مقایسه سمیت علف‌کش آترزین در چهار گونه‌ی ماهی بومی استان خوزستان: بنی، شیربت، عنزه و گطان

مجتبی علیشاهی[1*]
اسماعیل عبدی[2]
تکاور محمدیان[3]

۱، ۳. بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲. دانشجوی دکتری تخصصی بهداشت آبزیان، دانشکده دامپزشکی تهران، دانشگاه تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات
alishahimoj@gmail.com

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۳۰۲۷۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۰
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

در این تحقیق سمیت حاد سم علف‌کش آترزین در چهار گونه‌ی ماهی بومی استان خوزستان، شامل ماهی بنی *Mesopotamichthys sharpeyi*، شیربت *Tor grypus*، عنزه *Luciobarbus esocinus* و گطان *Luciobarbus xanthopterus* موردبررسی قرار گرفت (پاییز ۱۳۹۲، آزمایشگاه بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز). بدین منظور از روش استاندارد OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) جهت تعیین سمیت حاد آترزین در چهار گونه ماهی استفاده گردید. هرگونه ماهی در مجاورت حداکثر هشت غلظت متوالی از سم علف‌کش آترزین در سه تکرار (مجموعاً ۲۴ آکواریوم) و به مدت ۹۶ ساعت قرار داده‌شده و تلفات به‌صورت روزانه ثبت گردید. داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار Probit آنالیز شد. نتایج مشخص ساخت که آترزین برای هر چهار گونه فوق ماده‌ای سمی است و سمیت آن‌هم با افزایش غلظت و هم با افزایش مدت مجاورت افزایش می‌یابد ولی میزان حساسیت به این سم در بین گونه‌های مختلف موردبررسی تفاوت‌های معنی‌داری را نشان دادند، بطوریکه سمیت حاد بر اساس LC_{50} ۹۶ ساعته، در مورد ماهی عنزه کمترین میزان (بالاترین غلظت) معادل ۲۱±۱۴۲ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد که نشان‌دهنده مقاومت نسبتاً خوب این‌گونه به سم آترزین است. درصورتی‌که مقاومت بنی و شیربت کمتر از عنزه و ً مشابه یکدیگر به ترتیب برابر ۱۴±۶۰ و ۱۱±۶۵ ثبت گردید. بالاترین حساسیت نسبت به این سم را ماهی گطان با LC50 به میزان ۳±۹ میلی‌گرم در لیتر نشان داد. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت علیرغم اینکه این چهار ماهی بومی ازنظر زیست‌شناسی و طبقه‌بندی ماهی‌های بسیار مشابه می‌باشند ولی تفاوت زیادی بین حساسیت آن‌ها به سم علف‌کش آترزین وجود دارد، و عنزه بیشترین مقاومت و گطان بیشترین حساسیت را نسبت به این سم دارند. لذا با توجه به میزان بالای مصرف این سم در استان و توصیه می‌شود در بازسازی ذخایر ماهیان بومی در منابع آبی استان خوزستان، بیشتر از گونه‌هایی همچون عنزه که مقاومت کلی بیشتری به این سم دارند، استفاده گردد.

واژگان کلیدی: آترزین، ماهیان بومی، استان خوزستان، سمیت حاد.

مقدمه

استفاده از علف‌کش‌ها یکی از کاربردی‌ترین روش‌های مبارزه با علف‌های هرز می‌باشد و بسیاری از پیشرفت‌های اخیر کشاورزی مرهون استفاده از این مواد است. یکی از پرکاربردترین سموم علف‌کش در سطح جهان آترازین می‌باشد که در مراحل مختلف کشت گیاهان قابل‌استفاده است(Huber, 1993).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

آترازین با فرمول شیمیایی ۲-کلرو-۴-اتیلامین-۶-ایزوپروپیل امین-اس تریازین، یک سم علف‌کش از گروه تریازین می‌باشد (Rivera *et al.*, 1986) این سم که استفاده از ان در دهه اخیر برای کنترل علف‌های هرز در مزارع ذرت, سورگوم و به‌ویژه نیشکر در کشور توسعه‌ی بیشتری نیز یافته است، بعد از تأثیر در محیط باقی‌مانده و با شست‌وشو توسط باران یا آبیاری زمین‌های کشاورزی وارد منابع آبی شده و موجودات آبزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیمه‌عمر این علف‌کش در شرایط عادی بین دو تا چهار هفته می‌باشد، اما بقایای آن تا ۴ ماه پس از استفاده در محیط نیز قابل ردیابی است (Ghosha *et al.*, 2004). هرچند این سم در کشاورزی به علت اثرات کمتر بر گیاهان زراعی ایده‌آل به نظر می‌رسد، ولی به علت ماندگاری بالا در خاک و احتمال راه یافتن آن به آب، اثرات زیست‌محیطی نامطلوب دارد (Theng *et al.*,2000; Forouzangohar *et al.*, 2005). آترزین توسط موجودات آبزی جذب‌شده و اثرات متعددی روی قسمت‌های بدن ازجمله سیستم خونی (Prasad *et al.*, 1990 and 1991)، سلول‌های کلیوی (Fischer *et al.*, 1991)، متابولیسم لیپیدها (Srinivas *et al.*,1991)، غدد درون‌ریز (Moore and Waring, , 1998) و سیستم ایمنی (Rymuszka *et al.*, 2007) موجودات آبزی به‌ویژه ماهی‌ها دارد.

