Original Article

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

Doroudgar A[1], Paksa A[1*], Vatandoost H[2], Sanei-Dehkordi A[2], Salim-Abadi Y[2]

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 (LD_{50}) and resistance ratio (RR) for susceptible and three wild strains were 133.43-503.6 and 1.48-3.77, respectively. LD_{50} 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.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]

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

عباس درودگر [۱]، عظیم پاکسا [*۲]، حسن وطندوست [۳]، علیرضا صانعی دهکردی [٤]، یاسر سلیم آبادی [٤]

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 پیپرونیل بوتوکساید به‌روش تماس سطحی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه از سیفلوترین روی سوش حساس- به‌مدت ده سال بدون تماس با سم در آزمایشگاه پرورش یافته - بودند- در ٤ تا ٦ 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 پیپرونیل بوتوکساید به روش درون‌تنی صورت گرفت. آنالیز داده‌ها از طریق برنامه Probit انجام گردید.

نتایج: مقدار دوز کشنده (LD_{50}) سیفلوترین برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بین mg/m^2 ۱۳۳/٤۳-۵۰۳/٦ به‌دست آمد. نسبت مقاومت (RR) هم بین mg/m^2 ۱/٤۸-۳/۷۷ محاسبه شد. مقدار دوز کشنده سیفلوترین + پیپرونیل بوتوکساید برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بین mg/m^2 ٤۹۰/۵۳- ۵۱/۳ به‌دست آمد و نسبت سینرژیسم (SR) بین ۲/٤۳-۱/۰۳ برابر بود.

نتیجه‌گیری: هر سه سوش جمع‌آوری شده سطوح مختلفی از مقاومت در مقایسه با سوش حساس نشان دادند. پیپرونیل بوتوکساید تقریبا در همه سوش‌ها سمیت سیفلوترین را به‌طور قابل توجهی با درجات مختلف افزایش داد. این نتایج دخالت آنزیم مونواکسیداز را در مقاومت به سم سیفلوترین نشان می‌دهد.

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

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره هفدهم، شماره ٦، بهمن و اسفند ۱۳۹۲، صفحات ۵۹٦-۵۹۰

مقدمه

سوسرسی 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 به‌سر می‌برد و می‌تواند بسیاری از عوامل بیماری‌زا نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، تک یاخته‌ها و تخم انگل‌ها را به‌روش 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 حشره کش‌ها در سوسری آلمانی به‌دلیل مصرف بی‌رویه و سم پاشی‌های طولانی‌مدت یکی از مشکلات جدی کنترل این آفت می‌باشد [۷،٦].

همه ساله مقدار زیادی آفت کش از طرق مختلف به محیط زیست راه پیدا می‌کنند. برای پیش‌بینی و جلوگیری از تاثیرات 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 سینرژیستی زیادی در دنیا به‌منظور بررسی مکانیسم مقاومت سوسری آلمانی نسبت به حشره کش‌های فسفره، کاربامات و پایروتیروئیدها صورت گرفته است. مطالعات سینرژیستی با پیپرونیل 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 پایرتروئیدها گزارش گردیده و به‌طور فزاینده‌ای در حال افزایش است و مکانیسم‌های مقاومت سوسری آلمانی نسبت به حشره کش‌های کاربامات، فسفره و پایروتروئید با استفاده از سینرژیست‌های PBO و DEF تعیین گردیده است [۱٦-۱۰]. در ایران سوسری آلمانی نسبت به حشره کش‌های فایکام، دیازینون، اکتیلیک، پرمترین، سایپرمترین، دلتامترین، لامبداسی‌هالوترین و پروپوکسور مقاومت پیدا کرده است [۱۹-۱۷]. هم‌چنین، مکانیسم‌های مقاومت نسبت به

[۱] استادیار، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۲] کارشناس ارشد حشره شناسی پزشکی، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۳] استاد، گروه حشره شناسی پزشکی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[٤] دانشجوی دکترای تخصصی حشره شناسی پزشکی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

*** نشانی نویسنده مسئول:**

کاشان، بلوار قطب راوندی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

تلفن: ۰۹۱۴۱۲۸۸۸۴۸ **دورنویس:** ۰۳٦۱۵۵۵۱۱۱۲

پست الکترونیک: a.paksa@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۳۰ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۹۲/۷/۱۳

