مجله شیلات
سال سوم، شماره اول، بهار ۸۸

اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس از طریق تعیین میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و وانادیوم) در بافت عضله ماهی سرخو *(Lutjanus fulviflammus)*

***شهربانو عریان[۱]، مصطفی تاتینا[۲] و مهتاب قریب‌خانی[۲]**

[۱]استاد گروه زیست‌شناسی دانشگاه تربیت معلم تهران،

[۲]مربی گروه مهندسی شیلات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی- واحد آستارا

چکیده

این تحقیق جهت بررسی تأثیر بخش محلول در آب نفت خام بر تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی سرخو در آزمایشگاه سم‌شناسی آبزیان پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس در بهار سال ۱۳۸۳ انجام گرفت. دو محلول یکی عاری از نفت خام به‌عنوان شاهد و دیگری با دوز ۱۲ پی‌پی‌ام از نفت خام به‌روش اندرسن و با استفاده از آب دریا که مشابه آب محل صید ماهی‌ها بود تهیه گردید. سپس ٢٤ عدد ماهی صیدشده از ٦ ایستگاه مختلف در بخش شمالی خلیج فارس، در آزمایش‌های زیست سنجش بلندمدت (۸ روزه) به‌تعداد ۱۲ عدد ماهی در هر یک از تیمارها قرار گرفتند. 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. در این مطالعه میانگین میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب ($\overline{x} \pm \mathrm{STD}$) در بافت عضله ماهیان شاهد به‌ترتیب برابر با ۰/۱۸ ±۰/۰۳ پی‌پی‌ام، ۰/٤۱±۰/۰٤ پی‌پی‌ام، ۰/۰۱±۰/۰۱ پی‌پی‌ام و ۱/۷۰±۰/۰۸ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری گردید. در ماهیان قرار گرفته در معرض دوز ۱۲ پی‌پی‌ام از نفت خام نیز میانگین میزان تجمع این فلزات سنگین به‌ترتیب ۰/۲۲±۰/۰۵ پی‌پی‌ام، ۰/٦٥±۰/۰٦ پی‌پی‌ام، ۰/۱٤±۰/۰۳ پی‌پی‌ام و ۱/۹٤±۰/۱۳ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری گردید. نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمون T-test نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین دو تیمار از نظر تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب می‌باشد. همچنین در ماهیان هر دو تیمار ترتیب تجمع فلزات سنگین به‌صورت Pb>Ni>V>Cd مشاهده گردید که این روند افزایشی معنی‌دار بود. از سوی دیگر وجود مقادیر نسبتاً زیاد از تجمع این فلزات در ماهیان شاهد را می‌توان به آلودگی آب محل زیست این ماهیان (خلیج‌فارس) نسبت داد. علاوه‌بر این میانگین غلظت فلزات سنگین سرب، وانادیوم و کادمیوم در بافت عضله ماهیان شاهد پایین‌تر از حد مجاز استاندارد برای مصارف انسانی تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: ایران، سرخو، خلیج فارس، فلزات سنگین، نفت خام

مقدمه

خلیج‌فارس یک حوضه آبی کم‌عمق، با عمق متوسط ٤٠-٣٥ متر و مساحتی در حدود ٢٤٠ کیلومترمربع است. این منطقه از طریق تنگه هرمز به آب‌های بین‌المللی متصل می‌شود (۸ و ۱۰). زمان تعویض آب در این حوضه بین ۵-۳ سال است که نشان می‌دهد آلاینده‌ها برای زمان قابل ملاحظه‌ای در خلیج‌فارس باقی می‌مانند (٣٦). بخش‌های شمالی خلیج‌فارس به‌علت عمق کم، چرخش محدود، شوری و دمای بالا به‌میزان بیشتری تحت‌تأثیر آلاینده‌ها می‌باشد (۳۵). از سوی دیگر با توجه به وقوع حوادث محیطی مختلف در این منطقه در طی سال‌های اخیر از جمله بزرگترین ریزش نفتی دنیا در سال ۱۹۹۱، تردد

***مسئول مکاتبه:** sh_oryan@yahoo.com

کشتی‌ها، حمل‌ونقل و ورود آلودگی‌های نفتی و همچنین ریزش‌های نفتی این منطقه دچار بحران شده است. مشخص شده است که حدود ۳۰ درصد از حمل‌ونقل نفتی کل جهان در خلیج‌فارس صورت می‌گیرد (۳۱).

