مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال ششم، شماره دوم، پیاپی بیست و دوم، پاییز ۱۳۹۶ (۸-۱)

تعیین غلظت‌های کشنده (LC۱۰-۹۰) سموم دلتامترین و فن‌والریت و تأثیر آن‌ها بر علائم بالینی و تغییرات رفتاری در ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری *Aphanius vladykovi* (Coad, 1988)

فردین شالویی[1*]، مژگان اکرامی[2]، روح‌الله رحیمی[1]، گودرز هاشمی[2]
۱. استادیار، گروه شیلات و محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۰/٤ - تاریخ تصویب: ۱۳۹٦/۸/۱)

چکیده
حشره‌کش‌های مصنوعی پیروتروئید به‌طور گسترده به‌جای حشره‌کش‌های آلی کلره، فسفره و کاربامات‌ها برای کنترل انواع مختلف آفات استفاده می‌شوند و به‌عنوان قوی‌ترین حشره‌کش‌ها شناخته شده‌اند. به دلیل استفاده زیاد از سموم دلتامترین و فن‌والریت در مزارع استان چهارمحال و بختیاری در مرکز ایران، این مطالعه برای تعیین غلظت نیم کشنده (LC_{50})، غلظت بی‌اثر (NOEC)، حداکثر غلظت مجاز (MAC) و حداقل غلظت مؤثر (LOEC) این سموم و تأثیر آن‌ها بر تغییرات رفتاری و علائم بالینی در ماهی گورخری چهارمحال بختیاری (*Aphanius vladykovi*) انجام گرفت. برای این منظور برای هر تیمار ۷ قطعه ماهی گورخری با سه تکرار درون آکواریوم‌های ۲۰ لیتری در معرض غلظت‌های مختلف دلتامترین (۲/۵٪) و فن‌والریت (۲۰٪) به مدت ۹٦ ساعت قرار گرفتند و میزان تلفات ماهیان هر ۲٤ ساعت جمع‌آوری و ثبت شد. در طول آزمایش واکنش و رفتار ماهیان در معرض مواد سمی به‌دقت زیر نظر قرار گرفت. مقادیر LC_{50} ۹٦ ساعته، NOEC، LOEC و MAC سم دلتامترین برای ماهی گورخری به ترتیب ۰/۰۱۵، ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۵ و ۰/۰۰۰۲ میکروگرم در لیتر محاسبه شد. همچنین مقادیر LC_{50} ۹٦ ساعته، NOEC، LOEC و MAC سم فن‌والریت برای ماهی گورخری به ترتیب ۰/۰۲۱، ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۰۷ میکروگرم در لیتر بود. اولین تغییرات رفتاری بعد از ۱۵ دقیقه در معرض قرارگیری با غلظت‌های بالای سم دلتامترین (۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میکروگرم در لیتر) مشاهده شد. همچنین ماهیان بعد از ۳ ساعت در معرض غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۱، ۱ و ۱۰ میکروگرم در لیتر فن‌والریت رفتار غیرعادی از خود نشان دادند. بر اساس نتایج این تحقیق سموم دلتامترین و فن‌والریت ازنظر درجه سمیت در دسته سموم فوق‌العاده سمی و کشنده برای ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری قرار می‌گیرند. برای حفاظت از این گونه ارزشمند استفاده از مبارزه بیولوژیک با آفات به‌جای آفت‌کش‌ها توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: حشره‌کش، تغییرات رفتاری، سمیت حاد، ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری.

* نویسنده مسئول: فردین شالویی E-mail: fardin.shaluei@gmail.com

Determination of lethal concentration (LC10-90) values of Deltamethrin and Fenvalerate and their effects on clinical signs and behavioral responses in Zagros pupfish, *Aphanius vladykovi* (Coad, 1988)

Fardin Shaluei[1]*, Mozhgan Ekrami[2], Ruhollah Rahimi[1], Goodarz Hashemi[2]
1. Assistant Professor, Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. M. Sc. Student, Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
(Received: Dec. 25, 2015 - Accepted: Oct. 23, 2017)

