طراحی ، ساخت وارزیابی ماشین کنترل پنوماتیکی سوسک کلرادو
درمزارع کوچک سیب زمینی

علی رشاد صدقی [۱]- ایرج رنجبر[۲]- صابر عبدی [۳]

چکیده

برای کنترل سوسک کلرادو تکیه بر بکاربردن سموم شیمیایی باعث ایجاد مقاومت این حشرات دربرابر سموم شده واستفاده از سموم باغلظت بیشترعلاوه بر آلودگی محیط زیست، هزینه تولید رانیز افزایش می دهد.درسالهای اخیر به منظورکنترل مکانیکی وجمع آوری این حشره، از سیستمهای پنوماتیکی استفاده شده که نسبتا موفقیت آمیزبوده است.

محدودیت استفاده ازاین ماشینها امکان آسیب رساندن چرخهای تراکتور به بوته های سیب زمینی به هنگام ترددوعدم کارآیی آنها درزمینهای کوچک زراعی وهمچنین هزینه زیاد تهیه وکاربرد آنها می باشد.

هدف ازاین تحقیق، طراحی وساخت ماشینی بودکه علاوه برکنترل غیرشیمیایی سوسک کلرادوتوسط سیستم پنوماتیکی، قابلیت استفاده درزمینهای کوچک زراعی راداشته وساخت وکاربرد آن ازنظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

ماشین مزبور شامل دوواحددمش هوا است که درمقابل یکدیگروبصورت نامتقارن (افست) نسبت به طول دستگاه نصب شده اندودرطرفین بوته های سیب زمینی قرار می گیرند. با دمش جریان هوای سریع از هریک از نازلهای هوا، آفت از روی بوته جدا شده وپس از برخورد به صفحه مقابل درداخل سینی های انتهای صفحه جمع آوری می شوند.

به منظورارزیابی کارایی ماشین در جمع آوری سوسکهای بالغ ولاروها، دوسری آزمایش به ترتیب در آزمایشگاه ودر شرایط مزرعه انجام گرفت. درشرایط آزمایشگاه بیشترین میزان جمع آوری حشرات بالغ ولاروها درسرعت هوای ۳۵ متربر ثانیه به ترتیب به مقدار ۶۷/۵ و ۴۱/۲۵ درصد با یکبار عبوراز مقابل بوته ها بدست آمدودرشرایط مزرعه ،در سرعت هوای ۴۰ متر برثانیه حدود ۵۰ درصد از حشرات بالغ ولاروها بایکبار عبور جمع آوری گردیدند. البته درمزرعه بدلیل آبیاری قطعه ای زمین ووجود مرزهای پشته ای محدودیت درحرکت ماشین وجود داشت.

۱- عضو هی ئت علمی مرکز تحقی قات کشاورزی ومنابع طبی عی آذربای جان شرقی
۲- دانشی ار گروه مهندسی مکانی ک ماشی نهای کشاورزی دانشگاه تبری ز
۳- کارشناس مرکز تحقی قات کشاورزی ومنابع طبی عی آذربای جان شرقی

واژه های کلیدی : طراحی وساخت ، کنترل مکانیکی سوسک کلرادو، سیب زمینی .

مقدمه :

یکی از مهمترین آفات برگخوار سیب زمینی، سوسک کلرادو با نام علمی *Leptinotarsa decemlineata (Say)* است که از سال ۱۳۶۳ درایران درمنطقه اردبیل شروع به فعالیت کرده و قادر است بوسیله لاروهای برگخوارخود، برگهای سیب زمینی را نابود کرده وبدین طریق بطور غیرمستقیم باعث کاهش میزان محصول تا ۶۰ درصد گردد[۲].

نتایج بررسی های بیواکولوژیک کاظمی واردبیلی (۱۳۷۸) از زندگی سوسک کلرادو درمنطقه اردبیل درسالهای ۳ ۱۳۶ تا ۱۳۶۹ نشان داد که آفت بصورت حشره کامل درداخل خاک ودر عمق ۲ ± ۳۰ سانتی متری زمستان گذرانی‌می نماید ونسبت به سرما تحمل زیادی دارد. این حشره دارای چهار سن لاروی است واز قسمتهای هوایی گیاه میزبان تغذیه میکندوقادر به تحمل گرسنگی تا ۴۰ روز است. لارو بالتوری *Chrysopa.sp.* ازتخم آفت تغذیه نموده وملخ *Tettigonia caudata* لاروهای آفت رامورد حمله قرار می دهند[۴].

