علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دوازدهم، شماره دو، تابستان ۸۹

غلظت فلزات سنگین در رسوبات و ماهی شیربت (*Barbus grypus*)در اروندرود

ندا خیرور [۱] *
nkheirvar195@gmail.com
علی دادالهی سهراب [۲]

تاریخ دریافت:۸۷/۱۱/۱۵ **تاریخ پذیرش:۸۸/۲/۲۷**

dzyØĞš

تحقیق حاضر در زمستان ۸۵ لغایت بهار۸۶، به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین (Cd, Pb, Cu, Ni) در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (Barbus grypus) و رسوبات رودخانه اروند انجام گرفت. نمونه های رسوب از ۴ ایستگاه برداشت شد و بافت های عضله و آبشش از ۶۴ ماهی صید شده از منطقه مذکور به دست آمد. برای هضم ماهی از روش اسید نیتریک و برای رسوبات از اسید نیتریک و اسید کلریدریک استفاده شد و تعیین غلظت به وسیله دستگاه جذب اتمی صورت گرفت. به ترتیب برای فلزات نیکل، سرب، کادمیوم و مس میانگین غلظت فلزات در عضله ماهی ۰/۷۷ ، ۱۶/۴۲ ، ۲/۸۳ و ۲/۶۸ ، آبشش ۱/۵۲ ، ۹/۰۳ ، ۲/۷۹ و ۶/۹۷ (میکروگرم برگرم وزن خشک) و رسوبات ۴۷/۰۹ ، ۴۷/۰۷ ، ۷/۵۵ و ۲۵/۲۱ (میلی گرم برکیلوگرم وزن خشک) به دست آمد.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، رسوب، ماهی شیربت، اروند رود.

۱-کارشناس ارشد آلودگی های محیط زیست ، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد واحد اهواز *(مسئول مکاتبات)
۲-دکتری شیمی دریا ، استادیار دانشگاه علوم دریایی خرمشهر

مقدمه

در سال های اخیر برای تامین نیازهـای غـذایی بشـر، توجه بیشتری به منابع آبی معطوف گشته اسـت. آب زیـان کـه منبع غذایی انسان را تشکیل می دهند عناصر سنگین شیمیایی تخلیه شده در آب ها را در بدن خود جمع نموده و یا به عبارتی دیگر تغلیظ کرده (تجمـع زیسـتی - Bioaccumulation) و در جریان چرخه های زیستی این مواد را به سطوح غذایی بالاتر از خود و در نهایت به انسان منتقل می نمایند.

ورود مواد آلوده کننده به آب هـا و تجمـع آن هـا در آب زیان به واسطه خطراتی که برای انسـان و دیگـر موجـودات ایجاد می کند از دیدگاه بهداشتی، اقتصادی – اکولوژیکی حـایز اهمیت بسیار است. بسیاری از فلزات به طور طبیعـی از اجـزای تشکیل دهنده اکوسیستم های آبی به حساب می آینـد و حتـی تعدادی از آن ها در بقای موجودات زنده نقش حـایز اهمیتـی را ایفا می کنند. با وجود این چنانچه میزان این عناصر بـه دلایـل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود باعـث بـه مخـاطره افتـادن حیات آب زیان می گردد، زیرا سریعاً سبب بر هم خوردن تعادل بوم شناختی و موجبات زوال زیسـتی اکوسیسـتم را فـراهـــم می سازد (۱).

رسوب و ته نشست رودخانه ها، محل اصلی در یافت و انباشت آلاینده ها در محیط های آبـی بـوده و نقـش مهمـی در تجمع برخی از فلزات سنگین در بی مهرگان کـف زی و انتقـال آن به سطوح غـذایی بالاتر عهده دار مـی باشـد. در مجمـــوع می توان گفت رسوبات به عنـوان معـــرف و شنـاسـاگـــر مهـــم برای آلودگی مطرح می باشند که از تجزیـه و مطالعـه آن هـــا می توان به سـهولت، میـزان و نـوع آلـودگی را تشـخیص داد و تصمیمات مقتضی را جهت کنترل آن ها اتخاذ نمود(۲) .

