سنجش و مقایسه غلظت کادمیوم در بافت عضله و هپاتوپانکراس ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*) و اسکوئید هندی (*Uroteuthis duvauceli*) خلیج فارس

سید رضا اسود*[۱]، عباس اسماعیلی ساری[۱] و تورج ولی نسب[۲]

[۱] نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، گروه محیط زیست

[۲] تهران، مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۸

چکیده

در این مطالعه غلظت عنصر کادمیوم در بافت عضله و هپاتوپانکراس ماهی مرکب ببری *(Sepia pharaonis)* و اسکوئید هندی *(Uroteuthis duvauceli)* اندازه‌گیری شد. برای انجام این تحقیق تعداد ۳۰ عدد از هر گونه در دی ماه ۱۳۸۷ از آبهای دور از ساحل استان هرمزگان به روش صید ترال کف جمع آوری گردید. برای هضم شیمیایی نمونه ها از ترکیب اسید نیتریک و اسید پرکلریک استفاده گردید و برای اندازه گیری کادمیوم از روش جذب اتمی استفاده شد. براساس نتایج حاصله، میانگین غلظت کادمیوم در بافت عضله و هپاتوپانکراس ماهی مرکب به ترتیب ۰/۵۸ µg/g و ۴۱۷/۲۲ و در عضله و هپاتوپانکراس اسکوئید هندی به ترتیب ۰/۳۵ µg/g و ۲۵/۹ به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که غلظت کادمیوم در هر دو گونه به صورت معنی داری در هپاتوپانکراس بیشتر از عضله می باشد ($P<۰/۰۰۱$) و بیشترین غلظت کادمیوم نیز در هپاتوپانکراس ماهی مرکب مشاهده شد که علت آن را میتوان به کفزی بودن این گونه نسبت داد.

واژه های کلیدی: کادمیوم، عضله، هپاتوپانکراس، ماهی مرکب ببری، اسکوئید هندی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۳۲۲۲۶۹۴، پست الکترونیکی: reza.asvad@gmail.com

مقدمه

واژه فلزات سنگین به دسته‌ای از فلزات و شبه فلزات اطلاق می شود که چگالی آنها بیشتر از ۴ برابر چگالی آب ($1g/cm^3$) باشد. این فلزات در مقادیر بسیار کم سمی بوده و از طریق غذا، هوا و آب وارد بدن شده و به مرور زمان در بدن تجمع می یابند و همچنین جزء آلاینده‌های بسیار پایداری هستند که طی فرآیندهای بیولوژیک تجزیه نمی شوند و اثرات قابل توجهی بر سلامت انسان دارند (۱۰).

انواع آلودگیها از جمله عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستمهای آبی وارد چرخه غذایی می شوند که این روند سبب تجمع و ذخیره شدن آنها در آبزیان می گردد. شدت تجمع عناصر سنگین در آبزیان به ویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیکی، فیزیکی و بیولوژیکی آب می باشد. از میان مواد آلاینده وارد شده به محیطهای آبی فلزات سنگین به علت اثرات سمی و پتانسیل تجمع زیستی در بسیاری از گونه‌های آبزی، قابل توجه هستند (۵). بسیاری از این فلزات از اجزای متشکله اکوسیستمهای آبی به حساب می آیند. بعضی از فلزات در میزان کم برای فعالیتهای متابولیکی لازم هستند ولی برخی دیگر مانند آرسنیک، کادمیوم، سرب و اشکال مختلف جیوه نه تنها اثر زیستی مفیدی ندارند بلکه در مقادیر بسیار کم نیز مضر هستند و سبب برهم خوردن تعادل زیستی اکوسیستم می شوند. حلالیت بسیار بالای فلزات سنگین در آب موجب می‌گردد تا امکان ورود و جذب آنها در بدن

Archive of SID
www.SID.ir

افزایش یافته و با اتصال به ماکرومولکولها، ساختار و عملکرد طبیعی آنها را تغییر دهند که این مسئله موجب متأثر شدن فرآیندهای بیوشیمیایی و در نتیجه بسیاری از عملکردهای غیر طبیعی بدن می شود (۱۱و۱۳).