طبق آمار ستاد مبارزه با سوسک کلرادو در سال ۱۳۷۰ ، سطح مبارزه شیمیایی درمنطقه اردبیل ۳۰۳۸۱ هکتار وسموم مصرفی زولون ۳۵ ٪ و آندوسولفان ۳۵ ٪ از هردو به میزان دولیتر درهکتار وکل میزان سم مصرفی ۶۰۷۶۲ لیتر بوده است[۱].

روش مبارزه مکانیکی بصورت تکان دادن بوته ها وجمع آوری حشرات بالغ ولاروها در گذشته مرسوم بوده است. امروزه پس از گذشت یک قرن استفاده از سموم شیمیایی، بسیاری ازتوده های سوسک کلرادو نسبت به اکثر سموم مقاومت نشان می دهند[۶].

هزینه های مالی وآلودگی محیطی مرتبط با استفاده از سموم با غلظتهای بالاتر وافزایش مشکلات وهزینه تولید سموم جدید ایجاب می کند که از روشهای دیگر برای کنترل سوسک کلرادو استفاده شود.روشهای مختلف ازقبیل تناوب زراعی،شعله افکنی، تولید واریته های سیب زمینی که ازنظر ژنتیکی نسبت به سوسک کلرادو مقاوم باشند، قبلا مورد بررسی وتحقیق قرار گرفته اند ولی هیچ یک قادربه کنترل موثر درمراحل مختلف زندگی این حشره نبوده اند. درسالهای اخیر ازجریان هوا توسط سیستمهای پنوماتیکی برای جدا کردن وبیرون راندن سوسکها ازبوته وجمع آوری آنها استفاده شده است که نسبتا موفقیت آمیز بوده است[۹].

Boiteau و *Misener* از سال۱۹۹۱ الی ۱۹۹۵ درارتباط با ارزیابی کارایی سیستمهای مختلف پنوماتیکی درکنترل سوسک کلرادو آزمایشاتی انجام دادند که طبق گزارش ایشان سرعتهای حد سوسکهای کلرادو بالغ،سنین لاروی چهارم، سوم ودوم به ترتیب ۰/۸ ± ۹/۳۴ ، ۰/۶۳ ±۹/۹۴، ۰/۵۵ ± ۷/۱۳ و ۰/۱۵ ± ۵/۷۸ متر برثانیه بدست آمد ودرمورد کارایی سیستمهای جمع کننده مکشی حشرات، با یک بار عبور این سیستم در مقیاس مزرعه ای آن ازمقابل بوته ها ، درصد زیادی ازحشرات بالغ ولاروهای بزرگ سوسک کلرادو را می توان از میان برداشت[۱۱،۱۲،۱۳،۱۴] .

Lacasse و همکاران در سال ۱۹۹۸ تاثیر ترکیبات مختلف سرعت دمش هوا وسرعت پیشروی یک نوع ماشین کنترل پنوماتیکی سوسک کلرادو رادرمیزان بیرون راندن سوسکهای بالغ وچهارمین سن لاروی آن از بوته وجمع آوری آنها مورد مطالعه قرار دادند.نتایج نشان داد که اثر متقابل سرعت هوا وپیشروی درجداسازی سوسکهای بالغ ولارو L_4 ازبوته کاملامعنی داربوده وبهترین ترکیب سرعت هوا وپیشروی به ترتیب m/s ۳۵ و km/h ۶ تعیین گردیدوبا افزایش سرعت هوا قابلیت جمع آوری سوسکهای جدا شده از بوته درشبکه توری که درمقابل جریان هوا قرارگرفته بودافزایش یافت ولی سرعت حرکت ماشین، تاثیر معنی داری درجمع آوری حشرات نداشت.خسارات وارده بربوته های سیب زمینی بوسیله سیستم کم ودر حدود جداشدن چندبرگ کوچک بوده ولی صدمات ناشی ازچرخهای تراکتور جدی تر بوده است.ایشان درآزمایش دیگر نتیجه گرفتند که توان مورد نیاز سیستم پنوماتیکی باافزایش سرعت جریان هوا، بصورت نمایی افزایش یافته (از۱ تا۲/۷ کیلووات) وجریان هوا باعرض باریکتر (۲۵/۴mm نسبت به ۵۰/۸mm) تاحدودی توان مورد نیاز برای ایجاد سرعت هوای معین کاهش داده است[۹و۱۰] .

