Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

بررسی ۳ فلز سنگین (Ni, Cu, Pb) در آبشش ماهی صافی موجدار (*Siganus javus*) و رسوبات سواحل استان بوشهر

مریم سعادتمند[1*]
علی دادالهی سهراب[2]
محمد تقی رونق[3]
سید حسین خزاعی[2]

۱. کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.
۲. دانشیار، گروه محیط زیست، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.
۳. استادیار، گروه زیست شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
saadat1001@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۰۶
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی و سنجش ۳ فلز سنگین سرب، نیکل و مس در آبشش ماهی صافی موجدار (*Siganus javus*) و رسوبات سواحل استان بوشهر می‌باشد. به همین منظور ۶۰ قطعه ماهی و ۹ نمونه رسوب در ۳ ایستگاه (بندرکلات بندردیر، خلیج نایبند) براساس نوع کاربری در سواحل بوشهر انتخاب و از تیر تا بهمن ۱۳۹۴ نمونه‌بردای شد. آماده سازی و آنالیز نمونه ها طبق روش استاندارد آزمایشگاهی MOPPAM و به کمک دستگاه جذب اتمی (Savant AA) صورت گرفت. نتایج نشان داد که میزان تجمع فلزات در رسوبات بندرکلات، بندر دیر و خلیج نایبند به ترتیب فلز سرب ۶/۵۳، ۵/۴۲، ۱۶/۳۳ فلز نیکل ۱۷/۷، ۹/۶۸، ۱/۴۹ فلز مس ۷/۵۸، ۷/۷، ۶/۹۸ میکروگرم‌برگرم بود که این اختلاف در ایستگاه‌های مختلف به جز فلز مس در بقیه فلزات معنی‌دار بود ($P<0/05$). بطور کلی روند جذب فلزات در رسوبات به صورت نیکل>سرب>مس بود؛ و طی مقایسه با استانداردهای رسوب شناسی امریکا و کانادا همگی فلزات پایین تر از حد مجاز بودند. نتایج بررسی میزان جذب فلزات آبشش ماهی نشان داد که بطور کلی میزان جذب فلز سرب، نیکل و مس به ترتیب ۰/۵۶، ۲/۷، ۱۳/۱۲ میکروگرم برگرم بود ($P<0/01$). نتایج آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که شاخص وزن و طول کل با میزان جذب فلزات سرب و نیکل رابطه مستقیم معنی‌داری وجود دارد. همچنین در بررسی روابط بین تجمع فلزات؛ بین فلز نیکل با فلز مس و سرب رابطه مثبت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین تجمع فلز سرب، نیکل و مس در آبشش ماهیان به ترتیب در بندر دیر، بندرکلات و خلیج نایبند مشاهده شد؛ و این اختلاف از نظر آماری معنی دار بود ($P<0/01$)؛ و در مقایسه با حد مجاز استاندارد WHO همگی فلزات بالاتر از حد مجاز بود.

واژگان کلیدی: آبشش، رسوبات، ماهی صافی موجدار، فلزات سنگین، بوشهر.

مقدمه

فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که بخش عمده‌ای از آلاینده‌های واردشده به آب‌های ساحلی را تشکیل می‌دهند. بیشتر این آلاینده‌ها براثر عوامل طبیعی و غیرطبیعی، به‌طور مستقیمی و غیرمستقیم وارد اکوسیستم‌های آبی، نظیر رودخانه‌ها، دریاها و درنهایت اقیانوس‌ها می‌شوند. به‌طورکلی فلزات سنگین ازجمله منابع آلاینده‌ای می‌باشند که اگر وارد محیط‌زیست شوند دستخوش تخریب قرار نمی‌گیرند و این برخلاف سایر منابع آلودگی است که قابلیت تخریب بیولوژیکی و شیمیایی دارند (Yoshida *et al*., 2006) بنابراین می‌توان گفت وجود برخی فلزات در محیط، حتی در غلظت پایین می‌تواند خطر جدی برای زیستمندان آن منطقه محسوب شود. صنایع مانند معدن استخراج فلزات، کارخانه‌ها ماشین، صنایع شیمیایی و الکترونیکی، آبکاری فلزات، قلیاکاری، کارخانه‌های ذخیره‌سازی باتری و غیره هرساله مقدار زیادی از فلزات سنگین آب‌های زائد را تولید می‌کنند (Sheppard *et al*., 2010). ازآنجاکه این عناصر قابلیت تجزیه زیستی ندارند، افزایش غلظت آن‌ها در محیط‌زیست دریا می‌تواند زیان‌هایی را برای سلامت موجودات زنده در پی داشته باشد (Mazej *et al*., 2010). فلزات سنگین به دوطبقه فلزات واسطه و شبه فلزات

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

تقسیم‌بندی می‌شوند. فلزات واسطه (روی، مس، کبالت، آهن و منگنز) شامل عناصر ضروری برای عامل متابولیک (زیستی) اعضاء در غلظت‌های پائین بوده و در غلظت‌های بالا سمی هستند. برعکس شبه فلزات (آرسنیک، کادمیوم، سرب و جیوه) معمولاً برای فعالیت‌های زیستی موردنیاز نیستند و در غلظت‌های پایین نیز سمی می‌باشند (Elsagh and Rabani, 2010). سرب یکی از چهار فلزی است که بیشترین عوارض را بر سلامتی انسان دارد. اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشارخون، آسیب به کلیه، سقط‌جنین و نارسی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است. با توجه به اهمیت اکوسیستم‌های ساحلی و خطرات ناشی از ورود آلاینده‌های معدنی و آلی به این محیط‌ها، نظارت و ارزیابی پیوسته جهت تعیین وضعیت زیست‌محیطی و انجام اقدامات احتمالی، امری ضروری به نظر می‌رسد. منطقه بوشهر به دلیل داشتن حدود ۸۰۰ سکوی نفتی و ترافیکی پیرامون ۲۵۰۰۰ تانکر نفتی در هرسال از اهمیت اقتصادی خاصی برخوردار می‌باشد (Hosseini *et al.*, 2014). بیش از ۴۰ درصد از ذخایر گاز جهان و منابع نفتی در خلیج‌فارس قرار دارد. بهره‌برداری از این منابع، تردد و تخلیه آب توازن کشتی‌ها، شناورهای غول‌پیکر، نفت‌کش‌ها، ساخت جزایر مصنوعی، خشکاندن نوار ساحلی، صنایع پتروشیمی و استخراج نفت از عوامل مهم آلودگی در خلیج می‌باشد (Metian *et al.*, 2008). لازم به ذکر می‌باشد افزایش فعالیت‌های صنعتی و پالایشگاهی در منطقه عسلویه و ورود این آلاینده‌های مختلف به آب‌های خلیج‌فارس منجر به افزایش این آلاینده‌ها خواهد شد (ربانی و همکاران، ۱۳۸۷). مطالعات زیادی در پایش میزان تجمع فلزات در رسوبات در سطح داخل و کشور انجام‌شده است که از می‌توان مطالعات باقری و عظیمی (۱۳۹۴) سواحل سی‌سنگان جنوب دریای خزر؛ شنبه زاده و همکاران (۱۳۹۲) رودخانه تمبی مسجدسلیمان، الصاق و برمکی (۱۳۹۲) سواحل خلیج‌فارس، مؤذنی و همکاران (۱۳۹۲) رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نایبند، (شمال خلیج‌فارس)، رزاقی و همکاران (۱۳۹۱) رسوبات سطحی خلیج نای بند و عسلویه (شمال خلیج‌فارس) نام برد.