از جمله ترکیبات مهم موجود در نفت خام فلزات سنگین می‌باشند (۲). فلزات سنگین 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 سنگین می‌توانند از طریق تغذیه از ماهیان آلوده وارد بدن انسان گردند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان و خصوصاً ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آب، نوع عنصر، گونه آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد (۲۲). در مناطق مختلف خلیج‌فارس آلودگی نفتی به‌همراه سایر آلودگی‌های شهری کشاورزی و صنعتی سبب تخریب این اکوسیستم 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 (۳۱).

به‌دنبال انتقال آلاینده‌های ذکر شده به محیط‌های دریایی این احتمال به‌وجود می‌آید که ماهی مقادیری از برخی فلزات سنگین را از طریق زنجیره غذایی یا از طریق آب از محیط جذب نماید (۱۵). 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 (۱۳). فلزات سنگین به‌دلیل تأثیرات منفی مختلف نظیر کاهش رشد، تغییر رفتار، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر در آبزیان (٤) و همچنین به‌سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی (۲۳) 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 محققان مختلف جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در موجودات آبزی از جمله ماهی در محیط‌های مختلف دنیا و از جمله ایران انجام گردیده است. Filazi و همکاران (۲۰۰۳) مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) در دریای سیاه و سواحل ترکیه اندازه‌گیری کردند. Canli و Atli (۲۰۰۳) نیز 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. صادقی‌راد و امینی‌رنجبر (۱۳۸۱) مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم را در دو گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر اندازه‌گیری کردند.

Bu-olayan (۱۹۹٦) میزان تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم و نیکل را در ماهی *Solea bleekeri* صید شده از سواحل کویت مورد مطالعه قرار داد.

Pourang و همکاران (۲۰۰۵) نیز مقادیر تجمع فلزات سنگین سرب، وانادیوم، کادمیوم و نیکل را در ۳ گونه از ماهیان منطقه شمالی خلیج‌فارس اندازه‌گیری نمودند. نتایج این مطالعات و سایر مطالعات مشابه انجام شده در جدول ۳ آمده است.

ماهی سرخو با نام علمی *Lutjanus fulviflammus* متعلق به خانواده Lutjanidae و از ماهیان تجاری و با ارزش اقتصادی خلیج‌فارس می‌باشد. این ماهی در آب‌های کم‌عمق ساحلی، اطراف جنگل‌های حرا، بسترهای پوشیده از گیاه، روی بسترهای گلی و صخره‌های سنگی از عمق ۳ تا ۳۵ متری زندگی کرده و از بی‌مهرگان و ماهی‌های کوچک تغذیه می‌کند. میزان صید این ماهی بالا بوده و به‌لحاظ لذیذ بودن به‌مقدار زیادی مورد مصرف مردم قرار می‌گیرد (۳). لذا در مطالعه حاضر بافت عضلهٔ ماهی سرخو به‌سبب نقش مهم در تغذیه انسان و لزوم اطمینان از سلامت مصرف آن، مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نقش بخش محلول در آب نفت

