مجله تحقیقات دامپزشکی
دوره ۷۷، شماره ۲، ۱۴۰۱، ۹۷-۸۹
مقاله پژوهشی

اثرات کشندگی حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل روی لاروهای سن سوم مگس گوشت (*Lucilia sericata*; Dip: Calliphoridae)

سپیده فراهانی[۱]، علیرضا جلالی‌زند[۲]، اسماعیل محمودی[۲]

[۱] دانش آموخته دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
[۲] گروه گیاه‌پزشکی و حشره‌شناسی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۵ بهمن ماه ۱۴۰۰، **تاریخ پذیرش:** ۲۳ فروردین ماه ۱۴۰۱
10.22059/jvr.2022.339403.3239 20.1001.1.20082525.1401.77.2.3.0

چکیده

زمینهٔ مطالعه: مگس گوشت (*Lucilia sericata*; Diptera: Calliphoridae) انگل خارجی حیوانات اهلی و عامل بیماری میاز می‌باشد که در انتقال برخی عوامل بیماریزای باکتریایی نقش دارد. یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای مبارزه با این آفت، استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی است که اخیراً جمعیت‌های مقاوم *L. sericata* نسبت به برخی حشره کش‌ها گزارش شده است. لذا شناسایی و توصیه حشره‌کش‌های جدید و کم‌خطر برای انسان و محیط‌زیست از اهمیت بالایی برخوردار است.

هدف: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی سمیت حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل روی لاروهای سن سوم *L. sericata* انجام شد.

روش‌کار: آزمون‌های زیست‌سنجی با روش غوطه‌ورسازی لاروها در غلظت‌هایی از حشره‌کش‌ها که باعث مرگ‌ومیر بین ۱۰ تا ۹۰ درصد از لاروها گردید، به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. همچنین متوسط غلظت کشنده (LC_{50}) بر اساس تجزیه پروبیت داده‌های زیست‌سنجی روی لاروهای سن سوم برای حشره‌کش‌های مورد بررسی تعیین شد.

نتایج: تجزیه واریانس و مقایسه میانگین درصد تلفات لاروهای سن سوم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. بنابر نتایج مطالعات زیست‌سنجی، مقادیر LC_{50} برآورد شده برای دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل به ترتیب ۱۸۶/۴۹، ۲۶/۸۸، ۸۵/۰۸ و ۱۳۴/۹۷ پی‌پی‌ام بود و بر همین اساس، دو حشره‌کش اسپینوساد و پیریدالیل بیشترین اثر کشندگی و دلتامترین کمترین اثر سوء روی لاروهای سن سوم مگس گوشت داشتند.

نتیجه‌گیری نهایی: اسپینوساد به عنوان یک حشره‌کش نسبتاً جدید، با سمیت بسیار کم برای پستانداران و دیگر موجودات غیرهدف، بالاترین تأثیر کشندگی را بر لاروهای مگس گوشت نشان داد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های قدیمی در کنترل این آفت باشد.

کلمات کلیدی: مگس لاشه، *L. sericata*، مبارزه شیمیایی، بیماری میاز، زیست‌سنجی

کپی‌رایت © مجله تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: علیرضا جلالی‌زند، گروه گیاه‌پزشکی و حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
پست الکترونیکی: jalalizand@khuisf.ac.ir

مقدمه

مگس گوشت یا مگس لاشه (*Lucilia sericata* (Meigen), Diptera: Calliphoridae) از جمله آفات مهم و خسارت‌زای حیوانات اهلی و انسان در سراسر دنیا می‌باشد (۱). این مگس لاشه‌خوار است و از نظر دامپزشکی، پزشکی قانونی و استفاده در ماگوت‌تراپی اهمیت زیادی دارد (۲،۳). لاروهای مگس *L. sericata* انگل خارجی هستند که از گوشت بافت مرده جانوران تغذیه می‌کند و در انسان و حیوانات اهلی بیماری میاز را ایجاد می‌کنند (۴). بیماری میاز یک بیماری دردناک و تضعیف‌کننده است که اغلب حیوانات اهلی از جمله گوسفندان را آلوده می‌کند. لارو این مگس در زخم‌ها و منافذ طبیعی انسان‌ها و حیوانات به

ویژه دهان، چشم‌ها و سینوس‌ها نفوذ می‌کند و باعث خارش، درد، التهاب، قرمزی و گاهی اوقات عفونت‌های ثانویه باکتریایی می‌شود. علاوه بر این، لاروها و مگس‌های بالغ به عنوان ناقلین فعال برخی عوامل بیماریزای انسانی مانند گونه‌های مختلف *مایکوباکتریوم* شناخته شده‌اند (۵،۶).

یکی از کاربردهای مهم این مگس، استفاده از لاروهای آن در بهبود عفونت‌های غیرقابل درمان می‌باشد که به این روش، ماگوت‌تراپی گفته می‌شود. در ماگوت‌تراپی، لاروها بر روی زخم قرار داده می‌شوند و روی زخم پانسمان می‌گردد. لاروها از بافت‌های مرده زخم و باکتری‌های آلوده‌کننده آن تغذیه می‌کنند که این فعالیت تغذیه‌ای سبب بهبود بافت آسیب دیده می‌شود (۷). لاروها قادر به از بین بردن طیف وسیعی از باکتری‌های *Staphylococcus aureus* در زخم‌های شدید هستند ولی در صورتی که این لاروها به سیستم عصبی مرکزی یا یک رگ خونی بزرگ و یا حفره بدن دسترسی پیدا کنند، می‌توانند کشنده باشند (۸). از دیگر جنبه‌های کاربردی *L. sericata*، استفاده از آن در پزشکی قانونی می‌باشد. با بررسی سن لاروهای این مگس بر روی جنازه‌های کشف شده می‌توان به زمان وقوع مرگ پی‌برد. مگس *L. sericata* اولین حشره‌ای است که به مردار جانوران بعد از مرگ‌شان حمله می‌کند و همین نکته کمک می‌نماید تا با تعیین سن لاروهای در حال تغذیه، زمان وقوع مرگ با دقت بیشتری برآورد شود (۹).

