مقایسه تجربی انباشتگی فلز سمی سرب درماهی فلس‌دار (*Cyprinus carpio*) و بدون‌فلس (*Pangasius hypophthalmus*) با رویکرد دینی

- **سیده‌زینب عابدی** *: گروه شیلات، دانشکده علوم‌دامی و شیلات، دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی‌ساری، صندوق‌پستی: ۵۷۸
- **محمدکاظم خالصی**: گروه شیلات، دانشکده علوم‌دامی و شیلات، دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی‌ساری، صندوق‌پستی: ۵۷۸
- **سهراب کوهستان‌اسکندری**: گروه شیلات، دانشکده علوم‌دامی و شیلات، دانشگاه علوم‌کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری، صندوق‌پستی: ۵۷۸
- **سیدمرتضی عابدی**: سازمان تبلیغات اداره کل راه‌آهن شمال، ساری
- **عبدالرضا دغاغله**: حوزه نمایندگی ولی فقیه، سازمان شیلات ایران، تهران

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۲

چکیده

بنابر مطالعات تجربی، فقدان فلس در ماهیان سبب جذب سریع‌تر مواد سمی می‌شود، یعنی سریعاً در پوست، عضلات و سایر اندام‌ها نفوذ می‌یابند و می‌توانند تأثیرات بالقوه‌ای بر مصرف‌کننده بگذارند. با وجود تحقیقات زیاد روی آلودگی آبزیان به فلزات سنگین، میزان جذب عناصر سنگین در ماهی فلس‌دار کپورمعمولی و بدون فلس گربه‌ماهی راه‌راه در شرایط آزمایشگاهی و نقش پوشش فلس در جذب فلزات، مطالعه‌مقایسه‌ای نشده‌اند. ابتدا غلظت کشنده (LC_{50}) فلز سرب طی ۹۶ ساعت برای هر گونه ماهی تعیین گردید. سپس ماهیان در تیمارهای جداگانه (با سه تکرار) در معرض ۱۰٪ غلظت کشنده سرب به‌مدت ۱۵ روز قرار گرفتند. بافت‌های هدف نمونه‌های ماهیان در روز ۱۵ نمونه‌برداری شدند و پس از آماده‌سازی و هضم شیمیایی، مقدار فلز در هر بافت با دستگاه جذب اتمی (مدل ترمو) اندازه‌گیری گردید. انباشتگی نهایی سرب در نمونه‌های بافتی گربه‌ماهی ۱/۶۳ برابر کپور (بدون احتساب فلس)، و در عضله گربه‌ماهی ۱۴/۶ برابر عضله کپور بود. باقی‌مانده غلظت سرب در نمونه‌های آب آکواریوم‌های حاوی ماهی کپور بسیار بالاتر بود. لذا در بافت‌های ماهی کپور می‌بایست انباشتگی فلز خیلی کم‌تر از بافت‌های گربه‌ماهی راه‌راه باشد. بنابر یافته‌های این پژوهش، پوست فلس‌دار ماهی کپورمعمولی با جذب قابل ملاحظه فلز سنگین و کم‌ترین انباشتگی آن‌ها در عضلات نسبت به پوست بدون فلس گربه‌ماهی راه‌راه، لایه حفاظتی مؤثری را در برابر آلاینده‌های شیمیایی زیست محیطی فراهم می‌کند و می‌تواند مصرف ماهی فلس‌دار را از این جنبه توجیه نماید.

کلمات کلیدی: مقایسه تجربی، سرب، ماهیان فلس‌دار، بدون فلس، رویکرد دینی

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abedi10629@yahoo.com

مقدمه

هرچندکه ماهیان به‌عنوان منابع پروتئین با کیفیت بالا و غذای سلامتی در جیره انسان مطرح هستند، در این میان ماهیانی هستند که براساس موازین شرع اسلام (مذهب تشیع) و نیز دین یهود خوردن گوشت آن‌ها حرام و ممنوع می‌باشد که از جمله ماهیان حرام گوشت، ماهیان بدون فلس هستند. بدون شک غذاها و خوراکی‌هایی که تحریم شده‌اند هم‌چون سایر محرمات شرعی فلسفه خاصی دارند و احکام آن‌ها با توجه کامل به وضع جسم و روح انسان با تمام ویژگی‌های آن تشریع شده است (عابدی و نجفی، ۱۳۸۸). حلال بودن گوشت ماهی معیار و ملاک روشنی دارد. همه ماهیان دارای فلس، حلال به‌شمار می‌روند، مگر این‌که دلیلی خاص در ممانعت مصرف آن‌ها وجود داشته باشد، هم‌چون ماهیان مردار (طافی) و ماهیانی که گوشت آن‌ها زیان‌آور، سمی و کشنده است (تازه‌کام و شیخی، ۱۳۷۹). اگرچه نمی‌توان به فلسفه قطعی این حکم پی برد ولی می‌توان به تبیین احتمالی گوشه‌ای از دیدگاه علمی در خصوص حرمت خوردن ماهیان بدون فلس پرداخت (عابدی و همکاران، ۱۳۹۱).