Khelifi وهمکاران درسال ۱۹۹۵ مقاومت واریته های مختلف سیب زمینی را درسه مرحله رشد که به مدت ۲۰ ثانیه در معرض جریان هوا با هفت سطح سرعت درمحدوده ۳۱-۱۲/۵ متربرثانیه قرار گرفته بودند مورد مقایسه قرار دادند ونتیجه گرفتند که نوع واریته گیاه فاکتور معنی داری میباشد ومقاومت بوته ها به جریان هوا با سرعت جریان هوا ومرحله رشد گیاه ارتباط دارد[۷و۸] .

شریفی در سال ۱۳۷۶ یک نوع ماشین با نام تجاری *Bio- Collector* ساخت آلمان راکه از سیستم پنوماتیکی در جمع آوری حشرات استفاده می کند در منطقه اردبیل ارزیابی کرد. . طبق گزارش ایشان ماشین مزبور به دلیل جلو سوار بودن نیاز به تمهیداتی برای اتصال به جلوی تراکتورهای ساخت داخل که فاقد سیستم جلو سوار هستند، دارد ودرسطح کشت های وسیع وکاملا مکانیزه از نظر فاصله بین ردیفی کارایی داشته وتراکتور مورد استفاده بایستی دارای توان کافی باشد . ازنظر عملکرد دستگاه درجمع آوری سوسکها با شمارش تعداد سوسکها ولاروهای روی بوته قبل وپس از استفاده از دستگاه نتیجه گرفتند که میزان کاهش جمعیت سوسک بطور متوسط ۴۶ ٪ بوده است[۳] .

هدف از اجرای این تحقیق ، طراحی وساخت ماشینی بود که ضمن مبارزه مکانیکی با آفت سوسک کلرادو، قابلیت استفاده درمزارع کوچک سیب زمینی راداشته واز نظر اقتصادی ساخت وبکارگیری آن مقرون به صرفه باشد. علاوه براین به منظور صرفه جویی درخرید ادوات کشاورزی از سمپاش ذره ساز (اتمایزر) پشتی جهت تامین جریان هوا درسیستم استفاده شده است.

مواد و روشها

اجرای این طرح درسه مرحله انجام گرفت :

مرحله اول- مطالعه وتهیه نقشه های اولیه وساخت ماشین:

ساخت ماشین بر اساس نوع تراکتوری آن با نام *Bio collector* بود، با این تفاوت که این ماشین یک ردیفه بوده وتوسط کاربر وچرخ حامل درزمین هدایت می شود وبه منظور تامین جریان هوا بجای استفاده از پمپ هوای هیدرولیکی از پمپ هوای سانتریفوژ سمپاش پشتی اتمایزر نوع *Solo 423* ساخت آلمان باتوان اسمی ۵ اسب بخار استفاده شده است.ماشین مزبور شامل دو واحد دمنده هوا برای جدا کردن وجابجایی سوسکها ولاروها از روی بوته می باشد که در مقابل یکدیگر وبصورت نامتقارن (افست) نسبت به طول دستگاه برروی شاسی نصب شده اندودرهنگام حرکت در طرفین ردیف بوته های سیب زمینی قرار می گیرند . در انتهای پایینی دیواره های طرفین دستگاه ، سینی های ناودانی شکل تعبیه شده است که سوسکهای جدا شده از بوته در اثر جریان شدید هوای نازلها، پس از برخورد به دیواره های مقابل، در داخل سینی جمع آوری می شوندودر نهایت سینی ها بصورت کشویی خارج شده وآفات جمع آوری شده تخلیه می گردد.شاسی دستگاه

توسط دو چرخ حامل باریک در داخل شیار زمین حرکت کرده وتوسط کاربر هدایت می شود.ارتفاع واحدهای دستگاه از زمین متناسب با ارتفاع پشته ها وبوته های سیب زمینی توسط دو عدد جک بالابر مکانیکی در طرفین دستگاه قابل تنظیم می باشد.بدنه شاسی از نبشی وتسمه آهنی ودیواره ها از ورق آهن گالوانیزه ساخته شده است . ابعاد نازلها ۱۵ ×۲ سانتی متر بوده وفاصله افقی بین آنها ۳۵ سانتی متر وفاصله طولی آنها نسبت به یکدیگر (میزان افست) ۳۲ سانتی متر در نظر گرفته شد. فاصله افقی چرخهای حامل بر اساس فاصله استاندارد بین ردیف کاشت سیب زمینی به مقدار ۷۵ سانتی متر تعیین گردید(شکل شماره ۱).

