تعیین غلظت کشنده دو سم علف‌کش پاراکوات و توفوردی در ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*)

زهرا بهرامی[۱]
مجتبی علیشاهی[۲*]
نرگس جوادزاده[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲. گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
۳. گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

***مسئول مکاتبات:**
alishahim@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۹
کد مقاله: ۱۳۹۷۰۱۰۴۴۰
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

سموم علف‌کش از پرمصرف‌ترین سموم کشاورزی در کل جهان می‌باشند. مهم‌ترین اثر زیست‌محیطی این سم‌ها به تأثیر آن‌ها بر موجودات غیر هدف مربوط می‌شود. ماهی‌ها یکی از شاخص-های سنجش سمیت سموم در محیط‌های آبی می‌باشند. در این پژوهش سمیت حاد دو علف‌کش پاراکوات و توفوردی در ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) ارزیابی و مقایسه گردید. به این منظور از روش OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) و سیستم استاتیک برای تعیین سمیت حاد این سموم استفاده شد. برای سم پاراکوات و توفوردی به ترتیب ۷ و ۸ غلظت افزایشی در سه تکرار و در هر تیمار تعداد ۱۰ قطعه ماهی با وزن ۰/۲± ۴/۵ گرم در نظر گرفته شد، تلفات هر ۲۴ ساعت تا ۹۶ ساعت ثبت گردید و نتایج به‌وسیله نرم‌افزار پروبیت آنالیز شدند. سرانجام LC50 بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در مورد هر سم مشخص گردید. سپس بیشینه غلظت قابل‌قبول (MAC) هر سم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سمیت دو علف‌کش موردبررسی در ماهی گطان متفاوت بوده به‌طوری‌که LC50 ۹۶ ساعته در مورد دو سم پاراکوات و توفوردی به ترتیب برابر ۳۷/۸ و ۸/۷ میلی‌گرم در لیتر بود. در بین دو سم علف‌کش موردبررسی، توفوردی سمیت کمتری نسبت به پاراکوات در ماهی گطان داشت ($MAC=۳/۷۸ mgl^{-1}$) و پاراکوات دارای سمیت بیشتری بود ($MAC=۰/۸۷ mgl^{-1}$). در مورد هر دو سم علف‌کش مورداستفاده افزایش غلظت سم باعث افزایش تلفات ماهی شده و همچنین افزایش مدت مجاورت با این علف‌کش‌ها نیز افزایش تلفات ماهی را باعث گردید. با توجه به نتایج این تحقیق جایگزینی سم توفوردی به‌جای سم پاراکوات در مزارع کشاورزی، به‌عنوان علف‌کش توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: سم علف‌کش، مسمومیت حاد، LC50، *Barbus xanthopterus*.

مقدمه

ماهیان از دیرباز تاکنون نقش مهمی در تأمین غذا و اقتصاد جوامع داشته‌اند، باگذشت زمان و افزایش جمعیت، توجه و استفاده از ماهیان باارزش اقتصادی فزونی یافت و تلاش متوجه بهینه‌سازی بهره‌برداری از این منابع حیاتی شد. ازآنجاکه ذخایر این جانوران مفید در دریاها محدود است لازم است هرگونه بهره‌برداری از ماهیان با روش‌های منطقی و فن‌آوری‌های پیشرفته و نیز تحقیقات علمی و کاربردی همراه باشد. با توجه به اینکه ذخایر متنوع ماهیان در دریاها و اقیانوس‌ها شناسایی‌شده و عمدتاً مورد بهره‌برداری قرارگرفته‌اند، اهمیت و ضرورت حفظ نسل ماهیان از ارزش ویژه‌ای برخوردار گشته است (اسدی جمنانی، ۱۳۷۵). در این میان ماهیانی که دارای ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بالایی هستند و قادر به تحمل شرایط متفاوت محیطی و نیز در برابر بیماری مقاوم‌تر می‌باشند موردتوجه خاصی واقع‌شده‌اند. ماهی گطان بانام علمی (*Barbus xanthopterus* Heckel, 1843) یکی از گونه‌های خانواده Cyprinidae بوده که در حوزه رودخانه دجله و فرات، شامل بخش پایینی

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

رودخانه کارون و بخش پایینی رودخانه جراحی (عبدلی، ۱۳۷۸)، رودخانه قره سو در کرمانشاه و رودخانه کرخه و هورالعظیم یافت می‌شود. این‌گونه به‌احتمال‌زیاد در بیشتر منابع آبی ایران انتشار داشته اما آنچه روشن است در منابع آبی غرب و جنوب غرب کشور به‌ویژه آب‌های استان خوزستان حضور گسترده‌ای دارد (Najafpour,1997).

