نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۴۵۶-۴۵۰

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 4, Winter 2013, P. 450-456

مقایسه سمیت تماسی سه فرمولاسیون لامبدا- سی‌هالوترین روی پوره سن یک سوسری آلمانی *Blattella germanica* (L.) (Blattaria: Blattellidae)

آیدا صبور صادق زاده [۱]- غلامحسین مروج [۲*]- سعید هاتفی [۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۳/۹

چکیده

سوسری آلمانی *Blattella germanica* (L.) یکی از مهم‌ترین آفات خانگی در دنیا می‌باشد. این آفت نقش مهمی در انتقال مکانیکی عوامل بیماریزا دارد. همچنین ترشحات این حشرات به عنوان یک ماده حساسیت‌زا باعث بروز بیماری‌هایی نظیر آسم می‌شود. استفاده از حشره‌کش‌های متداول متعلق به گروه‌های شیمیایی مختلف و فرمولاسیون‌های گوناگون آنها همچنان به عنوان یک قسمت جدایی ناپذیر در برنامه‌های کنترل سوسری آلمانی محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر سمیت تماسی سه فرمولاسیون لامبدا- سی‌هالوترین شامل پودر وتابل (ICON® 10 WP)، میکروکپسول (DEMAND® 10 CS) و امولسیون (ICON® 5 EC) روی پوره‌های سن یک سوسری آلمانی مورد مقایسه قرار گرفت. آزمایشات زیست سنجی در شرایط دمایی ۲ ±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی انجام شد. برای هر یک از فرمولاسیون‌ها ۶ غلظت در ۱۰ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که برای هر یک از فرمولاسیون‌ها با افزایش غلظت سم، مرگ و میر پوره‌ها افزایش یافت. فرمولاسیون پودر وتابل با LC_{50} معادل ۴/۹۹ میلی‌گرم ماده موثره بر متر مربع موثرتر از سایر فرمولاسیون‌های مورد بررسی بود. مقادیر LC_{50} برای فرمولاسیون‌های میکروکپسول و امولسیون به ترتیب معادل ۵/۸۱ و ۶/۹۸ میلی‌گرم ماده موثره بر متر مربع بدست آمد. نتایج این مطالعه نشان داد که فرمولاسیون پودر وتابل در مقایسه با سایر فرمولاسیون‌های مورد بررسی پتانسیل بالاتری در کنترل سوسری آلمانی داشت.

واژه‌های کلیدی: سوسری آلمانی، لامبدا- سی‌هالوترین، پودر وتابل، میکروکپسول، امولسیون

مقدمه

سوسری آلمانی یکی از مهم‌ترین آفات خانگی در دنیا می‌باشد. این آفت نقش مهمی در انتقال مکانیکی عوامل بیماریزا دارد. همچنین ترشحات این حشرات به عنوان یک ماده حساسیت‌زا باعث بروز بیماری‌هایی نظیر آسم می‌شود (۶). استفاده از حشره‌کش‌های متداول متعلق به گروه‌های شیمیایی مختلف و فرمولاسیون‌های گوناگون آنها همچنان به عنوان یک قسمت جدایی ناپذیر در برنامه های کنترل سوسری آلمانی محسوب می‌شود (۴، ۱۳ و ۳۰). حشره‌کش‌های تماسی و ابقایی [۴] گوناگون نظیر حشره‌کش‌های فسفره، کاربامات، پیرتروئیدها و حشره‌کش‌های گوارشی نظیر هیدرامتیلنون [۵] برای کنترل سوسری‌ها کاربرد دارند (۷). فرمولاسیون هایی که برای کنترل این آفت به کار می‌روند شامل آئروسول، طعمه‌های مسموم، امولسیون، میکروکپسول، مایع غلیظ روان ریز و پودرهای وتابل می‌باشند (۱۸). در حال حاضر مقاومت این گونه به گروه‌های مختلف حشره‌کش‌ها به یک مشکل اساسی تبدیل شده است و گاهی اوقات باعث شکست عملیات کنترل در بسیاری از کشورها گردیده است (۳). شاهی و همکاران (۲۴) گزارش کردند که استفاده نامنظم از حشره‌کش‌ها به ویژه پیرتروئیدها در برنامه های کنترل آفات منجر به افزایش تحمل یا سطح مقاومت سوسری آلمانی به این ترکیبات شده است. مطالعات متعددی تاکنون نشان داده‌اند که فرمولاسیون‌های مختلف حشره‌کش‌ها سمیت متفاوتی روی سوسری آلمانی داشته‌اند (۱۹ و ۲۱). هر چند، اکثر مطالعات روی فرمولاسیون های پودر وتابل و امولسیون متمرکز شده اند، و مطالعات اندکی روی فرمولاسیون جدید میکروکپسول صورت گرفته است (۲۶). آلبوکورکی و همکاران (۲) در بررسی تأثیرات سه فرمولاسیون