کنترل مگس‌های گوشت به دلیل ایجاد بیماری میاز اهمیت فراوانی دارد. استفاده از روش‌های فیزیکی و مواد شیمیایی از جمله مرسوم‌ترین روش‌ها برای مبارزه با این آفت می‌باشند. در حال حاضر، کنترل شیمیایی مگس‌ها عمدتاً به استفاده گسترده از حشره‌کش‌های نوروتوکسیک وسیع‌الطیف (مانند ارگانوفسفات، پیرتروئیدها و اسپینوسین‌ها) و تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات (مانند سیرومازین، دی‌سیکلانیل و دی‌فلوبنزورون) وابسته است (۱۰،۱۱).

Smith و همکاران در سال ۲۰۰۰ اثرات حشره‌کشی فیپرونیل از گروه فنیل‌بنزوآت‌ها و بتا-سیفلوتروین از گروه پایرتروئیدها بر روی لارو مگس گوشت *L. sericata* را بررسی کردند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هر دو ترکیب شیمیایی مورد مطالعه نسبت به تیمار شاهد مرگ‌ومیر قابل توجهی را در لاروهای مگس گوشت به وجود آوردند (۱۲). همچنین کاربرد سیرومازین ۶ درصد و دی‌سیکلانیل ۵ درصد در شرایط صحرایی باعث کاهش بیش از ۶۰ درصدی بیماری میاز ایجاد شده توسط *L. cuprina* در بین گوسفندان شد (۱۳). مطالعات Mohamed و همکاران در سال ۲۰۱۶ نشان داد که عصاره گیاهان *Commiphora molmol* و *Balanites aegyptiaca* باعث مرگ‌ومیر و بروز ناهنجاری‌های رشد در مراحل مختلف لاروی، شفیرگی و بلوغ مگس *L. sericata* می‌شود. همچنین LC_{50} عصاره این دو گیاه روی لاروهای سن سوم مگس گوشت به ترتیب ۶/۵۵ و ۳۷۱/۱۵ میلی‌گرم در لیتر بود (۱۴).

با افزایش نگرانی‌ها در مورد تأثیر سموم شیمیایی بر سلامت انسان‌ها و محیط‌زیست و همچنین بروز جمعیت‌های مقاوم نسبت به برخی حشره‌کش‌های قدیمی، محدودیت‌های قانونی زیادی برای استفاده از این سموم به وجود آمده است (۱۵). ضمن این‌که در آفت مگس گوشت، میزبان آفت حیوانات اهلی و انسان هستند و در برخی موارد نیز منبع غذایی انسان از جمله گوشت‌های سلاخی شده و ماهی‌های صید شده به عنوان میزبان این آفت به حساب می‌آیند. به همین دلیل استفاده از سمومی که خاصیت انتخابی داشته باشند و کمترین تأثیر سوء را بر انسان و حیوانات اهلی بگذارند در روش‌های کنترل این آفت اهمیت فراوانی دارد (۱۶). لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی سمیت دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل روی لاروهای سن سوم مگس *L. sericata* و شناسایی مؤثرترین حشره‌کش در کنترل آفت مذکور انجام شد.

مواد و روش‌کار

نگهداری و پرورش مگس *L. sericata*: حشرات بالغ مگس گوشت از محل کشتارگاه‌های صنعتی و نیمه‌صنعتی جمع‌آوری و شناسایی شدند. سپس حشرات بالغ به قفس‌های مکعبی شکل با اسکلت فلزی به ابعاد ۴۰×۴۰×۴۰ سانتی‌متر واقع در اتاق پرورش با دمای ۱±۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۰ درصد و دوره نوری ۸ : ۱۶ (تاریکی: روشنایی) انتقال داده شدند. این قفس‌ها با پارچه‌های توری (مش ۳۰) پوشیده و دهانه آن‌ها مسدود شد. کف قفس یک سینی از جنس پلاستیک قرار داشت که بر روی آن مقداری شکر به منظور تغذیه حشرات بالغ قرار داده شده بود. آب مورد نیاز مگس‌ها در ظروف کوچک قرار داشت و برای جلوگیری از غرق شدن مگس‌ها، یک قطعه کوچک چوب‌پنبه به صورت شناور در آن قرار داده شد. ظرف

آب به صورت روزانه و منبع تغذیه مگس‌ها به صورت یک روز در میان تعویض گردید.

تخم‌ریزی مگس *L. sericata*: با توجه به این‌که غذای اصلی لاروهای این مگس فرآورده‌های گوشتی می‌باشد، برای تأمین محل مناسب جهت تخم‌ریزی حشرات ماده بالغ، از جگر مرغ استفاده شد. به همین منظور ظروف حاوی جگر مرغ به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در قفس مگس‌های ماده بارور قرار داده شد. سپس ظروف حاوی جگر مرغ که روی آن‌ها تخم‌ریزی شده بود به ظروف پلاستیکی به ابعاد ۳۰×۲۰×۲۰ منتقل شد. کف این ظروف مقداری خاک اره ریخته شد و درب آن‌ها مسدود گردید و در دمای ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. لاروها بعد از ۱۲-۷ ساعت از تخم خارج شده و بعد از طی سه سن لاروی در بستر خاک اره به شفیره تبدیل شدند.

حشره‌کش‌های مورد مطالعه (دلتامترین): با نام تجاری دسیس (EC2.5%) تهیه شده از شرکت کیمیا گوهر خاک، ایران) از گروه حشره‌کش‌های پایرتروییدی بوده و دارای اثر تماسی- گوارشی و غیرسیستمیک می‌باشد که با اثر ضربه‌ای سریع باعث فلج شدن سیستم عصبی حشرات می‌شود (۱۷). مقدار توصیه شده برای این حشره‌کش ۰/۵ در هزار می‌باشد.

اسپینوساد: با نام تجاری تریسر (SC24%) تهیه شده از شرکت داو-اگروساینس، امریکا) یک حشره‌کش انتخابی تماسی-گوارشی با طیف اثر وسیع علیه حشرات مختلف است که از باکتری خاکزی *Saccharopolyspora spinosa* استخراج شده است. مکانیسم اثر این حشره‌کش تأثیر بر گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین و نیز گیرنده گابا می‌باشد. این نحوه عمل باعث می‌شود که مقاومت تقاطعی به علت عدم مقاوم شدن به دیگر حشره‌کش‌ها ایجاد نشود. این حشره‌کش به میزان ۰/۲ در هزار توصیه شده است. این حشره‌کش از سال ۲۰۰۵ برای کنترل مگس خانگی مورد استفاده قرار گرفته است (۱۸).

