شده برای ساخت این شافت St37 میباشد که در آن استحکام کششی ۲۲۰ MPa وتنش تسلیم ۱۱۰ MPa است (طبیبی و حداددرفشی).

طراحی شافت مطابق روابط زیر صورت میگیرد:

$$P = Tn/60 \qquad (2)$$

که در آن P قدرت(وات) ، T گشتاور دورانی (نیوتن در متر) و n سرعت دورانی شافت (دور بر دقیقه) است.

چون در هر طرف ۱ فن وجود دارد پس قدرت لازم برای شافت ۱۲کیلووات میباشد. باجایگذاری در رابطه مقدار گشتاور دورانی به صورت زیر محاسبه میشود:

$$12000 = T*1796/60 \rightarrow T = 400.8N.m$$

برای تعیین تنش برشی ماکزیمم در شافت از رابطه زیر استفاده میشود:

$$\tau = Tr/j \qquad (۳)$$

که در آن τ، تنش برشی ماکزیمم ، r شعاع شافت و j ممان اینرسی قطبی میباشد.

چون تنش برشی ماکزیمم (۲۵۵,۳ Mpa) از مقدار S_{sy} بیشتر شده است پس اندازه ۲۰ میلی متر برای قطر شافت قابل قبول نبوده و اندازه ۳۰ میلی متر را انتخاب کرد، که با جایگذاری در رابطه فوق ،تنش برشی ماکزیمم MPa ۷۵/۶۵ محاسبه میشودکه چون از S_{sy} کمتر است، قابل قبول میباشد.

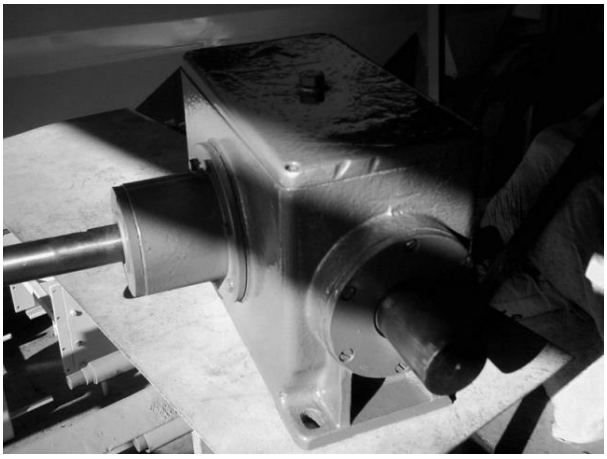
شکل ۵ شافت ساخته شده بر اساس معادلات طراحی را نشان میدهد که طرف کوچکتر آن دارای قطر ۳۰ میلیمتر است و به محور فن وصل میشود.

شکل ۵ (شافت دورانی فنها)

برای طراحی سیستم انتقال نیرو از محور PTO تراکتور تا شافت دورانی فن ها باید موارد زیر رعایت شود:

- انتقال نیرو از محور PTO تراکتور به روی شاسی اصلی (در ارتفاعی بالاتر) که فن ها روی آن قرار دارند صورت میگیرد.
- تبدیل دور از ۵۴۰ rpm به ۱۷۹۶ rpm.
- تغییر جهت نیروی انتقالی از محورPTO به اندازه ۹۰ درجه.

تامین نیازهای بالا بوسیله تسمه و پولی و جعبه دنده امکان پذیر است(شکل ۶). کار اصلی تسمه و پولی انتقال نیرو از PTO به ارتفاع بالاتر است و تاحدی میزان دورخروجی از PTO را افزایش می دهد. کار اصلی جعبه دنده تغییر جهت دوران و گشتاور ایجاد شده بوسیله محور PTO به اندازه ۹۰ درجه برای شافت دورانی فن ها است. قسمت عمده افزایش دورخروجی از محور تا شافت دورانی برای محور فن ها بر عهده جعبه دنده است.



شکل۶ (جعبه دنده مخروطی)

برای طراحی و انتخاب جعبه دنده و تسمه و پولی با توجه به رابطه زیر، نسبتها و اندازه های متفاوتی را میتوان در نظر گرفت.

$$R_{total} = R_1.R_2$$

که درآن ، R_{total} نسبت تبدیل دور از PTO به فن ها (افزایش دور به ۱۷۹۶ rpm) R_1 نسبت افزایش دور جعبه دنده و R_2 نسبت افزایش دور بوسیله تسمه و پولی است.

جعبه دنده انتخابی در این ماشین باید از نوع مخروطی باشد، زیرا فقط این نوع جعبه دنده قادر به تغییر جهت حرکت ورودی و خروجی به اندازه ۹۰ درجه است. جعبه دنده انتخابی برای این ماشین مطابق شکل ۶ ،ساخت کشور آلمان بوده و مشخصات آن در جدول ۲ داده شده است.