پیشرفت فن‌آوری در کشاورزی و افزایش تولید در واحد سطح باعث بالا رفتن میزان بیماری‌ها و آفات گیاهی در طول دوره کشت‌شده است. از علف‌کش‌ها با اهداف مختلف در کشاورزی استفاده می‌گردد که عمده‌ترین این اهداف، مبارزه با علف‌های هرز می‌باشد. علف‌کش‌ها دسته‌ای از آفت‌کش‌ها هستند که در جهان استفاده می‌شود (Utea *et al.*, 2001). در بین علف‌کش‌های مورداستفاده در ایران، توفوردی و پاراکوات از پرمصرف‌ترین علف‌کش‌ها در کشاورزی می‌باشند، سم علف‌کش توفوردی با فرمول شیمیایی (2,4-dichlorophenoxy)-acetic acid، برای کنترل گیاهان چوبی و حفظ مناطق غیر زراعی و برای کنترل علف‌های هرز آبی استفاده می‌شوند. علف‌کش‌های فنوکسی در سطح وسیعی برای کنترل علف‌های هرز برگ‌پهن در میان تعداد زیادی گیاهان زراعی برگ باریک (ذرت، غلات دانه‌ریز، برنج، نیشکر) به کار می‌روند (راشد محصل، ۱۳۷۱). سمیت توفوردی – ام سی پی آ برای آبزیان بستگی زیادی به فرم شیمیایی آن دارد. به‌گونه‌ای که فرم استری این سم در داخل آب پس از هیدرولیز به‌صورت ساختار شیمیایی اسید تغییر می‌کند که قابلیت جذب و امکان نفوذ بیشتری به پیکره آبزی دارد. از سویی فرم اسیدی زمان ماندگاری بیشتری نسبت به فرم دیگر سم دارد (علی، ۱۳۹۳). سم علف‌کش پاراکوات با فرمول شیمیایی 1,1-dimethyl-4,4'-bipyridinium، علف‌کش مورداستفاده در مناطق گرمسیری برای نابودی علف‌های هرز است که به‌عنوان یک روان آب وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شود و دارای اثر سمی بر ماهی است. این سم دارای ۲ حلقه پیریدیل می‌باشد. احتمال می‌دهند که سم پاراکوات یک محرک قوی در تشکیل آنیون‌های سوپراکسید باشد. این رادیکال‌ها بسیار سمی بوده و به‌شدت با ماکرو مولکول‌ها ترکیب می‌شوند و باعث ایجاد آسیب‌های جدی در اندام‌های مختلف می‌گردند. تغییراتی در بافت کلیه و کبد ماهی در اثر ایجاد رادیکال‌های آزاد توسط پاراکوات گزارش شده است (راشد محصل، ۱۳۷۱). استفاده از علف‌کش‌ها برای مدیریت استخرهای ماهی به‌منظور کنترل علف‌های موجود در آب نیز تا حدودی معمول است (Wu *et al.*, 1980). تحقیق در مورد سمیت علف‌کش‌ها بر روی ارگانیسم‌های غیر هدف بسیار انجام‌شده است چراکه این سموم برای مبارزه با گیاهان هرز در کشاورزی طراحی‌شده‌اند ولی اثرات مخربی بر محیط‌زیست آبی و به‌ویژه ماهیان دارند، کوهکن و همکاران (۱۳۹۳) اثر سم پاراکوات را بر بافت کبد ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) بررسی کردند، نتایج تحقیق حاکی از آن بوده که پاراکوات برای ماهی بنی سمی بوده و باعث ایجاد آسیب‌های هیستوپاتولوژیک بر کبد این ماهی می‌شود. Ozcan uruk (۲۰۰۳) پاسخ‌های تنش اکسیداسیون در بافت‌های ماهی کپور معمولی (*Cipriuns carpio*) و ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، هنگامی‌که در معرض سم توفوردی قرار می‌گیرند را بررسی کرد.Sarikaya و Selvi (۲۰۰۵) اثر سم توفوردی را بر ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) موردبررسی قراردادند و غلظت حاد کشنده این سم را برابر با ۲۲/۵۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش کردند. Lapido و همکاران (۲۰۱۱) سمیت شدید علف‌کش پاراکوات را بر بافت کبد گربه‌ماهی (*Clarias gariepinus*) گزارش کردند، ضمن گزارش سمیت این علف‌کش و گزارش صدمات کبدی آن بر گربه‌ماهی، نتایج نشان داد که میزان آسیب‌ها و گستردگی صدمات مستقیماً به میزان مصرف سم بستگی دارد. اثر سمیت کبدی و اثرات سمی روی آب‌شش ماهی *Poecilia vivipara* تحت تأثیر علف‌کش توفوردی توسط Vigario و همکاران (۲۰۱۴) گزارش گردید. این اثرات شامل دژنراسیون کبدی، گلیکوکونژیکشن و نکروز کبدی به همراه هیپرپلازی بافت آب‌شش بود.

