اثر حشره‌کش‌های میکروبی و شیمیایی بر سنین مختلف لاروی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۳، شماره ۴، صفحات ۹۷-۸۷
(زمستان ۱۳۹۶)

شیرین محمدزاده[۱] و اکبر قاسمی کهریزه[۲]✉

۱ گروه آگرواکولوژی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

۲ گروه گیاه‌پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران ✉ ghassemikahrizeh@gmail.com **(مسؤول مکاتبات)**

چکیده در این پژوهش، حساسیت سنین مختلف لاروی سوسک کلرادوی سیب زمینی به فرآورده تجارتی بایوبیت محتوی باکتری *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* به عنوان یک آفت‌کش میکروبی و حشره‌کش‌های شیمیایی ایمیداکلوپراید و فوزالون به ترتیب به عنوان حشره‌کش رایج و جدید برای مهار این آفت، در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور سوسک کلرادوی روی برگ‌های سیب‌زمینی در شرایط گلدانی پرورش داده شده و حساسیت سنین لاروی اول، دوم، سوم و چهارم در آزمایش‌های زیست‌سنجی مشخص گردید. مقادیر غلظت‌های ۵۰٪ کشندگی بایوبیت بعد از ۱۴۴ ساعت برای سنین مختلف لاروی مذکور به ترتیب ۲۵۲، ۶۱۳، ۱۷۳۱ و ۳۰۰۶ و برای ایمیداکلوپراید بعد از ۷۲ ساعت به‌ترتیب ۱۷/۵۸، ۴۱/۳۵، ۵۶/۷۶ و ۸۱/۲۷ و برای فوزالون در همین زمان به ترتیب ۴۴۷، ۶۹۸، ۱۰۲۰ و ۱۲۹۷ قسمت در میلیون برآورد شد. با افزایش سنین لاروی مقاومت لاروها نسبت به تیمار به کار برده شده افزایش یافت. همچنین، سوسک کلرادوی سیب زمینی نسبت به ایمیداکلوپراید حساس‌تر از فوزالون و بایوبیت و نسبت به فوزالون حساس‌تر از بایوبیت بود که می‌تواند در مهار شیمیایی این آفت مورد توجه قرار گیرد.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۲

واژه‌های کلیدی

- ایمیداکلروپراید
- حشره‌کش زیستی
- فوزالون
- مهار زیستی
- مهار شیمیایی

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.539455

مقدمه سیب‌زمینی[1] بعد از گندم، برنج و ذرت چهارمین محصول زراعی پراهمیت جهان محسوب می‌شود و هم اکنون غذای اصلی بسیاری از مردم دنیا را تشکیل داده و حتی تولید جهانی آن از تولید جهانی گندم بیشتر است.[۱۶] سیب‌زمینی توسط آفات متعددی نظیر سوسک کلرادوی سیب‌زمینی[2] تهدید می‌شود.[۱۲] تغذیه حشره کامل و لارو سوسک کلرادو از ساقه و برگ سیب‌زمینی موجب کاهش عملکرد این محصول می‌شود. به علاوه، حشره کامل به گسترش تعدادی از بیماری‌های سیب‌زمینی نیز کمک می‌کند.[۱۵] با توجه به تداخل نسل‌ها و حضور چهار مرحله بیولوژیکی آفت شامل تخم، لارو، شفیره و حشره کامل به طور هم‌زمان در مزرعه مبارزه با آن بسیار مشکل بوده و در صورت عدم اعمال اقدام اساسی برای مهار این آفت، خسارت جبران ناپذیری به محصول وارد می‌شود.[۱۸]

در حال حاضر مهار شیمیایی، مهم‌ترین روش مبارزه با این آفت محسوب می‌شود.[۱۲] با این حال، با توجه به مشکلات عدیدهٔ ناشی از کاربرد بی‌رویه سموم آفت‌کش، مانند مقاومت این آفت به بسیاری از سموم آفت‌کش، اثرات سوء روی سلامتی بشر و محیط زیست، ظهور آفات ثانوی، انهدام دشمنان طبیعی آفات و حشرات مفید و موجودات غیرهدف، توجه به روش‌های جایگزین بسیار ضروری می‌باشد.[۱۰] در این میان، روش‌های مهار تلفیقی جهت مهار درازمدت و پایدار سوسک کلرادو برگزیده شده است. در این روش، استفاده از حشره‌کش‌های میکروبی بسیار ایده‌آل می‌باشد که از مهمترین آنها می‌توان به حشره‌کش‌های میکروبی بر پایه سویه‌های مختلف باکتری *Bacillus thuringiensis* اشاره کرد. در سال‌های اخیر چندین سروتیپ[3] *B.t.* شناسایی شده‌اند که بر علیه سوسک کلرادوی سیب‌زمینی مؤثر می‌باشند.[۱۸] اثرات کشندگی فرمولاسیون M-one این باکتری روی لاروهای سنین مختلف سوسک کلرادوی سیب‌زمینی بررسی شد.[۳] *قاسمی کهریزه و همکاران (۲۰۰۳ و ۲۰۰۴)* تأثیر باکتری‌های *B. t.* var. *tenebrionis* و *B. t.* var. *kurstaki* را روی سنین مختلف لاروی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند.[۴،۵]