شکل شماره ۱- شکل ظاهری ماشین کنترل پنوماتیکی

مرحله دوم- ارزیابی کارایی ماشین در جمع آوری سوسکهای بالغ ولاروها در سرعتهای مختلف هوا در آزمایشگاه :

ابتدا سوسکهای بالغ ولاروهایی را که از سطح مزارع سیب زمینی آلوده به آفت، جمع آوری شده بودند به تعداد معین ۱۰ الی ۱۵ عدد سوسک بالغ و لارو بر روی تعدادی بوته سیب زمینی که در گلدان کاشته شده بودند پخش کرده

وپس از استقرار آنها برروی بوته ها، توسط یک چرخ دستی باسرعت یکنواخت از مقابل نازلهای هوا، درسرعتهای مختلف هوای ۲۰ الی ۴۰ متر برثانیه بادامنه تغییر ۵ متربرثانیه عبور داده شد(شکل شماره ۱).

برای اندازه گیری سرعت هوا در سر نازلها از یک باد سنج پره ای دیجیتال مدل *Testo 435* با قابلیت اندازه گیری دامنه سرعت ۰/۶ تا ۴۰ متربرثانیه وتلرانس ۰/۲ ± استفاده گردید. باشمارش تعداد آفتهای روی بوته ها قبل وپس از عبور از مقابل نازلها وهمچنین شمارش تعداد آفتهای جمع آوری شده درداخل سینی های ناودانی شکل دستگاه، میزان تاثیر سیستم پنوماتیکی در جداسازی آفت از بوته وجمع آوری آنها به تفکیک درسرعتهای مختلف هوا بوسیله روابط (۱)و(۲) محاسبه گردیدونتایج در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار مورد تجزیه آماری قرار گرفت .

$$N_{dist} = \frac{n_i - n_r}{n_i} * 100 \qquad (۱)$$

N_{dist}= میزان تاثیر سیستم در جدا سازی حشرات از بوته (درصد)

n_i = تعداد حشرات اولیه روی بوته ها

n_r = تعداد حشرات باقی مانده روی بوته ها پس از دمش هوا

$$N_{coll} = \frac{n_c}{n_i} * 100 \qquad (۲)$$

n_c =تعداد حشرات جمع آوری شده در داخل دستگاه

N_{coll}=میزان تاثیر سیستم پنو ماتیکی درجمع آوری حشرات (درصد)

مرحله سوم- ارزیابی ماشین درشرایط مزرعه:

برای ارزیابی ماشین لازم بودمزرعه ای آلوده به آفت سوسک کلرادو انتخاب شده وآزمایشات در آن انجام گیرد ولی احتمالا بدلیل بارندگی های زیادویا کنترل موثر آفت درسال قبل، تنها تعداد معدودی ازمزارع منطقه آلودگی شدید داشتند که به روش سنتی کشت شده بودند. اکثر زارعین سیب زمینی کاردرمناطق مختلف استان به دلیل تراز نبودن زمینها، ناچار به قطعه بندی زمین وآبیاری قطعات بطور جداگانه می باشند لذا درهر سه الی چهار متر از طول ردیف کاشت، یک مرز پشته ای وجود داشت که مانع حرکت دستگاه درزمین می گردید. بنابراین ارزیابی دقیق ماشین در چنین شرایطی مقدور نبود وتنها به آزمایش کارایی آن باحرکت ماشین درسه متراز طول ردیف ودرسرعت هوای ۴۰ متربر ثانیه از مقابل چند بوته سیب زمینی برای کنترل حشرات بالغ ولاروهای نسل اول اکتفا گردید. محاسبات براساس روابط (۱)و(۲) انجام گردید. ارتفاع بوته ها ازروی پشته حدود ۴۵- ۲۵ سانتیمتر وعرض بوته ها ۶۰-۴۵ سانتی متر بود با توجه به اینکه نسل دوم آفت در زمانی ظهور می کند که حجم بوته بسیار زیاد شده بطوریکه فضای داخل جوی وپشته را کاملا اشغال می کنند وامکان حرکت ماشین با چرخ حامل ازلابلای آنها وجود ندارد، بنابراین وجود چرخ حامل در دستگاه عامل محدود کننده در کارایی آن برای کنترل موثر آفت می باشد.

