اقیانوس‌شناسی/ سال اول/ شماره ۴/ زمستان ۶۸/۸/۱۳۸۹-۶۱

بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و انادیوم) در بافت عضله‌ی ماهی حلواسفید (*Pampus rgenteuss*)

شهربانو عریان[1*]، مصطفی تاتینا[2]، مهتاب قریب خانی[3]

۱ـ استاد دانشگاه تربیت معلم تهران، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: sh_oryan@yahoo.com

۲ـ عضو هیئت علمی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، استان گیلان، آستارا، پست الکترونیکی: mostafa_tatina@yahoo.com

۳ـ عضو هیات علمی و استادیار پژوهشی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: mahtab_gharibkhani@yahoo.com

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۸۸ *نویسنده مسوول تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۸۸

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۸۹، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این تحقیق تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب ناشی از بخش محلول آب نفت خام در بافت عضله ماهی حلواسفید مورد بررسی قرار گرفت. تحقیقات فوق در آزمایشگاه سم‌شناسی آبزیان پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس انجام شد. دو محلول یکی عاری از نفت خام به‌عنوان شاهد و دیگری با دوز ppm ۱۲ از نفت خام به‌روش اندرسن و با استفاده از آب دریا که مشابه آب محل صید ماهیها بود تهیه شد. سپس۴۲ عدد ماهی صیدشده از ۶ ایستگاه مختلف در بخش شمالی خلیج فارس، در آزمایشات زیست‌سنجش بلندمدت (۸ روزه) به تعداد ۲۱ عدد ماهی در هر یک از تیمارها قرار گرفت. پس از پایان ۸ روز در معرض‌گذاری، ماهیان مورد آزمایش به‌طور جداگانه فریز و بسته‌بندی شده و جهت تعیین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله به آزمایشگاه ارسال شدند. اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین به‌وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی (فیلیپس مدل PU 9400) انجام شد. در این مطالعه، میانگین میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب (STD $\pm \bar{x}$) در بافت عضله ماهیان شاهد به‌ترتیب برابر با ppm ۰/۰۲ ± ۱/۳۸، ppm ۰/۰۴ ± ۱/۶۵، ppm ۰/۰۱ ± ۰/۰۵ و ppm ۰/۰۳ ± ۰/۲۹ و در ماهیانی که در معرض نفت خام با دوز ۱۲ppm قرار گرفته بودند به‌ترتیب به‌میزان ppm ۰/۱۵ ± ۱/۶۵، ppm ۰/۳۶ ± ۲/۳۴، ppm ۰/۰۳ ± ۰/۰۹و ppm ۰/۰۷ ± ۰/۳۹ اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون T-test نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری (P< ۰/۰۵) بین دو تیمار از نظر تجمع فلزات سنگین و انادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب است. همچنین در ماهیان هر دو تیمار ترتیب تجمع فلزات سنگین به‌صورت Ni>V> Pb>Cd مشاهده گردید که این روند افزایشی با توجه به آزمون T-test معنی‌دار است. از سوی دیگر وجود مقادیر نسبتاً زیاد از تجمع این فلزات در ماهیان شاهد را می‌توان به آلودگی آب محل زیست این ماهیان (خلیج فارس) نسبت داد. علاوه بر این، میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت عضله ماهیان شاهد کمتر و غلظت فلز سنگین وانادیوم بیشتر از حد مجاز استاندارد برای مصارف انسانی تشخیص داده شدند.

کلمات کلیدی: *حلواسفید، نفت خام، فلزات سنگین، خلیج فارس، جمهوری اسلامی ایران*

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

خلیج فارس، حوضه‌ی آبی کم عمقی، با عمق متوسط ۴۰- ۳۵ متر و مساحتی در حدود ۲۴۰ کیلومتر مربع است. این منطقه از طریق تنگه‌ی هرمز به آبهای بین المللی متصل می‌شود (Anon, 1995; Banat *et al*., 1998). زمان تعویض آب در این حوضه بین۳ تا ۵ سال است که نشان می‌دهد آلاینده‌ها برای زمان قابل ملاحظه‌ای در خلیج فارس باقی می‌مانند (Sheppard, 1993). بخش‌های شمالی خلیج فارس به‌دلیل عمق کم، چرخش محدود، شوری و دمای بالا به‌میزان بیشتری تحت تاثیر آلاینده‌ها هستند (Saeed *et al*., 1995). از سوی دیگر با توجه به‌وقوع حوادث محیطی مختلف در این منطقه طی سال‌های اخیر، از جمله بزرگترین ریزش نفتی دنیا در سال ۱۹۹۱، تردد کشتی‌ها، حمل و نقل و ورود آلودگی‌های نفتی و همچنین ریزش‌های نفتی، این منطقه دچار بحران شده است. به‌طورکلی مشخص شده است که حدود ۳۰ درصد از حمل و نقل نفتی کل جهان در خلیج فارس صورت می‌گیرد (Pourang *et al*., 2005).