سموم حشره‌کش مختلفی برای مهار این آفت استفاده می‌شود. حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئید[4] عمومی‌ترین ابزار مدیریت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در مناطق آلوده به این آفت در طول بیست سال گذشته است.[۶] ایمیداکلوپراید[5] به عنوان یکی از حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئید از سمومی است که برای مهار این آفت در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است. مصرف گسترده این حشره‌کش در مزارع سیب‌زمینی علیه سوسک کلرادوی سیب‌زمینی از سال ۱۹۹۵ آغاز و به شکل‌های مختلف تیمار خاک جوی پشته‌ها در هنگام کاشت، ضدعفونی بذور سیب‌زمینی و سمپاشی شاخ و برگ به کار برده می‌شود[۱۴]. به خاطر دوام بیشتر و فعالیت سیستمیک، به ویژه در نقاطی که جمعیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی به حشره‌کش‌های دیگر مقاومت یافته، به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است.[۲] فوزالو ن[6] از گروه تیوفسفات‌های آلی هتروسیکلیک[7] از آفتکش‌هایی است که در سطح وسیع برای مهار سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در ایران استفاده می‌شود.[۱۲] *پورمیرزا (۲۰۰۵)* حساسیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را نسبت به دو

[1] *Solanum tuberosum* L.
[2] *Leptinotarsa decemlineata* (Say.)
[3] serotype

[4] neonicotinoid
[5] imidacloprid
[6] phosalone
[7] heterocyclic organotiophsphates

آفت‌کش شیمیایی اندوسولفان[1] و زولون[2] بررسی و نتیجه گرفت که این حشره در برابر اندوسولفان حساس‌تر از زولون بوده و میزان غلظت کشندگی ۵۰٪ اندوسولفان و زولون برای حشره کامل آن به‌ترتیب ۱/۲۷۱ و ۱۵/۵۱ میکروگرم بر میلی‌گرم وزن بدن حشره بوده است.[۱۷]

رنجبر اقدم و نوری قنبلانی (۲۰۰۲) کارایی سه نوع حشره‌کش شیمیایی، میکروبی و گیاهی را روی این آفت بررسی نمودند و نتیجه گرفتند حشره‌کش ایمیداکلوپراید به نسبت ۲۸۶ میلی‌لیتر در هکتار با ایجاد تلفات ۹۳/۶ درصدی بر روی جمعیت آفت، در مقایسه با سموم دیگر بیشترین تلفات را بر روی آن سبب شد.[۱۹] *رنجی و همکاران (۲۰۰۳)* اثر برخی از ترکیبات زیستی، گیاهی و حشره‌کش‌های شیمیایی را روی لاروهای این آفت بررسی و نتیجه گرفتند که حشره‌کش‌های بیولوژیک مانند سموم شیمیایی دارای تأثیر زود هنگام بوده و بعد از گذشت سه روز حداکثر تلفات را ایجاد می‌نمایند.[۲۰] *کریم‌زاده و همکاران (۲۰۰۷)* کارایی پنج حشره‌کش بازدارنده سنتز کیتین به همراه فوزالون روی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی را در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که این سموم، به عنوان سموم نسل جدید، قابلیت جایگزینی با سم فوزالون را دارند.[۸]

پژوهش حاضر به منظور تعیین میزان حساسیت لارو سوسک کلرادوی سیب زمینی به فرمولاسیون تجارتی بایوبیت به عنوان یک آفتکش میکروبی و حشره‌کش‌های شیمیایی ایمیداکلوپراید و فوزالون در مهار این آفت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها توده‌های تخم سوسک کلرادوی سیب زمینی از مزارع سیب زمینی آلوده اطراف دانشگاه ارومیه جمع‌آوری و به آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد منتقل و پس از تفریخ توده‌ها، پرورش لاروها روی سیب‌زمینی رقم آگریا و در شرایط دمایی ۴ ± ۲۶ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۵۵٪ و دوره نوری ۱۵ ساعت انجام گرفت. سنین مختلف لاروی بر حسب اندازه‌گیری عرض کپسول سر از یکدیگر تفکیک و در آزمایش به کار برده شدند.[۱۳]

حشره‌کش میکروبی مورد استفاده در این پژوهش، فرمولاسیون تجارتی بایوبیت[3] حاوی باکتری *B. thuringiensis* تولید توسط شرکت فناوری زیستی طبیعت‌گرا ایران بود که به صورت مایع و روغن قابل انتشار در آب فرموله شده و روی راسته سخت‌بال‌پوشان و بالپولک‌داران مؤثر شناخته شده است. حشره‌کش ایمیداکلوپراید با نام تجارتی کنفیدور[4] و حشره‌کش فوزالون[5] با نام تجاری زولون به عنوان حشره‌کش‌های مورد استفاده در این پژوهش در نظر گرفته شدند.[۹]