در استان خوزستان بیش از ۱۰۰ هزار هکتار مزرعه کشت نیشکر وجود دارد و از مهم‌ترین علف‌کش‌های مورداستفاده در کشت این گیاه و سایر مزارع کشاورزی علف‌کش‌های پاراکوات و توفوردی می‌باشد. از طرفی حدود ۳۰ درصد آب‌های سطحی کشور در این استان جریان داشته و احتمال آلودگی آب‌های سطحی و رودخانه‌ها به این سموم بالاست و دور از انتظار نیست که برخی مشکلات بهداشتی و حساسیت‌های ماهیان بومی و پرورشی استان به مسمومیت‌های مزمن ازجمله مسمومیت با این سموم مرتبط باشد. با توجه به موارد یادشده و همچنین توسعه کشاورزی و آبزی‌پروری در استان خوزستان و به دنبال آن افزایش استفاده از سموم علف‌کش به‌ویژه در کشت نیشکر و ذرت، بررسی اثر این

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

سموم بر روی ماهیان ضروری می‌باشد، از طرفی ماهی گطان که هم در شرایط پرورشی و هم در شرایط وحشی در استان زیست می‌نماید معیار مناسبی برای بررسی سمیت این سموم به نظر می‌رسد. هدف تحقیق حاضر، مقایسه سمیت دو سم علف‌کش پرمصرف در کشاورزی، پاراکوات و توفوردی در ماهی گطان به‌عنوان یک ماهی بومی و معرفی سمی که کمترین میزان سمیت و آسیب‌رسانی را داراست، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تأمین ماهی در وزن مناسب (بین ۳ تا ده گرم) ابتدا ۵۰۰ قطعه ماهی ۱ گرمی از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان بومی استان خوزستان واقع در حمیدیه خریداری و با رعایت شرایط جابجایی ماهی، به سالن آکواریوم مرکز آموزش علمی کاربردی جهاد کشاورزی استان خوزستان منتقل شدند. ماهی‌ها به مدت حدود دو ماه در یک حوضچه ۶۰۰۰ لیتری در شرایط مناسب پرورش نگهداری و تغذیه شدند تا به وزن حدود ۵-۷ گرم رسیدند و از بین این ماهی‌ها تعداد ۴۵۰ قطعه برای بررسی سمیت علف‌کش‌ها انتخاب شدند. ماهی‌ها به مدت ۵ روز برای سازش یافتن با شرایط محیطی در حوضچه‌های ۳۰۰ لیتری نگهداری شدند. سپس بر اساس روش استاندارد تعیین سمیت مواد در آبزیان (OECD guideline for testing of chemicals) سمیت دو سم پاراکوات و توفوردی بر روی ماهی گطان موردبررسی قرار گرفت. در این بررسی از سم پاراکوات با درجه خلوص ۲۰ درصد محصول شرکت آریا شیمی و توفوردی ام سی پی ای، با درجه خلوص ۶۷/۵ درصد (مایع قابل‌حل در آب) شرکت گیاه کورپ ایران استفاده شد (TCR, 1984). ازآنجاکه اطلاعاتی در موردبررسی سمیت این دو سم در ماهی گطان موجود نبود، ابتدا اقدام به انجام آزمایش‌های مقدماتی در سطح کوچک برای به دست آوردن حدود غلظت کشنده هر سم در این‌گونه ماهی گردید و سپس بر اساس این اطلاعات برای سم پاراکوات و توفوردی به ترتیب ۷ و ۸ غلظت متوالی از این سموم در نظر گرفته شد، به‌گونه‌ای که غلظت ایجادکننده ۱۰۰ درصد تلفات و غلظت غیر کشنده در بین این غلظت‌ها قرار گیرد. هر یک از غلظت‌های این دو سم در سه تکرار و هر تکرار در یک آکواریوم ۴۰ لیتری ایجاد گردید. هر مخزن مجهز به سیستم هوادهی بوده و شرایط فیزیکوشیمیایی آب در تمام مخازن مشابه بود. به هر مخزن ۱۰ قطعه ماهی معرفی گردید. بعد از مجاورت ماهی‌ها با سم، ماهی‌های بی‌حرکت و فاقد حرکت سرپوش آب‌ششی مرده محسوب شده و از آب خارج شدند. ثبت تلفات به‌صورت روزانه (۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) انجام شد و پس‌ازآن، اقدام به تعیین LC10، LC50 و LC90 ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته با استفاده از نرم‌افزار Probit ویرایش ۱/۵ گردید. در این روش از رگرسیون بین دوز و لگاریتم غلظت استفاده شد. برای مقایسه مقادیر و تعیین معنی‌دار بودن اختلاف بین دوز کشنده سموم علف‌کش از هم‌پوشانی حدود مذکور استفاده گردید (TCR, 1984). برای تعیین حداکثر غلظت قابل‌قبول (M.A.C) سموم موردبررسی از رابطه زیر استفاده گردید. ابتدا غلظت ایجادکننده ۵۰ درصد تلفات بعد از ۹۶ ساعت مشخص‌شده و سپس از رابطه زیر حداکثر غلظت مجاز هر یک از سموم تعیین گردید.