ABSTRACT
Synthetic pyrethroid insecticides are widely used in place of organochlorine, organophosphorus insecticides and carbamates to control various types of pests and are among the most potent insecticides known. Due to the extensive application of deltamethrin and fenvalerate in the agricultural lands of the Chaharmahal and Bakhtiari province in central Iran, this investigation was conducted to determine LC_{50}, NOEC, MAC and LOEC of these pyrethroid insecticides and their effects on behavioral responses and clinical signs of Zagros pupfish, *Aphanius vladykovi*. For this, groups of seven A. vladykovi in three replicates were exposed to different concentrations of deltamethrin (EC 2.5%) and fenvalerate (EC 20%) for 96 h within the 20 L glass aquaria and cumulative mortality of fish was calculated in 24-h interval. During experiments reaction and behavior of the fish to toxin were observed carefully. The 96h LC_{50}, NOEC, LOEC, MAC values of deltamethrin for *A. vladykovi* were estimated at 0.015, 0.0001, 0.0005 and 0.0002 ppb, respectively. The 96h LC_{50}, NOEC, LOEC, MAC values of fenvalerate for Zagros pupfish were estimated at 0.021, 0.0005, 0.001 and 0.0007 ppb, respectively. First changes in behavior were observed 15min after exposure to the three highest deltamethrin concentrations (0.01, 0.1, and 1ppb). The changes in behavioral responses started in the 3 h after dosing of fenvalerate (0.01, 0.1, 1 and 10 ppb). Based on the results, deltamethrin and fenvalerate were classified as super toxic pesticide for Zagros pupfish and this fact should be taken into consideration when these insecticides were used in agriculture. Biological methods could be used for controlling pets instead of pesticides in order to protect this valuable species.

Keywords: Acute toxicity, *A. vladykovi*, Behavioral Changes, Insecticide.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه آفت‌کش‌ها در کشاورزی برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی، تولید محصولات باکیفیت‌تر و برای بسیاری از اهداف گوناگون همچون حفظ سلامت بشر و مبارزه با حشرات در خانه، باغ‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی نظیر جنگل‌ها استفاده می‌شوند. کاربرد بیش‌ازحد و مداوم آفت‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها، سلامت بشر و اکوسیستم‌های طبیعی را به مخاطره انداخته و موجب آلودگی منابع آب، خاک و هوا می‌گردد. ارزیابی‌ها نشان می‌دهند که حداکثر یک درصد آفت‌کش‌های مصرفی، صرف از بین بردن آفت شده درنتیجه مقادیر قابل‌توجهی از آن‌ها، از راه‌های مختلف همچون بارندگی و زهکشی آب‌ها وارد محیط‌زیست می‌گردند و منابع آبی و خاکی را آلوده می‌سازند (Young, 1987). این در حالی است که منابع آب محدود و رشد جمعیت به‌طور تصاعدی در حال افزایش است و بوم سامانه‌های آبی به‌مراتب حساس‌تر می‌باشند و آلودگی آن‌ها باعث از بین رفتن زنجیره‌های غذایی از یک‌سو اثر مخرب بر روی ماهیان و دیگر زیستمندان آبی می‌شود. امروزه بیش از ۱۰۰۰ نوع آفت‌کش در کشورهای مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند و در طی دهه‌های گذشته، مقادیر قابل توجهی از این ترکیبات وارد منابع آبی شده‌اند (Koprucu & Aydin, 2004). دلتامترین و فن‌والریت در گروه حشره‌کش‌های مصنوعی پیروتروئیدها دسته‌بندی می‌شوند. سموم پیروتروئید به علت تأثیرات مخرب کم بر پستانداران و پرندگان و ماندگاری پایین در خاک به میزان زیادی در کشاورزی، صنعت و مصارف خانگی برای کنترل حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرند (Koprucu & Aydin, 2004). به خاطر تأثیرات مخرب سموم پیروتروئید بر سیستم عصبی، ماهیان به این سموم بسیار حساس می‌باشند و در غلظت‌های بسیار کم (۱ تا ۱۰۰۰ برابر کمتر) نسبت به پستانداران و پرندگان باعث مرگ‌ومیر در ماهیان می‌شوند (Shaluei *et al.*, 2012). بر اساس آمار منتشر نشده مدیریت حفظ نباتات اداره کل جهاد کشاورزی چهارمحال و بختیاری در سال ۱۳۹۳، ۴۹ تن حشره‌کش در مزارع این استان استفاده شده است که فن‌والریت با ۶۰۰۰ کیلوگرم و دلتامترین با ۵۰۰۰ کیلوگرم جزء پرمصرف‌ترین سموم کشاورزی در استان چهارمحال و بختیاری بودند.

ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری (*Aphanius vladykovi* Coad, 1988) یک گونه بومی نادر در ایران می‌باشد. ذخیره ژنتیکی و زیستگاه آن محدود به برخی از زیستگاه‌های آبی در استان چهارمحال و بختیاری است. این گونه به خاطر الگوهای رنگی، رفتارهای دسته جمعی و سهولت نگهداری، قابلیت استفاده در آکواریوم به‌عنوان ماهی زینتی را دارد. متأسفانه جمعیت این گونه در سال‌های اخیر به‌صورت محسوسی کاهش یافته و در برخی از مواقع مرگ‌ومیر دسته جمعی این ماهی در تالاب چغاخور مشاهده شده است (Keivany & Soofiani, 2004).

با توجه به وجود اراضی زیاد کشاورزی در مجاورت زیستگاه‌های این گونه مهم و نبود اطلاعات کافی در مورد حساسیت این ماهی ارزشمند نسبت به سموم پرکاربرد استان، این پژوهش جهت تعیین حداقل غلظت مؤثر (LOEC)[1]، غلظت بی‌اثر (NOEC)[2]، غلظت نیم کشنده (LC_{50})[3] و حداکثر غلظت مجاز (MAC[4]) سموم دلتامترین و فن‌والریت در ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری انجام گرفت. همچنین پاسخ‌های رفتاری و علائم بالینی این گونه در مواجهه با سمیت کشنده این سموم مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش تعداد ۵۰۰ قطعه ماهی

1. Lowest Observed Effect Concentration
2. No Observed Effect Concentration
3. Median Lethal Concentration
4. Maximum Acceptable Concentration

Archive of SID

www.SID.ir

گورخری با میانگین (±SD) وزنی ۰/۳±۲/۱ گرم و میانگین طولی ۱/۰۲±۳/۴۵ سانتی‌متر از دریاچه شلمزار (واقع در ۴۰ کیلومتری مرکز استان چهارمحال و بختیاری) در اوایل فصل پاییز ۱۳۹۴ صید و به آزمایشگاه شیلات دانشگاه شهرکرد منتقل گردیدند. ماهیان به‌مدت دو هفته در مخازن ۵۰۰ لیتری فایبرگلاس و با تراکم ۱۰۰ قطعه در هر تانک با هوادهی مداوم با شرایط آزمایشگاه سازگار شدند. منبع آب مورد استفاده در این تحقیق آب شهری دکلرینه شده بود. در طی دوره آداپتاسیون آب مخازن روزانه ۶ ساعت بعد از غذادهی با ناپلی آرتیما، به میزان ۳۰ درصد تعویض می‌شد درحالی‌که ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش غذادهی قطع شد. پارامترهای مؤثر فیزیکوشیمیایی آب شامل درجه حرارت (۱±۱۹ درجه سانتی‌گراد)، اکسیژن محلول (۰/۲۳±۷/۸ میلی‌گرم در لیتر)، پی‌اچ (۰/۲±۷/۶)، سختی کل (۱۱±۳۱۲ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم) در طول دوره نگهداری و آزمایش بدون تغییر ثبت گردید.

سموم مورد استفاده در این تحقیق شامل حشره‌کش‌های دلتامترین (۲/۵ درصد) و فن‌والریت (۲۰ درصد) که به‌صورت متداول در مزارع کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بود. در این مطالعه غلظت‌ها بر اساس درصد خلوص سموم تجاری مورد استفاده محاسبه شد. برای یافتن محدوده کشندگی سموم نامبرده، ۷ قطعه ماهی درون آکواریوم‌های ۲۰ لیتری با هوادهی مستمر به مدت ۲۴ ساعت در معرض غلظت‌های لگاریتمی (۰/۰۰۰۰۱، ۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۱، ۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در لیتر) دلتامترین و فن‌والریت در شرایط ساکن بر اساس دستورالعمل OECD قرار گرفتند (OECD, 2002). غلظت‌هایی نهایی برای تعیین سمیت حاد در محدوده بیشترین غلظت بدون کشندگی و کمترین غلظت با ۱۰۰ درصد کشندگی، انتخاب شدند. برای این منظور ۷ قطعه ماهی با سه تکرار درون آکواریوم‌های ۲۰ لیتری به مدت ۹۶ ساعت در معرض غلظت‌های مختلف دلتامترین (۰، ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۱، ۱ میکروگرم در لیتر) و فن‌والریت (۰، ۰/۰۰۰۵، ۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۱، ۱، ۱۰ میکروگرم در لیتر) قرار گرفتند و در دوره‌های زمانی ۲۴ ساعته تلفات در هر غلظت، جمع‌آوری و ثبت گردید. تغییرات رفتاری ماهیان تیمار شده و گروه شاهد در طول ۶ ساعت اول در معرض قرارگیری در دوره‌های زمانی ۱۵ دقیقه و بعد از آن در دوره‌های زمانی ۶ ساعته ثبت و یادداشت شد. همچنین علائم بالینی ماهیان زنده بعد از ۹۶ ساعت در مواجهه با غلظت‌های مختلف سموم دلتامترین و فن‌والریت ثبت گردید. میزان غلظت‌های کشنده (LC۱۰–۹۰) سموم مورد مطالعه در دوره‌های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۴) و آزمون پروبیت Probit محاسبه شدند (Shaluei *et al.*, 2013). همچنین میزان حداکثر غلظت مجاز (MAC) سموم با محاسبه میانگین هندسی مقادیر غلظت بی‌اثر (NOEC) و حداقل غلظت مؤثر (LOEC) برای هر سم محاسبه شد (APHA, 1992).

