

بررسی مکانیسم مقاومت سوسری آلمانی (*Blattella Germanica*, Insecta: Blattellidae: Blattellidae) نسبت به مالاتیون و کلرپیریفوس با استفاده از پیرونیل بوتوکساید و تری بوتیل فسفوروتری تیوات

عظیم پاکسا^۱ حسین لدنی^۲ حسن نصیریان^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، ^۲ استاد گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، ^۳ دانشجوی دکتری گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مجله پزشکی هرمزگان سال پانزدهم شماره سوم پاییز ۹۰ صفحات ۲۵۳-۲۴۳

چکیده

مقدمه: سوسری آلمانی یکی از آفات خانگی محسوب می‌شود که سبب انتقال عوامل بیماری‌زا و واکنش‌های آلرژیک می‌شود. با آگاهی از مکانیسم مقاومت می‌توان اقدام به مبارزه موفق با این آفت نمود. در این راستا مطالعه‌ای با هدف تعیین مکانیسم مقاومت سوسری آلمانی نسبت به مالاتیون و کلرپیریفوس با استفاده از پیرونیل بوتوکساید (PBO) و تری بوتیل فسفوروتری تیوات (DEF) به روش تماس سطحی، صورت گرفته است.

روش کار: در این مطالعه ۸ سوس و حشری سوسری آلمانی به دو روش صید دستی و تله، جمع‌آوری گردید و پس از انتقال به انسکار بوم در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. از سوس حساس آزمایشگاهی برای مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات سوشهای وحشی با سوس یاد شده استفاده گردید. از بین غلظت‌های مختلف مورد آزمایش، مالاتیون به میزان $179/14 \text{ mg/m}^2$ و کلرپیریفوس به میزان $6/13 \text{ mg/m}^2$ ، به مدت ۳۰ دقیقه تماس بعنوان غلظت‌های تمایزی در نظر گرفته شدند سپس سطح حساسیت و مکانیسم‌های مقاومت سوشهای وحشی جمع‌آوری شده با غلظت تمایزی یاد شده مورد آزمون قرار گرفتند و در نهایت آزمایشات سینرژیستی با استفاده از PBO و DEF به طریق *In vivo* به میزان ۱ به ۲، ۱ به ۳ و ۱ به ۴، نسبت سینرژیست به حشره‌کش همزمان به روش تماسی مورد مطالعه قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش ANOVA استفاده گردید.

نتایج: نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی سوشهای وحشی نسبت به حشره‌کش کلرپیریفوس و مالاتیون در جاتی از مقاومت را نشان دادند که اختلاف معنی‌باری با سوس حساس نداشتند ($P < 0/05$). در سوشهای مقاوم نسبت به حشره‌کش‌های فوق با استفاده از نسبت‌های سینرژیستی ۱ به ۲، ۱ به ۳ و ۱ به ۴، در رابطه با حشره‌کش کلرپیریفوس میزان مرگ و میر برترتیب به میزان ۱۰-۱۹٪، ۵-۲۰٪ و ۵-۲۰٪ افزایش داشت و در رابطه با حشره‌کش مالاتیون این میزان برترتیب ۸۰-۱۰۰٪، ۱۰۰-۱۰۰٪ و ۱۰۰-۱۰۰٪ افزایش داشت که اختلاف معنی‌باری بین استفاده از سینرژیست و عدم استفاده از سینرژیست مشاهده شد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه در اغلب سوشها مقاومت بطور کامل بوسیله PBO و DEF حذف نگردید. احتمالاً مکانیسم‌های دیگری نظیر کاهش نفوذ کونیکولی یا عدم حساسیت آنزیم استیل کولین استراز می‌تواند در مقاومت سخالت داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: سوسری آلمانی - مالاتیون - کلرپیریفوس - مقاومت

نویسنده مسئول:

حسن نصیریان

گروه حشره‌شناسی پزشکی و

مبارزه با ناقلین - دانشکده بهداشت

دانشگاه علوم پزشکی تهران

تهران - ایران

تلفن: ۸۸۹۰۱۳۹۳-۹۸۲۱

پست الکترونیکی:

hanaasirian@yahoo.com

دریافت مقاله: ۸۹/۳/۳ اصلاح نهایی: ۸۹/۹/۳ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۲/۸

مقدمه:

بیماری‌زا نظیر ویروس‌ها، باکتری‌ها، تک‌یاخته‌ها و تخم انگل‌ها شده و همچنین سبب بروز واکنش‌های آلرژیک شود (۸-۱) که ضرورت مبارزه با این آفت را غیرقابل اجتناب کرده است (۹). با توجه به توصیه روش‌های مختلف مبارزه، استفاده از آفت‌کش‌ها مهمترین وسیله در مبارزه با سوسری آلمانی محسوب می‌شود

سوسری آلمانی (*Blattella germanica*, Insecta: Blattodea: Blattellidae) یکی از شناخته شده ترین و شایع‌ترین آفات خانگی محسوب می‌شود. این گونه با توجه به جثه کوچک، عادت تغذیه‌ای خاص، می‌تواند سبب انتقال عوامل

که منجر به کسب مقاومت نسبت به آفت‌کش‌ها گردیده است (۱۲-۱۰).

در دنیا مطالعات سینترژیستی به منظور بررسی مقاومت سوسری آلمانی نسبت به حشره‌کش‌های فسفره، کاربامات و پایرتروئیدها انجام گردیده است. مطالعات سینترژیستی با پیپرونیل بوتوکساید (PBO) (piperonyl butoxide) نشان‌دهنده نقش سیستم مونواکسیداز و تری بوتیل فسفورو تری تیوات (DEF) (S,S,S-tributyl phosphorotrithioate) نیز نشان‌دهنده نقش فعالیت آنزیم‌های استراز در ایجاد مقاومت نسبت به این حشره‌کش‌ها بوده است (۲۲-۱۳).

در ایران سوسری آلمانی نسبت به حشره‌کش‌های دیازینون، اکتلیک، فایکام، پرمترین، سایپرترین، دلتامترین، لامبداسی هالوترین، دیازینون و پروپوکسور مقاومت پیدا کرده (۲۷-۲۳) و مکانیسم‌های مقاومت نسبت به پرمترین و ددت با استفاده از سینترژیستهای PBO، DEF و DMC تعیین گردیده است (۳۰-۲۸).

