مطالعه آثار کشندگی و هیستوپاتولوژیک ناشی از سم آندوسولفان در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) [۱]

عیسی شریف پور [۲] مهدی سلطانی [۳] بهزاد فتح اللهی [۴]

چکیده

به منظور ارزیابی آثار کشندگی سم آفت کش آندوسولفان آزمایش تعیین سمیت حاد آن به روش ساکن و بر اساس روش استاندارد (OECD) بر روی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با وزن متوسط ۱۲/۵ گرم (۲۰-۵ گرم) و ۳۰/۵ گرم (۴۰-۲۱ گرم) و در درجه حرارت متوسط ۲۱°C انجام گرفت.

محدوده کشندگی سم برای ماهیان گروه وزنی ۲۰-۵ گرم ۰/۰۰۲۲-۰/۰۰۰۲ میلیگرم در لیتر و برای گروه وزنی ۴۰-۲۱ گرم ۰/۰۰۴۶-۰/۰۰۱ میلیگرم در لیتر برآورد شد. مقادیر LC_{50} در فواصل زمانی ۷۲،۴۸،۲۴ و ۹۶ ساعت برای ماهیان ۲۰-۵ گرمی به ترتیب ۰/۰۰۶۱، ۰/۰۰۲۹ ، ۰/۰۰۱۶ و ۰/۰۰۰۹ میلیگرم در لیتر و برای ماهیان ۴۰-۲۱ گرمی به ترتیب ۰/۰۰۷۹، ۰/۰۰۵۳ ، ۰/۰۰۳۵ و ۰/۰۰۲۴ میلیگرم در لیتر برآورد شد. با توجه به نتایج LC_{50} که کمتر از ۰/۱ میلیگرم در لیتر می‌باشد، آندوسولفان را می‌باید در دسته سموم شدیداً سمی(Very High Toxic) برای ماهی کپور معمولی در نظر گرفت.

ماهیان مسموم از نظر بالینی علایمی‌از قبیل شنای غیر عادی، چرخش، سقوط به کف آکواریوم، بهبودی نسبی و تشنج شدید از خود نشان می‌دادند. به علاوه اینگونه ماهیان دچار اختلال تنفسی شده و بویژه در غلظت‌های بالای سم در فاصله زمانی کوتاهی تلف می‌شدند. همچنین ماهیان مسموم رنگ پریده‌تر از حالت طبیعی بودند. در بررسی میکروسکوپیک بافت‌های ماهیان مسموم، پرخونی، تورم و جدا شدن رشته‌های آبششی به علاوه نکروز رشته‌های آبششی در غلظت‌های بالای سم، پرخونی و نکروز بافت کلیوی همراه با افزایش سلول‌های آماسی در بافت بینابینی کلیه، پرخونی و تا حدی نکروز سلول‌های کبدی قابل مشاهده بود.

واژه‌های کلیدی: *آندوسولفان، ماهی کپور معمولی، سمیت، LC_{50}، هیستوپاتولوژی.*

---

[۱] – تاریخ دریافت: ۸۲/۹/۱۱، تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۲۵

[۲] – دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات شیلات ایران (E-mail:issasharifpour@yahoo.com)

[۳]- گروه آموزشی بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

[۴]- کارشناس ارشد شیلات دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

یکی از تدابیر به کار گرفته شده بشری برای تامین مواد غذایی و رفع نیاز پروتیین حیوانی و گیاهی مبارزه با آفت‌هاست که این امر موجب تقاضای بیشتر و در نتیجه گسترش صنایع تولید سم و تجهیزات کاربرد آن گشته است.

در ایران مقدار خسارات آفت‌ها و بیماری‌ها بر محصولات کشاورزی ۳۰ درصد در سال تخمین زده شده و مقدار سرانه آفت‌کش‌ها در ایران ۳ گرم ماده فعال برآورد شده است (۴). با توجه به اینکه ایران در منطقه خشک و گرم کره زمین قرار دارد لذا سموم استفاده شده در مزارع در فاصله کوتاهی پس از پاشیدن بر روی خاک‌ها، از طریق آب حاصل از آبیاری یا بارندگی شسته شده و وارد منابع آبی می‌شوند. ورود سموم به آب‌ها می‌تواند باعث مرگ و میر آبزیان شده و یا در بدن آن‌ها تجمع یافته و از طریق زنجیره‌های غذایی وارد بدن انسان که مصرف کننده آنهاست شود. یکی از عوامل اصلی نابودی ماهیان و سایر آبزیان، وارد شدن سموم به تالاب‌ها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و دریاها می‌باشد (۳).

