

Detection of cyfluthrin resistance mechanisms among German cockroach strains in vivo in Kashan during 2011-2012

Doroudgar A¹, Paksa A^{1*}, Vatandoost H², Sanei-Dehkordi A², Salim-Abadi Y²

1- Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.

2- Department of Medical Entomology and Vector Control, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, I. R. Iran.

Received June 20, 2013; Accepted October 5, 2013

Abstract:

Background: Development of insecticide resistance is a serious problem in the control of German cockroach population in home and hospital. Knowledge about the resistance mechanisms would help us to control the pest. This study was conducted to determine the cyfluthrin resistance in German cockroaches using the piperonyl butoxide (PBO).

Materials and Methods: In this study, cyfluthrin (4-6 concentration ranges) was used on susceptible strains- for ten years without any contact with the lab-grown poison - with the mortality rate ranged from 0% to 100%. After determining the concentrations of the cyfluthrin in the susceptible strains, the level of susceptibility and resistance mechanism in the wild strains were determined using PBO in vivo. Data were analyzed using Probit program.

Results: Lethal dose (LD₅₀) and resistance ratio (RR) for susceptible and three wild strains were 133.43-503.6 and 1.48-3.77, respectively. LD₅₀ of cyfluthrin+PBO and synergist ratio for susceptible and three wild strains were 51.3-490.53 and 1.03-2.43, respectively.

Conclusion: All three collected strains showed different levels of resistance compared to the susceptible strains. In almost all strains, PBO considerably increases the cyfluthrin toxicity. The findings signify the involvement of monooxygenase in cyfluthrin resistance.

Keywords: German cockroach, Resistance mechanism, Piperonyl butoxide, Cyfluthrin

* Corresponding Author.

Email: a.paksa@yahoo.com

Tel: 0098 914 128 8848

Fax: 0098 361 555 1112

Conflict of Interests: *No*

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences January, 2014; Vol. 17, No 6, Pages 590-596

Please cite this article as: Doroudgar A, Paksa A, Vatandoost H, Sanei-Dehkordi A, Salim-Abadi Y. Detection of cyfluthrin resistance mechanisms among German cockroach strains in vivo in Kashan during 2011-2012. *Feyz* 2014; 17(6): 590-6.

بررسی مکانیسم مقاومت سوسری آلمانی به سم سیفلوترین به روش تماس سطحی در شهرستان کاشان طی سال ۱۳۹۱

عباس درودگر^۱، عظیم پاکسا^{۲*}، حسن و طندوست^۳، علیرضا صانعی دهکردی^۴، یاسر سلیم آبادی^۴

خلاصه:

سابقه و هدف: توسعه مقاومت به حشره کش‌ها در سوسری آلمانی یکی از مشکلات جدی کنترل این آفت در خانه‌ها و بیمارستان‌ها می‌باشد. 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 سم سیفلوترین با استفاده از پیرونیل بوتوکساید به روش تماس سطحی صورت گرفت. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه از سیفلوترین روی سوش حساس - به مدت ده سال بدون تماس با سم در آزمایشگاه پرورش یافته - بودند - در ۴ تا ۶ غلظت که کمتر از ۱۰۰ و بیشتر از صفر درصد مرگ و میر داشتند، استفاده گردید. بعد از مشخص شدن غلظت‌ها روی سوش حساس، سطح حساسیت و مکانیسم مقاومت سه سوش وحشی با استفاده از پیرونیل بوتوکساید به روش درون‌تنی صورت گرفت. آنالیز داده‌ها از طریق برنامه Probit انجام گردید.

نتایج: مقدار دوز کشنده (LD₅₀) سیفلوترین برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بین ۱۳۳/۴۳-۵۰۳/۶ mg/m² به دست آمد. نسبت مقاومت (RR) هم بین ۱/۴۸-۳/۷۷ mg/m² محاسبه شد. مقدار دوز کشنده سیفلوترین + پیرونیل بوتوکساید برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بین ۵۱/۳-۴۹۰/۵۳ mg/m² به دست آمد و نسبت سینترژیسم (SR) بین ۱/۰۳-۲/۴۳ برابر بود. **نتیجه‌گیری:** هر سه سوش جمع‌آوری شده سطوح مختلفی از مقاومت در مقایسه با سوش حساس نشان دادند. پیرونیل بوتوکساید تقریباً در همه سوش‌ها سمیت سیفلوترین را به طور قابل توجهی با درجات مختلف افزایش داد. این نتایج دخالت آتزیم مونواکسیداز را در مقاومت به سم سیفلوترین نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: سوسری آلمانی، مکانیسم مقاومت، پیرونیل بوتوکساید، سیفلوت