رودخـــانه اروند خط مرزی کشور ایـــران با عـــراق می باشد. این رودخانه ضمن دارا بودن آب شیرین یک رودخانه جذرومدی نیز هست. طول رودخانه از محل تلاقی با دجله و فرات و کارون تا دهانه خلیج فارس ۶۰ کیلومتر و عرض آن متغیر است. عمق رودخانه ۱۸ تا ۲۰ متر می باشد(۳).

کارون بزرگ در کشیده شدن دامنه انواع آلودگی ها به رودخانه اروند سهم بسزایی دارد. چرا که استان خوزستان با دارا بودن منابع عظیم و سرشار نفت و گاز، اراضی کشاورزی، منابع ارزشمند آب، کشت و صنعت های عظیم شرایطی را فراهم آورده که اثرات نا مساعد و مخرب متعددی از جمله آلودگی های فیزیکی- شیمیایی و بیولوژیکی با روندی افزایشی در مسیر اصلی رودخانه کارون و نهایتاً اروند و بهمنشیر وارد آید(۳). هدف از مطالعه حاضر نیز با توجه به روند روز افزون آلودگی آب ها و بالتبع آلودگی آب زیان و رسوبات و با توجه به اهمیت رودخانه اروند بررسی واندازه گیری غلظت فلزات سنگین در رسوبات رودخانه اروند و ماهی غالب منطقه، ماهی شیربت (*Barbus grypus*) که از ماهیان موجود در رژیم غذایی مردم منطقه است ، می باشد.

از جمله تحقیقات مشابه در این زمینه می توان به بررسی میزان فلزات سنگین در بافت عضله ،آبشش وکبد ماهی کفال و گربه ماهی در دریاچه آتاتورک ترکیه اشاره کرد. میزان فلز دربافت عضله هر دو گونه کمتر از آبشش و کبد گزارش شده است (۴).

مطالعه دیگر بررسی میزان فلزات در دو کفه ای های دریایی ، ماهیان و رسوبات ساحلی خلیج فارس و خلیج عمان است که بیشترین میزان فلزات در رسوبات وکمترین آن در بافت ماهی به دست آمد(۵).

مواد و روش ها

در این تحقیق نمونه برداری در دو نوبت زمستان۸۵ و بهار۸۶ انجام پذیرفت. نمونه های رسوب از ۴ ایستگاه در رودخانه اروند به وسیله نمونه گیر Van Veen Grab (باسطح ۰/۱ مترمربع) و به منظور افزایش دقت در انجام آنالیزهای آماری و دقت در سنجش میزان فلزات از هر ایستگاه ۳ تکرار برداشت شد. با توجه به محدودیت ها و مرزی و نظامی بودن منطقه ایستگاه ها در نزدیکی مناطق خروجی فاضلاب های شهری و صنعتی انتخاب گردید.

نمونه های ماهی از همان مناطق و به تعداد ۶۴ عدد ماهی صید گردید و طبق شرایط استاندارد درون کیسه پلاستیکی و جعبه یخ به آزمایشگاه انتقال یافت.

پس از بیومتری های اولیه شامل وزن کل، طول کل، طول استاندارد، نمونه های ماهی در فریزر با دمای ۲۰-درجه سانتی گراد نگه داری شدند تا مرحله انجماد را پشت سر گذارد. قبل از کالبد شکافی و آماده سازی، نمونه های ماهی با آب مقطر شستشو شد تا پوشش لزج و ذرات خارجی جذب کننده فلزات از سطح بدن دفع گردد. تمام نمونه های عضله از عمق پوست و از قسمت راست بدن ماهیان به دست آمد و بافت آبشش از طرفین جداسازی و سپس کمان های آبششی آن برای انجام عملیات هضم برداشت شد. تمام نمونه های بافت در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت نگه داری شدند. برای هضم نمونه ها از اسید نیتریک غلیظ استفاده گردید(۸-۶). طبق روش ۱ گرم از نمونه را برداشته شد به آن ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه و بر روی حمام بن ماری با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد تا نزدیک خشک شدن قرارداده شد . بعد از سرد شدن به آن اسید نیتریک ۱۰ ٪ اضافه شد و پس از عبور از کاغذ صافی با آب مقطر دوبار تقطیر به حجم نهایی ۵۰ میلی لیتر رسید. نمونه های رسوب نیز در آون با درجه حرارت ۷۰ $\dot{C}$ به مدت ۴۸ ساعت خشک و۱ گرم از نمونه رسوب با ۱۵ میلی لیتر اسید کلریدریک و ۵ میلی لیتر اسید نیتریک (نسبت ۳:۱) در دمای ۱۲۰درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت هضم و بعد از سرد شدن به آن اسید نیتریک ۱۰٪ اضافه شد و پس از عبور از کاغذ صافی با آب مقطر دوبار تقطیر به حجم نهایی ۵۰ میلی لیتر رسید (۹).

