

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

چکیده

در این تحقیق سمیت حاد سم علف کش آترزین در چهار گونه‌ی ماهی بومی استان خوزستان، شامل ماهی بنی *Mesopotamichthys sharpeyi*، شیربت *Tor grypus*، عنزه *Luciobarbus esocinus* و گطان *Luciobarbus xanthopterus* مورد بررسی 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. هر گونه ماهی در مجاورت حداکثر هشت غلظت متوالی از سم علف کش آترزین در سه تکرار (مجموعاً ۲۴ آکوریوم) و به مدت ۹۶ ساعت قرار داده شده و تلفات به صورت روزانه ثبت گردید. داده‌های به دست آمده با نرم افزار Probit آنالیز شد. نتایج مشخص ساخت که آترزین برای هر چهار گونه فوق ماده‌ای سمی است و سمیت آن‌ها با افزایش غلظت و هم با افزایش مدت مجاورت افزایش می‌یابد ولی میزان حساسیت به این سم در بین گونه‌های مختلف مورد بررسی تفاوت‌های معنی داری را نشان دادند، بطوریکه سمیت حاد بر اساس LC₅₀ ۹۶ ساعته، در مورد ماهی عنزه کمترین میزان (بالاترین غلظت) معادل 142 ± 21 میلی گرم در لیتر به دست آمد که نشان دهنده مقاومت نسبتاً خوب این گونه به سم آترزین است. در صورتی که مقاومت بنی و شیربت کمتر از عنزه و مشابه یکدیگر به ترتیب برابر 60 ± 14 و 65 ± 11 ثبت گردید. بالاترین حساسیت نسبت به این سم را ماهی گطان با LC₅₀ به میزان 9 ± 3 میلی گرم در لیتر نشان داد. با توجه به نتایج فوق می‌توان گفت علیرغم اینکه این چهار ماهی بومی از نظر زیست‌شناسی و طبقه‌بندی ماهی‌های بسیار مشابه می‌باشند ولی تفاوت زیادی بین حساسیت آن‌ها به سم علف کش 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 علف کش‌ها 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 علف کش در سطح جهان آترزین می‌باشد که در مراحل مختلف کشت گیاهان قابل استفاده است (Huber, 1993).

مجتبی علیشاهی^{۱*}

اسماعیل عبدی^۲

تکاور محمدیان^۳

۱. 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
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.



آترزین با فرمول شیمیایی ۲-کلرو-۴-اتیل‌آمین-۶-ایزوپروپیل‌آمین-اس‌تریازین، یک سم علف‌کش از گروه تریازین می‌باشد (Rivera et al., 1986). این سم که استفاده از آن 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 آبی 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 (Ghosh 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 آبی جذب‌شده و اثرات متعددی روی قسمت‌های بدن از جمله 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 آبی 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 مورد استفاده 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 رودخانه‌ها و تالاب‌ها به این سم تابه‌حال در مورد تأثیر این سم در ماهیان (و دیگر آبزیان) استان مطالعات بسیار محدودی انجام‌شده است، در صورتی که احتمال دارد برخی مشکلات بهداشتی و حساسیت‌های ماهیان بومی و پرورشی استان به مسمومیت‌های مزمن از جمله مسمومیت با این سم مرتبط باشد. از این‌رو در تحقیق حاضر چهار گونه ماهی شامل بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*)، شیریت (*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 قابل قبول (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، شیریت، عنزه و گطان (۴۰۰ قطعه از هرگونه با وزن متوسط $6/23 \pm 0/75$ 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 27 ± 1 درجه سانتی‌گراد بود، میزان pH نیز با دستگاه pH متر دیجیتال هانا ساخت ایتالیا اندازه‌گیری شد که برابر $7/8 \pm 0/8$ pH بود. سختی بر اساس میزان کربنات کلسیم به‌وسیله سختی سنج (Aqualitic آلمان مدل AL20COND) به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد و برابر $EC=920$ میکروزیمنس بر سانتیمتر مربع ثبت گردید. میزان اکسیژن محلول با دستگاه

اکسیژن متر (لوترون مدل DO-5510 ساخت تایوان) اندازه‌گیری شده و برابر $8 \pm 1/0.2$ میلی‌گرم در لیتر بود. میزان NH_3 و NO_2 با استفاده از کیت‌های ایران شیمی اندازه‌گیری شده و کمتر از $0/01$ میلی‌گرم در لیتر و میزان NO_3 کمتر از $0/1$ میلی‌گرم در لیتر بود.