در استان خوزستان حدود ۱۰۰ هزار هکتار مزرعه کشت نیشکر وجود دارد (به گزارش سالنامه آماری جهاد کشاورزی ۱۳۹۲) و به همین دلیل یکی از پرکاربردترین سموم علف‌کش مورداستفاده در خوزستان آترزین می‌باشد. از طرفی حدود ۳۰٪ آب‌های سطحی کشور در این استان جریان داشته و منابع آبی متعددی شامل، رودخانه، تالاب و سد در استان حضور دارند. باوجود احتمال بالای آلودگی آب‌های سطحی و رودخانه ها و تالاب‌ها به این سم تابه‌حال در مورد تأثیر این سم در ماهیان (و دیگر آبزیان) استان مطالعات بسیار محدودی انجام‌شده است ، درصورتی‌که احتمال دارد برخی مشکلات بهداشتی و حساسیت‌های ماهیان بومی و پرورشی استان به مسمومیت‌های مزمن ازجمله مسمومیت با این سم مرتبط باشد. ازاین‌روی در تحقیق حاضر چهار گونه ماهی شامل بنی(*Mesopotamichthys sharpeyi*، شیربت *Tor grypus*، عنزه *Luciobarbus esocinus*و گطان *Luciobarbus xanthopterus*) که پراکنش آن‌ها در جهان محدود به رودخانه‌ها و تالاب‌های قسمت‌هایی از ایران، عراق و سوریه است در نظر گرفته شدند. هر چهار گونه در برنامه‌های بازسازی ذخایر منابع آبی شیلات به‌صورت مصنوعی تکثیرشده و سالانه بیش از ۲۵ میلیون قطعه بچه ماهی از این چهار گونه در منابع آبی استان رهاسازی یا به‌صورت پلی کالچر همراه سایر کپورماهیان در استخرهای خاکی پرورش داده می‌شوند (گزارش آماری شیلات). تکثیر این ماهی‌ها باهدف ایجاد تنوع گونه‌ای در پرورش کپور ماهیان استان خوزستان و حمایت از گونه‌های بومی و نیز بازسازی ذخایر و غنی‌سازی منابع آبی به‌ویژه تالاب‌های استان، در ده سال اخیر با موفقیت دنبال شده است. لذا در این تحقیق اثرات سمی سم علف‌کش آترزین در چهار گونه فوق بررسی و مقایسه شد تا بر اساس نتایج این تحقیق غلظت کشنده و حداکثر غلظت قابل‌قبول (Maximum acceptable concentration) آترزین در این چهار گونه مشخص شود و بتوان از این اطلاعات در بازسازی ذخایر (انتخاب گونه مقاوم نسبت به این آلاینده محیطی) و نیز تحقیقات روی اثر آلودگی با آترزین بر فون ماهیان بومی استان استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

چهار گونه ماهی بنی، شیربت، عنزه و گطان (۴۰۰ قطعه از هرگونه با وزن متوسط ۰/۷۵ ± ۶/۲۳ گرم) از دو مرکز انحصاری تکثیر ماهیان بومی استان خوزستان واقع در حمیدیه و نیز مرکز شهید ملکی در حومه‌ی شهرستان اهواز تهیه شد. ماهی‌ها به مدت دو هفته به‌منظور سازش با شرایط سالن آکواریوم، نگهداری گردیدند.

دما به‌صورت روزانه با دماسنج دیجیتال ثبت گردید که برابر ۱±۲۷ درجه سانتی‌گراد بود، میزان pH نیز با دستگاه pH متر دیجیتال هانا ساخت ایتالیا اندازه‌گیری شد که برابر pH=۷/۸±۰/۸ بود. سختی بر اساس میزان کربنات کلسیم به‌وسیله سختی سنج (Aqualitic آلمان مدل AL20COND) به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد و برابر EC=۹۲۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر مربع ثبت گردید. میزان اکسیژن محلول با دستگاه

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

اکسیژن متر (لوترون مدل DO-5510 ساخت تایوان) اندازه‌گیری شده و برابر ۱/۰۲±۸ میلی‌گرم در لیتر بود. میزان NH_3 و NO_2 با استفاده از کیت‌های ایران شیمی اندازه‌گیری شده و کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر و میزان NO3 کمتر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر بود.

برای انجام این تحقیق از سم آترزین با غلظت ماده مؤثره ۸۰٪ با فرمول شیمیایی ۲-کلرو-۴-اتیلامین-۶-ایزوپروپیل امین-اس تریازین ($C_8H_{14}ClN_5$) (ساخت شرکت مشک فام فارس) مورد مصرف معمول کشاورزی در استان خوزستان استفاده شد.

برای تعیین سمیت آترزین (LC_{50} و MAC) از روش استاندارد OECD راهنمای شماره ۲۰۳ (Static- renewal test condition) استفاده گردید (TCR, 1984). ازآنجاکه به‌جز گونه شیربت، در سایر گونه‌های موردبررسی اطلاعاتی در مورد سمیت آترزین موجود نبود، ابتدا اقدام به انجام آزمایش‌های مقدماتی در سطح کوچک برای به دست آوردن حدود غلظت کشنده این ماده در هرگونه ماهی گردید و سپس بر اساس این اطلاعات به‌دست‌آمده، بین ۷ غلظت متوالی از آترزین برای هرگونه در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که غلظت ایجادکننده‌ی ۱۰۰٪ تلفات و غلظت غیرکشنده در بین این غلظت‌ها قرار گیرد. هر یک از غلظت‌های آترزین در سه تکرار و هر تکرار در یک مخزن ۲۰ لیتری موردبررسی قرار گرفت. هر مخزن مجهز به سیستم هوادهی و شرایط فیزیکو شیمیایی آب در تمام مخازن مشابه بود. به هر مخزن ۱۲ قطعه ماهی (از گونه موردبررسی) به معرفی گردید. با توجه به اصول روش کار مورداستفاده در این تحقیق (Static- renewal test condition) برای جلوگیری از اثر متابولیت‌ها و مواد آلی دفعی ماهی و نگهداری غلظت دیازینون در حد غلظت اولیه در نظر گرفته‌شده، آب تمام مخازن روزانه با آب حاوی همان غلظت دیازنون تعویض می‌گردید. ماهی‌های بی‌حرکت و فاقد حرکت سرپوش آبششی مرده محسوب شده و از آب خارج می‌گشتند. ثبت تلفات به‌صورت روزانه (۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) انجام‌شده و بعد از ثبت تلفات، اقدام به تعیین LC_{10}، LC_{50} و LC_{90} ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته با استفاده از نرم‌افزار Probit ویرایش ۱/۵گردید. در این روش از رگرسیون بین تعداد تلفات و لگاریتم غلظت دیازینون استفاده می‌شود (آیدین و کپراچو، ۲۰۰۵). ترسیم نمودار در فضای نرم‌افزار اکسل (۲۰۰۷) انجام شد.