۱،۲و۳- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و مربی گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Moravej@ferdowsi.um.ac.ir)

4 -Residual insecticides

5 -Hydramethylnon

Archive of SID
www.SID.ir

پودر وتابل، میکروکپسول و امولسیون لامبدا- سی‌هالوترین روی سطوح مختلف علیه حشرات کامل سوسری آلمانی نتیجه گرفتند که فرمولاسیون پودر وتابل نسبت به فرمولاسیون‌های میکروکپسول و امولسیون در کوتاه مدت کارایی بهتری داشت، ولی در بلند مدت، تاثیرات ابقایی فرمولاسیون میکروکپسول بیشتر بود. لامبدا سی هالوترین[1] از گروه حشره‌کش‌های پیرتروئیدی و غیر سیستمیک است. این ترکیب دارای خاصیت تماسی، گوارشی و اثر ضربه‌ای بالا و اثر ابقایی طولانی می‌باشد. این سم جهت کنترل بسیاری از آفات کشاورزی و آفات ناقل بیماریها نظیر سوسری‌ها، پشه‌ها و مگس‌ها توصیه گردیده است (۲۷ و ۲۹). سوسری آلمانی، دارای سیکل زندگی کوتاه و قدرت تخمگذاری بالایی می‌باشد. جمعیت این گونه سریع‌تر از سایر گونه‌های سوسری ازدیاد می‌یابد و معمولاً ۳ تا ۴ نسل در سال دارند. تعداد سنین پورگی با توجه به شرایط محیطی، بین ۶-۵ سن پورگی متغیر است. پوره‌های سن اول حساس‌ترین مرحله زندگی این آفت نسبت به سموم شیمیایی می‌باشند (۸). با توجه به اینکه در مورد فرمولاسیون میکروکپسول، بیشتر مطالعات بر تاثیرات ابقایی و طولانی مدت آن تاکید دارند، هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیرات کوتاه مدت فرمولاسیون میکروکپسول لامبدا- سی هالوترین و مقایسه با دو فرمولاسیون رایج پودر وتابل و امولسیون این ترکیب روی پوره‌های سن یک سوسری آلمانی و انتخاب مناسب‌ترین فرمولاسیون جهت کنترل این آفت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری و پرورش سوسری آلمانی

تعدادی سوسری آلمانی از منازل مسکونی شهر مشهد در ساعت ۱۰-۷ شب و به دو روش صید دستی و تله گذاری جمع آوری گردید. ظروف پلاستیکی دهان گشاد به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر ۱۵ سانتی‌متر و محتوی نان آغشته به ماء الشعیر به عنوان تله استفاده گردید. به منظور جلوگیری از بالا آمدن سوسری ها از داخل تله، ۳-۲ سانتی‌متر از سطح داخلی آن و نزدیک به دهانه، به پارافین آغشته گردید. سوسری‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در ظروف پلاستیکی استوانه‌ای به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی‌متر که دهانه آنها با پارچه توری پوشانده شده بود پرورش داده شدند. ظروف پرورش داخل انکوباتور در شرایط دمایی ۲ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شد. نان خشک، سویا و نشاسته (به نسبت وزنی ۲:۲:۱) منبع تغذیه سوسری‌ها بود. از ظروف آبخوری پرندگان جهت تأمین آب استفاده گردید. از مقوای مواج به عنوان پناهگاه در داخل ظروف پرورش استفاده شد. پس از افزایش جمعیت سوسری‌ها، ماده های دارای کپسول تخم به طور انفرادی در ظروف جداگانه‌ای نگهداری شدند و پس از خارج شدن پوره‌ها از کپسول تخم، پوره‌های سن یک (۳ تا ۵ روزه) در تمامی مراحل آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند.

فرمولاسیون‌های مورد استفاده

سه فرمولاسیون تجارتی لامبدا- سی‌هالوترین برای انجام آزمایشات زیست سنجی انتخاب گردیدند: پودر وتابل ICON® 10 WP (زنکا[2]، انگلستان)، میکروکپسول DEMAND® 10 CS (سینجنتا[3]، سوئیس) و امولسیون ICON® 5 EC (پرتونار، ایران). غلظت‌های مختلف فرمولاسیون‌ها با حلال آستون (با درجه خلوص وزنی بیش از ۹۹/۸ درصد) تهیه گردید.

