بررسی میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیای *Echinometra mathaei* سواحل صخره‌ای جزیره قشم

e.asgari@gmail.com

الهه علی عسگری

۱- عضو هیات علمی بورسیه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق (قیام دشت).

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: شهریور۱۳۹۲

چکیده

تحقیق حاضر به منظور اندازه گیری میزان تجمع فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا غالب سواحل صخره‌ای جزیره قشم در زمستان ۱۳۸۹ انجام گردید. توتیای غالب جزیره قشم*Echinometra mathaei* گزارش گردید. اهداف مورد نظر مقایسه میزان غلظت این فلزات در بافت نرم توتیا و مقایسه آن با میزان غلظت فلزات سرب و کادمیوم در جلبک مورد تغذیه توتیا بوده است. سنجش میزان فلزات سنگین به روش جذب اتمی به کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 صورت گرفت. این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت سرب و کادمیوم در بافت نرم به ترتیب ۴/۵±۲۱/۴ و ۱/۷±۸/۶ میلی گرم بر گرم در نمونه وزن خشک بود. نتایج حاصله نشان دهنده آن بود که در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری بین میزان آلاینده‌های مورد نظر در بافت نرم نبوده‌است.

واژگان کلیدی: بافت نرم توتیا، سواحل صخره ای، قشم، فلزات سنگین، جلبک.

*نویسنده مسئول

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

ورود مواد آلوده به آبها و تجمع آنها در بدن آبزیان به واسطه خطراتی که برای انسان و دیگر موجودات دارند، از دیدگاه بهداشتی، اقتصادی و اکولوژیکی حائز اهمیت هستند (۲). پراکندگی زیاد فلزات سنگین در سطح زمین، مصارف مختلف آن‌ها و به ویژه خصوصیات سمی این فلزات باعث گردیده که این گروه از فلزات مانند سرب و کادمیوم و ترکیبات آن‌ها از مهم ترین آلاینده های زیست محیطی محسوب شوند (۸). عناصر سمی مانند فلزات سنگین از مهم ترین منابع آلاینده ی محیط زیست به حساب می آیند. فلزات سنگین ممکن است در بدن موجودات آبزی از جمله ماهی و کفزیان تجمع یابد و خطر بالقوه برای سلامتی اکوسیستم و موجودات زنده محسوب گردند .زباله های صنعتی، ساختار شیمیایی زمین و معدن کاوی فلزات از منابع بالقوه آلودگی فلزات سنگین در محیط آبی به شمار می روند (۳۲). آلودگی فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر روی تعادل اکولوژیکی و تنوع زیستی اکوسیستم های آبی داشته باشد(۳۴).

فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیم به دلیل برخورداری از خاصیت تجمع پذیری و بزرگ نمایی زیستی در بافتهای مختلف و عدم تجزیه پذیری و نیز مقاومت در برابر تغییرات بیولوژیک پس از ورود به محیط قادراند در چرخه حیات به حرکت خود ادامه داده و به تدریج در بافتهای چربی در بدن مصرف کنندگانی مانند انسان ذخیره شده و از این راه موجب بروز بیماری های حاد و مزمن در موجودات شوند(۲). مقادیر برخی از این فلزات مانند مس، روی، آهن و. ..در غلظت های پایین برای متابولیسم آبزیان ضروری هستند، در حالی که نقش بیولوژیک برخی از آن‌ها مانندکادمیوم و سرب هنوز شناخته نشده است و این فلزات حتی در غلظت‌های پایین نیز برای موجودات زنده سمی هستند(۱۸). سرب یکی از چهار فلزی است که بیش ترین عوارض را بر روی سلامتی انسان دارد(۱۶). همچنین اثرات سمیت کادمیوم در بدن انسان نیز باعث شده است که در سال‌ها ی اخیر محققین در کشورهای مختلف، مطالعات بسیاری را درمورد این عنصر انجام دهند. مهم ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلزات از جمله کادمیوم ایجاد بیماری ایتای ایتای، تخریب کلیه و بافت های بیضه می‌باشد .سرب نیز باعث ایجاد اختلال در سیستم عصبی محیطی و مرکزی می‌گردد (۳). از میان فلزات سنگین، سرب و کادمیوم نقش مهمی را در مسمومیت آبزیان و انسان دارند .این فلزات با آنزیم‌ها و پروتئینهای حامل ترکیب می‌شوند و وارد یاخته‌ها شده و بر فعالیت سلولها تأثیر می‌گذارند(۱). کادمیوم و سرب در صنایع گوناگونی همچون باطری سازی، رنگ سازی، تهیه آلیاژهای فلزی و. ..استفاده می‌شوند، کادمیوم نیز به عنوان یک آلوده کننده در برخی از کودهای فسفاته وجود دارد(۹).

