

اولویت بندی عوامل تعیین غلظت کشنده (LC₅₀96h) کلریدکادمیوم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی کاراس طلائی (*Carassius auratus*)

سیدعلی اکبر هدایتی^۱، احمدرضا جبله^{۱*}

چکیده

در این مطالعه به تعیین غلظت کشنده فلزسنگین کلریدکادمیوم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus Carpio*) و ماهی کاراس طلائی (*Carassius auratus*) در شرایط آزمایشگاهی با هدف تأثیر سمیت کلریدکادمیوم بر میزان مقاومت بچه ماهیان این دو ماهی در مقادیر محاسباتی LC₅₀ پرداخته شد. پس از طی دوره آدپتاسیون، ۱۰۵ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۱۸ گرم و طول کل ۱۲ سانتی متر و ۱۰۵ قطعه بچه ماهی کاراس طلائی با میانگین وزنی ۱۵ گرم و طول کل ۷ سانتی متر استفاده شد. آزمایش LC₅₀ پس از تعیین محدوده کشندگی و تعیین غلظت های سم کلریدکادمیوم صورت گرفت. آزمایش ها در ۹ تیمار و ۳ تکرار برای هر دو ماهی در طول مدت ۹۶ ساعت انجام گرفت. به منظور تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آزمایش از نرم افزارهای SPSS و پروبایت آنالایزر استفاده شد. براساس نتایج به دست آمده LC₅₀ ماهی کاراس طلائی (۱۱/۲) میلی گرم در مقایسه با ماهی کپور (۹/۷۷) میلی گرم بر لیتر بود و می توان نتیجه گرفت که کلریدکادمیوم سمیت نسبتاً شدیدی بر ماهیان مورد آزمایش داشته و ماهی کاراس طلائی در مقایسه با کپور معمولی در مقابل سم کلریدکادمیوم از مقاومت بیشتری برخوردار است.

کلید واژه: فلزات سنگین، کپور ماهیان (Cyprinidae)، ماهی قرمز (*Carassius auratus*)، سمیت کشنده، (LC₅₀).

۱- مقدمه

آلودگی‌های محیطی به وسیله عناصر سنگین به دلیل فعالیت‌های صنعتی و پیشرفت کشاورزی در اواخر قرن ۱۹ و در ادامه در قرن ۲۰ افزایش یافته است. در این میان آلودگی آب و خاک از این عناصر منجر به تهدید سلامتی انسان‌ها از طریق زنجیره‌های غذایی شده است (McLaughlin et al, 1999). محیط‌های آبی از جمله محیط‌هایی هستند که در معرض خطرات استفاده از سموم می‌باشند، آبیان نیز به‌خاطر غوطه‌وری دائمی در این محیط‌ها پیوسته در معرض تماس با این آلاینده‌ها می‌باشند. امروزه مهمترین عاملی که بیشترین توجه مجامع علمی را به خود جلب نموده آلودگی محیط زیست به ویژه افزایش روز افزون فاضلاب‌های صنعتی حاوی ترکیبات پایدار فلزی سمی و آفت‌کش‌های کشاورزی است که در راستای توسعه صنعتی و پیشرفت بشر قرار دارد. فاضلاب‌های صنعتی به همراه فاضلاب‌های شهری، پساب‌های آبی‌پروری و زائادات شهری و همچنین سوخت‌های فسیلی از مهمترین منابع آلاینده آب به‌شمار می‌روند. فاضلاب‌های صنعتی شامل انواعی از آلاینده‌های سمی مانند ترکیبات آلی و ترکیبات سمی فلزی می‌باشند. بنابراین پایش مواد سمی مختلف می‌تواند به عنوان عاملی در بررسی سلامت عمومی به شمار آید (Sharma, 2003).