جهت بررسی حساسیت سنین مختلف لاروی این حشره نسبت به فرمولاسیون-های مورد مطالعه، مقادیر غلظت کشندگی ۵۰٪ لاروها با آزمایش‌های زیست‌سنجی برآورد شد. بدین منظور طی یک سری آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های حداقل و حداکثر که حدود ۱۰ و ۹۰٪ تلفات روی لاروهای سنین مختلف داشتند تعیین و سپس در فاصله این دو غلظت، چهار غلظت به روش فواصل لگاریتمی تعیین و در نهایت شش غلظت به همراه آب مقطر به عنوان تیمار شاهد و هر تیمار در سه تکرار و در مورد تمام سنین لاروی به طور مجزا به کار برده شد. پس از تهیه شاخه‌های تیمار و آلوده‌سازی آن‌ها با

[1] endosulfan
[2] zolon
[3] biobit
[4] confidor
[5] phosalone

محلول‌های سمی تهیه شده به روش محلول‌پاشی، آن‌ها را داخل ظروف مخصوص به ابعاد ۶ × ۱۷ × ۲۲ سانتی متر قرار داده و ۱۰ عدد لارو هم سن و هم اندازه درون ظروف مزبور و روی شاخه‌های تیمار شده رهاسازی شدند. درب ظروف با پارچه توری به نحوی مسدود شد تا امکان فرار و خارج شدن برای لاروها وجود نداشت. شرایط نگهداری لاروهای آزمایش در مورد کلیه ظروف تیمار یکسان بوده و کاملاً مشابه شرایط دمایی، رطوبتی و نوری محیط پرورش بود. تلفات هر ۲۴ ساعت شمارش و با استفاده از فرمول آبوت[1] اصلاح گردید.[۱] معیار مرگ و میر با عکس‌العمل لاروها به ضربات سوزن به ابتدا و انتهای بدن آن ها و سیاه شدن بدن لاروها سنجیده شد. شاخه‌های تیمار تا دو روز کاملاً شاداب و تازه بودند. دو روز بعد از سمپاشی، آن‌ها با شاخه‌های تازه که هیچ گونه سمپاشی روی آن‌ها صورت نگرفته بود و مشابه شاخه‌های تیمار بودند تعویض گردید تا غذای تازه در اختیار لاروها قرار بگیرد. این کار در مورد تمام ظروف تیمار هم‌زمان انجام گرفت تا شرایط آزمایش در مورد تمام تیمارها یکسان باشد .

داده‌های حاصل از مرگ و میر لاروها با نرم افزار SPSS و برنامه Probit تجزیه و تحلیل شده و در نتیجه برای چهار سن لاروی مقادیر غلظت کشندگی ۵۰٪ فرمولاسیون باکتری تعیین گردید. همچنین در تجزیه پروبیت داده‌ها از روش N.E.D.[۲] استفاده شد.

نتایج و بحث

حشره‌کش میکروبی

غلظت کشنده ۵۰٪ حشره‌کش میکروبی برای لارو سن اول سوسک کلرادوی سیب زمینی ۲۵۲ قسمت در میلیون بود (جدول ۱) که نشان‌دهنده حساسیت بالای لارو سن اول به این باکتری می‌باشد. غلظت کشنده ۵۰٪ این حشره‌کش در برابر لاروهای سن اول توسط *قاسمی کهریزه و همکاران (۲۰۰۳)* ۲۶۲ قسمت در میلیون برآورد گردید[۴] که به نتایج حاصل از این پژوهش نزدیک است و اختلاف موجود نیز مربوط به تفاوت در فرمولاسیون مورد استفاده می‌باشد.

همچنین، این پژوهشگران از فرمولاسیون جک‌پات بی‌اف‌سی[3] استفاده نمودند در حالی که در پژوهش حاضر از فرمولاسیون بایوبیت استفاده شده است. همچنین *لوپز و فرو (۱۹۹۵)* میزان غلظت کشندگی ۵۰٪ این باکتری در برابر لاروهای سن اول را که به طور متوسط ۱ میلی‌گرم وزن داشتند برابر ۱۷۹ قسمت در میلیون محاسبه کردند.[۱۰] البته تفاوت موجود قابل ملاحظه نبوده و به نظر می‌رسد تا حد زیادی مربوط به شرایط حاکم بر بررسی و نیز متفاوت بودن فرمولاسیون‌های مورد استفاده باشد. رابطه لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات لاروهای سنین مختلف تغذیه کرده از غلظت های مختلف فرمولاسیون بایوبیت نشان داد که در همه سنین لاروی، با افزایش غلظت، مرگ و میر لاروها افزایش یافت (شکل ۱).