نمونه های هضم شده به وسیله دستگاه جذب اتمی مدل UNICAM 919 مورد آنالیز قرار گرفت.برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS(15) استفاده گردید.مقایسه بین میانگین های مربوط به میزان عناصر سنگین به دست آمده در دو بافت عضله و آبشش بااستفاده ازآزمون t (مستقل) انجام گرفت و از آنالیز واریانس دو طرفه نیز برای مقایسه بین فصول و ایستگاه ها و برای بررسی ارتباط بین رسوبات و بافت ها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید .

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه عناصر سنگین در بافت های ماهی و رسوبات در طی دو فصل در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

میانگین نتایج حاصل شده از اندازه گیری فلزات سنگین در رسوب برای کادمیوم، سرب، مس و نیکل به ترتیب ۷/۵۰، ۴۷/۰۷، ۲۵/۲۱ و ۴۷/۰۹ mg/kg (dry wt.) می-باشد.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس دو طرفه مبین عدم وجود اختلاف معنی دار بین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه ها و مبین وجود اختلاف معنی دار بین غلظت کادمیوم و مس در بین فصول می باشد. روند افزایش میزان تجمع فلزات سنگین در رسوب به ترتیب نیکل >سرب > مس > کادمیوم می باشد .

میانگین نتایج حاصل شده برای عضله و آبشش برای کادمیوم ۲/۸۳، ۲/۷۹، سرب ۱۶/۲۴ ، ۹/۰۳ ، مس ۲/۶۸ ، ۶/۹۸ و نیکل ۰/۷۷، ۱/۳۹ $\mu g/g$ (dry wt.) می باشد. میزان سرب وکادمیوم در بافت عضله بیشتر از بافت آبشش و میزان مس و نیکل در بافت آبشش بیشتر از بافت عضله مشاهده گردید .

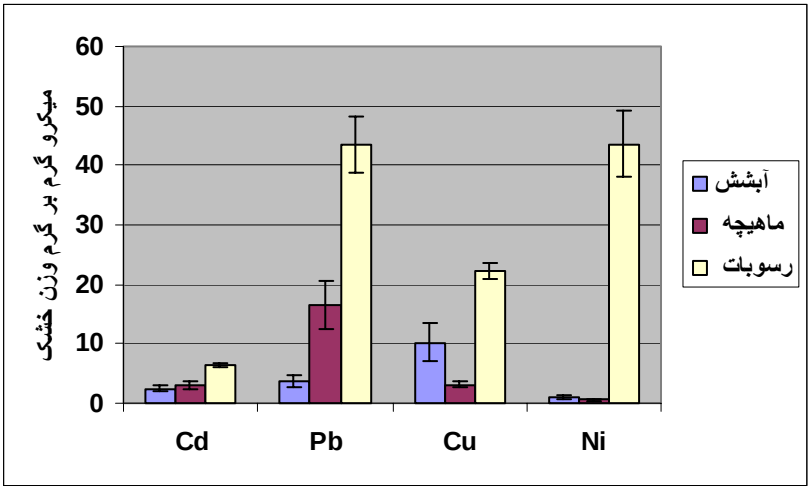
نتایج حاصل از بررسی های آماری ، حاکی از بالا بودن میزان سرب وکادمیوم در بافت عضله ماهیان مورد مطالعه در مقایسه با استانداردهای FDA ,WHO ,NHMRC UK(MAFF) می باشد. غلظت مس و نیکل پایین تر از سطح استاندارد گزارش شد. روند افزایش میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهیان مورد مطالعه به ترتیب سرب > مس > کادمیوم > نیکل می باشد .