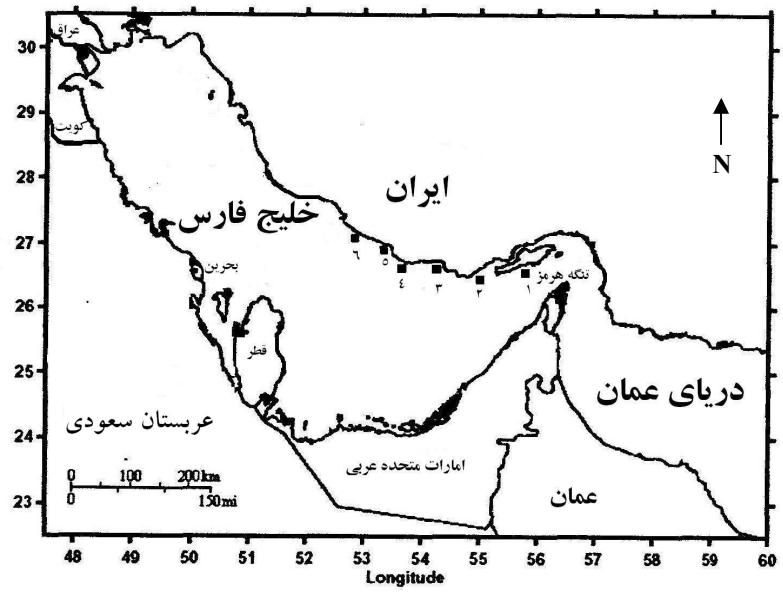
خام برروی میزان تجمع فلزات سنگین (تجمع زیستی) در این ماهی نیز از اهداف این بررسی بوده است.

مواد و روش‌ها

در بهار سال ۱۳۸۳، تعداد ٢٤ عدد ماهی سرخو که به‌صورت تصادفی از ٦ ایستگاه مختلف خلیج‌فارس (شکل ۱) توسط تور ترال صید شده بودند، تهیه گردیدند. میانگین طول و وزن این ماهیان به‌ترتیب ۱/۳± ۲۱/٦ سانتی‌متر و ۹/۸ ± ۳۰۷/۳ گرم ثبت گردید. این ماهیان به‌منظور استفاده در آزمایش‌های زیست‌سنجش به‌صورت زنده به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا به‌علت بزرگ بودن ماهیان ۱۵ روز در مخازن مخصوص سازگاری با محیط انجام شد، سپس ماهی‌ها به مخازن ۳۰۰ لیتری مخصوص آزمایش‌های زیست‌سنجش منتقل‌شدند. نمونهٔ شاهد نیز برای مقایسهٔ اثرات در نظر گرفته شد. برای در معرض‌گذاری ماهیان، محلول این مخازن با استفاده از روش استاندارد FAO و 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 (۷) و با دوز ۱۲ppm برای در معرض‌گذاری ماهیان انتخاب گردید و ماهیان در آزمایش‌های زیست‌سنجش بلند مدت به‌مدت ۸ روز در معرض مواد نفتی محلول در آب قرار گرفتند. در مدت معرض‌گذاری شرایط فیزیکوشیمیایی آب (اکسیژن‌محلول، شوری، درجه حرارت، pH، دوره نوری) به‌دقت اندازه‌گیری شده و تحت کنترل بود. در جدول ۱ عوامل محیطی که در طی آزمایش‌های زیست سنجش تحت کنترل بود، آمده است. آزمایش‌ها به‌روش Semi-static با تجدیدپذیری روزانه ٤٠ درصد محلول مخازن و تغذیهٔ ماهیان انجام شد. پس از پایان ۸ روز در معرض‌گذاری ماهی‌های مورد آزمایش به‌همراه ماهیان شاهد جهت تعیین میزان تجمع فلزات سنگین در بافت‌عضلهٔ آنها، بسته‌بندی و منجمد شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. بافت عضلهٔ تهیه شده از نمونه‌ها جهت خشک شدن به‌مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. به‌منظور انجام عمل هضم شیمیایی مقدار ۱ گرم از هر یک از نمونه‌های خشک شده به داخل تیوپ‌های هضم جداگانه ریخته و سپس ٦ میلی‌لیتر محلول اسید نیتریک به‌نسبت ۱ به ٦ به محتوی لوله‌ها اضافه گردید. پس از صرف حداقل زمان ۳ ساعت جهت انجام عمل هضم مقدماتی در دمای اتاق نمونه‌ها بمدت ۵ ساعت در دمای حداکثر ۱٤۰ درجه سانتی‌گراد درون دستگاه Heater Digest قرار داده شدند. به موازات آماده‌سازی نمونه‌ها جهت انجام عمل هضم شیمیایی نمونه‌های شاهد نیز به‌طور جداگانه تهیه گردید. محلول شفاف حاصل از هضم هر یک از نمونه‌ها به بالن‌های حجم‌سنجی ۲۵ میلی‌لیتری منتقل و با آب مقطر به حجم رسانده شدند (۲٦). جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های محلول حاصل از هضم شیمیایی از دستگاه جذب اتمی (فیلیپس مدل PU 9400) استفاده گردید. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون T-test با سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد.