آزمایشات زیست‌سنجی

آزمایش سمیت تماسی فرمولاسیون ها بر اساس روش شاهی و همکاران (۲۴) با اندکی تغییرات در پتری دیش (قطر ۹ سانتی متر) انجام گرفت. بر اساس آزمایشات مقدماتی، از فرمولاسیون‌های پودر وتابل و میکروکپسول مقادیر بین ۰/۱۹- ۰/۶۳ میلی‌گرم (معادل ۳- ۱۰ میلی‌گرم ماده موثره بر متر مربع) و از فرمولاسیون امولسیون مقادیر بین ۰/۳۸- ۱/۲۶ میلی‌گرم (معادل ۳- ۱۰ میلی‌گرم ماده موثره بر متر مربع) استفاده گردید. بالاترین غلظت از فرمولاسیون‌ها توسط استون (ساخت شرکت مرک[4] آلمان) به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و غلظت‌های پایین‌تر از آن تهیه گردید. سپس یک میلی لیتر از محلول مورد نظر به کمک پیپت روی کاغذ صافی (واتمن[5] شماره ۱ و به قطر ۹ سانتی‌متر) کف هر پتری دیش ریخته شد. در ظروف شاهد فقط استون استفاده گردید. پس از خشک شدن سطح کاغذ صافی، تعداد ۱۰ عدد پوره سن یک داخل هر پتری دیش منتقل گردید و درب پتری دیش روی آن قرار داده شد. مدت تماس یک ساعت بود. برای اطمینان از تماس سوسری با سطح کاغذ صافی، دیواره پتری دیش و قسمت داخلی درب آن توسط پارافین چرب گردید. پس از پایان زمان تماس، سوسری‌ها به پتری‌دیش‌های تمیز حاوی پنبه مرطوب و غذا انتقال یافتند. ظروف پتری دیش در انکوباتور با شرایط دمایی ۲ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شدند. تعداد حشرات مرده (حشراتی که قادر به

1 - Lambda-cyhalothrin

2 - Zeneca
3 - Syngenta
4 - Merck
5 - Whatman No 1

Archive of SID

www.SID.ir

حرکت دادن پاها و شاخک‌ها نبودند) پس از ۲۴ ساعت شمارش گردید. آزمایشات برای هر غلظت ۱۰ مرتبه تکرار شد.

آنالیز داده‌ها

مقادیر LC_{50} و LC_{90} برای هر یک از فرمولاسیون ها بر اساس مدل پروبیت به کمک نرم افزار رایانه ای POLO-PC و به روش فینی (۹) برآورد گردید. پارامترهای دیگری نظیر شیب و ثابت معادله-های خطوط رگرسیون پروبیت مرگ‌ومیر- غلظت، نسبت آزمون t، فاکتور هتروژنیتی[1] و فاکتور g با استفاده از این نرم‌افزار به دست آمد. مقایسه سمیت فرمولاسیون‌ها با استفاده از نسبت LC_{50} یا LC_{90} و حدود اطمینان ۹۵٪ آنها با استفاده از روش رابرتسون و پریسلر (۱۶) صورت گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی نشان داد که در هر سه فرمولاسیون مورد مطالعه با افزایش غلظت سم، مرگ و میر پوره‌های سن یک افزایش یافت. میانگین تلفات پوره‌ها در اثر پایین ترین غلظت مورد آزمایش (۳ میلی گرم ماده موثره بر متر مربع) از فرمولاسیون پودر وتابل ۱۶ درصد، در حالیکه در اثر غلظت مشابه از فرمولاسیون‌های میکروکپسول و امولسیون میانگین تلفات به ترتیب ۱۰ و ۵ درصد بود. با افزایش غلظت از ۳ به ۶/۱۸ میلی گرم ماده موثره بر متر مربع در اثر فرمولاسیون پودر وتابل میانگین تلفات به ۶۴ درصد رسید. غلظت مشابه از فرمولاسیون های میکروکپسول و امولسیون به ترتیب ۴۹ و ۴۱ درصد تلفات ایجادکردند. در بالاترین غلظت مورد استفاده (۱۰ میلی گرم ماده موثره بر متر مربع) میانگین مرگ و میر حاصل در اثر فرمولاسیون‌های پودر وتابل، میکروکپسول و امولسیون به ترتیب ۹۶، ۸۷ و ۷۴ درصد ثبت گردید (جدول۱). معادله‌های رگرسیون پروبیت مرگ و میر- غلظت و سایر پارامترهای آنالیز سمیت در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر شیب خطوط پروبیت مرگ و میر در اثر سه فرمولاسیون بین۴/۰۲ تا ۴/۸۹ متغیر بود. مقایسه شیب خطوط بر اساس آزمون فرضیه موازی بودن نشان داد که شیب خطوط پروبیت مرگ و میر در اثر فرمولاسیون‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (X^2=2.86, *df*=2, *P*=0.238). بنابراین شیب معادل ۰/۲۰ ±۴/۴۴ به عنوان شیب مشترک بین خطوط پروبیت مرگ و میر پوره های سن یک برای سمیت فرمولاسیون‌ها محاسبه گردید.