جدول ۱- میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین (میکروگرم برگرم وزن خشک) در رسوبات

فلزات / ایستگاه	Cd	Pb	Cu	Ni
۱	۷/۴۲ ± ۰/۳۲	۴۹/۱۷ ± ۱/۳۶	۲۳/۱۷ ± ۰/۳۲	۴۴/۵۸ ± ۲/۵۱
۲	۷/۲۳ ± ۰/۴۰	۴۶/۲۵ ± ۱/۲۱	۲۵/۵۸ ± ۰/۳۸	۴۶/۶۶ ± ۱/۴۸
۳	۷/۴۲ ± ۰/۴۸	۴۷/۵۰ ± ۱/۴۶	۲۴/۹۸ ± ۰/۷۱	۴۵/۴۲ ± ۱/۵۷
۴	۷/۹۴ ± ۰/۵۳	۴۵/۴۲ ± ۱/۲۵	۲۷/۰۹ ± ۰/۲۹	۵۱/۶۶ ± ۲/۳۶
میانگین	۷/۵۰ ± ۰/۴۳	۴۷/۰۷ ± ۱/۳۲	۲۵/۲۱ ± ۰/۴۳	۴۷/۰۹ ± ۱/۹۹

جدول ۲-میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در بافت عضله وآبشش ماهی شیربت (میکروگرم برگرم وزن خشک)

فلزات / بافت	Cd	Pb	Cu	Ni
عضله	۲/۸۳ ± ۰/۷۰	۱۶/۴۲ ± ۰/۳۷	۲/۶۸ ± ۰/۹۷	۰/۷۷ ± ۰/۰۶
آبشش	۲/۷۹ ± ۰/۹۱	۹/۰۳ ± ۰/۴۳	۶/۹۷ ± ۳/۹۸	۱/۵۲ ± ۰/۵۲



میانگین نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت و رسوبات

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از آنالیز ها نشان می دهد که بیشترین غلظت فلزات اندازه گیری شده در بافت مربوط به فلز سرب در ماهیچه با میانگین $\mu g / g$ (dry wt.) ۱۶/۴۲ و کمترین غلظت مربوط به نیکل در بافت ماهیچه با میانگین $\mu g / g$ (dry wt.) ۰/۷۷ می باشد. باید توجه داشت که بالا بودن غلظت این فلز در بافت عضله می تواند ناشی از تمایل این فلز به تجمع در بافت های پر تحرک آب زیان باشد. به طوری که براساس مطالعه ای که برروی آب های ساحلی استان بوشهر انجام گرفت غلظت فلز سرب در ماهیچه حلوا سفید از غلظت فلز کادمیوم، نیکل و روی بالاتر گزارش شد(۱۰) .

بالاترین غلظت عناصر سنگین در رسوبات مربوط به فلزات سرب و نیکل با میانگین ۴۷/۰۷ و ۴۷/۰۹

(dry wt.) mg/kg و کمترین آن ها مربوط به کادمیوم با میانگین (dry wt.) mg/kg ۷/۵۰ می باشد.

با توجه به این که رسوبات بستر عمده ترین بخش پذیرنده و در واقع عمل ذخیره آلاینده های مختلف از جمله عناصر سنگین می باشد، انتظار می رود تا بیشترین میزان جذب و تجمع فلزات در رسوبات بستر منطقه مورد بررسی دیده شود. از آن جا که برخی از آب زیان دارای توان تجمع زیستی مناسب و بالاهستند می توانند موجبات افزایش جذب و تجمع عناصر سنگین را فراهم نمایند (۱۱) که این روند در مورد کادمیوم و سرب در منطقه تحقیقاتی نیز دیده می شود.

در مطالعه ای که بر روی رسوبات آب های خلیج فارس صورت گرفت بالاترین غلظت مربوط به فلز سرب بود (۱۲).

بر اساس مطالعه ای که بر روی رسوبات خلیج فارس در کویت انجام شد ، بالاترین غلظت مربوط به فلز سنگین نیکل و وانادیوم بود(۹).