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره هفدهم، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۲، صفحات ۵۹۶-۵۹۰

مقدمه

همه ساله مقدار زیادی آفت کش از طرق مختلف به محیط زیست راه پیدا می‌کنند. برای پیش‌بینی و جلوگیری از تأثیرات زیان‌بار این مواد در اکوسیستم - در مبارزه با بندپایان توسعه روزافزون مقاومت به آفت‌کش‌ها و تخریب زیست محیطی آنها - علاوه بر اطلاع از سمیت آنها باید به چگونگی ورود، پخش و رفتار این ترکیبات در طبیعت توجه کافی شود [۹،۸]. مطالعات سینترژیستی زیادی در دنیا به منظور بررسی مکانیسم مقاومت سوسری آلمانی نسبت به حشره کش‌های فسفره، کاربامات و پایروتروئیدها صورت گرفته است. مطالعات سینترژیستی با پیرونیل بوتوکساید (PBO) نشان‌دهنده نقش سیستم مونواکسیداز در ایجاد مقاومت نسبت به این حشره کش‌ها بوده است. تاکنون در دنیا مقاومت سوسری آلمانی نسبت به حشره‌کش‌های گروه ارگانوکلره، ارگانو فسفره و پایروتروئیدها گزارش گردیده و به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است و مکانیسم‌های مقاومت سوسری آلمانی نسبت به حشره‌کش‌های کاربامات، فسفره و پایروتروئید با استفاده از سینترژیست‌های PBO و DEF تعیین گردیده است [۱۶-۱۰]. در ایران سوسری آلمانی نسبت به حشره‌کش‌های فایکام، دیازینون، اکتیلیک، پرمترین، سایپرترین، دلتامترین، لامبداسی‌هالوترین و پروپوکسور مقاومت پیدا کرده است [۱۹-۱۷]. هم‌چنین، مکانیسم‌های مقاومت نسبت به

سوسری آلمانی یکی از آفت‌های حائز اهمیت بهداشتی است که دارای انتشار جهانی می‌باشد. این حشره حساسیت‌زا بوده و در اماکن مسکونی، رستوران‌ها، هتل‌ها، بیمارستان‌ها، و انبار مواد غذایی به سر می‌برد و می‌تواند بسیاری از عوامل بیماری‌زا نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، تک یاخته‌ها و تخم انگل‌ها را به روش مکانیکی و یا از طریق دستگاه گوارش خود به انسان منتقل نمایند، بنابراین مبارزه با این حشره بسیار ضروری است و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد [۵-۱]. توسعه مقاومت به حشره‌کش‌ها در سوسری آلمانی به دلیل مصرف بی‌رویه و سم پاشی‌های طولانی‌مدت یکی از مشکلات جدی کنترل این آفت می‌باشد [۷،۶].

^۱ استادیار، گروه انگل‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

^۲ کارشناس ارشد حشره‌شناسی پزشکی، گروه انگل‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

^۳ استاد، گروه حشره‌شناسی پزشکی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

^۴ دانشجوی دکتری تخصصی حشره‌شناسی پزشکی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