فلزات سنگین از طریق منابع طبیعی و منابع انسانی وارد محیط زیست می‌شوند. بسیاری از این فلزات سنگین به صورت طبیعی جزء پوسته زمین می‌باشند و به وسیله فعالیتهای آتشفشانی، آتش‌سوزی جنگل و هوازدگی سنگها به محیط منتشر می‌شوند. امروزه فعالیتهای انسان منجر به افزایش سطح فلزات سنگین در محیط زیست شده است. منابع انسان ساخت از قبیل معدن کاوی، صنایع ذوب فلزات و ریخته‌گری و احتراق سوختهای فسیلی از اصلی ترین دلایل انتشار این فلزات در طبیعت محسوب می‌شوند(۱۰).

کادمیوم دومین عنصر خطرناک زیست محیطی است که از نظر سمیت بعد از جیوه قرار دارد. کادمیوم از آلاینده‌های مهم زیست محیطی بوده که در تمامی اکوسیستمها یافت می‌شود. کادمیوم از طریق فرسایش خاک، سنگ بستر، رسوبات آلوده ناشی از کارخانجات صنعتی، پساب مناطق آلوده و استفاده از لجن و کود در کشاورزی وارد اکوسیستمهای آبی می‌شود. میزان جذب کادمیوم در مواد غذایی ناشی از نحوه تغذیه جانوران است، کلیه و کبد محل مناسبی جهت تمرکز کادمیوم می‌باشند جانوران در اثر مسمومیت کادمیوم دچار فقر آهن خون، بیماری‌های کبدی و آسیب های مغزی- عصبی می‌شوند. سمیت حاد با کادمیوم ممکن است باعث مرگ حیوانات و پرندگان شده و مسمومیت شدید در آبزیان ایجاد کند (۱).

خلیج فارس یکی از دو پهنه آبی ایران است که در سالیان اخیر بروز جنگهای متعدد، افزایش فعالیت استخراج سوختهای فسیلی، تردد کشتیهای نفتکش، افزایش فعالیت پالایشگاههای نفت و گاز در خلیج فارس و ورود پسابهای شهری و صنعتی جوامع حاشیه‌ای و همچنین عدم مدیریت روانابها و فرسایش سرزمینهای ساحلی باعث به وجود آمدن مشکلاتی برای محیط زیست این اکوسیستم شده است. لذا انجام پژوهشهایی جهت ارزیابی ریسک حاصله از ورود عناصر سنگین به این اکوسیستم و آبزیان موجود در آن بسیار ضروری به نظر می‌رسد. گونه های انتخاب شده برای این تحقیق شامل ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی می‌باشد که جزء گونه‌های مهم در قابلیت تجمع فلزات سنگین و انتقال آن به سطوح بالای زنجیره غذایی در اکوسیستمهای آبی به شمار می آیند (۱۴۸و۱۹). بافتهای مورد مطالعه شامل هپاتوپانکراس و عضله می‌باشد. هپاتوپانکراس یکی از مهم ترین اندامهای دستگاه گوارشی در نرمتنان است که وظیفه آن تولید آنزیمهای گوارشی برای هضم مواد غذایی بوده و در سرپایان (Cephalopode) اندام بسیار مهمی برای تجمع عناصر سنگین (ضروری و غیرضروری) محسوب می‌شود. تاکنون تحقیقات و گزارشات مختلفی مبنی بر غلظت بالای فلزات سنگین در گونه‌های مختلف سرپایان گزارش شده است. اکثر مطالعاتی که تاکنون در این زمینه انجام گرفته، حاکی از غلظت بالای عناصر به خصوص کادمیوم در هپاتوپانکراس این گونه‌ها می باشد (۷و۱۹).

تاکنون مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور بر روی فلزات سنگین، نقش آنها در اکوسیستمهای آبی و موجودات آبزی انجام پذیرفته است.

Bustamante و همکاران در سال ۱۹۹۸، غلظت کادمیوم را در ۱۲ گونه از سرپایان را در شمال شرقی اقیانوس اطلس (محدوده سواحل فرانسه تا نواحی زیر قطبی) اندازه‌گیری کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان کادمیوم در گونه‌های صید شده از نواحی زیرقطبی به طور معنی‌داری بیشتر از سواحل فرانسه می‌باشد (۷). در ادامه مطالعات، Prafulla و همکاران در سال ۲۰۰۱، به بررسی غلظت فلزات سنگین (جیوه، سرب، کادمیوم، نیکل، کبالت، کروم، آهن، مس و روی) در دو گونه اسکوئید *Loligo*