جدول ۱- عوامل محیطی تحت کنترل در آزمایش‌های زیست‌سنجش

نام فاکتور	میزان	ملاحظات
اکسیژن محلول	٦/۵-۵ میلی‌گرم بر لیتر	روزی دوبار کنترل شد
شوری	۳۷-۳۹ ppt	به‌طور روزانه کنترل شد
درجه حرارت	٢٤-۲۱ درجه سانتی‌گراد	به‌طور روزانه کنترل شد
pH	۷/۹-۸/۱۵	به‌طور روزانه کنترل شد
دوره نوری	۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی	به‌طور روزانه کنترل شد



■ ایستگاه نمونه‌برداری

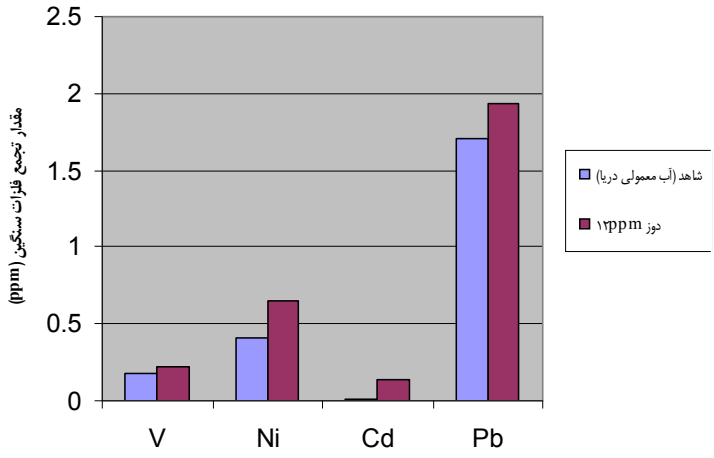
۱ : جزیره هنگام ۲: بندر گنگ ۳ : بندر حسینیه

٤ : چارویه ٥: بندر مغام ٦ : کنار دریا

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در خلیج فارس (۱۳۸۳)

نتایج

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که میانگین میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب ($\bar{x} \pm$ STD) در بافت عضله ماهیان در تیمار شاهد به‌ترتیب برابر با ۰/۰۳±۰/۱۸ پی‌پی‌ام، ۰/۰٤±۰/٤۱ پی‌پی‌ام، ۰/۰۱±۰/۰۱ پی‌پی‌ام و ۰/۰۸±۱/۷۰ پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شد، در حالی‌که در ماهیان قرار گرفته در معرض دوز ۱۲ پی‌پی‌ام از نفت خام نیز میانگین میزان تجمع این فلزات به‌ترتیب برابر با ۰/۰۵±۰/۲۲ پی‌پی‌ام، ۰/۰٦± ۰/٦٥ پی‌پی‌ام، ۰/۰۳±۰/۱٤ پی‌پی‌ام و ۰/۱۳±۱/۹٤ پی‌پی‌ام ثبت گردید (شکل ۲).



