

ساخت و ارزیابی دستگاه جمع آوری سرخرطومی یونجه به عنوان روش فیزیکی کنترل آفت

کریم گرامی^{۱*}، احمد حیدری^۱

۱- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران؛

۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛

* نویسنده مسئول: kg_gerami@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۳

چکیده

سرخرطومی برگ یونجه به عنوان یکی از مهمترین آفات محصولات علوفه‌ای در سراسر جهان، خسارات اقتصادی قابل توجهی به مزارع یونجه وارد می‌آورد. استفاده گسترده و مداوم از آفتکش‌های شیمیایی برای کنترل این آفت، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، نگرانی‌های جدی در مورد سلامت محصول نهایی، بقایای سموم در علوفه دامی و آسیب به حشرات مفید، به‌ویژه زنبور عسل، ایجاد کرده است. این تحقیق با هدف طراحی، ساخت و ارزیابی یک دستگاه مکانیکی جدید با عنوان (Bio collector) بیوکالکتور برای کنترل فیزیکی آفت در مزارع یونجه انجام شد. بیوکالکتور به عنوان یک راهکار نوآورانه در مدیریت تلفیقی آفات (IPM) توسعه یافت تا بتواند آفت سرخرطومی برگ یونجه را در مراحل مختلف رشدی خود، شامل لارو سنین ۳ و ۴ و حشره کامل، به صورت مکانیکی جمع‌آوری نماید. فاز ارزیابی مزرعه‌ای این تحقیق بر بررسی تأثیر دو پارامتر اصلی عملیاتی دستگاه، یعنی فشار مکش (با سه سطح) و سرعت پیشروی (با دو سطح)، بر کارایی (جمع‌آوری آفت) متمرکز بود. نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان داد که دستگاه بیوکالکتور قابلیت کنترل قابل قبولی برای این آفت فراهم می‌آورد. بیشترین درصد کنترل لارو سن ۳ با ۴۰/۷ درصد مربوط به سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت است. همچنین بیشترین درصد کنترل حشره کامل با ۳۵/۲ درصد مربوط به سرعت دورانی ۴۱۹۸rpm بیوکالکتور (مکش بالا، ۱/۶۸ میلی بار) می‌باشد. به عبارت دیگر، فشار مکش بالاتر توانست حشرات کامل را با اثربخشی بیشتری جمع‌آوری کند. نتایج این مطالعه پتانسیل بیوکالکتور را به عنوان یک ابزار مهم در مدیریت غیرشیمیایی آفات در مزارع یونجه اثبات می‌کند و گامی مهم در جهت کاهش وابستگی به سموم شیمیایی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بیوکالکتور (دستگاه جمع‌آوری آفات)، سرخرطومی برگ یونجه، کنترل پنوماتیکی، مدیریت تلفیقی،