در ایران، مطالعات متعددی در زمینه ی تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان و به خصوص ماهیان خلیج فارس و دریای خزر انجام شده است. عسکری ساری و همکاران میزان فلزات سنگین آهن، روی، مس و منگنز را در اندام‌ها ی ماهی بیاه رودخانه های کارون و بهمنشیر مطالعه نمودند(۶)، ولایت زاده و همکاران تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، نیکل، روی، آهن و قلع را در نمونه های کنسرو تولید شده در شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان را تعیین نمودند(۱۰). فاطمی و حمیدی میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب را در عضله ی پنج گونه شیربت، بنی، گطان، حمری و شلج تالاب هورالعظیم مطالعه نمودند(۷). زارع مایوان و همکاران میزان فلزات سنگین آهن، آلومینیوم، کبالت، کروم و کادمیوم را در رسوبات و ماهی صبور و بیاه رودخانه ی بهمنشیر، اروند رود و حفار مطالعه نمودند(۴). عسکری ساری میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب را در عضله، کبد و آبشش دو گونه شیربت و بیاه رودخانه های کارون و کرخه مطالعه نمود(۵). Ubalua و همکاران میزان فلزات سنگین منگنز، آهن، روی، جیوه، کروم، مس، آرسنیک و سرب را در دو گونه ماهی تیلاپیا و کفال خاکستری رودخانه آبا در نیجریه را مطالعه نمودند (۳۳). Shuhaimi-Othman و Ahmad میزان فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیوم را در رسوبات و ۱۵گونه ماهی دریاچه چینی کشور مالزی مطالعه نمودند (۳۳). اما متاسفانه مطالعه‌ای در زمینه میزان تجمع سرب و کادمیوم در بدن خارپوستان در ایران صورت نگرفته است.

Archive of SID

بررسی فلزات سنگین در آبزیان به دلیل این که به سرعت در بدن آن‌ها جذب می شوند بسیار مهم و ضروری است اما به دلیل این که ماهی کفزیان بخش مهمی از رژیم غذایی انسانی می باشد بسیاری از مطالعات آلودگی فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهی‌ها و کفزیان صورت گرفته است (۲۶).

سواحل جنوبی نیز و جزایر آن نیز همواره در معرض آلاینده‌های مختلف ناشی از فعالیت‌های انسانی و صنعتی قرار دارد. جزیره قشم با مساحتی در حدود ۱۴۹۱ کیلومتر مربع به عنوان یکی از زیستگاه‌های عمده کفزیان به شمار می‌رود. از طرفی ورود و تجمع آلاینده‌ها در آب و رسوبات سبب شده که موجودات و کفزیان منطقه مانند توتیا در معرض خطرات احتمالی آلاینده‌های مختلف مثل تجمع عناصر فلزات سنگین قرار گیرند. تقریباً تمام فلزات سنگین در بدن عوارض سوئی به جای می‌گذارند که از آن جمله می‌توان به اختلال سیستم عصبی، کلیوی، ایجاد جهشهای ژنتیکی و غدد اشاره کرد. امروزه استفاده از روشهای زیستی برای پایش آلاینده‌ها کاربرد بیشتری دارد و به عنوان روشی جایگزین با هزینه کمتر و راندمان بهتر نسبت به روشهای متداول شیمیایی مطرح می‌باشد. یکی از راههای پایش زیستی بررسی و مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های مختلف توتیا دریایی است.

