

بررسی غلظت کادمیوم و سرب در دو گونه کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) و

کوسه چاکلب (*Carcharhinus dussumieri*) از کوسه ماهیان غالب خلیج فارس

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی غلظت کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) و کوسه چاکلب (*Carcharhinus dussumieri*) در سواحل بندرعباس در زمستان ۱۳۸۹ انجام گردید. غلظت کادمیوم و سرب با دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer ۸۰۰ تعیین شد. میانگین (\pm SD) غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله کوسه چانه سفید به ترتیب $<0/02$ و $0/13 \pm 0/02$ و کوسه چاکلب به ترتیب $<0/02$ و $0/09 \pm 0/01$ میکروگرم بر گرم وزن تر بدست آمد، در حالی که میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت کبد کوسه چانه سفید به ترتیب $0/09 \pm 0/01$ و $0/40 \pm 0/03$ و کوسه چاکلب به ترتیب $0/06 \pm 0/01$ و $0/32 \pm 0/04$ میکروگرم بر گرم وزن تر بود. بین غلظت کادمیوم در بافت کبد و غلظت سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید با کوسه چاکلب اختلاف معنی‌داری بدست آمد ($P < 0/05$). غلظت کادمیوم در بافت کبد و میزان سرب در بافت‌های عضله و کبد هر دو گونه با متغیرهای زیستی طول چنگالی و وزن همبستگی معنی‌دار و مثبتی حاصل شد ($P < 0/05$). نتایج نشان داد تجمع فلزات سنگین به نوع عنصر، بافت، گونه و فعالیت‌های متابولیسمی بدن بستگی دارد. در این مطالعه، میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب بیشتر از حداقل استانداردهای ارائه شده توسط اتحادیه اروپا و کمیسیون مشترک WHO/FAO بدست آمد.

واژگان کلیدی: کادمیوم، سرب، کوسه چانه سفید، کوسه چاکلب، خلیج فارس.

احمد ترسلی^{۱*}

عباس اسماعیلی ساری^۲

تورج ولی نسب^۳

۱. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، نور، ایران

۲. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، استاد گروه محیط زیست، نور، ایران

۳. موسسه تحقیقات شیلات ایران، دانشیار بخش ارزیابی ذخایر، تهران، ایران

* مسئول مکاتبات:

atarassoli@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۸

مقدمه

استان هرمزگان به دلیل داشتن بیشترین مرز ساحلی و وجود صنایع مهم نظیر پالایشگاه هشتم نفت بندرعباس، مجتمع آلومینیوم المهدی، فولاد هرمزگان، پالایشگاه گاز سرخون، اسکله‌های شهید رجایی و باهنر و مجتمع کشتی‌سازی خلیج فارس از اهمیت بسزایی برخوردار است (خراسانی و همکاران، ۱۳۸۴).

با توجه به این که منابع شیلاتی بعد از منابع عظیم نفت و گاز، دومین منبع طبیعی ارزشمند و تجدید شدنی بوم سازگان خلیج فارس به شمار می‌رود (Valinassab, 2008)، بررسی غلظت فلزات سنگین در آبزیان این بوم سازگان ضروری است.

خلیج فارس به علت ویژگی‌های خاص خود مانند حجم کم آب، تنگی در گلوگاه هرمز، شوری آب، درجه حرارت بالا، عمق کم آب و وزش بادهای مختلف، از نظر اکولوژیک موقعیت حساس و

آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین در نتیجه فرآیندهای طبیعی (فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی در پوسته زمین) و یا فعالیت‌های انسانی پدید می‌آید (Maffucci; Garrett, 2000; et al., 2005). فلزات سنگین به ویژه کادمیوم و سرب از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌های آبی به شمار می‌روند. این فلزات به دلیل سرعت تجزیه پذیری زیستی پایین (Biodegradation) و حلالیت در چربی‌ها، قادر به بزرگنمایی و انتقال زیستی (Bioconcentration) در موجودات زنده بوده و در نهایت در گونه‌های راس هرم غذایی تغلیظ می‌یابند (Nunez- Noueria, 2005; Storelli et al., 2011). در معرض قرارگیری آبزیان به فلزات سنگین موجب بروز علائمی از جمله اختلالات رفتاری، تولید مثلی، گردش خون و دستگاه گوارش می‌شود (Tominack et al., 2002).

زیست سنجی، برخی از خصوصیات ریختی و زیستی نظیر جنسیت (از طریق ظاهری با مشاهده یا عدم مشاهده کلاسر)، طول و وزن نمونه‌ها تعیین شدند. سپس از بافت‌های عضله و کبد نمونه‌برداری صورت گرفت و پس از کد گذاری در کیسه‌های پلاستیکی کوچک، تا دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد (Voegborlo and Akai, 2007) و به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس انتقال یافت. هر کدام از نمونه‌ها در آزمایشگاه با همزن برقی مخلوط و مقداری از مخلوط همگن بدست آمده در پتری دیش قرار داده شد. پس از توزین، با استفاده از دستگاه فریز درایر (مدل OPERON-OPR- FDU-7012) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۰- درجه سانتی‌گراد خشک شدند. نمونه‌ها پس از توزین مجدد با آسیاب برقی بصورت پودر درآورده شدند. برای آنالیز کادمیوم و سرب، از هر نمونه به میزان ۱ گرم از بافت پودر شده در ظروف پلی‌اتیلنی قرار گرفت. پس از اضافه کردن مخلوط اسیدنیتریک (HNO_3) و اسیدپرکلریک (HClO_4) (Endo et al., 2008) در حمام بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا زمانی که نمونه‌ها حالت ژله‌ای پیدا کردند. سپس محلول حاصله با استفاده از قیف پلی‌اتیلنی و کاغذ صافی در بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری با اسید نیتریک ۴ درصد به حجم رسانیده شد (Roger and John, 1994).