یونجه

بیان مسئله

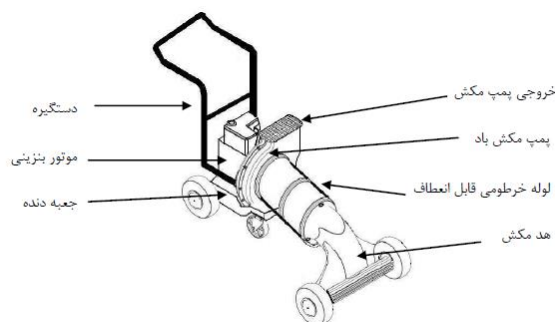
یونجه با نام علمی *Medicago sativa* یکی از مهم‌ترین محصولات علوفه‌ای است که نقش بسیار مهمی در تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها دارد. یکی از مهم‌ترین آفات یونجه، سرخرطومی برگ یونجه (*Hypera postica*) متعلق به راسته Coleoptera و خانواده Curculionidae است که در اکثر مناطق معتدل و سردسیر خسارت زیادی را در چین اول ایجاد و در بعضی از سال‌ها ۹۰-۱۰۰ درصد محصول چین اول را نابود می‌کند. با توجه به گسترش سطح آلودگی این آفت، خسارت آن در اوایل بهار بالغ‌بر چند میلیون تن علوفه‌تر است (حبیبی و زمانی، ۱۳۸۵). در اواخر زمستان با گرم شدن تدریجی هوا (در حد متوسط ۱۷ درجه سلسیوس) لاروهای کوچک سرخرطومی برگ یونجه پس از خروج از تخم، به داخل جوانه‌های تازه یونجه نفوذ و تغذیه خود را از جوانه‌ها و برگ‌های جوان آغاز می‌کنند. خسارت ناشی از تغذیه لاروهای جوان در ابتدا نامشخص ولی به تدریج با افزایش تراکم و رشد لاروها میزان تغذیه افزایش می‌یابد و جوانه‌ها و برگ‌ها کاملاً خورده می‌شوند و از بوته‌های سبز و جوان یونجه فقط رگبرگ‌ها و ساقه‌های خشک که در اوایل بهار اکثر سال‌ها شاهد آن هستیم، به‌جا می‌ماند. همراه با خوردگی‌های برگ‌ها، رشد ساقه‌ها متوقف می‌گردد. حشره بالغ این آفت در شکاف‌ها در عمق ۲-۳ سانتی‌متری خاک در اطراف طوقه ریشه یونجه یا زیر خس و خاشاک‌های مزرعه یونجه به سر می‌برند. تراکم بسیار زیاد و وابسته بودن این آفت به یونجه، ضرورت کنترل این آفت را با لحاظ جنبه‌های بهداشتی و زیست محیطی ایجاب می‌نماید. در دانشگاه کالیفرنیا ابزاری معرفی شد که به‌صورت کوله‌پشتی بسته‌شده و با موتور کوچکی که انرژی موردنیاز از طریق آن تأمین می‌شد، قادر به جمع‌آوری حشرات سطح مزرعه در مقیاس محدود و به‌عنوان نمونه‌گیر حشرات بود که نوع تراکتور آن برای جمع‌آوری و کنترل سرخرطومی و شته یونجه استفاده می‌شد. این وسیله همه حشرات مذکور علاوه بر دشمنان طبیعی آن‌ها را (که قاعداً حشرات مفیدی بودند) جمع‌آوری می‌کرد. در انتهای کار مخازن حاوی حشرات جمع شده در محلی تخلیه‌شده و به حشرات مفید اجازه برگشت به مزرعه داده می‌شد و حشرات آفت نابود می‌شدند (دیتریک و همکاران، ۱۹۶۱). در مقایسه‌ای روش‌های کنترل سرخرطومی برگ یونجه بررسی شد. روش‌های مختلف مبارزه شامل کنترل شیمیایی، فیزیکی (استفاده از شعله افکن)، زراعی (کف‌برکردن محصول) و تلفیقی (به‌کارگیری توأم روش‌های مذکور در دو فصل بهار و پاییز) مقایسه شد. در بین روش‌های مذکور فقط روش‌های کنترل بهاره مطلوب بود. در بین روش‌های بهاره نیز شعله افکن و کف بر بهاره حداکثر راندمان محصول را در برداشت (خانجانی و همکاران، ۱۳۸۷). در تحقیقی نسبت به طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین کنترل پنوماتیک سوسک کلرادو در مزارع سیب‌زمینی اقدام شد. در شرایط آزمایشگاه بیشترین میزان جمع‌آوری حشرات بالغ و لاروها در سرعت هوای ۳۵ متر بر ثانیه به ترتیب ۶۷/۵ و ۴۱/۲۵ درصد با یک‌بار عبور از مقابل بوته‌ها به دست آمد و در شرایط مزرعه، در سرعت هوای ۴۰ متر بر ثانیه حدود ۵۰ درصد از حشرات بالغ و لاروها با یک‌بار عبور جمع‌آوری گردیدند (رشادصدقی و همکاران، ۱۳۸۵). در تحقیقی میزان آسیب‌دیدگی واریته‌های مختلف سیب‌زمینی در کنترل پنوماتیکی آفت سوسک کلرادو مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های گیاهی موردنظر (بوته‌های مورد آزمایش) به مدت ۲۰ ثانیه در تماس با جریان هوای ایجادشده توسط دستگاه در محدوده سرعتی ۱۲/۵ الی ۳۱ متر در ثانیه در مراحل مختلف رشد قرار گرفت. بوته‌های جوان که ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر (حداکثر ۱۲ برگ) و کمتر داشتند توانستند میزان باد ۲۷/۵ متر بر ثانیه را بدون آسیب‌دیدگی به‌خوبی تحمل کنند (خلیفی و همکاران، ۱۹۹۵). سه روش کنترل سرخرطومی برگ یونجه با تأکید بر استفاده از شعله افکن و سوزاندن بقایای گیاهی بررسی شد. جمعیت آفت در تیمارهای شعله افکنی شده به‌مراتب کمتر از تیمارهایی بود که در آن‌ها شعله افکنی نشده بود و همچنین آثار سو آن نیز کمتر از سایر روش‌ها بوده است (طالبی و همکاران، ۱۳۸۱). در تحقیقی هیچ‌کدام از عوامل بیولوژیکی قادر به کنترل مؤثر این آفت نبوده است و از روش تلفیقی (IPM) برای کنترل آفت پیشنهاد شده است (علوم صادقی و همکاران، ۱۹۹۰).

روش‌های پنوماتیکی کنترل آفت در کشاورزی به استفاده از جریان‌های قوی هوا برای اعمال نیروی مکانیکی بر روی آفات اشاره دارد. کنترل پنوماتیکی شامل به کارگیری فشار هوا یا مکش قوی برای ضربه زدن، جدا کردن فیزیکی، یا خارج کردن آفات از روی گیاه و هدایت آن‌ها به یک سیستم جمع‌آوری است. این روش‌ها معمولاً برای آفاتی که به صورت تجمعی روی سطوح بیرونی گیاه قرار دارند، کارآمد هستند. بنابراین، در این تحقیق تلاش شده است تا با نصب یک وسیله مکانیکی پیش از مرحله مکش به داخل بیوکالکتور، جمع‌آوری آفات به صورت همزمان با مکش هوا و با راندمان بالا انجام شود.