فلزات سنگین یکی از این آلاینده‌ها می‌باشد که پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبیان و از جمله ماهیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذایی می‌شوند. از آنجایی که ماهی‌ها بخش عمده‌ای از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند، این فلزات می‌توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبیان و خصوصاً ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر، آبی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (Jaffar et al, 1998). در بین فلزات سنگین وارد شده به اکوسیستم‌های آبی، کادمیوم یکی از سمی‌ترین عناصر برای اندام‌های زنده است که نقش زیستی نداشته و یک عنصر غیرضروری بوده که دوام بیولوژیک بالایی دارد و یکی از ترکیبات مهم موجود در نفت خام می‌باشد (اسماعیلی، ۱۳۸۱). این که از طریق فرسایش خاک و سنگ بستر، زائادات کارخانه‌جات صنعتی و آبکاری فلزات وارد اکوسیستم‌های آبی می‌شود و به دلیل فعالیت‌های انسانی همانند خاکسترهای حاصل از فعالیت‌های معدن کاری و فعالیت‌های صنعتی به محیط رها گشته و در آب و خاک افزایش می‌یابد. مطالعات نشان می‌دهد کادمیم باعث سرطان کبد و گندهای حیوانات می‌شود. سمیت جذب کادمیم ممکن است باعث مرگ حیوانات و پرندگان شده و یا مسمومیت در آبیان را ایجاد کند.

ارزیابی‌ها نشان می‌دهند که کمتر از یک دهم درصد از میزان آفت‌کش‌های مصرفی به آفات می‌رسند و مابقی بیشتر وارد محیط زیست شده و منابع خاکی و آبی را آلوده کرده و بر حسب میزان ماندگاری خود، تأثیرات نامطلوبی بر اکوسیستم و جانداران آن می‌گذارند. بسیاری از فلزات به طور طبیعی از اجزای

اصلی اکوسیستم‌های آبی هستند و تعدادی از آنها در بقای موجودات زنده نقش حیاتی دارند (Demiark et al, 2006) اما در صورتی که غلظت آن‌ها از حد معینی فراتر برود ممکن است باعث تغییر در روند طبیعی اکوسیستم‌های آبی و عملکرد صحیح اجزای بدن آبزیان شود. به دنبال انتقال آلاینده‌های ذکر شده به محیط‌های دریایی این احتمال به وجود می‌آید که ماهی مقادیری از برخی فلزات سنگین را از طریق زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (Chale, 2002) عادات تغذیه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص فیزیکی و شیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندام‌های مختلف ماهی می‌باشند (Canli, 2003). کادمیوم کلرید به عنوان یکی از فلزات سنگین خطرناک، به دلیل تأثیرات منفی مختلف نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر در آبزیان و همچنین به سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی موجب ایجاد نگرانی در مصرف ماهی گردیده است (Kalay et al, 2003). لذا اندازه‌گیری غلظت این فلز در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت است. از جمله مطالعات متعدد صورت گرفته در این زمینه توسط محققین مختلف به منظور اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در موجودات آبی می‌توان به مطالعه صباغ کاشانی (۱۳۸۰)، اندازه‌گیری مقدار تجمع سرب در ماهی (*Liza auratus*) در سواحل جنوبی دریای خزر، امینی رنجبر (۱۳۸۴)، اندازه‌گیری مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در دو گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر، مطالعه Filazi و همکاران (۲۰۰۳) بر روی مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) در دریای سیاه و سواحل ترکیه، مطالعه صورت گرفته توسط (Canli, 1996) بر روی مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب، کادمیوم را در ماهی (*Mugil auratus*) در سواحل شمالی دریای مدیترانه اندازه‌گیری نمودند اشاره داشت. Bu-olayan (1996)، میزان تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم و نیکل را در ماهی (*Solea bleekeri*) صید شده از سواحل کویت، Pourrang و همکاران (۲۰۰۵) نیز مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم، کادمیوم و نیکل را در ۳ گونه از ماهیان منطقه شمالی خلیج فارس اندازه‌گیری نمودند. با توجه به مطالعات صورت گرفته، نتایج نشان دهنده این مطلب است که آبزیان گزینه مناسبی جهت مطالعه اثر فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی می‌باشد.