ماهی صافی موجدار (*Siganus javus*) از خانواده صافی ماهیان (Siganidae) برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان و سال ۱۳۷۴ در آب‌های سواحل ایران گزارش شد (اسدی و دهقانی، ۱۳۷۵). اطراف مناطق سنگی و صخره‌ای مرجانی زیست می‌کنند؛ و به‌صورت گله‌های کوچک حرکت کرده؛ و ماهیان جوان در مصب‌ها دیده می‌شوند، از جلبک‌های دریایی تغذیه می‌نمایند. ماهی صافی موجدار ازجمله ماهیان مورد مصرفی مردم منطقه بوده و بیشتر در بازار کشورهای جنوب شرقی آسیا و عربی به فروش می‌رسد (صادقی، ۱۳۸۰). استان بوشهر به دلیل مجاورت با خلیج‌فارس و داشتن بنادر، نیروگاه اتمی، صنایع صیادی و کشتیرانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان جذب فلزات سنگین (مس، سرب و نیکل) در رسوبات و آبشش ماهی صافی موجدار به‌عنوان یک شاخص زیستی (بیواندیکاتور) و مقایسه آن با استاندارد WHO جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط‌زیست دریایی می‌باشد.

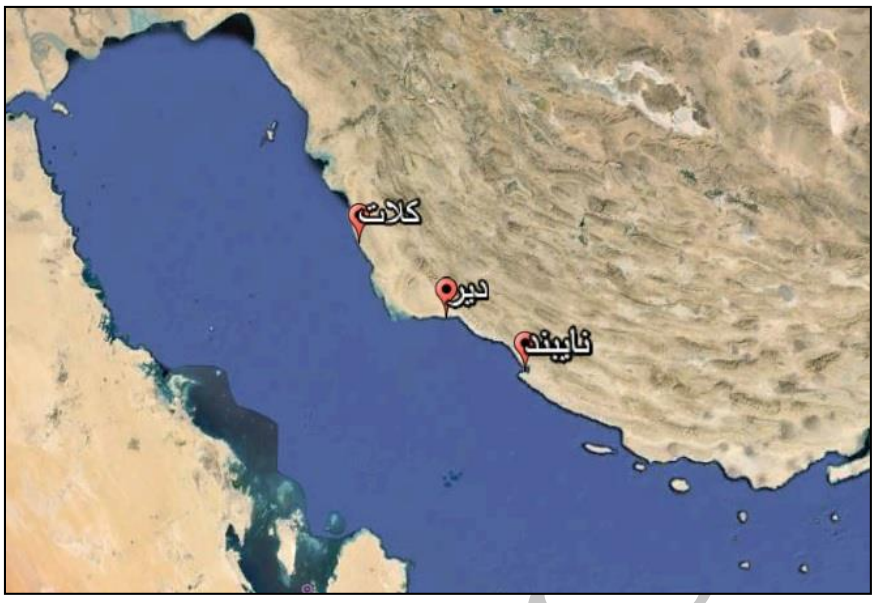
مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از ماهیان و رسوبات در سواحل استان بوشهر در سه ایستگاه بر اساس نوع کاربری؛ بندر کلات (صنعتی)، بندر دیر (مسکونی- صید و صیادی) و خلیج نایبند (مسکونی-صید و صیادی) طی ۹ ماه (تیر-بهمن) ۱۳۹۳ به‌صورت ماهانه صورت پذیرفت. نقشه و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی در (شکل ۱) و (جدول ۱) نشان داده‌شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در خلیج‌فارس، اقتباس از Google Earth.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مطالعاتی.

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	عمق نمونه‌برداری
بندر کلات	۲۸°۲۴'۱/۷۶"N	۵۱° ۸'۵۰/۱۳ "E	۲۵ سانتی‌متر
بندر دیر	۲۷°۴۹'۴۴/۷۲"N	۵۱°۵۶'۶ /۷۷"E	۲۵ سانتی‌متر
خلیج نایبند	۲۷°۲۴'۴۷/۱۴"N	۵۲°۳۷'۵۲/۰۳"E	۲۵ سانتی‌متر

جهت نمونه‌برداری رسوبات از بستر سواحل از گرب ون وین استفاده شد. درمجموع ۹ نمونه رسوبی از ۳ ایستگاه جمع‌آوری گردید. رسوبات در درون کیسه‌های پلاستیکی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردید و تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شدند (APHA, 2005). کلیه نمونه‌ها تحت دمای ۵۰-۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و از الک نمره ۶۳ میکرون عبور داده شدند (Moria *et al.*, 2004). ۱ گرم از هر نمونه در هاون عقیق به‌آرامی پودر نموده و در زیر هود با ۷ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ و اسیدکلریدریک به نسبت ۳ به ۱ درون لوله‌آزمایش مخلوط شده و بر روی Hotplate در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت هضم گردید. پس از خنک شدن ۵ میلی‌لیتر HF به محلول اضافه شد. محلول هضم شده با استفاده از NHCl در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری رقیق شدند و سپس نمونه‌های آماده‌شده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شدند (Karbassi *et al.*, 2008).

جهت بررسی میزان فلزات سنگین در ماهی صافی موجدار تعداد ۲۰ نمونه از هر ایستگاه درمجموع ۶۰ قطعه ماهی توسط صیادان محلی به‌وسیله گرگور صید شد. نمونه‌ها پس از صید در سبدهای حاوی پودر یخ به‌صورت (۱:۱) به آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردید. شاخص‌های زیست‌سنجی ماهیان شامل وزن برحسب گرم به‌وسیله ترازو و طول کل برحسب سانتی‌متر به‌وسیله تخته مدرج اندازه‌گیری گردید. نمونه‌های ماهی به‌منظور زدوده شدن آلودگی‌های سطحی و پوستی با آب شستشو شدند. سپس مقدار ۱۰ گرم بافت آب‌شش ماهیان جهت انجام عمل هضم شیمیایی جدا شد و توسط ترازوی دیجیتال توزین گردید. آب‌شش‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون و در دمای ۵۰ تا