معرفی دستاورد یا راهکار

تحقیق حاضر در سال اول به طراحی و ساخت و آزمون و ارزیابی دستگاه اختصاص یافت که در آن ابتدا نقشه اولیه ماشین و نهایتاً نقشه نهایی دستگاه تهیه و نسبت به ساخت اقدام شد. در سال دوم نیز ارزیابی مزرعه‌ای دستگاه به ثمر رسید. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از درصد کنترل لاروها در سنین سه و چهار، حشره کامل سرخرطومی یونجه، سایر حشرات و بذر علف‌های هرز بودند. یکی از بحرانی‌ترین زمان‌ها از نظر آلودگی به آفت سرخرطومی، زمانی است که ارتفاع یونجه به حدود ۳-۵ سانتیمتر برسد؛ لذا این مرحله از رشد گیاه به عنوان شاخص پیک آلودگی در نظر گرفته شده است و تیمارها نیز در این زمان اعمال شدند. لازم به توضیح است که این حشره دارای چهار سن لاروی است ولی خسارت عمده آن به مراحل لاروی سوم و چهارم مربوط می‌شود. با توجه به اندازه و وزن لاروها در سنین مختلف و نهایتاً سرعت حد شناوری متفاوت آن‌ها، یکی از تیمارها سرعت و حجم هوای عبوری از قسمت مکند و دمنده این دستگاه می‌باشد، بنابراین فاکتور اول، میزان مکش باد (M) در سه سطح شامل ۱- فشار مکش کم (۰/۳۴ میلی بار)، ۲- فشار مکش متوسط (۰/۹۰ میلی بار) ۳- فشار مکش زیاد (۱/۶۸ میلی بار) و فاکتور دوم، سرعت پیشروی دستگاه (P) دارای دو سطح شامل ۲ کیلومتر در ساعت و ۵ کیلومتر در ساعت بود. برای انجام این تحقیق، مزرعه‌ای که از نظر آلودگی به آفت سرخرطومی برگ یونجه در حد قابل قبول و یکنواختی بود، انتخاب و تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. قبل از انجام عمل جمع‌آوری آفات در سطح مزرعه، دستگاه بیوکالکتور از نظر سالم بودن اجزا و کارکرد خوب، بررسی و سرویس گردیده و بعد از تنظیمات آماده کار گردید. ارزیابی دستگاه به دو صورت ذیل انجام گرفت:

الف) ارزیابی فیزیکی: که شامل آزمون آزمایشگاهی دستگاه بوده و موارد مربوط به طراحی ماشین، اندازه‌گیری‌ها، تجزیه و تحلیل خصوصیات و رفتار دستگاه بود (شکل ۱).



شکل ۱: شماتیک دستگاه جمع‌آوری آفت سرخرطومی برگ یونجه (Bio-Collector)

(ب) ارزیابی کارایی دستگاه (بعد از یک‌بار عبور دستگاه) با اندازه‌گیری:

۱- تعداد لاروهای مرحله سن سوم ۲- تعداد لاروهای مرحله سن چهارم ۳- تعداد حشرات کامل سرخ‌طومی

۴- تعداد سایر حشرات کامل ۵- تعداد بذر علف‌های هرز جمع‌آوری‌شده از روی زمین.

اجزا تشکیل دهنده بیوکالکتور:

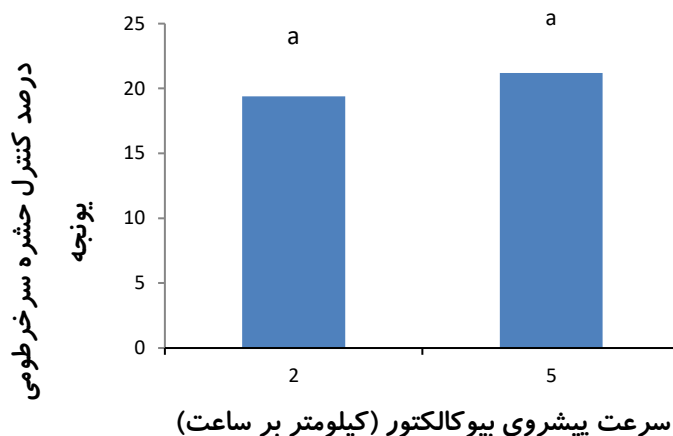
نیروی لازم برای راه‌اندازی بیوکالکتور (ابعاد $۶۹*۷۶*۱۵۰$ سانتی‌متر) توسط یک موتور چهارزمانه با توان ۵ اسب بخار تأمین شد (شکل ۲). این موتور مجهز به یک مکنده گریز از مرکز است که جریان هوا را با سرعت زیاد (۶۰ تا ۸۰ متر بر ثانیه) از سمت هد مکش به سمت کیسه جمع‌آوری آفت می‌کشد. در این دستگاه برای کنترل حجم هوای مکش از میزان دور موتور محرک استفاده شده است. برای تغییر دور موتور از اهرم قابل تنظیمی که متصل به سیستم سوخت‌رسانی است استفاده گردید. برای تأمین میزان مکش موردنظر که جزو تیمارهای آزمایش می‌باشد اهرم گاز روی درجه ۱، ۲ و ۳ که معادل دور کم، دور متوسط و دور زیاد است گذاشته شد. مقدار مکش متناظر با این دورهای موتور معادل: ۱- فشار مکش کم ($۰/۳۴$ میلی بار) ۲- فشار مکش متوسط ($۰/۹۰$ میلی بار) ۳- فشار مکش بالا ($۱/۶۸$ میلی بار) بود. مقدار فشار منفی در دورهای یادشده توسط فشارسنج تفاضلی اندازه‌گیری شد.



