دو فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال سوم/ شماره ششم/ بهار و تابستان ۹۴ / صفحات۱۰۲-۹۳

اولویت‌بندی عوامل تعیین غلظت کشنده ($LC_{50}96h$) کلریدکادمیوم در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و ماهی کاراس طلایی (*Carassius auratus*)

سیدعلی‌اکبر هدایتی[۱]، احمدرضا جبله[۱*]

چکیده

در این مطالعه به تعیین غلظت‌کشنده فلزسنگین کلریدکادمیوم در ماهی کپورمعمولی (*Cyprinus Carpio*) و ماهی کاراس‌طلایی (*Carassius auratus*) در شرایط آزمایشگاهی با هدف تأثیر سمیت کلریدکادمیوم بر میزان مقاومت بچه‌ماهیان این دو ماهی در مقادیر محاسباتی LC_{50} پرداخته شد. پس از طی دوره آداپتاسیون، ۱۰۵ قطعه بچه‌ماهی کپورمعمولی با میانگین وزنی ۱۸ گرم و طول کل ۱۲ سانتی‌متر و ۱۰۵ قطعه بچه-ماهی کاراس‌طلایی با میانگین وزنی ۱۵ گرم و طول کل ۷ سانتی‌متر استفاده شد. آزمایش LC_{50} پس از تعیین محدوده کشندگی و تعیین غلظت‌های سم کلریدکادمیوم صورت گرفت. آزمایش‌ها در ۹ تیمار و ۳ تکرار برای هر دو ماهی در طول مدت ۹۶ ساعت انجام گرفت. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم-افزارهای SPSS و پروبایت آنالایزر استفاده شد. براساس نتایج به‌دست آمده LC_{50} ماهی کاراس طلایی (۱۱/۲) میلی‌گرم در مقایسه با ماهی کپور(۹/۷۷) میلی‌گرم بر لیتر بود و می‌توان نتیجه گرفت که کلریدکادمیوم سمیت نسبتاً شدیدی بر ماهیان مورد آزمایش داشته و ماهی کاراس‌طلایی در مقایسه با کپورمعمولی در مقابل سم کلریدکادمیوم از مقاومت بیشتری برخوردار است.

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

۱ - گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. گلستان. ایران
ahmadreza89@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

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 محیط‌هائی هستند که در معرض خطرات استفاده از سموم می باشند، آبزیان نیز به‌خاطر غوطه‌وری دائمی در این محیط‌ها پیوسته در معرض تماس با این آلاینده‌ها می باشند. 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 آبزی‌پروری و زائدات 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 آبزیان 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 آبزیان و خصوصا ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر، آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (Jaffar *et al*,1998). در بین فلزات سنگین وارد شده به اکوسیستم-های 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 می-باشد(اسماعیلی، ۱۳۸۱). این که از طریق فرسایش خاک و سنگ بستر، زائدات 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 گنادهای حیوانات می‌شود. سمیت جذب کادمیم ممکن است باعث مرگ حیوانات و پرندگان شده و یا مسمومیت در آبزیان 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 به‌وجود می‌آید کـه مـاهی مقـادیری از برخـی فلزات سنگین را از طریق زنجیره غذایی یا از طریـق آب از محـیط جـذب نمایـد (Chale, 2002)عـادات تغذیـه‌ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محـیط آبـی، فـصل صـید و خواص فیزیکی و شیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) از عوامـل مـؤثر در تجمـع فلـزات سـنگین در انـدام‌های مختلف ماهی می‌باشند(Canli, 2003). کادمیوم کلرید به‌عنوان یکی از فلزات سنگین خطرناک، به دلیل تأثیرات منفـی مختلـف نظیـر کـاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ‌ومیر در آبزیان و همچنـین بـه 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 سـلامت عمـومی و حفاظـت از محـیط 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 آبزی می‌توان به مطالعه صباغ کاشانی (۱۳۸۰)، اندازه‌گیری مقـدار تجـــمع سـرب در ماهی (*Liza auratus*)در سواحل جنوبی دریای خزر، امینـی رنجبـر(۱۳۸۴)، اندازه‌گیری مقـادیرتجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در دو گونـه از ماهیـان خاویـاری دریـای خـزر، مطالعه Filaziو همکـاران (۲۰۰۳) بر روی مقـادیر تجمـع فلـزات 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 ســـواحل شمالی دریـــای مدیترانـه اندازه‌گیری نمـودند اشاره داشت. Bu-olayan (1996)، میزان تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم و نیکل را در مـاهی (*Solea bleekeri*)صـید شـده از سواحل کویت، Pourrang و همکاران (۲۰۰۵) نیز مقادیر تجمع فلزات سـنگین سـرب، وانادیوم، کادمیوم و نیکل را در ۳ گونه از ماهیان منطقه شمالی خلیج فارس اندازه گیری 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 آبزی 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 آبزی بسیار حائز اهمیت است (امینی و