به طور کلی از مهم ترین دلایل بالا بودن غلظت سرب و نیکل در رسوبات منطقه وجود صنایع مختلف در منطقه و تخلیه پساب های صنعتی به رودخانه که حاوی انواع فلزات سنگین هستند ، می باشد. از دیگر دلایل بالا بودن غلظت فلزات حضور صنایع دریایی بزرگ در منطقه است که در این صنایع از رنگ های صنعتی از جمله رنگ های ضدزنگ برای کشتی ها و شناورهای دریایی به عنوان جلبک کش و ماده پوششی محافظ چوب استفاده می گردد که حاوی مقادیر فراوان فلزاتی مانند سرب و مس می باشند و همچنین عملیات اسکراب (قطعه قطعه کردن کشتی) که منجربه تخریب کامل مخازن نگه داری روغن و مواد سوختی می گردد و پساب این صنایع نیز مستقیماً وارد رودخانه می شود که این عوامل حجم وسیعی از فلزات را وارد منطقه کرده وباعث آلودگی منطقه مطالعاتی شده است. این رودخانه از دیرباز به طور مستمر باعث ارتباط و انتقال فرآورده های نفتی و صادرات کالاهای تجاری از طرین سه بندر مهم خود یعنی آبادان، خرمشهر و بصره بوده که فعالیت گسترده شناور های تجاری، صیادی، نظامی، مسافربری و حمل و نقل کالا موجبات ورود مواد نفتی حاوی فلزات سنگین به رودخانه اروند شده است (۳) .

به طور کلی فاضلاب های شهری، صنعتی و فعالیت های وابسته، منابع عمده وارد کننده فلزات سنگین به محیط های آبی می باشند. بخش عمده ای از فاضلاب های شهری را پساب های خانگی تشکیل می دهد که آلاینده های فلزی از طریق فعالیت های متابولیکی فرسایش لوله های آب و فاضلاب (مس، سرب، روی،کادمیوم) و همچنین شوینده های حاوی ترکیبات فلزی (روی، بور، آرسنیک، آهن، منگنز، کروم، نیکل، کبالت) ناشی می گردد(۱۳).

بسیاری از انواع مواد و ترکیبات آلوده کننده (فلزات سنگین) پس از ورود به یک منبع آبی به تدریج در بستر آن به صور مختلف (همچون فاز معدنی جامد، جذب سطحی به رسوبات دانه ریز و یا بقایای موادآلی) تجمع می یابند که باعث تجمع فلزات در بی مهرگان کف زی و انتقال آن ها به سطوح غذایی بالاتر می گردد(۱۴). ماهی شیربت بر روی بسترشنی و ماسه ای و همچنین پوشیده از ریگ و قلوه سنگ به سر می برد و با توجه به رژیم تغذیه ای ماهی (همه چیز خوار) و تغذیه از بی مهرگان کف زی و گیاهان آب زی در معرض آلودگی رسوبات قرار دارد .

نتایج حاصل از Two Way ANOVA نشان داد که اختلاف معنی داری بین ایستگاه ها وجود ندارد، اما در مورد فصول برای دو عنصر کادمیوم و مس بین دو فصل زمستان و بهار اختلاف معنی دار به دست آمد، که این اختلاف برای کادمیوم در سطح ۰/۰۵ و برای مس در سطح ۰/۰۱ معنی دار بود. در این خصوص می توان گفت ساختار شیمیایی رسوبات بستگی به میزان عناصر موجود در آب، نرخ رسوب گذاری عناصر از آب به رسوب، شرایط فیزیکی و شیمیایی عناصر (یونی، کمپلکس وذرات معلق) و همچنین ویژگی های آب از نظر pH و قلیاییت و غلظت اکسیژن محلول دارد و در حقیقت هر فلزی در pH و قلیاییت مختلف نرخ رسوب گذاری متفاوتی را نشان می دهد(۱۵).

در مطالعه ای که برروی میزان عناصر کمیاب در رسوبات و پنج گونه ماهی (کپور ماهیان و گربه ماهیان) واقع در دریاچه هایی در منطقه Tokat در ترکیه انجام شد ، بیشترین میزان فلزات در رسوبات و کمترین آن در بافت ماهی گزارش شد و غلظت فلزات در فصل تابستان بیشترازغلظت آن ها در فصل بهار به دست آمد(۱۶).