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، سپس ۱۰ گرم از هر نمونه به همراه ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت روی دستگاه Hotplate قرار داده شد تا هضم به‌طور کامل صورت پذیرفت (Blackmore, 2001). نمونه‌ها بعد از خنک شدن کامل با کاغذ و اتمن ۴۲ فیلتر شده و سپس با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند و داخل تیوپ‌های درب دار و استریل قرار گرفتند (Moopam, 1983). کلیه اسیدها و مواد شیمیایی استفاده‌شده باکیفیت و درجه خلوص بالا (مرک) به نمونه‌ها اضافه شدند. جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (pb, Ni, Cu) از دستگاه جذب اتمی شرکت GBC مدل)Savant AAاستفاده شد. غلظت نهائی فلزات برحسب میکروگرم برگرم وزن خشک (µg/g drywt) اعلام شد. داده‌ها برای تجزیه‌وتحلیل پس از نرمال‌سازی، با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون واریانس یک‌طرفه ANOVA، آزمون دوگروهی (t-test) و مقایسه بین میانگین‌ها از آزمون دانکن و همچنین جهت بررسی تعیین رابطه بین فلزات از آزمون همبستگی پیرسون به کمک نرم‌افزار SPSS 20 و برای رسم نمودار نیز از نرم‌افزار EXCEL 2007 در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج

نتایج آزمون ANOVA و بررسی شاخص‌های زیستی در بین ایستگاه‌های مختلف در (جدول ۲) نشان داد که ماهیان صافی موجدار صیدشده در بندر دیر دارای بیشترین وزن و طول نسبت به دو ایستگاه دیگر داشت؛ و این اختلاف در بین وزن‌های مختلف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). ولی در طول کل این اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۲: نتایج آزمون و انحراف معیار±میانگین شاخص وزنی و طول ماهیان در بین ایستگاه‌های مطالعاتی.

ایستگاه مطالعاتی	وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)
بندر کلات	b۹۶۹۵±۴/۸۰	ab۱۸/۵۶±۰/۲۹
بندر دیر	a۱۱۲/۲۱±۱۶/۴۳	a۱۸/۸۷±۰/۹۶
خلیج نایبند	b۹۳/۲۸±۱۵/۷۷	b۱۸/۳۳±۰/۷۷
کل	۱۰۰/۴۸±۱۵/۶۷	۱۸/۵۹±۰/۷۵
کمترین-بیشترین	۶۳/۴-۱۲۵/۳	۱۶/۴-۲۰/۱
سطح معنی‌داری	*	NS

*(سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، NS) سطح ۰/۰۵ معنی‌داری نمی‌باشد.
متفاوت بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد.

نتایج بررسی تجمع فلزات در بافت آبشش ماهی صافی موجدار در بندر کلات، بندر دیر و خلیج نایبند در دو فصل (زمستان- تابستان) در (جدول ۳) نشان داد که به‌طورکلی میزان جذب کلی در فلز سرب به ترتیب ۰/۵۸، ۰/۷۳، ۰/۳۶ میکروگرم برگرم؛ فلز نیکل به ترتیب ۳/۶۳، ۲/۳۶، ۲/۰۹ میکروگرم برگرم؛ و فلز مس به ترتیب ۱۵/۸، ۷/۶، ۱۵/۹۵ میکروگرم برگرم بود؛ که بر اساس نتایج آزمون ANOVA این اختلاف در بین ایستگاه‌های مختلف ازنظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). در بررسی میزان جذب فلزات آبشش ماهی صافی موجدار در فصول مختلف و بر اساس نتایج آزمون دوگروهی (t-test) میزان جذب فلز سرب و نیکل در هر سه منطقه نمونه‌برداری در فصل تابستان بیشتر فصل زمستان بود که این اختلاف در فلز سرب معنی‌دار بود (P<۰/۰۱)؛ و در فلز نیکل معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). همچنین میزان جذب فلز مس در بندر کلات فصل

Archive of SID

www.SID.ir

زمستان بیشتر از فصل تابستان بوده ولی در دو ایستگاه دیگر مقدار جذب در فصل تابستان بیشتر از فصل زمستان بوده که این اختلاف ازنظر آماری معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۱). به‌طورکلی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت آبشش ماهی صافی موجدار در سواحل استان بوشهر به‌صورت Cu>Ni>Pb بود.

جدول ۳: نتایج آزمون و انحراف معیار±میانگین فلزات سنگین ماهی صافی (µg/g) در بین ایستگاه‌های مطالعاتی.

ایستگاه مطالعاتی	فصل	سرب	نیکل	مس
بندر کلات	زمستان	۰/۵۲±۰/۱۳	۳/۶۱±۰/۹۰	۱۶/۸۵±۶/۸۳
	تابستان	۰/۶۴±۰/۰۶	۳/۶۶±۰/۵۲	۱۴/۷۹±۵/۵۸
	کل	۰/۵۸±۰/۱۲	۳/۶۳±۰/۷۳	۱۵/۸±۶/۳۶
بندر دیر	زمستان	۰/۴۷±۰/۲۳	۱/۸۷±۰/۴۷	۶/۵۷±۱/۳۳
	تابستان	۱/۰۵±۰/۲۹	۲/۷۳±۰/۶۰	۸/۶۳±۱/۱۶
	کل	۰/۷۳±۰/۴۲	۲/۳۶±۰/۶۷	۷/۶±۱/۶۱
خلیج نایبند	زمستان	۰/۲۶±۰/۱۹	۲/۰۲±۱/۲۵	۱۰/۲۸±۸/۳۰
	تابستان	۰/۴۶±۰/۱۲	۲/۱۷±۰/۴۹	۲۱/۶۳±۵/۹۴
	کل	۰/۳۶±۰/۱۹	۲/۰۹±۰/۹۲	۱۵/۹۵±۹/۱۲
میزان کلی جذب در بافت		۰/۵۶±۰/۳۱	۲/۷±۱/۰۲	۱۳/۱۲±۷/۴۹
بیشترین-کمترین		۰/۰۵-۱/۵	۰/۸-۴/۵	۱/۰۲-۲۶/۸
سطح معنی‌داری (فصل)		**	NS	*
سطح معنی‌داری (ایستگاه)		**	**	**

**(سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، *) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، NS) سطح ۰/۰۵ معنی‌داری نمی‌باشد.

در بررسی میزان جذب فلزات سنگین در رسوبات سواحل بندر کلات، بندر دیر و خلیج نایبند در دو فصل (زمستان- تابستان) در (جدول ۴) نشان داد که فلز سرب به ترتیب ۶/۵۳، ۵/۴۷، ۱۳/۳۳ میکروگرم برگرم؛ فلز نیکل به ترتیب ۱۷/۷، ۹/۶۸، ۱/۴۹ میکروگرم برگرم؛ و فلز مس به ترتیب ۷/۵۸، ۷/۷، ۶/۹۸ میکروگرم برگرم بود. بر اساس نتایج آزمون ANOVA این اختلاف در بین ایستگاه‌های مختلف ازنظر آماری فقط در فلز سرب و نیکل معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج آزمون دوگروهی (t-test) در بررسی میزان جذب فلزات در رسوبات سواحل بوشهر در فصول مختلف میزان جذب فلز سرب، نیکل و مس در هر سه منطقه نمونه‌برداری در فصل تابستان بیشتر فصل زمستان بود که این اختلاف معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017
Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

جدول ٤: انحراف معیار±میانگین فلزات سنگین رسوبات (µg/g) در بین ایستگاه‌های مطالعاتی.