Archive of SID

www.SID.ir

حسین زاده ، ۱۳۷۳). لذا در این میان ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کاراس طلایی(*Carassius auratus*) به دلیل اهمیت بالا در امر آبزی‌پروری 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 کلریدکادمیوم در دو گونه از ماهیان کپور معمولی و کاراس طلایی، 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 طلایی با میانگین وزنی حدودا ۱۵گرم 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 فیزیکوشیمیایی 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 LC_{50} پس از تعیین محدوده کشندگی و تعیین غلظت‌های سم کلریدکادمیوم صورت گرفت. برای تعیین درصد بازماندگی بچه ماهیان در شرایط طبیعی آزمایش و تحت تأثیر غلظت‌های مورد نظر از سم کلریدکادمیوم، آزمایش‌ها در ۹ تیمار برای ماهی کپور و ۹ تیمار برای ماهی کاراس طلایی، 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، ۷۲،۴۸ 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 ولیو (value) جدول مرگ‌ومیر قرار می‌گیرد و همچنین با استفاده از نرم افزار spss داده‌های آزمایش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند(Finney D, 1990). مقادیر LC_{99} و ، LC_{90} ,LC_{70} ,LC_{50} ,LC_{30} ,LC_{10} ,LC_1 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 طلایی هیچ مرگ‌ومیری مشاهده نشد و همچنین در غلظت‌های ۰/۲، ۱/۰،

Archive of SID

www.SID.ir

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

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

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

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

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

بر اساس نتایج حاصل از جداول ۱ و ۲ و همچنین با استفاده از نرم افزار پروبایت آنالایزر مقادیر LC_{99} ، LC_{90} ،LC_{70} ،LC_{50} ،LC_{30} ،LC_{10} ،LC_1 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

Archive of SID

www.SID.ir

پروبیت مقدار غلظت مجاز LC_{50} برای ماهیان کپور معمولی در مدت ۹۶ ساعت ۹/۷۷ میلی‌گرم بر لیتر و برای ماهیان کاراس طلایی ۱۱/۲ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد، بر اساس میزان محاسباتی LC_{50} در مدت ۹۶ ساعت، می‌توان کلرید کادمیوم با این غلظت را در گروه ماده سمی طبقه بندی نمود. با توجه به مقادیر محاسباتی LC_{50} ماهی کپور معمولی و کاراس طلایی می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که ماهی کاراس طلایی در مقایسه با ماهی کپور معمولی مقاوم‌تر است.

جدول ۳: غلظت‌های کشنده (LC_{1-99}) در فاصله زمانی (۹۶-۲۴ ساعت) در کپور معمولی(*C. carpio*)

غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد			
	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
LC_1	۴/۸±۱/۲۱	۶/۰۱±۱/۵۷	۳/۵۰±۱/۱	۶/۸۷±۸/۴۲
LC_{10}	۱۰/۵±۱/۲۱	۹/۷۰±۱/۵۷	۷/۳۷±۱/۱	۸/۱۷±۸/۴۲
LC_{30}	۱۴/۶±۱/۲۱	۱۲/۳±۱/۵۷	۱۰/۱±۱/۱	۹/۱۱±۸/۴۲
LC_{50}	**۱۷/۴±۱/۲۱**	**۱۴/۲±۱/۵۷**	**۱۲/۱±۱/۱**	**۹/۷۷±۸/۴۲**
LC_{70}	۲۰/۳±۱/۲۱	۱۶±۱/۵۷	۱۴/۰±۱/۱	۱۰/۴±۸/۴۲
LC_{90}	۲۴/۴±۱/۲۱	۱۸/۷±۱/۵۷	۱۶/۸±۱/۱	۱۱/۳±۸/۴۲
LC_{99}	۳۰/۰±۱/۲۱	۲۲/۴±۱/۵۷	۲۰/۷±۱/۱	۱۲/۶±۸/۴۲