نتایج وبحث :

۱- ارزیابی سیستم درآزمایشگاه :

ازمیان سرعتهای مختلف هوای موردآزمایش، سه سرعت ۳۰، ۳۵ و۴۰ متربرثانیه بیشترین تاثیررادرجداسازی آفت ازبوته وجمع آوری آن دردستگاه داشتند که درقالب بلوکهای کامل تصادفی

باچهارتکرارتجزیه آماری شدند. طبق آنالیز واریانس داده هادرجدول شماره ۱، سرعت های مختلف هواازنظر میزان جداسازی سوسک های بالغ ولاروهای آن ازبوته های سیب زمینی درسطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی درداشتند. ازنظرقابلیت جمع آوری لاروهاتوسط سیستم ، سرعت های هوا اختلاف معنی داردرسطح ۵٪ داشته ولی میزان جمع آوری سوسک های بالغ اختلاف معنی داری نداشتند .

جدول شماره ۱- آنالیز واریانس کمیت های اندازه گیری شده درسرعت های مختلف هوا

منابع تغییر *S.O.V.*	درجه آزادی *df*	میانگین مربعات *M.S.*			
		لاروهای جداشده ازبوته	سوسک های بالغ جداشده ازبوته	لاروهای جمع آوری شده	سوسک های بالغ جمع آوری شده
تکرار	۳	۵۵۹/۶۳۹	۵۴/۴۱۰	۲۵۲/۹۷۲	۲۸۵/۴۱۰
تیمار	۲	۱۳۶۱/۰۸۳ **	۱۳۸۱/۷۷۱ **	۲۹۰/۳۳۳ *	۴۴۳/۲۷۱ *n.s.*
خطا	۶	۴۹/۹۷۲	۱۰۶/۱۶	۳۲/۵۵۶	۱۴۸/۴۹۳
ضریب تغییرات (*c.v.* %)		۱۲/۰۷	۱۳/۳۴	۱۵/۸۱	۲۱/۶۸

**: اختلاف معنی داردرسطح احتمال ۱٪ * : اختلاف معنی داردرسطح احتمال ۵٪ *n.s.* : بدون اختلاف معنی دار

درمقایسه میانگین داده ها به روش دانکن درجدول شماره ۲، ازنظر میزان جداسازی سوسک های بالغ ولاروهاازبوته، درسطح احتمال ۱٪ تیمارهای سرعت ۳۵ و ۴۰ متربرثانیه درکلاس A قرارگرفتندکه سرعت هوای ۴۰ متربرثانیه بیشترین تاثیر رادرجداسازی سوسک های بالغ ولاروهاازبوته به ترتیب به میزان ۸۸/۲۵ ٪ و ۷۱/۷۵ ٪ داشته است . درموردمیزان قابلیت جمع آوری آفت دردستگاه درسطح احتمال ۵٪ بیشترین میزان جمع آوری سوسکها و لاروهاباسرعت هوای ۳۵ متربرثانیه به ترتیب ۶۷/۵ ٪ و ۴۱/۲۵ ٪ بدست آمده است . علت کاهش نسبی قابلیت جمع آوری آفت درسرعت۴۰ نسبت به ۳۵ متربر ثانیه، احتمالا افزایش شعاع پرتاب آفت دراثر شدت جریان هوا ودرنتیجه برزمین افتادن آنها باشد.

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین کمیت های اندازه گیری شده درسرعت های مختلف هوا به روش دانکن .

کمیت های اندازه گیری ← سرعت هوا (m/s)↓	سوسک های بالغ جدا شده ازبوته (٪)	لاروهای جدا شده ازبوته (٪)	سوسک های جمع آوری شده (٪)	لاروهای جمع آوری شده (٪)
۳۰	۵۵/۷۵ B	۳۷/۵۰ B	۴۷ a	۲۶/۲۵ b
۳۵	۸۷/۶۳ A	۶۶/۵۰ A	۶۷/۵ a	۴۱/۲۵ a
۴۰	۸۸/۲۵ A	۷۱/۷۵ A	۵۴/۱۳ a	۴۰/۷۵ a
سطح احتمال (P)	٪۱	٪۱	٪۵	٪۵

۲- ارزیابی سیستم درمزرعه :

همانطور که قبلا ذکرگردید، ارزیابی سیستم درمزرعه بامحدودیتهایی مواجه گردید. درآزمایشی که در۲ مترازطول ردیف کاشت وباسرعت هوای ۴۰ متربرثانیه انجام گرفت، حدود ۵۲٪ از سوسک های بالغ و ۴۸٪ از لاروهای سنین مختلف توسط سیستم جمع آوری شدند و میزان خسارت وارده به بوته ها درحد شکسته شدن تعداد کمی شاخ وبرگ بود که دراثربرخورد بدنه ماشین با بوته ها بوجود آمد.