شکل ۲: دستگاه جمع‌آوری آفت سرخ‌طومی برگ‌یونجه هنگام کار در مزرعه (راست)، نمونه‌ای از آفات جمع‌آوری شده اثر سرعت پیشروی بر درصد جمع‌آوری لارو سن ۳، لاروسن ۴، حشره کامل و بذر علف‌های هرز (چپ)

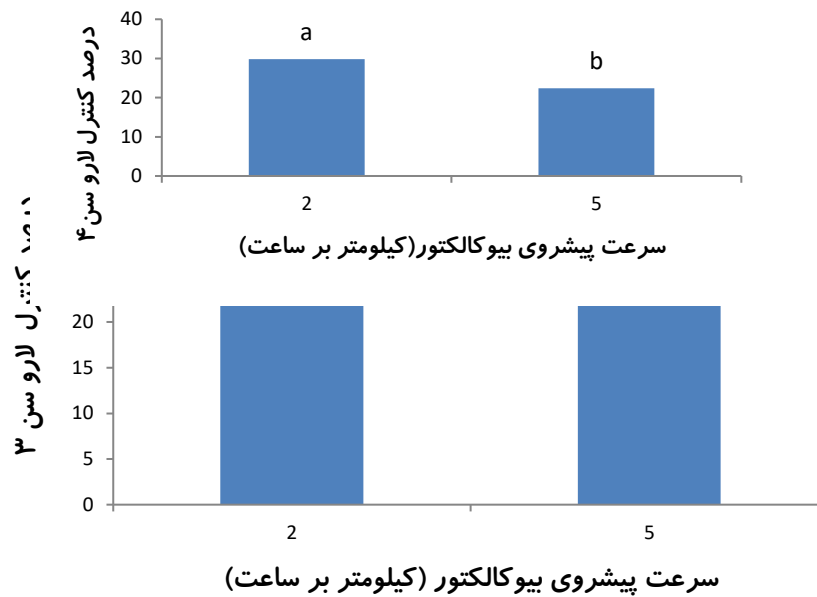
از نظر آماری اثر سرعت‌های پیشروی دستگاه بیوکالکتور روی کنترل حشره سرخ‌طومی یونجه معنی‌دار نشده است یعنی تأثیر تیمار سرعت‌های پیشروی از لحاظ درصد کنترل حشره سرخ‌طومی یونجه یکسان است. با توجه به اینکه حشره سرخ‌طومی یونجه از نظر رفتارشناسی، حشره‌ای پرتحرک است، به محض شنیدن صدای حرکت دستگاه که به آن نزدیک می‌شود سعی در فرار از قسمت فوقانی برگ‌های یونجه به طرف سطح زمین و کنار طوقه گیاه می‌کند. در عین حال اگرچه درصد کنترل حشره کامل در دو سرعت پیشروی ۲ و ۵ کیلومتر بر ساعت از نظر آماری معنی‌دار نشده است ولی در سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت، درصد کنترل تا حدی بالاتر ($۲۱/۲$ درصد) بوده و درحالی‌که انتظار می‌رود در سرعت ۲ کیلومتر بر ساعت، با فراهم بودن فرصت بیشتر، تعداد حشرات بیشتری توسط دستگاه جمع‌آوری شوند اما آنچه عملاً دیده می‌شود آن است که در تیمار

سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت، سرعت عمل دستگاه بر سرعت واکنش حشره غلبه کرده به صورتی که حشره کامل، دفعته در معرض مکش هد دستگاه قرار گرفته و به طرف مخزن حرکت و به دام می افتد (شکل ۳).