سینترژیست‌ها مواد شیمیایی هستند که فاقد اثر آفت‌کشی می‌باشند اما خواص آفت‌کشی ماده فعال تشکیل‌دهنده آنها را تقویت کرده و بهبود می‌بخشند. PBO سینترژیست گسترده طیفی است که در حشره‌کش‌های حاوی مواد فعال پیرترینها، پایرتروئیدها، روتتون، کارباماتها و ارگانو فسفره‌ها از جمله کلرپیریفوس و مالاتیون مورد استفاده قرار می‌گیرد. PBO سمیت‌زدایی آفت‌کش‌ها را در حشرات مهار می‌کند. بدون PBO، آنزیم‌های مداخله‌کننده در سوخت و ساز بدن حشره، به طور خاص آنزیم‌های گروه سیتوکروم P₄₅₀، می‌توانند ماده فعال حشره‌کش را قبل از تأثیر سمیت‌زدایی کنند. افزودن PBO به یک آفت‌کش دوز ماده فعال مورد نیاز آن را برای تولید اثر مورد نظر کاهش می‌دهد (۳۶-۱۹، ۲۰، ۳۱). تری بوتیل فسفورو تری تیوات (DEF) (S,S,S-tributyl phosphorotrithioate) به طور گسترده‌ای بعنوان سینترژیست حشره‌کش‌ها به رسمیت شناخته شده است که مهار متابولیسم هیدرولیزی را بعهده دارد و معمولاً در آزمایش‌های مربوط به سوخت و ساز حشره‌کش‌هایی که پیوند استری دارند مانند ارگانو فسفره‌ها از جمله کلرپیریفوس و مالاتیون مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۵-۳۷).

به عنوان سینترژیست آفات مقاوم به حشره‌کش ددت عمل می‌کند (۴۶).

مالاتیون از مشتقات اسید فسفورو دی تیونیک است که از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین حشره‌کش‌های گروه فسفره می‌باشد که در سال ۱۹۵۰ معرفی شده است. مالاتیون حشره‌کشی تماسی گسترده طیف با اثر انتخابی است که به علت فعال شدن متابولیکی آن در بدن حشرات، سمیت کمی برای پستانداران دارد. مالاتیون پس از سمپاشی در بدن حشرات به مالاکسان تبدیل می‌شود. جریان هیدرولیز مالاتیون با سرعت بسیار کمتری انجام می‌شود. کاربرد مداوم مالاتیون باعث مقاومت حشرات به آن و یا به سایر ترکیبات فسفره می‌گردد. حشرات مقاوم به مالاتیون دارای آنزیم مالاتیون اکسیداز هستند ولی برخی از حشرات مقاوم دارای آنزیم‌های استرازها و فسفاتازها می‌باشند که این حشرات به کلیه ترکیبات فسفره مقاوم هستند و قادرند تمام سموم فسفره را تجزیه و غیرسمی نمایند. کلرپیریفوس حشره‌کشی از گروه فسفره با طیف وسیع است که خاصیت تماسی، گوارشی و تدخینی دارد و در سال ۱۹۶۵ کشف و معرفی شده است. این حشره‌کش را برای کنترل سوسریها توصیه می‌کنند (۴۷).

کسب موفقیت در مبارزه با سوسری آلمانی مستلزم اجرای دقیق یک برنامه مدیریت مقاومت نسبت به حشره‌کش‌ها می‌باشد که برنامه مدیریت مقاومت نیز بر پیش‌آگاهی از وقوع مقاومت استوار است. از طرف دیگر مدیریت مقاومت نسبت به حشره‌کش‌ها امکان‌پذیر نمی‌گردد مگر با مطالعه همه جانبه تشخیص و شناسایی مکانیسم‌های مختلف مقاومت که سبب بی‌اثر شدن حشره‌کش‌ها در داخل بدن سوسری آلمانی می‌گردد. در ایران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه مکانیسم‌های مقاومت نسبت به حشره‌کش‌های گروه ارگانو فسفره انجام نشده است. بنابراین مطالعه حاضر به منظور تعیین مکانیسم‌های مقاومت موجود در سوسری آلمانی به روش *In vivo* نسبت به حشره‌کش‌های کلرپیریفوس و مالاتیون با استفاده از سینترژیستهای PBO و DEF انجام پذیرفته است. با انجام این مطالعه و آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت پدید آمده، می‌توان مبارزه و پدیده مقاومت در این آفت بهداشتی را نسبت به

حشره‌کش‌های ارگانوفسفره با موفقیت مدیریت کرد و این مطالعه در این راستا صورت گرفته است.

روش کار:

مطالعه حاضر از نوع مقطعی بوده که در سال ۱۳۸۸ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام پذیرفت. در این مطالعه ۸ سوش وحشی سوسری آلمانی از بیمارستانهای مفید، الوند، امیر، شریعتی، ولی عصر و ساختمان شهید کالانتری و خوابگاههای شریعتی و کوی دانشگاه از شهر تهران به دو روش دستی و تله، جمع‌آوری گردیده و پس از انتقال به انسکتاریوم در ظروف شیشه‌ای مخصوص پرورش سوسری آلمانی (بوکال) حاوی نان، نشاسته، قند و آب در شرایط آزمایشگاهی 27 ± 2 درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره روشنایی ۱۲ ساعته پرورش داده شدند. از سوش حساس آزمایشگاهی که از سال ۱۳۶۸ تاکنون در انسکتاریوم دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران بدون تماس با حشره‌کش نگهداری می‌شود، بعنوان سوش حساس (Susceptible strain) در آزمایشات مختلف استفاده گردید و نتایج حاصل از آزمایشات سوشهای وحشی با سوش یاد شده مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه، حشره‌کش خالص (تکنیکال) مالاتیون با درجه خلوص ۹۰٪، کلرپیریفوس با درجه خلوص ۹۷٪، سینرژیستهای PBO با درجه خلوص ۹۸٪ و DEF با درجه خلوص ۹۷٪، و استن بعنوان حلال، مورد استفاده قرار گرفت. نحوه آغشته‌سازی سطح داخلی ظرف آزمون با حشره‌کش مورد نظر: ابتدا مساحت سطح داخلی ظرف شیشه‌ای مورد نظر (شکل شماره ۱) با اندازه‌گیری ابعاد آن (شعاع=۴ cm و ارتفاع=۸/۵ cm) برای انجام آزمونها محاسبه شد ($188/4 \text{ cm}^2$). در روش تماسی مطابق روش به کار برده شده توسط Schraft و همکاران در سال ۱۹۹۵ (۴۸) حشره‌کش تکنیکال رقیق شده با استن با غلظت مشخص در ته ظرف شیشه‌ای ریخته شد. با چرخش یکنواخت ظرف حلال (استن) بخار شد و لایه یکنواختی از سم در جدار داخلی ظرف باقی ماند. بدین ترتیب غلظت تمایزی در مقیاس mg/m^2 مشخص شد.