فلزات سنگین ازجمله ترکیبات مهم موجود در نفت خام محسوب می‌شوند (اسماعیلی، ۱۳۸۱). فلزات سنگین پس از ورود به بوم‌سامانه‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان و از جمله ماهیان تجمع یافته و سرانجام وارد زنجیره غذایی می‌شوند. از آنجایی که ماهی‌ها بخش عمده‌ای از رژیم غذایی انسان را تشکیل می‌دهند، این فلزات سنگین می‌توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان و به‌خصوص ماهیان تابعی از شرایط بوم‌شناختی، فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آب، نوع عنصر، آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار است (Jaffar *et al*., 1998). در مناطق مختلف خلیج فارس آلودگی نفتی به‌همراه سایر آلودگی‌های شهری کشاورزی و صنعتی سبب تخریب این بوم‌سامانه ارزشمند شده و منابع با ارزش آبزیان موجود در آن در معرض خطر آلودگی‌های مختلف قرار گرفته و موجب تهدید جمعیت‌های آبزی موجود در آن شده است (Pourang *et al*., 2005).

عادت‌های تغذیه‌ای، نیازهای بوم‌شناختی، 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 هستند (Canli & Atli, 2003). فلزات سنگین به‌دلیل تاثیرات منفی مختلف نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر در آبزیان (صادقی راد و امینی رنجبر، ۱۳۸۴) و همچنین به‌سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی (Kalay et al., 1999) موجب ایجاد نگرانی در مصرف ماهی گردیده‌اند. لذا اندازه‌گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت است.

مطالعات متعددی توسط محققین مختلف جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در موجودات آبزی از جمله ماهی در محیط‌های مختلف دنیا و از جمله ایران انجام شده است. Filazi و همکاران (2003) مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در ماهی کفال طلایی *Mugil auratus* در دریای سیاه و سواحل ترکیه اندازه‌گیری کردند. Canli & Atli (2003) مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در ماهی *Mugil cephalus* در سواحل شمالی دریای مدیترانه اندازه‌گیری نمودند.

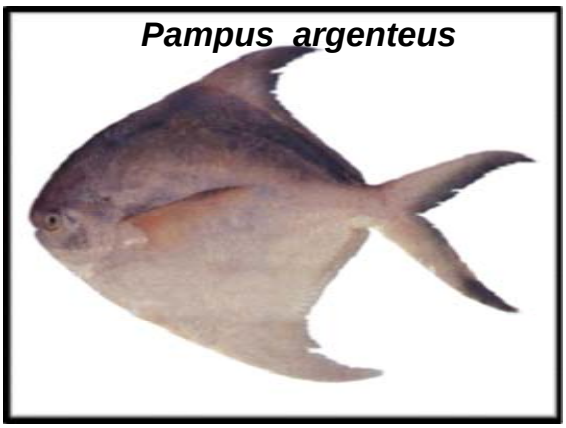
صباغ کاشانی (۱۳۸۰) مقدار تجمع سرب را در ماهی *Liza auratus* در سواحل جنوبی دریای خزر اندازه‌گیری کرد. صادقی راد و امینی رنجبر (۱۳۸۱) مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در دو گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر اندازه‌گیری کردند. Bu-olayan (1996) میزان تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم و نیکل را در ماهی *Solea bleekeri* صید شده از سواحل کویت را مورد مطالعه قرار دادند. Pourang و همکاران (2005) نیز مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم، کادمیوم و نیکل را در ۳ گونه از ماهیان منطقه شمالی خلیج فارس اندازه گیری نمودند. نتایج این مطالعات و سایر مطالعات مشابه انجام شده در جدول ۳ آمده است.