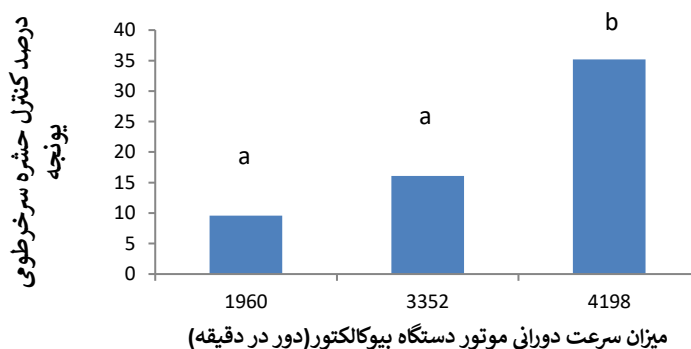
شکل ۳: مقایسه میانگین درصد کنترل حشره سرخرطومی یونجه در سرعت های مختلف پیشروی بیوکالکتور

نتایج مقایسه میانگین ها بین سرعت های پیشروی بیوکالکتور از لحاظ درصد کنترل لارو سن ۳ آفت سرخرطومی یونجه (شکل ۴) نشان داد بیشترین درصد کنترل لارو سن ۳ آفت سرخرطومی یونجه (۴۰/۷ درصد) مربوط به سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت می باشد و کنترل لارو سن ۳ آفت سرخرطومی یونجه (۲۵/۳ درصد) با سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت در رده بعدی قرار گرفته است. به نظر می رسد دلیل کنترل بهتر لارو سن ۳ آفت سرخرطومی یونجه در سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت نسبت به سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت، به دلیل زمان طولانی و ماندگاری بیشتر مکش در هر بوته یونجه باشد. به عبارتی هر قدر زمان اعمال مکش در بوته طولانی تر باشد به همان نسبت جمع آوری این آفت زیاده تر خواهد بود. در این مورد، لارو مرحله سن ۳ برخلاف حشره کامل، تحرک زیادی نداشته و فرصت گریز از دهانه مکش دستگاه را پیدا نمی کند.



شکل ۴: مقایسه میانگین درصد کنترل لارو سن ۳ حشره سرخرطومی یونجه در سرعت‌های مختلف پیشروی بیوکالکتور

نتایج مقایسه میانگین‌ها بین سرعت‌های پیشروی بیوکالکتور از لحاظ درصد کنترل لارو سن ۴ آفت سرخرطومی یونجه (شکل ۵) نشان داد بیشترین درصد کنترل لارو سن ۴ آفت سرخرطومی یونجه (۲۹/۸ درصد) مربوط به سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت می‌باشد و کنترل این لارو (۲۵/۳ درصد) با سرعت پیشروی ۵ کیلومتر در ساعت در رده بعدی قرار گرفته است. با توجه به نتایج مقایسه میانگین درصد کنترل لاروهای سن ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود که درصد کنترل در لارو سن ۴ نسبت به لارو سن ۳ به میزان (۲۶/۸ درصد) کاهش یافته است. دلیل کاهش کنترل این لارو نسبت به لارو سن ۳ در سرعت پیشروی ۲ کیلومتر در ساعت، می‌تواند به دلیل وزن بیشتر لارو و توانایی آن در خود نگهداری نسبت به شرایط تنش‌زای مکش دستگاه بیوکالکتور باشد.



شکل ۵: مقایسه میانگین درصد کنترل لارو سن ۴ حشره سرخرطومی یونجه در سرعت‌های مختلف پیشروی بیوکالکتور

اثرات میزان سرعت‌های دورانی موتور دستگاه بیوکالکتور روی کنترل سایر حشرات موجود در سطح ۵ درصد معنی دار شده است یعنی تأثیر تیمار سرعت‌های دورانی موتور از لحاظ درصد کنترل سایر حشرات یکسان نیست و میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور در کنترل سایر حشرات تأثیر داشته است. نتایج مقایسه میانگین‌ها بین میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور از نظر کنترل سایر حشرات از قبیل بالتوری‌ها، لارو شب پره ها، زنبورها (شکل ۶) نشان داد بیشترین درصد کنترل سایر حشرات (۳۲/۹ درصد) مربوط به سرعت دورانی ۴۱۹۸ rpm (مکش بالا، ۱/۶۸ میلی بار) بیوکالکتور می باشد و سرعت‌های دورانی rpm ۳۳۵۲ با کنترل (۲۴/۳ درصد) و ۱۹۶۰ rpm با کنترل (۱۳/۴ درصد) به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند.