یکی از محرمات الهی خوردن ماهیان حرام گوشت می‌باشد. ماهیان حرام گوشت، ماهیانی هستند که براساس موازین شرع اسلام (فقه شیعی) استفاده از گوشت آن‌ها برای خوردن حرام و ممنوع شده است. به‌همین دلیل در داخل کشور اسلامی ایران، این ماهیان مصرف خوراکی ندارند. ماهیانی که خوردن گوشت آن‌ها به لحاظ نداشتن فلس حرام است و هم‌چنین ماهیانی که دارای فلس باشند ولی در داخل آب بمیرند، هر دو دسته جزو ماهیان حرام گوشت هستند و خوردن گوشت آن‌ها حرام است. از این دسته آبزیان، که در روایات مخصوصاً نام آن‌ها آورده شده و ائمه اطهار(ع) خوردن آن‌ها را منع کرده و خرید و فروش آن‌ها را حرام دانسته‌اند. به فرموده پیامبر اکرم(ص) و ائمه اطهار(ع)، باید کیفیت حلال و حرام بودن حیوانات دریایی معلوم شود. به‌علاوه، حلال‌خوری از جمله مراتبی است که سفارش قران به‌عنوان مهم‌ترین کتاب آسمانی و معجزه پیامبر خاتم (ص) می‌باشد (تازه‌کام و شیخی، ۱۳۷۹). این مسئله از نظر علمی بسیار قابل توجه است، چرا که ماهی‌های فاقد فلس می‌توانند از طریق آب مواد سمی را جذب کنند که این امر از نظر علمی هم‌چنان قابل بحث است. هم‌چنین بحث حلیت آبزیان و سرو آن‌ها در رستوران‌ها نیز از اهمیت بسیاری برخوردار است. بنابراین، در این مجموعه سعی شده است تا دیدگاه تجربی موجود در این خصوص بررسی و از جنبه‌های مختلف فراکاوی شوند. نگارندگان در مواردی مشاهدات تجربی را در آزمایشاتی که با این هدف انجام گرفته است، مورد بحث قرار داده‌اند. پژوهش قبلی نگارندگان از تأثیر متفاوت برخی فلزات سنگین بر روی ماهی فلس‌دار کپورمعمولی و ماهی بدون فلس گربه‌ماهی راه‌راه حکایت می‌کند (Abedi و همکاران، ۲۰۱۲). ماهی فلس‌دار کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) به‌عنوان یکی از ماهیان مورد مطالعه این پژوهش، از مهم‌ترین گونه‌های پرورشی به‌حساب می‌آید که با ایجاد شرایط مطلوب عاری ازآلودگی‌های فلزات سنگین می‌توان به بهبود سلامت گوشت این گونه ارزشمند کمک کرد. گربه‌ماهی بدون فلس پنگوسی راه‌راه (*Pangasius hypophthalmus*) بومی رودخانه مکونگ (جنوب‌شرقی آسیا) و به‌عنوان گونه اصلی برای اهداف تحقیقاتی آبزی‌پروری در خارج از مناطق گرمسیری جنوب‌شرق آسیا می‌باشد وقابلیت موفقیت‌آمیز پرورش آن در مناطق گرمسیری غرب مورد توجه قرار گرفته است؛ با این وجود، دانش کمی درباره زیست‌شناسی، بوم‌شناسی و فیزیولوژی این گونه موجود است (Hung و همکاران، ۲۰۰۳؛ Mcgeer وهمکاران، ۲۰۰۳). هردوگونه این ماهیان در آبزی‌پروری مورد توجه هستند و در بازارهای غذای دریایی جهان جایگاه تجاری دارند. صرف نظر از فلسفه خاص این مسئله و حکم آن، اگرچه نمی‌توان به فلسفه قطعی این حکم پی برد ولی می‌توان ماهیان فلس‌دار و بدون فلس را از جهات مختلف بررسی کرد و به نتایج مقایسه‌ای از نظر نقش بودن یا نبودن فلس در ماهیان از جنبه‌های مختلف دست یافت. برخی شواهد نشان داده‌اند که عواملی مانند ضخامت پوست و پوشش فلس از موارد تعیین‌کننده میزان جذب سم و فلزات سنگین در بدن ماهی از راه پوست می‌باشند (Pholsanong، ۲۰۰۲؛ Rose، ۱۹۹۹؛ Coello و Khan، ۱۹۹۶؛ Changrong، ۱۹۹۴).

علاوه بر نقش متفاوت هر یک از دو گروه ماهیان فلس‌دار و بدون فلس در تغذیه انسانی، نقش اکولوژیک و الگوی زیستی جداگانه هریک از آن‌ها حائز اهمیت است. ماهیان بدون فلس با قابلیت جذب بالای سموم و فلزات سنگین سبب پاکسازی محیط آبزیان شده که این عمل منجر به کاهش جذب سموم و فلزات سنگین در ماهیان فلس‌دار خواهد شد، البته حضور فلس و الگوی زیستی خاص ماهیان فلس‌دار عامل اصلی در ممانعت از جذب سموم و فلزات سنگین می‌باشد. هم‌چنین اسبله که از ماهیان بدون فلس است از نظر بوم‌شناسی به‌دلیل این‌که یک لاش‌خور آبی است حائز اهمیت است، زیرا نمونه‌های بیمار یا مرده را خورده، مانع گسترش عوامل عفونت زا می‌شود.

هم‌چنین در تحقیقات دیگری اثبات شد که پوست بدون فلس گوبی ماهیان سم تولید می‌کند (Nov، ۲۰۰۹). اگرچه ماهیان بدون فلس در تغذیه انسانی نقشی ندارند اما اهمیت اکولوژیک آن‌ها در پاکسازی اکوسیستم‌های آبی بسیارمهم بوده و ریزبینی فقه اسلامی در حرمت مصرف ماهیان بدون فلس قابل توجه است و اثبات حرمت آن‌ها از جنبه علوم تجربی مورد نیاز می‌باشد.

با این‌که تحقیقات زیادی بر روی آلودگی آبزیان به فلزات سنگین انجام شده است اما به‌نظر می‌رسد درمورد بررسی مقایسه میزان جذب عناصر سنگین در یک ماهی فلس‌دار و یک ماهی بدون فلس در شرایط آزمایشگاهی مطالعاتی صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از این مطالعه، بررسی مقایسه‌ای میزان جذب حداقل یک فلز سنگین (سرب) در ماهی فلس‌دار کپورمعمولی (*C. carpio*) و بدون فلس گربه‌ماهی راه‌راه (*P. hypophthalmus*) می‌باشد. در این بررسی سعی شد با قرار دادن هر دو نوع ماهی در تماس با فلز سنگین سرب ابتدا غلظت کشنده (LC_{50}) برای هر ماهی تعیین و سپس غلظت این فلز در بافت‌های کبد، عضله، آبشش، پوست و فلس (ماهی کپور) اندازه‌گیری و مقایسه شوند.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق نیترات سرب پودری از شرکت BDH انگلیس تهیه شده و به‌عنوان سم فلزی در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش‌ها برای تعیین غلظت کشنده و میزان تجمع فلز سرب بر روی تعداد ۱۰۰ نمونه ماهی کپور معمولی با وزن ۲۰ تا ۴۰ گرم و ۱۰۰ گربه‌ماهی پنگوسی راه‌راه انجام شد. مطالعه حاضر در سالن آکواریوم گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گرفت. پس از اضافه کردن ماهی‌ها به تانک و سازگار شدن آن‌ها به محیط جدید (یک هفته)، نمونه‌ها از مخزن نگهداری ماهی توسط تور دستی با احتیاط صید و پس از توزین، به هر تانک ۱۵ عدد ماهی در سه تکرار افزوده شد. هر تانک یا آکواریوم به هواده مجهز، و در طول آزمایش، تعویض آب و سیفون انجام نگرفت. میزان سختی کل (TDS) و شوری (EC)، pH، اکسیژن محلول و درجه حرارت نیز به‌طور روزانه اندازه‌گیری و ثبت گردید (جدول ۱).