* **نشانی نویسنده مسئول:**

کاشان، بلوار قطب راوندی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

تلفن: ۰۹۱۴۱۲۸۸۸۴۸

درونپست: ۰۳۶۱۵۵۵۱۱۱۲

پست الکترونیک: a.paksa@yahoo.com

تاریخ پذیرش نهایی: ۹۲/۷/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۳۰

روشنایی ۱۲ ساعته در مدت ۸ ماه پرورش داده شدند (به طور کلی ۱۶۰۰ سوسری آلمانی برای انجام آزمایشات استفاده گردید). مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه فرمولاسیون حشره کش استاندارد سیفلوترین با درجه خلوص ۹۸ درصد (Sigma Aldrich آلمان)، سینرژست پیرونیل بوتوکساید با درجه خلوص ۹۸ درصد (Sigma Aldrich آلمان) و استون به عنوان حلال مورد استفاده قرار گرفت. نحوه آغشته سازی سطح داخلی ظرف آزمون با حشره کش به این ترتیب بود که ابتدا مساحت سطح داخلی ظرف شیشه‌ای مورد نظر با اندازه‌گیری ابعاد آن برای انجام آزمون محاسبه شد. در روش تماسی مطابق روش به کار برده شده توسط Schraft و همکاران در سال ۱۹۹۵ [۲۹] حشره کش استاندارد رقیق شده با استون با غلظت مشخص در ته ظرف شیشه‌ای ریخته شد. با چرخش یکنواخت ظرف، حلال بخار شد و لایه یکنواختی از سم در جدار داخلی ظرف باقی ماند. بدین ترتیب غلظت مورد نظر در مقیاس mg/m^2 مورد استفاده قرار گرفت. بعد از مشخص شدن غلظت‌ها روی سوش حساس، سطح حساسیت و مکانیسم مقاومت سوش‌های وحشی با استفاده از پیرونیل بوتوکساید به طریقه درون‌تنی به طور هم‌زمان همراه سم سیفلوترین به روش تماسی (Cochran) انجام گرفت [۱۶]. این آزمایشات در ۴ تکرار هر تکرار با ۱۰ سوسری نر در ۵ غلظت برای هر یک از سوش‌های بالغ ($5 \times 10 \times 1$) انجام پذیرفت. برای هر آزمایش سینرژست، هم‌زمان دو شاهد یکی به استون و دیگری به سینرژست اختصاص یافت. آنالیز داده‌ها از طریق برنامه Probit انجام گردید. برای این کار LD_{50} با حدود اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد. برای محاسبه نسبت مقاومت (RR)، LD_{50} سوش مقاوم بر LD_{50} سوش حساس تقسیم گردید و برای محاسبه میزان سینرژیستی (SR)، LD_{50} حشره کش به‌تنهایی تقسیم بر LD_{50} (حشره کش + سینرژست) تقسیم گردید.

نتایج

طی این بررسی سمیت سیفلوترین بر روی سوسری‌های آلمانی به روش تماسی تست گردید که نتایج آن در جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج این مطالعه تمام سوش‌های وحشی درجاتی از مقاومت را نسبت به سم سیفلوترین با حدود اطمینان ۹۵ درصد در مقایسه با سوش حساس از خود نشان دادند. مقدار دوز کشنده (LD_{50}) سیفلوترین برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بی $0.3/6 mg/m^2$ - $133/43$ به‌دست آمد که بیشترین نسبت مقاومت (RR) $3/77$ در سایت مسکونی مشاهده گردید.

پرمترین، د.د.ت، کلروپیریفوس، مالاتیون، بندیوکارب و کارباریل با استفاده از سینرژست‌های PBO، DEF و DMC تعیین گردیده است [۲۷-۲۰]. سینرژست‌ها مواد شیمیایی هستند که فاقد اثر آفت کشی می‌باشند اما خواص آفت کشی ماده فعال تشکیل‌دهنده آنها را افزایش می‌دهند [۲۶-۲۵]. PBO از فعالیت آنزیم‌های سیتوکروم P-450 جلوگیری می‌کند. اگر مقاومت بر اثر افزایش متابولیسم با استفاده از MFO باشد، با استفاده از PBO که بازدارنده MFO است می‌توان بر مقاومت غلبه کرد [۲۶-۲۵]. سینرژست‌ها به‌طور گسترده در حشره کش‌های حاوی مواد فعال پیرترین‌ها، پائرتروئیدها از جمله سیفلوترین مورد استفاده قرار می‌گیرند. بدون PBO آنزیم‌های مداخله‌کننده در سوخت و ساز بدن حشره به‌طور خاص آنزیم‌های گروه سیتوکروم P-450 می‌توانند ماده فعال حشره کش را قبل از تاثیر سمیت زدایی کنند. افزودن PBO به یک حشره کش دوز ماده فعال مورد نیاز آن را برای تولید اثر مورد نظر کاهش داده و سمیت حشره کش را افزایش می‌دهد [۱۶-۱۰، ۲۷، ۲۰]. سیفلوترین همانند سایر پائرتروئیدها از گروه Axonic می‌باشد که بر کانال‌های یونی سیستم عصبی اثر سوء داشته و با مسدود کردن مسیر ورود و خروج یون‌های سدیم و پتاسیم به داخل و خارج باعث اختلال در سیستم عصبی شده و در نتیجه باعث انتقال پالس‌ها متوالی در طول رشته‌ی عصبی شده و حشرات را از بین می‌برد [۲۸]. در ایران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه مکانیسم‌های مقاومت سوسری‌های آلمانی نسبت به سم سیفلوترین صورت نگرفته است. بنابراین، مطالعه حاضر به‌منظور بررسی و تعیین مکانیسم‌های مقاومت سوسری‌های آلمانی نسبت به این سم به‌روش درون‌تنی در شهرستان کاشان با استفاده از سینرژست PBO انجام پذیرفته است. با انجام این مطالعه و آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت در این آفت، می‌توان مبارزه و پدیده مقاومت در این آفت بهداشتی را نسبت به حشره کش‌های پائرتروئیدی به‌خصوص سیفلوترین با موفقیت مدیریت کرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی سوش وحشی سوسری آلمانی به‌روش دستی و تله‌گذاری از بیمارستان شهید بهشتی، سایت مسکونی و خوابگاه اندیشه دانشگاه علوم پزشکی کاشان در سال ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردید و پس از انتقال به انستکتاریوم، به‌همراه سوش حساس در ظروف شیشه‌ای مخصوص پرورش سوسری آلمانی حاوی نان، نشاسته، قند و آب در شرایط آزمایشگاهی حرارت 27 ± 2 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 60 ± 10 درصد و دوره