با توجه به اینکه تغییرات غلظت فلزات سنگین در محیط‌های آبی اثرات زیستی قابل توجهی را بر روی موجودات آبی به ویژه انواع ماهی‌ها پدید می‌آورد و با توجه به تسلسل زنجیره‌های غذایی در عالم موجودات زنده و ثبات و پایداری فلزات سنگین در بدن موجودات زنده و انتقال آن به حلقه‌های بعدی زنجیره‌های غذایی، تاثیر فلزات سنگین در حیات موجودات آبی بسیار حائز اهمیت است (امینی و

حسین زاده ، ۱۳۷۳). لذا در این میان ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کاراس طلائی (*Carassius auratus*) به دلیل اهمیت بالا در امر آبی‌پروری نقش بالایی در مطالعات توکسیکولوژی را داراست و مطالعه حاضر نیز با هدف بررسی سمیت حاد فلز سنگین کادمیوم کلرید بر ماهیان مذکور صورت گرفته تا بتواند کمک مؤثری به ارزش تولید این محصول بنماید.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف تعیین آثار سمیت حاد کلرید کادمیوم در دو گونه از ماهیان کپور معمولی و کاراس طلائی، در محل آزمایشگاه شهید ناصر فضلی برآبادی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا گردید. جهت انجام این آزمایش، ۱۰۵ قطعه بچه ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی حدوداً ۱۸ گرم و طول کل ۱۲ سانتی‌متر و ۱۰۵ قطعه بچه ماهی کاراس طلائی با میانگین وزنی حدوداً ۱۵ گرم و طول کل ۷ سانتی‌متر از یک مزرعه پرورش ماهیان گرمابی در شهر گنبد خریداری شد و سپس به بخش ونیرو این مرکز منتقل شدند. سپس سازگاری این ماهیان در داخل تانک‌های فایبرگلاس ۴۰۰ لیتری، به مدت یک هفته صورت گرفت، در این مدت ماهیان به صورت روزانه غذادهی شدند و ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش‌ها از دادن غذا به بچه ماهیان خودداری شد تا از آلودگی محیط جلوگیری شود. کلیه شرایط فیزیکی و شیمیایی آب و محیط همچون دما، pH، و سایر فاکتورها در طی آزمایش کنترل می‌شد تا ثابت بماند و تأثیری در نتیجه آزمایش نداشته باشد (Di Giulio & Hinton, 2008).

آزمایش LC₅₀ پس از تعیین محدوده کشندگی و تعیین غلظت‌های سم کلرید کادمیوم صورت گرفت. برای تعیین درصد بازماندگی بچه ماهیان در شرایط طبیعی آزمایش و تحت تأثیر غلظت‌های مورد نظر از سم کلرید کادمیوم، آزمایش‌ها در ۹ تیمار برای ماهی کپور و ۹ تیمار برای ماهی کاراس طلائی، در طول مدت ۹۶ ساعت انجام گرفت. و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد و یک تیمار شاهد هم انجام داده شد. پس از انجام آزمایش‌ها سمیت حاد میزان مرگ و میر بچه ماهیان در فاصله زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت ثبت و بر اساس آن درصد تغییرات مرگ و میر بچه ماهیان نسبت به شاهد محاسبه و از جدول پروبیت، عدد مربوط به هریک از تغییرات استخراج و در ستون جدول پروبیت و لیو (value) جدول مرگ و میر قرار می‌گیرد و همچنین با استفاده از نرم افزار spss داده‌های آزمایش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Finney D, 1990). مقادیر LC₉₉، LC₉₀، LC₇₀، LC₅₀، LC₃₀، LC₁₀، LC₁ توسط جدول پروبیت، تلفات پروبیت و رگرسیون محاسبه گردید.