پیریدالیل: با نام تجاری سومی پلئو (EC50% تهیه شده از شرکت سومیتومو کمیکالز، ژاپن) حشره‌کشی جدید از مشتقات دی‌هالوپروپن‌ها است و آفات بالپولک‌دار و تریپس‌ها را کنترل می‌کند. این حشره‌کش به صورت غیرمستقیم در بازدارندگی سنتز پروتئین سلولی نقش دارد (۱۹). مقدار توصیه شده این حشره کش ۰/۴ در هزار می‌باشد.

پیریمیفوس‌متیل: با نام تجاری اکتلیک (EC50% تهیه شده از شرکت غزال شیمی، ایران) از گروه حشره‌کش‌های ارگانوفسفره بوده و دارای اثر تماسی–تدخینی علیه طیف وسیعی از آفات کشاورزی و خانگی می‌باشد (۱۷). این حشره‌کش به میزان ۲ در هزار توصیه شده است.

آزمون‌های زیست‌سنجی: آزمون‌های زیست‌سنجی با روش غوطه‌وری لارو سن سوم انجام شد. لاروهای سن سوم با توجه به اندازه، خطوط و شیارهای موجود بر روی بدن و موهای حسی جلدی از سایر سنین لاروی شناسایی و جداسازی شدند. برای هر تیمار تعداد ۱۰ لارو سن سوم به مدت ۶۰ ثانیه در غلظت‌های انتخاب شده از حشره‌کش‌ها قرار گرفتند. سپس لاروها به پتری‌دیش‌های با قطر ۸ سانتی‌متر که کف آن‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن پوشیده شده بود، انتقال یافتند. درب پتری‌ها مسدود شد و روزنه‌ای برای تنفس آن‌ها در محل درب پتری قرار داده شد. در تیمار شاهد از آب مقطر به عنوان محلول غوطه‌ورسازی لاروها استفاده شد. پتری‌ها در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۸: ۱۶ (تاریکی: روشنایی) قرار گرفتند. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و مرگ‌ومیر لاروها پس از ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد.

زیست‌سنجی مقدماتی: آزمون‌های زیست‌سنجی مقدماتی به منظور تعیین غلظت‌هایی از هر حشره‌کش با کشندگی حداقل ۱۰ درصد و حداکثر ۹۰ درصد انجام گردید. در این آزمون‌ها غلظت‌های متعددی از هر حشره‌کش تهیه گردید و سپس با استفاده از فرمول فاصله لگاریتمی، تعداد پنج غلظت بین محدوده حداقل و حداکثر میزان مرگ‌ومیر انتخاب شد. غلظت‌های تهیه شده در آزمون زیست‌سنجی مقدماتی برای هر حشره‌کش برابر با غلظت توصیه شده و غلظت‌های ۱/۵، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ برابر غلظت توصیه شده آن سم بود. برای سم دلتامترین علاوه بر غلظت‌های ذکر شده، غلظت‌های ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ برابر نیز مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به این‌که غلظت‌های توصیه شده حشره‌کش‌های مورد بررسی برای آفات دیگری غیر از مگس گوشت هستند، در این مطالعه با استفاده از آزمون زیست‌سنجی مقدماتی مرگ‌ومیر لاروهای سن سوم مگس گوشت در دامنه گسترده‌تری از غلظت‌ها بررسی شد. در نهایت برای هر حشره‌کش پنج غلظت انتخاب شد.

زیست‌سنجی اصلی: مطالعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل چهار حشره‌کش و فاکتور فرعی شامل پنج غلظت انتخاب شده از آزمون زیست‌سنجی مقدماتی برای هر حشره‌کش بود. از آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده گردید. کمترین غلظت برای هر حشره‌کش برابر با غلظتی بود که در مرحله آزمون مقدماتی باعث مرگ‌ومیر ۱۰ درصد از لاروهای مورد مطالعه شده بود (LC_{10}) و بیشترین غلظت برابر با غلظتی بود که ۹۰ درصد لاروهای مورد مطالعه را کشته بود (LC_{90}). با استفاده از این دو غلظت و با توجه به فرمول (۱)، سه غلظت دیگر محاسبه گردید:

$$d = \frac{\log A - \log E}{n-1}$$ فرمول (۱)

در این فرمول، d برابر با لگاریتم غلظت مورد نظر، A کمترین غلظت به دست آمده و E بیشترین غلظت به دست آمده می‌باشد. n تعداد غلظت‌های مدنظر می‌باشد.

همچنین برای محاسبه درصد تلفات لاروها از فرمول Abbott (فرمول ۲) استفاده شد:

$$P = \left[\frac{P'-C}{1-C}\right] \times 100$$ فرمول (۲)

در این فرمول، P برابر با درصد مرگ‌ومیر اصلاح شده، 'P درصد مرگ‌ومیر در تیمار مورد نظر و C درصد مرگ‌ومیر در تیمار شاهد می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری: برای تعیین غلظت‌های کشنده (LC_{10}، LC_{50} و LC_{90}) و شیب خطوط رگریسون از روش پروبیت و نرم افزار POLO-plus (نسخه ۲) با حدود اطمینان ۹۹ درصد استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد خطا انجام گرفت.

جدول ۱. غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌ها با دامنه تلفات ۹۰-۱۰ درصد لاروهای سن سوم *L. sericata*

حشره‌کش‌ها	غلظت‌ها (پی‌پی‌ام)				
دلتامترین	۵۰	۲۲۰	۱۰۰۰	۴۴۷۰	۲۰۰۰۰
اسپینوساد	۲۰	۷۰	۲۵۰	۸۶۰	۳۰۰۰
پیریدالیل	۴۰	۱۳۰	۴۰۰	۱۲۷۰	۴۰۰۰
پیریمیفوس‌متیل	۲۰	۱۳۰	۹۰۰	۶۰۰۰	۴۰۰۰۰

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر کشندگی حشره‌کش‌های مختلف بر لاروهای سن سوم *L. sericata*

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
حشره‌کش	۲۰	۷۹/۶۰	۳/۹۸**
خطا	۴۲	۶/۲۱	۰/۱۵
ضریب تغییرات (درصد)		۷	

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۳. میانگین درصد تلفات ± خطای استاندارد لاروهای سن سوم *L. sericata* تیمار شده با غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌ها.