تعیین غلظت تمایزی (Discriminative dose): غلظت تمایزی، غلظتی از حشره‌کش می‌باشد که افراد هموزیگوت حساس را می‌کشد ولی افراد مقاوم پس از تماس با آن زنده می‌مانند. غلظت تمایزی با یک سری آزمایشات مقدماتی با حشره‌کش‌های مورد مطالعه و سوش حساس تعیین می‌شود. ابتدا از حشره‌کش خالص (تکنیکال) مالاتیون و کلرپیریفوس غلظتهای لگاریتمی مورد نظر تهیه شد. سپس یک میلی لیتر از غلظت لگاریتمی تهیه شده در شیشه تست ریخته و حجم آن با استن به ۲ میلی لیتر رسانده شد. با چرخش یکنواخت ظرف حلال (استن) بخار شد و لایه یکنواختی از سم در جدار داخلی ظرف باقی ماند. در هر غلظت لگاریتمی، چهار تکرار و یک شاهد (هر تکرار ۱۰ سوسری نر بالغ سوش حساس) انجام شد. از میان پنج غلظت سم که جدار داخلی ظرف شیشه‌ای با آنها آغشته گردید غلظتی که ۹۹٪ مرگ و میر ایجاد کرد به عنوان غلظت تمایزی در نظر گرفته شد. سپس سطح حساسیت سوشهای جمع‌آوری شده وحشی با آن غلظت تمایزی تعیین شد. از بین غلظتهای مختلف مورد آزمایش با انجام آزمایشات مقدماتی با حشره‌کش‌های مورد مطالعه بر روی سوش حساس، مالاتیون به میزان $179/14 \text{ mg/m}^2$ و کلرپیریفوس به میزان $6/13 \text{ mg/m}^2$ ، به مدت ۳۰ دقیقه تماس با ظرف آغشته شده بعنوان غلظتهای تمایزی در نظر گرفته شدند.

آزمایشات سینرژیستی (Synergist assay): سطح حساسیت سوشهای جمع‌آوری شده از بیمارستانها و خوابگاهها با غلظتهای تمایزی یاد شده مورد آزمون قرار گرفتند و در نهایت آزمایشات سینرژیست به طریقه Invivo و با استفاده از سینرژیستهای PBO و DEF به روش تماسی مورد مطالعه قرار گرفت (۴۹). سینرژیستها بر روی سیستم‌های آنزیمی حشرات به نحوی تأثیر گذاشته و سبب تشدید اثر حشره‌کش و موجب افزایش حساسیت به سموم حشره‌کش در حشرات می‌شود. با استفاده از آزمایشات سینرژیستی می‌توان سیستم‌های آنزیمی را که در پدیده مقاومت نقش دارند، شناسایی نمود (۴۹). در این روش حداکثر میزان غیرکشنده (Sublethal) سینرژیستها به میزان ۱ به ۲، ۱ به ۳ و ۱ به ۴ نسبت سینرژیست به حشره‌کش همزمان (مخلوط حشره‌کش و سینرژیست به روش تماسی) مورد استفاده قرار گرفت (۴۹). این آزمایشات در

حشره کش کلروپیریفوس حساس بود) درجه‌ای از مقاومت را نشان دادند که اختلاف معنی‌داری با سوش حساس داشتند (جدول شماره ۱ و ۲) ($P < 0/05$).

در سوشهای مقاوم نسبت به حشره‌کش کلروپیریفوس با استفاده از نسبتهای سینرژستی ۱ به ۱، ۲ به ۱ و ۳ به ۱، PBO همراه با حشره کش کلروپیریفوس بترتیب میزان مرگ و میر به میزان ۱۰-۵٪، ۱۹/۵-۵٪ و ۲۰-۵٪ افزایش داشت (به استثنای سوش بیمارستان شریعتی) (جدول شماره ۱) که اختلاف معنی‌داری بین استفاده از سینرژست و عدم استفاده از سینرژست مشاهده شد ($P < 0/05$). در سوشهای مقاوم نسبت به حشره‌کش مالاتیون با استفاده از نسبتهای سینرژستی ۱ به ۱، ۲ به ۱ و ۳ به ۱، PBO همراه با حشره‌کش مالاتیون بترتیب میزان مرگ و میر به میزان ۸۰-۲/۵٪، ۱۰۰-۲/۵٪ و ۱۰۰-۲/۵٪ افزایش داشت (جدول شماره ۱) که اختلاف معنی‌داری بین استفاده از سینرژست و عدم استفاده از سینرژست مشاهده شد ($P < 0/05$). در ضمن اختلاف معنی‌داری بین نسبتهای سینرژستی ۱ به ۱ و ۲ به ۱، ۳ به ۱، PBO همراه با حشره کش کلروپیریفوس و مالاتیون در رابطه با میزان افزایش مرگ و میر مشاهده شد ($P < 0/05$). استفاده از DEF با نسبتهای سینرژستی ۱ به ۱ و ۲ به ۱، ۳ به ۱ بطور یکسان میزان مرگ و میر سوشهای مقاوم نسبت به حشره‌کش کلروپیریفوس را به میزان ۲۰-۷٪ و نسبت به حشره‌کش مالاتیون بترتیب به میزان ۱۰۰-۱۵٪، ۱۰۰-۲۰٪ و ۱۰۰-۲۰٪ افزایش داد (جدول شماره ۲) که اختلاف معنی‌داری بین استفاده از سینرژست و عدم استفاده از سینرژست مشاهده شد ($P < 0/05$).