نتایج

میزان مرگ‌ومیر تجمعی ماهی گورخری در معرض غلظت‌های مختلف سم دلتامترین و فن‌والریت به ترتیب در جدول ۱ و ۲ نشان داده‌شده است. در طی آزمایش، در گروه‌های شاهد هیچ‌گونه تلفاتی مشاهده نشد و درنتیجه تلفات مشاهده شده در گروه‌های تیمار تنها به دلیل وجود سموم بوده است. نتایج نشان می‌دهد که تعداد تلفات ماهی گورخری در هر دو سم با افزایش غلظت و زمان در معرض قرارگیری، افزایش می‌یابد. با توجه به جدول ۱ و ۲ مقادیر غلظت بی‌اثر (NOEC) و حداقل غلظت مؤثر (LOEC) سم دلتامترین و فن‌والریت در ماهی گورخری به ترتیب ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۵ و ۰/۰۰۱ میکروگرم در لیتر بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. میزان مرگ‌ومیر تجمعی ماهی گورخری در معرض غلظت‌های مختلف سم دلتامترین در مدت ۴ روز (n=۲۱)

غلظت	تعداد تلفات			
میکروگرم بر لیتر (ppb)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
شاهد	۰	۰	۰	۰
۰/۰۰۰۱	۰	۰	۰	۰
۰/۰۰۰۵	۱	۱	۲	۲
۰/۰۰۱	۲	۲	۴	۵
۰/۰۱	۴	۵	۵	۷
۰/۱	۱۱	۱۲	۱۴	۱۵
۱	۱۳	۱۸	۲۱	۲۱

جدول ۲. میزان مرگ‌ومیر تجمعی ماهی گورخری در معرض غلظت‌های مختلف سم فن‌والریت در مدت ۴ روز (n=۲۱)

غلظت	تعداد تلفات			
میکروگرم بر لیتر (ppb)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
شاهد	۰	۰	۰	۰
۰/۰۰۰۵	۰	۰	۰	۰
۰/۰۰۱	۳	۴	۵	۷
۰/۰۱	۵	۷	۷	۹
۰/۱	۶	۱۱	۱۱	۱۲
۱	۸	۱۳	۱۵	۱۹
۱۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱

نتایج به دست آمده از مقادیر غلظت‌های کشنده (LC۱۰– ۹۰) سم دلتامترین و فن‌والریت در ماهی گورخری به ترتیب در جدول ۳ و ۴ نشان داده‌شده است. میزان غلظت نیم کشنده (LC_{50}) سم دلتامترین در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب ۰/۱۸۳، ۰/۰۵۸، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۱۵ میکروگرم در لیتر بود (جدول ۳). همچنین میزان غلظت نیم کشنده (LC_{50}) سم فن‌والریت در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب ۰/۳۳۲، ۰/۰۷۷، ۰/۰۵۵ و ۰/۰۲۱ میکروگرم در لیتر بود (جدول ۴). با توجه به نتایج آزمایش سمیت حاد میزان حداکثر غلظت مجاز (MAC) سموم دلتامترین و فن‌والریت در ماهی گورخری به ترتیب ۰/۰۰۰۲ و ۰/۰۰۰۷ میکروگرم در لیتر محاسبه شد (شکل ۱).