ایستگاه مطالعاتی	فصل	سرب	نیکل	مس
بندر کلات	زمستان	۵/۴۱±۰/۸۹	۱۳/۱۵±۱/۴۶	۶/۷۷±۱/۱۶
	تابستان	۷/۷۱±۰/۵۰	۲۲/۶±۰/۵۲	۸/۴±۲/۶۴
	کل	۶/۵۳±۱/۳۸	۱۷/۷±۵/۴۴	۷/۵۸±۲/۰۳
بندر دیر	زمستان	۴/۰۸±۰/۵۹	۹/۰۵±۲/۲۵۱	۷/۴۸±۱/۲۵
	تابستان	۶/۷۷±۲/۶۰	۱۰/۳۲±۰/۳۷	۸/۰۹±۲/۲۷
	کل	۵/۴۲±۲/۲۴	۹/۶۸±۱/۶	۷/۷±۱/۵۵
خلیج نایبند	زمستان	۱۴/۹۸±۷/۹۵	۰/۸۲±۰/۸۰	۶/۹۴±۰/۵۷
	تابستان	۱۱/۶۹±۱۱/۹۵	۲/۱۶±۱/۰۴	۷/۰۴±۱/۲۷
	کل	۱۳/۳۳±۹/۲۶	۱/۴۹±۱/۱۱	۶/۹۸±۰/۸۸
میزان کل ساحل بوشهر		۸/۴۳±۶/۳۴	۹/۶۳±۷/۴۹	۷/۴۲±۱/۵
بیشترین- کمترین		۳/۴۲-۲۵/۴۸	۰/۱۸-۲۳	۵/۵۸-۱۱/۰۸
سطح معنی‌داری (فصل)		NS	NS	NS
سطح معنی‌داری (ایستگاه)		*	**	NS

**(سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، *) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، NS) سطح ۰/۰۵ معنی‌داری نمی‌باشد.

جهت بررسی میزان جذب فلزات با شاخص وزن و طول و ارتباط آن‌ها باهم نیز از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. مطابق نتایج (جدول ۵)، میزان جذب فلزات سرب و نیکل در بافت آبشش با وزن و طول کل ماهیان رابطه مستقیم معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵). به‌طورکلی می‌توان این‌طور بیان کرد که با افزایش وزن و طول ماهیان میزان جذب فلزات سرب و نیکل در بافت آبشش افزایش پیدا می‌کند و برعکس. میزان جذب فلز مس در بافت آبشش با وزن و طول کل ماهیان رابطه معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین در بررسی میزان جذب فلزات با یکدیگر نتایج نشان داد که میزان جذب فلز سرب با نیکل رابطه معنی‌دار مستقیمی وجود داشت (P<۰/۰۵). همچنین بین میزان جذب فلز نیکل با مس رابطه مستقیم معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵). در بررسی بین میزان جذب فلزات در رسوبات با بافت آبشش رابطه همبستگی خطی معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۵: نتایج ضریب همبستگی پیرسون وزن و طول ماهی و بین فلزات مختلف در بافت آبشش.

	وزن	طول کل	سرب	نیکل	مس
وزن	۱				
طول	**۰/۸۱۵	۱			
سرب	**۰/۷۶۲	**۰/۶۶	۱		
نیکل	*۰/۲۷۵	*۰/۳۰۲	**۰/۴۵۱	۱	
مس	۰/۱۹۵	۰/۱۳۱	۰/۱۴۲	**۰/۵۳۳	۱

**(سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵، *) سطح معنی‌داری تا ۰/۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

بحث و نتیجه‌گیری

منابع آلاینده محیطی در سیستم‌های ساحلی متعدد می‌باشند و این آلاینده‌ها از راه‌های متفاوتی وارد سیستم‌های آبی می‌گردند (Jain and Sharma, 2001). آنالیز رسوبات نقش مهمی را در ارزیابی شرایط آلودگی در محیط‌های دریایی دارا می‌باشد. در بررسی وضعیت جذب فلزات سرب، نیکل و مس در رسوبات سواحل بوشهر از سه ایستگاه بندر کلات، بندر دیر و خلیج نایبند استفاده شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که به‌طورکلی میزان جذب فلز سرب ۸/۴۳ میکروگرم برگرم بود؛ که بیشترین مقدار در خلیج نایبند و کمترین مقدار در بندر دیر مشاهده شد. مطالعات خراسانی و همکاران (۱۳۸۴) رسوبات سواحل هرمزگان، ربانی و همکاران (۱۳۸۷) رسوبات سواحل عسلویه، بختیاری و مرتضوی (۱۳۸۶) رسوبات جزیره هندورابی، قمر زاده (۱۳۸۷) رسوبات سواحل بوشهر و نیک ورز (۱۳۸۷) رسوبات جزیره هرمز، به ترتیب میانگین غلظت سرب را در حدود ۱۰/۵، ۲۴/۴، ۴/۱، ۲۳/۷۴، ۲۵/۷، میکروگرم برگرم وزن خشک اندازه‌گیری کردند که همگی بالاتر از نتایج مطالعه حاضر بود. به‌طورکلی میزان جذب فلز نیکل در رسوبات سواحل بوشهر ۹/۶۳ میکروگرم برگرم بود؛ که بیشترین مقدار در بندر کلات و کمترین مقدار در خلیج نایبند مشاهده شد. طی مطالعات ربانی و همکاران (۱۳۸۵)، قمر زاده (۱۳۸۷) و همچنین Vossoughi و همکاران (۲۰۰۵) غلظت فلز نیکل به ترتیب در رسوبات سواحل عسلویه، بوشهر و خلیج‌فارس را حدود ۲۳/۶۸، ۲۴، ۴۴/۲۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه‌گیری کردند. همچنین مطالعات محققین بروی غلظت فلز نیکل در آب‌های خارجی میزان آن در رسوبات کانال سوئز ۱۳/۸۰ میکروگرم بر گرم (Khalaf *et al.*, 2002)، سواحل شرقی امریکا ۶/۹۳ تا ۱۱/۷۰ میکروگرم بر گرم (Anish *et al.*, 2007) و سواحل ژاپن ۲۸/۲۰ میکروگرم بر گرم (Ohta *et al.*, 2008) اعلام کردند. به‌طورکلی میزان غلظت فلز نیکل در رسوبات بوشهر نسبت به سایر مطالعات انجام‌شده در منطقه و سایر نقاط جهان بسیار کمتر می‌باشد. در بررسی فلز مس نتایج مطالعه حاضر نشان داد که به‌طورکلی میزان جذب فلز مس در رسوبات سواحل بوشهر ۷/۴۲ میکروگرم برگرم بود؛ که بیشترین مقدار در بندر دیر و کمترین مقدار در خلیج نایبند مشاهده شد. مطالعات زیادی بروی غلظت فلز مس در رسوبات مناطق مختلف ایران و جهان انجام‌شده است که می‌توان به مطالعات Al-Abadli و همکاران (۱۹۹۶) خلیج‌فارس؛ محمودیان (۱۳۹۰) بوشهر؛Dadolahi و همکاران (۲۰۰۲) جزیره کیش؛ Morea و همکاران (۲۰۰۴) امارت، قطر و عمان نام برد که به ترتیب میزان جذب فلز مس را ۲۲/۵، ۳/۱۸، ۳/۴۲، ۲/۵- ۴/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک اعلام کردند. این در حالی است که خراسانی و همکاران (۱۳۸۴)، قمر زاده (۱۳۸۷) و نیک ورز (۱۳۸۷) به ترتیب میانگین غلظت فلز مس را در سواحل استان هرمزگان، بوشهر، جزیره هرمز و چابهار را حدود ۴۸/۴۵، ۲۲/۲۱، ۱۳/۳۷ میکروگرم برگرم وزن خشک سنجش نمودند که بسیار بالاتر از نتایج مطالعه حاضر بود. در کل روند غلظت فلزات موجود در رسوبات سواحل بوشهر به‌صورت مس< سرب< نیکل بود.