دلتامترین	غلظت (پی‌پی‌ام)	۵۰	۲۲۰	۱۰۰۰	۴۴۷۰	۲۰۰۰۰
	درصد تلفات	۶/۶۷±۰/۱۲^{gh}	۲۳/۳۳±۱/۱۸^{ef}	۴۰/۱۰±۰/۷۶^{d}	۵۶/۶۷±۲/۱۰^{bc}	۸۶/۶۷±۱/۲۵^{a}
اسپینوساد	غلظت (پی‌پی‌ام)	۲۰	۷۰	۲۵۰	۸۶۰	۳۰۰۰
	درصد تلفات	۱۳/۳۳±۰/۶۰^{fg}	۶/۶۷±۰/۱۲^{e}	۲۶/۶۷±۰/۹۷^{cd}	۴۶/۶۷±۲/۵۰^{b}	۹۰/۱۰±۱/۱۵^{a}
پیریدالیل	غلظت (پی‌پی‌ام)	۴۰	۱۳۰	۴۰۰	۱۲۷۰	۴۰۰۰
	درصد تلفات	۱۰/۰۰±۰/۳۱^{gh}	۱۶/۶۷±۰/۸۶^{efg}	۲۶/۶۷±۱/۵۶^{e}	۵۶/۳۳±۱/۰۹^{bc}	۸۳/۳۳±۱/۴۳^{a}
پیریمیفوس‌متیل	غلظت (پی‌پی‌ام)	۲۰	۱۳۰	۹۰۰	۶۰۰۰	۴۰۰۰۰
	درصد تلفات	۱۳/۳۳±۰/۸۰^{fg}	۲۳/۳۳±۰/۷۶^{ef}	۴۰/۱۵±۱/۵۰^{d}	۶۳/۳۳±۱/۲۳^{b}	۹۰/۳۳±۲/۲۰^{a}

مقادیر با حروف متفاوت از نظر آماری اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ دارند.

جدول ۴. مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های مورد بررسی روی لاروهای سن سوم *L. sericata*

	دلتامترین	اسپینوساد	پیریدالیل	پیریمیفوس‌متیل
LC_{10}	۷/۴۳*	۱/۶۶	۶/۷۱	۱/۹۹
LC_{50}	۱۸۶/۴۹۳	۲۶/۸۸۱	۸۵/۰۷۱	۱۳۴/۹۷
LC_{90}	۴۶۸۲/۳۷	۴۳۶/۲۹	۱۰۷۸/۳۹	۹۱۵۹/۹۵

* غلظت‌ها بر حسب پی‌پی‌ام می‌باشد.

نتایج

بر اساس نتایج آزمون زیست‌سنجی مقدماتی، غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{10} و غلظت ۲۰۰۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{90} برای سم دلتامترین، غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{10} و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{90} برای اسپینوساد، غلظت ۴۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{10} و غلظت ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{90} برای سم پیریدالیل و غلظت ۲۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{10} و غلظت ۴۰۰۰۰ پی‌پی‌ام به عنوان LC_{90} سم پیریمیفوس‌متیل اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

آزمون زیست‌سنجی اصلی: با توجه به غلظت‌های به دست آمده به عنوان LC_{10} و LC_{90} در آزمون‌های مقدماتی، پنج غلظت اصلی برای هر حشره‌کش برای آزمون زیست‌سنجی اصلی تعیین گردید (جدول ۱).

نتایج تجزیه واریانس اثر کشندگی غلظت‌های انتخابی حشره‌کش‌ها بر لاروهای سن سوم مگس گوشت نشان داد که بین تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین‌های درصد تلفات حشره‌کش‌ها در غلظت‌های مختلف نشان داد که بین میزان تلفات لاروهای سن سوم مگس گوشت در نوع حشره‌کش و غلظت‌های استفاده شده برای هر کدام اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳).

نتایج آزمون زیست‌سنجی دلتامترین نشان داد که غلظت‌های کمتر از ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام این حشره‌کش باعث مرگ‌ومیر کمتر از ۵۰ درصد و غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام باعث مرگ‌ومیر بیش از ۵۰ درصد لاروهای مورد مطالعه شده‌اند. در مطالعه حاضر، غلظت ۲۰۰۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین درصد مرگ‌ومیر (۸۶/۶۷ درصد) لاروها را موجب شد. برای این حشره‌کش هیچ کدام از غلظت‌های مورد بررسی موجب مرگ‌ومیر بالاتر از ۹۰ درصد در لاروها نشدند. در مطالعه حاضر هیچ مرگ‌ومیری در تیمار شاهد دیده نشد (جدول ۳).