جدول شماره ۱- مقدار دوز کشنده سم سیفلوترین برای سوش حساس و سه سوش وحشی جمع‌آوری شده سوسری آلمانی

سوش	تعداد	Y-intercept	S lope(SE)	X ² (df)	LD ₅₀ , 95% C.L	RR
حساس	۲۰۰	-۴/۵۵	۲/۱۴±۰/۳۱۸	۳/۱۵۵(۳)	۱۳۳/۴۳	۱
بیمارستان بهشتی	۲۰۰	-۵/۹۹	۲/۶۱±۰/۷۵۷	۹/۵۳ (۳)	۱۹۷/۶۳	۱/۴۸
خوابگاه اندیشه	۲۰۰	-۸/۸۱	۳/۳۴±۰/۵۸۳	۶/۶۴۴(۳)	۴۳۴/۴۸	۳/۲۶
سایت مسکونی	۲۰۰	-۹/۲۴	۳/۴۲±۰/۵۸۴	۴/۶۰۱(۳)	۵۰۳/۶	۳/۷۷

RR: نسبت مقاومت، Y-intercept: عرض از مبدأ (عرض نقطه برخورد خط با محور y)، Slope: شیب خط، SE: خطای استاندارد

مشاهده شد و این نتیجه نشان‌دهنده اثر بالای آنزیم مونواکسیداز در ایجاد مقاومت به سیفلوترین می‌باشد. در سوش خوابگاه اندیشه اثر سینترژیستی متوسط مشاهده شد و این نتیجه نشان می‌دهد به جز آنزیم مونواکسیداز عوامل دیگری مانند کاهش نفوذ سم از کوتیکول، آنزیم استراز در ایجاد مقاومت به سیفلوترین دخیل می‌باشند. در سوش سایت مسکونی اثر سینترژیستی زیادی مشاهده نگردید و مقاومت هم‌چنان به میزان چشم‌گیری باقی ماند. این نتیجه نشان می‌دهد آنزیم مونواکسیداز در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین در این سوش نقش چندانی ندارد. مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات حشره کش سیفلوترین بر روی سوش‌های بالغ مختلف رده بندی سطوح مقاومت به حشره کش مذکور به ترتیب زیر می‌باشد:

سوش حساس > بیمارستان بهشتی > خوابگاه اندیشه > سایت مسکونی

نتایج مربوط به بررسی اثر سینترژیستی PBO بر روی سیفلوترین در جدول شماره ۲ و نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. مقدار دوز کشنده (LD₅₀) سم سیفلوترین + PBO برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بین ۵۱/۳ - ۴۹۰/۵۳ mg/m² به دست آمد که بیشترین نسبت مقاومت (RR) ۷/۱۶ در سایت مسکونی مشاهده شد. هم‌چنین، میزان سینترژیسم (SR) بین ۲/۴۳ - ۱/۰۳ محاسبه گردید. بیشترین اثر سینترژیسم (SR) ۲/۴۳ برابر در سوش وحشی بیمارستان شهید بهشتی و کمترین اثر سینترژیسم (SR) ۱/۰۳ برابر در سوش سایت مسکونی مشاهده گردید. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد اثر سینترژیستی PBO بر روی سیفلوترین در سوش وحشی بیمارستان شهید بهشتی دارای بالاترین اثر، در سوش وحشی خوابگاه اندیشه اثر متوسط و در سوش وحشی سایت مسکونی اثر سینترژیستی قابل توجه مشاهده نشد. در سوش بیمارستان شهید بهشتی بالاترین اثر سینترژیستی (SR) ۲/۴۳

جدول شماره ۲- مقدار دوز کشنده سم سیفلوترین با و بدون سینترژیست برای سوش حساس و سه سوش وحشی جمع‌آوری شده سوسری آلمانی

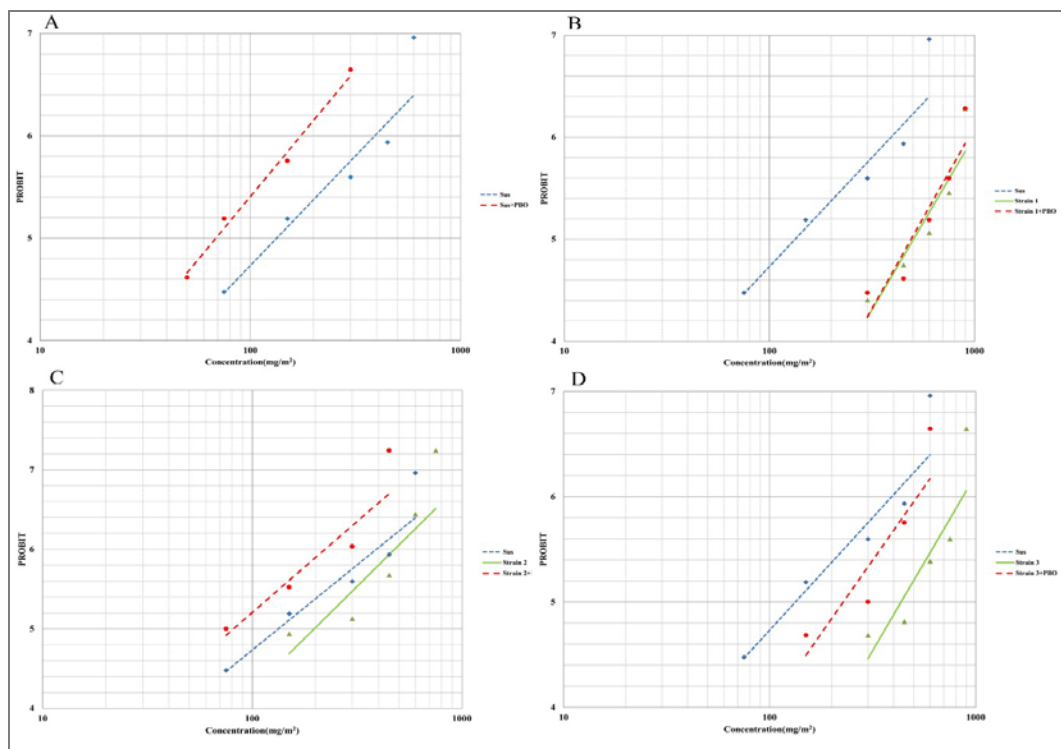
سیفلوترین به تنهایی			سیفلوترین + PBO							
سوش	تعداد	LD ₅₀ , 95% C.I	RR	تعداد	Y-intercept	Slope (SE)	X ² (df)	LD ₅₀ , 95% C.L	SR	RR
حساس	۲۰۰	۱۳۳/۴۳	۱	۲۰۰	-۴/۵۴	۲/۴۸±۰/۴۹۵	۰/۴۵۲(۲)	۵۱/۳	۱/۹۷	۱
بیمارستان بهشتی	۲۰۰	۱۹۷/۶۳	۱/۴۸	۲۰۰	-۴/۳۸	۲/۲۹±۰/۴۳۰	۳/۴۶۴(۲)	۸۱/۴۷	۲/۴۳	۱/۱۹
خوابگاه اندیشه	۲۰۰	۴۳۴/۴۸	۳/۲۶	۲۰۰	-۶/۵۷	۵/۷۹±۰/۴۹۵	۵/۷۸۴(۲)	۲۲۷/۷۸	۱/۹۱	۳/۳۲
سایت مسکونی	۲۰۰	۵۰۳/۶	۳/۷۷	۲۰۰	-۹/۵۸	۳/۵۶±۰/۵۸۸	۴/۸۵(۳)	۴۹۰/۵۳	۱/۰۳	۷/۱۶