غلظت کشندگی ۵۰٪ بایوبیت در برابر لاروهای سن دوم ۶۱۳ قسمت در میلیون محاسبه گردید (جدول ۱) که نشان می‌دهد حساسیت لاروهای سن دوم نسبت به لاروهای سن اول کمتر است. *قاسمی کهریزه و همکاران (۲۰۰۳)* میزان غلظت کشندگی ۵۰٪ باکتری مزبور را برای لارو سن دوم ۵۸۷ قسمت در میلیون برآورد نمودند.[۴] میزان غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده باکتری برای لاروهای سن

[1] Abbott formula
[2] Normal Equivalent Deviation
[3] Jack Pot BFC

دوم زودرس با میانگین وزن ۴ میلی‌گرم توسط *لوپز و فرو (۱۹۹۵)* ۳۸۴ قسمت در میلیون بود[۱۰] که با وجود شرایط کنترل شده آزمایشگاهی و متفاوت بودن فرمولاسیون‌های مورد استفاده تفاوت موجود امری طبیعی است.

همان‌گونه که انتظار می‌رفت لاروهای سن سوم حساسیت کمتری داشته و بنابراین میزان غلظت کشندگی ۵۰٪ این باکتری برای لاروهای سن سوم برابر با ۱۷۳۱ قسمت در میلیون برآورد گردید (جدول ۱) که با غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده توسط *قاسمی کهریزه و همکاران (۲۰۰۳)* که برابر با ۱۵۸۶ قسمت در میلیون برآورد شده[۴] همخوانی دارد. همچنین میزان غلظت کشندگی ۵۰٪ این باکتری توسط *لوپز و فرو (۱۹۹۵)* برای لاروهای سن سوم با میانگین وزن ۶/۱۵ میلی‌گرم برابر ۱۳۰۶ قسمت در میلیون محاسبه شد.[۱۰] تفاوت موجود قابل ملاحظه نبوده و به نظر می‌رسد مربوط به شرایط متفاوت بررسی و فرمولاسیون مورد استفاده باشد. این پژوهشگران از شرایط محیطی کاملاً کنترل شده آزمایشگاهی و فرمولاسیون متفاوت از *B. thurngiensis* با عنوان M-one استفاده نمودند ولی در تحقیق حاضر، شرایط آزمایش تقریباً طبیعی و از فرمولاسیون های متفاوت استفاده شده است.

غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده برای لاروهای سن چهارم در برابر بایوبیت ۳۰۰۶ قسمت در میلیون بود (جدول ۱) که نشان دهنده مقاومت بالای لاروهای سن چهارم در برابر این باکتری می‌باشد. غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده توسط *قاسمی کهریزه و همکاران (۲۰۰۳)* برای لاروهای سن چهارم این آفت تحت تاثیر این باکتری برابر با ۴۰۹۳ قسمت در میلیون بود[۴] که مؤید مقاومت بالای لاروهای سن چهارم در برابر این باکتری می‌باشد. لاروهای سن چهارم ۱۲ مرتبه مقاوم‌تر از لارو سن اول، چهار مرتبه مقاوم‌تر از لاروهای سن دوم و دو مرتبه مقاوم‌تر از لاروهای سن سوم بودند. همچنین لاروهای سن سوم نیز حساسیت کمتری داشته و حدود شش مرتبه مقاوم‌تر از لاروهای سن اول و سه مرتبه مقاوم‌تر از لاروهای سن دوم بودند. بر این اساس برای ایجاد تلفات در لاروهای سنین بالا باید غلظت‌های به مراتب بالاتری از باکتری را مورد استفاده قرار داد که این وضعیت در مورد لاروهای سن چهارم بیشتر نمود پیدا می‌کند. مطالعه زیست‌شناسی این آفت نشان می‌دهد که تغذیه لاروها در سنین اول و دوم بسیار اندک بوده و خسارت جنبه اقتصادی ندارد اما لاروهای سنین سوم و چهارم بیشترین خسارت را به بوته‌ها وارد کرده و به خصوص اگر بوته‌ها در مراحل اولیه رشد و نموی باشند خسارت بیشتری حاصل خواهد شد. بنابراین، جهت مهار مؤثر این آفت و جلوگیری از ایجاد خسارت شدید، باید با استفاده از روش‌های مختلف مهار، جمعیت حشره را قبل از آن که به سن سوم لاروی برسد تحت مهار درآورد.[۱۸] براین اساس جهت کاربرد مؤثرتر بایوبیت در مزرعه، باید مصادف با تفریخ تخم‌ها و در سنین پایین لاروی باکتری پاشی را انجام داد تا بهترین نتیجه در جهت مهار لاروهای این آفت حاصل شود.