انتشار آلودگی آفت‌کش‌ها با توجه به ویژگی‌های محیط‌های آبی نظیر سطح منطقه و عمق، ویژگی‌های هیدرولیکی و زمین شناسی متفاوت است، به همین دلیل بیشترین بقای آفت‌کش‌ها در رودخانه‌ها بوده و در مصب‌ها بقای کمتری داشته و پایین‌ترین بقای آن‌ها متعلق به اقیانوس‌هاست. گسترش آلودگی در منابع آبی مختلف، بستگی به مجاورتشان نسبت به منطقه کشاورزی یا صنعتی دارد (۱۲).

گستردگی مزارع کشاورزی و باغات در سواحل دریای خزر، خصوصاً منطقه گرگان و دشت، خوزستان و استان‌های جنوبی کشور، مقدار مصرف آفت‌کش‌ها را بالا برده که در این میان آندوسولفان یکی از مهم‌ترین آفت‌کش‌های مورد استفاده در این مناطق به شمار می‌آید. یکی از روش‌های نادرست استفاده از این سموم به کار بردن آن برای صید ماهیان می‌باشد. متاسفانه گزارشات متعددی توسط سازمان حفاظت محیط زیست و شبکه‌های دامپزشکی وجود دارد مبنی بر این که صیادان غیر مجاز با ریختن سم آندوسولفان به داخل کانال‌ها، رودخانه‌ها و آبگیرها اقدام به صید ماهی نموده و آن‌ها را به بازار مصرف رسانیده‌اند. همچنین این سم با راه یافتن به استخرهای پرورش ماهی، مرگ و میر سریع ماهیان را موجب می‌شود. گوشتخواران نظیر پرندگان، پستانداران و انسان‌ها که در بالای زنجیره غذایی قرار دارند اغلب به وسیله خوردن ماهی مسموم، این آلوده کننده‌ها را از اکوسیستم آبی وارد بدن خود می‌کنند.

هدف از این تحقیق، بررسی و ارزیابی آثار کشنده آفت‌کش ارگانوکلره آندوسولفان، که به طور وسیع و به اشکال مختلف در باغ‌ها و مزارع مورد استفاده قرار می‌گیرد، تعیین غلظت کشنده آن، مشخص نمودن محدوده کشندگی سم، بررسی علایم رفتاری ماهی در معرض سم قرار گرفته و همچنین ضایعات احتمالی هیستوپاتولوژیک ناشی از این سم بر روی بعضی اندام‌های حیاتی ماهی کپور معمولی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

۱- سم آندوسولفان: سم آفت کش ارگانوکلره آندوسولفان به صورت امولسیون ۳۵درصد برای این تحقیق استفاده شد. این سم به وسیله اداره کل دامپزشکی استان خوزستان از تعدادی از صیادانی که به صورت غیر قانونی از آن برای صید ماهی در برخی کانال‌ها و آبگیرهای اطراف اهواز استفاده می‌کردند ضبط شده بود.

۲- ماهی: تعداد یکصد عدد ماهی کپور معمولی در دو گروه وزنی ۲۰-۵ گرمی و ۴۰-۲۱ گرمی‌از مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی (سمسکنده) ساری تهیه گردید.

۳- سایر مواد و وسایل مورد استفاده: آکواریوم و تانک‌های مورد نیاز، وان، اکسیژن متر، کیت‌های مخصوص اندازه‌گیری سختی، نیتریت، نیترات و کلسیم آب، pH متر، دستگاه اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC)، پیپت و بشر مدرج.

روش کار

تثبیت کیفیت آب

با توجه به اینکه شرایط کیفیت آب در طول اجرای این گونه آزمایش‌ها مهم می‌باشد لذا فاکتورهای مربوط به آب شامل؛ سختی کل، درجه حرارت، مقدار اکسیژن محلول، pH، غلظت نیتریت، نیترات، فسفات و EC طی اجرای آزمایش‌ها مشخص و ثابت در نظر گرفته شد. این فاکتورها در فواصل زمانی کوتاه (هر ۶ ساعت یکبار) به طور منظم کنترل و اندازه گیری شدند. مشخصات فاکتورهای مربوط به آب مورد استفاده در آزمایش‌ها در جدول (۱) آمده است.