(Maximum Acceptable Concentration) MAC = (۹۶ساعته LC50)/۱۰

مراحل تحقیق برای به دست آوردن غلظت کشنده سموم علف‌کش توفوردی و پاراکوات در سالن آکواریم مرکز آموزشی علمی کاربردی جهاد کشاورزی استان خوزستان انجام شد. در این آزمایش از آب فیلتر شده شهری که ۲۴ ساعت قبل از استفاده به‌منظور کلرزدایی درون تانک-های ذخیره‌سازی آب نگهداری شده بودند، استفاده گردید. شرایط فیزیکوشیمیایی آب مورد آزمایش دمای ۱±۲۷ درجه سانتی‌گراد، pH = ۷-۸، EC= ۹۲۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر مربع، میزان اکسیژن محلول برابر ۸-۷ میلی‌گرم در لیتر، میزان NH_3 و NO_2 کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر و میزان NO_2 کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بود. برای سنجش سمیت سموم علف‌کش در ماهی از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۹ استفاده گردید، ارتباط بین غلظت سم و تلفات به روش Probit اندازه‌گیری شد. در این روش با توجه به درصد تلفات در تیمارها و گروه کنترل تحت تأثیر غلظت‌های مختلف سم، غلظت سم برای ایجاد تلفات مشخص (مثلاً ۵۰ یا ۹۰ درصد) تخمین زده شد. برای مقایسه سمیت سموم از میانگین، حداکثر و حداقل LC50 ۹۶ ساعته سموم در ماهی گطان استفاده گردید. رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ انجام شد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