SR: نسبت سینترژیسم RR: نسبت مقاومت Y-intercept: عرض از مبدأ (عرض نقطه برخورد خط با محور y) Slope: شیب خط SE: خطای استاندارد

برابر) که نشان دهنده نقش بسیار بالای آنزیم‌های مونواکسیداز (MFO) در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین می‌باشد. در سوش خوابگاه اندیشه اثر سینترژیستی متوسط مشاهده شد (۱/۹۱ برابر) و این نتیجه نشان می‌دهد به جز آنزیم مونواکسیداز مکانیسم‌های دیگری مانند کاهش نفوذ کوتیکولی، عدم حساسیت نسبت به آنزیم استراز در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین دخیل می‌باشند.

بحث

نتایج آزمایشات سینترژیست PBO بر روی سم سیفلوترین نشان داد در سوش بیمارستان شهید بهشتی بالاترین اثر سینترژیستی، در سوش خوابگاه اندیشه اثر متوسط (کاهش مقاومت ۱/۹۱ برابر) و در سوش سایت مسکونی اثر سینترژیستی کم (کاهش مقاومت ۱/۰۳ برابر) وجود دارد. در سوش بیمارستان شهید بهشتی سطح مقاومت به طور قابل توجهی کاهش یافت (۲/۴۳)



نمودار شماره ۱- مقدار دوز کشنده سیفلوترین بر روی سوش حساس و ۳ سوش وحشی با و بدون PBO بر روی سوسری آلمانی (نمودار A: سوش حساس، نمودار B: سوش جمع‌آوری شده از سایت مسکونی دانشگاه علوم پزشکی کاشان، نمودار C: سوش جمع‌آوری شده از بیمارستان شهید بهشتی کاشان، نمودار D: سوش جمع‌آوری شده از خوابگاه اندیشه دانشگاه علوم پزشکی کاشان)

است می‌توان بر مقاومت غلبه کرد [۲۵،۲۶،۱۶]. نتایج مطالعات سال‌های اخیر نشان می‌دهد که آنزیم‌های مونواکسیژناز P-450 در ایجاد مقاومت سوسری آلمانی به حشره‌های مختلف دخالت داشته است [۱۶-۱۰] و مطالعه حاضر که برای اولین بار در ایران صورت می‌گیرد را تایید می‌کند. برای کسب موفقیت در امر مبارزه با سوسری آلمانی در برنامه مدیریت مقاومت به سموم، تشخیص مقاومت در مراحل اولیه و هم‌چنین مکانیسم مقاومت آفت نسبت به سموم مورد استفاده با آزمایشات بیواسی که معمولاً سطح حساسیت حشرات را توسط آنها اندازه‌گیری می‌نمایند، امری حیاتی به‌نظر می‌رسد. بنابراین، پیش آگاهی از وقوع مقاومت به-منظور دست‌یابی به کنترل مطلوب و قابل قبول مبتنی بر اندازه-گیری مقاومت آفت قبل از ایجاد، رشد و یا گسترش مقاومت نسبت به حشره‌های مصرفی و یا ترکیب جدیدی که قرار است مورد استفاده قرار گیرد، می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه و کسب آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت پدید آمده توصیه می‌شود از سم سیفلوترین استفاده نگردد، یا در صورت استفاده از این سم به‌صورت دوره‌ای و در محل‌هایی که قبلاً به‌مدت طولانی با این سم سمپاشی نشده است استفاده گردد و یا از حشره‌های که در گروه پاپروتروئیدی قرار دارند و