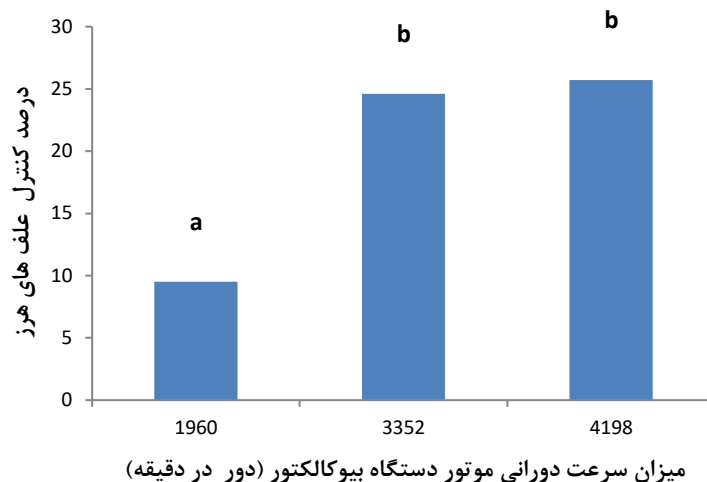
شکل ۶: مقایسه میانگین درصد کنترل سایر حشرات در سرعت‌های مختلف دورانی موتور بیوکالکتور

اثرات میزان سرعت‌های دورانی موتور روی کنترل لارو سن ۳ در سطح ۱ درصد معنی دار شده است یعنی تأثیر تیمار سرعت‌های دورانی موتور از لحاظ درصد کنترل لارو سن ۳ یکسان نیست و میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور در کنترل لارو سن ۳ تأثیر داشته است. نتایج مقایسه میانگین‌ها بین میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور از نظر کنترل لارو سن ۳ (شکل ۷) نشان داد بیشترین درصد کنترل لارو سن ۳ (۵۴/۷ درصد) مربوط به سرعت دورانی ۴۱۹۸ rpm بیوکالکتور (مکش بالا) می باشد و سرعت‌های دورانی rpm ۳۳۵۲ با کنترل (۲۷/۴ درصد) و ۱۹۶۰ rpm با کنترل (۱۶/۸ درصد) از نظر آماری در یک سطح بوده و به ترتیب در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند.



شکل ۷: مقایسه میانگین درصد کنترل لارو سن ۳ در سرعت‌های مختلف دورانی موتور بیوکالکتور

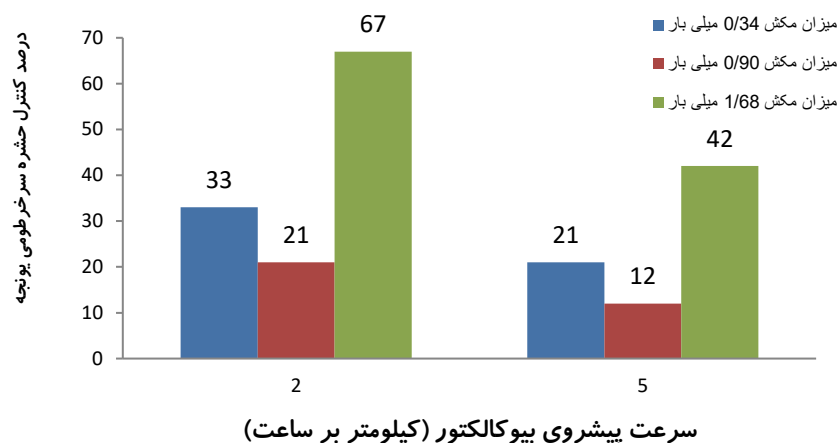
اثرات میزان سرعت‌های دورانی موتور روی کنترل لارو سن ۴ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. یعنی تأثیر تیمار سرعت‌های دورانی موتور (مکش) از لحاظ درصد کنترل لارو سن ۴ یکسان نیست و میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور در کنترل لارو سن ۴ تأثیر داشته است. نتایج مقایسه میانگین‌ها بین میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور از نظر کنترل لارو سن ۴ نشان داد بیشترین درصد کنترل لارو سن ۴ (۴۲/۶ درصد) مربوط به سرعت دورانی ۴۱۹۸ rpm بیوکالکتور (مکش بالا، ۱/۶۸ میلی بار) بوده و نسبت به سرعت‌های دورانی ۳۳۵۲ rpm و ۱۹۶۰ rpm به ترتیب ۹۶/۳ درصد و ۲۰۴ درصد افزایش را نشان می‌دهد. اثرات میزان سرعت‌های دورانی موتور دستگاه بیوکالکتور روی کنترل علف‌های هرز از طریق جمع‌آوری بذر این علف‌ها که در مزارع مختلف می‌تواند نوع آنها متفاوت باشد در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است یعنی تأثیر تیمار سرعت‌های دورانی موتور از لحاظ درصد کنترل علف‌های هرز یکسان نیست و میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور در کنترل علف‌های هرز تأثیر داشته است. نتایج مقایسه میانگین‌ها بین میزان سرعت‌های مختلف دورانی موتور از نظر کنترل علف‌های هرز (شکل ۸) نشان داد بیشترین درصد کنترل علف‌های هرز مربوط به سرعت‌های دورانی ۴۱۹۸ rpm و ۳۳۵۲ rpm بیوکالکتور (مکش زیاد و متوسط) بوده و نسبت به سرعت دورانی ۱۹۶۰ rpm به ترتیب ۱/۷ و ۱/۵۸ برابر افزایش را نشان می‌دهد.