غلظت‌های مورداستفاده در مورد هرگونه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱: تعداد تیمار و غلظت‌های بکار رفته برای تعیین LC_{50} آترزین در گونه‌های ماهی مورد بررسی.

نوع ماهی	تعداد تیمارها	غلظت سم (میلی‌گرم در لیتر)
بنی	۷	صفر، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰، ۳۲۰، ۶۴۰
شیربت	۷	صفر،۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰، ۳۲۰
عنزه	۸	صفر، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰، ۳۲۰، ۶۴۰، ۱۰۰۰
گطان	۷	صفر،۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰، ۳۲۰

هر مخزن مجهز به سیستم هوادهی و شرایط فیزیکو شیمیایی آب در تمام مخازن مشابه بود. به هر مخزن ۱۲ قطعه ماهی (از گونه موردبررسی) به معرفی گردید. با توجه به اصول روش کار مورداستفاده در این تحقیق (Static- renewal test condition) برای جلوگیری از اثر متابولیت‌ها و مواد آلی دفعی ماهی و نگهداری غلظت سم در حد غلظت اولیه در نظر گرفته‌شده، آب تمام مخازن روزانه با آب حاوی همان غلظت از آترزین تعویض می‌گردید. در طول عملیات اندازه‌گیری میزان سمیت آترزین در ماهی‌ها، علائم ماهی‌ها به‌صورت متوالی در غلظت‌های مختلف ثبت‌شده و ماهیانی که بعد از نشان دادن علائم در کف مخزن دو ساعت بدون حرکت سرپوش آبششی قرار می‌گرفتند به‌عنوان ماهی تلف‌شده از آب خارج می‌شدند. بعد از ثبت تلفات، اقدام به تعیین LC_{10}، LC_{50} و LC_{90} ۲۴، ۴۸ و ۹۶ ساعته گردید. همچنین حداکثر غلظت مجاز با تقسیم نمودن غلظت ایجادکننده‌ی ۵۰ درصد تلفات در ۹۶ ساعت آترزین در هرگونه بر عدد ده محاسبه گردید (TCR, 1984).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

جهت آنالیز اطلاعات تحقیق از نرم‌افزار Probit نسخه ۱/۵ و نیز نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده گردید. در این نرم‌افزار از همبستگی بین تلفات و لگاریتم غلظت سم استفاده می‌گردد (Aydin and Koprucu, 2005). از آزمون ANOVA یک‌طرفه و تست تکمیلی دانکن (در سطح اطمینان ۹۵٪) برای بررسی تفاوت LC50 بین ۴ گونه ماهی استفاده گردید.

نتایج

نتایج بررسی اثرات سمی آترزین در چهار گونه ماهی موردبررسی در جدول شماره ۲ آورده شده است. در این جدول غلظت ایجادکننده ۱۰٪، ۲۰٪، ۵۰٪، ۸۰٪ و ۹۰٪ تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت مجاورت با آترزین مشخص گردید. در تمام ماهی‌های موردبررسی با افزایش غلظت سم تلفات افزایش‌یافته و غلظت‌های پایین‌تر سم نیز در طول زمان بیشتر می‌تواند تلفات ایجاد نماید. در مورد این سم ماهی گطان بیشترین حساسیت و تلفات ناشی از مسمومیت را نشان داد. در سوی دیگر به‌طورکلی بیشترین مقاومت به آترزین را می‌توان به گونه عنزه نسبت داد. لازم به ذکر است که تفاوت مقاومت میان هر چهارگونه معنی‌دار بود ($P<0/05$).

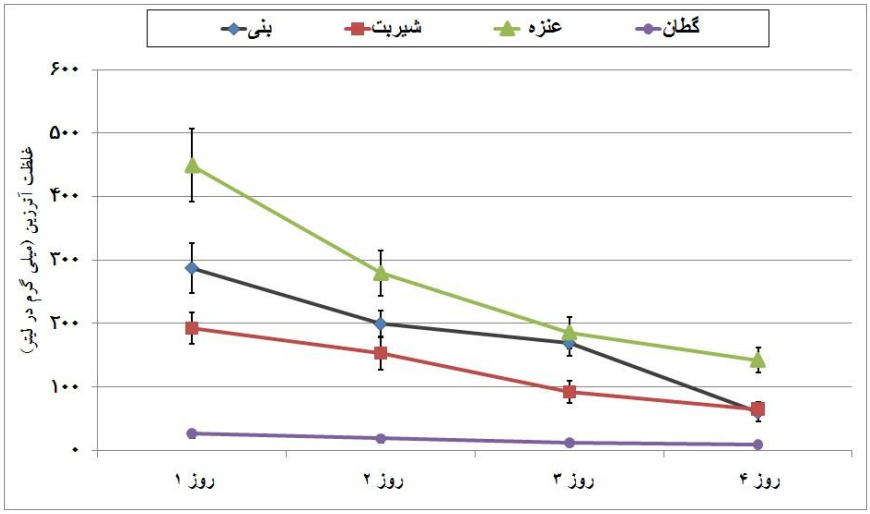
جدول ۲: غلظت‌های ایجادکننده ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۹۰ درصد تلفات در گونه‌های ماهی موردبررسی بعد از ۲٤، ٤٨، ۷۲ و ۹٦ ساعت.