در تحقیق حاضر سعی بر آن بود تا بتوان میزان آلاینده‌های سرب و کادمیوم را در بافت‌های نرم توتیا به تفکیک اندازه گیری نمود و بررسی کرد آیا اینکه می‌توان از توتیا به عنوان شاخص زیستی مناسبی برای ارزیابی زیست محیطی آلودگی فلزات سنگین در سواحل صخره‌ای استفاده نمود.

۲. مواد و روش ها

موقعیت جغرافیایی سواحلی که در آنها نمونه برداری انجام شده‌است در جدول ۱ نشان داده‌شده‌است. جهت انجام این تحقیق ۱۱ ایستگاه در طول سواحل قشم انتخاب گردید. اما تنها در ۳ ایستگاه گونه توتیای مورد نظر *Echinometra mathaei* یافت گردید. ایستگاه هایی که توتیا در آنجا یافت نشد عبارت است ازساحل بیوتکنولوژی، هنگام،شیب دراز، باسعیدو، چاهوی غربی، لافت و ایستگاه جنوب لافت و ایستگاه تیاب. لازم به ذکر است جدول جزر و مد از قبل تهیه گردید و نمونه‌ها در هنگام جزر در ناحیه جزر و مدی سواحل به طور مستقیم جمع آوری شدند.

جدول ۱-موقعیت جغرافیایی سواحل نمونه برداری شده و میانگین بیومتری توتیا در هر ایستگاه

ردیف	نام ایستگاه	N_S	طول و عرض جغرافیایی
۱	سینما دریا	ساحل جنوبی	E ۲۹.۸ ۱۶ ۵۶ -N ۳.۹ ۵۶ ۲۶
۲	ساحل سیمین	ساحل جنوبی	E ۴۷.۴ ۱۳ ۵۶ -N ۳۸ ۵۵ ۲۶
۳	ساحل سلخ	ساحل جنوبی	E ۱۸.۳ ۴۷ ۵۵ -N ۵۱ ۴۱ ۲۶

نمونه‌های تهیه شده به صورت مجزا در ظروف پلی اتیلن قرار داده شد و هر کدام بوسیله برچسب و ماژیک ضد آب علامت گذاری و تا زمان انتقال به آزمایشگاه در دمای کمتر از ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردیدتا تغییری در میزان آلاینده‌ها ایجاد نگردد. (۲۴)

قبل از کالبد شکافی و آماده سازی، نمونه‌های با آب مقطر شستشو داده‌شدند و سپس بافت نرم جدا گردید، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد در داخل گرمخانه قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند، برای جذب رطوبی و رسیدن به وزن ثابت به دسیکاتور انتقال یافتند (۱۲). نمونه‌های هموژن شده در هاون چینی به طور کامل پودر گردیدند و مقدار ۱ گرم از نمونه خشک هموژن شده در داخل بشر ریخته شد و ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ به نمونه‌ها اضافه گردید، به کلیه نمونه‌های ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه (H_2O_2) اضافه گردید، نمونه‌ها به مدت نیم تا یک ساعت در دمای آزمایشگاه زیر هود قرار داده‌شدند تا عمل هضم صورت گیرد (از آنجائیکه می‌بایست شرایط اسیدی برای همه نمونه‌ها یکسان باشد برای نمونه‌های کمتر از ۰/۵ گرم مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید و ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه اضافه شد) (۲۰). محلول حاصله به ظرف تفلونی منتقل شده و به طور کامل با ورقه آلومینیومی پوشانده شد، پس از آن محلول بدست آمده را زیر هود روی هیتر در دمای ۹۰ درجه به مدت ۳ ساعت حرارت داده تا کاملاً در اسید حل شوند. از آنجائیکه برخی نمونه‌ها تشکیل رسوب داده اند سوسپانسیون حاصله را با استفاده ازکاغذ صافی

Archive of SID

www.SID.ir

(واتمن ۴۲) صاف و محلول شفاف را به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده (در مورد نمونه هایی که از نظر وزنی خیلی پایین بودند که آنها به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسیدند) (۱۳). جهت تعیین میزان فلزات سنگین سرب و کادمیوم از دستگاه جذب اتمی با کمک شعله مدلPerkin Elmer 4100 مجهز به سیستم کوره گرافیتی استفاده گردید (۱۱).