Archive of SID

www.SID.ir

duvauceli و *Doryteuthis sibogae* از سه ناحیه مهم در جنوب غربی سواحل هند پرداختند (۱۷). براساس نتایج این بررسی، میانگین غلظت فلزات سمی در بافت عضله این دو گونه بترتیب عبارتند از: جیوه < ۰/۰۵، ۰/۰۷؛ کادمیوم = ۰/۵۵، ۰/۸۹؛ سرب = ۰/۹۹، ۰/۸۹؛ کروم = ۰/۷۲، < ۰/۴۵؛ نیکل = ۰/۴۵، ۰/۱۹ میکروگرم بر گرم. که تمامی آنها در محدوده مقادیر مجاز تعیین شده می‌باشند. هرچند در مواردی مقادیر برخی فلزات مانند کادمیوم، روی و مس بالاتر از حد مجاز مشاهده شد. همچنین غلظتهای قابل توجهی از فلزات در آبشش و مرکب گزارش شد. در گونه *L.duvauceli* با افزایش اندازه اسکوئید میزان غلظت کادمیوم نیز افزایش یافته بود. همچنین در کبد، غلظت کادمیوم، مس و روی همبستگی معنی‌داری با طول بدن داشت (۱۷). همچنین Storelli و همکاران در سال ۲۰۰۶، میزان تجمع کادمیوم و جیوه را در عضله و هپاتوپانکراس گونه‌های مختلف سرپایان اندازه‌گیری کردند. نتایج نشان داد که میزان کادمیوم در هپاتوپانکراس به مراتب بیشتر از عضله می‌باشد درحالی که میزان جیوه موجود در هپاتوپانکراس تقریباً دو برابر عضله بود (۲۰). در همین راستا، Bustamante و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸، غلظت ۱۴ عنصر کمیاب را در اسکوئیدهای صید شده از آبهای شمال اسپانیا و جنوب مدیترانه مورد سنجش قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین غلظت عناصر در غدد گوارشی و هپاتوپانکراس این گونه می‌باشد (۹).

در مورد تحقیقات صورت گرفته در ایران نیز می‌توان به مطالعه شهریاری در سال ۱۳۸۲، به منظور اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی دو گونه از ماهیان شوریده و سرخو ماهیان خلیج فارس اشاره کرد. طبق نتایج به دست آمده میانگین غلظت سرب، کروم، کادمیوم و نیکل در بافت خوراکی ماهی سرخو به ترتیب ۰/۴۴۲، ۰/۳۳۳، ۰/۰۶۳ و ۰/۳۲۲ میکروگرم بر گرم برحسب وزن خشک ماهی و در ماهی شوریده به ترتیب ۰/۴۸، ۰/۰۶۲، ۰/۰۶۴ و ۰/۴۸ میکروگرم بر گرم برحسب وزن خشک ماهی بود. اگرچه میانگین غلظت فلزات در ماهیان شوریده و سرخو از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی کمتر بود، ولی مقدار سرب، کادمیوم، کروم و نیکل به ترتیب در ۲۷، ۸، ۳ و ۲۵ درصد نمونه‌های مورد مطالعه از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی بیشتر بود (۲). در مطالعه‌ای دیگر ناصری و همکاران در سال ۱۳۸۴، در سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیم) در بافتهای خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز در سواحل بوشهر اشاره کرد. نتایج حاصل بیانگر غلظت بیشتر این عناصر در بافتهای غیرخوراکی نسبت به بافت خوراکی عضله بود. در اغلب موارد در جذب و تجمع عناصر سنگین بین عضله ماهیان نر و ماده تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌شود. همچنین بین رده‌های وزنی و طولی ماهیان در جذب و تجمع برخی عناصر سنگین اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (۳).