مرگ و میر ماهی‌ها در زمان‌های ۲۴ ساعت، ۴۸ ساعت، ۷۲ ساعت و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری و ثبت شد. میانگین غلظتی از سم که در این دوره، جمعیت ۵۰ درصد از ماهیان مورد آزمایش را درمعرض‌خطرمرگ قراردهد تحت‌عنوان LC_{50}- ۹۶h در منابع مختلف مطرح است. سپس غلظت‌های‌کشنده فلز سرب در ماهیان کپورمعمولی و گربه‌ماهی راه‌راه با استفاده از برنامه پروبیت (Finney's Probit Analysis , SPSS, V. 16) محاسبه شدند. با توجه به این‌که مقایسه باید در شرایط یکسان صورت می‌گرفت و هدف، بررسی تأثیر غلظت تحت کشنده (۰/۱ غلظت کشنده) بود، مقدار بیش‌تر عدد غلظت کشنده مربوط به ماهی کپور در نظر گرفته شد. با توجه به مطالعات Bhamre (۲۰۱۰)، ٪۱۰ غلظت کشنده به‌عنوان دوز تحت کشنده درنظر گرفته شد. درابتدای آزمایش، میزان ۰/۱ غلظت کشنده فلزسرب به تیمار مربوطه اضافه شد. به هر تانک ۱۵ عدد ماهی در سه تکرار افزوده شد. ماهیان در طول آزمایش گرسنه نگه داشته شدند. در ماهیان هر تیمار، اندام‌های جداگانه (کبد، عضله، آبشش، پوست و فلس) با استفاده از روش FAO تشریح شدند (Dybem، ۱۹۸۳). نمونه‌برداری از نمونه‌ها و شاهد در روز ۱۵ انجام شد. پس از زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول و وزن)، جداسازی بافت‌ها از نمونه‌های هر گروه انجام، و هریک از بافت‌ها در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. برای هضم شیمیایی نمونه‌ها، یک گرم از نمونه‌های خشک و هموژنیزه شده کبد، عضله، آبشش، پوست و فلس به‌طور جداگانه توزین و به هریک ۵ میلی‌لیتر اسیدنیتریک و ۱ میلی‌لیتر اسیدپرکلریدریک اضافه گردید. سپس نمونه‌ها در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۷۵ دقیقه قرار گرفتند (Roger، ۱۹۹۴). پس از آن، کلیه نمونه‌ها با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسیدند و با عبور از کاغذ صافی واتمن ۴۲ در ظروف مخصوص جهت اندازه‌گیری با دستگاه جذب اتمی نگه‌داری شدند. جهت سنجش میزان عناصر سنگین در کلیه نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی مدل ترمو استفاده شد (درویشی، ۱۳۸۹؛ AOAC، ۱۹۹۵).

تجزیه و تحلیل آماری: طرح کلی این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار (SPSS(V. 16، با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA)، رسم نمودارها در نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ صورت گرفت. نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند.

نتایج

در این پژوهش با ارزیابی کمی فلز سنگین سرب در بافت‌های ماهی فلس‌دار کپورمعمولی و مقایسه آن با ماهی بدون‌فلس گربه‌ماهی‌پنگوسی راه‌راه، غلظت این مواد در دو ماهی مورد بررسی قرارگرفت. میانگین غلظت کشنده سرب (طی ۹۶ ساعت) برای ماهی کپور ۶۲/۲ میلی‌گرم در لیتر و برای گربه-ماهی راه‌راه ۴۸/۰۶ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۲).

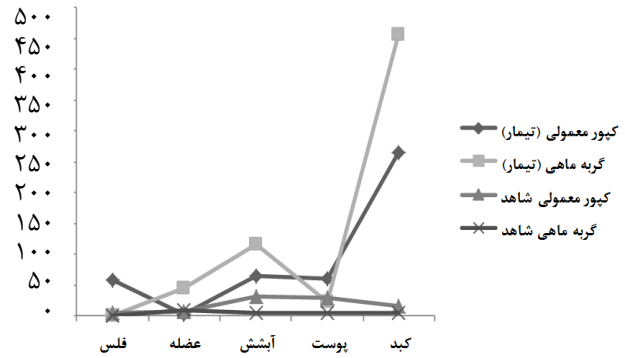
جدول ۱: ویژگی‌های کیفی آب در آکواریوم‌های ماهیان مورد آزمایش

پارامتر	مقدار
سختی کل	۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر
اکسیژن محلول	۶-۵ میلی‌گرم بر لیتر
pH	۶/۷۵
هدایت الکتریکی	۱ دس زیمنس بر متر
دما	۱ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد
تناوب نوری	۱۲ ساعت تاریکی، ۱۲ساعت روشنایی

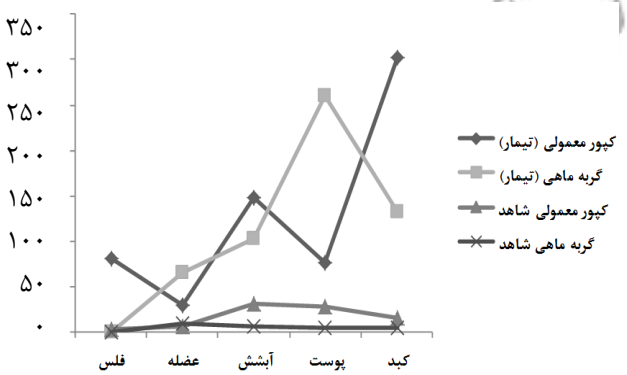
جدول ۲: مقادیر مورد نیاز برای القای کشندگی فلزسرب (میلی‌گرم بر لیتر) در زمان‌های مختلف و برآورد غلظت‌های کشنده (LC_{50}) طی ۹۶ ساعت در ماهی کپورمعمولی و گربه‌ماهی راه‌راه

زمان (ساعت)	کپورمعمولی	گربه‌ماهی راه‌راه
۲۴	۴۸۰/۶۴	۱۵۶/۴
۴۸	۲۲۸/۷	۸۶/۵۷
۷۲	۹۶/۱۹	۶۲/۲۲
۹۶	۶۲/۶	۴۸/۰۶

مقایسه سنجش سرب در روز ۱۵ نمونه‌برداری در ماهی کپور در تیمار تحت‌کشنده سرب به‌صورت کبد>آبشش>فلس>پوست> عضله، و در گربه‌ماهی به‌ترتیب پوست>کبد>آبشش>عضله بود. نتایج این مطالعه نشان داد در ماهی فلس‌دار کپورمعمولی، کم‌ترین میزان تجمع سرب در عضله و در گربه‌ماهی بدون فلس راه‌راه نیز، کم‌ترین میزان تجمع در عضله برآورد شد. اما موجودی نهایی کل سرب در بافت‌های گربه‌ماهی ۱/۶۳ برابر کپور (بدون احتساب فلس) و انباشتگی نهایی سرب در عضله گربه‌ماهی ۱۴/۶ برابر عضله کپور بود (شکل‌های ۱، ۲ و ۳).



شکل ۱: مقایسه میزان تجمع سرب (میکروگرم بر گرم وزن خشک) در بافت‌های ماهی کپور معمولی و گربه‌ماهی راه‌راه (روز ۷)



شکل ۲: مقایسه میزان تجمع سرب (میکروگرم برگرم وزن خشک) در بافت‌های ماهی کپور معمولی و گربه‌ماهی راه‌راه (روز ۱۵)

با مقایسه فلز سنگین انباشته شده در نمونه آب تحت تأثیر تیمار تحت‌کشنده سرب، مشاهده شد که در آکواریوم‌های حاوی ماهی کپور، میزان غلظت فلز بیش‌تر بود. در نتیجه، جذب فلز سرب در بافت‌های ماهی کپور می‌بایست کم‌تر از بافت‌های گربه‌ماهی راه‌راه باشد (جدول ۳).