ماهی‌های مورد آزمایش برای سازگاری با شرایط جدید که در آن آزمایش‌ها انجام می‌شد، به مدت ۷ روز قبل از انجام آزمایش‌های اصلی در آکواریوم‌ها نگهداری شدند. ماهی‌ها ۳ بار در روز تغذیه می‌شدند و ۲ روز پیش از شروع آزمایش‌ها تغذیه آن‌ها قطع گردید.

جدول ۱- متغییرهای آب مورد استفاده در مدت اجرای آزمایش‌ها

متغیرها	مقدار
درجه حرارت	۲۱ (متوسط) $^{\circ}C$
pH	۷ (متوسط)
هدایت الکتریکی (EC)	۰/۶-۰/۸ میلی زیمنس
غلظت نیتریت	۰/۰۰۶-۰/۰۰۹ میلیگرم در لیتر
غلظت نیترات	۲/۵-۳/۵ میلیگرم در لیتر
سختی کل (HT)	۳۴۰-۴۲۰ میلیگرم در لیتر
غلظت اکسیژن محلول	۶/۵-۸ میلیگرم در لیتر
غلظت فسفات	۱/۲-۱/۴ میلیگرم در لیتر

آزمایش بقا

قبل از شروع آزمایش و افزودن سم به تیمارهای مختلف ابتدا می‌بایست وضعیت بقا و توان زیستی بچه ماهیان را در شرایط یکسان با آزمایش اصلی با رعایت کلیه شرایط حاکم بر آزمایش اصلی بررسی نمود تا مطمئن شد که غیر از سم عامل دیگری در مرگ و میر احتمالی بچه ماهیان دخالت نداشته است. آزمایش بقاء در سه تکرار و در دو گروه وزنی ۲۰-۵ و ۴۰-۲۱ گرم انجام گرفت. تعداد ده عدد ماهی از هر دو گروه وزنی در آکواریوم‌هایی که به ازای یک گرم وزن ماهی یک لیتر آب داشت نگهداری و مورد آزمایش قرار گرفتند. هوادهی به آکواریوم‌ها با استفاده از سنگ هوا در تمام مدت آزمایش انجام می‌شد. آب آزمایش مشابه همان آبی بود که در زمان سازگاری ماهی‌ها استفاده شده بود. در مدت ۸ روز (۲ برابر مدت آزمایش اصلی) آزمایش، از پریود نوری ۱۶-۱۲ ساعت در روز استفاده گردید. ماهی‌ها در طول آزمایش تغذیه نشدند و حداقل ۲ روز قبل از آزمایش نیز غذادهی به آن‌ها قطع گردید. در طی روزهای سازگاری ماهی‌ها قبل از شروع آزمایش اصلی، مقدار مرگ و میر ماهی‌ها در هر ۲۴ ساعت یک‌بار ثبت گردید.

تعیین محدوده کشندگی

برای تعیین محدوده کشندگی گروه‌های ۱۰ تایی ماهی ۲۰-۵ گرمی‌را در تانک قرار داده و شرایط آزمایش همانند شرایط آزمایش بقا فراهم گردید. سپس غلظت بالایی از سم (1ppm) انتخاب و به آب اولین تانک اضافه و در تانک‌های دیگر نیز مقدار سم به روش تصاعد هندسی محاسبه (۰/۵ ppm، ۰/۲، ۰/۱ و ...) و به آنها اضافه شد. آزمایش‌ها در ۳ تکرار با غلظت‌های به دست آمده انجام گردید. سپس تلفات در طی ۴ روز (۹۶ ساعت)، هر ۲۴ ساعت یک‌بار، بررسی و ثبت گردید. برای گروه وزنی ۴۰-۲۱ گرم نیز همین اعمال انجام گرفت.