نتایج آزمون فرضیه یکسان بودن خطوط نشان دادکه ثابت‌های رگرسیون پروبیت مرگ و میر پوره های سن یک در اثر فرمولاسیون ها با همدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (X^2=68.52, *df*=4, *P*<0.001). مقایسه ثابت‌های خطوط پروبیت نشان داد که ثابت معادله پروبیت مرگ و میر در اثر فرمولاسیون پودر وتابل با فرمولاسیون‌های میکروکپسول (X^2=23.81, *df*=2, *P*<0.001) و امولسیون (X^2=67.59, *df*=2, *P*<0.001) اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین بین ثابت های پروبیت مرگ و میر دراثر فرمولاسیون‌های میکروکپسول و امولسیون تفاوت معنی‌داری وجود داشت (X^2=11.68, *df*=2, *P*<0.01). نتایج آنالیز پروبیت نشان داد که در همه موارد فاکتور g کمتر از ۰/۵ و مقدار آزمون t بزرگتر از ۱/۹۶ بود. فاکتور هتروژنیتی در تمامی موارد کمتر از ۱ بدست آمد. شاخص‌های LC_{50} و LC_{90} نشان دادند که فرمولاسیون پودر وتابل در مقایسه با فرمولاسیون‌های میکروکپسول و امولسیون دارای سمیت تماسی بالاتری علیه پوره های سن یک سوسری آلمانی بود. کمترین میزان سمیت مربوط به فرمولاسیون امولسیون با شاخص‌های LC_{50} و LC_{90} به ترتیب معادل ۷/۱۰ و ۱۴/۷۷ میلی‌گرم ماده موثره بر متر مربع بود (جدول ۲). مقایسه بین سمیت فرمولاسیون‌ها علیه پوره‌های سن یک بر اساس شاخص LC_{50} نشان داد که LC_{50} امولسیون به طور معنی داری بزرگتر از LC_{50} فرمولاسیون‌های میکروکپسول و پودر وتابل بود (به ترتیب ۱/۱۷ و۱/۴۲ برابر). همچنین شاخص LC_{50} فرمولاسیون میکروکپسول به طور معنی‌داری بزرگتر (۱/۲۱ برابر) از میزان این شاخص در فرمولاسیون پودر وتابل بود (جدول ۳). مقایسه بین سمیت فرمولاسیون‌ها با استفاده از نسبت LC_{90} و حدود اطمینان ۹۵ درصد آن نیز تفاوت‌های معنی‌داری را بین سه فرمولاسیون مورد مطالعه نشان داد (جدول ۴).

بحث

لامبدا- سی‌هالوترین از گروه ترکیبات پیرتروئیدی می‌باشد که با ایجاد اختلال در انتقال آکسونی سیستم عصبی باعث تحریک مداوم عصب و لرزش در حشرات مسموم می‌شود (۲۳). پیرتروئیدهایی نظیر لامبدا- سی‌هالوترین قادرند کانال‌های کلر و کلسیم را که برای عملکرد مناسب عصب ضروری هستند نیز تحت تأثیر قرار دهند (۵). فرمولاسیون‌های لامبدا- سی‌هالوترین شامل امولسیون، میکروکپسول، مایع غلیظ روان ریز، پودر وتابل، آماده مصرف و گرانول وتابل می‌باشند (۱۴). بررسی اثر غلظت‌های بین ۱۰-۳ میلی گرم ماده موثره بر متر مربع از سه فرمولاسیون امولسیون، میکروکپسول و پودر وتابل، پس از گذشت ۲۴ ساعت روی درصد مرگ و میر پوره‌های سن یک نشان داد که میزان تلفات پوره‌ها بسته به نوع فرمولاسیون و غلظت سم متفاوت بود. بطور کلی با افزایش غلظت سم، میزان مرگ و میر پوره‌های سن یک افزایش یافت. وجود روابط مثبت بین میزان تلفات و غلظت سم به وسیله آنالیز پروبیت نیز تأیید گردید (جدول ۱).