ماهی حلوا سفید با نام علمی *Pampus argenteus* متعلق به خانواده Stromatidae به‌عنوان ماهی مهاجر کرانه‌ای از ماهیان تجاری و با ارزش اقتصادی بالای خلیج فارس بوده (شکل۱)، که در آب‌های ساحلی سراسر خلیج فارس و دریای عمان پراکنده است (صادقی، ۱۳۸۰).

لذا در مطالعه‌ی حاضر بافت عضله‌ی این ماهی به‌سبب نقش مهم در تغذیه‌ی انسان و لزوم اطمینان از سلامت مصرف آن، مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نقش بخش محلول در آب نفت خام بر روی میزان تجمع فلزات سنگین (تجمع زیستی) در این ماهی نیز از اهداف این بررسی بوده است.

Archive of SID

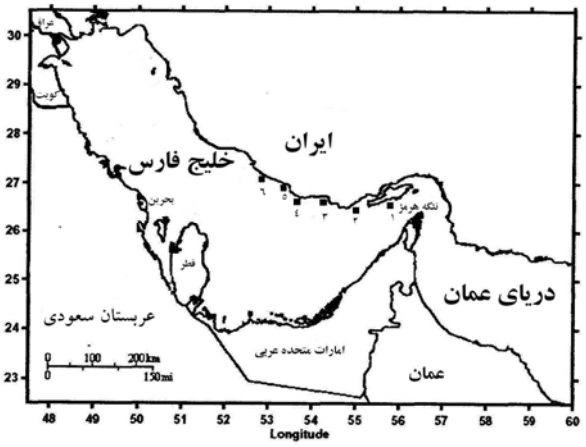
www.SID.ir



شکل۱- شکل ظاهری ماهی حلوای سفید خلیج فارس

۲. مواد و روش کار

در این پژوهش، تعداد ۴۲ عدد ماهی حلواسفید که به‌صورت تصادفی از ۶ ایستگاه مختلف خلیج فارس (شکل۲) توسط تور ترال صید شده بودند، تهیه شد.



■ ایستگاه نمونه برداری

۱ : جزیره هنگام	۲ : بندر گنگ	۳ : بندر حسینیه
۴ : چارویه	۵ : بندر مغام	۶ : کنار دریا

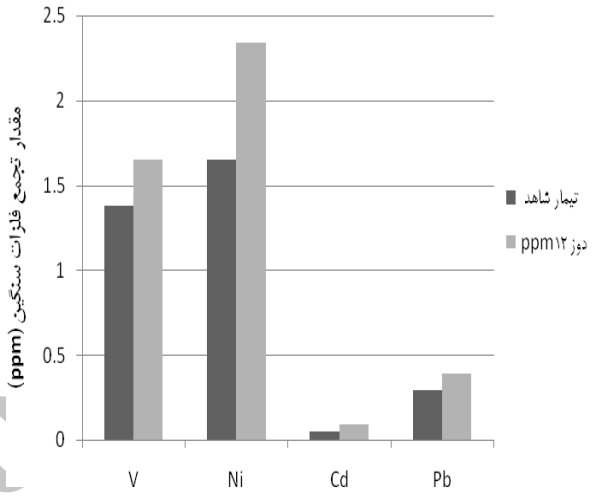
شکل ۲ـ موقعیت جغرافیایی ایستگاههای نمونه‌برداری شده درخلیج فارس