طبق نتایج حاصل از آزمون t-test برای دو بافت آبشش وعضله اختلاف معنی دار برای فلز سرب مشاهده گردید، که غلظت فلز سرب درعضله بیشتر ازغلظت آن درآبشش بوده، باید توجه داشت که بالا بودن غلظت این فلز در بافت عضله می تواند از تمایل این فلز به تجمع در بافت های پر تحرک آب زیان باشد. برای نیکل نیز اختلاف معنی دار مشاهده گردید، به طوری که غلظت نیکل در بافت آبشش بیشتر ازعضله به دست آمد. هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر در ماهی می تواند به دلیل تاثیر گذاری عوامل مختلف از قبیل نوع عنصر، نوع آب زی، بافت و اندام، جنسیت، وزن و سن آب زی (ماهیان جوان قدرت جذب بالایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، خصوصیات اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، درجه حرارت، مواد مغذی و همچنین زمان رشد ماهی باشد(۱۷).

بر اساس مطالعه ای که بر روی گربه ماهی (*Clarris batrachus*) انجام گرفت، مشخص گردید که نیکل تمایل به تجمع در بافت آبشش دارد و چنین تمایلی برای تجمع فلز نیکل در بافت آبشش گربه ماهی نسبت به بافت کبدی آن نیز گزارش شده است(۱۸). گزارش های محققان دیگر از جمله نشان می دهد که در تمام گونه های ماهی مورد بررسی، عضله حاوی کمترین مقادیر فلزات نیکل و مس نسبت به بافت های کبد و آبشش می باشد. کادمیوم از جمله عناصری است که احتمالاً ماهیان قادر به تنظیم آن می باشند(۱۹). کادمیوم با اتصال به متالوپروتین ها به شکل متالوتیونین از طریق موکوس آبشش ها دفع می گردد(۲۰).

ضریب همبستگی پیرسون ارتباط معنی داری بین میزان غلظت فلزات سنگین در رسوبات و بافت های مورد بررسی نشان نداد.

به طور کلی این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد بررسی میزان عناصرسرب و کادمیوم در بافت عضله ماهی در سطحی بالاتراز حداستانداردهای جهانی است(جدول۵). مقایسه غلظت فلزات در رسوبات نیز حاکی از آلودگی رسوبات منطقه به سرب، نیکل و کادمیوم می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین(میلی گرم برکیلوگرم وزن خشک) در رسوبات مناطق مختلف

فلز منطقه	Cd	Pb	Cu	Ni	منبع
خلیج فارس	۴	۳۹	۳۸	۱۳۳	(۲۱)کرباسی۱۳۷۹
رسوبات جهانی	-	۱۹	۳۳	۵۲	(۲۲) بابایی۱۳۸۶
پوسته زمین	۰/۳	۸-۱۰	۵۰	۸۰	بابایی۱۳۸۶
رسوبات اروند	۷/۵۰	۴۷/۰۷	۲۵/۲۱	۴۷/۰۹	مطالعه حاضر

جدول ۴ -مقایسه غلظت های عناصرسنگین به دست آمده در بافت عضله باسایر نقاط دنیا (میکروگرم برگرم وزن خشک)

گونه مورد مطالعه	Cd	Pb	Cu	Ni	منابع
Mugila auratus	۰/۱-۰/۴	-۱/۱۲ ۰/۶۷	۰/۳-۱	-	(۲۳)Filazi et al, 2003
Liza auratus	-	۳/۰۱	-	۴/۳۶	صباغ کاشانی ۱۳۸۰(۲۴)
Liza auratus	-۰/۰۲۱ ۰/۰۳	-۰/۰۵ ۰/۰۳	۰/۵-۰/۶	-	(۲۵)Usero et al, 2003
Mugil cephalus	۰/۶۶	۵/۳۲	۴/۴۱	-	(۲۶)Canli & Atli, 2003
Lethrius brama	۰/۱۱	-	۰/۱۱۷	-	(۲۷)Al-Yousof et al, 2000
psettodes erumei	۷۹/۱۶	۵۵/۴۷	-	۱۸/۴۱	خشنود ۱۳۸۵(۱)
Barbus grypus	۲/۸۳	۱۶/۴۲	۲/۹۸	۰/۷۷	مطالعه حاضر