1 - Heterogeneity

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - درصد مرگ و میر (n=10، خطای معیار± میانگین) پوره سن یک سوسری آلمانی *B. germanica* در اثر سمیت تماسی سه نوع فرمولاسیون لامبدا- سی هالوترین در غلظت‌های مختلف پس از ۱ ساعت تماس با سم¥

غلظت سم	فرمولاسیون		
mg ai.m^{-2}	پودر وتابل	میکروکپسول	امولسیون
۰/۰۰	۰/۰۰± ۰/۰۰	۰/۰۰± ۰/۰۰	۰/۰۰± ۰/۰۰
۳/۰۰	۱۶/۰۰± ۲/۶۶	۱۰/۰۰± ۱/۴۹	۵/۰۰± ۱/۶۶
۳/۸۲	۲۹/۰۰± ۱/۷۹	۱۹/۰۰± ۲/۳۳	۱۵/۰۰± ۱/۶۶
۴/۸۶	۴۶/۰۰± ۲/۶۶	۳۳/۰۰± ۱/۵۲	۲۸/۰۰± ۱/۳۳
۶/۱۸	۶۴/۰۰± ۱/۶۳	۴۹/۰۰± ۲/۳۳	۴۱/۰۰± ۱/۰۰
۷/۸۶	۸۲/۰۰± ۲/۰۰	۶۶/۰۰± ۱/۶۳	۵۳/۰۰± ۲/۰۰
۱۰/۰۰	۹۶/۰۰± ۱/۶۳	۸۷/۰۰± ۲/۱۳	۷۴/۰۰± ۲/۲۱

n: هر تکرار شامل ۱۰ عدد پوره سن یک بود.

¥ : حشرات پس از تماس با سم به مدت ۲۴ ساعت در شرایط عاری از سم نگهداری و سپس تلفات ثبت گردید.

جدول ۲- آنالیز پروبیت روابط مرگ و میر- غلظت ناشی از سمیت تماسی فرمولاسیون‌های مختلف لامبدا- سی‌هالوترین روی پوره‌های سن یک سوسری آلمانی *B. germanica* پس از ۱ ساعت تماس

فرمولاسیون	n	پروبیت مرگ و میر- غلظت		نسبت t	هتروژنیتی	فاکتور (۹۵٪) g	غلظت کشنده (mg ai. m^{-2}) (حدود اطمینان ۹۵ درصد)	
		(خطای معیار±) ثابت	(خطای معیار±) شیب				LC_{50}	LC_{90}
پودر وتابل	۷۰۰	-۳/۴۱(±۰/۲۷)	۴/۸۹(±۰/۳۶)	۱۳/۲۶	۰/۶۳	۰/۰۲۱	۴/۹۹ (۴/۷۲-۵/۲۶)	۹/۱۲ (۸/۳۵-۱۰/۲۱)
میکروکپسول	۷۰۰	-۳/۴۷(±۰/۲۷)	۴/۴۴(±۰/۳۵)	۱۲/۶۰	۰/۴۸	۰/۰۲۴	۶/۰۶ (۵/۷۲-۶/۴۴)	۱۱/۷۸ (۱۰/۵۳-۱۳/۶۶)
امولسیون	۷۰۰	-۳/۴۲(±۰/۲۸)	۴/۰۲(±۰/۳۵)	۱۱/۳۸	۰/۴۲	۰/۰۲۹	۷/۱۰ (۶/۶۴-۷/۶۷)	۱۴/۷۷ (۱۲/۷۷-۱۸/۰۶)

n : تعداد حشرات مورد آزمایش

در مطالعات سایر محققین نیز بین غلظت سم با میزان تلفات ناشی از سموم مختلف روی آفات بهداشتی، همبستگی مثبت و معنی-داری مشاهده شده است. چنانکه میزان تلفات پوره‌های سن یک و حشرات ماده سوسری آلمانی در اثر پودر وتابل لامبدا- سی هالوترین (۱)، طعمه مسموم فیپرونیل روی پوره‌ها و حشرات کامل سوسری آلمانی *B. germanica* و سوسری آمریکایی *Periplaneta americana* L. (۲۵) با افزایش غلظت سم افزایش یافت. در تحقیق حاضر، شیب خطوط پروبیت فرمولاسیون های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. به عبارت دیگر افزایش میزان مرگ و میر پوره‌های سن یک در اثر افزایش غلظت سم در هر سه فرمولاسیون تقریباً یکسان بود. مقایسه شاخص‌های LC_{50} و LC_{90} فرمولاسیون‌های مورد مطالعه نشان داد که فرمولاسیون پودر وتابل در مقایسه با دو فرمولاسیون دیگر سمیت تماسی بالاتری روی پوره-های سن یک سوسری آلمانی داشت. بیشترین و کمترین سمیت به ترتیب مربوط به فرمولاسیون پودر وتابل و فرمولاسیون امولسیون بود (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- نسبت‌های LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵٪ آنها جهت مقایسه بین سمیت فرمولاسیون های لامبدا- سی‌هالوترین علیه پوره های سن یک سوسری آلمانی *B. germanica*