شکل ۲- میانگین± انحراف معیار میزان تجمع فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، کادمیوم و سرب در ماهیان سرخو *Lutjanus fulviflammus* در تیمارهای مورد آزمایش (۱۳۸۳)

تجزیه و تحلیل نتایج حاصله با استفاده از آزمون T-test بیانگر این مطلب است که بین دو این دو تیمار (دوز صفر و ۱۲ پی‌پی‌ام) از نفت خام از نظر تجمع میزان فلزات سنگین وانادیوم، نیکل، سرب و کادمیوم اختلاف معنی‌دار آماری ($P<۰/۰۵$) 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 آب‌محل 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 ۱۲ پی‌پی‌ام از نفت خام به‌ترتیب زیر می‌باشد که این روند افزایشی با توجه به آزمون T-test معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بود.

Pb>Ni>V>Cd

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نظریه Abel (۱۹۸۹) فلزات سنگین نه تنها 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 سوئی را بر مصرف کنندگان بر جای می‌گذارند. به‌طوری‌که سرب از نظر انتشار، گسترده‌ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست بوده و به میزان زیاد در محیط‌های آبی یافت می‌شود. این فلز سنگین در صورت جذب از طریق غذا برای مصرف‌کنندگان بسیار سمی بوده و موجب اختلالات سیستم اعصاب و مشکلات رفتاری در آنها می‌شود. کادمیوم به‌عنوان فلز سمی دیگر به‌مقدار 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. نیکل به‌عنوان دیگر فلز سمی قادر به ایجاد چهار گروه سمیت در مصرف‌کنندگان است که بسته به شدت آن عبارت از آلرژی، سرطان، اختلالات تنفسی و مسمومیت‌های ایاتروژنیک می‌باشند. وانادیوم نیز در مقادیر ناچیز می‌تواند به‌عنوان مکمل غذایی مورد مصرف قرار گیرد اما 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 (۲).

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 به‌دست آمده از تجمع فلزات سنگین در گونه مورد بررسی در این مطالعه و مقایسهٔ آنها با استانداردهای جهانی (جدول ۲) غلظت هیچ یک از فلزات کادمیوم، سرب و وانادیوم در بافت عضله ماهی سرخو در حد خطرناک برای مصارف انسانی نیست اما 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 بر اساس اظهارات EPA (۱۹۹۷) مقادیر ناچیز نیکل در افرادی که دارای حساسیت نسبت به این فلز سنگین هستند، می‌تواند منجر به التهابات شدید پوستی گردد. لذا مشخص می‌گردد 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.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات انجام شده بر تجمع فلزات سنگین در گونه‌های متفاوت ماهی و خصوصاً ماهیان مناطق مختلف خلیج فارس و مقایسه آنها با تحقیق حاضر مشخص می‌شود که میزان غلظت فلزات سنگین نیکل، کادمیوم و وانادیوم در گونه مورد مطالعه در این بررسی کمتر از سایر گونه‌های مورد مطالعه در منطقه خلیج فارس و حتی نقاط دیگر دنیا می‌باشد (جدول ۳). اما میزان تجمع فلز سنگین سرب در گونه مورد مطالعه بیشتر از مقدار اندازه‌گیری شده در ماهی سرخوی صید شده از سواحل بحرین و ماهیان مورد مطالعه در سواحل کویت خلیج فارس است که این امر را می‌توان به آلودگی نفتی بیشتر سواحل شمالی خلیج فارس در مقایسه با سواحل جنوبی و غربی نسبت داد.