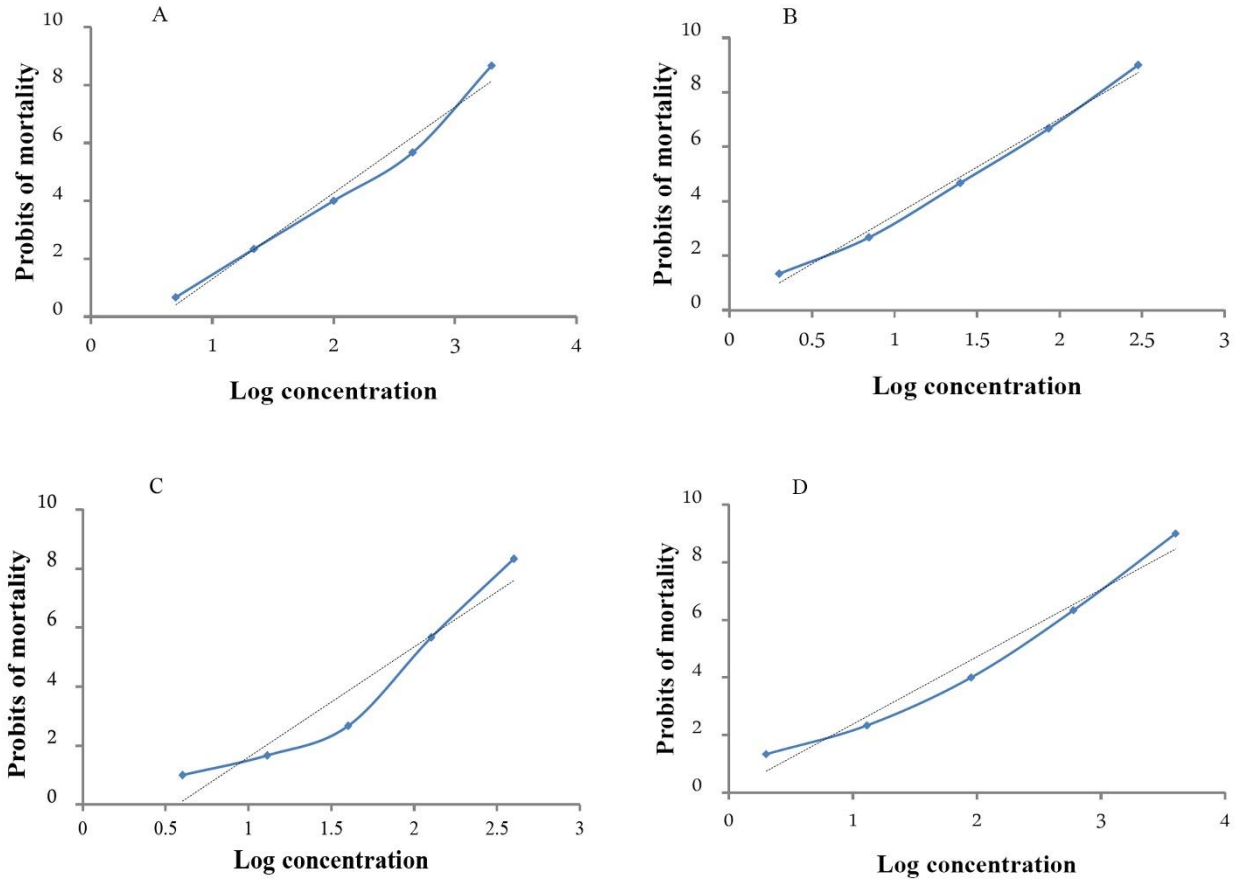
در آزمون زیست‌سنجی اسپینوساد نتایج نشان داد که غلظت‌های پایین‌تر از ۲۵۰ پی‌پی‌ام باعث مرگ‌ومیر کمتر از ۵۰ درصد لاروهای مورد مطالعه شدند و غلظت ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام توانست ۹۰ درصد لاروهای تیمار شده را از بین ببرد. مقایسه نتایج درصد مرگ‌ومیر دو حشره‌کش دلتامترین و اسپینوساد نشان داد که سم اسپینوساد در غلظت کمتر توانست باعث مرگ‌ومیر بیشتری در لاروهای *L. sericata* شود (جدول ۳).

در مطالعه حاضر تلفات بیشتر از ۵۰ درصد در بین لاروهای تیمار شده با حشره‌کش‌های پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل به ترتیب در غلظت‌های بالاتر از ۲۵۰ پی‌پی‌ام و ۹۰۰ پی‌پی‌ام بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که میزان سمیت حشره‌کش پیریدالیل برای لاروهای سن سوم مگس گوشت از حشره‌کش دلتامترین بیشتر و از حشره‌کش اسپینوساد کمتر می‌باشد (جدول ۳).

نمودار ۱ به ترتیب پروبیت درصد تلفات لارو سن سوم مگس گوشت بر لگاریتم غلظت حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل را نشان می‌دهد. با افزایش غلظت حشره‌کش‌ها، میران مرگ‌ومیر لاروهای مگس لاشه نیز افزایش پیدا کرد. این روند برای آفت‌کش‌های اسپینوساد و دلتامترین تقریباً یکنواخت و خط رگرسیون منطبق بر خط پروبیت می‌باشد (نمودار ۱، A و B). اما در حشره‌کش‌های پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل روند تلفات لاروهای مگس در غلظت‌های پایین آهسته و کند می‌باشد و در غلظت‌های بالا درصد مرگ‌ومیر با شدت بیشتری افزایش می‌یابد (نمودار ۱، C و D). در این نمودار بیشترین شیب خط رگرسیون مربوط به اسپینوساد است که بیانگر تأثیر بالای کشندگی آن بر موجود هدف می‌باشد.

مقایسه میزان LC_{50} هر یک از حشره‌کش‌ها برای لارو مگس *L. sericata*

بر اساس آزمون زیست‌سنجی و میزان مرگ‌ومیر لاروها در اثر تیمار با غلظت‌های به دست آمده و با استفاده از نرم‌افزار Polo-plus میزان LC_{10}، LC_{50} و LC_{90} هر یک از حشره‌کش‌های مورد مطالعه تعیین گردید. جدول ۴ میزان LC_{10}، LC_{50} و LC_{90} چهار حشره‌کش دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل را در برابر لاروهای سن سوم مگس *L.sericata* نشان می‌دهد.



نمودار ۱. پروبیت تلفات لاروهای سن سوم *L. sericata* تیمار شده با حشره‌کش‌ها؛ A: دلتامترین، B: اسپینوساد، C: پیریدالیل، D: پیریمیفوس‌متیل.

نتایج نشان داد حشره‌کش اسپینوساد نسبت به سه حشره‌کش دلتامترین، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل با غلظت کمتری باعث حداقل ۵۰ درصد کشندگی در لاروهای مگس گوشت شده است که بیانگر سمیت بالای این حشره‌کش روی لاروهای مورد بررسی می‌باشد. حشره‌کش پیریدالیل با متوسط غلظت کشنده ۸۵/۰۷ پی‌پی‌ام در رده دوم از نظر قدرت کشندگی قرار گرفت. در بین این چهار حشره‌کش، سم دلتامترین بالاترین LC_{50} را داشت (۱۸۶/۴۹ پی‌پی‌ام) و بیشترین LC_{90} برای حشره‌کش پیریمیفوس‌متیل (۹۱۵۹/۹۵ پی‌پی‌ام) به دست آمد.