۳- نتایج

کلرید کادمیوم برای ماهیان جزو سموم خطرناک طبقه‌بندی شده است. در این مطالعه در گروه شاهد ماهیان کپور معمولی و کاراس طلائی هیچ مرگ و میری مشاهده نشد و همچنین در غلظت‌های ۱/۰، ۰/۲،

اولویت‌بندی عوامل تعیین غلظت کشنده (LC₅₀96h) کلرید کادمیوم در ماهی کپور ... ۹۷

۲/۰، میلی‌گرم در لیتر، در هر دو گونه ماهیان نیز هیچ تلفاتی مشاهده نشد. تأثیر غلظت‌های مختلف سم کلرید کادمیوم در زمان‌های مختلف در معرض‌گذاری برای ماهیان کپور معمولی و کاراس طلایی در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱: تعداد تلفات کپور معمولی در مدت در معرض‌گذاری حاد در برابر سم کلرید کادمیوم (n=۷ برای هر غلظت)

تعداد تلفات				غلظت (ppm)
۹۶ ساعت	۷۲ ساعت	۴۸ ساعت	۲۴ ساعت	
۰	۰	۰	۰	شاهد (بدون سم)
۰	۰	۰	۰	۰/۲
۰	۰	۰	۰	۱/۰
۰	۰	۰	۰	۲/۰
۰	۰	۰	۰	۶/۰
۱۳	۹	۳	۲	۱۰/۰
۲۱	۱۵	۱۱	۷	۱۵/۰

جدول ۲: تعداد تلفات کاراس طلایی در مدت در معرض‌گذاری حاد در برابر سم کلرید کادمیوم (n=۷ برای هر غلظت)

تعداد تلفات				غلظت (ppm)
۹۶ ساعت	۷۲ ساعت	۴۸ ساعت	۲۴ ساعت	
۰	۰	۰	۰	شاهد (بدون سم)
۰	۰	۰	۰	۰/۲
۰	۰	۰	۰	۱/۰
۰	۰	۰	۰	۲/۰
۲	۰	۰	۰	۶/۰
۱۰	۶	۳	۱	۱۰/۰
۱۹	۱۰	۸	۶	۱۵/۰

بر اساس نتایج حاصل از جداول ۱ و ۲ و همچنین با استفاده از نرم افزار پروبایت آنالایزر مقادیر LC₁, LC₁₀, LC₃₀, LC₅₀, LC₇₀, LC₉₀, LC₉₉ کلرید کادمیوم در طی زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت محاسبه شد که در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است (رستمی و سلطانی، ۱۳۸۱). بر اساس جدول

پروبیوت مقدار غلظت مجاز LC₅₀ برای ماهیان کپور معمولی در مدت ۹۶ ساعت ۹/۷۷ میلی گرم بر لیتر و برای ماهیان کاراس طلائی ۱۱/۲ میلی گرم بر لیتر محاسبه شد، بر اساس میزان محاسباتی LC₅₀ در مدت ۹۶ ساعت، می توان کلرید کادمیوم با این غلظت را در گروه ماده سمی طبقه بندی نمود. با توجه به مقادیر محاسباتی LC₅₀ ماهی کپور معمولی و کاراس طلائی می توان چنین نتیجه گیری نمود که ماهی کاراس طلائی در مقایسه با ماهی کپور معمولی مقاوم تر است.

جدول ۳: غلظت های کشنده (LC₁₋₉₉) در فاصله زمانی (۹۶-۲۴ ساعت) در کپور معمولی (*C. carpio*)