آزمایش تعیین سمیت (LC_{50}-96h)[1]

تعیین سمیت حاد آندوسولفان بر روی ماهی کپور معمولی در کوتاه مدت (۹۶ ساعت) بر طبق روش استاندارد (OECD)[2] (۱۴) صورت پذیرفت. در این روش، اجرای آزمایش‌ها به صورت ساکن (static) بوده و مقدار مرگ و میر طی ۹۶ ساعت به صورت هر ۲۴ ساعت یک بار ثبت می‌گردید به طوری که مقدار تلفات در فواصل زمانی ۷۲،۴۸،۲۴ و ۹۶ ساعت رکوردگیری و میانگین غلظتی از سم که در طول این دوره زمانی قادر به ایجاد ۵۰ درصد تلفات در گروه‌های آزمایشی بوده را محاسبه کرده که تحت عنوان LC_{50} ۹۶ ساعته بیان می‌شود. برای به دست آوردن LC_{50} ۹۶ ساعته ابتدا لازم است محدوده اثر سم در بیشترین غلظتی که باعث هیچ گونه مرگ و میر نشود و نیز حداقل غلظتی که باعث ۱۰۰ درصد تلفات ماهی‌ها شود مشخص گردد. پس از انجام آزمایشات لازم برای تعیین محدوده کشندگی برای ماهیان گروه‌های وزنی ۲۰-۵ گرم و ۴۰-۲۱ گرم، محدوده به دست آمده مورد نظر به روش تصاعد حسابی به ۵ قسمت تقسیم گردیده و آزمایش‌های اصلی تعیین سمیت حاد در ۳ تکرار با غلظت‌های به دست آمده، انجام گرفت و مقدار تلفات در مدت ۷۲،۴۸،۲۴ و ۹۶ ساعت ثبت و رکوردگیری شد. مقادیر سم مورد استفاده برای ماهی‌های گروه وزنی ۲۰-۵ گرمی‌شامل ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۷، ۰/۰۰۱۲، ۰/۰۰۱۷، ۰/۰۰۲۲ میلیگرم در لیتر و برای ماهی‌های گروه وزنی ۴۰-۲۱ گرمی‌شامل ۰/۰۰۱، ۰/۰۰۱۹، ۰/۰۰۲۸، ۰/۰۰۳۷ و ۰/۰۰۴۶ میلیگرم در لیتر بود.

آسیب شناسی

از نمونه‌های بافتی آبشش، کلیه و کبد فیکس شده در فرمالین ۱۰ درصد، پس از طی مراحل آب گیری، شفاف کردن و پارافینه کردن، با استفاده از میکروتوم دوار مقاطع ۵ میکرونی تهیه و به روش هماتوکسیلین وائوزین رنگ‌آمیزی شده و سپس با استفاده از میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند.

آنالیز آماری داده‌ها

پس از به دست آوردن مقدار تلفات، درصد تغییرات نسبت به شاهد و لگاریتم غلظت، اعداد لازم از جدول مخصوص Probit Value استخراج شده و سپس داده‌ها از طریق برنامه‌های رایانه‌ای Spss و Quattro pro پردازش و با استفاده از معادله خطی رگرسیون Y=a+bX نسبت به تعیین LC طی روزهای مختلف تا ۹۶ ساعت پس از قرار گرفتن در معرض سم اقدام شد. در معادله مذکور a عدد ثابت، b شیب خط (Slope)، y مقدار Probit نرخ رشد ۵۰ و X مجهول می‌باشد که چنانچه Antilog مقادیر X به دست آمده گرفته شود مقدار LC در همان روز به دست خواهد آمد.

نتایج

نتایج آزمایش بقا

با توجه به آزمایشات انجام گرفته تا ۹۶ ساعت پس از نگهداری ماهیان، هیچ‌گونه مرگ و میری در دو گروه وزنی مشاهده نگردید و مقدار بقا ۱۰۰ در صد بوده است ولی از روز چهارم به بعد، که زمان افزودن سم به آکواریوم‌ها بود، تلفات آغاز گردید به طوری که درصد بقا در روز هشتم در گروه وزنی ۲۰-۵ گرم به ۸۰ درصد و در گروه وزنی ۴۰-۲۱ گرم به ۹۰ درصد رسید.

نتایج تعیین محدوده کشندگی

محدوده کشندگی برای ماهیان ۲۰-۵ گرمی۰/۰۰۲۲-۰/۰۰۰۲ و برای ماهیان ۴۰-۲۱ گرمی۰/۰۰۴۶ - ۰/۰۰۱ میلیگرم در لیتر به دست آمد.