نتیجه گیری کلی :

طبق نتایج بدست آمده، استفاده از سیستم پنوماتیکی در جمع آوری سوسک کلرادو بصورت حشر ه بالغ و لارو موثر می باشد با این شرط که مانعی برای حرکت ماشین درداخل مزرعه وجود نداشته باشد. در غیر این صورت بایستی چرخ حامل از سیستم حذف و ماشینی قابل حمل توسط کاربر طراحی وساخته شود.

منابع مورد استفاده :

۱- اردبیلی ، ژیلا ، م .ح . کاظمی . ۱۳۷۰ . بررسی تکمیلی بیواکولوژی سوسک کلراد و درمنطقه اردبیل ، گزارش پژوهشی سال ۱۳۷۰ بخش تحقیقات آفات وبیماریهای گیاهی مرکزتحقیقات کشاورزی آذربایجانشرقی . صفحه ۱ تا ۸ .

۲- اردبیلی ، ژیلا . ۱۳۷۲ . بررسی تأثیر ترکیبات حشره کش برپایه مواد مؤثرۀ درخت چریش روی سوسک کلرادو درشرایط مزرعه . گزارش سالانه سال ۱۳۷۲ بخش تحقیقات آفات وبیماریهای گیاهی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی . صفحه ۱۸۵ .

۳- شریفی ، احمد . ۱۳۷۶ . آزمایش دستگاه بیوکلکتور در مبارزه غیر شیمیایی با سوسک کلرادو سیب زمینی در منطقه اردبیل . (گزارش منتشر نشده) . موسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی . کرج .

۴- کاظمی ، محمد حسین و ژیلا اردبیلی . ۱۳۷۸ . بررسی وضعیت بیواکولوژیک سوسک کلرادو از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۹ درمنطقه اردبیل . دانش کشاورزی(مجله علمی – پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز) . جلد ۹ ، شماره ۱ ،صفحات ۴۱ تا ۵۳ .

5-Boiteau,G.,G.C.Misener,R.P.Singh and G.Bernard.1992 . Evaluation of a vacuum collector for insect pest control in potato . American potato journal 69 : 157- 166 .

6-Forgash,A.J.1985.Insectcide resistance in the Colorado potato beetle. In Proceedings of the Symposium on the Colorado Beetle , XVIIth International Congress of Entomology , Research Bulletin 104 , eds . D.N.Ferro and R.H.Voss , 1-8 . Amherst , MA: Unversity of Massachusetts .

7-Khelifi , M .,C.Logue and B.Lacasse . 1995 a . Potato plant damage caused by pneumatic removal of Colorado potato beetles . Canadian Agricultural Engineering 37 (2) : 81-83 .

8-Khelifi ,M.,C.Lague and B.lacasse.1995 b.Resistance of adult Colorado potato beetles to removal under different airflow velocities and configurations.Canadian Agricultural Engineering.37(2):85-90.

9-Lacasse ,B.,C.Lague ,M. Khelifi and P.M., Roy . 1998 a . Effects of airflow velocity and travel speed on the removal of Colorado potato beetles from potato plants . Canadian Agricultural Engineering 40 (4) : 265 – 272 .

10-Lacasse, B., C. Lague , M. Khelifi and P.M. Roy . 1998 b. Field evaluation of pneumatic control of Colorado potato beetle . Canadian Agricultural Engineering 40(4) : 273 – 280 .

11-Misener , G.C. and G. Boiteau . 1991 . Force required to remove Colorado potato beetle from a potato leaf . CSAE paper No . 91 – 404 . Saskatoon , SK; CSAE .

12-Misener , G.C. and G. Boiteau. 1992 . Determination of insect parameters to improve the beetle vacuume machine . Final report for project B3009-2 Canada / N .- B . Cooperation agreement on Agri – Food Development (CAADF). Agriculture canada Research Station, Fredericton , NB.

13-Misener, G.C.and G.Boiteau . 1993 . Suspention velocity of the Colorado potato beetle in free falk . American potato journal 70 (4) : 309 –316 .

14-Misener, G.C.and Boiteau.1995 . Removal of insect pests from potato using a vacuum collector . Zemedelska – Technika.41(4):145-149 .