نسبت LC_{50}	حدود اطمینان ۹۵ درصد¥
(EC ÷ CS)	
۱/۱۷	۱/۰۶ -۱/۲۸*
(CS ÷ WP)	
۱/۲۱	۱/۱۱ -۱/۳۱*
(EC ÷WP)	
۱/۴۲	۱/۲۹ -۱/۵۵*

¥: حدود اطمینان ۹۵٪ بر اساس روش رابرتسون و پریسلر (۱۹۹۲) محاسبه شد.
*: اختلاف معنی داری بین LC_{50} های مقایسه شده در سطح ۵٪ وجود دارد.
EC: امولسیون، WP: پودر وتابل، CS: میکروکپسول

جدول٤- نسبت‌های LC_{90} و حدود اطمینان ۹۵٪ آنها جهت مقایسه بین سمیت فرمولاسیون های لامبدا- سی‌هالوترین علیه پوره های سن یک سوسری آلمانی *B. germanica*

نسبت LC_{90}	حدود اطمینان ۹۵ درصد¥
(EC ÷ CS)	
۱/۲۵	۱/۰۱ -۱/۵۵*
(CS ÷ WP)	
۱/۲۹	۱/۰۹ -۱/۵۲*
(EC ÷WP)	
۱/۶۱	۱/۳۲ -۱/۹۷*

¥: حدود اطمینان ۹۵٪ بر اساس روش روبرتسون و پریسلر (۱۹۹۲) محاسبه شد.
*: اختلاف معنی‌داری بین LC_{90} های مقایسه شده در سطح ۵٪ وجود دارد.
EC: امولسیون، WP: پودر وتابل، CS: میکروکپسول

میکروکپسول ذره ای به قطر 10^{-2} تا 10^{-3} میکرون می باشد که حاوی یک ماده در هسته و دیواره بیرونی است (۲۸). دیواره پلی اوره میکروکپسول لامبدا- سی‌هالوترین دارای اتصالات عرضی زیاد، همراه با نسبت بالایی از پلی متیلن- پلی فنول- ایزوسیانات (PMPPI): تولوئن دی ایزوسیانات (TDI) می‌باشد که باعث نفوذپذیری نسبتاً کم به محتوای کپسول می‌شود (۲۲). در این صورت ماده موثره، به مدت چند ماه درون میکروکپسول‌ها باقی مانده و قادر به کنترل سوسریها، مگس ها، مورچه ها و سایر آفات می‌باشند (۳۱). در فرمولاسیون های میکروکپسول حشرات دوز موثر بیشتری از حشره‌کش را دریافت می‌کنند و ممکن است در مقابل نژادهای مقاوم سوسری نسبت به فرمولاسیون امولسیون موثرتر عمل کنند (۱۱). دیواره پلی اوره میکروکپسولها نسبت به سایر فرمولاسیون های ذره ای نظیر پودر وتابل، باعث محافظت بیشتری از ماده موثره می شوند (۲۹).

در مطالعات سایر پژوهشگران نیز سمیت تماسی متفاوت فرمولاسیون‌های گوناگون حشره‌کش‌ها روی یک گونه حشره آفت گزارش شده است (۱۰ و ۱۷). در تحقیقی که توسط مازاریگو آرانا و همکاران (۱۲) انجام گرفت میزان LC_{50} تماسی دو فرمولاسیون پودر وتابل و مایع غلیظ روان ریز لامبدا- سی هالوترین پس از ۲۴ ساعت علیه پوره‌های سن پنج سن شکاری *Rhodnius prolixus* Stal. به ترتیب ۰/۲۹ و ۲/۳۷ میلی گرم ماده موثره بر متر مربع گزارش شد. در تحقیق حاضر میزان LC_{50} فرمولاسیون پودر وتابل لامبدا- سی هالوترین روی پوره‌های سن یک سوسری آلمانی $4/99 mg\ ai.m^{-2}$ ثبت گردید که این میزان با مقدار برآورد شده در تحقیق این محققان اختلاف دارد. به احتمال زیاد، علت این اختلاف نوع حشره مورد آزمایش، تفاوت در حساسیت به حشره‌کش و مدت زمان تماس با سم می‌باشد. در تحقیق حاضر مدت زمان تماس ۱ ساعت بود ولی مطالعه محققان ذکر شده بر اساس ۲۴ ساعت تماس بود.