جدول ۳: مقایسه باقیمانده غلظت سرب در نمونه‌های آب تیمارهای ماهیان تحت تأثیر تیمار تحت‌کشنده (روز ۱۵)

نمونه آب	سرب (میلی‌گرم بر لیتر)
کپورمعمولی	۰/۰۰۴
گربه‌ماهی راه‌راه	۰/۰۰۱

بحث

از نظر فقه شیعه (و دین یهود) ماهی‌های فلس‌دار حلال هستند، این مسئله از نظر علمی بسیار قابل توجه است، چرا که برخی از پژوهش‌ها نشان می‌دهند که ماهی‌های فاقد فلس نسبت به ماهیان فلس‌دار می‌توانند از طریق آب مواد سمی بیش‌تری جذب کنند که این امر از نظر علمی هم‌چنان قابل بحث و بررسی است. در همین راستا، این مطالعه با هدف بررسی مقایسه‌ای میزان جذب فلز سنگین سرب در ماهی فلس‌دار کپورمعمولی (*Cyprinus carpio*) و بدون‌فلس گربه‌ماهی راه‌راه (*Pangasius hypophthalmus*) در بافت‌های کبد، پوست، آبشش، عضله و فلس انجام شد. عضله به‌علت نقش مهمی که در تغذیه انسان دارد و لزوم اطمینان از سلامت آن جهت مصرف، از

اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. نتایج مطالعه بر روی ماهیان فلس‌دار *Tilapia zilli* و *Carassiusgibelio Mugil auratus* (Filazi و همکاران، ۲۰۰۳؛ Kalay و Canli، ۲۰۰۰)، *Esox lucius* (Ebrahimpour و همکاران، ۲۰۱۱) و کپورماهیان هندی *Catla catla*، *Labeo rohita* و *Cirrhina mrigala* (Javed، ۲۰۱۲) که تحت تأثیر غلظت‌های تحت‌کشنده فلز قرار گرفتند، کم‌ترین تجمع فلز مورد مطالعه را در عضله نشان دادند. نتایج حاضر نیز کم‌ترین تجمع فلز سنگین سرب را در ماهی کپور و گربه ماهی در بافت عضله برآورد کرد. اما مقدار تجمع در عضله گربه ماهی ۱۴/۳ برابر عضله کپور بوده است. هم‌چنین گزارشات بعضی از محققین دیگر نشان داد که در تمام گونه‌های ماهی مورد بررسی، عضله حاوی کم‌ترین مقادیر فلزات نیکل و مس نسبت به بافت‌های کبد و آبشش بود (Vas و همکاران، ۱۹۹۳؛ Ray و همکاران، ۱۹۹۰) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارند. تجمع کم فلزات در عضله ماهیان را می‌توان به فعالیت متابولیکی پایین در قیاس با بافت‌های هدف اصلی برای سموم، تولید بالای متالوتیونین‌ها (Allen-Gil و Martynov، ۱۹۹۵) و تفاوت حجم عضلات سفید و قرمز در ناحیه تنه ماهیان فلس‌دار و بدون فلس و به‌علاوه نقش حفاظتی پوشش فلس نسبت داد.

هم‌چنین مطالعه Ebrahimpour و همکاران (۲۰۱۱) که تجمع فلزات سرب و کادمیم و کروم و روی را در ماهیان فلس‌دار *Carassius gibelio* و *Esox lucius* بررسی نمودند نشان داد که کلیه فلزات مورد بررسی روند تجمعی مشابهی را به‌ترتیب در کبد>کلیه>آبشش>روده>عضله داشتند. در این تحقیق نیز تجمع فلز سرب در بافت کبد هر دو گونه ماهی بیش‌تر از عضله اندازه‌گیری گردید. هم‌چنین مطالعه Celechovska و همکاران (۲۰۰۷) بر روی ماهی کپورمعمولی مشخص کرد غلظت‌های سرب در بافت‌ها (عضله، کبد، کلیه، طحال، آبشش) پایین بود و اختلافات معنی‌داری بین بافت‌ها مشاهده شد؛ در عضله کپور (۰/۰۳۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم) از همه کم‌تر بود که مشابه این تحقیق می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که غلظت‌های سرب در بافت‌ها (عضله، آبشش، فلس، پوست) پایین بود درحالی‌که غلظت سرب در کبد از همه بیش‌تر مشاهده شد. انباشتگی فلزات در ماهیان در مقادیر تماس تحت کشنده، به زمان هم بستگی دارد. در اوائل در معرض قرارگیری، سرعت جذب و ذخیره بالاست. سپس با تعادل نسبی جذب و دفع فلزات، میزان آن ثبات نسبی می‌یابد (Jezierska و Witeska، ۲۰۰۱). هم‌چنین پراکنش فلزات در بافت‌های مختلف به زمان وابسته است و غلظت آن‌ها ممکن است در طول تماس به اشکال مختلفی تغییر کند. این ویژگی به‌خاطر میل ترکیبی متفاوت فلزات با بافت‌های مختلف در ماهیان گوناگون متغیر و پیچیده می‌باشد (Hans و همکاران، ۲۰۰۶). در این تحقیق نیز نشان داده شد که تجمع فلز سرب (در بافت آبشش گربه‌ماهی) در روز ۱۵ نسبت به روز ۷ روند کاهشی داشتند. مطالعات‌تجمعی در بافت‌ها نشان داد که ماهی‌کپور سرب کم‌تری نسبت به گربه‌ماهی راه‌راه جذب نمود. یافته‌ها در نوعی گربه ماهی[1] *Mystus gulio* که از محیط طبیعی نمونه‌برداری شد (Senarathne و Pathiratne، ۲۰۰۷) مشابه میزان بالای سرب در کبد گربه‌ماهی راه‌راه می‌باشند. هم‌چنین تجمع سرب در آبشش بیش‌تر از عضله *M. gulio* بود و در گربه‌ماهی راه‌راه نیز تجمع سرب با مطالعه اخیر مطابقت داشته است. مطالعات Narayanan و Vinodhini (۲۰۰۸) و Abedi و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که کپورمعمولی نسبت به آلاینده‌های آبی و سموم مقاومت بالایی دارد. همان‌طورکه عنوان شد، ماهی کپور معمولی (و یا هر ماهی فلس‌داری) اپیدرم قطورتر و پوشش فلس دارند، که به‌طور مؤثری می‌تواند از موجود در برابر نفوذ سم محافظت کند (Mckim و Lien، ۲۰۱۱). هم‌چنین Ferreira و همکاران (۱۹۸۴) با مطالعه سه گونه ماهی آب شیرین (*Cyprinus carpio, Oreochromis mossambicus* و*Salmo gairdneri*) به این نتیجه رسیدند که عواملی مانند ضخامت پوست و پوشش فلس نیز از عوامل تعیین‌کننده میزان جذب سم در بدن از راه پوست می‌باشند. همین‌طور، در ماهی کله‌گاوی قهوه‌ای[2] (*Ameiurus nebulosus*) ثابت شد که این ماهی درصد مهمی از جیوه را از طریق آب به‌خاطر پوست بدون فلس و قابل نفوذ آن جذب می‌کند (Rose، ۱۹۹۹). شواهد بیش‌تری در مورد محافظت توسط فلس در سه گونه ماهی آب شیرین در مقابل سمیت فلزات سنگین سرب و جیوه ارائه شد (Coello و Khan، ۱۹۹۶).