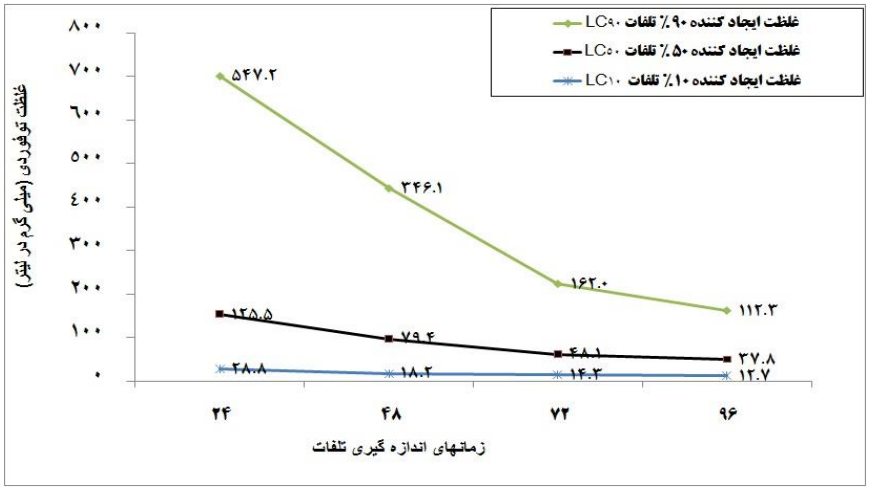
نتایج

غلظت‌های انتخاب‌شده برای تعیین LC_{50} سم پاراکوات وتوفوردی در ماهی گطان بر اساس مطالعات اولیه و منابع موجود در ماهی‌های هم‌خانواده با این ماهی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: غلظت‌های انتخاب‌شده برای تعیین LC_{50} سموم علف‌کش موردمطالعه در ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*).

نوع سم	تعداد تیمارها	غلظت‌های مورداستفاده سموم (mg/l)
توفوردی	۷	۰، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰
پاراکوات	۸	۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸

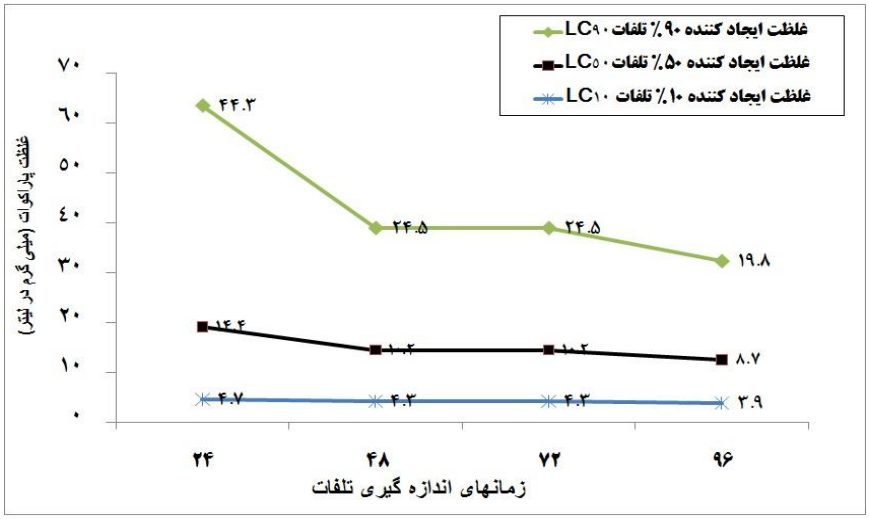
نتایج حاصل از مجاورت ماهی گطان با سم علف‌کش توفوردی و میزان تلفات آن‌ها در مدت‌زمان ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۱: ارتباط بین غلظت‌های سم توفوردی و میزان تلفات ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) بعد از ۲٤، ٤٨، ۷۲ و ۹٦ ساعت.

همان‌گونه که در شکل ۱ مشخص است، با افزایش مدت مجاورت ماهی با سم، تلفات حاصل از مجاورت بالا رفته است، به‌طوری‌که غلظت ایجادکننده ۵۰ درصد تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به‌تدریج کاهش‌یافته و به ترتیب برابر ۱۲۵/۵، ۷۹/۴، ۴۸/۱ و ۳۷/۸ میلی‌گرم در لیتر بود که با افزایش مدت مجاورت ماهی با سم نیز تلفات افزایش‌یافته است، به‌عبارت‌دیگر با افزایش مدت مجاورت، غلظت کمتری از سم، ایجاد تلفات مشخص (۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد) می‌نماید؛ بنابراین این ماده برای ماهی به‌عنوان سم مطرح می‌باشد؛ همچنین با توجه به تفاوت نسبتاً بالای غلظت ایجادکننده ۵۰ درصد تلفات و ۹۰ درصد تلفات، می‌توان سمیت نسبتاً ملایم این سم را در ماهی گطان نتیجه گرفت. نتایج حاصل از مجاورت ماهی گطان با سم علف‌کش پاراکوات و میزان تلفات آن‌ها در مدت‌زمان ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکل ۲ آورده شده است.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]



شکل ۲: ارتباط بین غلظت‌های سم پاراکوات و میزان تلفات ماهی گطان (*Barbus xanthopterus*) بعد از ۲٤، ٤٨، ۷۲ و ۹٦ ساعت.