محلول‌های استاندار سرب در غلظت‌های ۲،۵،۱۰/۵ و۱۵ و محلول استاندار کادمیوم نیز در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/ ۵، ۰، ۱ و ۲ تهیه گردید و محلو ل‌های استاندارد آماده شده در غلظت‌های مختلف برای رسم منحنی کالیبراسیون دستگاه جذب اتمی به آزمایشگاه تحویل داده‌شدند.

در این تحقیق، تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS17انجام شد و میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یک طرفه(ANOVA) برای مقایسات کلی و آزمون توکی جهت مقایسات چندگانه استفاده گردید و ضریب اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد، همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزارExcel 2007 استفاده گردید.

۳.نتایج

در هر ایستگاه بافت نرم که شامل تمامی امعا و احشای داخلی هستند آماده سازی و جهت انجام آنالیز شیمیایی نمونه‌ها به دستگاه جذب اتمی داده‌شد که نتایج حاصل از آن بدین صورت است؛ نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم در جدول شماره ۱ نشان داده‌شده‌است. در این تحقیق میانگین و انحراف استاندارد فلزات سنگین سرب در بافت نرم ۴/۵±۲۱/۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و در کادمیوم ۱/۷±۸/۶ بدست آمد. در جلبک نیز میانگین و انحراف استاندارد فلزات سنگین سرب و کادمیوم به ترتیب ۱/۳±۲۱/۱، ۱/۲±۳/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک بدست آمد. بیشترین میزان تجمع فلزت سنگین سرب در جلبک در ایستگاه ساحل سیمین و بیشترین تجمع فلز سنگین کادمیوم در بافت نرم در ایستگاه ساحل سلخ مشاهده گردید. بین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ($P\leq ۰/۰۵$).

جدول۲- میانگین و انحراف از معیار فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا در سواحل قشم

گونه مورد مطالعه *Echinometra mathaei*			
فلز سنگین	سرب (میکرو گرم بر کیلوگرم وزن خشک)		
نام ایستگاه	سینما دریا	ساحل سیمین	ساحل سلخ
بافت نرم توتیا	۲۱/۶±۴/۵	۲۱/۸±۵/۳	۲۱/۱±۳/۹
جلبک	۲۱/۱±۱/۶	۲۴/۱±۱/۵	۱۸/۵±۰/۸
فلز سنگین	کادمیوم (میکرو گرم بر کیلوگرم وزن خشک)		
نام ایستگاه	سینما دریا	ساحل سیمین	ساحل سلخ
بافت نرم توتیا	۷/۱±۲/۴	۸/۳±۱/۱	۹/۷±۰/۶
جلبک	۳/۲±۱/۷	۳/۵±۱/۱	۵/۱±۰/۹
بیومتری گونه مورد مطالعه			
نام ایستگاه	سینما دریا	ساحل سیمین	ساحل سلخ
میانگین اندازه طول کل (میلی متر)	۶۷	۷۴	۷۹
میانگین وزن کل (گرم)	۲۸	۴۶	۴۴

جدول ۳- جدول ضرایب همبستگی سرب در بافت‌های مختلف

	جلبک	بافت نرم
جلبک	۱	۰/۹۴
بافت نرم	۰/۹۴	۱

جدول٤- جدول ضرایب همبستگی کادمیوم در بافت‌های مختلف

	جلبک	بافت نرم
جلبک	۱	۰/۹۴
بافت نرم	۰/۹۴	۱

Archive of SID

www.SID.ir

٤. بحث

در این تحقیق با استفاده از آنالیز One way- Anova , Tukey Test مشخص گردید که میانگین غلظت عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم(کلیه امعا و احشا داخلی توتیا) در ایستگاه‌های نمونه برداری شده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند، نتایج حاصله عبارت از این بودند که غلظت متوسط عناصر سنگین سرب و کادمیوم در بافتهای مورد نظر به شرح ذیل بودند:

- سرب (بافت نرم) ۲۱/۴- سرب (جلبک) ۲۱/۱ PPM گزارش گردید.
- کادمیوم (بافت نرم) ۸/۳- کادمیوم (جلبک) ۳/۹ PPM گزارش گردید.