جدول ۲- حد مجاز مصرف فلزات سنگین وانادیوم، کادمیوم و سرب برای مصرف انسان (برحسب پی‌پی‌ام)

استاندارد	Cd	Pb	V	منبع
WHO	۰/۲	___	۰/۵	Biney و Ameyibor (۱۹۹۲)؛ Madany و همکاران (۱۹۹۶)
NHMRC	۰/۰۵	۱/۵	___	Maher (۱۹۸۶)؛ Darmono و Denton (۱۹۹۰)
U.K.(MAFF)	۰/۲	۲/۰	___	Collings و همکاران (۱۹۹۶)؛ Mormede و Davies (۲۰۰۱)
آلمان	۰/۵	۰/۵	___	Radojevic و Bashkin (۱۹۹۹)
هلند	۰/۰۵-۱/۰	۰/۰۵-۲/۰	___	Nauen (۱۹۸۳)
نیوزلند	۱/۰	۲/۰	___	Nauen (۱۹۸۳)
استرالیا	۰/۲-۵/۵	۱/۵-۵/۵	___	Nauen (۱۹۸۳)
هنگ کنگ	۲/۰	۶/۰	___	Nauen (۱۹۸۳)
سوئیس	۰/۱	۱/۰	___	Nauen (۱۹۸۳)
دانمارک	___	۲/۰	___	Nauen (۱۹۸۳)
کانادا	___	___	۰/۵	اسدی سامانی (۱۳۷۴)
ایتالیا	___	___	۰/۷	اسدی سامانی (۱۳۷۴)

جدول ۳- مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین در بافت عضله ماهی در نقاط مختلف دنیا (برحسب پی‌پی‌ام)

گونه مورد مطالعه	منطقه جغرافیایی	Ni	Cd	V	Pb	منابع
Mugil auratus	دریای سیاه، ترکیه	___	۰/۱-۰/۴	___	۰/۵-۱/۱	Filazi و همکاران (۲۰۰۳)
Liza auratus	سواحل جنوبی دریای خزر	___	___	___	۳/۰۱	صباغ کاشانی (۱۳۸۰)
Mugil cephalus	شمال دریای مدیترانه	___	۰/۶۶	___	۵/۳۲	Canli و Atli (۲۰۰۳)
Acipenser persicus	سواحل دریای خزر	___	۰/۱۳	___	۱/۳۵	صادقی‌راد و امینی‌رنجبر(۱۳۸۱)
Acipenser ruthenus	سواحل دریای خزر	___	۰/۱۰۲	___	۱/۳۸	صادقی‌راد و امینی‌رنجبر(۱۳۸۱)
Epinephelus coioides	شمال خلیج فارس	۱/۵۶	۰/۱۱	۱/۱۷	۲/۳۲	Pourang و همکاران (۲۰۰۵)
Solea elongata	شمال خلیج فارس	۱/۲-۱۴/۵	۰/۰۵-۰/۰۸	۰/۱-۰/۴	۱/۹-۲/۸	Pourang و همکاران (۲۰۰۵)
Psettodes erumei	شمال خلیج فارس	۰/۱-۵/۸	۰/۰۰۹-۱	۰/۰۳-۲	۰/۸۷ -۸	Pourang و همکاران (۲۰۰۵)
Acipenser persicus	جنوب دریای خزر	___	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱	۰/۰۱۲	Pourang و همکاران (۲۰۰۴)
Solea bleekeri	خلیج فارس، سواحل کویت	۳/۶	___	۱/۱	۰/۴	Bu-Olayan (۱۹۹۶)
Gastrophysus lunaris	خلیج فارس، سواحل کویت	۲/۳	___	۰/۷	۱/۲	Bu-Olayan (۱۹۹۶)
Acanthopagarus latus	خلیج فارس، سواحل کویت	۴/۷	___	۲/۲	۰/۸	Bu-Olayan (۱۹۹۶)
Mugil macrolepis	خلیج فارس، سواحل کویت	۰/۹	___	___	۰/۲	Bu-Olayan (۱۹۹۶)
Sillago sihama	خلیج فارس، سواحل کویت	۲۰/۴	___	۴/۶	۰/۴	Bu-Olayan (۱۹۹۶)
Ctenopharyngodon idella	دریاچه بالاتون، مجارستان	۰/۸۶۳	۰/۳۱۶	___	۲/۳۲	Vigh و همکاران(۱۹۹۶)
Labeo umbratus	سد ویت بانک، آفریقای جنوبی	۱۸/۸۷۸	___	___	۸/۱۰۲	Nussy و همکاران (۲۰۰۰)
Clarias gariepinus	رودخانه الیفانت، آفریقای‌جنوبی	۱۵/۴۵	___	___	۶/۱۸	Coetzee و همکاران (۲۰۰۲)
Tilapia nilotica	دریاچه ناصر، مصر	۰/۰۶۲	___	___	___	Rashed (۲۰۰۱)
Epinephelus microdo	سواحل شرقی‌عربستان‌سعودی	۱/۶۲	۰/۴۱	___	۲/۶۱	Ashraf (۲۰۰۵)
Lutjanus sp.	خلیج فارس، سواحل بحرین	___	۰/۰۰۲-۰/۰۲	___	۰/۰۴۵-۱/۰۴	Madany (۱۹۹۶)
Lutjanus fulviflammu	حوزه شمالی خلیج فارس	۰/۴۱	۰/۰۱	۰/۱۸	۱/۷۰	مطالعه حاضر