شکل ۸: مقایسه میانگین درصد کنترل علف‌های هرز در سرعت‌های مختلف دورانی موتور بیوکالکتور

اثرات متقابل فاکتورهای میزان مکش و سرعت پیشروی:

نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل سرعت پیشروی درمکش از لحاظ درصد کنترل حشره سرخرطومی یونجه نشانگر عدم معنی‌داری در این صفت بود. با این حال بیشترین کنترل با $67/34$ درصد مربوط به ترکیب تیماری سرعت پیشروی 2 کیلومتر در ساعت و مکش $1/68$ میلی‌بار می‌باشد و سایر ترکیب‌های تیماری در رده‌های بعدی قرار گرفتند. در هر دو سرعت پیشروی، درصد کنترل حشره سرخرطومی یونجه در میزان مکش کم ($0/34$ میلی بار) حدود 20 الی 35 درصد بوده و در مکش متوسط ($0/90$ میلی بار)، درصد کنترل حشره سرخرطومی کم شده و دوباره در میزان مکش بالا ($1/68$ میلی بار) درصد کنترل روند صعودی پیدا می‌کند و این میزان در سرعت پیشروی 2 کیلومتر در ساعت نسبت به مکش متوسط حدود 219 درصد و نسبت به میزان مکش کم حدود 103 درصد افزایش نشان می‌دهد (شکل ۹). در دید اول به نظر می‌رسد با افزایش میزان مکش میزان کنترل نیز افزایش یابد ولی چنانچه از نمودار مشاهده می‌شود در مکش ($0/34$ میلی بار)، کنترل حشره 33 درصد و در مکش ($0/90$ میلی بار)، کنترل 21 درصد و درمکش ($1/68$ میلی بار)، کنترل افزایش و به حدود 67 درصد می‌رسد. دلیل کاهش اولیه و سپس افزایش صعودی کنترل حشره احتمالاً می‌تواند به این دلیل باشد که در مکش کم میزان کنترل حشره کم بوده و حدود 33 درصد است، در مرحله بعد در مکش متوسط احتمالاً به دلیل اینکه سرعت دورانی و سر و صدای موتور دستگاه زیاد می‌شود، حشره به علت وارد شدن تنش صوتی بلافاصله گیاه را ترک کرده و به محل امن شامل ترک‌های سطح خاک و نیز پایین بوته هجوم می‌آورد تا از گزند ناملایمات محیطی در امان باشد. در مکش زیاد همچنان که ملاحظه می‌شود سرعت موتور بازمم زیادتر می‌گردد و حشره مثل حالت قبلی به محل امن پناه می‌برد ولی با توجه به اینکه مکش خیلی زیاد شده است این مکش قادر است حشرات روی ساقه و روی خاک را نیز به طرف بیوکالکتور هدایت نموده و به دام اندازد.



شکل ۹: مقایسه میانگین درصد کنترل حشره سرخرطومی یونجه در ترکیب‌های تیماری سرعت‌های مختلف پیشروی بیوکالکتور و میزان مکش

توصیه ترویجی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های انجام شده بر روی دستگاه بیوکالکتور، این فناوری می‌تواند به عنوان یکی از ابزارهای مؤثر در کاهش مصرف سموم و اجرای مدیریت تلفیقی آفات در مزارع یونجه مورد استفاده قرار گیرد. هرچند این دستگاه قادر نیست آفت سرخرطومی برگ یونجه را به‌طور کامل حذف کند، اما نقش قابل توجهی در کاهش جمعیت آفت و محدود کردن خسارت آن دارد و می‌تواند بخشی از راه‌حل‌های پایدار برای حفظ سلامت محیط‌زیست و محصولات کشاورزی باشد. عملکرد دستگاه بیوکالکتور برای حشرات کامل تابع متفاوتی از سرعت پیشروی دارد. برخلاف انتظار اولیه که سرعت کمتر (۲ کیلومتر بر ساعت) به دلیل افزایش زمان مواجهه، باید بیشترین جذب را داشته باشد، نتایج نشان داد که در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت، درصد کنترل حشرات کامل روند رو به رشدی دارد. علت این امر، غلبه‌ی سرعت پیشروی دستگاه بر واکنش فرار حشره کامل است؛ به‌طوری‌که در این سرعت، حشره فرصت واکنش نداشته و پیش از پرواز، در معرض مستقیم مکش قرار می‌گیرد. در مقابل، برای لاروها، سرعت پایین (۲ کیلومتر بر ساعت) به دلیل نیاز به زمان کافی جهت جداسازی فیزیکی از بافت گیاه، همچنان اولویت دارد. لذا، مدیریت سرعت پیشروی دستگاه می‌بایست با توجه به مرحله رشدی غالب در مزرعه (حشره کامل یا لارو) تنظیم گردد تا بیشترین اثربخشی حاصل شود. این فناوری علاوه بر کنترل آفات، در کاهش علف‌های هرز نیز نقش مثبت دارد و به حفظ سلامت خاک و گیاه کمک می‌کند.