در سوش سایت مسکونی اثر سینترژیستی قابل توجهی مشاهده نگردید (۱/۰۳ برابر) و مقاومت به‌طور قابل توجهی شکسته نشد، این نتیجه نشان می‌دهد آنزیم مونواکسیداز در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین در این سوش نقش اصلی ندارد و بخش اعظم مقاومت احتمالاً در اثر مکانیسم‌هایی نظیر کاهش نفوذ کوتیکولی، آنزیم استراز و عوامل دیگری که در اثر مبارزه با سوسری آلمانی به-وجود آمده است. مطالعات صورت گرفته در دنیا در زمینه سطح حساسیت و مکانیسم‌های مقاومت سوسری آلمانی نسبت به سموم پاپروتروئیدی نشان داده است که مقاومت با استفاده از سینترژیست PBO نسبت به این حشره‌ها به‌طور ناقص از بین رفته و توسط آنزیم‌های مونواکسیژناز (MFO) مهار شده است [۱۲،۱۱]. سینترژیست‌ها مواد شیمیایی هستند که فاقد اثر آفت‌کشی می‌باشند، اما بر روی سیستم‌های آنزیمی حشرات به‌نحوی تاثیر گذاشته و سبب تشدید اثر حشره کش و موجب افزایش حساسیت به سموم حشره کش در حشرات می‌شود. با استفاده از آزمایشات سینترژیستی می‌توان سیستم‌های آنزیمی را که در پدیده مقاومت نقش دارند، شناسایی نمود. PBO از فعالیت آنزیم‌های سیتوکروم P-450 جلوگیری می‌کند. اگر مقاومت بر اثر افزایش متابولیسم با استفاده از MFO باشد، با استفاده از PBO که بازدارنده MFO

قابل توجهی با درجات مختلف افزایش داد. ولی مقاومت هم چنان باقی ماند. این نتایج کاهش مقاومت دخالت آنزیم مونواکسیداز (MFO) در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقاومت به طور کامل توسط سینرژست PBO از بین نرفت، ممکن است مکانیسم‌های دیگری نظیر کاهش نفوذ کوتیکولی و عدم حساسیت نسبت به آنزیم استیل کولین استراز دخالت داشته باشند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از طرح تحقیقاتی "بررسی مکانیسم مقاومت سوسری آلمانی به سم سیفلوترین به روش In vivo در شهرستان کاشان" مصوب دانشگاه علوم پزشکی به شماره ۹۰۳۸ می‌باشد. از زحمات همکاران محترم گروه انگل شناسی و آقای غلامرضا سلمان تشکر و قدردانی می‌گردد.

References:

- [1] Seedat RY, Claassen J, Claassen AJ, Joubert G. Mite and Cockroach Sensitisation in Patients with Allergic Rhinitis in the Free State. *S Afr Med J* 2010; 100(3): 160-3.
- [2] Oliva GR, Díaz C, Fuentes González O, Martínez MD, Fernández C, Cordoví R, Lago PM, Herrera N. Blatella Germanica as a Possible Cockroach Vector of Micro-Organisms in a Hospital. *J Hosp Infect* 2010; 74(1): 93-5.
- [3] 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(4): 1614-23.
- [4] 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(3): 420-7.
- [5] Doroodgar A, Arbabi M, Asadi MA. Survey on parasitic and fungal agents of hospital cockroaches in Kashan, 2002. *Feyz* 2006; 10(37): 28-35. [in Persian]
- [6] Nasirian H. An overview of German cockroach, Blatella germanica, studies conducted in Iran. *Pak J Biol Sci* 2010; 13(22): 1077-84.
- [7] 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(4): 613-21.
- [8] Dehghani R, Limoe M, Zarghi I. The review of pesticide hazards with emphasis on insecticide resistance in arthropods of health risk importance. *J*

مقاومت در برابر آنها به وجود نیامده است، استفاده شود [۲۴-۲۷]. از طرف دیگر، مدیریت مقاومت نسبت به حشره کش‌ها امکان پذیر نمی‌گردد مگر با مطالعه همه جانبه تشخیص و شناسایی مکانیسم‌های مقاومت که سبب بی اثر شدن حشره کش‌ها در داخل بدن سوسری آلمانی می‌گردد، که پیشنهاد می‌شود در آینده مطالعات کامل‌تری به منظور بررسی مکانیسم‌های دیگر از جمله کاهش نفوذ کوتیکولی و عدم حساسیت نسبت به آنزیم استیل کولین استراز در این زمینه صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

هر سه سوش جمع‌آوری شده سطوح مختلفی از مقاومت در مقایسه با سوش حساس نشان دادند. در نتیجه نسبت‌های مقاومت (RR) همه سوش‌ها در مقایسه با سوش حساس معنی‌دار بود. PBO تقریباً در همه سوش‌ها سمیت سیفلوترین را به‌طور

