

آلودگی فلزات سنگین (نیکل، مس، سرب، کبالت و کادمیوم) در رسوب و بافت‌های کبد و ماهیچه کفشک ماهی *Psettodes erumei* در استان بوشهر، خلیج فارس

مهدی حسینی^{۱*}، سیدمحمد باقرنبوی^۲، رضا گلشنی^۳، و سیده نرگس نبوی^۴ و عبدالله رئیسی سرآسیاب^۵

^۱ تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان

^۲ خرمشهر، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، گروه زیست‌شناسی دریا

^۳ کرج، سازمان حفاظت از محیط زیست، دانشکده محیط زیست

^۴ تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زیستی

^۵ تهران، دانشگاه علوم فرهنگیان، گروه بیولوژی دریا

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲۶

چکیده

غلظت فلزات سنگین نیکل، مس، سرب، کبالت و کادمیوم در رسوب و بافت‌های ماهیچه و کبد کفشک ماهی *Psettodes erumei* استان بوشهر در تابستان ۱۳۹۱ بررسی شد. نمونه‌های رسوب از ۴ ایستگاه (دیلم، گناوه، دیر، بوشهر) برداشت شد. بافت‌های عضله و کبد از ۸۰ ماهی صیدشده از منطقه مذکور به دست آمد. برای هضم ماهی از روش اسیدنیتریک و برای رسوبات از اسیدنیتریک و اسیدپرکلریک استفاده شد و تعیین غلظت به وسیله دستگاه جذب اتمی صورت گرفت. به ترتیب برای فلزات نیکل، مس، کبالت، سرب و کادمیوم در کبد ۱/۷۵، ۴/۸۷، ۰/۶۵، ۱/۷۱ و ۰/۲۶ میکروگرم بر گرم، ماهیچه (۲/۷، ۱/۲، ۴/۲۸، ۱/۳۲، ۱/۶) میکروگرم بر گرم و برای رسوب ۴۳/۵، ۱۶/۲، ۱۵/۴، ۳/۲ و ۰/۳۴ میکروگرم بر گرم به دست آمد. اختلاف در میزان غلظت فلزات در این گونه می‌تواند به دلیل دسترسی زیستی فلزات، هیدرودینامیک محیط، تغییرات در ترکیب بافتها، محل نمونه‌برداری و منابع آلوده‌کننده در خلیج فارس باشد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، کفشک ماهی، *Psettodes erumei*، بوشهر، خلیج فارس

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۰۱۵۰۴۳۷۸۵، پست الکترونیکی: mehdihosseini2010@yahoo.com

مقدمه

در سالهای اخیر، آبریزان منبع اقتصادی و غذایی بسیار مهمی را برای بشر تشکیل داده‌اند. آبریزان عناصر شیمیایی سنگین را در بدن خود جمع نموده و به عبارتی تغلیظ کرده و در جریان چرخه زیستی این مواد را به سطوح غذایی بالاتر و در نهایت به انسان انتقال می‌دهند (۱). خلیج فارس دریایی نیمه بسته است و زمان ماندگاری آب در آن نسبتاً طولانی است، بنابراین هرگونه آلودگی که وارد آن می‌شود ممکن است تا مدت طولانی در آن بماند و

موجب آلودگی بیش‌ازحد آن گردد. یکی از مهمترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌های موجود در سواحل، فلزات سنگین است که می‌تواند به آلودگی حاد و مزمن جمعیت‌های زیستی، اعم از گیاهی، جانوری و انسانی منجر شود (۲). فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و به دلیل پایداری در محیط، انباشت و با تجمع در بافت‌های جانوران سبب

استفاده کرد. بررسی ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از نظر تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت و مدیریت منابع آبی، بهره‌برداری ذخائر و پرورش ماهی حائز اهمیت است (۳). در حال حاضر گونه‌های مختلفی از آبریان به عنوان شاخص‌های زیستی برای ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کفشک ماهی به علت داشتن ویژگی‌های منحصر به فردی چون، فراوانی و گستردگی مناسب، بستری و قرارگرفتن به میزان زیادی در زنجیره غذایی یکی از مهمترین ماهیانی است که برای ارزیابی کیفیت محیط‌زیست در اکوسیستم‌های آبی به کار می‌رود (۴). عبدالله پور منیخ و همکاران (۱۳۹۲) غلظت برخی فلزات را در رسوب و دو گونه از ماهیان و همچنین ارتباط بین غلظت فلزات در رسوب و بافت‌های ماهی را در سواحل خوزستان (اروندرو) بررسی کردند. نتایج مطالعات آنها نشان داد که بین غلظت فلزات در رسوب و بافت‌های ماهی ارتباط معنی‌داری وجود دارد. عبدالله پور منیخ و همکاران (۱۳۹۱) همچنین غلظت فلزات سنگین در رسوب و برخی از گونه‌های آبریان را در منطقه خوزستان مطالعه کردند که نتایج این مطالعه نشان داد رسوبات خوزستان (خورموسی) دارای میزان بالایی از فلزات هستند (۳). خیرور و دادالهی سهراب (۱۳۸۹) غلظت برخی از فلزات را در رسوب و ماهی *Barbus grypus* در خوزستان (اروندرو) بررسی کردند که نتایج این مطالعه نشان داد که میزان سرب و کادمیوم در رسوب و عضله ماهی از استانداردها بالاتر بوده است (۲). از دیگر مطالعات می‌توان به مطالعه کرباسی و همکاران (۱۳۸۳)، صفاعیه و همکاران (۱۳۹۰) و حسینی و همکاران (۱۳۹۲) اشاره کرد که غلظت فلزات سنگین را در رسوب و برخی از گونه‌های آبریان مطالعه کردند (۷، ۹، ۱۲). نتایج همه مطالعات نشان داد که بافت کبد در ماهی به‌عنوان بافت انباشتگر تلقی می‌شود و غلظت آلاینده‌ها در این بافت از دیگر بافت‌ها بالاتر است. گونه *P. erumei* از متنوع‌ترین کفشک شکلان