نتایج LC_{50} ۹۶ ساعت

نتایج به دست آمده در مورد LC_{50} در جدول (۲) آمده است.

علایم رفتاری ماهی‌ها پس از تاثیر سم

از نظر رفتاری و علایم بالینی، ماهیان ابتدا دچار شنای غیر عادی و عمودی شده و سپس در کف آکواریوم به صورت افقی و یا به پهلو شنا می‌کردند. بعد از مدتی به سطح آب

---

۱ -Lethal concentration

۲- Organisation Economic Cooperation and Development

جدول ۲- مقادیر مختلف LC_{50} در طی ۴ روز متوالی برای ماهیان دو گروه وزنی آزمایش شده برحسب میلیگرم در لیتر

زمان (ساعت) / گروه وزنی (گرم)	۲۴h	۴۸h	۷۲h	۹۶h
۵-۲۰	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۹
۲۱-۴۰	۰/۰۰۷۹	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۲۴
میانگین دو گروه وزنی	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۶

آمده و مجدداً به صورت کاملاً وارونه در کف آکواریوم قرار می‌گرفتند. سپس حرکت ناهماهنگ اندام‌ها شروع شده و متعاقب آن ماهی شدیداً دچار تشنج شده و به شدت به لرزش در آمده و پس از مدت زمان کوتاهی به حالت طبیعی برمی‌گشتند. این عمل مجدداً تکرار و پس از مدتی ماهی تلف می‌شد. علاوه بر علایم یاد شده ماهیان دچار اختلالات تنفسی شده به طوری که سرپوش‌های آبششی را مدام باز و بسته می‌کردند. همچنین ماهیان دارای رنگ روشن شده (رنگ پریده) و ذکر این نکته لازم است که با افزایش مقدار غلظت سم عملاً رفتار غیر عادی ماهیان افزایش می‌یافت.

نتایج مطالعات آسیب شناسی

نتایج آسیب شناسی بافت‌های آبشش، کلیه و کبد ماهیانی که در معرض سم قرار گرفته بودند به شرح زیر است:

در آبشش‌ها پرخونی، تورم لایه پایه، هیپرپلازی و کنده شدن رشته‌های آبششی ثانویه قابل مشاهده بود. در غلظت‌های بالاتر تورم در رشته‌های آبششی اولیه و ثانویه و همچنین نکروز شدید نیز مشاهده شد (اشکال ۱و۲).

در بافت کلیه برخی نمونه‌ها ضایعات خاصی دیده نشد ولی در تعدادی از نمونه‌ها عروق کلیوی و کلاف مویرگی شبکه گلومرولی پرخون بوده و در سلول‌های اپی تلیال شبکه گلومرولی، لوله‌های کلیوی و همچنین بافت بینابینی مقداری نکروز اتفاق افتاده بود (شکل ۳).

در بافت کبد پرخونی و اتساع سینوزوییدها و عروق خونی، واکویوله شدن سلول‌های کبدی و نکروز در بافت کبدی دیده شد(شکل۴).

شکل ۱- هیپرپلازی بافت پریکندریوم رشته‌های اولیه (H) و نکروز رشته‌های ثانویه آبششی (N) در ماهی‌های در معرض سم آندوسولفان قرار گرفته دیده می‌شود (H&E, X100)

شکل ۲- در این تصویر تورم لایه پایه (پیکان‌ها)، پرخونی و خونریزی (C) و نکروز رشته‌های ثانویه آبششی (N) و همچنین تورم و جدا شدن لایه پایه رشته اولیه آبششی (E) مشاهده می‌شود (H&E, X400)

شکل ۳- در این تصویر نکروز لوله‌های ادراری، بافت بینابینی و لوله‌های کلیوی (N) و همچنین پرخونی و خونریزی در عروق کلیوی و گلومرول‌ها (H) دیده می‌شود (H&E, X100)

شکل ۴- بافت کبد کپور معمولی حمام داده شده با سم آندوسولفان دچار واکویوله شدن سلول‌های کبدی (V)، نکروز (N)، اتساع و پرخونی سینوزوییدها و عروق خونی (پیکان‌ها) شده است (H&E, X250)