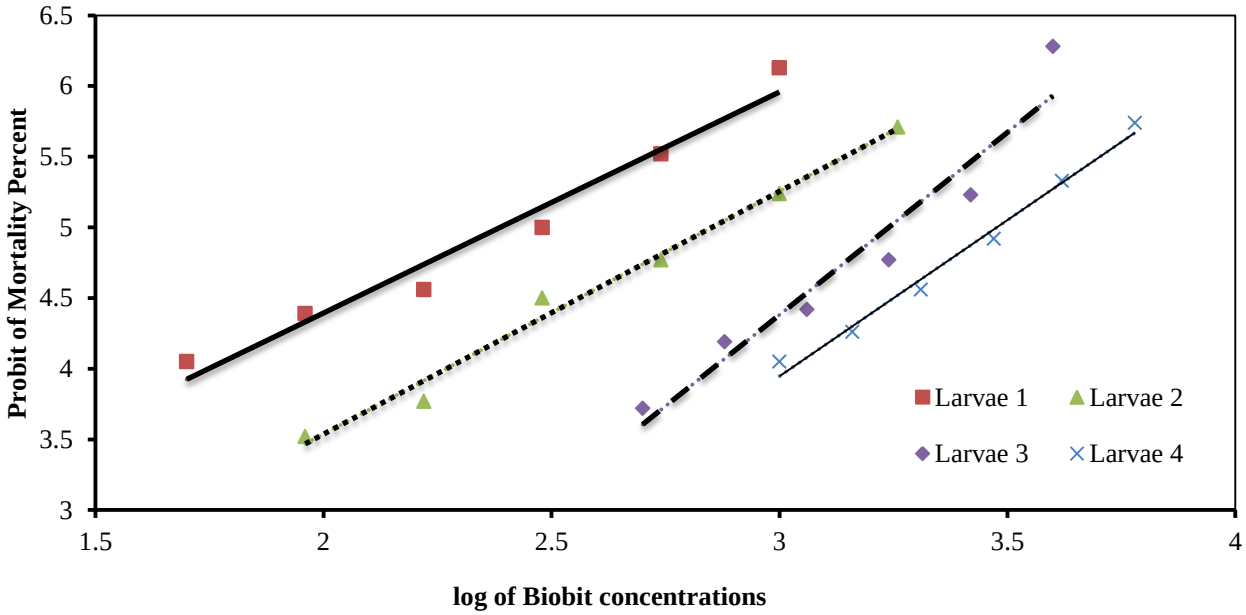
ایمیداکلوپراید

نتایج تجزیه پروبیت تلفات لاروهای سنین مختلف تحت تأثیر ایمیداکلوپراید در جدول ۲ ارایه شده است. رابطه لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات لاروهای سنین مختلف تغذیه کرده از غلظت های مختلف فرمولاسیون مورد بررسی نشان داد که در همه سنین لاروی، با افزایش غلظت، مرگ و میر لاروها افزایش یافت (شکل ۲). مقدار غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده برای لاروهای سن اول که از شاخه‌های آلوده شده با حشره‌کش ایمیداکلوپراید تغذیه کرده بودند برابر با ۱۷/۵۸ قسمت در میلیون برآورد گردید (جدول ۲) که نشان‌دهنده حساسیت بالای لاروهای سـن

جدول ۱) تجزیه پروبیت داده‌های مربوط به اثر حشره‌کش میکروبی بایوبیت بر لاروهای سنین مختلف سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

Table 1) Probit analysis of the effect of Biobit microbial insecticide on different instars larvae of Colorado potato beetle

Surce	first instar larvae	second instar larvae	third instar larvae	fourth instar larvae
Slop	1.588	1.421	2.350	2.226
Intercept	-3.472	-3.960	-7.609	-7.743
Chi-Square	1.333	0.668	3.665	0.336
D_f	4	4	4	4
LC_{50}	252.07	613.21	1731	3006
Equation for estimating mortality	Y=-3.472+1.588X	Y=-3.960+1.421X	Y=-7.609+2.350X	Y=-7.743+2.226X