ایجاد مسمومیت و بیماری‌های حاد در آنها می‌شوند. موجودات کفزی بدلیل تماس مستقیم با بستر و قرارداشتن در رژیم غذایی انسان به عنوان یکی از واسطه‌های مهم در انتقال آلاینده‌های فلزی از محیط‌زیست دریایی به انسان به شمار می‌آیند بسیاری از فلزات به‌طور طبیعی از اجزای تشکیل‌دهنده اکوسیستم‌های آبی به حساب می‌آیند و حتی تعدادی از آنها در بقای موجودات زنده نقش حائز اهمیتی را ایفا می‌کنند باوجود این چنانچه میزان این عناصر به دلایل گوناگونی از حدود معینی فراتر رود باعث به خطر افتادن حیات آبریان می‌گردد، و شرایط را برای نابودی زیستی اکوسیستم را فراهم می‌سازد (۲، ۳). امروزه تحقیقات در خصوص تداخل فلزات سنگین و موجودات آبریان به‌ویژه ماهیان به دلیل افزایش روزافزون این عناصر در اثر فعالیت‌های صنعتی و سرازیر شدن فاضلاب‌های مربوط به آن به محیط‌های آبی تشدید یافته است. افزایش واحدهای صنعتی و پتروشیمیایی در استان بوشهر منجر به افزایش این آلاینده‌ها شده که بخش عمده آنها وارد آبهای خلیج فارس می‌شود. با توجه به خطرات فلزات سنگین، اندازه‌گیری آنها باید بطور مداوم انجام گیرد تا از افزایش غیرمجاز آنها جلوگیری شود. استان بوشهر در جنوب غربی ایران و شمال غربی سواحل خلیج فارس واقع شده است. آب‌های این منطقه به دلیل موقعیت خود که محل تعداد زیادی کارخانه پتروشیمی است، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در معرض آلاینده‌های آلی و معدنی قرار دارد و همچنین این سواحل به دلیل فعالیت‌های مختلف انسانی از جمله صنایع حمل‌ونقل دریایی، مزارع آبریان‌پروری و فاضلاب‌های شهری از جمله مناطق آلوده به فلزات سنگین در خلیج فارس به حساب می‌آیند. مطالعه و تحقیق حاضر روی آبریان این منطقه برای اندازه‌گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات سنگین انجام شده است تا بتوان از نتایج به‌دست‌آمده برای مقایسه میزان آلودگی ناشی از این فلزات در سال‌های آینده که تعداد زیادی از پالایشگاه‌ها و کارخانه‌های پتروشیمی مشغول به کار و فعالیت می‌شوند

گرم از عضله و تمام کبد همراه با اسیدنیتریک غلیظ هضم گردید. رسوبات نیز پس از خشک‌کردن پودر شده و از الک ۶۳ میکرون عبور داده شدند. به‌منظور هضم نمونه‌های رسوب نیز ۱ گرم از رسوبات الک شده با ۱۰ سی‌سی مخلوط اسیدنیتریک غلیظ و اسیدپرکلریک به نسبت ۳:۱ استفاده شد. محلول به دست آمده از صافی عبور داده شد و سپس با آب دو بار تقطیر به حجم رسید (۵). برای سنجش فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی مدل GBC-932 AA و برای هضم فلزات از روش هضم گرمایی استفاده شد. تمامی ظروف پلاستیکی و شیشه‌ای به مدت ۲۴ ساعت در اسید نیتریک ۱۰٪ غوطه‌ور گردید و سپس با آب دوبار تقطیر شستشو داده شد. استانداردهای مس، کادمیوم، کبالت، نیکل و سرب برای کالیبراسیون از رقیق کردن محلول استوک غلیظ ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر با آب دوبار تقطیر تهیه شدند (۳ و ۴). برای مقایسه غلظت فلزات مختلف در رسوبات و بافت‌های متعلق به ایستگاه‌های مختلف از آزمون واریانس یک طرفه استفاده شد. برای مقایسه غلظت فلزات بین بافت‌ها از آزمون تی یک نمونه‌ای و برای تعیین همبستگی بین رسوب و بافت‌ها از رگرسیون خطی در سطح $p = 0.05$ استفاده شد.