جدول ۴: غلظت‌های کشنده (LC_{1-99}) در فاصله زمانی (۹۶-۲۴ ساعت) در ماهی کاراس طلایی (*C. auratus*)

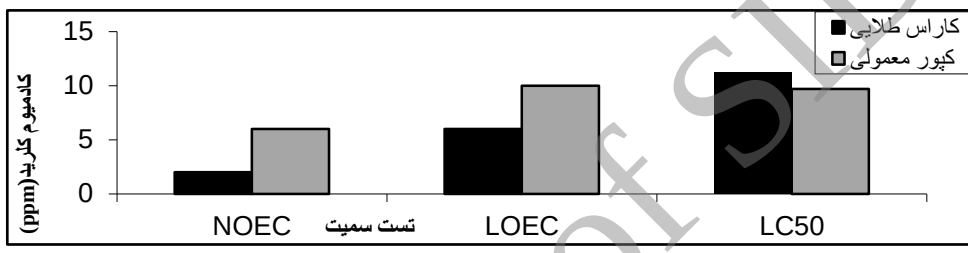
غلظت (میلی‌گرم بر لیتر)	فاصله اطمینان ۹۵ درصد			
	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
LC_1	۰/۷±۱۱/۵	۵/۴۵±۰/۱	۳/۴۰±۰/۹	۴/۴۲±۱/۲
LC_{10}	۱۳/۵±۰/۷	۹/۹۶±۰/۱	۸/۵۹±۰/۹	۷/۵۱±۱/۲
LC_{30}	۱۵/۰±۰/۷	۱۳/۲±۰/۱	۱۲/۳±۰/۹	۹/۷۴±۱/۲
LC_{50}	**۱۶/۱±۰/۷**	**۱۵/۵±۰/۱**	**۱۴/۹±۰/۹**	**۱۱/۲±۱/۲**
LC_{70}	۱۷/۱±۰/۷	۱۷/۷±۰/۱	۱۷/۹±۰/۹	۱۲/۸±۱/۲
LC_{90}	۱۸/۶±۰/۷	۲۱/۰±۰/۱	۲۱/۳±۰/۹	۱۵/۰±۱/۲
LC_{99}	۲۰/۰±۰/۷	۲۶/۵±۰/۱	۲۶/۵±۰/۹	۱۸/۱±۱/۲

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

Archive of SID

www.SID.ir

مربوط به سم کلرید کادمیوم در دو ماهی کاراس طلایی و کپور معمولی در شکل۱ 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 بدست آمده در ماهی کاراس طلایی، 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 موثر سم LOEC و میزان بالاترین غلظت بدون تاثیر سم NOEC سم کلریدکادمیوم در ماهیان کپور معمولی (*C. carpio*) و کاراس طلایی (*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، آمفیزم، کم خونی 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