برای انجام این تحقیق از سم آترزین با غلظت ماده مؤثره 80% با فرمول شیمیایی ۲-کلرو-۴-اتیل‌آمین-۶-ایزوپروپیل‌آمین-اس‌تریازین $(\text{C}_8\text{H}_{14}\text{ClN}_5)$ (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). از آنجا که 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 ایجادکننده 100% 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 فیزیکی 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 دیازینون تعویض می‌گردید. ماهی‌های بی‌حرکت و فاقد حرکت سرپوش آبششی مرده محسوب شده و از آب خارج می‌گشتند. ثبت تلفات به‌صورت روزانه $(24, 48, 72, 96)$ ساعت انجام شده 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 ۱/۵ گردید. 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 فیزیکی 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 ثبت شده و ماهیانی که بعد از نشان دادن علائم در کف مخزن دو ساعت بدون حرکت سرپوش آبششی قرار می‌گرفتند به‌عنوان ماهی تلف شده 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 ایجادکننده 50% درصد تلفات در ۹۶ ساعت آترزین در هرگونه بر عدد ده محاسبه گردید (TCR, 1984).

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

نتایج

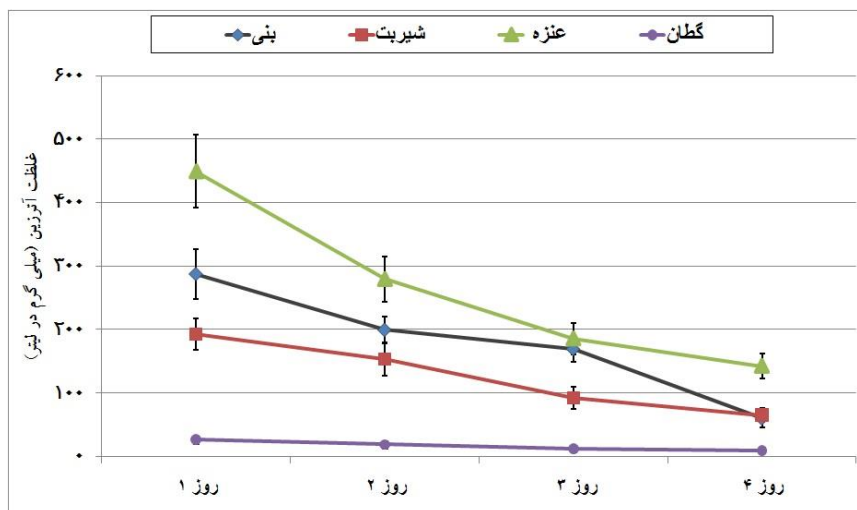
نتایج بررسی اثرات سمی آترزین در چهار گونه ماهی مورد بررسی در جدول شماره ۲ آورده شده است. در این جدول غلظت ایجادکننده ۱۰٪، ۲۰٪، ۵۰٪، ۸۰٪ و ۹۰٪ تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت مجاورت با آترزین مشخص گردید. در تمام ماهی‌های مورد بررسی با افزایش غلظت سم تلفات افزایش یافته و غلظت‌های پایین تر سم نیز در طول زمان بیشتر می تواند تلفات ایجاد نماید. در مورد این سم ماهی گطان بیشترین حساسیت و تلفات ناشی از مسمومیت را نشان داد. در سوی دیگر به طور کلی بیشترین مقاومت به آترزین را می توان به گونه عنزه نسبت داد. لازم به ذکر است که تفاوت مقاومت میان هر چهار گونه معنی دار بود ($P < 0.05$).

جدول ۲: غلظت‌های ایجادکننده ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۹۰ درصد تلفات در گونه‌های ماهی مورد بررسی بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت.