نتایج

میانگین غلظت فلزات و خطای استاندارد مربوط به رسوبات ایستگاه‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. توالی غلظت فلزات در رسوبات تمام ایستگاه‌ها به ترتیب کادمیوم > سرب > کبالت > مس > نیکل بدست آمد. میانگین نیکل، مس، کبالت، سرب و کادمیوم در چهار ایستگاه به ترتیب ۴۳/۵، ۱۶/۲، ۱۵/۴، ۳/۲ و ۰/۳۴ میکروگرم بر گرم بدست آمد. بیشترین غلظت فلزات نیکل ۵۵/۲۳، کبالت ۲۱/۳۲ و کادمیوم ۰/۵۷ میکروگرم بر گرم در رسوبات بوشهر مشاهده شد. بیشترین غلظت فلزات مس ۱۹/۱۳ و سرب ۵/۶۱ نیز در رسوبات سواحل دیر مشاهده شد.

خلیج فارس و از جمله موجودات متداول و کفزی استان بوشهر بوده که به دلیل ارزانی قیمت مصرف نسبتاً بالایی را به خود اختصاص می‌دهد. این‌گونه از مهمترین ماهیان تجاری و خوراکی نزدیک سواحل است که از نقطه نظر شیلاتی از ماهیان باارزش محسوب می‌شود بطوریکه میزان صید و درآمد حاصل از آن هرروز روبه افزایش است، لیکن اطلاعات کمی پیرامون میزان آلاینده‌ها ناشی از فلزات سنگین این‌گونه در منطقه وجود دارد. لذا اهداف این تحقیق شامل سنجش غلظت فلزات سنگین نیکل، مس، سرب، کبالت و کادمیوم در بافت کبد، و ماهیچه کفشک ماهی *Psettodes erumei* و همچنین رسوبات زیستگاه‌های آن و مقایسه نتایج این مطالعه با دیگر مطالعات است که میتوان داده‌های این تحقیق را به‌عنوان یک فهرست پایه برای مطالعات بعدی فلزات سنگین در این‌گونه و رسوبات استان بوشهر استفاده کرد.

مواد و روشها

نمونه‌برداری در تابستان سال ۱۳۹۱ از ۴ ایستگاه ساحلی استان بوشهر شامل بندر ديلم، گناوه، دیر و بوشهر با کمک صیادان محلی و با استفاده از تورترال صورت گرفت. ۲۰ نمونه ماهی از هر ایستگاه برداشته و پس از قراردادن در پلاستیک‌های اسیدشویی شده درون ظروف حاوی یخ قرارگرفتند. نمونه‌برداری رسوب با استفاده از گرب صورت گرفت. از هر ایستگاه ۳ نمونه از رسوبات سطحی (رسوبات ۵ سانتی‌متر سطح) برداشته شد. همانند نمونه‌های رسوب نیز درون کیسه‌های پلاستیکی و سپس ظروف حاوی یخ قرار داده شدند. درنهایت تمام نمونه‌ها به آزمایشگاه دانشگاه علوم دریایی خرمشهر منتقل و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا رسیدن مرحله‌ی آنالیز نگهداری شدند (۳،۴).

بافت‌های ماهیچه و کبد هرماهی استخراج و برای خشک‌کردن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی-گراد قرارداده شدند. پس از آن بافت‌ها پودر شده و مقدار ۱

جدول ۱- غلظت فلزات و خطای استاندارد در رسوبات ایستگاه‌های مختلف (غلظت برحسب میکروگرم بر گرم)

ایستگاه	سرب	نیکل	مس	کادمیوم	کبالت
دیلیم	۲/۸۲ ± ۰/۰۶	۳۰/۹۱ ± ۰/۱۶	۱۲/۵۳ ± ۱/۰۲	۰/۲۳ ± ۰/۰۲	۱۳/۳۴ ± ۰/۰۵
گناوه	۱/۲۳ ± ۰/۰۱	۴۷/۶۲ ± ۰/۰۳	۱۴/۶۱ ± ۰/۰۵	۰/۱۹ ± ۰/۱۳	۱۱/۳۱ ± ۰/۰۲
دیر	۵/۶۱ ± ۰/۰۷	۳۹/۸۳ ± ۰/۰۹	۱۹/۱۳ ± ۰/۰۶	۰/۳۵ ± ۰/۰۶	۱۵/۵۷ ± ۰/۱۴
بوشهر	۳/۱۴ ± ۰/۱۵	۵۵/۲۳ ± ۰/۰۵	۱۸/۶۴ ± ۰/۱۵	۰/۵۷ ± ۰/۰۴	۲۱/۳۲ ± ۰/۰۷

توالی غلظت فلزات در ماهیچه همه نمونه‌ها به ترتیب سرب > کادمیوم > کبالت > نیکل > مس بدست آمد. میانگین غلظت نیکل، مس، کبالت، سرب و کادمیوم در بافت کبد جمع‌آوری شده از تمام ایستگاه‌ها به ترتیب ۰/۹۱، ۲/۷۱، ۰/۴۲، ۰/۸۶ و ۰/۱۸ میکروگرم بر گرم بدست آمد. بیشترین غلظت فلزات مس ۴/۸۲، نیکل ۱/۸۱، کبالت ۰/۷۸ و سرب ۱/۶۳ میکروگرم بر گرم در نمونه‌های صیدشده از سواحل بوشهر مشاهده شد. بیشترین غلظت فلز کادمیوم ۰/۲۹ در ماهی‌های صیدشده از سواحل گناوه مشاهده شد.