جدول ۵- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین(میکروگرم برگرم وزن خشک) دربافت عضله با معیارهای موجود

استانداردها و نمونه ها	Cd	Pb	Cu	Ni	منبع
WHO[1]	۰/۲	-	۱۰	-	امینی رنجبر ۱۳۸۴(۲۸) (۲۹)Pourang; 2004
FDA[2]	۱	۵	-	۱	
NHMRC[3]	۰/۰۵	۱/۵	۱۰	-	
UK MAFF[4]	۰/۲	۲	۲۰	-	
عضله	۲/۸۳	۱۶/۴۲	۲/۹۸	۰/۷۷	مطالعه حاضر

1-Word Health Organization
2- Food and Drug Administration
3- Australian National Health and medical research council
4- Ministry of Agriculture, fisheries and food

منابع

۱. خشنود، ر، ۱۳۸۵، بررسی تجمع فلزات سنگین (V,Pb,Ni,Hg,Cd) در دو گونه از کفشک ماهیان بندر عباس و بندر لنگه، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز ،صص. ۷۳-۷۶ ، ۶۲

۲. ایماندل،ک.، ۱۳۷۸، بررسی دانه بندی موادآلی و تعیین میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات رودخانه چالوس، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، پیش شماره بهار ، صص. ۱۸-۱۳ .

۳. دارمی اصل، ر.، ۱۳۸۴، بهره برداری پایدار از منطقه آزاد اروند به شیوه پهنه بندی تناسب اراضی، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم وتحقیقات اهواز، صص. ۶۶ و ۵۴ و۲۰.

4. Karadede , H. , Oymak , S.A. , Unlu , E. , 2004 , *Heavy metals in Mullet , Lize abu , and Catfish , Silurus triostegus , from the Ataturk Dam Lake (Euphrates)* , Turkey , Environ. Int. , Vol. 30 , PP. 183-188 .

5. Mora , S.D. , Fowler , S.W. , Wyse , E. , Azemard , S. , 2004 , *Distribution of heavy metals in marine bivalves , fish and coastal sediments in Gulf and Gulf*

of Oman , Mar. Pollut. Bull. , Vol. 49 , PP. 410-424 .

6. Method 7000.1983. u. s. Environmental protection Agenoy, Methods for Chemical Analysis of water and westes, EPA- 606-4-79-020 (revised March 1983).
7. Steimle, F.W., et al, 1990. Meta;s and organic contamination in northwest Atlantic deep-sea tile fish tissue. Mar. pollut. Bull. vol. 21, No.11, pp.530-535.
8. Berman, S.1995. Fourth Round Intercom Parison for trace Metal in Marin sediments and Biological tissues NOVAL BTA. National Research council Canada. Ottawa.
9. Al – Abdali, M., 1996. Bottom Sediments of the Arabian Gulf – III. Trace Metal Contents as indicators of Pollution and implications for the effect and fate of the kuwait oil slick. Environmental pollution. Vol 93. No. 3, PP 285-301.

۱۰. یعقوب زاده،ی. ،اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۰، اندازه گیری و مقایسه میزان تجمع برخی از عناصر سنگین در پاره ای از آب زیان منطقه بوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی نور ،صص ۸۹،۵۴-۸۵

11. Munn , M.D. , Cox , S.E. , Dean , C.J. , 1994 , Ocentration of mercury and other trace elements in walleye , sallmoth bass and rainbow trout in Franklin D. Roosvelt lake and the upper Columbia river Washington , U.S. Geological Survey Open –File , Report 95-195 , Tacoma , Washington.

۱۲. نبوی، م.، سواری، ا.، ۱۳۷۷، مقادیر آلاینده های فلزی در آب و رسوبات خلیج فارس، مجله علوم دانشگاه شهید چمران اهواز ، شماره ۴، صص. ۵۳-۴۴ .