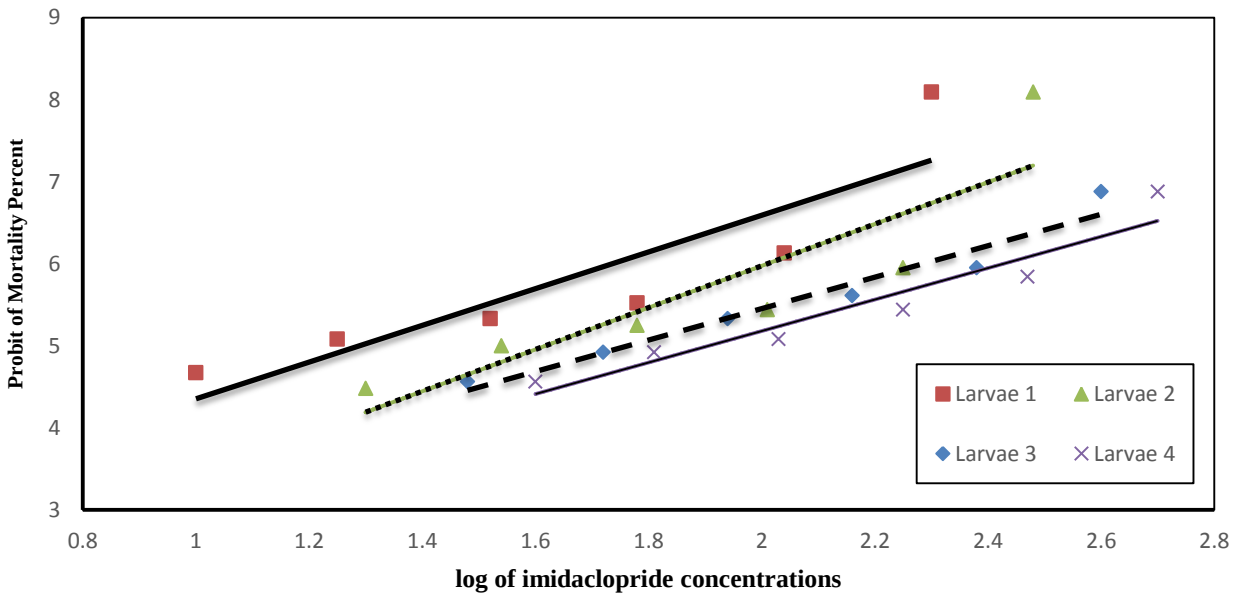
شکل ۱) رابطه بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات لاروهای سنین مختلف سوسک کلرادو تیمار شده با غلظت‌های مختلف حشره‌کش میکروبی بایوبیت

Figure 1) The relationship between the logarithm of the concentration and probit mortality of different instars larvae treated with Biobit as microbial insecticide

جدول ۲) تجزیه پروبیت اثر حشره‌کش ایمیداکلوپراید بر لاروهای سنین مختلف سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

Table 2) Probit analysis of the effect of imidaclopride on different instars larvae of Colorado potato beetle

Source	first instar larvae	second instar larvae	third instar larvae	fourth instar larvae
Slop	1.511	1.775	1.754	1.692
Intercept	1.881	-2.875	-3.077	-3.231
Chi-Square	3.853	3.983	1.009	2.361
D_f	4	4	4	4
LC_{50}	17.58	41.35	56.76	81.27
Equation for estimating mortality	Y=1.881+1.511X	Y=-2.875+1.775X	Y=-3.077+1.754X	Y=-3.231+1.692X



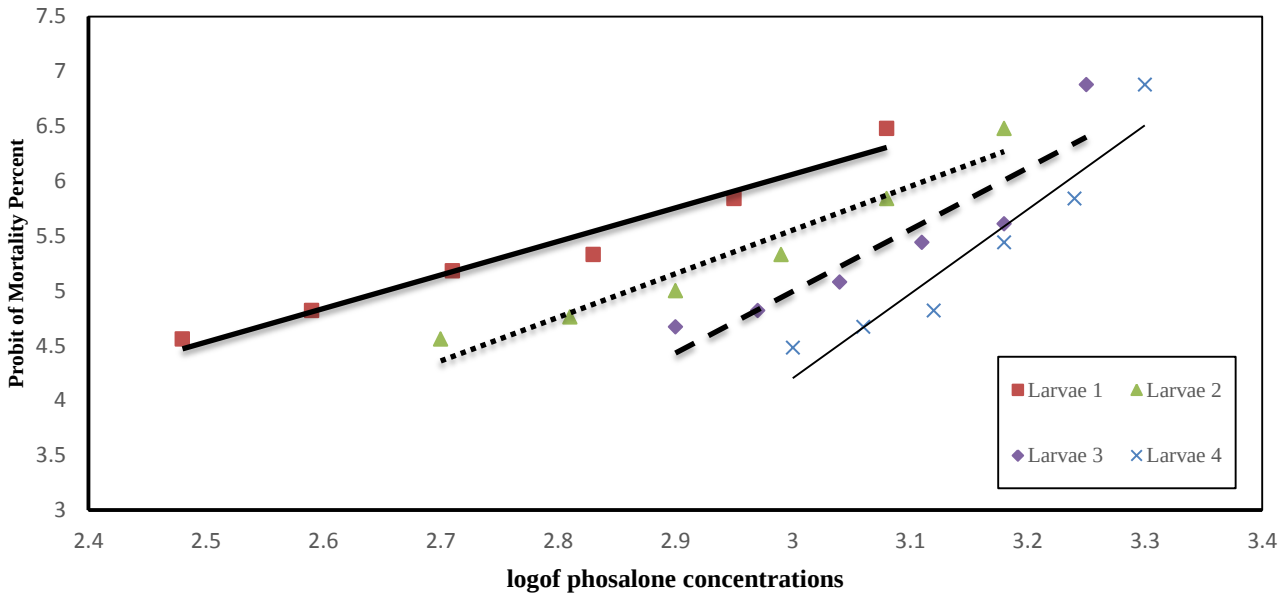
شکل ۲) رابطه بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات لاروهای سنین مختلف تیمار شده با غلظت‌های مختلف ایمیداکلوپراید