میانگین غلظت فلزات و خطای استاندارد مربوط به ماهی‌های جمع‌آوری شده از ایستگاه‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. توالی غلظت فلزات در بافت کبد نمونه‌های تمام ایستگاه‌ها به ترتیب سرب > کبالت > کادمیوم > نیکل > مس بدست آمد. میانگین غلظت نیکل، مس، کبالت، سرب و کادمیوم در بافت کبد جمع‌آوری شده از تمام ایستگاه‌ها به ترتیب ۱/۷۵، ۴/۸۷، ۰/۶۵، ۱/۷۱ و ۰/۲۶ میکروگرم بر گرم بدست آمد. بیشترین غلظت فلزات مس ۵/۸۳، نیکل ۳/۸۱، کبالت ۱/۲۸ و کادمیوم ۰/۳۲ میکروگرم بر گرم در نمونه‌های صیدشده از سواحل بوشهر مشاهده شد. بیشترین غلظت فلز سرب ۲/۵۰ در ماهی‌های صیدشده از سواحل گناوه مشاهده شد.

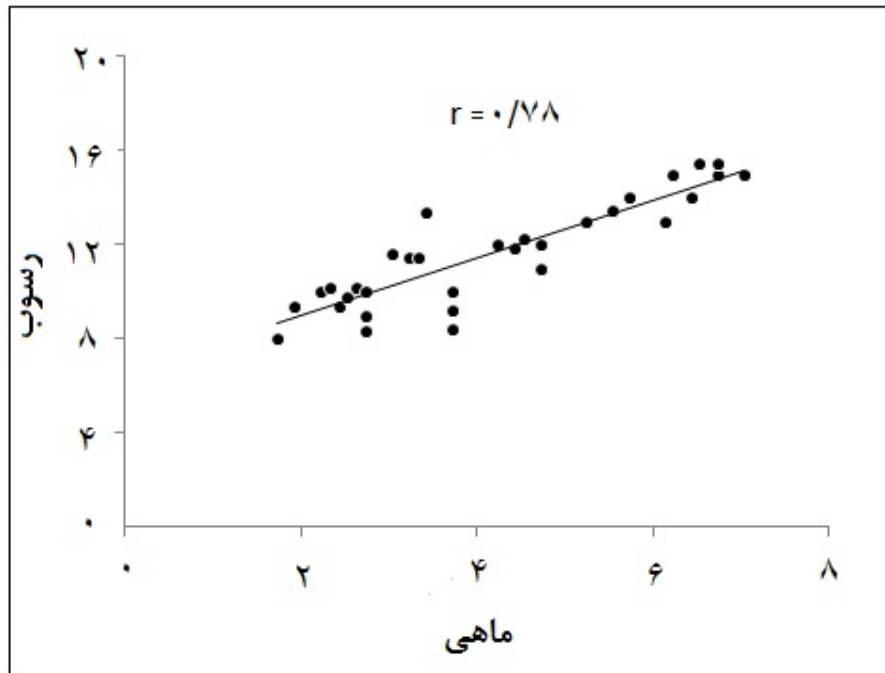
جدول ۲- میانگین و خطای استاندارد غلظت فلزات در کبد و ماهیچه کفشک ماهی *P. erumei* صیدشده از استان بوشهر (غلظت برحسب میکروگرم بر گرم)

ایستگاه	بافت	سرب	نیکل	مس	کادمیوم	کبالت
دیلیم		۱/۲۱ ± ۰/۱۵	۰/۸۰ ± ۰/۰۲	۵/۷ ± ۰/۰۲	۰/۲۳ ± ۰/۰۵	۰/۴۶ ± ۰/۰۴۰
گناوه	کبد	۲/۵۰ ± ۰/۰۳	۱/۵۲ ± ۰/۰۵	۴/۵۱ ± ۰/۱۴	۰/۳۱ ± ۰/۰۲	۰/۳۲ ± ۰/۰۲
دیر		۱/۷۳ ± ۰/۰۴	۰/۸۵ ± ۰/۰۵	۳/۱۲ ± ۰/۰۶	۰/۱۵ ± ۰/۰۵	۰/۵۲ ± ۰/۰۵
بوشهر		۱/۲ ± ۰/۰۲	۳/۸۱ ± ۰/۰۷	۵/۸۳ ± ۰/۰۵	۰/۳۲ ± ۰/۱۳	۱/۲۸ ± ۰/۰۵
دیلیم		۰/۷۱ ± ۰/۰۴	۰/۴۱ ± ۰/۰۴	۲/۱۲ ± ۰/۰۵	۰/۱۹ ± ۰/۰۵	۰/۲۳ ± ۰/۰۵
گناوه	ماهیچه	۰/۳۴ ± ۰/۱۲	۰/۸۴ ± ۰/۰۲	۲/۶۳ ± ۰/۰۷	۰/۲۹ ± ۰/۰۲	۰/۲۷ ± ۰/۰۴
دیر		۰/۸۱ ± ۰/۰۳	۰/۵۲ ± ۰/۰۵	۱/۳۰ ± ۰/۱۲	۰/۱۲ ± ۰/۰۶	۰/۳۹ ± ۰/۰۱
بوشهر		۱/۶۳ ± ۰/۰۵	۱/۸۱ ± ۰/۱۷	۴/۸۲ ± ۰/۰۱	۰/۱۴ ± ۰/۰۴	۰/۷۸ ± ۰/۰۳