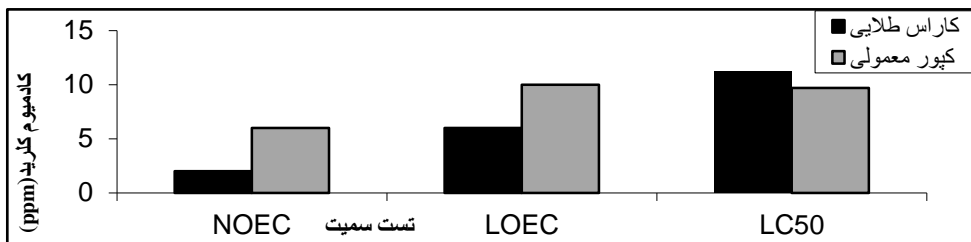
فاصله اطمینان ۹۵ درصد				غلظت (میلی گرم بر لیتر)
۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	
۶/۸۷±۸/۴۲	۳/۵۰±۱/۱	۶/۰۱±۱/۵۷	۴/۸±۱/۲۱	LC ₁
۸/۱۷±۸/۴۲	۷/۳۷±۱/۱	۹/۷۰±۱/۵۷	۱۰/۵±۱/۲۱	LC ₁₀
۹/۱۱±۸/۴۲	۱۰/۱±۱/۱	۱۲/۳±۱/۵۷	۱۴/۶±۱/۲۱	LC ₃₀
۹/۷۷±۸/۴۲	۱۲/۱±۱/۱	۱۴/۲±۱/۵۷	۱۷/۴±۱/۲۱	LC ₅₀
۱۰/۴±۸/۴۲	۱۴/۰±۱/۱	۱۶±۱/۵۷	۲۰/۳±۱/۲۱	LC ₇₀
۱۱/۳±۸/۴۲	۱۶/۸±۱/۱	۱۸/۷±۱/۵۷	۲۴/۴±۱/۲۱	LC ₉₀
۱۲/۶±۸/۴۲	۲۰/۷±۱/۱	۲۲/۴±۱/۵۷	۳۰/۰±۱/۲۱	LC ₉₉

جدول ۴: غلظت های کشنده (LC₁₋₉₉) در فاصله زمانی (۹۶-۲۴ ساعت) در ماهی کاراس طلائی (*C. auratus*)

فاصله اطمینان ۹۵ درصد				غلظت (میلی گرم بر لیتر)
۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	
۴/۴۲±۱/۲	۳/۴۰±۰/۹	۵/۴۵±۰/۱	۰/۷±۱۱/۵	LC ₁
۷/۵۱±۱/۲	۸/۵۹±۰/۹	۹/۹۶±۰/۱	۱۳/۵±۰/۷	LC ₁₀
۹/۷۴±۱/۲	۱۲/۳±۰/۹	۱۳/۲±۰/۱	۱۵/۰±۰/۷	LC ₃₀
۱۱/۲±۱/۲	۱۴/۹±۰/۹	۱۵/۵±۰/۱	۱۶/۱±۰/۷	LC ₅₀
۱۲/۸±۱/۲	۱۷/۹±۰/۹	۱۷/۷±۰/۱	۱۷/۱±۰/۷	LC ₇₀
۱۵/۰±۱/۲	۲۱/۳±۰/۹	۲۱/۰±۰/۱	۱۸/۶±۰/۷	LC ₉₀
۱۸/۱±۱/۲	۲۶/۵±۰/۹	۲۶/۵±۰/۱	۲۰/۰±۰/۷	LC ₉₉

میزان حداقل غلظت مؤثر سم یا LOEC و میزان بالاترین غلظت بدون تأثیر سم یا NOEC

مربوط به سم کلرید کادمیوم در دو ماهی کاراس طلائی و کپور معمولی در شکل ۱ آمده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در ماهی کپور معمولی، میزان LOEC ۱۱ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد که بیانگر تاثیر اولین غلظت مؤثر تنها ۴۸ ساعت پس از مواجهه با سم می‌باشد. از طرفی در خصوص NOEC پس از مواجهه غلظت ۶ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده در ماهی کاراس طلائی، میزان LOEC ۶ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد و میزان NOEC نیز ۲ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱: میزان حداقل غلظت مؤثر سم LOEC و میزان بالاترین غلظت بدون تاثیر سم NOEC سم کلرید کادمیوم در ماهیان کپور معمولی (*C. carpio*) و کاراس طلائی (*C. auratus*)