جهت پی بردن به وجود روابط همبستگی بین میزان غلظت آلاینده‌های سرب و کادمیوم در بافتهای مختلف توتیا و ارتباط آنها با محیط (در اینجا منظور از محیط جلبک مورد تغذیه می‌باشد)، ضرایب همبستگی فاکتورهای ذکر شده بررسی گردید.

- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین سرب در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی بین پارامترهای مورد نظر می‌باشد (R =۰/۹۴) این بدان معنا می‌باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبت بسیار قوی وجود دارد و با افزایش غلظت سرب در جلبک غلظت سرب در بافت نرم توتیا نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.
- بررسی ضریب همبستگی فلز سنگین کادمیوم در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه آن گویای همبستگی بین پارامترهای مورد نظر می‌باشد (R =۰/۹۴) این بدان معنا می‌باشد که بین این دو پارامتر رابطه خطی مثبت بسیار قوی وجود دارد و با افزایش غلظت فلز سنگین کادمیوم در جلبک غلظت فلز کادمیوم در بافت نرم توتیا نیز روند رو به افزایشی را خواهد داشت.

از آنجائی که در بررسی ضریب همبستگی میان میانگین غلظت فلزات سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا و جلبک مورد تغذیه ارتباط معنی‌داری وجود ندارد (ضریب همبستگی حدود ۹۰٪) این همبستگی نشانگر این است که تغییرات غلظت فلزات سرب و کادمیوم در ایستگاه‌های مختلف و در اندامهای مختلف متناسب با تغییرات غلظت آن فلزات در جلبک مورد تغذیه بوده‌است و تغییرات غلظت فلزات سرب و کادمیوم در ایستگاه‌های مختلف متناسب با تغییرات غلظت همان فلزها در جلبک متناسب بوده‌است و این سواحل از نظر آلودگی فلزات سنگین خیلی با هم متفاوت نمی باشد و دلایل آن را می‌توان به شرح ذیل توجیه کرد:

۱- وابستگی موجود (توتیای دریایی) و جلبک مورد تغذیه با بستر که افزایش یا کاهش فلزات سنگین به طور مستقیم در هر دو موجود تاثیر می‌گذارد؛
۲- وجود منابع و کانون تولید آلاینده یکسان بوده‌است؛
۳- نزدیک بودن ایستگاه‌های مورد مطالعه؛
۴- نمونه مورد نظر تنها در سواحل جنوبی یافت شدند و توتیا مورد نظر همگی در سواحل صخره‌ای زیست می‌کردند.

توتیای دریایی در زنجیره شکار و کارگری در مناطق حاره‌ای به عنوان غذای اصلی ماهی ها، فوک ها، وال‌ها گزارش گردیده است (۲۸). لذا از این طریق قادر است آلاینده‌های فلزات سنگین غیر ضروری را از طریق تجمع زیستی به لایه‌های بالاتر نیز انتقال دهد.

✓ در ایران تحقیقی در ارتباط با اندازه‌گیری میزان آلاینده‌های فلزات سنگین بر روی خارپوستان موجود نمی باشد لذا نمی توان نتاج حاصله را با داده‌های موجود در کشور مقایسه نمود.