۴ تکرار هر تکرار با ۱۰ سوسری نر بالغ انجام پذیرفت. برای هر آزمایش سینرژست، همزمان دو شاهد یکی برای استن و دیگری به سینرژست اختصاص یافت.

چگونگی تجزیه و تحلیل داده‌ها: در این مطالعه برای مقایسه معنی‌دار بودن داده‌ها از روش ANOVA ($\alpha = 0/05$) استفاده گردید. این کار با استفاده از یک دستگاه کامپیوتر مرکز کامپیوتر دانشکده بهداشت و برنامه نرم‌افزار SPSS 11.5 انجام شد.



شکل ۱- ظرف شیبیه‌ای مخصوص آغشته‌سازی حشره‌کش

نتایج:

طی این بررسی اثر سینرژستی PBO و DEF نسبت به سموم کلرپیریفوس و مالاتیون به روش تماسی بر روی نرهای بالغ سوسری آلمانی تست گردید که نتایج آن در جداول شماره ۱ و ۲ و نمودارهای ۱ تا ۴ آمده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تمامی سوشهای وحشی نسبت به حشره کش کلروپیریفوس و مالاتیون (به استثنای سوش بیمارستان شریعتی که نسبت به

جدول شماره ۱- درصد مرگ و میر حاصل از تأثیر حشره‌کش‌های کلروپیریفوس $6/63 \text{ mg/m}^2$ و مالاتیون $179/14 \text{ mg/m}^2$ همراه نسبت‌های سینرژیک PBO بر روی نرهای بالغ سوش حساس و سوش‌های وحشی سوسری آلمانی به روش تماس سطحی

حشره‌کش + سینرژیک								سوش
مالاتیون $179/14 \text{ mg/m}^2$				کلروپیریفوس $6/63 \text{ mg/m}^2$				
۳:۱	۲:۱	۱:۱	۰:۱	۳:۱	۲:۱	۱:۱	۰:۱	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	حساس
۸۷/۵	۵۰	۵۰	۴۷/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۲/۵	بیمارستان دکتر مفید
۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۷/۵	۹۰	بیمارستان الوند
۸۰	۵۰	۳۲/۵	۳۲/۵	۱۰۰	۹۷/۵	۹۰	۸۰	بیمارستان امیر
۱۰۰	۱۰۰	۹۰	۷۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بیمارستان شریعتی
۵۰	۵۰	۴۷/۵	۴۷/۵	۸۰	۸۰	۸۰	۷۵	بیمارستان ولی عصر
۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۵	۸۷/۵	شهید کلاتری
۲۰	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	خوابگاه شریعتی
۷۲/۲	۵۵	۵۵	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰	کوی دانشگاه

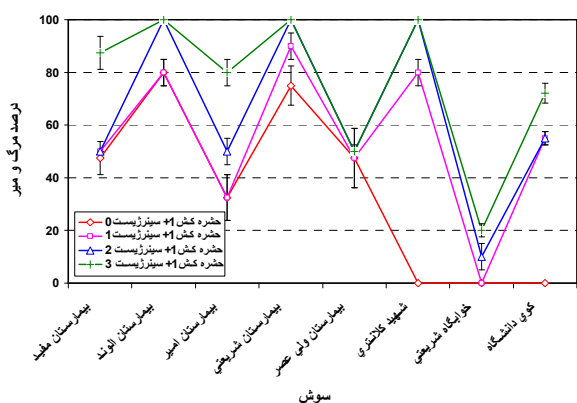
جدول ۲- درصد مرگ و میر حاصل از تأثیر حشره‌کش‌های کلروپیریفوس $6/63 \text{ mg/m}^2$ و مالاتیون $179/14 \text{ mg/m}^2$ همراه نسبت‌های سینرژیک DEF بر روی نرهای بالغ سوش حساس و سوش‌های وحشی سوسری آلمانی به روش تماس سطحی

حشره‌کش + سینرژیک								سوش
مالاتیون $179/14 \text{ mg/m}^2$				کلروپیریفوس $6/63 \text{ mg/m}^2$				
۳:۱	۲:۱	۱:۱	۰:۱	۳:۱	۲:۱	۱:۱	۰:۱	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	حساس
۱۰۰	۱۰۰	۹۷/۵	۴۷/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۲/۵	بیمارستان دکتر مفید
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰	بیمارستان الوند
۱۰۰	۱۰۰	۹۰	۳۲/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	بیمارستان امیر
۱۰۰	۱۰۰	۹۰	۷۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بیمارستان شریعتی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۷/۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۷۵	بیمارستان ولی عصر
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۷/۵	شهید کلاتری
۱۰۰	۱۰۰	۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	خوابگاه شریعتی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰	کوی دانشگاه

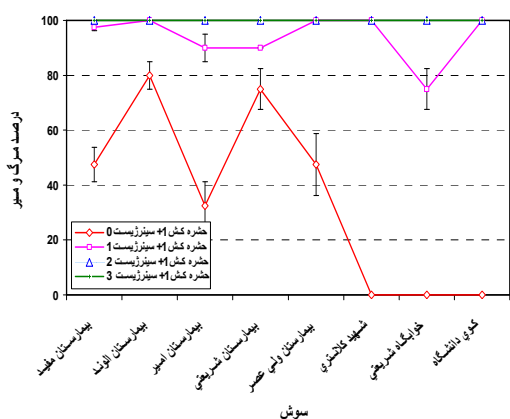
مونواکسیژنازها و استرازاها در مقاومت می‌باشد. همچنین در سوش ولی عصر تحت اثر PBO و DEF با همه نسبت‌ها (به ترتیب ۵٪ و ۲۵٪) مقاومت شکسته شد (جداول ۱-۲ و نمودارهای ۱-۲).

میزان مقاومت نسبت به حشره‌کش کلروپیریفوس در سوش‌های مفید (۵/۷٪)، الوند (۱۰٪)، درمانگاه خیریه امیرالمومنین (۲۰٪)، ساختمان شهید کلاتری (۵/۱۲٪) و کوی (۱۰٪) تحت اثر سینرژیک‌های DEF و PBO با نسبت‌های ۱ به ۱، ۲ به ۱ و ۳ به ۱ کاهش یافت (جداول ۱-۲ و نمودارهای ۱-۲) در حالی که هیچ کدام از نسبت‌های DEF و PBO بر روی کاهش میزان مقاومت نسبت به حشره‌کش کلروپیریفوس در سوش‌های بیمارستان شریعتی و خوابگاه شریعتی تأثیر معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$) (جداول ۱-۲ و نمودارهای ۱-۲) که بیانگر عدم دخالت سمیت‌زدایی (Detoxification) بر اساس فعالیت

۲ به ۱ و ۳ به ۱ (به ترتیب ۵/۱۷٪ و ۵/۴۷٪) کاهش یافت (جدول شماره ۱).