۴- بحث و نتیجه‌گیری

فلزات سنگین به علت اثرات سمی و توان تجمعی زیستی در گونه‌های مختلف آبزیان حتی به‌دلیل وارد شدن به زنجیره غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. چنانچه میزان این عناصر به دلایل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود باعث به مخاطره افتادن حیات آبزیان می‌گردد غلظت فلزات سنگین معمولاً کم در حدود ۱ قسمت در میلیارد (ppb) می‌باشد. این فلزات جزء عوامل طبیعی تشکیل دهنده آب دریا هستند و مقداری از فراوانی آنها به‌صورت طبیعی از راه‌های متفاوت از قبیل فرسایش سنگ‌های معادن، باد، ذرات غبار فعالیت‌های آتشفشانی، رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی وارد دریاها می‌گردند (Chale, 2002). براساس نظریه‌ی Abel (1989) فلزات سنگین نه تنها تهدیدی برای ماهی‌ها به‌شمار می‌روند، بلکه برای مصرف‌کنندگان از غذاهای دریایی آلوده به این فلزات نیز خطر بزرگی محسوب می‌شوند، فلز سنگین مورد مطالعه در این بررسی از جمله عناصر سمی بوده و اثرات سوئی را بر مصرف‌کنندگان برجای می‌گذارد. به‌طوریکه کادمیوم به‌عنوان یک فلز سمی به مقدار زیادی از طریق غذا جذب شده و اثرات سوء خود از جمله مشکلات اسکلتی، برونشیت، آمفیوزم، کم‌خونی و سنگ کلیه را در مصرف‌کنندگان موجب می‌شود. (اسماعیلی، ۱۳۸۱). بر این اساس استفاده از ماهی‌هایی که دارای غلظت‌های بالایی از تجمع فلزات سنگین در بافت‌های خود هستند ممکن است

برای سلامتی مصرف کننده مضر باشد. با توجه به مقادیر به دست آمده از تجمع فلزات سنگین در ماهی کپور و کاراس مورد بررسی در این مطالعه و مقایس آنها با استانداردهای جهانی (جدول ۱) غلظت فلز کادمیوم، در بافت عضله ماهی کپور و کاراس در حد خطرناک برای مصارف انسانی می باشد. براساس نظریه *Viarengo* (1989) توانایی موجودات برای جذب، تجمع، برداشت یا سم زدایی فلزات سنگین به طور اساسی با هم فرق می کند. گونه هایی که دارای مقادیر مشخصی از متالوتیونین ها و لیزوزوم ها باشند می توانند سمیت این فلزات را از بین ببرند. براساس نتایج به دست آمده یکی از دلایل احتمالی نوسانات تجمع این فلزات سنگین در گونه های مختلف ماهی را می توان به این امر نسبت داد با این حال بنا به نظر *Roesijadi* (۱۹۹۴) اگر مقادیر فلزات سنگین زیاد باشد، سمیت آنها افزایش می یابد زیرا توانایی متالوتیونین ها و لیزوزوم ها برای از بین بردن اثر سمی آن ها محدود است. از سویی با توجه به نظریه *Capuzzo* و همکاران (۱۹۸۵) هنگامی که فلزات سنگین بیش از حد در محیط وجود داشته باشند به عنوان بازدارنده های آنزیمی عمل می کنند. همچنین میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در ماهی می تواند تحت تأثیر شرایط فیزیوشیمیایی آب، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، عادات تغذیه ای و عوامل دیگر باشد. (Canli and Atli, 2003) لذا با توجه به رژیم تغذیه ای ماهی کپور و کاراس احتمال انتقال فلز کادمیوم از زنجیره غذایی و از طریق تغذیه به بدن انسان نیز وجود دارد. به طور کلی عوامل گوناگونی می تواند بر نتایج آزمایش های سمیت تاثیرگذار باشد که در این عواملی چون، خصوصیات آب و ویژگی های زیستی گونه های آزمایشی می تواند مهمترین پارامتر باشد. لذا در انجام تست های سمیت حاد لازم است که با استفاده از روش های آزمایش استاندارد متغیرهای خارجی و تصادفی را به حداقل برسانیم و همچنین باید از سالم بودن گونه های مورد آزمایش اطمینان کسب کنیم و آنها را به طور تصادفی توزیع نماییم (شریعی فیض آبادی، ۱۳۸۰). مطالعات آزمایشگاهی نشان دهنده خطر بالقوه سموم و پساب های کشاورزی و صنعتی در محیط های آبی است. اطلاعات حاصل از آزمایش های سم شناسی در علم اکوتوکسیکولوژی نمایانگر تأثیرات وارد شده از سوی این سموم بر جمعیت ماهیان آب شیرین است (Francisco et al., 1994). نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد که میزان LC_{50} ۹۶ ساعت سم کلرید کادمیوم بر روی ماهی کپور با میانگین وزنی ۱۸ گرم و ماهی کاراس با میانگین وزنی ۱۵ گرم افزایش ساعات آزمایش، کاهش یافته به عبارتی دیگر هر چه ساعات آزمایش افزایش می یابد میزان دز پایین تری از سم لازم است تا ۵۰٪ از جمعیت ماهیان تلف شوند و مقدار LC_{50} در ساعات اولیه آزمایش همواره بیشتر از مقدار LC_{50} در ساعات پایانی آزمایش است. بنابراین در مدت زمان ۹۶ ساعت در کلیه آزمایش ها سمیت حاد هیچ گونه تلفاتی در ماهیان گروه شاهد مشاهده نشد. نتایج این آزمایش نشان می دهد که مقدار LC_{50} سم کلرید کادمیوم در مدت ۹۶ ساعت بر ماهی کپور معمولی و ماهی کاراس طلایی به ترتیب ۹/۷۷ و