✓ اما در ایران، مطالعات متعددی در زمینه ی تجمع فلزات سنگین در بدن آبزیان و به خصوص ماهیان خلیج فارس و دریای خزر انجام شده‌است. عسکری ساری و همکاران (۶) میزان فلزات سنگین آهن، روی، مس و منگنز را در اندام‌ها ی ماهی بیاه رودخانه های کارون و بهمنشیر مطالعه نمودند، ولایت زاده و همکاران (۱۰) تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، نیکل، روی، آهن و قلع را در نمونه های کنسرو تولید شده در شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان را تعیین نمودند. فاطمی و حمیدی (۷) میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب را در عضله ی پنج گونه شیربت، بنی، گطان، حمری و شلج تالاب هورالعظیم مطالعه نمودند. زارع مایوان و همکاران (۴) میزان فلزات سنگین آهن،

Archive of SID

www.SID.ir

آلومینیوم، کبالت، کروم و کادمیوم را در رسوبات و ماهی صبور و بیاه رودخانه ی بهمنشیر، اروند رود و حفار مطالعه نمودند. عسکری ساری (۵) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب را در عضله، کبد و آبشش دو گونه شیربت و بیاه رودخانه های کارون و کرخه مطالعه نمود. Filazi و همکاران (۲۱) میزان فلزات سنگین سرب وکادمیوم را در عضله ماهی کفال طلایی دریای سیاه را در کشور Ubalua و همکاران (۳۳) میزان فلزات سنگین منگنز، آهن، روی، جیوه، کروم، مس، آرسنیک و سرب را در دو گونه ماهی تیلاپیا و کفال خاکستری رودخانه آبا در نیجریه را مطالعه نمودند. Shuhaimi-Othmanو Ahmad(۱۱) میزان فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیوم را در رسوبات و پانزده گونه ماهی دریاچه چینی کشور مالزی مطالعه نمودند. اما متاسفانه مطالعه‌ای در زمینه میزان تجمع سرب و کادمیوم در بدن خارپوستان در ایران صورت نگرفته است.

- ✓ اکثر تحقیقات انجام گرفته در این زمینه بر روی لارو توتیا می‌باشد (۲۹،۲۵،۲۳).

Kobayashi and Okamura اثرات فلزات سنگین بر روی تکامل لارو توتیا را بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که اثرات و تغییرات مشاهده شده بر اثر آلاینده‌های فلزات سنگین بوده‌است و یک ارتباط مستقیم بین این اثرات و غلظت آلاینده‌ها وجود دارد و میزان سمیت عناصر سنگین بررسی شده به ترتیب زیر می‌باشد Cu>Zn>Pb>Fe>Mn(۲۵).

- ✓ Au et al به بررسی تاثیر غلظت فلزات سنگین بر روی تولید مثل توتیا پرداخته است که از این رو قابل مقایسه با آمار این تحقیق نمی باشد(۱۵).
- ✓ در تحقیقی دیگر به بررسی یافتن‌ها غلظت فلزات سنگین با استفاده از روشهای ملکولی به عنوان نشانگر زیستی اشاره شده‌است که ارتباط زیادی با تحقیق حاضر ندارد (۱۴،۳۰،۲۲).
- ✓ تحقیقات بسیار کمی در زمینه بررسی و اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین بر روی توتیا بالغ در محیط طبیعی صورت گرفته است (۱۹،۳۱،۱۴،۱۷).

البته در این تحقیقات نیز به بررسی و اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین به تنهایی پرداخته شده‌است و ارتباط بین تجمع زیستی این فلزات در بدن جاندار و زنجیره غذایی را بررسی نکرده انده لذا ضرورت این تحقیق احساس می‌گردد.

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان دهنده بالا بودن مقادیر فلزات سنگین سرب و کادمیوم در بافت نرم توتیا در مقایسه با استاندارد جهانی می‌باشد که این امر به سبب استقرار و توسعه صنایع مختلف در سواحل جنوبی قشم و تخلیه پسابهای صنعتی، کشاورزی و شهری و افزایش بار آلودگی به خصوص در سواحل جنوبی قشم گردیده است. با توجه به اینکه این گونه به عنوان غذای اصلی ماهی‌ها استفاده می‌گردد، جلوگیری از تخلیه مستقیم پساب‌ها و مجهز نمودن صنایع مختلف به سیستم تصفیه فاضلاب از راهکارهای ضروری به منظور کاهش بار آلودگی این منطقه می‌باشد.