دوز کشنده (mg/l)	مدت مجاورت گونه ماهی	۲۴ ساعته	۴۸ ساعته	۷۲ ساعته	۹۶ ساعته
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	۸۷/۳۴±۱۲/۲۵ aC
	گطان	۱۶/۵۱±۳/۷۸ cA	۱۱/۵۱±۴/۳۲ cB	۷/۳۶±۱/۱۹ cBC	۵/۵۵±۱/۱۳ cC
LC ₅₀	بنی	۲۸۷/۳۴±۳۹/۸۵ bA	۱۹۹/۲۵±۲۰/۳۳ bB	۱۶۹/۷۱±۲۱/۲۱ aB	۶۰/۰۱±۱۴/۱۲ bC
	شیربت	۱۹۲/۶۱±۲۵/۶۸ cA	۱۵۳/۴±۲۶/۸۲ bAB	۹۲/۶۸±۱۷/۸۱ bB	۶۵/۵۴±۱۱/۵۳ bC
	عنزه	۴۴۹/۷۵±۵۷/۶۵ aA	۲۷۹/۸۴±۳۵/۹۳ aB	۱۸۵/۵۵±۳۶/۷۸ aBC	۱۴۲/۳۲±۲۱/۵۲ aC
	گطان	۲۶/۴۴±۵/۰۵ dA	۱۸/۵۹±۴/۶۳ cB	۱۲/۹۰±۷/۳/۵ cBC	۹/۷۷±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	۴۵۷/۹۰±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

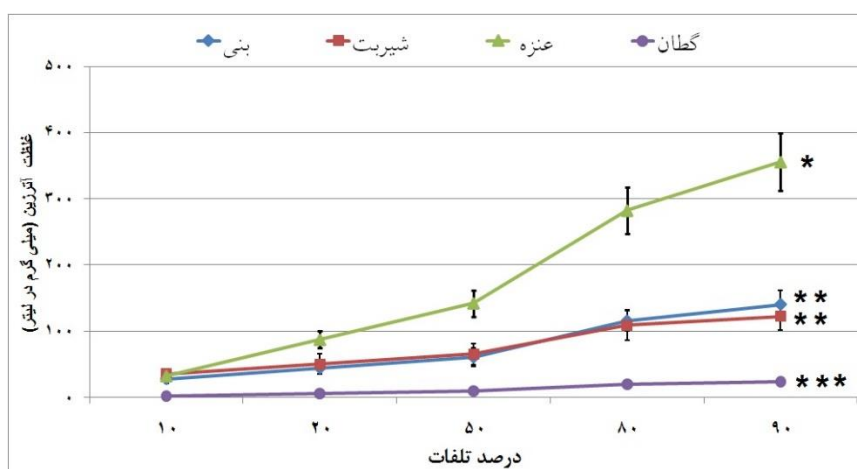
* حروف کوچک لاتین غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵ در هر ستون و حروف بزرگ لاتین غیر همنام نشان دهنده تفاوت معنی دار در هر ردیف در سطح ۰/۰۵ می باشد.

ارتباط بین غلظت سم آترزین و تلفات ایجادشده در ۴ گونه ماهی موردبررسی نیز در شکل ۱ آورده شده است. همان طور که در نمودار مشخص است در هر چهار گونه ماهی افزایش مدت مجاورت باعث کاهش غلظت ایجادکننده ی ۵۰٪ تلفات گردیده است (غلظت پایین سم در طول زمان ایجاد تلفات می نماید) که این غلظت در گونه های موردبررسی دارای تفاوت معنی دار بود ($P < 0.05$).



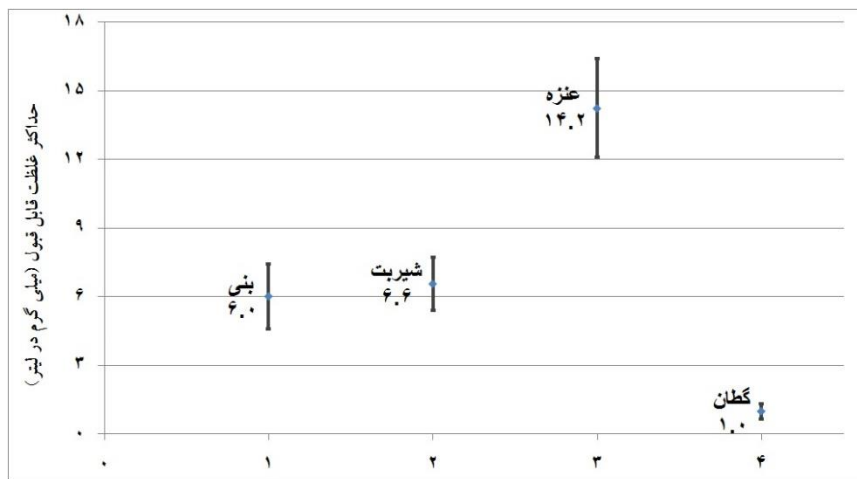
شکل ۱: غلظت آترزین ایجادکننده ۵۰ درصد تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت مجاورت با آترزین در ماهیان: بنی، شیربت، عنزه و گطان (غلظت صفر آترزین مورد آزمایش در مورد هرگونه کنترل محسوب شده است).