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]

پرمترین، د.د.ت، کلروپیریفوس، مالاتیون، بندیوکارب و کاربـاریـل بـا اسـتفاده از سینرژیسـت‌هـای PBO، DEF و DMC تعیـین گردیده است [۲۷-۲۰]. سینرژیست‌ها مواد شیمیایی هستند که فاقد اثر آفت کشی می‌باشند اما خواص آفت کشی ماده فعال تشـکیل-دهنده آنها را افزایش می‌دهند [۲۶-۲۵]. PBO از فعالیـت آنـزیم-های سیتوکروم P-450 جلوگیری می‌کند. اگـر مقاومـت بـر اثـر افزایش متابولیسم با استفاده از MFO باشد، بـا اسـتفاده از PBO که بازدارنده MFO است می‌توان بر مقاومت غلبه کـرد [۲۶-۲۵]. سینرژیست‌ها به‌طور گسترده در حشره کش‌های حاوی مواد فعـال پیرترین ها، پایرتروئیدها از جمله سیفلوترین مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرند. بدون PBO آنزیم‌های مداخله کننده در سوخت و سـاز بدن حشره به‌طور خاص آنزیم‌های گروه سـیتوکروم P-450 مـی-توانند ماده فعال حشره کش را قبل از تاثیر سـمیت زدایـی کننـد. افزودن PBO به یک حشره کش دوز ماده فعال مـورد نیـاز آن را برای تولید اثر مورد نظـر کـاهش داده و سـمیت حشـره کـش را افزایش مـی‌دهـد [۱۶-۱۰،۲۷-۲۰]. سـیفلوتـرین هماننـد سـایر پایروتیروئیدها از گروه Axonic می‌باشد که بر کانال‌هـای یـونی سیستم عصبی اثر سوء داشته و بـا مسـدود کـردن مسـیر 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 بـین مـی‌بـرد [۲۸]. در ایـران تاکنون مطالعه‌ای در زمینه مکانیسم‌هـای مقاومـت سوسـری‌هـای آلمانی نسبت به سم سیفلوترین صورت نگرفتـه اسـت. بنـابراین، مطالعه حاضر به‌منظور بررسـی و تعیـین مکانیسـم‌هـای مقاومـت سوسری‌های آلمانی نسـبت بـه ایـن سـم بـه‌روش درون‌تنـی در شهرستان کاشان با استفاده از سینرژیسـت PBO انجـام پذیرفتـه است. با انجام این مطالعه و آگاهی از مکانیسم‌های مقاومت در این آفت، می‌توان مبارزه و پدیده مقاومت در ایـن آفـت بهداشـتی را نسبت به حشره کش‌های پایرتروئیدی به‌خصـوص سـیفلوترین بـا موفقیت مدیریت کرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی سوش وحشی سوسری آلمانی به-روش دستی و تله گـذاری از بیمارسـتان شـهید بهشـتی، سـایت مسکونی و خوابگاه اندیشه دانشگاه علوم پزشکی کاشان در سـال ۱۳۹۱جمع‌آوری گردید و پس از انتقال به انسـکتاریوم، بـه‌همـراه سوش حساس در ظروف شیشه‌ای مخصـوص پـرورش سوسـری آلمانی حاوی نان، نشاسـته، قنـد و آب در شـرایط آزمایشـگاهی حرارت ۲±۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰±۶۰ درصـد و دوره روشنایی ۱۲ ساعته در مدت ۸ ماه پرورش داده شدند (به‌طور کلی ۱۶۰۰ سوسری آلمانی برای انجام آزمایشات استفاده گردید). مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعـه فرمولاسـیون حشـره کـش اسـتاندارد سـیفلوترین بـا درجـه خلـوص ۹۸ درصـد (Sigma Aldrich آلمان)، سینرژیست پیپرونیل بوتوکساید با درجه خلوص ۹۸ درصد (Sigma Aldrich آلمان) و اسـتون بـه‌عنـوان حـلال مورد استفاده قرار گرفت. نحوه آغشته سازی سطح داخلـی ظـرف آزمون با حشره کش به این ترتیب بود کـه ابتـدا مسـاحت سـطح داخلی ظرف شیشه‌ای مورد نظر با اندازه‌گیری ابعاد آن برای انجام آزمون محاسبه شد. در روش تماسی مطابق روش به‌کار برده شـده توسـط Schraft و همکـاران در سـال ۱۹۹۵ [۲۹] حشـره کـش استاندارد رقیق شده با استون بـا غلظـت مشـخص در تـه ظـرف شیشه‌ای ریخته شد. با چرخش یکنواخت ظرف، حلال بخار شد و لایه یکنواختی از سم در جدار داخلـی ظـرف بـاقی مانـد. بـدین ترتیب غلظت مورد نظر در مقیاس mg/m^2 مـورد اسـتفاده قـرار گرفت. بعد از مشخص شدن غلظت‌ها روی سوش حساس، سـطح حساسیت و مکانیسم مقاومت سوش‌هـای وحشـی بـا اسـتفاده از پیپرونیل بوتوکساید به طریقه درون‌تنی به‌طور هم‌زمان همـراه سـم سیفلوترین به‌روش تماسی (Cochran) انجـام گرفـت [۱۶]. ایـن آزمایشات در ٤ تکرار هر تکرار با ۱۰ سوسـری نـر در ۵ غلظـت برای هر یک از سوش‌های بالغ (۵×۱۰×٤) انجام پذیرفت. برای هر آزمایش سینرژیست، هم‌زمان دو شاهد یکی به استون و دیگری به سینرژیست اختصاص یافت. آنالیز داده‌ها از طریق برنامـه Probit انجام گردید. برای این کار LD_{50} با حـدود اطمینـان ۹۵ درصـد محاسبه شد. برای محاسبه نسـبت مقاومـت (RR)، LD_{50} سـوش مقاوم بر LD_{50} سوش حساس تقسیم گردید و برای محاسبه میزان سینرژیستی (SR)، LD_{50} حشره کش به‌تنهایی تقسـیم بـر LD_{50} (حشره کش+ سینرژیست) تقسیم گردید.