جهت بررسی وضعیت آلودگی رسوبات سواحل بوشهر و مقایسه آن با استانداردهای جهانی از دو راهنمای کیفیت رسوب (Sediment Quality Guide Lines) در جهان ازجمله راهنمای کیفیت رسوب امریکا (NOOA: National Oceanic and Atmospheric Administration) و نیز راهنمای کیفیت رسوب کانادا (ISQGs: Canadian interim marine sediment quality) استفاده شد که نتایج آن در (جدول ۶) نشان داده‌شده است. اطلاعات موجود استانداردها مربوط به آب‌های شور می‌باشد. یکی از پرکاربردترین راهنماهای کیفیت رسوب در پایش محیط‌های دریایی، راهنمای کیفیت رسوب امریکا است. در این راهنما دو خطر برای آلودگی فلزات در رسوبات بیان‌شده است؛ که به‌صورت LEL (Lowest Effect Level) حدی که کمترین اثر مضر را بر جوامع زیستی در بردارد و SEL (Severe Effect Level) حدی که اثرات مضر شدیدی بر محیط‌زیست و جوامع زیستی در بردارد، ارائه‌شده است. در راهنمای کانادا نیز دو سطح برای آلودگی فلزات مطرح‌شده است که به‌صورت TEL (Threshold Effect Level) (حد آستانه) و PEL (Probable Effect Level) (حدی که موجب اثرات زیان‌آور می‌شود)، بیان می‌شود. مقایسه میزان جذب فلزات سرب، نیکل و مس اندازه‌گیری شده در رسوبات سواحل بوشهر باراهنمای کیفیت رسوب نشان داد که غلظت هر سه فلز در رسوبات منطقه از سطوح مورد تأکید سازمان ملی اقیانوس‌شناسی امریکا (SEL و LEL) و راهنمای کیفیت رسوب

Archive of SID
www.SID.ir

کانادا (TEL و PEL) کمتر بود. همچنین در مقایسه میزان غلظت فلزات در رسوبات منطقه با سایر استانداردها جهانی RSA، ISQG و USEPA نیز بسیار کمتر بود.

جدول ٦: مقایسه فلزات رسوبات سواحل بوشهر (µg/g) با استانداردهای جهانی.

	راهنمای رسوب امریکا		راهنمای رسوب کانادا				
فلز	**LEL**	**SEL**	**TEL**	**PEL**	**RSA guideline**	**ISQG**	**USEPA**	**رسوبات سواحل بوشهر**
سرب	۳۱	۱۱۰	۳۰/۲	۱۱۲	۱۵–۳۰	۹۱/۳	۳۰/۲	۸/۴۳ (۳/۴۲ – ۲۵/۴۸)
نیکل	۱۶	۵۰	–	–	۷۰–۸۰	۳۵/۹	۱۵/۹	۹/۶۳ (۰/۱۸ – ۲۳)
مس	۱۶	۱۱۰	۱۸/۷	۱۰۸	۱۵–۳۰	۱۰۸	۳۰/۲	۷/۴۲ (۵/۵۸ – ۱۱/۰۸)
منبع	Long *et al.*, 1995		CCME*, 1999		ROPME, 1999	Maret and Skinner, 2000		مطالعه حاضر

*CCME: Canadian Council of Ministers of the Environment

در بررسی میزان تجمع فلزات در بافت آبشش صافی ماهی موجدار در سواحل بوشهر نتایج نشان داد که به‌طورکلی میزان جذب فلز سرب، نیکل و مس به ترتیب ۰/۵۶، ۲/۷ و ۱۳/۱۲ میکروگرم بر گرم بود به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان جذب در فلز سرب به ترتیب در بندر دیر (۰/۷۳ میکروگرم برگرم) و خلیج نایبند (۰/۳۶ میکروگرم برگرم)؛ فلز نیکل به ترتیب در بندر کلات (۱۷/۷ میکروگرم برگرم) و خلیج نایبند (۱/۴۹ میکروگرم برگرم)؛ فلز مس به ترتیب در بندر دیر (۷/۷ میکروگرم برگرم) و خلیج نایبند (۶/۹۸ میکروگرم برگرم) بود؛ که این اختلاف ازنظر آماری معنی‌دار بود.

جهت بررسی و مقایسه نتایج جذب فلزات در آبشش ماهی صافی با سایر گونه‌ها در خلیج‌فارس و همچنین با توجه به مصرف ماهی صافی موجدار و ارزش اقتصادی آن جهت ارزیابی خطر انباشت فلزات موردبررسی در بافت آبشش این مقادیر با استانداردهای بین‌المللی مقایسه شد و نتیجه این مقایسه در (جدول ۷) آورده شده است. یافته‌های به‌دست‌آمده از این مقایسه نشان داد که میزان غلظت فلزات مطالعه حاضر با سایر گونه‌های موردمطالعه در حوزه خلیج‌فارس همخوانی دارد. همچنین نتایج نشان داد که غلظت هر سه فلز پایین‌تر از مقادیر استاندارد وزارت کشاورزی، شیلات و مواد غذایی انگلستان (MAFF)، سازمان ملی تحقیقات بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC) و بالاتر از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) بود. به‌طورکلی، میزان تجمع فلزات مختلف در بافت‌ها به نقش فیزیولوژیک آن‌ها بستگی دارد (Lakshmanan *et al.*, 2009). جذب سطحی فلزات به‌وسیله سطح آبشش، اولین نشان برای آلودگی در آب است (Jonsson and Part, 1998). به نظر می‌رسد بالا بودن غلظت فلزات در بافت آبشش به علت اختلاط عناصر با مخاط آبشش است که جابجایی کامل عناصر از لایه‌لای آبشش را هنگام آماده‌سازی بافت برای آزمایش غیرممکن می‌کند. آبشش‌ها در قبال فلزات چهار مکانیسم کاهش جذب از آب، سم‌زدایی فلزات به پروتئین‌های متالوتیونین، حفاظت از ساختارهای سلولی بااتصال به پروتئین و دفع فلزات را تحمل می‌کنند (Yilmaz, 2005).