13. Depledge , M.H. , Weeks , M.J. & Bjerregard , P. ,1994 , *Heavy metal In : Hand book ecotoxicology* , Vol. 2 (P. callow) , PP. 79-105 , Black well scientific publication , London .

۱۴. اخوندیان، م.، ۱۳۸۰، بررسی میزان و روند تجمع برخی فلزات (سرب، روی، مس وکادمیوم) در، آب، رسوبات، جلبک کلادوفورا و میگوی *Palaaemon elegans* در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، صص۵۴-۶۰.

15. Oscar, R. , et al ;2003 . Trace element concentrations in fresh water mussels and macrophyytes as related to those in their environment. Journal of Limnol. , Vol. 62, No. 1, PP. 61-69.
16. Mendil, D., Uluozlii, O.D.; 2006. Oetermination of trace metal leveis in sediment and five fish species form lakes in Tokat Turkey. Food. Chemistry.
17. Moore, J.W.; Ramamoorthy, S.; 1984, Heavy metal in Natural Waters, Springer, New Yourk , PP. 268.
18. Ray, D., Banerjee, S. K., Chatterjee , M.,1990 . Bioaccumulation of Nickle and Vanadium in tissues of the cat fish (Clarias *batrachus*). J. Inorg. Biochem. Vol. 36, No. 3, PP. 169-173.
19. Vas, P., Gordon, J. M., Fielden, P.R. & oVernell, J.; 1993. The trace metal ecology of Ichthyofauna in Rockal through, North – Eastern Atlantic Mar. Pollut. Bull. Vol. 26, No. 11, PP. 607-612.

۲۰. مهوری حبیب آبادی، ع.، ۱۳۷۷، اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین در بافت های ماهی شوریده،

پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی .

۲۱. کرباسی، ع.، ۱۳۷۹، غلظت استاندارد ومنشا (Zn,Ni,Mn,Pb,Fe ,V, Co, Cu,Cd) دررسوبات سطحی خلیج فارس، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۶ و ۵ ، تابستان و پاییز ۱۳۷۹ ، صص. ۱۳ .

۲۲. بابائی، ه.، خداپرست، ح.، عابدینی، ع.،۱۳۸۶، سنجش فلزات سنگین (Pb,Fe,Cu,Cd) در رسوبات سطحی تالاب انزلی، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱، صص. ۹-۱۵ .

23. Filazi , A. , Baskaya , R. ,Kum , C. , 2003 , *Metal concentration in tissues of the black sea fish Mugil auratus from Sinop –Icliman , Turkey , Human , Experimental Toxicology* , WWW. Het journal. Com, Vol. 22, PP. 85-87.

۲۴. صباغ کاشانی، آ. ، ۱۳۸۰، تعیین میزان برخی فلزات سنگین در عضله، کبد، کلیه، آبشش و تخمدان ماهی کفال در سواحل جنوبی دریای خزر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس .

25. Usero , J. , Izquierdo , C. , Morill , J. , Gracia , I. ,2003 , *Heavy metals in fish (Solea vulgris , Anguila anguila , Liza aurate) from marshes on the southern Atlantic coast of Spain* , Environ. International, Vol. 29, No. 7, PP. 949-956.

26. Canli , M. , Atli , G. , 2003 ,*The relation ship between heavy metal (Cd , Cr , Cu , Fe , Pb ,Zn ,) levels and the size of six Mediterranean fish species* . Environ. Pollut. , Vol. 121, PP. 129-136.

27. Al- Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S., Al-Ghais, S.M., 2000, *Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus lentija fish species in relation to body length and sex,* Sci. Total. Environ. , Vol. 256, PP. 87-94. Distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the roles of Metallothionein. Ecotoxicology. Vol. 13 , PP. 519_533

۲۸. امینی رنجبر ، غ.، ستوده ، ف. ،۱۳۸۴، بررسی تجمع غلظت فلزات سنگین دربافت ماهیچه ماهی کفال در ارتباط با طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت، مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱۴، صص . ۷-۲ .

29. Pourang, N.,Dennis, J.H. and Ghoorchian, H., 2004. Tissue distribution s on the roles of Metallothionein. Ecotoxicology. Vol. 13, PP. 519_533.