منابع

۱.احمدی زاده، م.، ۱۳۷۶ .سم شناسی صنعتی فلزات سنگین . چاپ اول .طلوع آزادی .تهران .صفحات ۱۱۳-۶۱

۲.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 دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز .صفحه ۷۶-۷۳

۳.سازمان بین المللی Encyclopedia of Occupational Health and Safety (ILO) ۱۳۸۰ .دائرة المعارف ایمنی و بهداشت .ترجمه، معاونت تنظیم روابط کار .جلد سوم . انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی .ص۲۹۳۹-۲۹۳۲

۴.زارع مایوان، ح.، نبوی، س.م.ب.، کرباسی، ع.، محمدی فاضل، ا .و شیردم، ج .۱۳۸۹ .پراکنش آلودگی های فلزات سنگین در رسوبات و ماهیان اروند رود، بهمنشیر و حفار. دومین همایش تالاب های ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۱ صفحه

۵.عسکری ساری، ا .۱۳۸۸ .بررسی عناصر سنگین سرب، جیوه و کادمیوم در ماهیان بومی شیربت و بیاه رودخانه های کارون و کرخه در فصل زمستان .مجله ی بیولوژ ی دریا، سال اول، شماره‌ی ۴، صفحات ۱۰۸تا ۹۵

Archive of SID

www.SID.ir

۶.عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، کاظمیان، م.، ولایت زاده، م .و بهشتی، م .۱۳۸۹ .اندازه گیری و مقایسه‌ی میزان فلزات سنگین)آهن، روی، مس و منگنز (در ماهی بیاه رودخانه‌ها ی کارون و بهمنشیر استان خوزستان .مجله پژوهشهای علوم و فنون دریایی سال پنجم، شماره‌ی ۱، صفحات ۷۰ تا ۶۱

۷.فاطمی، س.م.ر .و حمیدی، ز .۱۳۸۹ .بررسی و سنجش فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله ی برخی ماهیان خوراکی تالاب هورالعظیم .مجله‌ی علمی شیلات، سال چهارم، شماره‌ی اول، صفحات ۱۰۰ تا ۹۵

۸.گاهکش، ش.، نبوی، س.م.ب.، رجب زاده قطرمی، ا. و نیک پور، ی .۱۳۸۹ .بررسی تجمع زیستی جیوه و متیل جیوه در خرچنگ رودخانه‌ی *Sesarma boulengeri* در اروند رود، چهارمین همایش تخصصی محیط زیست .دانشکده‌ی محیط زیست دانشگاه تهران، ۹ صفحه.

۹.ملکوتی، م.ج .نفیسی، م .متشرع زاده، ب.، ۱۳۸۰ .عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور .چاپ اول، نشر آموزش کشاورزی، صفحات ۹۶-۹۵

۱۰.ولایت زاده، م.، عسکری ساری، ا.، بهشتی، م.، حسینی، م. و محجوب، ث .۱۳۸۹ .بررسی و مقایسه ی تجمع فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان. مجله‌ی بیولوژی دریا، سال دوم، شماره‌ی ۱، .صفحات ۷۴ تا۷۱

11.Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M. 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. Journal of Biological Sciences, 10(2): 93-100.

12.APHA, AWWA, WEF., 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th end. American Public Health Association. Washington D.C., USA.

13.ASTM (American Society for Testing and Materials), 1994. Annual book of ASTM standards. Philadelphia, USA. 124(2):195-202.

14.Aspholm, O., Hylland, K., 1998. Metallothionein in green sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis)* as a biomarker for metal exposure. Marine Environmental Research 46 (1–5), 537–540.

15.Au DW, Reunov AA, Wu RS. 2001. Reproductive impairment of sea urchin upon chronic exposure to cadmium. Part II: Effects on sperm development. Environ Pollut 111: 11–20.