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

جدول ۷: مقایسه تجمع فلزات آب‌شش ماهی صافی (µg/g) با سایر گونه‌ها و استاندارد جهانی.

گونه	مکان نمونه‌برداری	سرب	نیکل	مس	منبع
ماهی شیربت (*Barbus grypus*)	اروندرود	۹/۰۳	۱/۵۲	۶/۹۷	خیرو (۱۳۸۹)
ماهی کفشک (*Euryglossa orientalis*)	بندر هندیجان	۱۰/۷۲	–	۱۵/۳۷	صدوق نیری و همکاران (۱۳۸۷)
ماهی کفشک	بندر دیلم	۶/۹۱	–	۱۲/۵	صدوق نیری و همکاران (۱۳۸۷)
ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*)	بندر هندیجان	۰/۴	۴/۱	۲/۸	فرهادی و همکاران (۱۳۹۲)
ماهی زرد پولک (*Scarus ghobban*)	شمال خلیج‌فارس	۰/۳۳	–	–	رومیانی و شریف پور (۱۳۹۳)
ماهی زمین کن	تالاب حرا	–	۲/۹۴	–	نبی زاده و پورخباز (۱۳۹۲)
ماهی صافی موجدار	بوشهر	۰/۵۶	۲/۷	۱۳/۱۲	مطالعه حاضر
WHO	–	۰/۵	۰/۵	۱۰	WHO, 1996
USEPA	–	۰/۰۰۵	–	۰/۱	Tuzen, 2009
MAFF	–	۱/۵-۲	–	۲۰	MAFF, 1995

رسوبات در حقیقت به‌عنوان مخزنی برای انباشت و تجمع فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی عمل می‌کنند و غالباً تا بیش از ۹۹ درصد از فلزات را در خود ذخیره می‌کنند (Priya *et al.*, 2011). یکی از دلایلی که سبب اهمیت بررسی مواد متشکله در رسوبات می‌شود این است که بسیاری از گونه‌های زیستی بخش اعظم از دوره زندگی خود را در سطح یا درون بسترهای آبی می‌گذرانند و همچنین بسیاری از ماهیان از طریق آب‌شش و پوست در معرض انواع آلاینده‌ها می‌باشند (Moles *et al.*, 1995). ازاین‌رو مواد موجود در رسوبات از طریق چرخه زیستی وارد بدن موجودات آبزی شده و درنهایت طی فرآیند بزرگنمایی زیستی به بدن انسان منتقل می‌گردند.

عواملی مختلفی در بالا بودن میزان تجمع فلزات در آب‌شش ماهی صافی موجدار صیدشده در بندر کلات و دیر و خلیج نایبند وجود دارد. تردد شناورهای صیادی و فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و خانگی یکی از عوامل اصلی ورود آلاینده‌ها به این منابع آبی می‌باشد (Luoma and Rainbow, 2008). منشأ مهم دیگر فلزات سنگین ترکیبات و رنگ‌های ضد خوردگی و جرم‌گرفتگی است که جهت محافظت بدنه کشتی‌ها و لنج‌ها در برابر جلبک‌ها و بارناکل‌ها استفاده می‌گردند، حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد این رنگ‌ها از برخی فلزات مانند روی، مس و سرب تشکیل یافته است (Keshavarzi *et al.*, 2015). یکی از منابع طبیعی ورود مس به دریا و نهایتاً ته‌نشین شدن در رسوبات فرسایش صخره‌ها و سنگ‌های معدنی می‌باشد، منبع دیگر کاربرد آن توسط انسان به‌عنوان کاتالیزور شیمیائی و ماده نگه‌دارنده چوب از فساد می‌باشد (Airas, 2003). بر اساس مطالعات بسیاری از محققین، غلظت بالای نیکل در رسوبات را اصولاً ناشی از منابع انسانی می‌دانند. این منابع شامل فاضلاب‌های شهری و صنعتی، تردد کشتی‌ها، قایق‌ها و نفت‌کش‌ها و نفت خام است. با توجه به اینکه میزان جذب فلزات در رسوبات پایین‌تر از حد استاندارد بود ولی میزان جذب فلزات در آب‌شش ماهی بالاتر از حد مجاز بود. باید توجه داشت که انباشت زیستی فلزات به مقدار کل فلز انباشته‌شده در بافت مشخص نسبت دارد. به‌علاوه، تفاوت‌های فیزیولوژیک و موقعیت هر بافت در ماهی می‌تواند بر انباشت زیستی هر فلز مؤثر باشد. از طرف دیگر مقدار انباشت زیستی یک فلز تحت تأثیر عوامل محیطی، زیستی و ژنتیکی منجر به تفاوت در انباشت زیستی فلز بین افراد مختلف، نوع بافت‌ها، فصل‌ها و مناطق می‌شود (kotze *et al.*, 1999). صافی ماهیان دارای رفتار غذایی گیاه‌خواری و همه‌چیزخواری بوده و توانایی استفاده از سطوح پایین زنجیره‌ی غذایی در محیط آبی را دارا می‌باشند (Boonyaratpalin, 1997)؛ و ازآنجایی‌که این‌گونه پلاژیک و سطح زی بوده به همین دلیل منابع آلودگی موجود در آب باعث افزایش تجمیع این فلزات در بافت شده است. به‌طورکلی خلیج‌فارس ازجمله مناطقی است که توسط صحراهای بزرگ جهان

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

محصورشده و هرساله حجم بالایی از این ته‌نشست‌ها را به‌ویژه در فصول سرد که سرعت وزش باد بیشتر است، دریافت می‌کند. از سوی دیگر هرچه سرعت باد افزایش پیدا کند زمینه برای ایجاد امواج و درنتیجه اختلاط رسوبات بستر با ستون آب و سایر موجودات ساکن این مناطق بیشتر می‌گردد. این شرایط زمینه را برای افزایش غلظت آلاینده‌هایی همچون فلزات سنگین که در رسوبات و ماهی‌ها به میزان بالایی به چشم می‌خورند فراهم کرده و می‌توان آلودگی بالاتری از این دسته آلاینده‌ها را ملاحظه نمود (Dadolahi, 2002).