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه فاکتورهای زیست محیطی به‌ویژه فاکتورهای کیفی آب بر روی نتایج حاصل از آزمایش سموم در آبزیان اثر مستقیمی می‌گذارد لذا بسته به شرایط کیفی آب به‌ویژه فاکتورهایی نظیر درجه حرارت، اکسیژن محلول، درجه سختی و pH که بر روی مقدار جذب و سمیت سموم اثر می‌گذارد، نتایج حاصله توسط افراد مختلف ممکن است متفاوت باشد. به عنوان مثال سم آندوسولفان دارای ضریب دمایی مثبت است یعنی با افزایش دمای آب، بر مقدار سمیت آن افزوده می‌شود (۵). به هر حال می‌توان با توجه به نتایج موجود تا حدی نسبت به مقایسه مقدار فاکتور حساسیت در گونه‌های مختلف ماهیان اقدام نمود.

در مطالعه‌ای توسط گانسن و همکاران[1] (۱۹۸۱) مقادیر LC_{50} سم آندوسولفان بر روی ماهی تیلاپیا (*Oreochromis mossambicus*) در فواصل زمانی ۹۶،۷۲،۴۸،۲۴ ساعت پس از آزمایش به ترتیب ۰/۰۲ ، ۰/۰۱۲، ۰/۰۰۷، ۰/۰۰۶ میلیگرم در لیتر تخمین زده شده است. در تحقیق حاضر مقادیر مورد نیاز در فواصل زمانی یادشده برای ماهی کپور به ترتیب ۰/۰۰۷، ۰/۰۰۴۱، ۰/۰۰۲۵، ۰/۰۰۱۶ میلیگرم در لیتر تعیین گردیده است بنابراین با مقایسه اعداد حاصله می‌توان گفت که گونه تیلاپیای مذکور نسبت به ماهی کپور حدوداً ۳ برابر به این سم مقاوم‌تر می‌باشد(۸).

۱ -Gansen *et al.*

لیونگ و همکاران[1] ۱۹۸۸ (۱۱) طی مطالعه‌ای مقدار LC_{50} ۲۴ ساعته سم آندوسولفان را بر روی نوعی ماهی تیلاپیا (*Tilapia sp.*) ۰/۰۱۳ ppm برآورد نمودند. نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که این گونه تیلاپیا تا ۱/۸ برابر کپور نسبت به این سم مقاوم‌تر است.

همچنین جانسون و تولدو[2] (۱۹۹۳) مقدار LC_{50} ۲۴ ساعته در مورد ماهی زبرا (*Brachydanio rerio*) و نوعی ماهی نترا (*Hyphessobrycon bifasciatus*) را به ترتیب ۰/۰۰۲۶ و ۰/۰۰۱۶ میلیگرم در لیتر گزارش نمودند، که با مقایسه با نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که ماهی کپور به ترتیب به مقدار ۲/۷ و ۴/۴ برابر نسبت به این سم مقاوم‌تر می‌باشد(۱۰). همچنین مقدار LC_{50} ۹۶ ساعته برای نوعی ماهی سیم دریایی (*Striped bass*) ۰/۰۰۰۱ تخمین زده شده است که در مقایسه با مطالعه حاضرنشان می‌دهد ماهی کپور نسبت به آن ۱۶ برابر مقاوم‌تر می‌باشد. با توجه به مقدار LC_{50} ۹۶ ساعته مارماهی اروپایی (*Anguilla anguilla*) در برابر این سم که ۰/۰۴۲ است می‌توان گفت که مقاومت مارماهی در برابر آندوسولفان در مقایسه با کپور معمولی ۲۶ برابر است (۹).

مقدار LC_{50} به دست آمده برای سم آندوسولفان در این تحقیق کمتر از ۰/۱ppm می‌باشد که با توجه به جدول سطوح سمیت حشره کش‌های مختلف (۲)، این سم برای ماهی کپور معمولی از نظر درجه سمیت در درجه سموم «شدیداً سمی» قرار دارد.