نقش پالایش‌گری فلس‌ها نیز قبلاً تحقیق شد (Coello و Khan، ۱۹۹۶) و گزارش گردید که سمیت ۲۷ فلز پس از پالایش با فلس‌ها کاسته شد. این ویژگی به عمل کرآتین در فلس نسبت داده شد که به‌عنوان مهم‌ترین ترشح اکتودرمال، فلزات را جذب و پوشش محافظی در برابر سطوح سمی آن‌ها ایجاد می‌کند. سایر مطالعات نیز جذب و حذف فلزات سنگین را

[1] Long-whiskered catfish
[2] Brown bullhead

به‌وسیله فلس‌های ماهیان و افزایش انباشتگی فلزات را در فلس طی دوره تماس بررسی و مشاهده کردند (Sauer و Watabe، ۱۹۸۹؛ Varanasi و Markey، ۱۹۷۸).

البته با مطالعاتی در زمینه میزان جذب آلاینده‌ها در ماهیان فلس‌دار و بدون فلس که در یک خانواده قرار دارند و یا بررسی میزان تحمل و مقاومت ماهیان بدون فلس و فلس‌دار در برابر عفونت‌های باکتریایی، قارچی و انگلی شاید بتوان به گوشه‌ای از دلایل حرمت ماهیان بدون فلس پرداخت.

در این مطالعه مقایسه‌ای بر روی LC50 (۹۶ ساعته) کپور و گربه‌ماهی، مشخص گردید که ماهی کپورمعمولی نسبت به گربه‌ماهی راه‌راه به فلز سنگین مقاوم‌تر است. بدین صورت که مقدار معنی‌دار بیش‌تری از فلز سنگین سرب برای القای مرگ و میر در دوز کشندگی در کپور معمولی نسبت به گربه‌ماهی راه‌راه به‌کار برده شد. این ویژگی، علاوه بر پاسخ اختصاصی گونه‌ای[1] (Das و Banerjee، ۱۹۸۰)، از این واقعیت بر می‌آید که پوست فلس‌دار ماهی با عملکرد خود لایه حفاظتی مؤثری در برابر مواد شیمیایی زیست‌محیطی فراهم می‌کند.

ثابت شده است که ترشحات اکتودرمال در جانوران، مانند موکوس(mucopolysacharides)،کوتیکول(N-acetylglucoseamine) و کراتین، میل زیادی برای جذب فلزات سنگین دارند. در میان این ترشحات، به‌نظر می‌رسد کراتین بیش‌تر تمایل به جذب مقادیر بالایی از فلزاتی مانند روی، سرب و منگنز و استرانسیم دارد. کراتین در فلس ماهی، موی پستانداران و پر و بال پرندگان شناسایی شده است. در این رابطه، نقش پالایشگری فلس‌ها نیز بررسی شد (Coello و Khan، ۱۹۹۶) و گزارش گردید که سمیت ۲۷ فلز پس از پالایش با فلس‌ها کاسته شد. این ویژگی به عمل کراتین در فلس نسبت داده شد که به‌عنوان مهم‌ترین ترشح اکتودرمال، فلزات را جذب و پوشش محافظی در برابر سطوح سمی آن‌ها ایجاد می‌کند. سایر مطالعات نیز جذب و حذف فلزات سنگین را به‌وسیله فلس‌های ماهیان و افزایش انباشتگی فلزات را در فلس طی دوره تماس بررسی و مشاهده کردند (El-Sheikh و Sweileh، ۲۰۰۸؛ Mustafiz و همکاران، ۲۰۰۳؛ Varanasi و Markey، ۱۹۷۸). به هرحال، در یک مورد (Al-Weher، ۲۰۰۸) تفاوت معنی‌داری بین ماهیان فلس‌دار *C. carpio* و بدون‌فلس *Clarias lazera* از نظر غلظت سرب در بافت‌های آن‌ها یافت نشد.

مقایسه تراکم کلی فلز در بافت‌ها نشان داد که ماهی کپور سرب کم‌تری نسبت به گربه‌ماهی راه‌راه جذب نمود. این موضوع باز هم می‌تواند انباشتگی بیش‌تر فلز سنگین را در عضلات گربه‌ماهی براثر فقدان پوشش محافظ فلس نشان دهد. مطالعات Yilmaz (۲۰۰۳) نیز نشان داد که میزان عناصر سنگین در بافت‌های مختلف دو گونه فلس‌دار *Trachurus mediterraneus* و *Mugil cephalus* در یک محیط آبی متفاوت بود که با نتایج این تحقیق موافق است. عملکرد پوست ماهی منحصر به‌فرد می‌باشد. جهت انجام موفقیت‌آمیز این وظایف، پوست ماهی بر تعدادی از توانمندی‌ها که در ساختار مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آن وجود دارد تکیه می‌کند. پوست ماهی به‌عنوان یک سد دفاعی و نیز یک اندام حساس، کنش‌گر و سطحی برای مبادله بین محیط بیرونی و درونی (Satchell، ۱۹۸۴) از لحاظ ضخامت متفاوت است که می‌تواند به علت اختلافات سنی، جنسی و بلوغ و نیز بسته به بخش تحت پوشش آن باشد. مجموع ضخامت اپیدرم و درم در قزل‌آلای با وزن یک کیلوگرم(۱/۱۲ میلی‌متر)تقریباًمشابه‌با گربه‌ماهی یک کیلوگرمی (۱/۰۲ میلی‌متر) می‌باشد درحالی‌که اپیدرم گربه‌ماهی (۰/۵ میلی‌متر) ضخامت بیش‌تری نسبت به اپیدرم قزل‌آلا (۰/۰۶ میلی‌متر) دارد. در مقابل، ضخامت درم در قزل‌آلا ۱/۰۶ میلی‌متر می‌باشد که ضخیم‌تر از از درم گربه‌ماهی (۰/۵۲ میلی‌متر) می‌باشد (McKim و همکاران، ۱۹۹۶). براین اساس، می‌توان نتیجه گرفت که به‌دلیل حفاظت توسط فلس‌ها، ماهیان فلس‌دار نیاز کم‌تری به اپیدرم قطورتر دارند، درحالی‌که مجموعه فلس‌ها در درم نیاز به فضای بیش‌تری دارند. برعکس، ماهی بدون‌فلس (گربه‌ماهی) به اپیدرم قطورتری همراه با منبع بزرگی از سلول‌های مخاطی جامی‌شکل[2] و سلول‌های چماقی یا گرزی‌شکل[3] جهت محافظت بهتر در سطح پوست نیاز دارد. سلول‌های موکوسی و جامی حاوی ترشحات سمی و حفاظت‌کننده می‌باشند که در زمان افزایش آلاینده‌های محیطی و یا حفاظت از بدن، تعداد آن‌ها افزایش می‌یابد (Satchell، ۱۹۸۴) لذا انباشتگی مواد سمی در پوست ماهیان بدون‌فلس بالا می‌رود. نتایج حاصل از این تحقیق (روز ۱۵) نیز نشان داد که انباشتگی فلز سرب در بافت پوست گربه‌ماهی راه‌راه بیش‌تر از کپور معمولی بود.