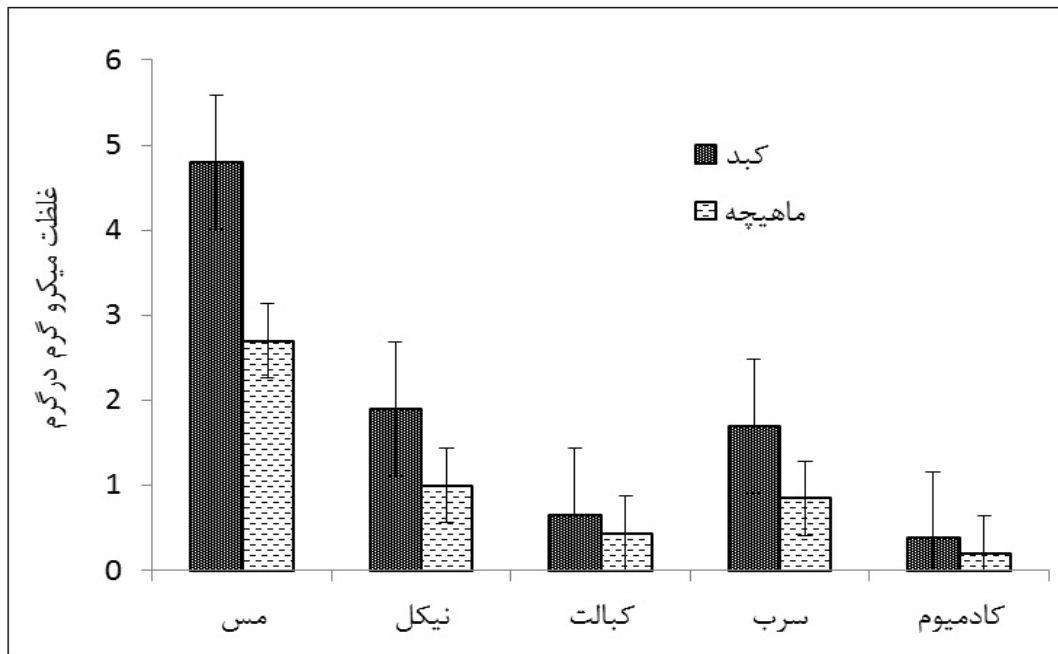
بین غلظت فلزات در رسوب و بافت ماهی همبستگی معنی داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). این نتایج نشان داد ارتباط بین غلظت فلزات در رسوب و ماهی بصورت ($P < ۰/۰۵$).

کبالت، ($r=۰/۳۴$ ، $P<۰/۰۵$)، نیکل، ($r=۰/۲۱$ ، $P<۰/۰۵$)، سرب، ($r=۰/۳۱$ ، $P<۰/۰۵$)، مس و ($r=۰/۷۸$ ، $P<۰/۰۵$) کادمیوم بدست آمد. بنابراین غلظت فلز مس در

رسوب و ماهی همبستگی بالایی داشت (شکل ۲) ولی دیگر فلزات در رسوب و ماهی همبستگی بالایی نداشتند.



شکل ۱- ارتباط بین غلظت مس در رسوب و بافت کفشک ماهی *P. erumei*



شکل ۲. مقایسه غلظت فلزات در کبد و ماهیچه کفشک ماهی *P. erumei*

بحث و نتیجه‌گیری

تنوع در منابع آلوده‌کننده هستند. با توجه به اینکه رسوبات بستر عمده‌ترین بخش پذیرنده و در واقع محل ذخیره آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین می‌باشند (۶، ۷) انتظار می‌رود بیشترین میزان جذب و تجمع فلزات در رسوبات

مقایسه بین غلظت فلزات رسوبات مختلف نشان داد که ایستگاه‌های مختلف دارای مقادیر مختلفی از فلزات به دلیل

این آلاینده‌ها پس از ورود به محیط آبی به تدریج در بستر آن به صورت‌های مختلفی همچون فاز معدنی جامد، جذب سطحی به رسوبات دانه‌ریز و یا بقایای آلی تجمع می‌یابند. رسوبات ایستگاه‌های مختلف دارای مقادیر متفاوتی از فلزات می‌باشند که غلظت فلزات تجمع یافته در رسوب را می‌توان به ساختار شیمیایی رسوب، ریزودرشت بودن ذرات رسوبی، نرخ رسوب‌گذاری فلز از آب به رسوب، مواد آلی، میزان عناصر موجود در آب، شرایط فیزیکی-شیمیایی فلزات، همچنین خصوصیات آب نظیر قلیائیت، میزان اکسیژن محلول، درجه حرارت و اسیدیته، نوع فلز و قابلیت در دسترس بودن زیستی آن نسبت داد. با توجه به فاکتورهای مؤثر بر دستیابی زیستی فلزات، بیشترین غلظت فلزات در رسوبات شهرستان بوشهر مشاهده شد (۷، ۱۰، ۱۵).