از آنجا که ضایعات به وجود آمده در کلیه، کبد و آبشش ماهیانی که در معرض غلظت‌های پایین سم آندوسولفان قرار گرفته‌اند به حد شدید و خطرناکی نبوده به‌طوری‌که بتواند ماهی را در مدت زمان اندکی تلف نماید، (در آزمایش‌های انجام گرفته در غلظت‌های بسیار بالا مثلاً ۱۰۰ میلیگرم در لیتر و حتی ۱۰ میلیگرم در لیتر، ماهیان پس از چند ثانیه می‌میرند)، لذا می‌توان گفت که علت مرگ عوامل دیگری غیر از تاثیر سم بر روی آبشش، کلیه و کبد می‌باشد. از آنجا که آفت‌کش‌های ارگانوکلره شبیه به سموم عصبی عمل می‌کنند و سمیت زیاد تا فوق العاده‌ای برای ماهی دارند (۶)، پمپ Na^+/k^+ که برای انتقال پیام عصبی حیاتی است را مهار می‌کنند (۱)،لذا تاثیر سم بر روی سیستم عصبی را می‌توان از مهم‌ترین عوامل مرگ ماهی‌های مسموم دانست. عوارضی نظیر پرخونی و تورم که در اندام‌های حیاتی ماهی‌های در معرض سم قرار گرفته مشاهده شده‌اند، پاسخ آماسی بافت به ماده محرک می‌باشد. دژنرسانس و نکروز ایجاد شده در سلول‌ها و بافت‌های حیاتی ماهی‌ها نیز تخریب بافتی است که به دنبال تاثیر سم به وجود آمده است. نظیر عوارض ذکر شده را بهنگار و همکاران[3] (۱۹۸۲) در گربه ماهی و جانسون و تولدو (۱۹۹۲) در ماهی زبرا بعد از استفاده آزمایشی از سم آندوسولفان نیز گزارش کرده‌اند. تغییرات دیستروفیک کلیه و کبد در ماهی به دنبال استفاده از سموم ارگانوکلره نیز گزارش شده است (۶، ۷ و ۱۳).

مقایسه مقادیر مورد نیاز برای حصول LC_{50} در فواصل زمانی ۷۲،۴۸،۲۴ و ۹۶ ساعت پس از آزمایش نشان می‌دهد که با افزایش وزن ماهی بر مقدار مقاومت آن به سم آندوسولفان افزوده می‌شود. بنابراین آثار سم مذکور بر روی بچه ماهیان کپور که دارای وزن کمی می‌باشند می‌تواند به شدت خطرناک بوده و در فاصله زمانی کوتاه و در مقادیر بسیار جزیی تلفات دسته جمعی در آن‌ها ایجاد نماید. این موضوع به ویژه در فصل تخمریزی طبیعی ماهیان در رودخانه‌ها مهم است زیرا در صورت راه‌یابی این‌گونه سموم به رودخانه‌ها می‌تواند فاجعه زیست محیطی و کشتار دسته جمعی ماهی‌ها را به همراه داشته باشد.

تقدیر و تشکر

از همکاری‌های صمیمانه دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، اداره کل دامپزشکی استان خوزستان و مرکز تکثیر و پرورش ماهی شهید رجایی ساری

[1] -Liong *et al*

[2] -Jonson & Toledo

[3] -Bhantnagar

تشکر و قدردانی می‌شود. از سرکار خانم فاطمه قریشی نیز می‌شود.
به خاطر زحمت تایپ این مقاله تشکر و سپاسگزاری