ارتباط بین غلظت آترزین و درصد تلفات ایجادشده در چهار گونه ی ماهی موردبررسی نیز در شکل ۲ نشان داده شده است. در این نمودار نیز روند افزایش تلفات در هر چهار گونه ماهی با افزایش غلظت مشاهده می گردد، هرچند در این نمودار نیز تفاوت معنی داری بین سمیت آترزین در چهار گونه های 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 (* نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می باشد).

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 قابل قبول MAC سم آترزین در چهار گونه‌ی ماهی موردبررسی در شکل شماره ۳ نشان داده شده 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 قابل قبول (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 آترزین 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 درصدهای تلفات با افزایش غلظت و نیز افزایش زمان مجاورت ماهی‌ها با این سم افزایش یافت، به‌عنوان مثال 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 انجام شده است، هرچند این میزان در گونه‌های مختلف متفاوت بوده است. Solomon و همکاران (۱۹۹۶)، LC_{50} ۹۶ ساعته آترزین را در قزل‌آلای کانادایی ۶/۳ میلی‌گرم در لیتر گزارش نمودند. Bekeh و همکاران (۲۰۱۲)، LC_{50} ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعته آترزین در تیلاپپای نیل با میانگین وزن ۹/۸ گرم و اندازه ۶/۸۳ سانتی‌متر را به ترتیب 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 آترزین 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 آترزین در ماهی کپور علفخوار با میانگین وزن ۳۳/۶۳ گرم و اندازه $14/11 \pm 1/1$ 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

محیطی بازمان مجاورت سم با ماهی وجود دارد، برای نمونه Lacota و همکاران (۱۹۹۸) سمیت دلتامترین و سایپرمتترین را در ماهی قزل آلا 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 ایجاد می شود و ماهیان زنده مانده در روز اول تا روز چهارم زنده می ماند، تفاوت یافته فوق با تحقیق حاضر را می توان در مکانیسم اثر سموم استفاده شده در دو تحقیق دانست.

در طول مدت این تحقیق علاوه بر تلفات رفتارهایی همچون شنای غیرعادی، کاهش عکس العمل به محرک های محیطی، قطع اشتها، سختی در تنفس نیز مشاهده شد. Hussein و همکاران (۱۹۹۶) پیشنهاد کردند که این تغییرات رفتاری، نتیجه ی کاهش فعالیت آنزیم استیل کولین استراز می باشد. همچنین مشکلات تنفسی با توجه به اثر تحریک مخاط توسط سم و مسدود شدن رشته های آبخشی توسط موکوس تولید شده قابل توجه است (Bekeh et al., 2012). با توجه به این که این ماده باعث علائم عصبی و اختلال در تغذیه، شنا و درک محیطی می گردد، حتی در صورتی که مرگ ماهی را باعث نشود در موارد مزمن مسمومیت در طبیعت می تواند سلامت، رشد و مقاومت ماهی به استرس های محیطی را تهدید نماید (Banaee et al., 2008; Uner et al., 2006).