دوز کشنده (mg/l)	مدت مجاورت / گونه ماهی	۲٤ساعته	٤٨ساعته	۷۲ساعته	۹٦ساعته
LC_{10}	بنی	۱۰۴/۱۲±۱۵/۴۱ aA	۸۰/۱۲±۱۰/۲۴ aB	۶۱/۹±۱۱/۱۹ aC	۳۱/۵۵±۷/۱۱ aD
	شیربت	۸۸/۰۸±۱۳/۷۹ bA	۵۱/۱۲±۹/۲۴ bB	۴۲/۶۷±۸/۳۹ bBC	۳۵/۳۲±۷/۲۱ aC
	عنزه	۷۹/۳۱±۱۲/۵۶ bA	۵۹/۹۱±۱۰/۴ bB	۴۷/۹۱±۹/۳۲ bBC	۳۲/۸۹±۹/۷۱ aC
	گطان	۶/۶۴±۱/۳۸ cA	۴/۳۴±۱/۲۲ cA	۳/۲۲±۰/۳۷ cB	۱/۳۴±۰/۲۱ bC
LC_{20}	بنی	۲۰۰/۷۹±۱۸/۲۵ bA	۱۲۵/۲۵±۱۱/۳۲ bB	۱۳۰/۷۱±۱۱/۲۱ aB	۴۳/۷۵±۳/۱۲ bC
	شیربت	۱۴۰/۳۵±۱۷/۹۷ bcA	۱۰۲/۳۹±۱۳/۵ bcA	۶۷/۲۳±۱۰/۴۱ bB	۵۰/۳۱±۹/۲۵ bB
	عنزه	۲۶۴/۲۸±۲۸/۸۶ aA	۱۶۹/۵۸±۱۹/۴ aB	۱۱۶/۳۳±۱۵/۴۱ aBC	۸۷/۳۴۴±۱۲/۲۵ aC
	گطان	۱۶/۵۱±۳/۷۸ cA	۱۱/۵۱±۴/۳۲ cB	۷/۳۶±۱/۱۹ cBC	۵/۵۵±۱/۱۲ cC
LC_{50}	بنی	۲۸۷/۳۴±۳۹/۸۵ bA	۱۹۹/۲۵±۲۰/۳۲ bB	۱۶۹/۷۱±۲۱/۲۱ aB	۶۰/۰۱±۱۴/۱۲ bC
	شیربت	۱۹۲/۶۱±۲۵/۶۸ cA	۱۵۳/۴±۲۶/۸۲ bAB	۹۲/۶۸۳±۱۷/۸۱ bB	۶۵/۵۴±۱۱/۵۳ bC
	عنزه	۴۴۹/۷۵±۵۷/۶۵ aA	۲۷۹/۸۴±۳۵/۹۳ aB	۱۸۵/۵۵۲±۳۶/۷۸ aBC	۱۴۲/۳۲±۲۱/۵۲ aC
	گطان	۲۶/۴۴±۵/۰۵ dA	۱۸/۵۹±۴/۶۲ cB	۱۲/۹۰۷±۳/۵ cBC	۹/۷۷۵±۳/۲۳ cC
LC_{80}	بنی	۵۶۸/۴۵±۶۰/۸۵ bA	۴۱۳/۶±۴۵/۹۷ aB	۳۶۳/۹۷±۴۱/۷ aC	۱۱۵/۴۶±۱۵/۶۸ bD
	شیربت	۳۸۳/۶۱±۴۶/۶۸ cA	۳۷۱/۷۶±۴۵/۷۲ aB	۱۷۲/۲۲±۴۵/۲۱ bC	۱۰۸/۹۸±۱۶/۱۲ bD
	عنزه	۷۰۸/۲۵±۸۲/۶۵ aA	۴۲۱/۲۹±۵۰/۵ aB	۳۵۴/۹۵±۵۷/۰۲ aC	۲۸۲/۸۸±۳۶/۳۲ aD
	گطان	۸۰/۴۴±۱۲/۰۵ dA	۵۶/۱۲±۱۰/۶۶ bB	۳۶/۹۳±۱۲/۷۸ cC	۱۹/۸۶±۶/۷۳ cB
LC_{90}	بنی	۷۰۹/۷۵±۷۹/۸۵ aA	۴۹۰/۵۲±۵۰/۷۸ aB	۴۳۷/۹۷±۵۲/۷ aB	۱۳۹/۷۵±۴۵/۲۳ bC
	شیربت	۴۴۶/۴۶±۵۳/۶۸ bA	۴۵۷/۹۰۷±۵۹/۵ aA	۱۹۹/۲۲±۲۳/۲۱ bB	۱۲۲/۴۶±۱۸/۶۸ bB
	عنزه	۸۳۹/۵±۱۰۲/۶۵ aA	۴۹۵/۹۷±۶۰/۷ aB	۴۴۲/۹۵±۵۶/۰۲ aB	۳۵۵/۹۸±۴۴/۱۲ aC
	گطان	۱۰۴/۲۴±۱/۰۵ cA	۷۲/۸۹±۱/۲۱ bB	۴۷/۶۷±۹/۷۸ cC	۲۳/۳۲±۷/۳۲ cD