- Sci J Kurdistan Univ Med Sci* 2012; 17(1): 82-98. [in Persian]
- [9] Dehghani R. Environmental toxicology Publications of Tak Derakhat and Kashan University of Medical Sciences. *Sci J Kurdistan Univ Med Sci* 2010; 17(1): 172-206.
- [10] Chai R, Lee CY. Insecticide Resistance Profiles and Synergism in Field Populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore. *J Economic Entomol* 2010; 103(2): 460-71.
- [11] Lee CY, Yap HH, Chong NL. Insecticide Resistance and Synergism in Field collected German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) in peninsular Malaysia. *Bull Entomol Res* 1996; 86: 675-82.
- [12] 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(6): 1623-30.
- [13] Hodgson E; Levi PE. Insecticide of piperonyl butoxide with cytochrome P450. In: piperonyl butoxid: The Insecticide Synergist; Jones DG; Ed. Academic: San Diego; CA; 1998. p. 41-53.
- [14] Tozzi A. A brief history of the development of piperonyl butoxide as an insecticide Synergist. In: piperonyl butoxid: The Insecticide Synergist; Jones DG; Ed. Academic: San Diego; CA; 1998. p. 1-5.
- [15] Analiza P. Effects of the synergist S,S,S-tributyl phosphorotrithioate on indoxacarb toxicity and metabolism in the European corn borer,

- Ostrinia nubilalis. *J Pesticide Biochemistry* 2008; 26-30
- [16] Scott JG, Cochran DG, Siegfried BD. Insecticide Toxicity, synergism, and Resistance in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol* 1990; 83(5): 1698-703.
- [17] Ladonni H. Susceptibility of *Blattella germanica* to different insecticides in different hospitals in Tehran-Iran. *J Entomol Soc Iran* 1993; 12 and 13: 23-28. [in Persian]
- [18] Ladonni H. Susceptibility of different field strains of *Blattella germanica* to four pyrethroids Iran *J Publ Health* 1997; 26: 35-40.
- [19] Ladonni H, Sadegheyani S. Permethrin toxicity and synergistic effect of piperonyl butoxide in the first nymphal stage of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *Iran J Publ Health* 1998; 27: 44-50.
- [20] Shahi M, Hanafi-Bojd AA, Vatandoost H. Evaluation of five local formulated insecticides against German cockroach (*Blattella germanica* L.) in Southern Iran. *Iran J Arthropod- Borne Dis* 2008; 2: 21-7.
- [21] Ladonni H, Sadegheyani S. Permethrin toxicity and synergistic effect of piperonyl butoxide in the first nymphal stage of *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *Iran J Publ Health* 1998; 27: 44-50.
- [22] Limoe M, Ladonni H, Enayati AA, Vatandoost H, Aboulhasani M. Detection of pyrethroid resistance and cross resistance to DDT in seven field-collected strains of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *Pak J Biol Sci* 2006; 6: 382-7.
- [23] Ladonni H. Evaluation of three methods for detecting permethrin resistance in adult and nymphal *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *J Econ Entomol* 2001; 94(3): 694-7.
- [24] 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(8): 643-7.
- [25] Paksa A, Ladonni H, Nasirian H. Detection of malathion and chlorpyrifos resistance mechanism in German cockroaches (*Blattella germanica*, Insecta: Blattodea: Blattellidae) using piperonyl butoxide and tributyl phosphorotrithioate. *J Hormozgan Med* 2011; 15(3): 243-53.
- [26] Paksa A, Ladonni H, Nasirian H. Comparing the synergistic effect piperonyl butoxide and tributyl phosphorotrithioate on Carbaryl and Bendiocarb insecticides of creating resistance in the German cockroach by. *Sci J Kurdistan Univ Med Sci* 2012; 17(3): 91-101.
- [27] Limoe M, Enayati AA, Khassi K, Salimi M, Ladonni H. Insecticide resistance and synergism of three field-collected strains of the German cockroach *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) from hospitals in Kermanshah, Iran. *Trop Biomed* 2011; 28(1): 111-8.
- [28] Talebi Jahromi Kh. Pesticide toxicology University of Tehran Press. 2006. p. 492.
- [29] Scharft 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(3): 536-42.