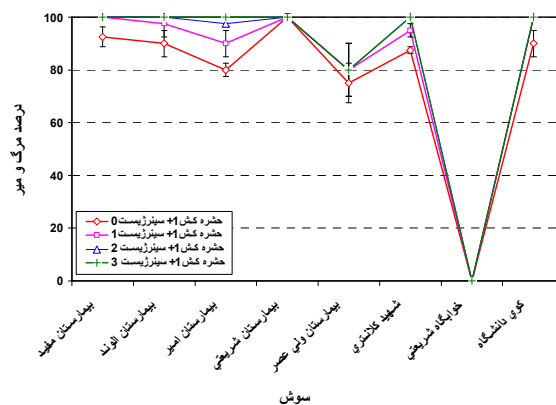


نمودار ۳- اثر حشره کش مالاتیون $179/14 \text{ mg/m}^2$ به همراه سینترژیست PBO بر روی سوشهای مختلف سوسری آلمانی به روش تماس سطحی

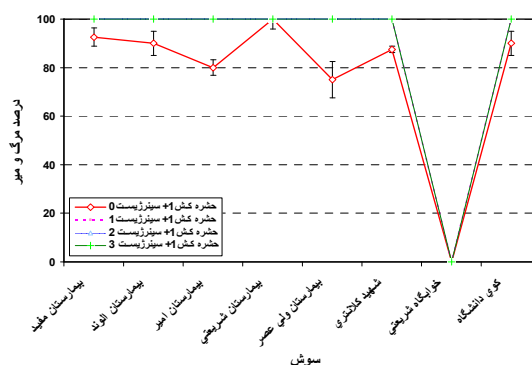


نمودار ۴- اثر حشره کش مالاتیون $179/14 \text{ mg/m}^2$ به همراه سینترژیست DEF بر روی سوشهای مختلف سوسری آلمانی به روش تماس سطحی

در سوش ولی-عصر تحت اثر PBO هیچ گونه کاهش مقاومتی نسبت به مالاتیون مشاهده نشد (جدول شماره ۱). در سوش ساختمان شهید کلانتری تحت اثر PBO با نسبتهای ۱ به ۲، ۱ به ۳ و ۱ به ۱ (به ترتیب ۸۰٪، ۱۰۰٪، ۱۰۰٪) مقاومت نسبت به مالاتیون کاهش یافت. در سوش کوی نیز مقاومت نسبت به مالاتیون تحت اثر PBO با نسبتهای ۱ به ۲، ۱ به ۳ و ۱ به ۱ (به ترتیب ۵۵٪، ۵۵٪، ۷۲٪) کاهش یافت (جدول شماره ۱) و نمودار



نمودار ۱- اثر حشره کش کلرپیریفوس $6/63 \text{ mg/m}^2$ به همراه سینترژیست PBO بر روی سوشهای مختلف سوسری آلمانی به روش تماس سطحی



نمودار ۲- اثر حشره کش کلرپیریفوس $6/63 \text{ mg/m}^2$ به همراه سینترژیست DEF بر روی سوشهای مختلف سوسری آلمانی به روش تماس سطحی

میزان مقاومت نسبت به حشره کش مالاتیون در سوشهای مفید (۵۰٪)، الوند (۲۰٪)، درمانگاه خیریه امیرالمومنین (۶۰٪)، ولی عصر (۵۲٪)، کوی (۱۰۰٪) و ساختمان شهید کلانتری (۱۰۰٪) تحت اثر سینترژیست DEF با نسبتهای ۱ به ۲، ۱ به ۱ و ۳ به ۱ کاهش یافت (جدول ۲ و نمودار ۴). همچنین تحت اثر PBO در سوش مفید با نسبت ۱ به ۲ و ۱ به ۱، هیچ گونه کاهش مقاومتی مشاهده نشد ولی با نسبت ۳ به ۱ مقاومت نسبت به مالاتیون (۴۰٪) کاهش یافت (جدول شماره ۱).

در سوشهای الوند و درمانگاه خیریه امیرالمومنین با نسبت ۱ به ۱ هیچگونه کاهش مقاومتی مشاهده نشد (جدول شماره ۱). با نسبتهای ۲ به ۱ و ۳ به ۱ مقاومت نسبت به مالاتیون در سوش الوند (۳۰٪) و در سوش درمانگاه خیریه امیرالمومنین با نسبتهای

مالاتیون نشان داد که سطح مقاومت نسبت به مالاتیون توسط PBO به طور ناقص و ناتمام از بین رفت و احتمالاً مقاومت توسط آنزیم‌های مونواکسیژناز کنترل می‌شود. همچنین مقاومت نسبت به حشره‌کش مالاتیون توسط DEF تقریباً خنثی می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد احتمالاً آنزیم‌های استراز عامل اصلی مقاومت و آنزیم‌های مونواکسیژناز عامل کمک‌کننده در مقاومت نسبت به مالاتیون در سوشهای مذکور می‌باشد.

مطالعاتی که در سالهای اخیر صورت گرفته است حاکی از این است که استرازاها و مونواکسیژناز P_{45} در مقاومت B. germanica نسبت به حشره‌کش‌های ارگانوفسفره دخالت داشته است (۵۱-۵۰، ۲۱، ۱۷-۵۰) و مطالعه حاضر را که اولین باری است که در ایران صورت می‌گیرد، تأیید می‌کند. همچنین نتایج آزمایشات سینرژیستی نشان داد که نسبتهای مختلف DEF و PBO تأثیر معنی‌داری بر کاهش مقاومت نسبت به مالاتیون در سوشهای بیمارستان شریعتی و خوابگاه شریعتی نداشت ($P > 0.05$) که بیانگر عدم دخالت سمیت‌زدایی (Detoxification) بر اساس فعالیت مونواکسیژنازها و استرازاها در مقاومت به این سوش می‌باشد و ممکن است مکانیسم‌های دیگری نظیر کاهش نفوذ کوتیکولی و عدم حساسیت نسبت به آنزیم استیل‌کولین استراز در مقاومت نسبت به این سموم دخالت داشته باشد. این موضوع می‌تواند ناشی از استفاده بیش از حشره‌کش‌های گروه فسفره برای مبارزه با سوسری آلمانی باشد. بطور خلاصه این تحقیق نشان می‌دهد که همه سوشهای مقاوم به سموم مذکور مکانیسم‌های متنوعی را برای مقاومت توسعه داده‌اند، اگرچه این سوشها از منطقه جغرافیایی یکسانی جمع‌آوری گردیده‌اند.