همان‌گونه که در شکل ۲ مشخص است، با افزایش مدت مجاورت ماهی با سم پاراکوات، تلفات حاصل از مجاورت بالا رفته است، به‌طوری‌که غلظت ایجادکننده ۵۰٪ تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به‌تدریج کاهش‌یافته و به ترتیب برابر ۱۴/۴، ۱۰/۲، ۱۰/۲ و ۸/۷ میلی‌گرم در لیتر بود که با افزایش مدت مجاورت ماهی با سم نیز تلفات افزایش‌یافته است، به‌عبارت‌دیگر با افزایش مدت مجاورت، غلظت کمتری از سم ایجاد تلفات مشخص (۱۵، ۵۰ و ۹۰ درصد) می‌نماید؛ بنابراین این ماده برای ماهی به‌عنوان سم با مسمومیت بالا مطرح می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هر دو سم علف‌کش مورداستفاده در این تحقیق در ماهی گطان سمیت داشته و میزان سمیت آن‌ها متفاوت است، توفوردی در ماهی سمیت نسبتاً بالایی دارد و سمیت آن‌هم با افزایش زمان مجاورت و هم با افزایش دوز سم افزایش یافت، به‌گونه‌ای که غلظت ایجادکننده ۵۰ درصد تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب برابر ۱۲۵/۵، ۷۹/۴، ۴۸/۱ و ۳۷/۸ میلی‌گرم در لیتر بود که نشان‌دهنده افزایش سمیت توفوردی با افزایش زمان مجاورت می‌باشد. از سویی غلظت ایجادکننده ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد تلفات بعد از ۹۶ ساعت به ترتیب برابر ۱۲/۷، ۳۷/۸ و ۱۱۲/۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که نشان‌دهنده ارتباط مستقیم غلظت سم و درصد تلفات می‌باشد. در پژوهش Sarikaya و Yılmaz (۲۰۰۳)، با عنوان بررسی سمیت حاد علف‌کش توفوردی و تأثیر آن بر رفتارهای ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نشان داده شد که LC50 ۹۶ ساعته سم توفوردی در ماهی کپور معمولی بالغ، ۶۳/۲۴ میلی‌گرم در لیتر بوده و کمترین و بیشترین حد کشندگی آن به ترتیب ۵۵/۰۳ و ۷۱/۹۲ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. در این مطالعه از غلظت‌های مختلف این علف‌کش استفاده و رفتار ماهیان را بررسی کردند. در غلظت ۴/۸ میلی‌گرم در لیتر رفتار ماهیان طبیعی بود و هیچ‌گونه مرگ‌ومیری مشاهده نگردید. رفتارهای غیرطبیعی ماهیان از غلظت ۲۴ میلی‌گرم در لیتر شروع شد که با افزایش غلظت، حرکات و رفتارهای غیرطبیعی ازجمله حرکات جهشی، ضربه زدن به دیواره آکواریوم، شنای غیرعادی و عمودی، افزایش ترشح موکوس، عدم تعادل، اختلالات تنفسی و تجمع در سطح آب، روشن شدن رنگ بدن دیده شد. علیرغم مشابهت گونه ماهی در این پژوهش تفاوت در وزن و سن ماهی موردبررسی و نیز شرایط محیطی آزمایش باعث تفاوت غلظت سمیت حاد گزارش‌شده این سم در دو گونه ماهی گردید. البته بالا بودن غلظت ایجادکننده ۵۰٪ تلفات بعد از ۹۶ ساعت در ماهی کپور در