بحث

مگس‌های خانواده Calliphoridae نقش اکولوژیکی کلیدی در تجزیه مردارها و در گرده‌افشانی دارند. با این حال، این مگس‌ها به دلیل تغذیه و رفتارهای تولیدمثلی، ناقل میکروارگانیسم‌ها و پاتوژن‌های انسانی مانند *سالمونلا* و *میکوباکتریوم* هستند (۶،۲۰،۲۱) و همین امر باعث شده که کنترل آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار باشد.

در مطالعه حاضر میزان LC_{50} چهار حشره‌کش دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل روی لاروهای سن سوم مگس *L. sericata* تعیین شد. نتایج نشان داد که لاروهای سن سوم این مگس در برابر حشره‌کش اسپینوساد بیشترین حساسیت را نسبت به سایر حشره‌کش‌های مورد مطالعه نشان می‌دهند. میزان LC_{50} محاسبه شده برای حشره‌کش اسپینوساد برابر ۲۶/۸۸ پی‌پی‌ام می‌باشد که نسبت به سه حشره‌کش دیگر کمترین مقدار را دارا بود. میزان LC_{10} اسپینوساد بر اساس مطالعات انجام شده برابر ۲۰ پی‌پی‌ام و LC_{90} آن برابر ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام بود. بر اساس این نتایج مشاهده می‌شود که هرچند LC_{10} این حشره‌کش با LC_{10} پیریمیفوس‌متیل برابر است اما

میزان LC_{50} و LC_{90} اسپینوساد نسبت به این حشره‌کش کمتر بوده است.

همچنین حشره‌کش پیریدالیل بعد از اسپینوساد بیشترین سمیت را برای لاروهای سن سوم مگس گوشت نشان داد. میزان LC_{50} محاسبه شده برای این حشره‌کش برابر ۸۵/۰۷ پی‌پی‌ام بود. سمیت حشره‌کش‌های پیریمیفوس‌متیل و دلتامترین که میزان LC_{50} آن‌ها به ترتیب برابر ۱۳۴/۹۷ و ۱۸۶/۴۹ پی‌پی‌ام محاسبه شده بود در درجه‌های بعدی قرار داشت. در مطالعه حاضر حشره‌کش‌های دلتامترین، اسپینوساد، پیریدالیل و پیریمیفوس‌متیل اثرات متفاوتی بر روی لارو سن سوم مگس گوشت دارند و میزان کشندگی هر یک از آن‌ها با دیگری متفاوت است. در این مطالعات مشخص شد که قدرت کشندگی لاروها در اسپینوساد بیشترین و در دلتامترین کمترین میزان می‌باشد. همچنین دو حشره‌کش اسپینوساد و پیریدالیل که حشره‌کش‌های جدیدی هستند نسبت به دو حشره‌کش دلتامترین و پیریمیفوس‌متیل میزان LC_{50} کمتری دارند و در نتیجه تأثیر آن‌ها بر لاروهای سن سوم مگس گوشت بیشتر است.

Smith و همکاران در سال ۲۰۰۰ در مطالعات خود نشان دادند که میزان کشندگی حشره‌کش فیپرونیل از گروه فنیل‌بنزوآت‌ها روی لارو مگس گوشت ۱۰ برابر بیشتر از بتا-سایفلوترین از گروه پایرتروئیدها می‌باشد (۱۲). در مطالعه حاضر مشخص شد که میزان کشندگی اسپینوساد از گروه اسپینوزین‌ها بر روی لارو سن سوم مگس گوشت تقریباً ۷ برابر حشره‌کش دلتامترین از گروه پایرتروئیدها است. مطالعات Waghorn و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان داد که استرین‌های *L. sericata* حساسیت‌های متفاوتی در برابر حشره‌کش‌های دی‌سیکلانیل و تری‌فلومورون دارند. بیشترین حساسیت در برابر دی‌سیکلانیل مشاهده شد که دلیل اصلی آن می‌تواند به مدت زمان طولانی‌تر استفاده از تری‌فلومورون برای کنترل مگس در مزارع مورد بررسی باشد (۲۲).

اولین مطالعه از بروز مقاومت به حشره‌کش‌ها در جمعیت مگس *Lucilia*، مقاومت به حشره‌کش‌های ارگانوفسفره در سال ۱۹۶۰ می‌باشد. علاوه بر مسئله مقاومت، توجه به تأثیرات منفی برخی از حشره‌کش‌های شیمیایی قدیمی بر سلامت انسان و محیط‌زیست، استفاده از حشره‌کش‌های جدید با خطر کمتر مورد نظر می‌باشد (۱۳). تغییرات ژنتیکی در جمعیت مگس‌های میاز که در معرض تیمار شیمیایی قرار دارند ممکن است منجر به کاهش مدت زمان کنترل آفت با این حشره‌کش‌ها شود. معرفی متوالی حشره‌کش‌های ارگانوکلره، ارگانوفسفات‌ها و بنزوئیل‌فنیل اوره‌ها منجر به ایجاد مقاومت در مگس در برابر این مواد شیمیایی طی یک دهه اول پس از استفاده آن‌ها شده است (۲۱). امروزه مقاومت *L. sericata* در برابر تمام ارگانوفسفره‌ها و بنزوئیل‌اوره‌ها افزایش پیدا کرده و در چندین کشور مانند استرالیا و نیوزیلند گسترده شده است و بسیاری از ترکیبات شیمیایی که در گذشته در کنترل این آفت کاملاً موفق بودند باید کنار گذاشته شوند، زیرا تقریباً بی‌اثر و بدون استفاده شده‌اند (۲۳). در سال ۲۰۲۰ مقاومت در دو سویه مزرعه‌ای *L. cuprina* نسبت به دی‌سیکلانیل در استرالیا گزارش شده است ولی تاکنون هیچ گزارشی در مورد مقاومت میدانی مگس‌های لاشه در برابر اسپینوساد یا پیرتروییدهای مصنوعی وجود ندارد (۲۴). حشره‌کش اسپینوساد دارای مکانیسم عمل متفاوت با بقیه گروه‌های حشره‌کش است و روی یک محل هدف جدید تأثیر می‌گذارد (۲۵). همچنین به علت این‌که صفت مقاومت در برخی مگس‌ها مانند مگس گوشت مغلوب است (۲۶)، می‌توان نرخ آهسته‌تری از تکامل مقاومت در جمعیت‌های مگس *L. sericata* نسبت به حشره‌کش اسپینوساد انتظار داشت.