* حروف کوچک لاتین غیر همنام نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ در هر ستون و حروف بزرگ لاتین غیرهمنام نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

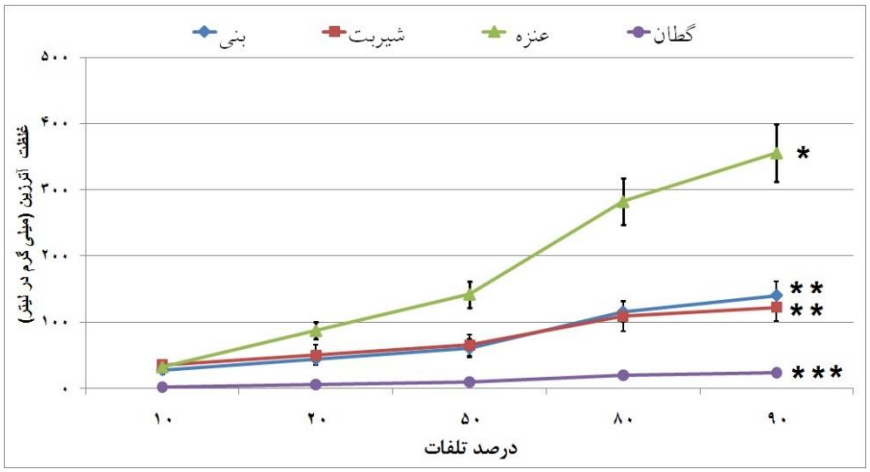
[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

ارتباط بین غلظت سم آترزین و تلفات ایجادشده در ۴ گونه ماهی موردبررسی نیز در شکل ۱ آورده شده است. همان‌طور که در نمودار مشخص است در هر چهار گونه ماهی افزایش مدت مجاورت باعث کاهش غلظت ایجادکننده‌ی ۵۰٪ تلفات گردیده است (غلظت پایین سم در طول زمان ایجاد تلفات می‌نماید) که این غلظت در گونه‌های موردبررسی دارای تفاوت معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).



شکل ۱: غلظت آترزین ایجادکننده ۵۰ درصد تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت مجاورت با آترزین در ماهیان: بنی، شیربت، عنزه و گطان (غلظت صفر آترزین مورد آزمایش در مورد هرگونه کنترل محسوب شده است).

ارتباط بین غلظت آترزین و درصد تلفات ایجادشده در چهار گونه‌ی ماهی موردبررسی نیز در شکل ۲ نشان داده‌شده است. در این نمودار نیز روند افزایش تلفات در هر چهار گونه ماهی با افزایش غلظت مشاهده می‌گردد، هرچند در این نمودار نیز تفاوت معنی‌داری بین سمیت آترزین در چهار گونه‌های مشهود است.

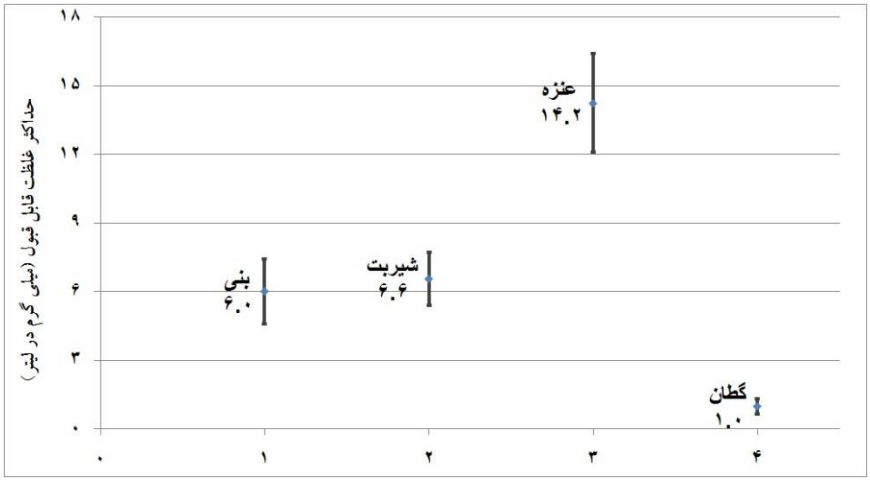


شکل ۲: ارتباط بین غلظت آترزین و درصد تلفات ایجادشده بعد از ۹۶ ساعت مجاورت با این سم در ماهیان بنی، شیربت، عنزه و گطان (*نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

علائم مسمومیت در تمام گونه‌های موردبررسی چه در ماهیانی که بعداً تلف می‌شدند و چه در ماهیانی که نهایتاً بهبود می‌یافتند به‌وضوح مشهود بود که این علائم شامل: به هم خوردن تعادل و شنای غیرعادی، عمودی قرار گرفتن در آب، حرکات سریع سرپوش آبششی، شنای سریع و شنا در سطح آب و بی‌حرکت ماندن در کف مخزن آب تقریباً در تمام غلظت‌های بالای ۱ میلی‌گرم در لیتر آترزین بود.

نتیجه محاسبه میزان حداکثر غلظت قابل‌قبول MAC سم آترزین در چهار گونه‌ی ماهی موردبررسی در شکل شماره ۳ نشان داده‌شده است. همان‌طور که در نمودار مشخص است این غلظت در مورد عنزه بطور معنی‌داری بیشتر از غلظت این ماده در سایر گونه‌ها می‌باشد که نشان‌دهنده مقاومت بیشتر عنزه نسبت به سایرین است. مقاومت شیربت و بنی تقریباً مشابه یکدیگر به دست آمد که این اختلاف نسبت به گطان در سطح معنی‌دار قرار داشت ($P<0/05$). سمیت سم آترزین برای گطان بیشتر از بقیه سموم بود.