تجمع آلاینده‌ها در بستر باعث انتقال و تجمع آنها در آبزیان کفزی می‌شود و از طریق کفزیان به سطوح بالاتر غذایی انتقال می‌گردد. کفشک ماهی *P. erumei* کفزی و بر روی بستر زیست می‌کند و با توجه به رژیم غذایی آن و تغذیه از بی‌مهرگان و گیاهان کفزی به شدت در معرض آلاینده‌های تجمع یافته در رسوبات قرار می‌گیرد. فلزات بعد از ورود به بدن آبزیان در بافت‌هایی که خاصیت تجمع‌پذیری دارند نظیر کبد، آبشش و ماهیچه تجمع می‌یابند. بافت کبد به دلیل دارا بودن متالوپروتئین بالا که در تنظیم و دفع سمیت ناشی از آلاینده‌ها نقش دارد و همچنین به دلیل انجام سم‌زدایی بدن، عمل کردن به عنوان سایت متابولیسم، از مهمترین محل تجمع آلاینده‌ها در ماهی است. از طرفی ماهیچه نیز اندام مهمی برای تجمع فلزات محسوب می‌شود که دلیل آن را می‌توان به تمایل بالای فلزات برای واکنش با گروه‌های سولفات پروتئین‌های متیونین و سیستئین که در ماهیچه میزان بالایی دارند نسبت داد. از طرفی این تفاوت را میتوان خاصیت تجمع‌پذیری بیشتر برخی از فلزات در بعضی از بافت‌ها و اختلاف فیزیولوژیکی بین بافت‌ها نسبت داد (۱۵، ۱۶).

منطقه مورد بررسی دیده شود. به‌طورکلی از دلایل بالا بودن غلظت فلزات سنگین در رسوبات می‌توان به وجود صنایع نفتی و پتروشیمیایی در منطقه، وجود صنایع کشتی‌سازی و تخلیه پساب‌های صنعتی به سواحل اشاره کرد. همچنین از دیگر منابع آلوده‌کننده رسوبات می‌توان به سموم کشاورزی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها اشاره کرد. بالا بودن غلظت فلزات در رسوبات شهرستان بوشهر نسبت به دیگر سواحل نمونه‌برداری شده را میتوان به وجود واحدهای صنعتی پتروشیمی و تخلیه پساب‌های این واحدها به سواحل، وجود منابع و صنایع عظیم نفتی و عبور و مرور کشتی‌های حامل نفت که باعث آلودن کردن این منطقه به فلزات وابسته به این صنایع می‌شود. همچنین وجود صنایع کشتی‌سازی در اطراف سواحل بوشهر باعث می‌شود رنگ‌هایی که به عنوان ضدزنگ برای کشتی‌ها و شناور دریایی و همچنین به عنوان جلبک‌کش و پوشش حفاظتی برای چوب‌ها بکار می‌روند باعث آلوده کردن این مناطق شوند زیرا حاوی مقادیر فراوانی فلزات سنگین می‌باشند (۱۴).

همچنین عملیات قطعه‌قطعه کردن کشتی‌ها منجر به تخریب کامل مخازن نفتی و مواد سوختی می‌شود که پساب این صنایع مستقیماً وارد سواحل می‌شود و با خود حجم وسیعی از فلزات را وارد رسوبات و باعث آلوده کردن محیط می‌شوند. فاضلاب‌های صنعتی و شهری، سموم و آفت‌کش‌های کشاورزی و فعالیت‌های وابسته نیز از عوامل واردکننده فلزات سنگین به محیط‌های آبی می‌باشند. بخش عمده‌ای از فاضلاب‌های شهری را پساب‌های خانگی تشکیل می‌دهد که آلاینده‌های فلزی از طریق فعالیت متابولیکی فرسایش لوله‌های آب فاضلاب و همچنین شوینده‌های حاوی ترکیبات فلزی مانند تری‌سدیم فسفات (TSP)، هیدروکسیدسدیم و سدیم بی‌سولفات ناشی می‌گردد. بنابراین منابع آلوده‌کننده بسیاری در اطراف شهرستان بوشهر و سواحل آن سبب آلوده شدن این محیط می‌گردد (۱۵، ۱۶).

نشانگر مناسبی برای سنجش غلظت فلزات در این منطقه است.

مقایسه نتایج این مطالعه با دیگر مطالعات مشابه در سواحل خلیج فارس نشان داد غلظت فلزات در سه ایستگاه دیلم، گناوه و دیر از غلظت آنها در اکثر مناطق کمتر بوده است ولی غلظت آنها در سواحل شهرستان بوشهر از اکثر مناطق مطالعه شده بالاتر بوده است (جدول ۳).