ارتباط بین چگونگی توزیع عناصر مختلف به‌وسیله ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد رابطه همبستگی مثبت بین میزان جذب فلز سرب و مس با فلز نیکل وجود دارد. علت آن می‌تواند مشابهت زیاد ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بین عناصر باشد. منابع ایجاد این فلزات سنگین در رسوبات یکسان است. با توجه به این‌که این سه عنصر در ترکیب رنگ‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد، ممکن است آلودگی ایجادشده، ناشی از عملیات رنگ‌آمیزی موجود در اسکله‌ها و همچنین رهاسازی این عناصر، از رنگ بدنه کشت‌ها و شناورها باشد و یا این‌که می‌تواند منشأ زمینی داشته باشد. منابع انسان‌ساخت این فلزات، بیشتر فرسایش خاک حوزه‌های ساحلی و آلودگی ناشی از منابع صنعتی، کشاورزی و شهری در حوزه‌های آبریز می‌باشد. در بررسی ارتباط میزان جذب فلزات بین بافت و وزن و طول ماهیان ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین میزان جذب فلزات در بافت آبشش با شاخص وزن و طول رابطه مستقیم معنی‌داری وجود دارد؛ که این به دلیل وجود عملکرد این بافت در فعالیت فیزیولوژی ماهیان می‌باشد.

پژوهش حاضر در جهت مشخص نمودن وضعیت غلظت ۳ فلز سنگین سرب، مس و نیکل در رسوبات و آبشش ماهی صافی موجدار صیدشده در سواحل بوشهر بود. طی مقایسه میزان جذب فلزات در رسوبات با استانداردهای معتبر جهانی نتایج حاکی از این بود که این میزان فلزات برای محیط‌زیست بی‌ضرر می‌باشند؛ اما در ارزیابی غلظت فلزات در بافت ماهی صافی صیدشده از منابع آبی بوشهر و مقایسه آن با استانداردهای جهانی همگی بالاتر از حد مجاز بود. به‌طورکلی می‌توان این‌طور بیان کرد که با توجه به روند افزایش منابع آلاینده در سواحل موردمطالعه و بالا بودن غلظت فلزات در بافت آبزیان نشان‌دهنده روند افزایش آلودگی در منابع آبی را دارد.

منابع

اسدی، ه. و دهقانی پشترودی، ر.، ۱۳۷۵. اطلس ماهیان خلیج‌فارس و دریای عمان. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران.

الصاق، ا. و برمکی، م.، ۱۳۹۲. سنجش و اندازه‌گیری آلودگی‌های فلزات سنگین در رسوبات ساحلی خلیج‌فارس. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، شماره ۳، صفحات ۱۱-۱.

باقری، ح.، عظیمی، ع.، ۱۳۹٤. مطالعه پراکنش فلزات سنگین در رسوبات سطحی سواحل سی‌سنگان -جنوب دریای خزر. مجله اقیانوس‌شناسی، شماره ۲۱، صفحات ۳۶-۲۷.

بختیاری ع.ر. و مرتضوی، ث.، ۱۳۸٦. سنجش مقادیر سرب و کادمیوم در پوسته صدف مروارید ساز (*Pinctada radiata*)، در جزیره هندورابی. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۴، صفحات ۱۱۷-۱۱۱.

خراسانی، ن.، شایگان، ج. و کریمی، ن.، ۱۳۸٤. بررسی غلظت فلزات سنگین روی، مس، آهن و کروم در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۴.

خیرو، ن.، ۱۳۸۹. غلظت فلزات سنگین در رسوبات و ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در اروندرود. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، شماره ۲، صفحات ۱۲۳-۱۳۱.

ربانی، م.، جعفرآبادی آشتیانی، ا. ا. و مهرداد شریف، ا. ع. ۱۳۸۷. اندازه‌گیری میزان آلودگی ناشی از فلزات سنگین نیکل، سرب و جیوه در رسوبات خلیج‌فارس، منطقه عملیاتی عسلویه. اکتشاف و تحلیل، شماره ۵۱، صفحات ۵۷-۵۳.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

رزاقی، م.، شکری، م.، سواری، ا.، پازوکی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی ریسک اکولوژیک فلزات سنگین در رسوبات سطحی خلیج نای بند و عسلویه (شمال خلیج‌فارس). مجله بوم‌شناسی آبزیان، شماره ۲، صفحات ۶۸-۵۷.

رومیانی، ل. و شریف پور، ع.، ۱۳۹۳. بررسی غلظت فلزات سنگین جیوه (Hg)، سرب (Pb)، آرسنیک (As) و کادمیوم (Cd) در بافت آبشش و عضله طوطی ماهی زرد پولک (*Scarus ghobban*) در شمال خلیج‌فارس، مجله آبزیان زینتی، شماره ۳، صفحات ۸-۱.

شنبه زاده، س.، وحید دستجردی، م.، حسن‌زاده، ا.، کیانی زاده، ط.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین در آب و رسوب رودخانه تمبی مسجدسلیمان قبل و بعد از ورود فاضلاب به آن. مجله تحقیقات نظام سلامت، شماره ۱۰، صفحات ۱۱۱۶-۱۱۰۸.

صادقی، ن.، ۱۳۸۰. ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی ماهیان جنوب ایران (خلیج‌فارس و دریای عمان). انتشارات نقش مهر، ص ۳۱۵-۳۱۷.

صدوق نیری، ع.، رونق، م. ت. و احمدی، ر.، ۱۳۹۱. بررسی کمی فلزات سنگین در بافت عضله، کبد و آبشش ماهی کفشک (*Euryglossa orientalis*) در آب‌های شمال خلیج‌فارس. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱، صفحات ۱۶۰-۱۴۷.

فرهادی، ا.، یاوری، و. و سالاری علی‌آبادی، م.، ۱۳۹۲. غلظت برخی فلزات سنگین در چینی‌جاهای مختلف ماهی کیجار بزرگ (*Saurida tumbil*) در بندر هندیجان –خلیج‌فارس. مجله علوم و فنون شیلات، شماره ۱، صفحات ۸۰-۷۱.

قمر زاده، ح.، ۱۳۸۷. مطالعه و بررسی استفاده از جلبک‌ها به‌عنوان شاخص زیستی فلزات سنگین نیکل، کادمیوم، مس و سرب در آب‌های ساحلی شهرستان بوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

محمدنبی‌زاده، س.، پورخباز، ع.، ۱۳۹۲. بررسی تجمع فلزات سنگین کادمیوم و نیکل در بافت‌های ماهی زمین کن (*Platycephalus indicus*) در تالاب حرا. مجله علوم و مهندسی محیط‌زیست، شماره ۱، صفحات ۴۴-۳۹.

مؤذنی، م.، حایری‌پور، س.، محمدی، م. و فولادی، ح.، ۱۳۹۲. بررسی غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، مس، سرب و نیکل) در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای بند، شمال خلیج‌فارس. فصلنامه علمی پژوهشی اکو بیولوژی تالاب -دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، شماره ۱۵، صفحات ۳۲-۲۳.

نیک ورز، ع. ر.، ۱۳۸۷. بررسی استفاده از جلبک‌ها در پایش زیستی فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس، روی و آهن در مناطق بین جزر مدی جزیره هرمز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.

Airas, S., 2003. Trace metal concentrations in blue mussels Mytilusedulis (L) in Byfjorden and coastal areas of Bergen. Institute for Fisheries and Marin Biology university of Begen. 63p.

Al-Abadli, F., Massoud, M. and Al-Ghadban, A., 1996. Bottom sediments of the Persian Gulf-III. Trace metal contents as indicators of pollution and implications for the effect and fate of Kuwait oil slick. *Environ.Pollut*, 93, 285-301p.