رجاس د آریاس و همکاران (۱۷) میزان LC_{50} تماسی فرمولاسیون‌های پودر وتابل و مایع غلیظ روان ریز دلتامترین در غلظت $25\ mg\ ai.m^{-2}$ پس از ۲۴ ساعت علیه پوره‌های سن سه *Triatoma infestans* (Klug) را به ترتیب ۳۸/۴ و ۳۱/۱ میلی-گرم ماده موثره بر متر مربع گزارش کردند. این میزان تفاوت قابل توجهی با LC_{50} های برآورد شده برای پوره‌های سن یک سوسری آلمانی در تحقیق حاضر دارد که این امر می تواند به علت تفاوت سم مورد مطالعه، حشره مورد آزمایش و مدت زمان تماس با سم باشد. زتلر و آرتور (۳۲) بیان کردند که یکی از فاکتورهای اولیه موثر در کارایی حشره‌کش، مدت زمان تماس حشره با سطح تیمار شده می-باشد. در تحقیق حاضر مدت زمان تماس ۱ ساعت بود که در مطالعات زیادی روی زیست سنجی آفات بهداشتی مورد استفاده بوده و توصیه گردیده است (۱۵، ۲۰ و ۲۴). علاوه بر زمان تماس، ساختار فیزیکی و بافت سطح تیمار شده تا حد زیادی میزان قابلیت دسترسی حشره به فرمولاسیون‌های گوناگون را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ویکهام (۳۰) نیز گزارش کرد فرمولاسیون‌های میکروکپسول و پودر وتابل عموماً قابلیت دسترسی بیشتری نسبت به فرمولاسیون‌های مایع یا امولسیون‌ها فراهم می‌کنند. در مطالعه حاضر نیز فرمولاسیون‌های پودر وتابل و میکروکپسول کارایی بهتری نسبت به فرمولاسیون امولسیون از خود نشان دادند. در این تحقیق ترکیب سمی روی سطح کاغذ صافی مورد آزمایش قرار گرفت که در مورد تعمیم نتایج آنها در شرایط صحرایی باید احتیاطات لازم صورت گیرد. لذا توصیه می‌شود که فرمولاسیون‌های موجود در بازار از این ترکیب روی سطوح محتمل سمپاشی مورد تحقیق قرار گیرد و تأثیرات ابقایی آنها ارزیابی گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

سپاسگزاری

تحقیق حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد که بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه به خاطر حمایت مالی سپاسگزاری می‌نماییم. از کارشناس محترم آزمایشگاه حشره شناسی به خاطر همکاری در تهیه لوازم مورد نیاز و نیز مساعدت در انجام آزمایشات کمال تشکر را داریم.

منابع

۱- مدرس اول م. و نظامی ا. ۱۳۸۱. مقایسه تأثیرات برخی حشره‌کشها روی سوسری آلمانی *Blattella germanica* L. (Blattaria: Blattellidae). مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱۶، شماره ۱، صفحات ۷۵ تا ۸۲.

2- Albuquerque F. C., Potenza M. R. and Alves J. N. 2003. Residual efficacy of lambda-cyhalothrin formulations in surface treatment, for the control of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). Arquivos do Instituto Biologico, 70: 467-471.

3- Atkinson T. H., Wadleigh R. W., Koehler P. G. and Patterson R. S. 1991. Pyrethroid resistance and synergism in a field strain of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). Journal of Economic Entomology, 84: 1254-1257.

4- Benson E. P. and Zungoli P. A. 1997. Cockroaches. p. 123-202. In A. Mallis (ed.). Handbook of pest control, Part 3. 8nd ed. Cleveland, USA.

5- Burr S. A. and Ray D. E. 2004. Structure-activity and interaction effects of 14 different pyrethroids on voltage-gated chloride ion channels. Toxicology Science, 77: 341–346.

6- Chang K. S., Jung J. S., Ark C. P., Lee H. I., Lee W. G., Lee D. K. and Shin E. H. 2009. Insecticide susceptibility and resistance of *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) in Seoul. Journal of Entomological Research, 39: 243–247.

7- Chang K. S., Shin E. H., Jung J. S., Park, C. and Ahn Y. J. 2010. Monitoring for insecticide resistance in field-collected populations of *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) Journal of Asia-Pacific Entomology, 13: 309-312.

8- Eggleston P. A. and Arruda L. K. 2001. Ecology and elimination of cockroaches and allergens in the home. J Allergy Clin Immunol, 107: 422-429.

9- Finney D. J. 1971. Probit analysis. Cambridge University Press, London. pp. 333.

10- Kawada H., Ogawa M., Itoh T., Abe Y. and Tsuji K. 1994. Laboratory evaluation of fenitrothion microcapsules as a new residual spraying formulation for mosquito control. Journal of the American Mosquito Control Association, 10: 385-389.

11- Koehler P. G. and Patterson R. S. 1988. Suppression of German cockroach populations with cypermethrin and two chlorpyrifos formulations. Journal of Economic Entomology, 81: 845-849.