بیشترین غلظت فلزات در بافت ماهیانی که از شهرستان بوشهر صید شده بودند مشاهده شد. بنابراین بین رسوب و بافت‌های ماهی بخصوص کبد همبستگی بالایی وجود دارد ($P < 0/05$) که با افزایش غلظت فلزات در رسوب غلظت آنها در بافت ماهی نیز افزایش پیدا می‌کند. لذا با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان نشان داد که بافت کبد *P. erumei*

جدول ۳- مقایسه غلظت فلزات در رسوبات این مطالعه با دیگر مطالعات انجام شده و برخی استانداردها (داده‌ها برحسب میکروگرم بر گرم)

منطقه	کادمیوم	سرب	نیکل	مس	کبالت
اروند رود	۰/۶۹	۲/۵۹	۴۷/۲۶	۱۵/۹۰	۲۱/۳۴
اروند رود	۰/۸۳	۲۵/۲۱	۶۲/۳۶	۲۲/۲۰	Abdolahpur Monikh et al., 2013
خور موسی	۰/۲۸	۵/۹۲	۴۷/۰۵	۱۱/۴۹	Abdolahpur Monikh et al., 2013
خوراحمد ی	۰/۴۶	۲/۱۴	۳۵/۹۰	۰/۲۰	۱۲/۲۴
خورغزاله	۱/۲۲	۳/۱۶	۲۰/۸	۸/۱۲	۲/۲۰
خورجعفر ی	۰/۵۵	۱/۳۰	۱۰/۱۰	۳/۳۱	۴۵/۲
خورزنگی	۰/۴۵	۳/۴۲	۶۶/۳۴	۱۶/۱۳	۱۲/۶۵
هرمزگان		۱۳/۸	۰/۰۱		Keshavarz et al., 2012
هرمزگان	۳/۴۵	۳۴/۱۵	۲۰۴/۵۴	۹۸/۲۸	۹۸/۲۸
بوشهر	۱/۵	۴۸/۱	۹۸/۳	۲۹/۱	۲۹/۱
	۰/۵	۰/۵		۳۰	۳۰
	۰/۵	۲		۳۰	۳۰
	۲	۰/۵	۵۲	۳۰	۳۰
دیلم	۰/۲۳	۲/۸	۳۰/۹	۱۲/۵	۱۳/۳
گناوه	۰/۱۹	۱/۲	۴۷/۶	۱۴/۶	۱۱/۳
دیر	۰/۳۵	۵/۶	۳۹/۸	۱۹/۱	۱۵/۵
بوشهر	۰/۵۷	۳/۱	۵۵/۲	۱۸/۶	۲۱/۳

خوراحمدی)، فاضلی (بوشهر) و داوری در هرمزگان کمتر بوده است. غلظت بدست آمده از سرب و مس در سواحل بوشهر در این مطالعه از غلظت این فلزات در مطالعه داوری و خیرور و دادالهی سهراب کمتر ولی نسبت به مطالعات

غلظت کادمیوم، نیکل و مس در این مطالعه نسبت به غلظت آن در مطالعات خیرور و دادالهی سهراب در اروندرود و عبدالله پورمنیخ و همکاران در خوریات منطقه ماهشهر (خورجعفری، خورزنگی، خورغزاله و

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر بهرام کیابی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از آقایان مهندس شهرام والی زاده، مهندس افشین عبدی بسطامی، مهندس امید کرمی و مهندس محمد مهدی حسینی و موسسه پیشگامان پرشین پارس کمال تشکر و قدردانی را دارم.

عبدالله پور و همکاران بیشتر بوده است. بنابراین میتوان گفت غلظت بدست آمده از فلزات در سواحل بوشهر نسبت به دیگر مطالعات بالاتر بوده است ولی غلظت آنها در دیلم، گناوه و دیر نسبت به دیگر مطالعات کمتر بوده است. همچنین مقایسه انجام شده با استانداردها نشان داد که غلظت فلز کادمیوم در سواحل بوشهر و سرب در سواحل دیر از استانداردهای WHO (2000)، FAO (2000) و NOAA (2004) بیشتر بوده است ولی دیگر فلزات از استانداردها غلظت کمتری داشتند.