جدول ۳. مقادیر غلظت‌های کشنده (LC۱۰– ۹۰) سم دلتامترین برای ماهی گورخری در دوره‌های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت

غلظت‌های کشنده (ppb)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
۱۰LC	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
۲۰LC	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲
۳۰LC	۰/۰۲۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴
۴۰LC	۰/۰۷۴	۰/۰۲۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸
۵۰LC	**۰/۱۸۳**	**۰/۰۵۸**	**۰/۰۲۲**	**۰/۰۱۵**
۶۰LC	۰/۴۵۷	۰/۱۱۶	۰/۰۴۲	۰/۰۲۹
۷۰LC	۱/۲۱۵	۰/۲۴۵	۰/۰۸۲	۰/۰۵۷
۸۰LC	۳/۸۱۴	۰/۵۸۵	۰/۱۸۲	۰/۱۲۶
۹۰LC	۱۸/۶۳۲	۱/۹۵۹	۰/۵۴۷	۰/۳۷۹

جدول ٤. مقادیر غلظت‌های کشنده (LC۱۰– ۹۰) سم فن‌والریت برای ماهی گورخری در دوره‌های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت

غلظت‌های کشنده (ppb)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
۱۰LC	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	–
۲۰LC	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲
۳۰LC	۰/۰۴۷	۰/۰۱۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴
۴۰LC	۰/۱۲۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۳	۰/۰۰۹
۵۰LC	**۰/۳۳۲**	**۰/۰۷۷**	**۰/۰۵۵**	**۰/۰۲۱**
۶۰LC	۰/۸۵۸	۰/۱۸۶	۰/۱۳۰	۰/۰۴۶
۷۰LC	۲/۳۴۱	۰/۴۷۹	۰/۳۲۶	۰/۱۰۷
۸۰LC	۷/۶۲۴	۱/۴۴۴	۰/۹۵۸	۰/۲۸۷
۹۰LC	۳۹/۲۰۹	۶/۶۷۹	۴/۲۷۰	۱/۱۳۰

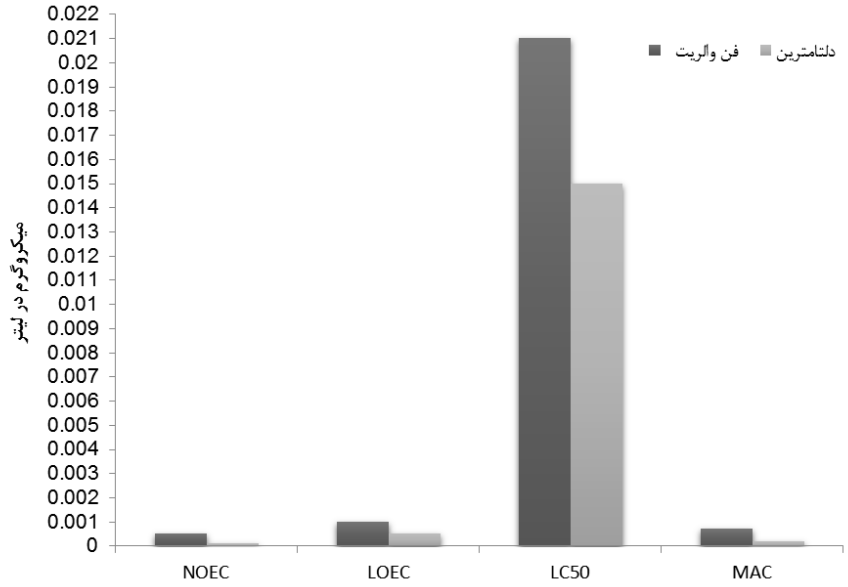
– غیر قابل محاسبه

از لحاظ رفتارشناسی ماهیان گروه شاهد در طول دوره آزمایش دارای رفتاری عادی بودند. به این صورت که این ماهیان به‌صورت دسته‌جمعی در تمام محیط آکواریوم شنای عادی داشتند. اولین تغییرات رفتاری در ماهیان، ۱۵ دقیقه بعد از در معرض قرارگیری با سم دلتامترین در غلظت‌های ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱ میکروگرم در لیتر مشاهده شد. همچنین ماهیان گورخری ۳ ساعت بعد از مواجهه با غلظت‌های بالای سم فن‌والریت (۰/۰۱، ۰/۱، ۱ و ۱۰ میکروگرم در لیتر) رفتار غیرعادی از خود نشان دادند. این تغییرات در زمان‌های اولیه شامل تجمع ماهیان در محل هوادهی بود. با افزایش زمان، ماهیان

Archive of SID

www.SID.ir

گورخری به ترتیب دارای شنای انفرادی در سطح آب با افزایش حرکات سرپوش آبششی، حرکات عصبی و شنای نامنظم و دایره‌ای و عدم تعادل و شنا به پهلو بود. شدت این رفتار غیرعادی با افزایش غلظت سم و افزایش زمان در معرض قرارگیری افزایش می‌یافت. در کمترین غلظت‌های سم دلتامترین و فن‌والریت رفتار ماهیان، مشابه با گروه شاهد بود. بعد از ۹۶ ساعت علائم بالینی مشاهده شد در ماهیان زنده در معرض دلتامترین شامل خمیدگی ستون فقرات و تیرگی رنگ با افزایش ترشحات موکوس بود. درحالی‌که در ماهیان در معرض سم فن‌والریت خوردگی باله‌ها و خون‌مردگی در سر ماهیان، مشاهده شد.