میانگین طول و وزن این ماهیان به‌ترتیب ۱/۳± ۲۶/۶ سانتی‌متر و ۹/۸ ± ۲۹۳/۳ گرم ثبت گردید. این ماهیان به‌منظور استفاده در آزمایشات زیست سنجش به‌صورت زنده به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا به‌دلیل بزرگ بودن ماهیان ۱۵ روز در مخازن مخصوص سازگاری با محیط انجام شد. سپس ماهی‌ها به تعداد ۲۱ عدد به مخازن ۳۰۰ لیتری مخصوص آزمایشات زیست‌سنجش منتقل‌شدند. نمونه‌ی کنترل نیز به تعداد ۲۱ عدد برای مقایسه‌ی اثرات در نظر گرفته شد. برای در معرض‌گذاری ماهیان، محلول این مخازن با استفاده از آب دریای تمیز و نفت خام به نسبت ۳۰ به ۱ با یکدیگر مخلوط شدند. پس از جداسازی مواد غیرمحلول، اجزای محلول در آب نفت خام (Water soluble fraction) با استفاده از روش اندرسن (Anderson, 1975) و با دوز ۱۲ ppm برای در معرض‌گذاری ماهیان انتخاب گردید و ماهیان در آزمایشات زیست‌سنجش بلندمدت به‌مدت ۸ روز در معرض مواد نفتی محلول در آب قرار گرفتند. در مدت معرض‌گذاری شرایط فیزیکوشیمیایی آب (اکسیژن‌محلول، شوری، درجه حرارت، pH، دوره‌ی نوری) به دقت اندازه‌گیری شده و تحت کنترل بود. در جدول ۱ عوامل محیطی مورد کنترل در طی آزمایشات زیست‌سنجش آمده است. آزمایشات به روش Semi - static با تجدیدپذیری روزانه ۴۰ درصد محلول مخازن و تغذیه‌ی ماهیان انجام شد. پس از پایان ۸ روز درمعرض‌گذاری ماهی‌های مورد آزمایش به‌همراه ماهیان شاهد جهت تعیین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله‌ی آنها، بسته‌بندی و منجمد شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. بافت عضله‌ی تهیه شده از نمونه‌ها جهت خشک شدن به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای $^{\circ}C$ ۱۰۵ قرار داده شد. به‌منظور انجام عمل هضم شیمیایی، مقدار ۱ گرم از هر یک از نمونه‌های خشک شده به‌داخل تیوپ‌های هضم جداگانه ریخته و سپس ۶ میلی لیتر محلول اسید نیتریک به نسبت ۱ به ۶ به محتوی لوله‌ها اضافه گردید. پس از صرف حداقل زمان ۳ ساعت جهت انجام عمل هضم مقدماتی در دمای اتاق، نمونه‌ها به‌مدت ۵ ساعت در دمای حداکثر $^{\circ}C$ ۱۴۰ درون دستگاه Heater Digest قرار داده شدند. به‌موازات آماده‌سازی نمونه‌ها جهت انجام عمل هضم شیمیایی، نمونه‌های شاهد نیز به‌طور جداگانه تهیه گردیدند. محلول شفاف حاصل از هضم هر یک از نمونه‌ها به بالن‌های حجم‌سنجی ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و با آب مقطر به حجم رسانده شدند (Moopam, 1983). جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های محلول حاصل از هضم شیمیایی از دستگاه جذب اتمی (فیلیپس مدل PU 9400) استفاده گردید. برای تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SPSS و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون T-test با سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

طبق نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که میانگین میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب

Archive of SID
www.SID.ir

($\bar{x} \pm STD$) در بافت عضله‌ی ماهیان در تیمار شاهد به‌ترتیب برابر با ۰/۰۲ ± ۱/۳۸ ppm، ۰/۰۴ ± ۱/۶۵ ppm، ۰/۰۱ ± ۰/۰۵ ppm و ۰/۰۳ ± ۰/۲۹ اندازه‌گیری شد، در حالی‌که در ماهیان قرار گرفته در معرض دوز ۱۲ppm از نفت خام نیز میانگین میزان تجمع این فلزات به‌ترتیب برابر با ۰/۱۵ ppm ± ۱/۶۵ ppm، ۰/۳۶ ± ۲/۳۴ ppm، ۰/۰۳ ± ۰/۰۹ ppm و ۰/۰۷ ± ۰/۳۹ ثبت گردید (شکل ۳).



شکل ۳ـ میانگین میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب در ماهی حلواسفید (*Pampus argenteus*) در تیمارهای مورد آزمایش

تجزیه و تحلیل نتایج حاصله با استفاده از آزمون T-test بیانگر این مطلب است که بین این دو تیمار (دوز ppm و ۱۲ppm) از نفت خام از نظر تجمع میزان فلزات سنگین وانادیوم، نیکل،سرب و کادمیوم اختلاف معنی‌دار آماری ($P<0.05$) مشاهده می‌شود. به‌عبارت دیگر قرارگیری ماهیان در معرض نفت خام موجب تجمع بیشتر برخی فلزات سنگین در بدن آنها نسبت به ماهیان قرار گرفته در آبهای فاقد این مواد نفتی می‌گردد. اما وجود مقادیر نسبتاً زیاد فلزات سنگین نیکل، سرب و کادمیوم در ماهیان شاهد را می‌توان به آلوده بودن آب محل جمع‌آوری این ماهیان (خلیج فارس) نسبت داد.