در خاتمه باید گفت با توجه به اینکه در اغلب این سوشها مقاومت به این سموم بطور کامل بوسیله PBO و DEF حذف نگردیده، لذا احتمالاً یک یا چند مکانیسم اضافی دیگر نظیر کاهش نفوذ کوتیکولی و عدم حساسیت نسبت به آنزیم استیل‌کولین استراز نیز در مقاومت نسبت به این سموم می‌تواند دخالت داشته باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از این مطالعه و کسب آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت پدید آمده، توصیه می‌شود از سموم گروه فسفره بویژه از مالاتیون در مبارزه با سوسری آلمانی استفاده نشود و در عوض با توجه به مطالعات صورت

شماره ۳). نتایج آزمایشات سینرژیستی نشان داد در سوش خوابگاه شریعتی تحت اثر PBO با نسبت ۱ به ۱ هیچگونه کاهش مقاومتی نسبت به مالاتیون مشاهده نشد ولی با نسبتهای ۲ به ۱ و ۳ به ۱ مقاومت نسبت به مالاتیون به طور جزئی (به ترتیب ۱۰٪ و ۲۰٪) کاهش یافت (جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۳). همچنین تحت اثر DEF با نسبت ۱ به ۱ کاهش مقاومت نسبت به مالاتیون چشمگیر بود (۷۵٪) ولی با نسبتهای ۲ به ۱ و ۳ به ۱ مقاومت نسبت به مالاتیون به طور کامل کاهش یافت (۱۰۰٪) (نمودار شماره ۴). در سوش بیمارستان شریعتی نیز تحت اثر DEF و PBO با تمامی نسبتها مقاومت نسبت به مالاتیون (۲۵٪) کاهش یافت (جدول شماره ۲-۱ و نمودارهای شماره ۴-۳). بطور کلی استفاده از DEF و PBO همراه کلرپیریفوس و DEF همراه مالاتیون مقاومت در تمامی سوشها را به جز سوش خوابگاه شریعتی که مکانیسم مقاومت آن متفاوت می‌باشد به طور کامل از بین برد. سینرژیست PBO مقاومت اکثر سوشهای وحشی را به طور ناکامل کاهش داد. به طور کلی اثر DEF در شکستن میزان مقاومت بیشتر از PBO مشاهده گردید.

بحث و نتیجه‌گیری:

کسب موفقیت در مبارزه با سوسری آلمانی مستلزم اجرای دقیق یک برنامه مدیریت مقاومت نسبت به حشره‌کش‌ها می‌باشد که برنامه مدیریت مقاومت نیز بر پیش‌آگاهی از وقوع مقاومت استوار است. در ایران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه مکانیسم‌های مقاومت نسبت به حشره‌کش‌های گروه ارگانوفسفره انجام نشده بود که مطالعه حاضر به منظور تعیین مکانیسم‌های مقاومت موجود در سوسری آلمانی به روش *In vivo* نسبت به حشره‌کش‌های کلرپیریفوس و مالاتیون با استفاده از سینرژیستهای PBO و DEF صورت پذیرفت. در این مطالعه نتایج آزمایشات سینرژیستهای PBO و DEF بر روی کلرپیریفوس نشان داد که سطح مقاومت نسبت به کلرپیریفوس توسط PBO و DEF تقریباً به طور کامل از بین رفت و احتمالاً حاکی از این مطلب است که مقاومت توسط آنزیم‌های مونواکسیژناز و استراز در سوشهای مذکور کنترل می‌شود. نتایج آزمایشات سینرژیستهای PBO و DEF بر روی

نفوذ کوتیکولی و عدم حساسیت نسبت به آنزیم استیل کولین استراز در این زمینه صورت گیرد.

سپاسگزاری:

این مقاله قسمتی از پایان نامه کارشناسی ارشد به شماره ثبت دبیرخانه ۲۴۰/۲۰۴۶ مورخ ۱۳۸۸/۴/۲۲ و شماره ثبت دفتر پایان نامه ۶۲۱۶ می باشد. بدین ترتیب از دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران تشکر و قدردانی می گردد.

گرفته از طعمه مسموم سمومی که مکانیسم اثر آنها با سموم گروه فسفره متفاوت است از جمله طعمه مسموم ایمیداکلوپرید و فیپرونیل استفاده شود (۵۴-۵۲، ۲۹). از طرف دیگر مدیریت مقاومت نسبت به حشره کش ها امکان پذیر نمی گردد مگر با مطالعه همه جانبه تشخیص و شناسایی مکانیسم های مختلف مقاومت که سبب بی اثر شدن حشره کش ها در داخل بدن سوسری آلمانی می گردد که پیشنهاد می شود در آینده مطالعات کامل تری به منظور بررسی مکانیسم های دیگر از جمله کاهش