شکل ۱. مقادیر غلظت بی اثر (NOEC)، حداقل غلظت مؤثر (LOEC)، غلظت نیم کشنده (LC_{50})۹۶ ساعته و حداکثر غلظت مجاز سموم (MAC) دلتامترین و فن‌والریت برای ماهی گورخری

بحث و نتیجه‌گیری

گروه بزرگی از آلاینده‌های زیست‌محیطی، سموم کشاورزی می‌باشند. نفوذ زهکش آب‌های سطحی، مزارع کشاورزی و روان آب‌های سطحی بخصوص پس از بارندگی و فصول بارانی سال باعث ورد سموم به پیکره‌های آبی نظیر رودخانه‌ها، دریاها و دریاچه‌ها شده و باعث تأثیرات مخرب و تلفات بر موجودات غیر هدف ازجمله ماهیان می‌شود (Burkepile *et al.*, 2000). در آزمون سمیت مواد شیمیایی یا آفت‌کش‌های جدید برای آبزیان، تعیین سمیت حاد[1] اولین مرحله از مطالعات سم‌شناسی[2] است که به بررسی غلظت نیمه کشنده یا LC_{50} مواد سمی محلول در آب می‌پردازد. LC_{50} مفهوم آماری است که بیانگر مرگ‌ومیر ۵۰٪ موجودات در معرض آلاینده در زمان مشخص است که بیشتر بر اساس ۹۶ ساعت بعد از در معرض قرارگیری گزارش می‌شود (Elia *et al.*, 2003). بر اساس طبقه‌بندی سطوح سمیت آفت‌کش‌ها، سمومی که میزان غلظت نیمه کشنده آن‌ها کمتر از ۱۰ میکروگرم در لیتر باشد، جزء آفت‌کش‌های فوق‌العاده سمی دسته‌بندی می‌شوند (Scott *et al.*, 1987). با توجه به نتایج این تحقیق، میزان غلظت نیمه‌کشنده سموم دلتامترین و فن‌والریت در تمام دوره آزمایش (۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) از ۱۰ میکروگرم در لیتر کمتر می‌باشد. درنتیجه این

1. Acute intoxication
2. Toxicology

Archive
www.SID.ir

سموم برای ماهی گورخری ازنظر درجه سمیت در سموم فوق‌العاده سمی و کشنده قرار می‌گیرند. Bhattacharya & Kaviraj (2009) میزان LC_{50} ۹۶ ساعته فن‌والریت برای ماهیان *Clarias batrachus*، *Channa punctatus* و *Heteropneustes fossilis* به ترتیب ۳/۱۹، ۲/۹۳ و ۱/۷۸ میکروگرم در لیتر گزارش کردند. همچنین میزان غلظت نیمه کشنده ۹۶ ساعته فن‌والریت برای ماهی کاتلا و مریگال ۶ میکروگرم در لیتر گزارش شده است (Mushigeri and David, 2005). در گربه‌ماهی آب شیرین (*Clarias gariepinus*) میزان غلظت نیمه کشنده ۹۶ ساعته فن‌والریت برابر با ۴/۷۶ میکروگرم در لیتر بود. درحالی‌که غلظت نیمه کشنده ۹۶ ساعته فن‌والریت برای لارو ماهی قنات (*Pimephales promelas*) ۰/۸۵ میکروگرم در لیتر گزارش شد (Bradbury *et al*., 1987). با توجه به اینکه میزان غلظت نیمه کشنده ۹۶ ساعته فن واریت در ماهی گورخی ۰/۰۲۱ میکروگرم در لیتر بود می‌توان نتیجه گرفت که این ماهی از بقیه ماهیان مطالعه شده نسبت به فن‌والریت بسیار حساس‌تر می‌باشد.