از سوی دیگر، ترتیب افزایش تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی در ماهیان شاهد و قرار گرفته در معرض دوز ppm ۱۲ از نفت خام به ترتیب زیر است که این روند افزایشی با توجه به آزمون T-test، معنی‌دار ($P<0.05$) است.

Ni>V> Pb>Cd

۳. بحث و نتیجه‌گیری

براساس نظریه Abel (1989) فلزات سنگین نه‌تنها تهدیدی برای ماهی‌ها به‌شمار می‌روند، بلکه برای مصرف‌کنندگان از غذاهای دریایی آلوده به این فلزات نیز خطر بزرگی محسوب می‌شوند. فلزات سنگین مورد مطالعه در این بررسی همگی از جمله عناصر سمی بوده و اثرات سویی را بر مصرف‌کنندگان بر جای می‌گذارند. به‌طوری‌که سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست بوده و به‌میزان زیاد در محیط‌های آبی یافت می‌شود. این فلز سنگین در صورت جذب از طریق غذا برای مصرف کنندگان بسیار سمی بوده و موجب اختلال‌ها سامانه‌ی اعصاب و مشکلات رفتاری در آنها می‌شود. کادمیوم به‌عنوان فلز سمی دیگر 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 مصرف کنندگان موجب می‌شود. نیکل به‌عنوان دیگر فلز سمی قادر به ایجاد چهار گروه سمیت در مصرف‌کنندگان است که بسته به شدت آن عبارتند از آلرژی، سرطان، اختلالات تنفسی و مسمومیت‌های ایاتروژنیک. وانادیوم نیز در مقادیر ناچیز می‌تواند به‌عنوان مکمل غذایی مورد مصرف قرار گیرد البته افزایش مصرف آن می‌تواند عوارضی از جمله کم‌خونی، التهاب و تورم چشم، التهاب ریه‌ها، آب مروارید، کاهش حافظه، اسهال، کاهش اشتها و در نهایت مرگ را در مصرف‌کنندگان موجب گردد (اسماعیلی، ۱۳۸۱).

بر این اساس، استفاده از ماهی‌هایی که دارای غلظت‌های بالایی از تجمع فلزات سنگین در بافتهای خود هستند ممکن است برای سلامتی مصرف‌کننده مضر باشد. با توجه به مقادیر بدست آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه مورد بررسی در این مطالعه و مقایسه‌ی آنها با استانداردهای جهانی (جدول۲)، غلظت فلز سنگین وانادیوم از حداکثر میزان مجاز مصرف بیشتر بوده، اما هیچ یک از فلزات کادمیوم و سرب در بافت عضله‌ی ماهی حلوا سفید در حد خطرناک برای مصارف انسانی نیست. بنابراین ماهی مزبور به‌دلیل سمیت وانادیوم ممکن است مشکلاتی را در مصرف کنندگان ایجاد نماید. از سوی دیگر سازمان بهداشت جهانی تا کنون مقدار جذب قابل تحمل نیکل را مشخص نکرده است. از اینرو نمی‌توان در مورد میزان تجمع این فلز قضاوتی را ارائه نمود. با این وجود از جایی‌که بر اساس اظهارات EPA (1997) مقادیر ناچیز نیکل در افرادی که دارای حساسیت نسبت به این فلز

Archive of SID
www.SID.ir

سنگین هستند می تواند منجر به التهابات شدید پوستی گردد. لذا مشخص می‌شود که باید مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد تا از عدم وجود غلظت‌های بالاتر از حد مجاز این فلز سنگین نیز اطمینان حاصل شود.

جدول۲. حد مجاز مصرف فلزات سنگین وانادیوم ، کادمیوم و سرب برای مصرف انسان (بر حسب ppm)

استاندارد	Cd	Pb	V	منبع
WHO	۰/۲	—	۰/۵	Biney&Ameyibor(1992); Madany et al.,(1996)
NHMRC	۰/۰۵	۱/۵	—	Maher(1986); Darmono & Denton(1990)
U.K.(MAFF)	۰/۲	۲/۰	—	Collings et al.(1996); Mormede& Davies(2001)
آلمان	۰/۵	۰/۵	—	Radojevic and Bashkin(1999)
هلند	۰/۰۵-۱/۰	۰/۰۵-۲/۰	—	Nauen(1983)
نیوزلند	۱/۰	۲/۰	—	Nauen(1983)
استرالیا	۰/۲-۵/۵	۱/۵-۵/۵	—	Nauen(1983)
هنگ کنگ	۲/۰	۶/۰	—	Nauen(1983)
سوئیس	۰/۱	۱/۰	—	Nauen(1983)
دانمارک	—	۲/۰	—	Nauen(1983)
کانادا	—	—	۰/۵	اسدی سامانی(۱۳۷۴)
ایتالیا	—	—	۰/۷	اسدی سامانی(۱۳۷۴)