شکل ۳: مقایسه حداکثر غلظت قابل‌قبول (MAC) سم آترزین در ماهیان: بنی، شیربت، عنزه و گطان

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به حدود صد هزار هکتار مزرعه‌ی کشت نیشکر، مصرف سالیانه بیش از ۳۰۰ هزار کیلوگرم علف‌کش آترازین در مزارع نیشکر استان، و جریان حدود ۳۰٪ آب‌های سطحی کشور در رودخانه‌های استان خوزستان، احتمال آلودگی آن‌ها به این سم بسیار بالاست (حاجی شرفی و شکوه‌فر، ۱۳۸۸).

نتایج این تحقیق نشان داد که آترزین برای هر چهار گونه ماهی موردبررسی سمیت دارد و از طرفی درصد تلفات با افزایش غلظت و نیز افزایش زمان مجاورت ماهی‌ها با این سم افزایش یافت، به‌عنوان‌مثال در مورد ماهی شیربت غلظت ایجادکننده ۵۰٪ تلفات پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب برابر: ۱۹۲/۶۰۵، ۱۵۳/۰۷۸، ۹۲/۴۹۵ و ۶۵/۰۴ میلی‌گرم در لیتر بود. گزارش سمیت آترزین در گونه‌های مختلف آبزیان انجام‌شده است، هرچند این میزان در گونه‌های مختلف متفاوت بوده است. Solomon و همکاران (۱۹۹۶)، LC_{50} ۹۶ ساعته آترازین را در قزل‌آلای‌کانادایی ۶/۳ میلی‌گرم در لیتر گزارش نمودند. Bekeh و همکاران (۲۰۱۲)، LC_{50} ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعته آترازین در تیلاپیای نیل با میانگین وزن ۹/۸ گرم و اندازه ۶/۸۳ سانتی‌متر را به‌ترتیب ۷/۹، ۷/۶، ۷/۳ و ۷/۲ میلی‌گرم در لیتر اعلام کردند. در تحقیقی دیگر Ramesh و همکاران (۲۰۰۹)، LC_{50} ۲۴ ساعته آترازین در کپور معمولی با میانگین وزن ۶ گرم و اندازه ۷/۵ سانتی‌متر را ۱۸/۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش کردند. Abdali و همکاران (۲۰۱۱)، LC_{50} ۹۶ ساعته آترازین در ماهی کپور علفخوار با میانگین وزن ۳۳/۶۳ گرم و اندازه ۱/۱±۱۴/۱۱ سانتی‌متر را ۸۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش کردند. نتایج تحقیقات فوق در تطابق با تحقیق حاضر هستند. البته برخی گزارش‌ها از عدم وابستگی سمیت سموم

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

محیطی بازمان مجاورت سم با ماهی وجود دارد، برای نمونه Lacota و همکاران (۱۹۹۸) سمیت دلتامترین و سایپرمترین را در ماهی قزل‌آلا مستقل از زمان مجاورت با سم گزارش نمودند (Lacota *et al.*, 1998). بطوریکه با افزایش مجاورت تغییری در تلفات حاصل از سم ایجاد نشده و تلفات در همان ۲۴ ساعت اول ا ایجاد می‌شود و ماهیان زنده مانده در روز اول تا روز چهارم زنده می‌مانند، تفاوت یافته فوق با تحقیق حاضر را می‌توان در مکانیسم اثر سموم استفاده‌شده در دو تحقیق دانست.

در طول مدت این تحقیق علاوه بر تلفات رفتارهایی همچون شنای غیرعادی، کاهش عکس‌العمل به محرک‌های محیطی، قطع اشتها، سختی در تنفس نیز مشاهده شد. Hussein و همکاران (۱۹۹۶) پیشنهاد کردند که این تغییرات رفتاری، نتیجه‌ی کاهش فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز می‌باشد. همچنین مشکلات تنفسی با توجه به اثر تحریک مخاط توسط سم و مسدود شدن رشته‌های آبششی توسط موکوس تولیدشده قابل توجیه است (Bekeh *et al.* 2012). با توجه به این‌که این ماده باعث علائم عصبی و اختلال در تغذیه، شنا و درک محیطی می‌گردد، حتی درصورتی‌که مرگ ماهی را باعث نشود در موارد مزمن مسمومیت در طبیعت می‌تواند سلامت، رشد و مقاومت ماهی به استرس‌های محیطی را تهدید نماید (Banaee *et al.*, 2008 ؛Uner *et al.*, 2006).