جدول۱- نتایج حاصل از زیست سنجی گونه‌ها

گونه	نسبت جنسی(ماده:نر)	پارامتر	وزن کل (gr)	طول مانتل (mm)	طول کل (mm)
ماهی مرکب ببری n=۳۰	۱:۱	میانگین±SE	۱۶۹/۹۰±۳۹/۹۱	۱۰۴/۳۳±۷/۳۹	۳۲۹/۸۳±۲۳/۷۴
اسکوئید هندی n=۳۰	۱:۵	میانگین±SE	۷۰/۳۷±۵/۰۳	۱۲۱/۶۶±۳/۶۳	۳۰۶/۸۳±۸/۴۰

Archive of SID
www.SID.ir

مواد و روشها

نمونه برداری در دی ماه ۱۳۸۷ در آبهای دور از ساحل استان هرمزگان (حدفاصل بین جزیره قشم تا کیش) به روش صید ترال کف انجام گرفت. از هر گونه تعداد ۳۰ عدد صید و بلافاصله در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد منجمد گردید و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌ها پس از شستشو با آب مقطر، بیومتری شده بنابراین طول کل و طول مانتل آنها با استفاده از تخته بیومتری و وزنشان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم محاسبه گردید (جدول۱). جهت تهیه بافتهای مورد نیاز ابتدا نمونه‌ها را کالبد شکافی نموده و پس از تعیین جنسیت، بافتهای مورد محاسبه، شامل عضله و هپاتوپانکراس جداسازی و مقدار معینی از هر بافت توزین گردید. پس از تعیین وزن تر، آنها را در پلیتهای مخصوص قرار داده و به مدت ۴۸ ساعت در داخل فریز درایر (در دمای ۶۰- درجه سانتی گراد) قرار داده شدند تا رطوبت خود را از دست داده و کاملاً خشک شوند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از مخلوط‌کن و هاون چینی به صورت پودر درآورده شد. برای همگن ساختن نمونه‌ها، از الک ۲۳۰ میکرون عبور داده شد. پودر آماده شده تا زمان هضم شیمیایی نمونه‌ها در ظروف پلی اتیلنی در بسته نگهداری می گردد.

هضم شیمیایی نمونه‌ها: برای هضم شیمیایی نمونه‌ها از ترکیب اسید نیتریک و اسید پرکلریک استفاده شد. برای این کار ابتدا مقدار ۱ گرم از هر نمونه را توزین و داخل یک بشر پلی اتیلنی قرار داده و به میزان ۴ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۰ درصد و ۱ میلی لیتر اسید پرکلریک ۷۰ درصد به آن اضافه گردید. سپس ظروف پلی‌اتیلنی به مدت ۲ ساعت بر روی حمام بن ماری با درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا عمل هضم انجام پذیرد (۱۲). پس از اتمام مراحل هضم، محلول با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ و قیف پلی اتیلنی در بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری صاف گردیده و نهایتاً با استفاده از آب دیونیزه حجم محلول به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد. جهت تعیین غلظت کادمیوم در نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی GBC مدل Sens استفاده شد.

کنترل کیفی: برای بالا بردن میزان دقت آزمایش و کاهش میزان خطا تمام ظروف مورد استفاده در نمونه‌برداری، هضم و نگهداری نمونه‌ها از قبل به مدت ۲۴ ساعت داخل اسید نیتریک رقیق قرار داده شد و سپس با آب مقطر شستشو و خشک گردید. همچنین در هنگام هضم علاوه بر نمونه های اصلی، در هر سری هشت تایی در حمام بن ماری یک نمونه شاهد در کنار سایر نمونه ها همانند نمونه های آزمایشی تهیه می‌شد.

جهت سنجیدن صحت روش اندازه‌گیری، برای تعدادی از نمونه‌ها عمل بازیابی صورت گرفت و عدد ۹۸ تا ۱۰۵ درصد به عنوان عدد بازیابی تعیین گردید که صحت روش استفاده شده را تأیید می‌کند.

تجزیه و تحلیل آماری: جهت تجزیه تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS۱۱/۵ استفاده گردید. آزمون Kolmogrov-Smirnov برای بررسی نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. بررسی رابطه همبستگی دو فلز با آزمون همبستگی داده‌های نرمال Pearson انجام شد. با توجه به نرمال بودن داده‌ها برای مقایسه غلظت عناصر در بافتهای یک گونه از آزمون T-Test جفتی و برای مقایسه عناصر در دو گونه آزمون T-Test غیرجفتی استفاده شد. برای مقایسه غلظت عناصر با استانداردهای جهانی نیز از آزمون One- Sample T Test استفاده گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excell ۲۰۰۷ استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که میانگین غلظت کادمیوم در عضله ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۳۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک (جدول۲) و

a

Archive of SID
www.SID.ir

در هپاتوپانکراس ۴۱۷/۲۲ و ۲۵/۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک بود (جدول۳). همچنین براساس نتایج به دست آمده، بیشترین میزان کادمیوم در هپاتوپانکراس ماهی مرکب و کمترین میزان آن در عضله اسکوئید هندی مشاهده شد.