[1] Species specificity

[2] Mucus goblet cells

[3] Club cells

نتایج مطالعه سنجر و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که میزان فلز سرب در بافت عضله ماهی فلس‌دار زمین‌کن‌دم‌نواری (*Platycephalus indicus*) بیش از پوست بود، درحالی‌که در این تحقیق میزان تجمع فلز سرب در پوست ماهی فلس‌دار کپور معمولی بیش‌تر از میزان تجمع این فلز در بافت عضله این ماهی بود. این نتیجه‌گیری یعنی بالا بودن میزان فلز سنگین سرب در بافت پوست نسبت به بافت عضله در ماهیان فلس‌دار با نتایج برخی محققان تطابق دارد (Yilmaz، ۲۰۰۵) ولی با برخی مطالعات دیگر مطابقت ندارد (Sanjar و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین میزان فلز سرب در بافت پوست گربه‌ماهی راه‌راه بیش از عضله برآورد شد. این مسئله به‌دلیل تفاوت در ساختار و نوع بافت پوست و عضله می‌باشد و همان‌طورکه قبلاً ذکر شد میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف به نقش فیزیولوژیک آن‌ها نیز بستگی دارد.

به‌طورکلی، در ماهیان بدون فلس به‌علت افزایش سلول‌های جامی‌شکل و گرزی‌شکل و امکان افزایش بیش‌تر ترشحات موکوسی، فلزات سنگین به میزان کم‌تری در پوست تجمع می‌نمایند، درصورتی‌که در ماهیان فلس‌دار به‌دلیل محدودیت سلول‌های ترشح‌کننده و ضخیم بودن ناحیه درم (به‌عنوان مکان مناسب تجمع فلزات سنگین نسبت به اپیدرم) تجمع فلزات سنگین افزایش می‌یابد (Abedi و همکاران، ۲۰۱۲).

همین‌طور در مطالعه دیگری، گزارش شد که ماهی کله‌گاوی‌قهوه‌ای (*Ameiurus nebulosus*) درصد مهمی از جیوه را از طریق آب به‌خاطر پوست بدون فلس و قابل نفوذ آن جذب می‌کند (Rose، ۱۹۹۹). شواهد بیش‌تری در مورد محافظت توسط فلس در سه گونه ماهی آب شیرین فوق مقابل سمیت فلزات سنگین سرب و جیوه ارائه شد (Coello و Khan، ۱۹۹۶).

در مطالعه‌ای که توسط Pakzadtoochaei و Einollahipeer (۲۰۱۲) برروی الگوی تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف کپور آیینه‌ای (با پوشش فلسی کم) انجام شد، تجمع سرب در بافت‌ها به‌ترتیب آبشش > عضله > کبد ≥ فلس گزارش شد. بنابراین، بافت فلس نیز می‌تواند شاخص مناسبی برای آلودگی با این فلز باشد.

کبد اغلب به‌عنوان یک بافت هدف هنگام بررسی غلظت فلزات‌در محیط‌های آبی پیشنهاد می‌گردد (Batvari و همکاران، ۲۰۰۸). باتوجه به این‌که بافت هدف برای فلزات سنگین براساس میزان فعالیت متابولیک آن می‌باشد (Filazi و همکاران، ۲۰۰۳)، علت تجمع بیش‌تر فلز سرب در بافت‌هایی نظیر کبد و آبشش در مقایسه با بافت عضله (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می‌شود. در مطالعات Wang (۲۰۰۸) و Chen و همکاران (۲۰۰۷) مقدار سرب در عضله کپور ۰/۴۶ و در کبد ۱/۱۴ میلی‌گرم در هر کیلوگرم، و در عضله گربه‌ماهی ۰/۲۱ تا ۱/۰۶ و در کبد ۲/۲۳ میلی‌گرم در هر کیلوگرم بود. غلظت بالای سرب در کبد به‌خاطر فرایند سم‌زدایی و دفع و هم‌چنین اتصال فلزات با پلی‌پپتیدهایی مثل متالوتیونین عنوان شد. هم‌چنین مطالعات مقایسه‌ای بافت‌شناسی بین ماهیان بدون‌فلس گربه‌ماهی راه‌راه و فلس‌دار تیلاپیای نیل بعد از تماس با سیانوتوکسین نشان داد که انباشتگی سم در کبد ماهی بدون فلس بیش‌تر بود و به‌علاوه تعداد سلول‌های موکوسی و جامی‌شکل پوست گربه‌ماهی راه‌راه افزایش یافت (Pholsanong، ۲۰۰۲). در مطالعه حاضر نیز انباشتگی فلز مورد مطالعه در کبد ماهی بدون فلس گربه‌ماهی راه‌راه نسبت به سایر بافت‌ها بیش‌تر بود. روی‌هم‌رفته، تغییرات در بافت‌های گوناگون هرگونه در مطالعه حاضر با یافته‌های دیگر تحقیقات انجام شده (Javed، ۲۰۱۲؛ Yousafzai و همکاران، ۲۰۱۲؛ Al-Kahtani، ۲۰۰۹) مطابقت دارد.

در راستای اهداف این تحقیق، اندازه‌گیری غلظت فلز باقی‌مانده در آب تیمارها نشان داد که پسمانده فلز سرب در آب آکواریوم گربه ماهی راه راه ۵/۹ برابر بیش‌تر از آب آکواریوم کپورمعمولی بود. در واقع، هر دو گونه سهم مهمی در پاکسازی محیط داشته‌اند که این نقش اکولوژیک در ماهیان بدون فلس پررنگ‌تر بود. در این خصوص قابل ذکر است که در ابتدا، میزان فلز سمی سرب در آب آکواریوم‌های کپور و گربه‌ماهی راه‌راه ۶/۲ میلی‌گرم برلیتر بود اما در پایان دوره ۱۵ روزه، این میزان در آب آکواریوم کپور معمولی به ۰/۰۰۴میلی‌گرم برلیتر و در آب آکواریوم گربه‌ماهی راه‌راه به ۰/۰۰۱میلی‌گرم برلیتر رسید.

به‌طورکلی فلسفه حلال یا حرام‌ها در آیه ۱۵۷ سوره اعراف در ادامه وظائف و خصوصیات پیامبر آمده است: و یحل لهم الطیبات و یحرم علیهم الخبائث: پاکیزه‌ها را حلال می‌شمارد و ناپاک‌ها را تحریم می‌کند (تازه‌کام و شیخی، ۱۳۷۹). به‌استناد به این آیه و آیات و روایات دیگر، نتیجه می‌شود که آن‌چه در اسلام تحریم شده است خبیث و پلید و دارای زیان‌هایی برای جسم یا روح می‌باشند و آن‌چه که حلال شده است، پاکیزه و برای جسم و روح مفید می‌باشد. به‌همین منظور، در این پژوهش با مقایسه کمّی انباشتگی فلز سنگین در بافت‌ها به‌ویژه در عضلات ماهی فلس‌دار کپورمعمولی و ماهی بدون‌فلس گربه‌ماهی راه‌راه، نشان داده شد که در ماهی فلس‌دار کپور معمولی،

میزان سرب انباشته شده در عضله نسبت به ماهی بدون‌فلس راه‌راه، بیش‌تر بوده است. بنابراین، یکی از وجوه تفاوت این دو نوع ماهی می‌تواند جذب و تجمع بیش‌تر سموم فلزی در بافت خوراکی عضله ماهیان بدون فلس باشد که همراه با انتقال بیش‌تر این آلاینده‌ها به بدن مصرف‌کنندگان خواهد بود.