به طور کلی، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد حشره‌کش اسپینوساد تأثیر کشندگی بالایی بر لاروهای سن سوم مگس گوشت دارد. با توجه به این‌که اسپینوساد حشره‌کش نسبتاً جدید، با سمیت بسیار کم برای پستانداران و دیگر موجودات غیر هدف می‌باشد (۲۵) می‌تواند جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی قدیمی در کنترل مگس لاشه باشد. همچنین باید این حشره‌کش به صورت متعادل و در چرخش با دیگر حشره‌کش‌های جدید مصرف شود تا خطر بروز مقاومت در جمعیت‌های آفت هدف کاهش پیدا کند و این امر به مدیریت مؤثر حشرات مقاوم و به حداقل رساندن آلودگی محیطی کمک می‌کند.

سپاسگزاری

نویسندگان از همکاری شرکت معیاردانش سپاهان به‌ویژه جناب آقای دکتر محمدمهدی قیصری به‌خاطر مساعدت در تهیه مواد و امکانات مطالعه حاضر کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Siwar B, Latifa M, Nawel B, Aicha R, Souha H, Iheb L, Boutheina J. Myiasis of wounds caused by *Lucilia sericata*: first report in Tunisia and literature review. MOJ Clin Med Case Rep. 2021; 11(6): 146-149. doi: 10.1016/j.oooo.2017.06.120
2. Pinilla TB, Acuna Y, Cortes D, Diaz AR, Segura A, Bello FJ. Characteristics of the biological cycle of *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae) on differents dient. Vet Parasitol. 2010; 13(2): 153-161. doi: 10.31910/rudca.v13.n2.2010.743
3. Soheyliniya S, Barin A. The role of house fly (*Musca domestica*) in transmission of pathogenic strains of *E. coli*. J Vet Res. 2014; 69(1): 9-15.
4. Williams K, Villet M. Morphological identification of *Lucilia sericata*, *Lucilia cuprina* and their hybrids (Diptera, Calliphoridae). Zookeys. 2014; 420: 69. doi: 10.3897/zookeys.420.7645 PMID: 25061373
5. Akkol EK, Ilhan M, Kozan E, Dereli ETG, Sak M, Sobarzo-sanchez E. Insecticidal Activity of *Hyoscyamus niger* L. on *Lucilia sericata* Causing Myiasis. *Plants.* 2020; 9(5): 655. doi: 10.3390/plants9050655
6. Junqueira ACM, Ratan A, Acerbi E, Drautz-Moses DI, Premkrishnan BNV, Costea PI, Linz B, Purbojati RW, Paulo DF, Gaultier NE. The microbiomes of blowflies and houseflies as bacterial transmission reservoirs. Sci Rep. 2017; 7: 16324. doi: 10.1038/s4159801716353-x
7. Khater HF, Hanafy A, Abdel-Mageed AD, Ramadan MY, El-Madawy RS. Control of the myiasis-producing fly, *Lucilia sericata*, with Egyptian essential oils. Int J Dermatol. 2011; 50: 187-194. doi: 10.1111/j.1365-4632.2010.04656.x
8. Firoozfar F, Mosa-Kazemi SH, Shemshad K, Baniardalani M, Abolhasani M, Biglarian A, Enayati A, Rafinejad J. Laboratory colonization of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) Strain from Hashtgerd, Iran. J Vector Borne Dis. 2012; 49: 23-26. PMID: 22585239
9. Rueda LC, Ortega LG, Segura NA, Acero VM, Bello F. *Lucilia sericata* strain from Colombia: Experimental colonization, life tables and evaluation of two artificial diets of the blowfly Lucilia sericata (Meigen) (Diptera: Calliphoridae), Bogota, Colombia strain. Biol Res. 2010; 43: 197-203. doi: 10.4067/S0716-97602010000200008
10. Shalaby HA, El-Khateeb RM, El-Namaky AH, Ashry HM, Kandil OM, Abou-El-Dobal KAA. Larvicidal activity of camphor and lavender oils against sheep blowfly, *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). J Parasit Dis. 2016; 40(4): 1475-1482. doi: 10.1007/s12639-015-0715-8 PMID: 27876970
11. Sidhu KG, Singh S, Kumar V, Singh Dhanjal D, Datta S, Singh J. Toxicity, monitoring and biodegradation of organophosphate pesticides: A review. Crit Rev Environ Sci Technol. 2019; 49: 1135-1187. doi: 10.1080/10643389.2019.1565554
12. Smith KE, Wall R, Howard JJ, Strong L. Marchiondo AA, Jeannin P. In vitro insecticidal effects of fipronil and ß-cyflothrin on larvae of the blowfly *Lucilia sericata*. Vet Parasitol. 2000; 88: 261-268. doi: 10.1016/S0304-4017(99)00223-X
13. Baker KE, Rolfe PF, George AJ, Vanhoff KJ, Kluver PF, Bailey JN. Effective control of a suspected cyromazine-resistant strain of Lucilia cuprina using commercial spray-on formulations of cyromazine or dicyclanil. Aust Vet J. 2014; 92(10): 376-80. doi: 10.1111/avj.12247
14. Mohamed HS, Fahmy MM, Rabab AMM, Ek-khateeb M, Shalaby HA, Massoud AM. The insecticidal activity of two medicinal plants (*Commiphora molmol*) and (*Balanites aegyptiaca*) against the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). Int J Adv Res Biol Sci. 2016; 3(3): 144-158.
15. Naqqash MN, Gokce A, Bakhsh A, Salim M. Insecticide resistance and its molecular basis in urban insect pests. Parasitol Res. 2016; 115: 1363-1373. doi: 10.1007/s00436-015-4898-9
16. Muniz ER, Bedini S, Sarrocco S, Vannacci G, Mascarin GM, Fernandes EK, Conti B. Carnauba wax enhances the insecticidal activity of entomopathogenic fungi against the blowfly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). J Invertebr Pathol. 2020; 174: 107391. doi: 10.1016/j.jip.2020.107391
17. Talebi-Jahromi, K. Pesticides Toxicology. University of Tehran Press. 4th ed. Tehran, Iran; 2008. (In Farsi)
18. Yee WL. Spinosad versus Spinetoram effects on kill and oviposition of *Rhagoletis indifferens* (Diptera: Tephritidae) at differing fly ages and temperatures. J Insect Sci. 2018; 18(4): 151-161. doi: 10.1093/jisesa/iey082
19. Yin C, Wang R, Luo C, Zhao K, Wu Q, Wang Z, Yang G. Monitoring, Cross-Resistance, Inheritance, and Synergism of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) Resistance to Pyridalyl in China. J Econ Entomol. 2019; 112(1): 329-334. doi: 10.1093/jee/toy334
20. Cook DF, Voss SC, Finch JTD, Rader RC, Cook JM, Spurer CJ. The role of flies as pollinators of horticultural crops: An Australian case study with worldwide relevance. Insects. 2020; 11(6): 341. doi: 10.3390/insects11060341
21. Bedini S, Farina P, Napoli E, Flamini G, Ascrizzi R, Verzera A, Conti B, Zappala L. Bioactivity of different chemotypes of Oregano essential oil against the blowfly *Calliphora vomitoria* vector of foodborne pathogens. Insects. 2021; 12(1): 52. doi: 10.3390/insects12010052
22. Waghorn TS, McKay CH, Heath ACG. The *in vitro* response of field strains of sheep blowflies *Lucilia sericata* and *L. cuprina* (Calliphoridae) in New Zealand to dicyclanil and triflumuron. N Z Vet J. 2013; 61(5): 274-280. doi: 10.1080/00480169.2012.760400
23. Bedini S, Guarino S, Echeverria MC, Flamini G, Ascrizzi R, Loni A, Conti B. *Allium sativum*, *Rosmarinus officinalis*, and *Salvia officinalis* essential oils: A spiced shield against blowflies. Insects. 2020; 11(3): 143. doi: 10.3390/insects11030143
24. Farina P, Venturi F, Ascrizzi R, Flamini G, Chiriboga Ortega RD, Echeverria MC, Ortega S, Zinnai A, Bedini S, Conti B. Andean Plants Essential Oils: A Scented Alternative to Synthetic Insecticides for the Control of Blowflies. Insects. 2021; 12: 894. doi: 10.3390/insects12100894
25. Salgado VL, Sparks TC. The spinosyns: Chemistry, biochemistry, mode of action, and resistance. In: Gilbert. LI, Latrou, K, Gill SS, editors. Comprehensive Molecular Insect Science, Elsevier, Oxford. 2005. p. 137-173.
26. Khan HAA. Spinosad resistance affects biological parameters of *Musca domestica* Linnaeus. Sci Rep. 2018; 8: 14031. doi: 10.1038/s41598-018-32445-8