۱۱/۲ میلی‌گرم بر لیتر است. در تعیین سمیت حاد یک ماده شیمیایی برای ماهی، برآورد متوسط غلظت کشندگی (LC₅₀) آن ماده شیمیایی که در معرض موجود قرار می‌گیرد لازم است. (Di Giulio and Hinton., 2008).

جدول ۵: میزان استاندارد فلزات سنگین در غذاهای دریایی (ppm)

منبع	Zn	CR	Cd	Pb	استانداردها
Pourang et al., 2004	۱۰۰	۱۰	۰/۲	-	WHO
Pourang et al., 2004	۱۵۰	۱۰	۰/۰۵	۱/۵	NHMRC
Pourang et al., 2004	۵	۲۰	۰/۲	۲	UK(MAFF)
مطالعه حاضر	-	-	۹/۷۷	-	میزان LC ₅₀ کپور معمولی
مطالعه حاضر	-	-	۱۱/۲	-	میزان LC ₅₀ کاراس طلائی

باتوجه به نتایج تحقیق حاضر LC₅₀ ماهی کاراس طلائی (۱۱/۲) در مقایسه با LC₅₀ ماهی کپور معمولی (۹/۷۷) مقدار عددی بیشتری را به خود اختصاص داده و می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ماهی کاراس طلائی از ماهی کپور معمولی در مواجهه با فلز سنگین کادمیوم کلرید از مقاومت بیشتری برخوردار بوده و آستانه تحمل بالایی دارد، از طرفی می‌توان اظهار نمود با توجه به تجمع فلزات سنگین در بافت آبزیان، بافت عضله ماهی کاراس از تجمع بالای فلز مذکور برخوردار باشد. لذا با توجه به میزان استاندارد فلزات سنگین در بافت غذاهای دریایی (جدول ۵)، و با توجه به مقادیر LC₅₀ در جدول می‌توان اذعان نمود در بررسی حاضر ماهی کپور معمولی در مقایسه با ماهی کاراس طلائی از سلامت غذایی بیشتری برخوردار باشد.