منابع

۱. **پاکزادتوچایی، س. و عین‌اللهی‌پیر، ف.، ۱۳۹۱**. بررسی الگوی تجمع فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی کپورنقره‌ای (*Hipophthalmichthys molitrix*)منابع آبی چاه‌نیمه‌های سیستان. دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست. دانشگاه تهران. ۸۴۵۱ صفحه.

۲. **تازه‌کام، ش. و شیخی، ع.، ۱۳۷۹**. علوم کشاورزی و منابع طبیعی در متون اسلامی : شیلات (آب و آبزیان). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۸۱ صفحه.

۳. **درویشی، م.، ۱۳۸۹**. اثر فرآورده‌های اصلی و جانبی کارخانجات روغن‌کشی بر عملکرد رشد و هضم‌پذیری موادغذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان(*Oncorhynchus mykiss*). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. ۹۸ صفحه.

٤. **سنجر، ف.؛ جواهری، م. و عسگری‌ساری، ا. ۱۳۸۸**. اندازه‌گیری و مقایسه فلزات سنگین (سرب و کادمیوم)در عضله و پوست ماهی زمین‌کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) منطقه صیادی بندر ماهشهر. مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا. دانشگاه آزاداسلامی‌واحداهواز.سال ۱، شماره ۴، صفحات ۳۵ تا۴۶.

۵. **عابدی، س.ز.؛ خالصی، م.ک. و اسکندری، س.ک.، ۱۳۹۱**. تبیین گوشه‌ای از دیدگاه علمی درخصوص حرمت ماهیان بدون فلس. همایش ملی آبزیان و غذا. بوشهر.

٦. **عابدی، س.ز. و نجفی، ف.، ۱۳۸۸**. مروری بر دو دیدگاه علمی و مذهبی در خصوص حلال یا حرام بودن ماهیان فلس دار و بدون فلس. اولین همایش علمی دانشجویی علوم شیلاتی. ساری. ۱۵ صفحه.

7. **Abedi, Z.; Khalesi, M.K.; Eskandari, S.K. and Rahmani, H., 2012.** Comparison of lethal concentrations (LC50-96 h) of CdCl2, CrCl 3, and Pb (NO3)2 in common carp (*Cyprinus carpio*) and sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*). Iranian Journal of Toxicology. Vol. 6, No. 18, pp: 672-680.

8. **Allen-Gil, S.M. and Martynov, V.G., 1995.** Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, northern Russia. Science of the Total Environment. Vol. 160-161, pp: 653-659.

9. **Al-Kahtani, M.A., 2009.** Accumulation of heavy metals in tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from Al-Khadoud Spring, Al-Hassa, Saudi Arabia. American Journal of Applied Science. Vol. 6, pp: 2024-2029.

10. **Al-Weher, S.M., 2008.** Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the northern Jordan valley. Jordan Journal of Biological Sciences. Vol. 1, pp: 41-46.

11. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1980.** Atomic absorption method for fis13th ed. Washington, USA. 210 p.

12. **Batvari, B.; Kamala-kannan, S. and Shanthi, K., 2008**. Heavy metal in two fish species (*Carangoidel malabricus* and *Belone tronglurus*) from Pulicat Lake, North of Chennai, Southeast Cost of India. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. Vol. 145, pp: 167-175.

13. **Bhamre, P.R. and Thorat, A.E., 2010.** Evaluation of acute toxicity of mercury, cadmium and zinc to a freshwater mussel *Lamelliden sconsobrinus*. Our Nature. Vol. 8, pp: 180-184.

14. **Celechovsk, O.; Svobodov, Z.; Zlbek, V. and Macharckov, B., 2007.** Distribution of Metals in Tissues of the Common Carp (*Cyprinus carpio* L.). Acta Veterinaria Brno. Vol. 76, No. 8, pp: 93-100.

15. **Changrong, Y., 1994**. Study on the total mercury and methyl mercury contaminations in fish from the Songhuajiang River. Chinese Journal of Enviromental Science. pp: 15–18.

16. **Chen, S.L.; Hu, G.J. and Li, Y.Q., 2007.** Heavy metal content pollution investigation and evaluation of organisms in Jiangsu block of Changjiang River. Jiansu Geology. Vol. 31, No. 3, pp: 223-227. (Chinese).

17. **Coello, W.F. and Khan, M.A.Q., 1996.** Protection against heavy metal toxicity by mucus and scales in fish. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 30, No. 3, pp: 319-326

18. **Das, K.K. and Banerjee, S.K., 1980.** Cadmium toxicity in fishes. Hydrobiology. Vol. 75, pp: 117-121.

19. **Dybem, B., 1983.** Field sampling and preparation subsamples of aquatic organism for analysis metals and organochlorides. FAO. Fisheries Technology. Vol. 212, pp:1-13.

20. **Ebrahimpour, M.; Pourkhabbaz, A.; Baramaki, R.; Babaei, H. and Rezaei, M.,**

Concentration for Metals: Implications for Hazard Assessment of Metals in the Aquatic Environment. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 22, No. 5, pp: 1017-1037.