براساس نظریه Viareng (۱۹۸۹) 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 دلایل‌احتمالی نوسانات تجمع این فلزات سنگین در گونه‌های مختلف ماهی را می‌توان به این امر نسبت داد. با این حال بنا به نظر Roesijadi(۱۹۹٤) 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 (۱۹۸۵) هنگامی‌که 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 (۱۳). با توجه به گوشت‌خوار بودن این ماهی احتمال انتقال این فلزات از زنجیره 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.

سپاسگزاری

از کلیه کسانی که در اجرای هر چه بهتر این تحقیق ما را یاری کردند، به‌خصوص پرسنل بخش سم‌شناسی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و همچنین آقای مهندس زاهد تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

۱- اسدی‌سامانی، ن.، ۱۳۷٤. میزان فلزات سنگین در آب، رسوب و یک گونه ماهی (کفشک) در کانال سلطانی بوشهر. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۲، تابستان ۱۳۷٤. صفحات ۳ تا ۱٤.

۲- اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ۷٦۷ صفحه. صفحات ۱۷٤ تا ۱۷٦ و ۳۵۲ تا ۳۵۵.

۳- صادقی، س.ن.، ۱۳۸۰. ماهیان جنوب ایران. انتشارات نقش مهر. ٤۳۲ صفحه. صفحه ۱۸۸.

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

۵- 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. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی. ۸۷ صفحه.

6.Abel, P.D., 1989. Water Pollution Biology, Ellis Horwood, Chichester, England.

7.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.

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

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

10.Banat, I.M., Hassan, E.S., El-Shahawi, M.S., and Abu-Hilal, A.H., 1998. Post- 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.

11.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.

12.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.

13.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, Vol. 121. pp: 129-136.