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

پژوهش Sarikaya و Yılmaz (۲۰۰۳)، نسبت به پژوهش حاضر در ماهی گطان، نشان‌دهنده سمیت بالاتر این سم در ماهی گطان نسبت به کپور می باشد، هرچند شرایط پژوهش نیز در این تفاوت تأثیرگذار بوده است. Ozkan oruc و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی که با عنوان پاسخ-های تنش اکسیداسیون در بافت‌های کلیه و کبد ماهی کپور معمولی (*Cipriuns carpio*) و تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)، هنگام قرار گرفتن در معرض دو سم توفوردی و آزینفوس متیل (Azinphosmethyl) انجام دادند، نتیجه گرفتند که نشانگرهای زیستی سوپراکسید دسموتاز در آبشش‌ها و گلوتاتیون اس- ترانسفراز در کلیه هنگام مواجهه با این آفت‌کش‌ها در کپور معمولی نسبت به تیلاپیای نیل فعالیت و حساسیت بیشتری دارند. مطالعه دیگری توسط Sarikaya و Selvi (۲۰۰۵) با عنوان بررسی سمیت حاد علف‌کش توفوردی بر لاروها و ماهیان بالغ تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) انجام شد و غلظت حاد کشنده این سم را برابر با ۲۲/۵۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش دادند که علی‌رغم تفاوت گونه ماهی، مشابهت سمیت این سم نشان می‌دهد که هر دو ماهی گطان و تیلاپیا حساسیت مشابهی در برابر سم توفوردی دارند و احتمالاً مکانیسم مسمومیت‌زایی این سم در هر دو ماهی یکسان است. Caglan و همکاران (۲۰۰۷)، در تحقیقی با عنوان بررسی سمیت حاد علف‌کش توفوردی بر روی خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)، سمیت حاد این علف‌کش را ۱۵/۱۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش کردند که نشان‌دهنده سمیت بیشتر این سم برای خرچنگ دراز آب شیرین که یک سخت‌پوست می‌باشد نسبت به ماهی‌هاست. Vigario و همکاران (۲۰۱۴) تأثیرات سم علف‌کش توفوردی بر روی بافت کبد و آبشش ماهی *Poecilia vivipara* را بررسی کردند، این اثرات شامل دژنراسیون و نکروز کبدی به همراه هیپرپلازی بافت آبشش گزارش شد.

در پژوهش حاضر، سم پاراکوات میزان سمیت بالاتری را نسبت به سم توفوردی در ماهی گطان نشان داد. به‌گونه‌ای که غلظت ایجادکننده تلفات ۵۰ درصد بعد از ۹۶ ساعت برابر ۸/۷ میلی‌گرم در لیتر بود که در مقایسه با سم توفوردی (۳۷/۸ میلی‌گرم در لیتر) بیش از ۴ برابر سمی‌تر می‌باشد. در مورد این سم احتمالاً عواقب و عوارض شدید ناشی از سمیت بالای آن، باعث محدودیت مصرف و به‌تبع آن محدودیت در انجام تحقیقات بیشتر شده است.Alberdi و همکاران (۱۹۹۶) به مقایسه سمیت پاراکوات و گلایفوزیت با استفاده از بیومارکر دافنی ماگنا اقدام نمودند، آن‌ها سمیت دو فرمول تهیه‌شده از ماده مؤثره پاراکوات و گلایفوزیت را بررسی و سمیت فرمول حاصل از پاراکوات را با سمیت بالاتر گزارش نمودند. Lapido و همکاران (۲۰۱۱) سمیت شدید علف‌کش پاراکوات را بر بافت کبد گربه‌ماهی (*Clarias gariepinus*) گزارش کردند، آن‌ها ضمن گزارش سمیت این علف‌کش و گزارش صدمات کبدی آن بر گربه‌ماهی به این نتیجه دست یافتند که میزان آسیب‌ها و گستردگی صدمات مستقیماً به غلظت سم بستگی دارد. در مطالعه کوهکن و همکاران (۱۳۹۳) اثر سم علف‌کش پاراکوات بر بافت کبد ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) بررسی شد، نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش حاکی از آن بود که پاراکوات برای ماهی بنی سمی بوده و مسمومیت حاد با این علف‌کش باعث ایجاد آسیب‌های قابل‌توجه هیستوپاتولوژیک بر کبد این ماهی می‌شود و در صورت افزایش مجاورت، تلفات به دنبال سمیت با این سم رخ می‌دهد.

بر اساس پژوهش حاضر، سمیت دو سم علف‌کش پرمصرف کشاورزی (توفوردی و پاراکوات) دارای تفاوت معنی‌داری در ماهی گطان بوده و سم توفوردی سمیت کمتری نسبت به پاراکوات دارد، ازآنجاکه غلظت مؤثره این سموم در کشاورزی مشابه است، توصیه می‌شود از سم توفوردی (با رعایت احتیاط لازم و کاربرد درست آن) در کشاورزی استفاده‌شده و از سم پاراکوات ترجیحاً به‌منظور آسیب کمتر به محیط‌زیست استفاده نگردد. اگر ماهی را به‌عنوان یک شاخص تشخیص آلایندگی محیط‌زیست بدانیم، استفاده از علف‌کش توفوردی به‌عنوان جایگزین سم علف‌کش پاراکوات، اثرات سوء زیست‌محیطی این سم را کاهش خواهد داد.