Archive of SID

www.SID.ir

برای سلامتی مصرف‌کننده مضر باشد. با توجه به مقادیر به‌دست 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 می‌باشد. براساس نظریه‌ی Viarengo (1989) توانایی موجودات برای جذب، تجمع، برداشت یا سم‌زدایی فلزات سنگین به‌طور اساسی با هم فرق می‌کند. گونه‌هایی که دارای مقادیر مشخصی از متالوتیونئین‌ها و لیزوزوم‌ها باشند می‌توانند سمیت این فلزات را از بین ببرند. براساس نتایج به‌دست آمده یکی از دلایل احتمالی نوسانات تجمع این فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی را می‌توان به این امر نسبت داد با این حال بنا به نظر Roesijadi (۱۹۹۴) اگر مقادیر فلزات سنگین زیاد باشد، سمیت آنها افزایش می‌یابد زیرا توانایی متالوتیونئین‌ها و لیزوزوم‌ها برای از بین بردن اثر سمی آن‌ها محدود است. از سویی با توجه به نظریه Capuzzo و همکاران (۱۹۸۵) هنگامی که فلزات سنگین بیش از حد در محیط وجود داشته باشند به‌عنوان بازدارنده‌های آنزیمی عمل می‌کنند. همچنین میزان جذب و تجمع فلزات سنگین در ماهی می‌تواند تحت‌تأثیر شرایط فیزیکوشیمیایی آب، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، عادات تغذیه‌ای و عوامل دیگر باشد .(Canli and Atli, 2003) لذا با توجه به رژیم تغذیه‌ای ماهی کپور و کاراس احتمال انتقال فلز کادمیوم از زنجیرهٔ غذایی و از طریق تغذیه به بدن انسان نیز وجود دارد. به‌طورکلی عوامل گوناگونی می‌تواند بر نتایج آزمایش‌های سمیت تاثیرگذار باشد که در این عواملی چون، خصوصیات آب و ویژگی‌های زیستی گونه‌های آزمایشی می‌تواند مهمترین پارامتر باشد. لذا در انجام تست‌های سمیت حاد لازم است که با استفاده از روش‌های آزمایش استاندارد متغیرهای خارجی و تصادفی را به حداقل برسانیم و همچنین باید از سالم بودن گونه‌های مورد آزمایش اطمینان کسب کنیم و آنها را به طور تصادفی توزیع نماییم (شریعتی فیض آبادی، ۱۳۸۰). مطالعات آزمایشگاهی نشان دهنده خطر بالقوه سموم و پساب‌های کشاورزی و صنعتی در محیط‌های آبی است. اطلاعات حاصل از آزمایش‌های سم‌شناسی در علم اکوتوکسیکولوژی نمایانگر تأثیرات وارد شده از سوی این سموم بر جمعیت ماهیان آب شیرین است (Francisco et al., 1994). نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که میزان LC_{50}، ۹۶ ساعت سم کلریدکادمیوم 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 می‌یابد میزان دز پایین‌تری 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 آزمایش‌ها سمیت حاد هیچ گونه تلفاتی در ماهیان گروه شاهد مشاهده نشد. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که مقدار LC_{50} سم کلریدکادمیوم در مدت ۹۶ ساعت بر ماهی کپور معمولی و ماهی کاراس طلایی به ترتیب ۹/۷۷ و

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱/۲ میلی‌گرم بر لیتر است. در تعیین سمیت حاد یک ماده شیمیایی برای ماهی، برآورد متوسط غلظت کشندگی(LC_{50}) 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)

استانداردها	Pb	Cd	CR	Zn	منبع
WHO	–	۰/۲	۱۰	۱۰۰	Pourang et al., 2004
NHMRC	۱/۵	۰/۰۵	۱۰	۱۵۰	Pourang et al., 2004
UK(MAFF)	۲	۰/۲	۲۰	۵	Pourang et al., 2004
میزان LC_{50} کپورمعمولی	–	۹/۷۷	–	–	مطالعه حاضر
میزان LC_{50} کاراس طلایی	–	۱۱/۲	–	–	مطالعه حاضر

باتوجه به نتایج تحقیق حاضر LC_{50} ماهی کاراس طلایی (۱۱/۲) در مقایسه با LC_{50} ماهی کپور معمولی (۹/۷۷) مقدار عددی بیشتری را به خود اختصاص داده و می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ماهی کاراس طلایی 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 LC_{50} در جدول می‌توان اذعان نمود در بررسی حاضر ماهی کپور معمولی در مقایسه با ماهی کاراس طلایی از سلامت غذایی بیشتری برخوردار باشد.

منابع

۱- **اسماعیلی ساری، ع.، (۱۳۸۱).** آلاینده ها، 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 طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک. 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، شماره۲، صفحات ۱۶-۵.

۴- **شریعتی فیض آبادی، ف.،(۱۳۸۰).** تعیین فنل، ۱- نفتول و قارچ کش هینوزان برروی ماهیان سیم، سفید و کپور نقره ای، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران- شمال. دانشکده علوم وفنون 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 مدرسد، انشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۸۷ صفحه.

6- **Abel, P. D., (1989).** Water Pollution Biology, Ellis Horwood, Chichester,

Archive of SID

www.SID.ir

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 Atli 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 (*Cyprynus 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, RT and Hinton, DE. (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 glyposate to fish. Chemospher. Vol. 28, pp.735-745.
17- **Jaffar, M., Ashraf, M. and Rasoal, A., (1998).** Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pakistan Journal of Sientific and Idusterial 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 Contaminted 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 natunal population of an estuarine mollusc, Marinre Environental 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.

Archive of SID

www.SID.ir