Anish, Ch., Madhumi, M., Christopher, H., Yan, W. and Jurgen, S., 2007. Heavy metal biomonitoring by seaweeds on the Delmarva Peninsula, east coast of the USA. *Botanica Marina*,50, 151–158p.

APHA. 2005. Standard Methods For The Examination of water & wastewater. 21st ed. Washington, DC.

Blackmore, G., 2001. Interspecific variation in heavy metal body concentrations in Hong Kong marine

Boonyaratpalin, M., 1997. Nutrient requirements of marine food fish cultured in south east Asia Aquaculture. 151, 283-313p.

CCME., (Canadian Council of Ministers of the Environment). 1999. Canadian environmental Quality Guideline, From Publication, 1299: ISBN1-896997- 34-1p.

Dadolahi, A., 2002. A study on the potential of using seaweed as biomonitoring indicator in Kish Island,

Elsagh, A. and Rabani, M., 2010. Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard. 2nd Iranian Congress for Trace Elements. 5p.

Hosseini, M., Nabavi, M. B., Parsa, Y., Saadatmand, M., 2014. Mercury contamination in somemarine biota species from Khuzestanshore, Persian Gulf. Toxicology and Industrial Health,1-8p.

invertebrates. *Environ pollot*, 114: 303-311p. Iran.Ph.D Thesis. University Putra Malaysia, 43400 Serdang Kuala Lampor. Malaysia.

Jain, C. K., Sharma, C. k., 2001. Distribution of trace metals in the Hindon river system, India. Journal of Hydrology. 253, 81-90p.

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

Jonsson, M. and Part, P., 1998. Mechanisms of development of tolerance to heavy methals in epithelial gill cells of rawinbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Marine Environment Research, 46, 605p.

Karbassi A. R., Monavari, S. M., Nabi Bidhendi, G. H. R., Nouri, J. and Nematpour, K., 2008. Metal pollution assessment of sediment and water in the Shur River. Environ. Monit. Assess. 147, 107-116p.

Keshavarzi, B., Ebrahimi, P. and Moore, F., 2015. **A GIS-based approach for detecting pollution sources and bioavailability of metals in coastal and marine sediments of Chabahar Bay, SE Iran. Chemie der Erde-Geochemistry, 75(2): 185-195p.**

Khalaf, F. I., Gab-Alla, A. A. F., Ahmed, A. I., 2002. Ecological study of the impact of oil pollution on the fringing reef of RasShukeir, Gulf of Suez, Red Sea, Egypt. Egyptian Journal of Biology, 4, 119-126p.

Kotze, P. J., Du Preez H. H. and Vuren van, J. H. J., 1999. Bioaccumulation of Copper and Zinc in *Oreochromis mossamicus* and *Clarias gariepinus*, from the Olifants River, Mpumalanga, South Africa. 12p.

Lakshmanan, R., Kesavan, K., Vijayanand, P., Rajaram, V. and Rajagopal, S., 2009. Heavy Metals Accumulation in Five Commercially Important Fishes of Parangipettai Southeast Coast of India, Advance Journal of Food Science and Technology 1, 63-65p.

Long, E. R., MacDonald, D. D., Smith, S.L. and Calder, F. D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management, 19, 81–97p.

Luoma, S. N. and Rainbow, P. S., 2008. Metal contamination in aquatic environments: science and lateral Heavy metals mobility in harbour contaminated sediments: The case of Port-en-Bessin. Marine Pollution Bulletin, 50, 504-516p.

MAFF., 1995. Monitoring and surveillance of nonradioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. Aquatic Environment Monitoring Report. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, 44,

Maret, T. R. and Skinner, K. D., 2000, Concentrations of Selected Trace Elements in Fish Tissues and Streambed Sediment in the Clark Fork-Pend Oreille and Spokane River Basins, Washington, Idaho and Montana. Water Resources Investigations Report, 26p.

Mazej, Z. S., Sayegh-Petkovšek, A. l. and Pokorny, B., 2010. Heavy metal concentrations in food chain of lakeVelenjskojezero, Slovenia: an artificial lake from mining. Archives of environmental contamination and toxicology, 58, 998-1007p.

Metian, M., Bustamante, P., Hedouin, L. and Warnau, M., 2008. Accumulaton of nine metals and metalloid in tropical scallop Comptopallium radula from coral reef in New Caledonia. Environmental pollution,152, 543–552p.

Moles, A., Rice, S. and Novcross, B. L., 1995. Non Avoidance of Hydrocarbon Laden Sediments Juvenile Flatfishes. Netherlands Journal of the Sea Research, 32, 361-367p.

Moopam., 1983. Manual of oceanographic observation and pollution analysis. Regeonal organization for the protection of marine environment (ROPME) 220p.

Morea, D.S., Fowler, S.W., Wyse, E., Azemard, S. 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediment in the Persian Gulf and Gulf of Oman. Mrine Pollution Bulletin, 49, 410-424p.

Ohta, A., Imai, S., Terashima, Y., Tachibana, K., Ikehara, K., Okai, T., Ujii-Mikoshiba, M. and Kubota, R. 2007. Elemental distribution of coastal sea and stream sediments in the Island-Arc region of Japan and mass transfer processes from terrestrial to marine environments. Applied Geochemistry, 22: 2872-2891p.

Priya, S.L., Senthilkumar, B., Hariharan, G., Selvam, AP., Purvaja, R. and Ramesh, R. 2011. Bioaccumulation of heavy metals in mullet (*Mugilcephalus*) and Oyster (*Crassostreamadrasensis*) from Pulicat lake, South east coast of India, Journal toxicology and Industrial Health, 27, 117–126p.

ROPME, 1999. Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analysis Methods (MOOPAM). Regional organization for the protection of the marine environment, Kuwait. 483p.

Sheppard, C., Al-Husiani, M., Al-Jamali, F., Al-Yamani, F., Baldwin, R., Bishop, J. 2010. The Gulf: a young sea in decline. Mar Pollut Bull, 60,13–38p.

Archive of SID

www.SID.ir

Tuzen, M. 2009. Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey Food and Chemical Toxicology, 47(9): 2302-2307.

Vossoughi, M., Moslehi, P. and Alemzadeh, I., 2005. Bioremediation of sediment in Persian Gulf coast. IJE Transactions B: Applications, 18(1).

World Health Organization (WHO), 1996. Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed, 2, 31-388p.

Yilmaz, F. 2009. The comparison of heavy metal concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in tissues of three economically important fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) inhabiting Köycegiz Lake-Mugla (Turkey). Turkish Journal of Science and Technology, 4, 7-15p.

Yoshida, N., Ikeda, R. and Okuno, T., 2006. Identification and characterization of heavy metal- resistant unicellular algae isolated from soil and its potential for phytoremediation. Bioresource technology 97:1843-1849p.

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 16:25 +0430 on Saturday May 20th 2017

Archive of SID

www.SID.ir