گزارش‌های متعددی درباره سمیت زیاد دلتامترین در گونه‌های مختلف ماهیان وجود دارد. میزان LC_{50} ۹۶ ساعته دلتامترین در ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) و فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) به ترتیب ۴۲ و ۳۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد (Hedayati *et al*., 2012). همچنین میزان LC_{50} ۴۸ ساعته دلتامترین برای ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) و گربه‌ماهی اروپایی (*Silurus glanis*) ۵/۱۳ و ۱/۲۱ میکروگرم در لیتر گزارش شده است (Köprücü *et al*., 2006; Viran *et al*., 2003). در مطالعه دیگر، محققین میزان LC_{50} ۹۶ ساعته دلتامترین برای ماهی قزل‌آلا و کپور به ترتیب ۰/۳۹ و ۱/۸۴ میکروگرم در لیتر گزارش کردند (Mestres, 1992). با مقایسه میزان LC_{50} ۹۶ ساعته دلتامترین در ماهی گورخری با مطالعات انجام شده می‌توان به این نتیجه رسید که این‌گونه نسبت به سایر گونه‌ها بسیار حساس‌تر می‌باشد. به‌عنوان‌مثال دلتامترین برای ماهی گورخری نسبت به ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان، ۲۵ برابر سمی‌تر است. با مقایسه مقادیر LC_{50} ۹۶ ساعته سموم دلتامترین و فن‌والریت در ماهی گورخری می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دلتامترین۱/۵ برابر نسبت به فن‌والریت برای این‌گونه سمی‌تر می‌باشد. همچنین مقادیر NOEC و MAC در ماهی گورخری برای سم فن‌والریت بیشتر از دلتامترین است که تأیید کننده این موضوع است (شکل ۱). سمیت بالای پیروتروئید می‌تواند به خاطر خاصیت چربی‌دوست بودن این سموم باشد که باعث می‌شود در صورت وجود این سموم حتی در غلظت‌های بسیار پایین در پیکره‌های آبی به‌راحتی توسط آبشش به بدن آبزیان نفوذ کرده و باعث مرگ‌ومیر در آن‌ها شود (Mishra *et al*. 2005).

سموم پیروتروئید مهارکننده فعالیت آنزیم کولین استراز هستند. این آنزیم با شکستن استیل کولین در پایانه اعصاب باعث انتقال پیام‌های عصبی می‌گردد و به عملکرد صحیح سیستم عصبی کمک می‌کند. با مهار فعالیت آنزیم کولین استراز توسط پیروتروئیدها استیل کولین در محل سیناپس‌ها تجمع می‌یابد که باعث اختلال در کارکرد عصبی و حرکات عضلانی و تنفسی می‌شود (Miron *et al*., 2005). رفتار غیرعادی ماهیان گورخری در معرض غلظت‌های بالای سموم دلتامترین و فن‌والریت می‌توانند به علت ویژگی مهارکنندگی فعالیت آنزیم کولین استراز توسط سموم مورد مطالعه باشد. علائم ظاهری و بالینی سمیت حاد در ماهیان گورخری در مواجه با فن‌والریت و دلتامترین با نتایج دیگر محققین در ماهیان کلمه و فیتوفاگ (Shaluei *et al*., 2012)، ماهی گوپی و گربه ماهی اروپایی (Köprücü *et al*., 2006; Viran *et al*., 2003) و ماهی کپور (Çalta & Ural, 2004) در مواجه با سایپرمترین و دلتامترین مشابه بود.

Archive of SID

www.SID.ir

درمجموع، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد سموم دلتامترین و فن‌والریت برای ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری فوق‌العاده سمی هستند. وجود این سموم در غلظت‌های بسیار پایین در محیط‌های زیست این گونه می‌تواند باعث تلفات شدید در این گونه شود. لذا برای حفظ این‌گونه ارزشمند باید از کاربرد این سموم در مزارعی که احتمال آلوده شدن زیستگاه این‌گونه وجود دارد، خودداری کرد. مبارزه بیولوژیکی با آفات جایگزینی مناسبی برای استفاده از این سموم می‌باشد.

REFERENCES

APHA.; (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th edition. American Public Health Association, Washington, D. C. Beachwatch. pp: 349-351.

Bhattacharya, M.; Kaviraj, A.; (2009). Toxicity of the pyrethroid pesticide fenvalerate to freshwater catfish *Clarias gariepinus*: Lethality, biochemical effects and role of dietary ascorbic acid, Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes; 44(6): 578-583.

Bradbury, SP.; Symonik, DM.; Coats, JR.; Atchison, GJ.; (1987). Toxicity of fenvalerate and its constituent isomers to the fathead minnow, *Pimephales promelas* and bluegill, *Lepomis macrochirus*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology; 38: 727-735.

Burkepile, DE.; Moore, MT.; Holland, MM.; (2000). Susceptibility of Five Nontarget Organisms to Aqueous Diazinon Exposure. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology; 64: 114-121.