منابع

۱- اسماعیلی ساری، عباس، ۱۳۶۸. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست – انتشارات نقش مهر- ص۷۶۷ .
۲- پیری، محمد، شعبانعلی، نظامی، غلامرضا، امینی رنجبر، و اردگ، وینس، ۱۳۷۶. مطالعات اکوتوکسیکولوژیکی با *Daphnia magna* و تعیین اثر سموم Machete، Saturn، Diazinon و Malathion بر این ارگانیزم، مجله علمی‌شیلات ایران – شماره ۳ سال ششم – ص ص ۳۴-۲۳.
۳- ثنایی، غلامحسین ۱۳۶۸. سم شناسی صنعتی جلد ۱و۲، انتشارات دانشگاه تهران- ص ص ۳۱۰-۳۰۹.
۴- زمردیان، عظیم، ۱۳۷۰، بهداشت گیاهان و فرآورده‌های کشاورزی، جلد اول، چاپ دیبا.
۵- سرایلو، محمد حسین، ۱۳۷۶، سم شناسی حشرات، ص ص ۱۷۴-۱۷۳.
۶- غفاری، مصطفی و عیسی شریف پور، ۱۳۸۰. کیفیت آب و بهداشت ماهی (ترجمه). معاونت تکثیر و پرورش شیلات ایران ، نشریه علمی‌شماره ص ص ۱۰۷-۲۰.
7- Bhatnagar, M.C., Bana, A.K. and Tyagi, M. 1982. Respiratory Distress to *Clarias batrachus* Exposed to Endosulfan- a Histological Approach. Journal of Environmental Biology, 13;227-231.
8- Gansan, R.M., Jebakumar, S.R.D. and Jayaraman, J.1989. Sublethal Effects of Organochlorine Insecticide (endosulfan) on Protein, Carbohydrate and Lipid Contents In Liver Tissues of *Oreochromis mossambicus*. Proceedings of the Indian Academy of Sciences, 98, 51-55
9- Gimeno, L., Ferrendo, M.D., Sanchez, S. and Andrea, E. 1994. Endosulfan Effects on Liver and Blood of the eel, *Anguilla anguilla*. Comparative Biochemistry and Physiology–C-Pharmacology – Toxicology and Endocrinology, 108, 343-348
10- Jonsson, C.M. and Toledo, M.C.F. 1993. Acute Toxicity of Endosulfan to the Fish *Hyphessobrycon Bifasciatus* and *Brachydanio Rerio*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 24,151-155.
11- Liong, P.C, Wan, Portiah, Hamzah and Velu Murugan 1988. Toxicity of Some Pesticides Towards Freshwater Fishes. Malaysian Agricultural Journal, 54, 147-156.
12- Pirizirkohi, M.1997. Effecf of Some Pesticide Commonly Used in Iran Agriculture on Aquatic Food Chain. PhD Thesis. Pannon Agriculture University. pp. 1-34.
13- Toledo, M.C.F. and Jonsson, C.M.(1992) Bioaccumulation and Elimination of Endosulfan in Zebra Fish (*Brachydanyo rerio*). Pesticide Science, 36,207-211.
14- TRC (1984) OECD Guideline for Testing Chemicals. Section 2. Effects on Biotic Systems, pp. 1-39.

A Study of Endosulfan Caused Lethal Effects as well as Histopathological Changes in Common Carp (*Cyprinus carpio*)

I. Sharifpour[1] M. Soltani[2] B. Fatohllahi[3]

Abstract

To evaluate the toxic effects of pesticide Endosulfan in fish, acute toxicity tests were carried out in valuing common carp (*Cyprinus carpio*) of 5-20 and 21-40 gr, using static water of 21°C and employing Organisation of Economic Coopration and Development (O.E.C.D) method.

Mortality limits of 0.0002-0.0022 and 0.001-0.0046 mg/lit were found in fish of 5-20 gr and 21-40 gr, respectively. The LC50 of 0.0061, 0.0029, 0.0016 and 0.0009 mg/lit were obtained in fish of 5-20 gr within 24, 48, 72 and 96 hours of post- challenge, respectively, while those in fish of 21-40 gr were 0.0079, 0.0053, 0.0035 and 0.0024 mg/lit, respectively.

The affected fish showed pale colour, irregular swimming behaviour, whirling and bottom sitting. Following a temporary recovery, fish showed sufferings of severe convulsion and respiratory disorder, resulting in death within a short time after challenge.

Histologically, there were hyperemia and inflammation of secondary lamellae in the fish challenged with lower doses of the pesticide whereas a general necrosis was observed when fish were in contact with higher doses. Similar histopathological changes were observed in the kidney and liver tissues.

According to the mortality limits and LC_{50} (less than o.1 mg/lit), this pesticide should be considered as a very highly toxic chemical for common carp, causing a rapid and accumulative mortality in fish.

Keywords: Endosulfan, Common carp (*Cyprinus carpio*), Toxicity, LC_{50}, Histopathology.

1-Associate Professor in Research, Iranian Fisheries Research Organization (E-mail:issasharifpour@yahoo.com)
2-Associate Professor, Faculty of Veterinary Sciences, University of Tehran
3- Senior Expert of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modarres University