علی‌رغم نسبت فیلوژنیکی نزدیک گونه‌های موردبررسی در این تحقیق (تا سال ۲۰۰۸ این چهار گونه در جنس باربوس ماهیان طبقه‌بندی می‌شدند) سنجش‌های مختلف سمیت آترزین ازجمله LC_{50} ۹۶ ساعته این سم در این چهار گونه ماهی تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). بطوریکه سمیت این سم در ماهی گطان ۱۵ برابر ماهی عنزه می‌باشد. جالب آنکه تفاوت‌های این‌چنینی می‌تواند یکی از علل دسته‌بندی جدید این ماهیان در جنس‌های مختلف باشد. در مطالعات مشابه نیز سمیت سموم مختلف در گونه‌های مختلف ماهی تفاوت زیادی داشته‌اند. مثلاً LC_{50} ۹۶ ساعته در قزل‌آلای حلق بریده (*Onchorhynchus clarki*) ۲/۱۵ میلی‌گرم در لیتر (Seguchi and Asaka, 1999) و در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Onchorhynchus mykiss*) ۱/۱۳ میلی‌گرم در لیتر (Banaee *et al.*, 2010) گزارش گردیده‌اند، درحالی‌که هر دو جزء خانواده‌ی آزادماهیان هستند. مکانیسم اثر آترزین تأثیر بر سلول‌های بافت‌های حیاتی کلیه، کبد و مغز است، این سلول‌ها تحت تأثیر نوعی کمبود اکسیژن و آسیب غشایی شده و مکانیسم آپوپتوزیس (مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلول) فعال می‌گردد(Weber, *et al.*, 2013). این آسیب به بافت‌های حیاتی با غلظت سم ارتباط داشته و در صورت افزایش آسیب می‌تواند باعث مرگ ماهی گردد(Lidiane and Odete, 2014).

با توجه به میزان سمیت آترزین در ماهی‌های موردبررسی و در نظر گرفتن روند تلفات با افزایش غلظت و نیز روند کاهش غلظت آترزین با افزایش زمان مجاورت که در هر چهار گونه ماهی مشابه است می‌توان بیان نمود که نحوه تأثیر و احتمالاً مکانیسم اثر سم در هر چهار گونه مشابه می‌باشد، ولی علت تفاوت حساسیت گونه‌های مختلف ماهی در برابر سمومی مانند آترزین ممکن است در اثر تفاوت گونه‌های مختلف ماهی در میزان جذب سم و یا به علت کارایی متفاوت سیستم سم‌زدایی ماهی‌ها و سرعت دفع متفاوت سم از بدن می‌باشد (Keizer *et al.*, 1991; Dongyun *et al.*, 2006). احتمالاً ماهی عنزه سم کمتری نسبت به گطان دریافت نموده و یا با میزان و سرعت بیشتری آن را متابولیزه نموده و دفع می‌نماید. همچنین ثابت شده سمیت مواد شیمیایی بر ارگانیسم‌های آبی تحت تأثیر شرایط آب، سن، اندازه، وضعیت رسیدگی جنسی و سلامتی گونه¬ها قرار دارد (Abdul-Farah *et al.*, 2004). البته با توجه به اینکه در تحقیق حاضر تمام شرایط تحقیق ازجمله وزن و سن ماهی‌ها، شرایط محیطی و بیوشیمیایی آب مشابه بوده، فقط تفاوت بین سمیت سم آترزین را می‌توان به تفاوت گونه‌ای بین ماهی‌ها نسبت داد. تحقیق حاضر می‌تواند پایه‌ی مطالعات مربوط به بررسی مکانیسم‌های مسمومیت‌زایی آترزین و نیز نحوه جذب، متابولیسم و دفع آن از بدن ماهی‌های موردبررسی، به‌منظور یافتن علت تفاوت سمیت در این چهار گونه و گونه‌های مشابه باشد.

لذا با توجه به اثرات سمی آترزین در ماهی‌ها و نیز حساسیت چهار گونه ماهی موردبررسی در این تحقیق و از طرفی مصرف بالای این سم در کشاورزی که ورود آن‌ها به منابع آبی استان خوزستان را گریزناپذیر می‌سازد، می‌توان نتیجه گرفت که اثرات این سم و مواد مشابه سلامت ماهیان بومی آب‌های جاری رودخانه‌ها و تالاب‌های استان خوزستان را تهدید می‌نماید که در مورد سم علف‌کش آترزین، گطان ازجمله گونه‌های بسیار حساس است و شیربت و بنی در دسته حساسیت متوسط جای می‌گیرند. و بیشترین مقاومت نسبت به این سم را ماهی عنزه دارد، لذا بهتر

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

است ابتدا با رعایت قوانین زیست‌محیطی و اصول کشاورزی در حد امکان از آلوده شدن منابع آبی به سموم مختلف ازجمله آترزین جلوگیری نمود و در مرتبه بعد با توجه به آلودگی اکثر آب‌های جاری کشور با سموم کشاورزی بخصوص آترزین بهتر است علاوه بر بررسی سمیت سایر سموم در گونه‌های مهم پرورشی، در بازسازی ذخایر ماهیان بومی در منابع آبی استان خوزستان، به گونه‌هایی همچون عنزه که مقاومت کلی بیشتری نسبت به این سم دارند توجه بیشتری گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز و از محل پژوهانه‌ی مولفین انجام پذیرفت.

منابع

حاجی شرفی، غ. ر. و شکوه فر، ع. ۱۳۸۸. جایگزینی علف‌کش‌های نیشکری به‌منظور مصرف سموم شیمیایی و استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی در مزارع نیشکر استان خوزستان. فصلنامه‌ی علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال اول، شماره ۱،۱-۱۲

Abdali, S., Yousefi Jourdehi, A., Kazemi, R. and Yazdani, M. A., 2011. Effect of Atrazine (Herbicide) on blood biochemical indices of *Grass Carp (ctenopharyhgoden idella*). Persian Gulf 2(5), 51-56.

Abdul-Farah, M., Ateeq, B., Ali, M. N. and Ahmad, W., 2004. Studies on lethal concentrations and toxicity stress of some xenobiotics on aquatic organisms. Chemosphere 55, 257–265.

Aydin, R. and Koprucu, K., 2005. Acute toxicity of diazinon on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. Pesticide Biochemistry and Physiology 82(3), 220–225.

Banaee, M., Mirvagefei. A. R., Rafei. G. R. and Majazi Amiri, B., 2008. Effect of sub-lethal diazinon concentrations on blood plasma biochemistry. International Journal of Environmental Research 2, 189–198.