منابع

اسدی جمنانی، ف.، ۱۳۷۵. تغییرات هورمون‌های جنسی ماهیان در زمان تخم‌ریزی، انتشارات دانشگاه تهران؛ صفحات ۱۰-۵.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

راشد محصل، م.، رحیمیان، ح. و بنایان، م.، ۱۳۷۱. علف‌های هرز و کنترل آن‌ها، تألیف: راس مریل، آ.، لیمبی کارول، آ.، چاپ چهارم، مشهد، جهاد دانشگاهی، صفحات ۲۹۲-۲۹۹، ۳۲۹ و ۳۳۶.

عبدلی، الف.، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. موزه طبیعت و حیات‌وحش. انتشارات نقش مانا، تهران، ۳۷۸ ص.

علی، م.، ۱۳۹۳. بررسی اثر مقدار حاد علف‌کش ترکیبی (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) و (2-methyl-4 chlorophenoxyacetic acid) بر فاکتورهای خونی و آنزیم‌های کبدی ALT و ASY قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) rainbow trout، فصلنامه علمی- پژوهشی سلامت و محیط انجمن بهداشت محیط ایران، دوره هفتم، شماره اول، صفحات ۹۴- ۱۰۳.

کوهکن، الف.، عبدی، ر.، سلیقه زاده، ر. و جادی، ی.، ۱۳۹۳. آسیب‌شناسی بافتی ناشی از مسمومیت تحت حاد علف‌کش پاراکوات در بافت کبد ماهی بنی انگشت قد (*Barbus sharpeyi*)، پاتوبیولوژی مقایسه‌ای، ۱۱ (۱)، صفحات ۱۱۷۲-۱۱۶۷.

Alberdi, J. L., 1996. Comparative Acute Toxicity of Two Herbicides, Paraquat and Glyphosate, to Daphnia magna and D. spinulata, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,Vol. 57, no. 2, p. 229-235.

Caglan Karasu Benli, A., Sarkaya, R., Sepici-Dincel, A., Selvi, M., Sahin, D. and Erkoc, F., 2007. Investigation of acute toxicity of (2,4-dichlorophenoxy)acetic acid (2,4-D) herbicide on Cray Fish (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823); Pesticide Biochemistry and Physiology 88. 296–299.

Ladipo, M. K., Doherty, V. F. and Oyebadejo, S. A., 2011. Acute toxicity, behavioural changes and histopathological effect of Paraquat dichloride on tissues of catfish *Clarias Gariepinus*. Int. J. Biol. 3: 67-74.

Najafpour, N., 1997. Identification of some freshwater fishes of Khuzestan Province. Fisheries Research Centre of Khuzestan Province, Iranian Fisheries Research and Training Organisation, Tehran. 96 pp.

OECD, 2011. Guideline for testing of chemicals- Daphnia sp., Acute Immobilisation Test and Reproduction Test 202.

Ozcan Oruc, E., Sevgiler, Y. and Uner, N., 2004. Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2,4-D and azinphosmethyl; Comparative Biochemistry and Physiology Part C 137. 43–51.

Sarikaya, R. and Selvi, M., 2005. Investigation of acute toxicity of (2,4dichlorophenoxy) acetic acid (2,4-D) herbicide on larvae and adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.); Environmental Toxicology and Pharmacology 20. 264–268.

Sarikaya, R. and Yılmaz, M., 2003. Investigation of acute toxicity and the effect of 2,4-D (2,4dichlorophenoxyacetic acid) herbicide on the behavior of the common carp (Cyprinus carpio L., 1758; Pisces, Cyprinidae). Chemosphere 52.195–201.

TCR, 1984. OECD guideline for testing of chemicals. Section 2. effect on biotic systems, pp 1-39.

Ueta, J., Shuhama, I. K. and Cerdeira, A. L., 2001. Biodegradac¸ao de herbicid as ebiorremediac¸ao, microrganismos degradadores de atrazina provenientes de solos da Regiao do Aquıfero Guarani.

Vigario, A. F. and Saboia-Morais, S. M. T., 2014. Effects of the 2,4-D herbicide on gills epithelia and liver of the fish Poecilia vivipara. Pesquisa Veterinaria Brasileira, Pesq. Vet. Bras. 34 (6).

Wu, T. L., Lambert, L., Hastings, D. and Banning, D., 1980. Enrichment of the agricultural herbicide Atrazine in the micro surface water of an estuary. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 24: 411- 414.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-08]