32. **Mckim, J.M. and Lien, G.J., 2001.** Toxic responses of the skin, In: Schlenk, D., Benson, W.H. (Eds.), Target Organ Toxicity in Marine and Freshwater Teleosts, Vol. 1, Taylor & Francis. London.325 p.
33. **McKim, J.M.; Nichols, J.W. and Lien, G.J., 1996.** Dermal absorption of three waterborne chloroethanes in rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* and channel catfish *(Ictalurus punctatus).* Fundamental and Applied Toxicology. Vol. 31, pp: 218-228.
34. **Mustafiz, S.; Rahaman, M.S. and Kelly, D., 2003.** The application of fish scale in removing heavy metal from energy produced waste streams; the role of microbes. Energy Sources. Vol. 25, pp: 905-916.
35. **Narayanan, M. And Vinodhini, R., 2008.** Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp). International journal of Environmental Science and Technology. Vol. 5, pp: 179-182.
36. **Nov, N. and Kelly, J., 2009.** Treating White Spot in *Colomesus asellus*: The South American Puffer and Ich Disease. 148 p.
37. **Pholsanong, P., 2002.** Toxicity of crude cyanotoxin extract on the commercially valued fish of Thailand. MSc thesis, Mahidol Univerisity. Bangkok. 128 p. (Thailand).
38. **Ray, D.; Banerjee, S.K. and Chatterjee, M., 1990.** Bioaccumulation of nickel and vanadium in tissues of the catfish (*Clarius batracus*). Journal of Inorganic Biochemistry. Vol. 36, pp: 169-173.
39. **Roger, N.R., 1994.** Environmental analysis. John Wiley and sons, New Yourk, USA. 263P.
40. **Rose, J., 1999.** Fish mercury distribution in Massachusetts, U.S.A. lakes. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 18, pp: 1370-1379.
41. **Satchell, G.H., 1984.** Respiratory toxicology of fishes. Hn *Aquatic Toxicology*, Vol. 2. Weber, L.J. (Ed.). Raven press, New York. pp: 1-50.
42. **Sauer, G.R. and Watabe, N., 1989.** Ultrastuctural and histochemical aspects of zinc accumulation by fish scales. Tiss Cell. Vol. 21, No. 6, pp: 935-943.
43. **Senarathne, P. and Pathiratne, K.A.S., 2007.** Accumulation of heavy metals in a **2011.** Bioaccumulation of heavy metals in freshwater fish species, Anzali, Iranian Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 87, pp: 386-92.
21. **El-Sheikh, A.H. and Sweileh, J.A., 2008.** Sorption of trace metals on fish scales and application for lead and cadmium pre-concentration with flame atomic absorption determination. Jordan Journal of Chemistry. Vol. 3, No. 1, pp. 87-97.
22. **Ferreira, J.T.; Schoonbee, H.J. and Smit, G.L., 1984.** The uptake of the anaesthetic benzocaine hydrochloride by the gills and the skin of three freshwater fish species. Journal of Fish Biology .Vol. 25, pp: 35–41.
23. **Filazi, A.; Baskaya, R. and Kum, C., 2003.** Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Human and Experimental Toxicology. Vol. 22, pp: 85-87.
24. **Finny, D., 1971.** Probit analysis. Cambridge University Press. 222 p.
25. **Gibbs, P.J. and Miskiewicz, A.G., 1995.** Heavy metal in fish near a major primary treatment sewage plant outfall. Marine Pollution Bulletin.Vol. 30, pp: 667-674.
26. **Hans, R.; Karen, V.C.; Lieven, B.; Wim, D.M. and Ronny, B., 2006.** Dynamics of cadmium accumulation and effects in common carp (*Cyprinus carpio*) during simultaneous exposure to water and food (*Tubifex tubifex*). Environmental Toxicology and chemistry. Vol. 25, pp: 1558–1567.
27. **Hung, L.T.; Lazard, J.; Mariojouls, C. and Moreau, Y., 2003.** Comparison of starch utilization in fingerlings of two Asian catfishes from the Mekong River (*Pangasiusbocourti* Sauvage, 1880, *Pangasiushypophthalmus* Sauvage, 1878). Aquatculture Nutrition. Vol. 9, pp: 215-222.
28. **Javed, M., 2012.** Tissue-specific bio-accumulation of metals in fish during chronic waterborne and dietary exposures. Pakistan Vet. J. Vol. 32, No. 4, pp: 571-574.
29. **Jezierska, B. and Witeska, M., 2001.** Metal Toxicity to Fish.Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce. 318 pp.
30. **Kalay, M. and Canli, M., 2000.**Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zilli*. Turkish Journal of Zoology. Vol. 24, pp: 429-436.
31. **Mcgeer, J.C.; Brix, K.V. and Skeaff, J.M., 2003.** Inverse Relationship between Bioconcentration Factor and Exposure

food fish, *Mystus gulio* inhabiting Bolgoda Lake, Sri Lanka. Sri Lanka J. Aquat. Sci. Vol. 12, pp: 61–75.

44. **Varanasi, U. and Markey, D., 1978.** Uptake and release of lead and cadmium in skin and mucus of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Comparative Biochemistry and Physiology Part C. Vol. 60, No. 2, pp: 187-191.
45. **Vas, P.; Gordon, J.M. and Fielden, P., 1993.** The trace metal ecology of ichthyofauna in the Rockal trough, north eastern Atlantic. Marine Pollution Bulletin. Vol. 26, No. 11, pp: 607-612.
46. **Wang, W., 2008.** Investigation of heavy metal content in fish at Chongqing section of the Yangtze River before water storage in the Three Gorges Reservoir (2008). Water Resources Protection. Vol. 24, No. 5, pp: 34-37. (Chinese).
47. **Yilmaz, A., 2005.** Comparison of heavy metal levels of grey mullet and sea bream caught in Iskenderun Bay, Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. Vol. 29, pp: 257-262.
48. **Yousafzai, A.M.; Chivers, D.P. and Khan, A.R., 2010.** Comparison of Heavy Metals Burden in Two Freshwater Fishes *Wallago attu* and *Labeo dyocheilus* with regard to their feeding habits in natural ecosystem. Pakistan Journal of Zoology. Vol. 42, pp: 537-544.
49. **Yousafzai, A.M.; Siraj, M. and Ahmad, H., 2012.** Bioaccumulation of heavy metals in common carp: Implications for human health. Pakistan Journal of Zoology. Vol. 44, pp: 489-494.

Empirical comparison of toxic lead accumulation between scaled (*Cyprinus carpio*) and scaleless (*Pangasius hypophthalmus*) fish species: A religious approach

- **Seyedeh Zeynab Abedi*:** Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, P.O.Box: 578, Sari, Iran
- **Mohammad Kazem Khalesi:** Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, P.O.Box: 578, Sari, Iran
- **Sohrab Kouhestan Eskandari:** Department of Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, P.O.Box: 578, Sari, Iran
- **Seyed Morteza Abedi:** Promotion Agency, The Administration of Northern Railway, Sari, Iran
- **Abdulreza Daghaghale:** Representative of the Supreme Leader, Iranian Fish Org., Tehran, Iran

Received: February 2013 Accepted: May 2013

Keyword: Empirical comparison, lead, Scaled, Scaleless, Religious approach

Abstract

A number of experimental studies have reported that the absence of scales in some scaleless fish species causes toxins to absorb faster in the fish body including the skin, muscles and other organs, possibly leading to potential considerable impacts on the consumers. Although numerous researchers studied heavy metal pollution in aquatics, *in vitro* comparison of heavy metals uptake in the scaled fish, common carp, with the scaleless striped catfish, and also the role of scale coverage in heavy metals absorption are absent. First, lethal concentration (96 h LC_{50}) was determined for each species. Then the fish were exposed to sub lethal concentrations (10% of LC_{50} values) of Pb at triplicate treatments for 15 days. The examined tissues from each species were sampled at day 15 of the experiment. Following chemical digestion, each tissue was analyzed by atomic absorption unit (Model Thermo) to measure heavy metal concentration. Final contents of Pb in the catfish's tissues were 1.63 times those in the carp's (excluding the scales). The catfish's muscle amassed 14.6 times Pb than that of the carp. Lead residual in carp's aquaria was much higher than that in the catfish's signifying comparably lower metal absorption by carp's tissues. The experimental results indicate much lesser lead accumulation in carp's muscle due to its scaly skin compared to scaleless skin of catfish. Hence, the scaled body provides an effective protective layer against environmental chemical contaminants, which can justify the consumption of scaly fishes with presumably rather safer muscle.

* Corresponding Author's email: abedi10629@yahoo.com