14. 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.
15. Chale, F.M.M., 2002. Trace metal concentrations in water, sediments and fish tissuefrom Lake Tanganyika. Total Environm., Vol. 299, pp:115-121.
16. Coetzee, L., Du Preez, H.H., and Van Vuren, J.H.J., 2002. Metal Concentration in *Clarias gariepinus* and *Labeo umbratus* from the Olifant and Klein Olifant River, Mpumalanga, South Africa: Zinc, Copper, Manganese, Lead, Chromium, Nickel, Aluminium and Iron. Rand Afrikaans University, South Africa, 16pp.
17. 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.
18. 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.
19. EPA, 1997. Drinking water standards Environment of Criteria and Assessment.
20. FAO, 1983. Complilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. FAO Fisheries Circular, No. 64.
21. 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. Vol. 22, pp. 85-87.
22. 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.
23. Kalay, M., Ay, O., and Canli, M., 1999. Heavy metal concentration in fish tissue from the north east Mediterranean Sea,. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 63: 671- 673.
24. Madany, I., M. Wahab, A.A., and Al-Alawi, Z., 1996. Trace metals concenteration in marine organisms from the costal areas of bahrain, Arabian Gulf. Water,Air , and Soil pollution, 91: 233-248.
25. Maher, W. A., 1986. Trace metal concentrations in marine organisms from St. Vincent Gulf, south Australia, Water. Air. Soil, Poll., 29: 77-84.
26. Moopam, 1983. Manual of Oceanographic Observation and Pollution Analysis. Regeonal Organization for the Protection of Marine Environment (ROPME).
27. Mormede, S. and Davies, I.M., 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rockall trough, Continent shelf Res., 21: 899-916.
28. 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.
29. 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, 16pp.
30. 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).
31. 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.
32. Radojevic, M. and Bashkin, V.N., 1999. Practical Environmental Analysis. The Royal Society of Chemistry, U.K., 466pp.
33. Rashed, M.N., 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake, Environ. Intern. 2, 27-33.
34. Roesijadi, G. 1994. Behaviour of metallothionein-bound metals in a natunal population of an estuarine mollusc, Mar. Environ. Res., 38. p.147.
35. 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.
36. Sheppard, C., 1993. Physical environment of the Gulf relevant to marine pollution: An overview, Mar. Poll. Bull., 27:3-8.

37. Viarengo, A., 1989. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level, Rev. Aquat. Sci, 1.
38. 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.

The impact of oil pollution on the accumulation of heavy metals (Ni, Pb,Cd & V) in muscle tissue of *Lutjanus fulviflammus* from the northern part of Persian Gulf

***Sh. Oryan[1], M. Tatina[2] and M. Gharibkhani[2]**
[1]Profossor, Dept. of Biology, Tarbiat Moallem University,
[2]Instructor and Member of Young Researchers Club Dept. of Fisheries, Islamic Azad University, Astara Branch

Abstract

This study was conducted in order to consider the effect of water soluble fraction of crude oil on the accumulation of heavy metals (Ni, Pb, Cd & V) in muscle tissue of *Lutjanus fulviflammus* in the Persian Gulf. The study was carried out in spring 2005 in the Ecology Research Center of the Persian Gulf. Two solutions with 0ppm (Control) and 12 ppm dosages of crude oil were prepared. Then 24 fish from those species which were caught from 6 stations in the northern part of the Persian Gulf were exposed to 12 ppm dosage of crude oil for 8 days in long-term bioassay examination. After 8 days exposed fish were freezed and packed seprately and sent to the laboratory for determination of heavy metals accumulated in their muscle. Heavy metals concenteration measurment was done with Atomic Absorbtion model Philips PU 3400. The result of data analysis shows that the mean ($\bar{x} \pm$STD) accumulation amounts of V, Ni, Cd & Pb in tissues of control fish were 0.18±0.03 ppm, 0.41±0.04ppm, 0.01±0.01 ppm and 1.70±0.08 ppm respectively. The mean ($\bar{x} \pm$STD) accumulation amounts of V, Ni, Cd & Pb in tissues of fish which were exposed to 12 ppm dosage of crude oil were 0.22±0.05 ppm, 0.65±0.06 ppm, 0.14±0.03 ppm and 1.94±0.13 ppm respectively. According to the conducted T-test we concluded there is a significant difference ($P<0.05$) between two mentioned dosages of crude oil in muscle tissues of this fish. Also in the fish of both treatments the order of heavy metals accumulation was Pb>Ni>V>Cd that was significant according to the T-test experiment. On the other hand, the high amount of heavy metals in the control fish is due to the pollution of the Persian Gulf. Also, the mean concentrations of Pb, V & Cd in muscle tissue of control fish were below the international guidelines for human consumption.

Keywords **:** Iran; *Lutjanus fulviflammus*; Persian Gulf; Heavy metals; Crude oil

*- Corresponding Author; E-mail: sh_oryan@yahoo.com