12- Mazariego-Arana M. A., Juan E. R. S., Alejandre-Aguilar R. and Nogueda-Torres B. 2002. Activity and residual effect of two formulations of lambda-cyhalothrin sprayed on palm leaves to *Rhodnius prolixus* .Memoriaz do Instituto Oswaldo Cruz, 97: 353-357.

13- Qian K., Wei X. Q., Zeng X. P., Liu T. and Gao X. W. 2010. Stage-dependent tolerance of the German cockroach, *Blattella germanica* for dichlorvos and propoxur. Journal of Insect Science, 10: 1-10.

14- Perrin B. 2000. Improving insecticides through encapsulation. Pesticide Outlook, 21: 68-71.

15- Raghavendra K., Ghosh S. K., Eapen A., Tiwari S. N., SatyanarayanT. S. and Ravindran J. 2011. Field evaluation of lambda-cyhalothrin (Icon 10 CS) indoor residual spraying against *Anopheles culicifacies* in India. Journal of Vector Borne Diseases, 48: 18-28.

16- Robertson J. L. and Preisler H. K. 1992. Pesticide bioassays with arthropods. CRC Press, Florida. pp. 127.

17- Rojas de Arias A., Lehane M. J. and Schofield C. J. 2003. Comparative evaluation of pyrethroid insecticide formulations against *Triatoma infestans* (Klug): residual efficacy on four substrates. Memoriaz do Instituto Oswaldo Cruz, 98: 35-45.

18- Rust M. K. 1986. Managing household pests. p. 335-368. In G. W. Bennett. and J. M. Owens. (eds) Advances in urban pest management. Part 4. 3nd ed. Van Nostrand Reinhold, New York.

19- Rust M. K., Owens J. M. and Reierson D.A. 1995. Understanding and controlling the German cockroach. Oxford University Press, New York. pp. 430.

20- Santos R. L. C., Fayal A. S., Aguiar A. E., Vieira D. B. R., and Povoa M. M. 2007. Evaluation of the residual effect of pyrethroids on Anopheles in the Brazilian Amazon. Rev Saude Publica, 41: 1-7.

21- Schal C. and Hamilton R. L. 1990. Integrated suppression of synanthropic cockroaches. Annual Review of Entomology, 35: 521-551.

22- Scher H., Rodson M. and Lee K. S. 1998. Microencapsulation of pesticides by interfacial polymerization utilizing isocyanate or aminoplast chemistry. Pesticide Science, 54: 394-400.

Archive of SID

www.SID.ir

23- Shafer T. J. and Meyer D. A. 2004. Effects of pyrethroids on voltage-sensitive calcium channels: a critical evaluation of strengths, weaknesses, data needs, and relationship to assessment of cumulative neurotoxicity. Toxicology and Applied Pharmacology, 196: 303–318.
24- Shahi M., Hanafi-Bojd A. A. and Vatandoost H. 2008. Evaluation of five local formulated insecticides against German cockroach (*Blattella germanica* L.) in southern Iran. Iranian Journal of Arthropod-Borne Diseases, 2: 21-27.
25- Srinivasan R., Jambulingam P., Subramanian S. and Kalyanasundaram M. 2005. Laboratory evaluation of fipronil against *Periplaneta americana* & *Blattella germanica*. Indian Journal of Medicine Resistance, 122: 57-66.
26- Stejskal V., Aulicky R. and Pekar S. 2009. Brief exposure of *Blattella germanica* (Blattodea) to insecticides formulated in various microcapsule sizes and applied on porous and non-porous surfaces. Pest Management Science, 65: 93-98.
27- Tomlin C. 2000. The pesticide manual. The British Crop Protection Council Farnham, Surrey, UK. pp. 1290.
28- Tsuji K. 1993. Microcapsules of insecticides for household use. Pesticide Outlook, 4: 36.
29- Wege P. J., Hoppe M. A., Bywater A. F., Weeks S. D. and Gallo T. S. 1999. A Microencapsulated formulation of lambda-cyhalothrin. p. 301-310. In W. H. Robinson et al. (ed.) Proceedings of the 3rd International Conference on Urban Pests, 19-22 July. 1999. Czech University of Agriculture, Prague, Czech Republic. Graficke zavody Hronov, Czech Republic.
30- Wickham J. C. 1995. Conventional insecticides. p. 109-147. In M. K. Rust et al. (ed) Understanding and Controlling the German Cockroach.Oxford University Press, New York.
31- Williams N. G. 1997. Micro-encapsulation: The way forward for liquid concentrates in public health pest control. Pest Management Association, 45: 117-122.
32- Zettler L. and Arthur F. H. 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. Crop Protection, 19: 577-582.

Archive of SID

www.SID.ir