منابع

- ۱- اسماعیلی ساری، ع.، (۱۳۸۱). آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر ۷۶۷ صفحه
- ۲- امینی رنجبر، غ. و ستوده‌نیا، ف.، (۱۳۸۴). تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلائی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریکی. مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۴، صفحات ۱ تا ۱۸.
- ۳- امینی رنجبر، غ. و حسین زاده صحافی، ه.، (۱۳۷۳). تعیین میزان جیوه در یک گونه از کوسه ماهیان خلیج فارس (*Calcharhinus dussumieri*). مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، صفحات ۱۶-۵.
- ۴- شریعتی فیض آبادی، ف.، (۱۳۸۰). تعیین فنل، ۱- نفتول و قارچ کش هینوزان بر روی ماهیان سیم، سفید و کپور نقره ای، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران- شمال. دانشکده علوم و فنون دریایی. ۱۶۰ صفحه.
- ۵- صباغ کاشانی، (۱۳۸۰). تعیین میزان برخی فلزات سنگین در عضله، کبد، کلیه، آبشش و تخمدان ماهی کفال *Liza auratus* در سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۸۷ صفحه.
- 6- Abel, P. D., (1989). Water Pollution Biology, Ellis Horwood, Chichester,

- England.
- 7- **Bu-Olayan, A. H., (1996).** trace metals in fish from the Kuwait coast using the microwave acid digestion technique. Printed in the U.S.A.
 - 8- **Canli M. and Atlı G., (2003).** The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Journal of Environmental Pollution*, 121:129-136.
 - 9- **Canli, M., (1996).** Effects of mercury, chromium, and nickel on glycogen reserves and protein levels in tissues of (*Cyprinus carpio*), *Turk J Zool.* Vol. 20, No.1, pp: 161-168.
 - 10- **Cappuzzo, J. M., Burt, W.V., Duedall, I.W., Park, P. K. and Kester, D.R., (1985).** The impact of waste disposal in nearshore environment, in *Wastes in the Ocean*, Eds., John Wiley & Sons, New York.
 - 11- **Chale, F. M. M. (2002).** Trace metal concentration in water, sediments and fish tissue from Lake Tanganyika. *Total environment*, 229: 115-121.
 - 12- **Demiark, A.F., Yilmaz, A.L. and Tura, N. (2006).** heavy metal in water, sediment and tissue of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere*: 1451-1458.
 - 13- **Di Giulio, R.T and Hinton, D.E. (2008).** *The Toxicology of Fishes.* Taylor & Francis, 319-884.
 - 14- **Filazi A., Baskaya R. and Kum C., (2003).** Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. *Journal of Human and Experimental Toxicology*, 22:85-87.
 - 15- **Finney D.;** Probit Analysis Cambridge Univ, Press. 1990; pp. 1-222
 - 16- **Francisco, A.A.; Eugenio, L. and Megdalena, D.A., (1994).** Acute toxicity of the herbicide glyphosate to fish. *Chemospher.* Vol. 28, pp.735-745.
 - 17- **Jaffar, M., Ashraf, M. and Rasool, A., (1998).** Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, Vol. 31, No. 3, pp.189- 193.
 - 18- **Kalay G. and Bevis M.J., (2003).** Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88:814-824.
 - Kalay, M., Ay, O. and Canli, M., (1999).** Heavy metal concentration in fish tissue from the north east Mediterranean Sea,. *Bull. Environmental Contaminated Toxicology*, 63: 671- 673.
 - 19- **McLaughlin M. J., Parker D. R. and Clarke J. M. (1999).** Metals and micronutrients. Food safety issues. *Field Crops Rescorces*. 60:143-163.
 - 20- **Pourang N., Dennis J.H. and Ghoorchian H., (2004).** Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. *Ecotoxicology*, 13:519-533.
 - 21- **Pourang, N.; Tanabe, S.; Rezvani, S. and Dennis, H., (2005).** Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. *Environment Monitoring Assesment*, 100, No. 1-3, pp: 89-108.
 - 22- **Roesijadi, G., (1994).** Behaviour of metallothionein-bound metals in a natural population of an estuarine mollusc, *Marinre Environmental Resources*, 38. p.147.
 - 23- **Sharma, P. D. (2003).** *Environmental Pollution.* In: *Ecology and Environment (7th Edition)* Rastogi. Publication. Meerut, India. pp: 415-489.
 - 24- **Viarengo, A., (1989).** Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level, *Rev. Aquatic Sciences*, 1.