«عملکرد دستگاه بیوکالکتور برای حشرات کامل تابع متفاوتی از سرعت پیشروی دارد. برخلاف انتظار اولیه که سرعت کمتر (۲ کیلومتر بر ساعت) به دلیل افزایش زمان مواجهه، باید بیشترین جذب را داشته باشد، نتایج نشان داد که در سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت، درصد کنترل حشرات کامل روند رو به رشدی دارد. علت این امر، غلبه‌ی سرعت پیشروی دستگاه بر واکنش فرار حشره کامل است؛ به‌طوری‌که در این سرعت، حشره فرصت واکنش نداشته و پیش از پرواز، در معرض مستقیم مکش قرار می‌گیرد. در مقابل، برای لاروها، سرعت پایین (۲ کیلومتر بر ساعت) به دلیل نیاز به زمان کافی جهت جداسازی فیزیکی از بافت گیاه، همچنان اولویت دارد. لذا، مدیریت سرعت پیشروی دستگاه می‌بایست با توجه به مرحله رشدی غالب در مزرعه (حشره کامل یا لارو) تنظیم گردد تا بیشترین اثربخشی حاصل شود.»

توصیه نهایی

استفاده از دستگاه بیوکالکتور با تنظیم سرعت حرکت حدود ۲ کیلومتر در ساعت و انتخاب بیشترین سطح مکش، به عنوان شیوه‌ای مکمل در کنار سایر روش‌های کنترل تلفیقی آفت، توصیه می‌شود. توسعه و بهبود نمونه‌های بعدی این دستگاه، می‌تواند گامی مؤثر در جهت کاهش وابستگی به سموم شیمیایی، حفظ سلامت مزارع یونجه و ترویج کشاورزی پایدار باشد. این فناوری علاوه بر کنترل آفات، در کاهش علف‌های هرز نیز نقش مثبت دارد و به حفظ سلامت خاک و گیاه کمک می‌کند.

فهرست منابع

- حبیبی، ج.، زمانی، م.، ۱۳۸۵، آفات و بیماری‌های مهم یونجه در ایران و مدیریت تلفیقی آن‌ها، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی. نشر آموزش کشاورزی
- خانجانی، م.، ۱۳۸۷، آفات گیاهان زراعی ایران (حشرات و کنه‌ها) با اطلس رنگی، دانشگاه بوعلی سینا.
- رشاد صدقی، ع.، رنجبر، ا.، و عبدی، ص.، ۱۳۸۵. ساخت و ارزیابی آزمایشگاهی ماشین کنترل نیوماتیک سوسک کلرادو برای مزارع کوچک سیب زمینی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۷(۲۸)، ۱۰۹-۱۱۸.
- طالبی جهرمی، خ. و همکاران، ۱۳۸۱، بررسی سه روش کنترل سرخرطومی یونجه با تاکید بر شعله افکنی بر بقایای گیاهی، مجله علوم کشاورزی ایران، دوره ۳۳، شماره ۲.
- مهرانی و همکاران، ۱۳۷۹، بررسی و مقایسه سه روش مبارزه برعلیه سرخرطومی برگ یونجه (*Hypera postica*)، چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران.
- Almady, S., & Khelifi, M. 2022. Field evaluation of a pneumatic prototype machine designed to control the Colorado potato beetle in potato crops. Department of Soils and Agri-Food Engineering, Université Laval, Quebec City, QC, Canada, and Department of Agricultural Engineering, College of Food and Agriculture Sciences, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia.
- Dietrick, E. J. 1961. An improved backpack motor fan for suction sampling of insect populations. Journal of Economic Entomology. 54 (2), 394-395
- Khelifi, M., Lague, C., & Lacasse, B. 1995. Potato plant damage caused by pneumatic removal of Colorado potato beetles. Canadian Agricultural Engineering, 37(2), 81-83.
- Lacasse, T. B., Lague, C., Khelifi, M and Roy, P.M. 1998a. Effects of airflow velocity and travel speed on the removal of Colorado potato beetles from potato plants. Canadian Agriculture Engineering. 40 (4): 265-272.
- Lague, C., Khelifi, H., Gill, A., & Lacasse, C. 1999. Pneumatic and thermal control of Colorado potato beetle. Canadian Agricultural Engineering, 36 (3), 189-195.
- Oloumi-Sadeghi, H., Roberts, S. J., Steffen, K. L., Maddox, J. V. and Armbrust, E. J. A. 1990. Distribution and abundance of alfalfa weevil larval parasitoids and fugal pathogen in Illinois, Insect management and insecticide Evolution, 5:1-15.
- Rice, M; Lefko, E., Alan, S and Pedigo, L. P. 1999. "Potato leafhopper management in alfalfa". Integrated Crop.