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات انجام شده بر تجمع فلزات سنگین در گونه‌های متفاوت ماهی و به‌خصوص ماهیان مناطق مختلف خلیج فارس و مقایسه‌ی آنها با تحقیق حاضر مشخص می شود که میزان غلظت نیکل از کلیه گونه‌های مورد مطالعه در سواحل خلیج فارس کمتر و تنها از گونه‌های *Epinephelus coioides* و *Mugil macrolepis* بیشتر است. میزان فلز سنگین کادمیوم فقط در ماهی سرخوی صید شده از سواحل بحرین کمتر از مطالعه اخیر است و سایر گونه‌های مورد مطالعه در خلیج فارس مقادیر بیشتری از این فلز سنگین را در مقایسه با گونه‌ی حلواسفید در بافت عضله خود تجمع داده‌اند. همچنین تجمع فلز سنگین وانادیوم در بافت عضله‌ی ماهی حلواسفید در مقایسه با سایر گونه‌های مورد مطالعه تنها در چند گونه از ماهیان خلیج فارس مانند *Epinephelus coioides*، *Solea elongate* ، *Solea bleekeri* و *Gastrophysus lunaris* بیشتر بوده و از سایر گونه‌های مورد مطالعه کمتر است. با این حال غلظت فلز سنگین سرب در ماهی حلواسفید مورد مطالعه در بررسی حاضر از تمامی گونه‌های بررسی شده درمناطق مختلف خلیج فارس کمتر است.

جدول ۳. مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین در بافت عضله ماهی در نقاط مختلف دنیا (بر حسب ppm)

گونه مورد مطالعه	منطقه جغرافیایی	Ni	Cd	V	Pb	منابع
Mugil auratus	دریای سیاه، ترکیه		-۰/۴ ۰/۱	——	-۱/۱ ۰/۵	Filazi, et al., 2003
Liza auratus	سواحل جنوبی دریای خزر		——	——	۳/۰۱	صباغ کاشانی، ۱۳۸۰
Mugil cephalus	شمال دریای مدیترانه		۰/۶۶	——	۵/۳۲	Canli & Atli, 2003
Acipenser persicus	سواحل دریای خزر		۰/۱۳	——	۱/۳۵	صادقی راد و امینی رنجبر، ۱۳۸۱
Acipenser ruthenus	سواحل دریای خزر	——	۰/۱۰۲	——	۱/۳۸	صادقی راد و امینی رنجبر، ۱۳۸۱
Epinephelus coioides	شمال خلیج فارس	۱/۵۶	/۱۱	۱/۱۷	۲/۳۲	Pourang et al, 2005
Solea elongata	شمال خلیج فارس	-۱۴/۵ ۱/۲	-۰/۰۸ ۰/۰۵	-۰/۴ ۰/۱	-۲/۸ ۱/۹	Pourang et al, 2005
Psettodes erumei	شمال خلیج فارس	-۵/۸ ۰/۱	-۱ ۰/۰۰۹	-۲ ۰/۰۳	-۸ ۰/۸۷	Pourang et al, 2005
Acipenser persicus	جنوب دریای خزر	——	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱	۰/۰۱۲	Pourang et al, 2004
Solea bleekeri	خلیج فارس، سواحل کویت	۳/۶	——	۱/۱	۰/۴	Bu-Olayan, 1996
Gastrophysus lunaris	خلیج فارس، سواحل کویت	۲/۳	——	۰/۷	۱/۲	Bu-Olayan, 1996
Acanthopagarus latus	خلیج فارس، سواحل کویت	۴/۷	——	۲/۲	۰/۸	Bu-Olayan, 1996
Mugil macrolepis	خلیج فارس، سواحل کویت	۰/۹	——	——	۰/۲	Bu-Olayan, 1996
Sillago sihama	خلیج فارس، سواحل	۲۰/۴	——	۴/۶	۰/۴	Bu-Olayan, 1996
Ctenopharyngodon idella	دریاچه بالاتون، مجارستان	۰/۸۶۳	۰/۳۱۶	——	۲/۳۲	Vigh et al., 1996
Labeo umbratus	سد ویت بانک، آفریقای جنوبی	۱۸/۸۷۸	——	——	۸/۱۰۲	Nussy et al., 2000
Tilapia nilotica	دریاچه ناصر، مصر	۰/۰۶۲	——	——	——	Rashed, 2001
Epinephelus microdo	سواحل شرقی عربستان سعودی	۱/۶۲	۰/۴۱	——	۲/۶۱	Ashraf, 2005
Lutjanus sp.	خلیج فارس، سواحل بحرین	——	-۰/۰۲ ۰/۰۰۲	——	۱/۰۴	Madany,1996
Pampus argenteuss	حوزه شمالی خلیج فارس	۱/۶۵	۰/۰۵	۱/۳۸	۰/۲۹	مطالعه حاضر