جدول۲- غلظت کادمیوم در عضله ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک

گونه	SE±میانگین	حد اقل	حداکثر
ماهی مرکب	۰/۵۸±۰/۰۷	۰/۰۲	۱/۵۵
اسکوئید	۰/۳۵±۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۸۷

جدول۳- غلظت کادمیوم در هپاتوپانکراس ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی بر حسب میکروگرم در گرم وزن خشک

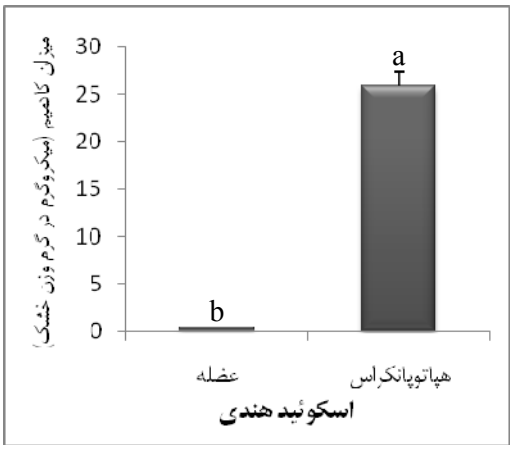
گونه	SE±میانگین	حداقل	حداکثر
ماهی مرکب	۴۱۷/۲۲±۵۶/۸۹	۴۳/۴۵	۱۱۵۹/۵
اسکوئید	۲۵/۹±۱/۴۲	۱۲	۴۱/۸۴

نتایج آزمون T جفتی بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($P<۰/۰۰۱$) بین غلظت کادمیوم در بافت عضله و هپاتوپانکراس هر کدام از گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۱و۲). همچنین مقایسه غلظت کادمیوم در بافتهای دو گونه نشان داد که اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) بین غلظت این فلز در بافتهای دو گونه وجود دارد (شکل۳و۴).

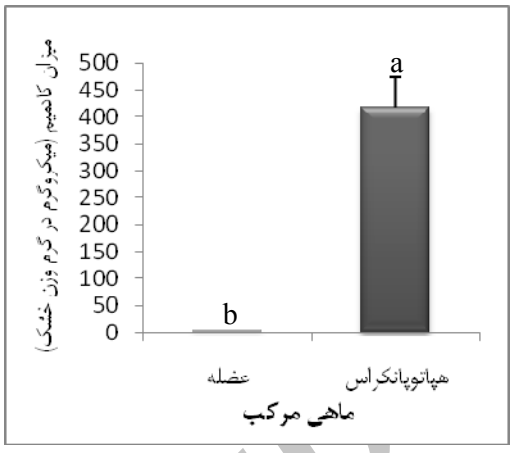
عوامل مختلفی از قبیل وضعیت فیزیولوژیک، عادات غذایی، ژنتیک، اندازه و همچنین شرایط زیست محیطی بر تجمع عناصر سنگین در بافتهای مختلف بدن آبزیان مؤثرند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان کادمیوم در هر دو گونه در هپاتوپانکراس بسیار بالاتر از عضله می‌باشد که مشابه با نتایج سایر محققان می‌باشد (۹). در همین راستا، Pereira و همکارانش در سال ۲۰۰۹، مقادیر عناصر ضروری وغیرضروری در بافتهای مختلف گونه *Sepia officinalis* را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آنها نیز نشان داد که میزان تجمع عناصر در هپاتوپانکراس بیشتر از بافت عضله می‌باشد (۱۵). هر کدام از این مطالعات مقادیر متفاوتی از کادمیوم را در سرپایان گزارش کرده‌اند ولی نکته حائز اهمیت در تمامی این تحقیقات، قابلیت بالای سرپایان در تجمع کادمیوم در هپاتوپانکراس آنها حتی در مناطقی با آلودگی کم می‌باشد (۸و۱۴). گاهی در برخی گونه‌های سرپایان میزان کادمیوم تجمع یافته در هپاتوپانکراس ۹۸ درصد از کل کادمیوم بدن می‌باشد. غلظتهای بسیار بالای کادمیوم در بافتهای سرپایان برای اندامها سمی خواهد بود مگر اینکه یک مکانیسم ذخیره-سازی و سم‌زدایی مؤثر وجود داشته باشد. هپاتوپانکراس یکی از مهم‌ترین اندامها برای تجمع، تجزیه و کاهش سمیت فلزات در نرم‌تنان می‌باشد در نتیجه می‌توان گفت که این اندام نقش عملکردی مهمی در متابولیسم کادمیوم در سرپایان دارد (۱۶،۸).