Figure 2) The relationship between the logarithm of the concentration and probit mortality of different instars larvae treated with imidaclopride

جدول ۳) تجزیه پروبیت داده‌های مربوط به تاثیر حشره‌کش فوزالون روی لاروهای سنین مختلف سوسک کلرادوی سیب‌زمینی

Table 3) Probit analysis of the effect of phosalone on different instars larvae of Colorado potato beetle

Source	first instar larvae	second instar larvae	third instar larvae	fourth instar larvae
Slop	2.917	3.753	5.043	6.957
Intercept	-7.732	-10.761	-15.173	-21.657
Chi-Square	1.226	2.165	3.128	3.450
D_f	4	4	4	4
LC_{50}	447.46	697.88	1020	1297
Equation for estimating mortality	Y=-7.732+2.917X	Y=-10.671+3.753X	Y=-15.173+5.043X	Y=-21.657+6.957X



شکل ۳) رابطه بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات لاروهای سنین مختلف تیمار شده با غلظت‌های مختلف فوزالون

Figure 3) The relationship between the logarithm of the concentration and probit mortality of different instars larvae treated with phosalone.

اول می‌باشد. مقدار غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده ایمیداکلوپراید برای لاروهای سن دوم ۳۵/۸۸ محاسبه شد لاروهای سن دوم نسبت به لاروهای سن اول حساسیت کمتری در برابر ایمیداکلوپراید داشته‌اند. انتظار می‌رفت که لاروهای سن سوم مقاومت بیشتری نسبت به لاروهای سن اول و دوم داشته باشند که غلظت کشندگی ۵۰٪ به‌دست آمده که برابر با ۵۶/۷۶ قسمت در میلیون بود مؤید این موضوع می‌باشد. همچنین مقدار غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده ایمیداکلوپراید برای لاروهای سن چهارم برابر با ۸۱/۲۷ قسمت در میلیون برآورد گردید که نشان می‌دهد حساسیت لارو سن چهارم در مقابل ایمیداکلوپراید کمتر از دیگر سنین لاروی می‌باشد. ایجاد تلفات ۹۳/۶٪ توسط ایمیداکلوپراید روی جمعیت سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در پژوهش‌های *رنجبراقدم و نوری قنبلانی (۲۰۰۲)* نشانگر تأثیر مطلوب این حشره‌کش بر این آفت[۱۳] و همخوانی با نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر می‌باشد.

فوزالون

تجزیه پروبیت تلفات لاروهای سنین مختلف تحت تأثیر حشره‌کش فوزالون در جدول ۳ ارایه شده است. رابطه لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات لاروهای سنین مختلف تغذیه کرده از غلظت‌های مختلف فرمولاسیون مورد بررسی نشان داد که همانند دو حشره‌کش قبلی در مورد فوزالون نیز در همه سنین لاروی، با افزایش غلظت، مرگ و میر لاروها افزایش یافت (شکل ۳). مقدار غلظت کشندگی ۵۰٪ محاسبه شده حشره‌کش فوزالون برای لاروهای سن اول برابر با ۴۴۷ قسمت در میلیون محاسبه گردید. که سوسک کلرادوی سیب‌زمینی نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی حساس‌تر از حشره‌کش‌های میکروبی بود که با نتایج *رنجبر اقدم و نوری قنبلانی (۲۰۰۲)* و *رنجی و همکاران (۲۰۰۳)* همخوانی دارد.[۱۹،۲۰]

نتیجه‌گیری کلی سوسک کلرادوی سیب‌زمینی در برابر حشره‌کش ایمیداکلوپراید حساس‌تر از فوزالون و باکتری و نسبت به فوزالون حساس‌تر از باکتری بود. با افزایش سنین لاروی مقاومت آن‌ها در برابر حشره‌کش‌های شیمیایی و میکروبی افزایش یافت. بنابراین، برای دست‌یابی به مهار مؤثر باید در سنین پایین لاروی مهار صورت گیرد.

References

1. Abbott WS (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18(2): 265-267.
2. Dively GP, Follett PA, Linduska JJ, Roderick GK (1998) Use of imidacloprid–treated row mixtures for Colorado potato beetle (Col. Chrysomelidae) management. Journal of Economic Entomology 91(2): 376-387.
3. Ferro DN, Lyon SM (1991) Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) larval mortality: operative effects of *Bacillus thuringiensis* subsp. *sandiego*. Journal of Economic Entomology 84(3): 806-809.
4. Ghassemi-Kahrizeh A, Safaralizadeh MH, Pourmirza AA (2003) The effect of *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* on Colorado potato beetle larvae, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) and role of Henna as a synergist in increasing its efficiency. Iranian Journal of Agricultural Science 34(3): 539-547. [in Persian with English abstract]
5. Ghassemi-Kahrizeh A, Safaralizadeh MH, Pourmirza AA (2004) The effect of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* on Colorado potato beetle larvae, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) and role of Henna as a synergist in increasing its efficiency. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 11(1): 91-99. [in Persian with English abstract]