References

منابع

1. Kinfu A, Erko B. Cockroaches as carriers of human intestinal parasites in two localities in Ethiopia. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2008;102: 1143-1147.
2. Enayati AA, Motevalli Haghi F. Biochemistry of pyrethroid resistance in German cockroach (Dictyoptera, Blattellidae) from hospitals of Sari, Iran. *Iran Biomed J.* 2007;11:251-258.
3. Cochran DG. Cockroach: biology and control. WHO/CDS/CPC/ WHO st ed.
4. Vythilingam I, Jeffery J, Oothuman P, Abdul Razak AR, Sulaiman A. Cockroaches from urban human dwellings: isolation of bacterial pathogens and control. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1997;28:218-222.
5. Melen E, Vailes L, Pomes A, Arunda LK, Chapman MD. Molecular identification of per1 an IgE cross reaction allergen in American and German cockroaches homology to mosquito ANG12 gen. *J Allergy Clin Immunol.* 1988;101:156-161.
6. Pollart SM, Mullins DE, Vailis LD, Hayden ML, Platts-Mills TA, Sutherland WM, et al. Identification quantitation and purification of cockroach allergens using monoclonal antibodies. *J Allergy Clin Immunol.* 1991;87:511-521.
7. Nalyanya G, Gore JC, Linker HM, Schal C. German cockroach allergen levels in North Carolina schools: comparison of integrated pest management and conventional cockroach control. *J Med Entomol.* 2009;46:420-427.
8. Fu X, Ye L, Ge F. Habitat influences on diversity of bacteria found on German cockroach in Beijing. *J Environ Sci (China).* 2009;21:249-254.
9. Wang C, Bennett GW. Cost and effectiveness of community-wide integrated pest management for German cockroach, cockroach allergen, and insecticide use reduction in low-income housing. *J Econ Entomol.* 2009;102:1614-1623.
10. Miller DM, Meek F. Cost and efficacy comparison of integrated pest management strategies with monthly spray insecticide applications for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control in public housing. *J Econ Entomol.* 2004;97:559-569.
11. Silver KS, Nomura Y, Salgado VL, Dong K. Role of the sixth transmembrane segment of domain IV of the cockroach sodium channel in the action of sodium channel blocker insecticides. *Neurotoxicology.* 2009;30:613-621.
12. Wei Y, Appel AG, Moar WJ, Liu N. Pyrethroid resistance and cross-resistance in the German cockroach, *Blattella germanica* (L). *Pest Manag Sci.* 2001;57:1055-1059.
13. Lee CY, Yap HH, Chong NL. Insecticide resistance and synergism in field collected German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) in peninsular Malaysia. *Bull Entomol Res.* 1996;86:675-682.

14. Lee CY, Soo JAC. Potential of glucose-aversion development in field collected populations of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) from Malaysia. *Trop Biomed*. 2002;19:33-39.
15. Valles SM. Toxicological and biochemical studies with field populations of the German Cockroach, *Blattella germanica*. *Pestic Biochem Physiol*. 1998;62:190-200.
16. Valles SM, YU SJ, Koehler PG. Detoxifying enzymes in adults and nymphs of the German cockroach: evidence for different microsomal monooxygenase systems. *Pestic Biochem Physiol*. 1994;49:183-190.
17. Hemingway J, Small GJ, Monro AG. Possible mechanisms of organophosphorus and carbamate insecticide resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from different geographical areas. *J Econ Entomol*. 1993;86:1623-1630.
18. Bull DL, Patterson RS. Characterization of pyrethroid resistance in a strain of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol*. 1993;86:20.
19. National Pesticide Information Center. Piperonyl Butoxide Technical Fact Sheet. Available From: URL: <http://npic.orst.edu/factsheets/pbotech.pdf>.
20. National Pesticide Information Center. Piperonyl Butoxide General Fact Sheet. Available From: URL: <http://npic.orst.edu/factsheets/pbogen.pdf>.
21. Scott JG, Cochran DG, Siegfried BD. Insecticide toxicity, synergism, and resistance in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol*. 1990;83:1698-1703.
22. Dong k, Scott JG. Synergism of chlorpyrifos against the German cockroach, *Blattella germanica*. *Med Vet Entomol*. 1992;6:241-243.
23. Ladonni H. Susceptibility of *Blattella germanica* to different insecticides in different hospitals in Tehran-Iran. *J Entomol Soc Iran*. 1993;12:23-28. [Persian]
24. Ladonni H. Susceptibility of different field strains of *Blattella germanica* to four pyrethroids (Orthoptera: Blattellidae.) *Iran J Publ Health*. 1997;26:35-40. [Persian]
25. Ladonni H, Sadegheyani SH. Permethrin toxicity and synergistic effect of piperonyl butoxide in the first nymphal stage of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *Iran J Publ Health*. 1998;27:45-52. [Persian]
26. Shahi M, Hanafi-Bojd AA, Vatandoost H. Evaluation of Five Local Formulated Insecticides against German Cockroach (*Blattella germanica* L.) in Southern Iran. *Iranian J Arthropod-Borne Dis*. 2008;2:21-27. [Persian]
27. Ladonni H. Evaluation of three methods for detecting permethrin resistance in adult and nymphal *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol*. 2001;94:694-697.
28. Nasirian H, Ladonni H, Shayeghi M, Ahmadi MS. Iranian non-responding contact method German cockroach permethrin resistance strains resulting from field pressure pyrethroid spraying. *Pak J Biol Sci*. 2009;12:643-647.
29. Nasirian H. An overview of German cockroach, *Blattella germanica*, studies conducted in Iran. *Pak J Biol Sci*. 2010;13:1077-1084.
30. Limoe M, Ladonni H, Enayati AA, Vatandoost H, Abouhassani M. Detection of Pyrethroid Resistance and Cross Resistance to DDT in Seven Field-collected Strains of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Biological Sciences*. 2006;6:382-387.
31. Knowles CO. Miscellaneous Pesticides. In Handbook of Pesticide Toxicology. California: San Diego Press; 1991:1471-1526.
32. Olkowski W, Daar S, Olkowski H. Inorganics, Organics, and Botanicals. In Common-Sense Pest Control. New Town: Tauton Press; 1991:107-127.
33. Hodgson E, Levi PE. Interactions of Piperonyl Butoxide with Cytochrome P450. In Piperonyl Butoxide. California: San Diego Press; 1998:41-53.
34. Tozzi A. A Brief History of the Development of Piperonyl Butoxide as an Insecticide Synergist. The Insecticide Synergist. California: San Diego Press; 1998:1-5.