Archive of SID

www.SID.ir

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. بر اساس نتایج به‌دست آمده، یکی از دلایل احتمالی نوسان‌های تجمع این فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی را می‌توان به این امر نسبت داد. با این حال بنا به نظر Roesijadi (1994)، 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 (1985)، 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 تحت تأثیر شرایط فیزیکوشیمیایی آب، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، عادت‌های تغذیه‌ای و عوامل دیگر باشد (Canli & Atli, 2003). با توجه به گوشتخوار بودن این ماهی احتمال انتقال این فلزات از زنجیره‌ی غذایی و از طریق تغذیه نیز وجود دارد. بنابراین افزایش میزان تجمع فلزات سنگین در ماهیان در معرض قرار گرفته در این آزمایش را نسبت به ماهیان شاهد می‌توان به این امر نسبت داد.

با توجه به ارزش اقتصادی بسیار بالای گونه‌ی مورد مطالعه و همچنین موقعیت راهبردی خلیج فارس به‌عنوان یکی از مناطق مهم از نظر استخراج نفت، اکتشاف و بهره‌برداری و عبور و مرور نفت‌کش‌ها، اهمیت تحقیق حاضر بیش از پیش مشخص می‌شود. از سوی دیگر نتایج حاصل از این بررسی می‌تواند به‌عنوان اطلاعات اولیه برای پایش و مدیریت بوم‌سامانه‌ی آبی حساس خلیج فارس به‌دلیل عمق کم، چرخش محدود، شوری و دمای بالا که یکی از خصوصیات بخش‌های شمالی خلیج فارس است و از سوی دیگر بررسی تاثیر آلاینده‌های نفتی در این منطقه‌ی پر اهمیت در خاورمیانه مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

اسدی سامانی، ن. ۱۳۷۴. میزان فلزات سنگین در آب، رسوب و یک گونه ماهی (کفشک) در کانال سلطانی بوشهر. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۲. تابستان ۱۳۷۴. صفحات ۱۴- ۳.

اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ ص. صفحات ۱۷۶- ۱۷۴ و ۳۵۵- ۳۵۲.

صادقی، س. ن.، ۱۳۸۰. ماهیان جنوب ایران. انتشارات نقش مهر. ۴۳۲ ص. صفحه ۱۸۸.

صادقی‌راد، م. و امینی رنجبر، غ. ر. ۱۳۸۱. اندازه‌گیری و مقایسه فلزات سنگین در بافت عضله و خاویار درگونه تاسماهی ایرانی و ازون برون حوضه جنوبی دریای خزر دومین همایش ملی ـ منطقه‌ای ماهیان خاویاری. صفحات ۱۰۹ تا ۱۰۷.

صباغ کاشانی، آ. 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 ص.

Abel, P. D. 1989. Water pollution biology**.** Ellis Horwood**.** Chichester**.** England.

Anderson, J. W. 1975. Laboratory studies on the effects of oil on marine organisms. An Overview. American Petrolium Institute Publications. No. 4349. Washington, D. C.

Anon. 1995. Water poluution in the Persian Gulf and Caspian sea. Payam-e Darya. Shipp. Organiz. Islam. Rep. Iran. 32: 13-20.

Ashraf, W. 2005. Accumulation of heavy metals in kidney and heart tissues of *Epinephelus microdon* fish from the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment. 101:311-316.