16.Berlin, M. 1985. Handbook of the Toxicology of Metals. Elsevier Science Publishers, London. Editors 2nd, 2: 376-405.

17.Bohn, A., 1979. Trace metals in fucoid algae and purple sea urchins near a high Arctic lead/zinc ore deposit. Marine Pollution Bulletin 10, 325–327.

18.Canli, M. and Atli, G. 2003. The relationship between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn)levels and the size of six Mediterranean fish species. Journal of Environmental Pollution, 121:129-136.

19.Deheyn, D.D., Gendreau, P., Baldwin, R.J., Latz, M.I., 2005. Evidence for enhanced bioavailability of trace elements in the marine ecosystem of Deception Island, a volcano in Antarctica. Marine Environmental Research 60, 1–33.

20.Eboh, L. Mepba, H.D. and Ekp, M.B. 2006. Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. Journal of Food Chemistry, 97 (3): 490-497.

21.Filazi, A. Baskaya, R. and Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey. Journal of Human and Experimental Toxicology, 22: 85-87.

22.Geraci, F., Pinsino, A., Turturici, G., Savona, R., Giudice, G., Sconzo, G., 2004. Nickel,lead, and cadmium induce differential cellular responses in sea urchin embryos by activating the synthesis of different HSP70s. Biochemical and BiophysicalResearch Communications 322, 873–877

23.Gopalakrishnan, S., Thilagam, H., Raja, R.V., 2008. Comparison of heavy metaltoxicity in life stages (spermiotoxicity, dissolved metals in *Paracentrotus lividus* sea-urchin embryo. Marine Environmental Research 51, 151–166.

Archive of SID

www.SID.ir

egg toxicity, embryotoxicity and larvaltoxicity) of *Hydroides elegans*. Chemosphere 71, 515–528.
24.Krogh M. and Scanes P., 1996. Organochlorine compound and trace metal contaminants in fish near Sydney,s Ocean outfull. Marine Pollution Bulletin, 33(7-12):213-225
25.Kobayashi, N., Okamura, H., 2005. Effects of heavy metals on sea urchin embryo development. Part 2. interactive toxic effects of heavy metals in synthetic mine effluents. Chemosphere 61, 1198–1203.
26.Kucuksezgin F. Altay O. Uluturhan E. and Kontas A., 2001. Trace metal and organoclorin residue levels in red mullet (*Mullus barbatus*) from the eastern Aregean, Turkey. Journal of Water Research, 35:2327-2332.
27.Moopam, 1999. Manual of oceanographic observations and pollutant analyses methods. Kuwait, V1 20.
28.Muir, D., Braune, B., DeMarch, B., Norstrom, R., Wagemann, R., Lockhart, L.,Hargrave, B., Bright, D., Addison, R., Payne, J., Reimer, K., 1999. Spatial and temporal trends and effects of contaminants in the Canadian Arctic
29.Radenac, G., Fichet, D., Miramand, P., 2001. Bioaccumulation and toxicity of four
30.Riek, R., Précheur, B., Wang, Y., Mackay, E.A., Wider, G., Güntert, P., Liu, A., Kägi, J.H.R., Wüthrich, K., 1999. NMR structure of the sea urchin (*Strongylocentrotus purpuratus*) methallothionein MTA. Journal of Molecular Biology 291, 417–428.
31.Strorelli, M.M., Strorelli, A., Marcotrigiano, G.O., 2001. Heavy metals in the aquatic environment of the Southern Adriatic Sea, Italy: macroalgae, sediments and benthic species. Environment International 26, 505–509.
32.Turkmen, M. and Ciminli, C. 2007. Determination of metals in fish and mussel species Byinductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. Journal of Food Chemistry, 103: 670–675.
33.Ubalua, A.O.; Chijioke, U.C. and Ezeronye, O.U., 2007. Determination and assessment heavy metal content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. Sci. Techno. J., 7(1):16-23.
34.Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio*. J. Envir. Sci. Techno., 5:179-182.

Archive of SID

www.SID.ir