Journal of Veterinary Research
J Vet Res, Volume 77, Number 2, 2022
Original Article

Lethal Effects of Insecticides Deltamethrin, Spinosad, Pyridalyl and Pirimiphos-Methyl on Third Instar Larvae of Blowfly (*Lucilia sericata*; Dip: Calliphoridae)

Sepideh Farahani[1], Alireza Jalali Zand[2], Esmaeil Mahmoudi[2]

[1] *Graduated from the Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*
[2] *Department of Plant Protection and Entomology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*

10.22059/jvr.2022.339403.3239
Received: *25 January 2022*, ***Accepted:*** *12 April 2022*

Abstract

BACKGROUND: Blowfly (*Lucilia sericata*; Diptera: Calliphoridae) is an external parasites of domestic animals and the causative agent of myiasis, which is involved in the transmission of a number of bacterial pathogens. Application of chemical insecticides is one of the most common methods for controlling this pest, which have recently been reported resistant populations of *L. sericata* to some insecticides. Therefore, identifying and recommending new and low-risk insecticides for humans and environment is of prime importance.

OBJECTIVES: This research aimed to investigate the toxicity of insecticides deltamethrin, spinosad, pyridalyl, and pirimiphos-methyl on the third instar larvae of *L. sericata.*

METHODS: In the present study, the bioassay tests were performed by immersion of larvae in concentrations of insecticides that caused 10 to 90% mortality of larvae, as a factorial experiment in a randomized complete block design. Additionally, the median lethal concentration (LC_{50}) was determined from the probit analysis of bioassay data for the studied insecticides**.**

RESULTS: The results of analysis of variance and the comparison of the mean mortality (%) of third instar larvae were significant at the level of 1% probability. According to bioassay tests, the estimated LC_{50} values for deltamethrin, spinosad, pyridalyl, and pirimiphos-methyl were 186.49, 26.88, 85.08, and 134.97 mg L^{-1}, respectively. Overall, the results revealed that spinosad and pyridalyl had the highest lethal effect on blowfly larvae while deltamethrin had less advers effects on this pest.

CONCLUSIONS: Spinosad, as a relatively new insecticide, with very low toxicity towards mammals and other non-target organisms, showed the highest lethal effect on blowfly larvae and can be an appropriate alternative to older insecticides in controlling this pest.

Keywords: Bottle fly, *L. sericata*, Chemical control, Myiasis, Bioassay

Copyright © 2022. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: jalalizand@khuisf.ac.ir Tel/Fax: 031-35354001/031-35354048

How to cite this article:

Farahani S, Jalali Zand A, Mahmoudi E. Lethal Effects of Insecticides Deltamethrin, Spinosad, Pyridalyl and Pirimiphos-Methyl on Third Instar Larvae of Blowfly (*Lucilia sericata*; Dip: Calliphoridae). J Vet Res, 2022; 77(2): 89-97. doi: 10.22059/jvr.2022.339403.3239

Figure Legends and Table Captions

Table 1. Different concentrations of insecticides with 10 to 90% mortality of *L. sericata* third instar larvae.
Table 2. Variance analysis of lethal effects of different insecticides on third instar larvae of *L. sericata* (significant at the level of 0.01 probability).
Table 3. Mean mortality (%) ± Standard error of *L. sericata* third instar larvae treated with different concentrations of insecticides (the means with different superscripts differ significantly (P<0.01)).
Table 4. LC50 values of the studied insecticides on third instar larvae of *L. sericata.* concentrations are in ppm.
Graph 1. Probit analysis of mortality (%) of third instar larvae of *L. sericata* treated with: A. Deltamethrin, B. Spinosad, C. Pyridalil, D. Pirimiphos-methyl.