Banat, I. M.; Hassan, E. S.; El- Shahawi, M. S. and Abu-Hilal, A. H. 1998. Post- Persian Gulf war assessment of nutrients, heavy metal ions, hydrocarbons and bacterial pollution levels in the United Arab Emirates costal waters. Environ. Intern. 24(1/2): 109- 116.

Biney, C. A. and Ameyibor, E. 1992. Trace metal concentrations in the pink shrimp *Penaeus nobilis*, from the coast of Ghana, Water, Air Soil. Poll. 63: 273-279.

Archive of SID

www.SID.ir

Mediterranean Sea. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 63: 671- 673.

Madany, I.; Wahab, M. A. A. and Al- Alawi, Z. 1996. Trace metals concenteration in marine organisms from the costal areas of bahrain, Persian Gulf. Water, Air and Soil pollution 91: 233-248.

Maher, W. A. 1986. Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, south Australia, Water. Air. Soil, Poll. 29: 77-84.

Moopam. 1983. Manual of oceanographic observation and pollution analysis. Regeonal organization for the protection of marine environment (ROPME).

Mormede, S. and Davies, I. M. 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rockall trough, Continent shelf Res. 21: 899-916.

Nauen, C. E. 1983. Compilation of legal limits for hazarous substances in fish and fishery products. FAO Fisheries Circular No: 764. Rome, Italy. 102 pp.

Nussey, G.; Van Vuren, J. H. J. and Du Preez, H. H. 2000. Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the Moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae), from Witbank Dam, Mpumalanga. Rand Afrikaans University. South Africa. 16 pp.

Pourrang, N.; Tanabe, S.; Rezvani, S. and Dennis, J. H. 2004. Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. Environ. Monit. Assess (In Press).

Pourrang, N.; Nikouyan, A. and Dennis, J. H. 2005. Trace element concenteration in fish, sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental monitoring and assessment. 109: 293-316.

Radojevic, M. and Bashkin, V. N. 1999. Practical Environmental Analysis. The Royal Society of Chemistry, U.K. 466pp.

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.

Canli, M. and Atli, G. 2003. The relation ships between heavy metals (Cd, Cr, Cu, Fe,Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environm Pollution. 121:129 - 136.

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.

Chale, F. M. M. 2002. Trace metal concentrations in water, sediments and fish tissue from Lake Tanganyika. Total Environm. 299: 115 - 121.

Collings, S. E.; Johnson, M. S. and Leah, R. T. 1996. Metal contamination of angler - caugh fish from the Mersey estuary**.** Mar. Environ. Res. 41(3): 281- 297.

Darmono, D. and Denton, G. R. W. 1990**.** Heavy metal concentrations in the banana prawn, *Penaeus merguiensis*, and leader prawn, *P. monodon*, in the Townsville region of Australia**.** Bull. Environ. Contam. Toxicol. 44: 479-486.

EPA. 1997. Drinking water standards environment of criteria and assessment.

FAO. 1983. Complilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO fisheries circular**.** No. 64.

Filazi, A.; Baskaya, R. and Kum, C. 2003. Metal concentrations in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop- Icliman, Turkey. Human & Experimental Toxicology. www.hetjournal.com. 22: 85-87.

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. 31(3): 189- 193.

Kalay, M.; Ay, O. and Canli, M. 1999. Heavy metal concentration in fish tissue from the north east

Archive of SID

www.SID.ir

Rashed, M. N. 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. Environ. Intern. 2:27-33.

Roesijadi, G. 1994. Behaviour of metallothionein-bound metals in a natunal population of an estuarine mollusc, Mar. Environ. Res. No 38. 147 pp.

Saeed, T.; Al yakoob, S.; Al- Hashash, H. and Al-Bahloul, M. 1995. Preliminary exposure assessment for Kuwaiti consumers to polycyclic aromatic hydrocarbons in seafood. Environ. Intern. 3:255-263.

Sheppard, C. 1993. Physical environment of the Persian Gulf relevant to marine pollution: An overview. Mar. Poll. Bull. 27:3-8.

Viarengo, A. 1989. Heavy metals in marine invertebrates: Mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. Rev. Aquat. Sci, 1.

Vigh, P.; Mastala, Z. and Balogh, K. V. 1996. Comparison of heavy metal concentration of Grass Carp (*Ctenopharingodon idella*) in a shallow eutrophic lake and a fish pond (possible effect of food contamination) Chemospher. 32(4): 691-701.

Archive of SID

www.SID.ir