جدول ۲(مشخصات جعبه دنده مخروطی)

تعداد دندانه چرخ دندانه بزرگ	۶۰ عدد
تعداد دندانه چرخ دندانه کوچک	۲۴ عدد
قطر شافت ورودی	۴۰میلیمتر
قطر شافتهای خروجی	۶۰ میلیمتر
ارتفاع بدنه	۲۰۰میلیمتر
طول بدنه	۳۵۰میلیمتر
عرض بدنه	۲۹۰میلیمتر

نتیجه گیری

- سرعت هوای مکشی باید از سرعت پرواز آفات بیشتر باشد،در غیر این صورت باعث پخش شدن آفات جدا شده از گیاه می گردد زیرا اگر سرعت هود مکشی پایین باشد آفات به داخل هود کشیده نمی شوند و در سطح مزرعه پخش می گردند.لذا باید این سرعت متناسب با آفات محصولات مختلف، توسط سیستم انتقال قدرت به فنها تغییر یابد.
- آفاتی که در روی گیاه نشسته اند باید حتما قبل از عمل مکش پرواز نمایند،در غیر این صورت آفت در روی گیاه باقی می ماند.جدا کردن آفات از روی گیاهان بر عهده بخش دمش و زنجیرها می باشد،که باید عمل خود را به بهترین صورت انجام دهند.

- سرعت حرکت بالای تراکتور از فرار کردن آفات از زیر هود مکشی جلوگیری میکند،البته این سرعت نباید آنقدر زیاد باشد که بخش دمش بدن تأثیر روی آفات،از روی ردیف کشت عبور نماید.زیرا اگر سرعت بیش از حد باشد،بخش دمش فرصت جداکردن آفات از روی گیاهان را نخواهد داشت.
- در طول فصل رشد تیمارها باید به موقع انجام گیرد تا نیاز به تیمار اضافی نباشد. درغیر این صورت احتمال تراکم خاک(به علت حرکت زیاد تراکتور در سطح مزرعه)وجود دارد.
- در کل کارایی و بازده این ماشین چه از نظر اقتصادی چه از نظر کارایی بالا بوده و میتواند جایگزین آفت کشهای شیمیایی گردد.

این ماشین با ایجاد تغییراتی، می تواند برای کنترل آفات محصولات مختلف دیگر نیز به کار رود، از آنجا که آفات موجود در محصولات مختلف دارای ابعاد و وزنهای متفاوتی می باشند لذا برای جدا کردن آنها از بوتهٔ گیاهان، سرعت هوای خروجی از دهانه فن متفاوت خواهد بود لذا با تغییر ابعاد دهانه خروجی هوا به سمت بوته گیاهان می توان فشار و سرعت باد را متناسب با ابعاد و وزن آفات را انتخاب نمود. و به این صورت آن را برای مزارع کشت محصولات دیگر نیز قابل استفاده نمود. از آنجا که ساخت این ماشین دردست انجام می باشد، احتمال میرود ارزیابی این ماشین بعد از ساخت آن در سطح مزرعه در اواخر بهار آتی صورت می گیرد.

مراجع

۱. زهرا طبیبی، محمدعلی حداددرفشی،پایان نامه جهت دریافت کارشناسی ارشد با عنوان طراحی و ساخت ماشین نئوماتیکی– حرارتی برای کنترل آفات.

2. Boiteau,G.,G.C.Misener,R.P.Singh and G.Bernard.1992.Evaluation of a vacuum collector for insect pest control.

3. Hoffmann 1997 . Integrated pest manegment for diversifiied fresh market vegetable producers in new jersey ; new yourk.

4. Lacasse,B.,C.Lague,M.Khelifi and P.M.Roy.1998 a.Field evaluation of pneumatic control of Solorado potato beetle.Sanadian Agricultural Engineering 40:273-280.

5. Lague,C.,J.Gill,N.Lehoux and G.Peloquin.1977.Engineering performaces of propane flamers used for weed,insect pest.

6. Lague,C.,M.khelifi,J.Gill,and B.Lacasse.1999.Penumatic and thermal control of Colorado potato beetle.Canadian Agricultural Engineering.Vol.41,No 1:53-57.

Designing & making of Pneumatic machine for Colorado potato beetle controling

Abstract

Colorado potato beetles pest "CPB" as the dangerous pests of the culture which damage all the production in the potato farms .The main way to fight for the farmers is using the chemical pesticides. In chemical control method to cause special conditions for system of pest body, the pests resistant for the chemical Pesticides, However increasing demand of organic products has caused considerations of mechanical methods .This paper is concerned with the designing and making of machine for combating this pest, and pneumatic method is based for this machine. the operation of this machine in this case at first, is the pests part from the potato plants with pushing air, then the partite pests with suction part are transferred inside to blade section.in this part, the pests disappear and collect in the places near the blades then discharge out of machine .The machine is designed for the economical production of organic products in addition to the use of chemical pesticides for farmers is affordable.

Keywords : cpb , pest control , mechanical control , potato