Banaee, M., Sureda, A., Mirvaghefi, A. R. and Ahmadi, K., 2010. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pesticide Biochemistry and Physiology 99(1), 1-6.

Bekeh Ada, F., Ayotunde, E. O. and Bayim, B.P.R., 2012. Some biological and hematological responses of Oreochromis niloticus juveniles exposed to Atrazine herbicide. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux) 5.

Dongyun, Y., Xin, J., Guifen, Y., Zhenhua, Z., Yongrong, B. and Fang, W., 2006. Quantitative structure–toxicity relationships of organophosphorous pestic ides to fish (*Cyprinus carpio*). Chemosphere 63, 744-750.

Fischer-Scherl, T., Veeser, A., Hoffmann, R. W., Kühnhauser, C., Negele, R. D. and Ewringmann, T., 1991. Morphological effects of acute and chronic atrazine exposure in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Archives of environmental contamination and toxicology 20, 454-461.

Forouzangohar, M., Haghnia, G. H. and Koocheki, A., 2005. Organic amendments to enhance atrazine and metamitron degradation in two contaminated soils with contrasting textures. Soil & Sediment Contamination 14, 345-355.

Ghosh, P. K. and Philip, L., 2004. Atrazine degradation in anaerobic environment by a mixed microbial consortium. Water Research 38, 2277-2284.

Huber, W., 1993. Ecotoxicological relevance of atrazine in aquatic systems. Authors 12(10), 1865-1881.

Hussein, S. Y., El-Nasser, M. A. and Ahmed, S. M., 1996. Comparative studies on the effects of herbicide atrazine on freshwater fish *Oreochromi niloticus* and *Chrysichthyes auratus* at Assiut, Egypt. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 57, 503-510.

Keizer, J., DeAgostino, G. and Vittozzi, I., 1991. The importance of biotransformation in the toxicity of xenobiotics to fish. 1: Toxicity and bioaccumulation of diazinon in guppy (*Poecilia reticulata*) and zebra fish (*Brachydanio rerio*). Aquatic Toxicology 2, 239–254.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]

Lakota, S., Razska, A., Utracki, T. and Chmiel, Z. 1998. Side-effect of deltamethrin and cypermethrin in the environment of water biocenoses. Organika 71, 71–77.

Lidiane, C. S. and Odete, R. 2014. A comparative study of the acute toxicity of the herbicide atrazine to cladocerans Daphnia magna, Ceriodaphnia silvestrii and Macrothrix flabelligera-, Acta Limnologica Brasiliensia , vol. 26, no. 1, p. 1-8

Moore, A. and Waring, C.P., 1998. Mechanistic effects of a triazine pesticide on reproductive endocrine function in mature Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. Pesticide Biochemistry Physiology 62, 41–50.

Prasad, T., Srinivas, T., Rafi, G. M. and Reddy, D., 1991. Effect in vivo of atrazine on haematology and O_2 consumption in fish, *Tilapia mossambica*. Biochemistry international 23, 157.

Prasad, T., Srinivas, T., Rafi, M. and Reddy, D., 1990. Chronic effect of atrazine on hydromineral balance in the crab. Biochemistry International 22, 435-440.

Ramesh, M., Srinivasan, R. and Saravanan, M., 2009. Effect of atrazine (herbicide) on blood parameters of common carp, *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes). African Journal of Environmental Science and Technology 3, 453-458.

Rivera, J., Caixach, J., Torres, M. D. and Ventura, F., 1986. Fate of Atrazine and Trifluralin from an Industrial Waste Dumping at the Llobregat River Presence in Fish, Raw and Finished Water. International journal of environmental analytical chemistry 24, 183-191.

Rymuszka, A., Siwicki, A. K. and Sieroslawska, A., 2007. Determination of modulatory potential of atrazine on selected functions of immune cells isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Centre European Journal Immunology 32, 97–100.

Seguchi, K. and Asaka, S., 1999. Intake and excretion of diazinon in freshwater fishes. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 27, 244–249.

Solomon, K. R., Baker, D. B., Richards, R. P., Dixon, K. R., Klaine, S. J., La Point, T. W., Kendall, R. J., Weisskopf, C. P., Giddings, J.M. and Giesy, J. P., 1996. Ecological risk assessment of atrazine in North American surface waters. Environmental Toxicology and Chemistry 15, 31-76.

Srinivas, T., Prasad, T. A. V., Raffi, G. M. and Reddy, D. C., 1991. Effect of atrazine on some aspects of lipid metabolism in fresh water fish, Biochemistry International 23, 603–609.

TCR, 1984. OECD guideline for testing of chemicals. Section 2. Effect on biotic systems.

Theng, B., Kookana, R. S. and Rahman, A., 2000. Environmental concerns of pesticides in soil and ground water and management strategies in Oceania. Soil and Groundwater Pollution and Remediation, Asia, Africa and Oceania. Lewis Publishers, Boca Raton, 42-79.

Uner, N., Oruc, E. O., Sevgiler, Y., ahin, N. S., Durmaz, H. and Usta, D., 2006. Effects of diazinon on acetylcholinesterase activity and lipid peroxidation in the brain of *Oreochromis niloticus*. Environmental Toxicology and Pharmacology 21, 241–245.

Weber, G. J. Sepúlveda, M. S. Peterson, S. M. Lewis, S. S. and Freeman J. L., 2013. "Transcriptome alterations following developmental atrazine exposure in zebrafish are associated with disruption of neuroendocrine and reproductive system function, cell cycle, and carcinogenesis,"Toxicological Sciences, vol. 132, no. 2, pp. 458–466.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-11-26]