با مقایسه دو گونه از لحاظ میزان غلظت کادمیوم در بافتهای آنها نیز مشخص گردید که غلظت کادمیوم در عضله و هپاتوپانکراس ماهی مرکب ببری به مراتب بیشتر از اسکوئید هندی می‌باشد. به طور کلی تفاوت غلظت عناصر در گونه‌های مختلف ممکن است به فاکتورهای زیادی از قبیل رژیم غذایی، زیستگاه، فعالیت متابولیکی و رفتار گونه و یا ناشی از تفاوت اندازه و سن گونه‌ها باشد (۶). به نظر نمی‌رسد اختلاف در میانگین داده‌های دو گونه مربوط به عادات غذایی آنها باشد زیرا دو گونه دارای عادات غذایی تقریباً مشابهی می‌باشند. ماهی مرکب ببری گونه‌ای بنتیک و اسکوئید هندی گونه‌ای بنتوپلاژیک می باشد، براساس تحقیقات مختلف گونه‌های بنتیک به واسطه نزدیکی به رسوبات کف و غلظت بالای فلزات سنگین در این ناحیه، در معرض جذب بیشتری از فلزات سنگین نسبت به گونه‌های اعماق بالاتر می‌باشند از این رو می توان یکی از دلایل اختلاف غلظت و بالا بودن غلظت عناصر در ماهی مرکب نسبت به اسکوئید را به بنتیک بودن این گونه نسبت داد(۴و۱۸).

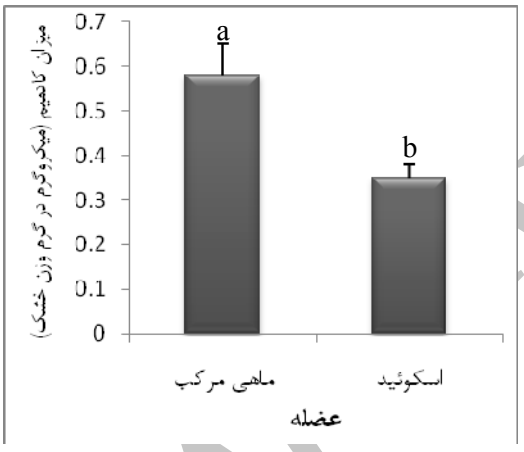
Archive of SID
www.SID.ir



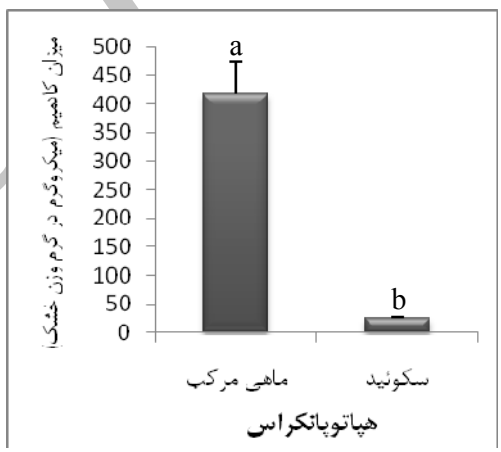
شکل۱- میزان غلظت کادمیوم در عضله و هپاتوپانکراس اسکوئید هندی



شکل۲- میزان غلظت کادمیوم در عضله و هپاتوپانکراس ماهی مرکب ببری



شکل۳ میزان غلظت کادمیوم در عضله ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی



شکل۴- میزان غلظت کادمیوم در هپاتوپانکراس ماهی مرکب ببری و اسکوئید هندی

* حروف a و b بر روی نمودار نشان دهنده اختلاف معنی دار می‌باشد.