6. Huseth AS, Russell LG, Chapman SA, Alyokhin A, Kuhar TP, Macrae IV, Szendrei Z, Nault BA (2014) Managing Colorado potato beetle insecticide resistance: new tools and strategies for the next decade of pest control in potato. Journal of Integrated Management 5(4): A1-A8.
7. Javvi E, Safaralizadeh MH, Pourmirza AA (2005) Studies on the effect of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* on different larval instars of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), and role of synergists in enhancement of its efficiency under laboratory conditions. Journal of Agricultural Science 89: 187-199. [in Persian with English abstract]
8. Karimzadeh R, Hejazi MJ, Rahimzadeh Khoei F, Moghaddam M (2007) Laboratory evaluation of five chitin synthesis inhibitors against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Journal of Insect Science 7: 1-6.
9. Khanjani M, Pourmirza AA (2005) Toxicology (2nd ed.). Bu-Ali University Press, Hamedan.
10. Lopez R, Ferro DN (1995) Larviposition response of *Myiopharus doryphorae* (Dip. Tachinidae) to Colorado potato beetle (Col. Chrysomelidae) larvae treated with lethal and sublethal doses of *Bacillus thuringiensis* berliner subsp. *tenebrionis*. Journal of Economic Entomology 88(4): 870-874.
11. Martel JW, Alford AR, Dickens DJ (2007) Evaluation of a novel host plant volatile–based attracticide for management of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Crop Protection 26: 822-827.
12. Mohammadi Sharif M, Hejazi MJ (2014) Toxicity of spinosad against developmental stages of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Crop Protection 3(2): 129-136.
13. Nouri Ganbalani G (1986) The Colorado potato beetle, a new pest that threat potato production in Iran. Tabriz University Press, Tabriz.
14. Olsen KM, Daly JC (2000) Plant-toxin interaction in transgenic *Bacillus thuringiensis* cotton and their effect on mortality of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology 93(4): 1293-1299.
15. Pedigo LP (1999) Entomology and pest management (3th ed.). Prentice Hall, N. J. USA.
16. Pelletier Y, Dutheil J (2006) Behavioural responses of the Colorado potato beetle to trichomes and leaf surface chemicals of Solanum tarrijense. Entomologia Experimentalis et Applicata 120: 125-130.
17. Pourmirza AA (2005) Local variation in susceptibility of Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to insecticide. Journal of Economic Entomology 98 (6): 2176–2180.
18. Ragsdale D, Radcliffe EB (1999) Colorado potato beetle management. Available on-line as <http:// imp.world.umn.edu/ aphidalert/CPB ~ DWR.htm.> on 22 July 2005.
19. Ranjbar Aghdam H, Nouri Ganbalani G (2002) Evaluation of the effect of confidor (Imidacloprid) and novodor FC and castom BC_3 on reducing the populations of Colorado potato beetle larvae. Journal of Agricultural Science 15(1): 93-103. [in Persian with English abstract]
20. Ranji H, Homayounifar M, Marzban R (2003) Comparison of the effect of some chemical and biological insecticides on Colorado potato beetle control in potato fields of Miandoab. Journal of Agricultural Science 15(3): 143-149. [in Persian with English abstract]

The effect of microbial and chemical pesticides on different instars larvae of Colorado potato beetle in laboratory conditions

Agroecology Journal
Vol. 14 No. 3 (87-97)
(winter 2018)

Shirin Mohammadzadeh[1], Akbar Ghassemi-Kahrizeh[2]✉

1 Department of Agroecology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

2 Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

✉ ghassemikahrizeh@gmail.com **(corresponding author)**

Received: 24 July 2017 **Accepted:** 13 March 2018

Abstract In this study, the susceptibility of different larval instars of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* to Biobit containing *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* Ber., as microbial and imidacloprid as novel chemicals and phosalone as conventional insecticides was investigated in laboratory conditions. Colorado potato beetles were propagated on potato leaves planted in pots and their 1st, 2nd, 3rd, and 4th larval instars' susceptibility was determined by bioassay test. LC_{50} values of Biobit for L_1, L_2, L_3 and L_4 were defined as 252, 613, 1731 and 3006 ppm after 144 hours, respectively. Also, LC_{50} values for imidacloprid and phosalone after 72 hours were 17.58, 41.35, 56.76 and 81.27 ppm and 447, 698, 1020 and 1297 ppm, respectively. Older insect larvae were more resistant to microbial and chemical treatments. Also, Colorado potato beetle was more susceptible to imidacloprid then phosalone and Biobit.

Keywords

- biopesticide
- chemical control
- imidacloprid
- microbial control
- phosalone

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2018.539455