منابع

- ۱- امینی رنجبر، غ. ستوده ف. بررسی تجمع غلظت فلزات سنگین دریافت ماهیچه ماهی کفال در ارتباط با طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت. ۱۳۸۴. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱۴، صفحه ۲-۷.
- ۲- خیرور ن. دادالهی سهراب ع. غلظت فلزات سنگین در رسوبات و ماهی شیریت *Barbus grypus* دراروند رود. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۳۸۹. دوره دوازدهم. شماره ۲. صفحه ۱۳۱-۱۲۴.
- ۳- گلی، ش. ایمانپور، م. نوری، گ. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر فلز سنگین کروم بر پارامترهای حرکتی اسپرم تاس ماهی ایرانی. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران). دوره ۲۸، شماره ۱، صفحه ۹۷-۱۰۴.
- ۴- ولایت زاده، م. عسکری ساری، ا. بهشتی، م. محجوب، ث. حسینی، م. ۱۳۹۲. اندازه گیری فلزات سنگین (کادمیوم، جیوه، روی، نیکل، قلع و آهن) در کنسرو تون ماهیان. مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران). دوره ۲۶، شماره ۴، صفحه ۴۹۸-۵۰۶.
5. Abdolapur, M. F., Peery, S., Karami, O., Hosseini, M., Bastami, A. A., Ghasemi, A. F., 2012. Distribution of Metals in the Tissues of Benthic, *Euryglossa orientalis* and *Cynoglossus arel.*, and Benthopelagic, *Johnius belangerii.*, Fish from Three Estuaries, Persian Gulf. Bull Environ Contam Toxicol. 18: 319-324.
6. Abdolapur Monikh, F., Safahieh, A., Savari, A., Doraghi, A., 2013. Heavy metal concentration in sediment, benthic, benthopelagic, and pelagic fish species from Musa Estuary (Persian Gulf). Environ Monit Assess. 185: 215-222
7. Davari, A., Danehkar, A., Khorasani, N., and Poorbagher, H., 2010. Heavy metal contamination of sediments in mangrove forests of the Persian Gulf. Journal of Food, Agriculture & Environment. 8: 1280-1284.
8. Dobaradaran, S., Naddafi, K., Nazmara, S., Ghaedi H. (2010). Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran. African Journal of Biotechnology. Vol 9, No 37.
9. de Mora, S., Fowler, S., Wyse, E., and Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in Persian Gulf and Gulf of Oman. Marine Pollution Bulletin. 49: 410-424.
10. FAO (Food and Agriculture Organization) (2000). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. FAO Fishery Circular No. 464 (pp. 5-10). Rome Food and Agriculture Organization of the United Nations.
11. Hosseini, M., Nabavi, S. M. B., Parsa, Y., 2013. Bioaccumulation of mercury in trophic level of benthic, benthopelagic, pelagic fish species and sea bird from Arvand river, Iran. Biol Trace Elem Res. DOI 10.1007/s12011-013-9841-2.
12. Keshavarz, M., Mohammadikia1, D., Gharibpour, F., and Dabbagh, A. R., 2012. Accumulation of heavy metals (Pb, Cd, V) in sediment, roots and leaves of mangrove species in Sirik Creek along the Sea coasts of Oman, Iran. J. Life Sci. Biomed. 2(3): 88-91, 2012

13. Karbassi, A. R., and Amirnezhad, R. 2004, Geochemistry Ni, Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Mn, V, Fe, Al and Ca in sediments of North Western part of the Persian Gulf. International Journal of Environmental Studies. 54: 205–2012.
14. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2009). Guidelines for consumer of sea food, vol. 2, 2nd ed., (pp. 45–211). USA.
15. Pourang, N., Nikouyan, A., Dennis, J. H., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment. 109:293-316.
16. Safahieh, A., Abdolapur Monikh, F., and Savari, A., 2011. Heavy metals contamination in sediment and Sole fish (*Euryglossa orientalis*) from Musa estuary (Persian Gulf). World Journal of Fish and Marine Sciences. 3(4): 290–297.
17. Sheppard, C., Al-Husiani, M., Al-Jamali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J, et al. 2010. The Gulf: a young sea in decline. Marine Pollution Bulletin. 60: 13–38.
18. WHO (World Health Organization) (2000). Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, vol. 2, 2nd ed., (pp. 31–388), Geneva.

The heavy metals pollution (Cd, Co, Pb, Cu and Ni) in sediment, liver and muscles tissues of flounder *Psettodes erumei* from Bushehr Province, Persian Gulf

Hosseini M.¹, Nabavi S.B.², Golshani R.³, Nabavi S.N.⁴ and Raeesi sarasiab A.⁵

¹ Young Researchers and Elite Club, Tehran South Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R. of Iran

² Marine Biology Biology, Faculty of Marine Science and Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, I.R. of Iran

³ School of Environment, Tehran, I.R. of Iran

⁴ Faculty of Biological Science, University of Shahid Beheshti, Tehran, I.R. of Iran

⁵ Iranian National Institute for Oceanography (INIO), Tehran, I.R. of Iran

Abstract

The concentrations of heavy metals (Cd, Co, Pb, Cu and Ni) in sediments, muscles and liver of flounder *Psettodes erumei* from Bushehr province during summer of 1391 were studied. Sediment samples were collected from 4 stations (Dylam, Genaveh, Dayir and Bushehr). Muscle and liver of 80 fish were dissected. Nitric acid method was used for tissues digestion and nitric-perchloric acid method was applied for sediment digestion. Atomic absorption spectrometer used in order to determine the metals concentrations. Mean concentrations of Ni, Cu, Co, Pb and Cd in the liver were, 2.7, 80.3, 2.8, 2.56 and 3.1 respectively, in the muscles were 1.2, 4.28, 1.32, 2.7 and 1.6 respectively, and in the sediments were 0.68, 14.4, 2.8, 49.5 and 18.7, respectively. Differences in heavy metals concentrations among the species is likely to have resulted from metal bioavailability, hydrodynamics of the environment, changes in tissue composition, stations of collection and sources of pollution within the Persian Gulf.

Key words: Heavy metals, *Psettodes erumei*, Boushehr, Persian Gulf