نتایج

طی این بررسی سمیت سیفلوترین بر روی سوسری‌هـای آلمانی به‌روش تماسی تست گردید که نتایج آن در جدول شـماره ۱ و نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتـایج ایـن 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}) سـیفلوترین بـرای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شـده بـی mg/m^2 ۵۰۳/٦-۱۳۳/٤۳به‌دست آمد که بیشترین نسـبت مقاومـت (RR) ۳/۷۷ در سایت مسکونی مشاهده گردید.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]

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	-٤/٥٥	۲/۱٤±۰/۳۱۸	۳/۱٥٥(۳)	۱۳۳/٤۳	۱
بیمارستان بهشتی	۲۰۰	-٥/۹۹	۲/٦۱±۰/۷٥۷	۹/٥۳ (۳)	۱۹۷/٦۳	۱/٤۸
خوابگاه اندیشه	۲۰۰	-۸/۸۱	۳/۳٤±۰/٥۸۳	٦/٦٤٤(۳)	٤۳٤/٤۸	۳/۲٦
سایت مسکونی	۲۰۰	-۹/۲٤	۳/٤۲±۰/٥۸٤	٤/٦۰۱(۳)	٥۰۳/٦	۳/۷۷

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

نتایج مربوط به بررسی اثر سینرژیستی PBO بر روی سیفلوترین در جدول شماره ۲ و نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. مقدار دوز کشنده (LD_{50}) سم سیفلوترین+ PBO برای سوش حساس و سه سوش جمع‌آوری شده بین ٤۹۰/٥۳ mg/m^2- ٥۱/۳ به‌دست آمد که بیشترین نسبت مقاومت (RR) ۷/۱٦ در سایت مسکونی مشاهده شد. هم‌چنین، میزان سینرژیسم (SR) بین ۲/٤۳- ۱/۰۳ محاسبه گردید. بیشترین اثر سینرژیسم (SR) ۲/٤۳ برابر در سوش وحشی بیمارستان شهید بهشتی و کمترین اثر سینرژیسم (SR) ۱/۰۳ برابر در سوش سایت مسکونی مشاهده گردید. نتایج به‌دست آمده نشان می دهد اثر سینرژیستی 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 سینرژیستی قابل توجه مشاهده نشد. در سوش بیمارستان شهید بهشتی بالاترین اثر سینرژیستی (SR) ۲/٤۳ مشاهده شد و این نتیجه نشان‌دهنده اثر بالای آنزیم مونواکسیداز در ایجاد مقاومت به سیفلوترین می‌باشد. در سوش خوابگاه اندیشه اثر سینرژیستی متوسط مشاهده شد و این نتیجه نشان می‌دهد به‌جز آنزیم مونواکسیداز عوامل دیگری مانند کاهش نفوذ سم از کوتیکول، آنزیم استراز در ایجاد مقاومت به سیفلوترین دخیل می‌باشند. در سوش سایت مسکونی اثر سینرژیستی 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 به‌ترتیب زیر می‌باشد:

سوش حساس < بیمارستان بهشتی < خوابگاه اندیشه < سایت مسکونی

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

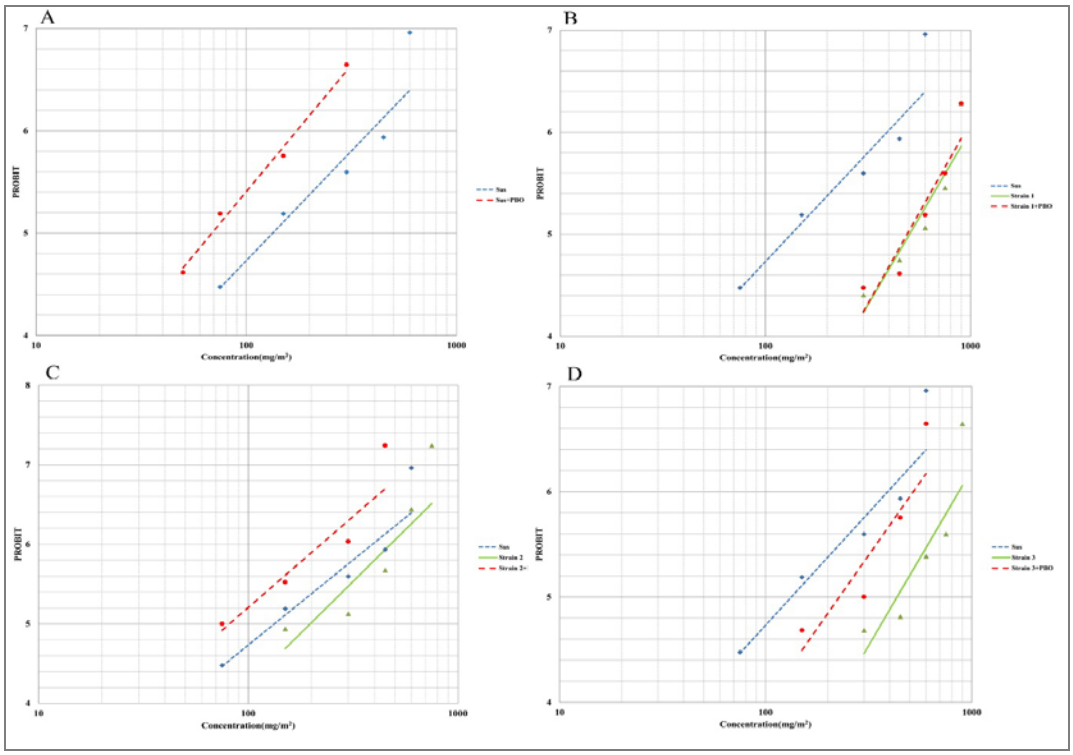
PBO+ سیفلوترین							سیفلوترین به تنهایی		
RR	SR	LD_{50} , 95% C.L	X^2 (df)	Slope (SE)	Y-intercept	تعداد	RR	LD_{50} , 95% C.I	تعداد	سوش
۱	۱/۹۷	٥۱/۳	۰/٤٥۲(۲)	۲/٤۸±۰/٤۹٥	-٤/٥٤	۲۰۰	۱	۱۳۳/٤۳	۲۰۰	حساس
۱/۱۹	۲/٤۳	۸۱/٤۷	۳/٤٦٤(۲)	۲/۲۹±۰/٤۳۰	-٤/۳۸	۲۰۰	۱/٤۸	۱۹۷/٦۳	۲۰۰	بیمارستان بهشتی
۳/۳۲	۱/۹۱	۲۲۷/۷۸	٥/۷۸٤(۲)	٥/۷۹±۰/٤۹٥	-٦/٥۷	۲۰۰	۳/۲٦	٤۳٤/٤۸	۲۰۰	خوابگاه اندیشه
۷/۱٦	۱/۰۳	٤۹۰/٥۳	٤/۸٥(۳)	۳/٥٦±۰/٥۸۸	-۹/٥۸	۲۰۰	۳/۷۷	٥۰۳/٦	۲۰۰	سایت مسکونی