Calta, M.; Ural, MS.; (2004). Acute toxicity of the synthetic pyrethroid deltamethrin to young mirror carp, *Cyprinus carpio*. Fresenius Environmental Bulletin; 13: 1179-1183.

Elia, AC.; Galarini, R.; Taticchi, MI.; Dorr, AJ.; Mantilacci, L.; (2003) Antioxidant responses and bioaccumulation in *Ictalurus melas* under mercury exposure. Ecotoxicology and Environmental Safety; 55: 162-167.

Hedayati, A.; Kolangi Miandareh, H.; Shaluei, F.; Jahanbakhshi, A.; (2012). Toxicity responses of Silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and Roach (*Rutilus rutilus*) during lethal exposure to Deltamethrin. Journal of Comparative Clinical Pathology Research; 1(2): 47-51.

Keivany, Y.; Soofiani, NM.; (2004). Contribution to the biology of Zagros toothcarp,*Aphanius vladykovi* (Cyprinodontidae) in central Iran. Environmental Biology of Fishes; 71: 165-169.

Koprucu, K.; Aydin, R.; (2004). The toxic effects of insects pyrethroid deltamethrin on the common carp *Cyprinus carpio* embryos and larvae. Pesticide Biochemistry and Physiology; 80: 47-53.

Köprücü, SS.; Köprücü, K.; Ural, MS.; (2006). Acute Toxicity of the Synthetic Pyrethroid Deltamethrin to Fingerling European Catfish, *Silurus glanis*, L. Environmental Contamination and Toxicology; 76: 59-65.

Mestres, R.; (1992). Deltamethrin: uses and environmental safety, Reviews of Environmental Contamination and Toxicology; 124: 1-18.

Miron, D.; Crestani, M.; Schetinger, MR.; Morsch, VM.; Baldisserotto, B.; Tierno, MA.; Moraes, VLP.; (2005). Effects of the herbicides clomazone, quinclorac, and metsulfuron methyl on acetylcholinesterase activity in the silver catfish (*Rhamdia quelen*) (Heptapteridae), Ecotoxicology Environmental Safety; 61: 398-403.

Mishra, D.; Srivastava, SK.; Srivastava, AK.; (2005). Effects of the insecticide

Archive of SID

www.SID.ir

cypermethrin on plasma calcium and ultimobranchial gland of a teleost, *Heteropneustes fossilis*. Ecotoxicology and Environmental Safety; 60: 193-197.

Mushigeri, SB.; David, M.; (2005). Fenvalerate induced changes in the Ach and associated AchE activity in different tissues of fish *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) under lethal and sub-lethal exposure period. Environmental Toxicology and Pharmacology; 20: 65-72.

OECD.; (2002). Guidelines for the testing of chemicals, Lemna sp. Growth Inhibition Test Draft Guideline, Paris, pp: 221.

Scott, GI.; Baughman, DS.; Trim, AH.; Dee, JC.; (1987). Lethal and sublethal effects of insecticides commonly found in nonpoint source agricultural runoff to estuarine fish and shellfish. In Pollution Physiology of Estuarine Organisms; Vernberg WB., Calabrese A., Thurberg FP., Vernberg FJ., Eds.; University of South Carolina Press: Columbia, SC, pp: 251-273.

Shaluei, F.; Hedayati, A.; Kolangi, H.; Jahanbakhshi, A.; Baghfalaki, M.; (2012). Evaluation of the Acute Toxicity of Cypermethrin and its Effect on Behavioral Responses of Caspian Roach (*Rutilus rutilus* caspicus) and Silver Carp (*Hypophthalmicthys molitrix*). Global Veterinaria; 9(2): 215-219.

Shaluei, F.; Hedayati, A.; Jahanbakhshi, A.; Kolangi, H.; Fotovat, M.; (2013). Effect of subacute exposure to silver nanoparticle on some hematological and plasma biochemical indices in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). Human & Experimental Toxicology; 32(12): 12170-1277.

Viran, R.; UnlüErkoç F.; Polat, H.; Koçak, O.; (2003). Investigation of acute toxicity of deltamethrin on guppies (*Poecilia reticulata*). Ecotoxicology and Environmental Safety; 55: 82- 85.

Young, AL.; (1987). Minimising the risk aociated with peticides use on overview in pesticides-minimizing the risks. ragsdale R J. Kuhr (Eds). ACS symp. ser. 336 American Chemical Societies, pp: 37-67.

Archive of SID

www.SID.ir