علی رغم نسبت فیلوژنتیکی نزدیک گونه های مورد بررسی در این تحقیق (تا سال ۲۰۰۸ این چهار گونه در جنس باربوس ماهیان طبقه بندی می شدند) سنجش های مختلف سمیت آترزین از جمله LC₅₀ ۹۶ ساعته این سم در این چهار گونه ماهی تفاوت معنی داری داشت ($P < 0.05$). بطوریکه سمیت این سم در ماهی گطان ۱۵ برابر ماهی عنزه می باشد. جالب آنکه تفاوت های این چنینی می تواند یکی از علل دسته بندی جدید این ماهیان در جنس های مختلف باشد. در مطالعات مشابه نیز سمیت سموم مختلف در گونه های مختلف ماهی تفاوت زیادی داشته اند. مثلاً LC₅₀ ۹۶ ساعته در قزل آلا ی حلق بریده (*Onchorhynchus clarki*) ۲/۱۵ میلی گرم در لیتر (Seguchi and Asaka, 1999) و در قزل آلا ی رنگین کمان (*Onchorhynchus mykiss*) ۱/۱۳ میلی گرم در لیتر (Banaee et al., 2010) گزارش گردیده اند، در حالی که هر دو جزء خانواده ی آزادماهیان هستند. مکانیسم اثر آترزین تأثیر بر سلول های بافت های حیاتی کلیه، کبد و مغز است، این سلول ها تحت تأثیر نوعی کمبود اکسیژن و آسیب غشایی شده و مکانیسم آپوپتوزیس (مرگ برنامه ریزی شده سلول) فعال می گردد (Weber, et al., 2013). این آسیب به بافت های حیاتی با غلظت سم ارتباط داشته و در صورت افزایش آسیب می تواند باعث مرگ ماهی گردد (Lidiane and Odete, 2014).

با توجه به میزان سمیت آترزین در ماهی های مورد بررسی 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 می توان بیان نمود که نحوه تأثیر و احتمالاً مکانیسم اثر سم در هر چهار گونه مشابه می باشد، ولی علت تفاوت حساسیت گونه های مختلف ماهی در برابر سمومی مانند آترزین ممکن است در اثر تفاوت گونه های مختلف ماهی در میزان جذب سم و یا به علت کارایی متفاوت سیستم سم زدایی ماهی ها و سرعت دفع متفاوت سم از بدن می باشد (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 می نماید. همچنین ثابت شده سمیت مواد شیمیایی بر ارگانیزم های 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 از جمله وزن و سن ماهی ها، شرایط محیطی و بیوشیمیایی آب مشابه بوده، فقط تفاوت بین سمیت سم آترزین را می توان به تفاوت گونه ای بین ماهی ها نسبت داد. تحقیق حاضر می تواند پایه ی مطالعات مربوط به بررسی مکانیسم های مسمومیت زایی آترزین و نیز نحوه جذب، متابولیسم و دفع آن از بدن ماهی های مورد بررسی، به منظور یافتن علت تفاوت سمیت در این چهار گونه و گونه های مشابه باشد.

لذا با توجه به اثرات سمی آترزین در ماهی ها و نیز حساسیت چهار گونه ماهی مورد بررسی در این تحقیق و از طرفی مصرف بالای این سم در کشاورزی که ورود آن ها به منابع آبی استان خوزستان را گریزناپذیر می سازد، می توان نتیجه گرفت که اثرات این سم و مواد مشابه سلامت ماهیان بومی آب های جاری رودخانه ها و تالاب های استان خوزستان را تهدید می نماید که در مورد سم علف کش آترزین، گطان از جمله گونه های بسیار حساس است و شیربت و بنی در دسته حساسیت متوسط جای می گیرند. و بیشترین مقاومت نسبت به این سم را ماهی عنزه دارد، لذا بهتر

است ابتدا با رعایت قوانین زیست‌محیطی و اصول کشاورزی در حد امکان از آلوده شدن منابع آبی به سموم مختلف از جمله 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 به منظور مصرف سموم شیمیایی و استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی در مزارع نیشکر استان خوزستان. فصلنامه‌ی علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال اول، شماره ۱، ۱-۱۳.
- Abdali, S., Yousefi Jourdehi, A., Kazemi, R. and Yazdani, M. A., 2011. Effect of Atrazine (Herbicide) on blood biochemical indices of Grass Carp (*ctenopharygoden 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., Mirvaghefi, 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 pesticides to fish (*Cyprinus carpio*). Chemosphere 63, 744-750.
- Fischer-Scherl, T., Veaser, A., Hoffmann, R. W., Kühnhauser, C., Negele, R. D. and Ewingmann, 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 metatriton 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 *Oreochromis niloticus* and *Chrysichthys auratus* at Assiut, Egypt. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 57, 503-510.
- Keizer, J., DeAgostino, G. and Vitozzi, 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.

- 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 O₂ 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.