35. Pathiratne A, George SG. Toxicity of malathion to nile tilapia, *Oreochromis niloticus* and modulation by other environmental contaminants. *Aquatic Toxicology*. 1998;43:261-271.
36. El-Merhibi A, Kumar A, Smeaton T. Role of piperonyl butoxide in the toxicity of chlorpyrifos to *Ceriodaphnia dubia* and *Xenopus laevis*. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2004;57:202-212.
37. Sun L, Zhou X, Zhang J, Gao X. Polymorphisms in a carboxylesterase gene between organophosphate-resistant and -susceptible *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *J Econ Entomol*. 2005;98:1325-1332.
38. Payne GT, Brown TM. EPN and S,S,S-tributyl phosphorotrithioate as synergists of methyl parathion in resistant tobacco budworm larvae (Lepidoptera: Noctuidae). *J Econ Entomol*. 1984;77:294-297.
39. Kasai S, Weerashinghe IS, Shono T. P450 monooxygenases are an important mechanism of permethrin resistance in *Culex quinquefasciatus* Say larvae. *Insect Biochemistry & Physiology*. 1998;37:47-56.
40. Alves AP, Allgeier WJ, Siegfried BD. Effects of the synergist S,S,S-tributyl phosphorotrithioate on indoxacarb toxicity and metabolism in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner). *Pesticide Biochemistry & Physiology*. 2008;90:26-30.
41. Magaña C, Hernández-Crespo P, Ortego F, Castañera P. Resistance to malathion in field populations of *Ceratitidis capitata*. *J Econ Entomol*. 2007;100:1836-1843.
42. Zhu YC, Snodgrass GL, Chen MS. Enhanced esterase gene expression and activity in a malathion-resistant strain of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*. *Insect Biochem Mol Biol*. 2004;34:1175-1186.
43. Chai RY, Lee CY. Insecticide resistance profiles and synergism in field populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore. *J Econ Entomol*. 2010;103:460-471.
44. Liu H, Xu Q, Zhang L, Liu N. Chlorpyrifos resistance in mosquito *Culex quinquefasciatus*. *J Med Entomol*. 2005;42:815-820.
45. Ahmad M, Hollingworth RM. Synergism of insecticides provides evidence of metabolic mechanisms of resistance in the obliquebanded leafroller *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Pest Management Science*. 2004;60:465-473.
46. Metcalf RL. Mode of action of insecticide synergists. *Annu Rev Entomol*. 1967;12:229-256.
47. Talebi Jahromi KH. Pesticide toxicology. Tehran: Tehran University Press; 2006:492.
48. Scharf ME, Bennett GW, Reid BL, Qui C. Comparisons of three insecticide resistance detection methods for the German cockroach (Dictyoptera Blattellidae). *J Econ Entomol*. 1995;88:536-542.
49. Cochran DS, Scott JG, Siegfried BD. Insecticide Toxicity, synergism, and Resistance in the German Cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol*. 1990;83:1698-1703.
50. Scharf ME, Hemingway J, Small GJ, Bennett GW. Examination of esterases from insecticide resistant and susceptible strains of the German cockroach, *Blattella germanica* (L). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 1997;27:489-497.
51. Siegfried BD, Scott JG, Roush RT, Zeichner BC. Biochemistry and genetics of chlorpyrifos resistance in the German cockroach, *Blattella germanica* (L). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 1990;38:110-121.
52. Nasirian H, Ladonni H, Vatandoost H, Shayeghei M, Poudat A. Laboratory performance of 0.05% fipronil and 2.15% imidacloprid gel baits against German cockroaches, *Blattella germanica*. *Journal of Hormozgan University of Medical Sciences*. 2006;10:157-166. [Persian]
53. Nasirian H. Duration of Fipronil and Imidacloprid Gel Baits Toxicity against *Blattella germanica* Strains of Iran. *Iranian Journal of Arthropod-Borne Dis*. 2007;1:40-47.
54. Nasirian H. Rapid Elimination of German Cockroach, *Blattella germanica*, by Fipronil and Imidacloprid Gel Baits. *Iranian Journal of Arthropod-Borne Dis*. 2008;2:37-43.

Detection of malathion and chlorpyrifos resistance mechanism in German cockroaches (*Blattella germanica*, Insecta: Blattodea: Blattellidae) using piperonyl butoxide and tributyl phosphorothioate

A. Paksa, MSc Student¹ H. Ladonni, PhD² H. Nasirian, PhD Student³

MSc Student of Medical Entomology & Vector Control¹, Professor Department of Entomology & Vector Control², PhD Student of Entomology & Vector Control³, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

(Received 24 May, 2010 Accepted 27 Feb, 2011)

ABSTRACT

Introduction: German cockroach (*Blattella germanica*, Insecta: Blattodea: Blattellidae) is considered one of the most common household pests which can transfer pathogenic agents and also cause allergic reactions. Frequent and uncontrolled spraying caused resistance in German cockroach to insecticides. In this study we aimed, to determine the malathion and chlorpyrifos resistance mechanism of German cockroaches using piperonyl butoxide (PBO) and S, S, S-tributyl phosphorothioate (DEF) by surface contact.

Methods: Eight wild strains of German cockroach were collected by hand catch and trap, and transferred to the insectarium and reared in special glass breeding containers. The susceptible strain was used to compare the results of wild strains to the mentioned strain. At first the discriminative doses of malathion and chlorpyrifos were determined. 179.14 mg/m² and 6.63 mg/m² at 30 minutes of contact were considered as the discriminative doses of malathion and chlorpyrifos, respectively. Then the susceptibility level and resistance type mechanisms of collected strains to mentioned insecticides using PBO and DEF synergists were studied by surface contact method simultaneously at 1:1, 2:1 and 3:1 ratios of synergists and insecticides, respectively. For data analysis ANOVA method was used.

Results: The results showed that all wild strains had a degree of resistance to chlorpyrifos and malathion that showed significant differences compared to susceptible strain ($P < 0.05$). Using the 1:1, 2:1 and 3:1 synergistic in chlorpyrifos insecticide-resistant strains, the mortality rate was increased 5-10%, 5-19.5% and 5-20%, respectively ($P < 0.05$). In malathion insecticide-resistant strains, the mortality rate was increased 2.5-80%, 2.5-100% and 2.5-100%, respectively ($P < 0.05$). In addition, significant differences between proportions of ratios of PBO with chlorpyrifos was observed ($P < 0.05$).

Conclusion: Possibly other mechanisms such as reduction of cuticle penetration or acetyl cholinesterase enzyme insensitive resistance could be involved.

Key words: German Cockroach - Malation - Chlorpyrifos - Resistance

Correspondence:

H. Nasirian, PhD Student.
Department of Medical
Entomology & Vector Control
School of Health, Tehran
University of Medical
Sciences.
Tehran, Iran
Tel: +98 21 88951393
Email:
hanasirian@yahoo.com