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

بحث

نتایج آزمایشات سینرژیست PBO بر روی سم سیفلوترین نشان داد در سوش بیمارستان شهید بهشتی بالاترین اثر سینرژیستی، در سوش خوابگاه اندیشه اثر متوسط (کاهش مقاومت ۱/۹۱ برابر) و در سوش سایت مسکونی اثر سینرژیستی کم (کاهش مقاومت ۱/۰۳ برابر) وجود دارد. درسوش بیمارستان شهید بهشتی سطح مقاومت به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (۲/٤۳ برابر) که نشان دهنده نقش بسیار بالای آنزیم‌های مونواکسیداز (MFO) در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین می‌باشد. در سوش خوابگاه اندیشه اثر سینرژیستی متوسط مشاهده شد (۱/۹۱ برابر) و این نتیجه نشان می‌دهد به‌جز آنزیم مونواکسیداز مکانیسم‌های دیگری مانند کاهش نفوذ کوتیکولی، عدم حساسیت نسبت به آنزیم استراز در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین دخیل می‌باشند.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]



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)

در سوش سایت مسکونی اثر سینرژیستی 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 احتمالا در اثر مکانیسم‌هایی نظیر کاهش نفوذ کوتیکولی، آنزیم استراز و عوامل دیگری که در اثر مبارزه با سوسری آلمانی به‌وجود آمده است. مطالعات صورت گرفته در دنیا در زمینه سطح حساسیت و مکانیسم‌های مقاومت سوسری آلمانی نسبت به سموم پایروتروئیدی نشان داده است که مقاومت با استفاده از سینرژیست PBO نسبت به این حشره کش‌ها به‌طور ناقص از بین رفته و توسط آنزیم‌های مونواکسیژناز (MFO) مهار شده است [۱۲،۱۱]. سینرژیست‌ها 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 سینرژیستی 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 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 حشره کش‌های 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 معمولا سطح حساسیت حشرات را توسط آنها اندازه‌گیری می‌نمایند، امری حیاتی به‌نظر می‌رسد. بنابراین، پیش آگاهی از وقوع مقاومت به‌منظور دست‌یابی به کنترل مطلوب و قابل قبول مبتنی بر اندازه‌گیری مقاومت آفت قبل از ایجاد، رشد و یا گسترش مقاومت نسبت به حشره کش‌های 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 قبلا به‌مدت طولانی با این سم سمپاشی نشده است استفاده گردد و یا از حشره کش‌هایی که در گروه پایروتروئیدی قرار دارند و

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]

مقاومت در برابر آنها به‌وجود نیامده است، استفاده شود [۲٤-۲۷،۲۲]. 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 به‌منظور 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 تقریبا در همه سوش‌ها سمیت سیفلوترین را به‌طور قابل توجهی با درجات مختلف افزایش داد، ولی مقاومت هم‌چنان باقی ماند. این نتایج کاهش مقاومت دخالت آنزیم مونواکسیداز (MFO) در ایجاد مقاومت به سم سیفلوترین را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقاومت به‌طور کامل توسط سینرژیست 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 به‌روش 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, Blattella 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, Limoee M, Zarghi I. The review of pesticide hazards with emphasis on insecticide resistance in arthropods of health risk importance. ***J 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 Mechansms of organophosphorus and carbamate insecticide Resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattelidae) 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,

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]

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 piperonl 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] Limoee 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] Limoee 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.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-06-12]