مقایسه غلظت فلز کادمیوم در ماهی مرکب با استانداردهای جهانی نشان داد که غلظت این فلز در این گونه به طور معنی‌داری بالاتر از حد استاندارد WHO =۰/۱ µg/g (World Health Organization) و EFSA =۰/۱ µg/g (European Food Safety Authority) می‌باشد. آلودگی منطقه خلیج فارس و نیز قابلیت بالای گونه‌های سرپایان در تجمع کادمیوم در هپاتوپانکراس آنها می تواند از عوامل بالا بودن غلظت کادمیوم در این گونه باشد. در اکثر مطالعات صورت گرفته بر روی گونه‌های مختلف سرپایان به خصوص ماهی مرکب، غلظتهای بسیار بالایی از کادمیوم در این گونه‌ها گزارش شده است (۱۴،۷و۱۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر و سایر مطالعات صورت

www.SID.ir

گرفته در این زمینه، می‌توان گفت که کادمیوم نیز همانند سایر فلزات سنگین می‌تواند به مقدار زیادی در بدن سرپایان مخصوصاً در بافت هپاتوپانکراس آنها تجمع یابد. بالا بودن غلظت فلزات به خصوص کادمیوم در این گونه‌ها نشان از آلودگی این منطقه به فلزات سنگین بوده و خطرات ناشی از آن سلامت آبزیان و مصرف کنندگان را تهدید می‌کند. سرپایان یکی از گونه‌های کلیدی و دارای اهمیت اکولوژیکی در اکوسیستمهای دریایی محسوب می شوند که در گستره وسیعی از زیستگاههای دریایی (آبهای ساحلی تا اعماق اقیانوس‌ها) یافت می‌شوند. سرپایان نقش مهمی را در اکوسیستمهای دریایی به عنوان طعمه و شکارچی دارند. آنها یکی از اجزای اصلی زنجیره غذایی در دریاها هستند که توسط شکارچیان سطوح بالایی زنجیره غذایی مانند ماهیهای بزرگ و سایر موجودات خورده می‌شوند. بنابراین آلودگی اکوسیستمهای دریایی با انواع آلاینده‌ها مانند فلزات سنگین و تجمع آن در بدن آبزیان، باعث انتقال آلودگی به سطوح بالای زنجیره غذایی و به خطر افتادن سلامتی آبزیان و حتی انسانها خواهد شد.

منابع

۱. اسماعیلی ساری، ع، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست، انتشارات نقش مهر، ۷۶۷ صفحه.

۲. شهریاری، ع، ۱۳۸۲. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم،کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۴، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، جلد۲: ۶۷-۶۵.

۳. ناصری، م. رضایی، م. عابدی، ع. و افشار نادری، ا. ۱۳۸۴. سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیم) در بافتهای خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر، مجله علوم دریایی ایران، جلد۳: ۶۷- ۵۹.

4. Amin, B., Ismaeil, A., Arshad, A., Yap, C.K., and Kamarundin, M.S., 2009. Gastropod Assemblages as Indicators of Sediment Metal Contamination in Mangroves of Dumai Sumatra, Indonesia, *Water Air and Soil Pollution*, Vol. 201: 9-11.

5. Blevins, R.D., and Pancorbo, O.C., 1986. Metal Concentration in Muscle of Fish From Aquatic System in East Tennessee, U.S.A. Water, Air and Soil Pollution, Vol. 29: 361-371.

6. Burger, J., and Gochfeld, M., 2005. Heavy Metals in Commercial Fish in New Jersey, *Journal of Environmental Research*, Vol. 99: 403-412.

7. Bustamante, P., Caurant, F., Fowler, S.W., and Miramand, P., 1998. Cephalopods as a Vector for the Transfer of Cadmium to Top Marin predators in the North-east Atlantic Ocean. The Science of the Total Environment, Vol. 220: 71-80.

8. Bustamante, P., Cosson, R.P., Gallien, I., Caurant, F., and Miramand, P., 2002. Cadmium Detoxification Processes in the Digestive Gland of Cephalopods in Relation to Accumulated cadmium Concentrations. Marin Environmental Research, Vol. 53: 227-241.

9. Bustamante, P., Gonzalez, A.F., Rocha, F., Miramand, P., and Guerra, A., 2008. Metal and Metalloid concentrations in the Giant Squid *Architeuthis Dux* from Iberian Waters. Marin Environmental Research, Vol. 66: 278-287.

10. Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C., and Egwurugwu, J.N., 2007. Heavy Metal Pollution and Human Biotoxic Effects. International Journal of Physical Sciences, Vol. 2: 112-118.

11. Emami khansari, F., Ghazi khansari, M., and Abdollahi, M., 2005. Heavy Metals Content of Conned Tuna Fish. Food Chemistry, Vol. 93: 293-296.

12. Endo, T., Hisamichi, Y., Kimura, O., Haraguchi, K., and Baker, C.S., 2008. Contamination Levels of Mercury and Cadmium in Melon-Head Whales (*Peponocefala electra*) from a Mass Stranding on Japaneas Coast. Journal of Environmental Pollution, Vol. 135: 163-170.

13. Junior, R.G.S.L., Araujo, F.G., Maia, M.F., and Pinto, A.S.S.B., 2002. Evaluation of Heavy Metals in Fish of the Sepetiba and Ilha Grande Bays, Rio de Janeiro, Brazil. Environmental Research, Vol. 89: 171-179.

14. Miramand, P., and Bentley, D., 1992. Concentration and Distribution of Heavy Metals in Tissuse of Two Cephalopods,

Archive of SID
www.SID.ir

Eledone cirrhosa and *Sepia officinalis,* From the French Coast of the English channel. Marin Biology, Vol. 114: 407-414.

15. Pereira, P., Raimundo, J., Vale, C., and Kadar, E., 2009. Metal Concentrations in Digestive Gland of Portugal. Science of the Total Environment, Vol. 407: 1080-1088.

16. Pierce, G.J., Stowasser, G., Hastie, L.C., and Bustamante, P., 2008. Geographic, Seasonal and Ontogenetic Variation in Cadmium and Mercury Concentrations in Squid (Cephalopodas: *Teuthoidea*) from UK Waters. Ecotoxicology and Environmental Saftey, Vol. 70: 422-432.

17. Prafulla, V., Francis, L., and Lakshmanan, P.T., 2001. Concentration of Trace Metals in the Squids, *Loligo duvauceli* and *Doryteuthis sibogae* Caught from the Southwest Coast of India. Asian Fisheries Science, Vol. 14: 399-410.

18. Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z., and Barelli, M.G., 1999. Heavy Metal Distribution in Different Fish Species from the Mauritania Coast, *The Science of the Total Environment*, Vol. 232: 169-175.

19. Raimundo, J., Vale, C., Duarte, R., and Moura, I., 2008. Sub-cellular Partitioning of Zn, Cu, Cd and Pb in the Digestive Gland of Native *Octopus vulgaris* Exposed to Different Metal Concentrations (Portugal). Science of the Total Environment, Vol. 390: 410-416.

20. Storelli, M.M., Giacominelli-Stuffler, R., Storelli, A., and Marcotrigiano, G.o., 2006. Cadmium and Mercury in Cephalopod Molluscs: Estimated Weekley Intake. Food Additives and Contaminants, Vol. 23: 25-30.

Measurement and comparison of cadmium concentration in muscle and hepatopancreas tissues of *Sepia pharaonis* and *Uroteuthis duvauceli* from the Persian Gulf

Asvad S.R.[1], Esmaili Sari A.[1], Valinasab T.[2]

[1] Environmental Science Dept., Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of Iran

[2] Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, I.R. of Iran

Abstract

In this study, Cadmium concentration was measured in the muscle and hepatopancreas tissues of *Sepia pharaonis* and *Uroteuthis duvauceli*. In order to conduct the present research thirty individuals of each species were collected from the offshore waters of Hormozgan in January 2009. Bottom trawl fishing methods have been performed.

Mixture of Nitric and Perchloric Acid were used for chemical digestion of samples. Cadmium was determined by flame atomic absorption spectrophotometry. Based on the results, the average concentration of cadmium in muscle and hepatopancreas of *Sepia pharaonis* and *Uroteuthis duvauceli* were respectively 0.58, 417.22 µg/g and 0.35, 25.9 µg/g. The results showed that Cadmium concentration in hepatopancreas was significantly higher than muscle tissue in both species ($P<0.001$) so that the highest concentration of cadmium was detected in hepatopancres of *Sepia pharaonis*, which may be interpreted by its benthic life.

Keywords: Cadmium, Muscle, Hepatopancreas, *Sepia pharaonis, Uroteuthis duvauceli*

Archive of SID

www.SID.ir