علاوه بر نمونه‌های هضم شده در هر مجموعه ۸ تایی در حمام بن ماری، ۱ نمونه شاهد نیز در کنار سایر نمونه‌ها تهیه شد. برای اندازه‌گیری کادمیوم و سرب از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مدل Perkin Elmer 800 استفاده شد. به منظور تهیه استاندارد محدود غلظت کادمیوم و سرب، آنالیز مقدماتی انجام و استاندارد مورد نیاز تهیه گردید. برای تعیین کنترل کیفی، بازیابی صورت گرفت که بر اساس آن بازیابی دستگاه در محدوده قابل قبول ۹۰ تا ۱۱۰ درصد سنجش شد.

نتایج حاصل با استفاده از نرم افزارهای اکسل، SPSS.ver17، آزمون‌های آماری T، آنالیز واریانس و رگرسیون خطی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ درصد ($\alpha=0/05$) تعیین شد.

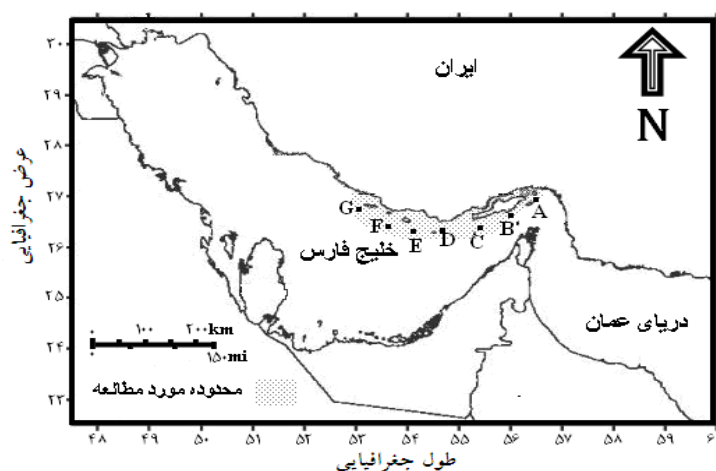
آسیب‌پذیری را به لحاظ آلودگی شکل داده است. مجموع این شرایط موجب شده که تصفیه آلاینده‌ها به‌کندی صورت گیرد و از توانایی پالایش آن به‌نحو محسوسی کاسته شود (ابراهیمی و نیکویان، ۱۳۸۳؛ Pak and Farajzadeh, 2007؛ Agah et al., 2007). مشابه با این وضعیت مشخص شده است که خصوصیات هیدروگرافیکی دریای مدیترانه علت اصلی تجمع فلزات سنگین در طول زنجیره غذایی آن اکوسیستم است (Kuetting, 1994; Meadows, 1192).

کوسه‌ماهیان با داشتن حدود ۱۶/۷ درصد ترکیبات پروتئینی و ۳۶ درصد چربی سهم به‌سزایی در بهداشت و سلامت غذایی دارد (معینی و فرزانه، ۱۳۸۴). همانند پستانداران دریایی (Pauly, 1998; Das et al., 2003; Endo et al., 2008) و پرندگان دریایی (Hobson et al., 1994)، غلظت بالایی از فلزات سنگین در بافت‌های مختلف کوسه ماهیان انباشته می‌شود (Vas, 1991; Cornish et al., 2007; Powell and Powell, 2001; Endo et al., 2008; Storelli et al., 2011). به همین دلیل کوسه ماهیان به‌عنوان شاخص مناسبی از آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین به‌شمار می‌روند (Marcovecchio et al., 1991).

با توجه به این که کوسه چانه سفید (*Carcharhinus dussumieri*) و کوسه چاک‌لب (*Rhizoprion odonacutus*) از کوسه‌ماهیان غالب و شکارچی راس هرم غذایی خلیج فارس محسوب می‌شوند، مطالعه غلظت فلزات کادمیوم و سرب می‌تواند علاوه بر تعیین غلظت این عناصر در راس هرم غذایی بوم سازگان خلیج فارس، ارزش بهداشتی گونه را نیز مشخص نماید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب، تعداد ۴۷ نمونه از کوسه چانه سفید (۲۵ قطعه) و کوسه چاک‌لب (۲۲ قطعه) در طول گشت تحقیقاتی ارزیابی ذخایر آبزیان کف با استفاده از کشتی تحقیقاتی فردوس ۱ در زمستان ۱۳۸۹ در محدوده سواحل استان هرمزگان صید شدند (شکل ۱). نمونه برداری از ۷ ایستگاه در سواحل هرمزگان صورت گرفت (جدول ۱). در مطالعات



شکل ۱: محدوده‌های نمونه برداری در سواحل استان هرمزگان

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری در سواحل استان هرمزگان در سال ۱۳۸۹

نقاط نمونه برداری	A	B	C	D	E	F	G
شمال	۲۶°۵۴'	۲۶°۳۵'	۲۶°۲۶'	۲۶°۲۷'	۲۶°۲۱'	۲۶°۳۶'	۲۶°۵۷'
شرق	۵۶°۳۴'	۵۵°۶۰'	۵۵°۲۳'	۵۴°۳۰'	۵۴°۳۴'	۵۳°۳۵'	۵۳°۰۲'

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی و غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب به طور خلاصه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: نتایج حاصل از زیست سنجی و سنجش فلزات سنگین کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) و کوسه چاکلب (*Carcharhinus dussumieri*) در سال ۱۳۸۹ (SD± میانگین)

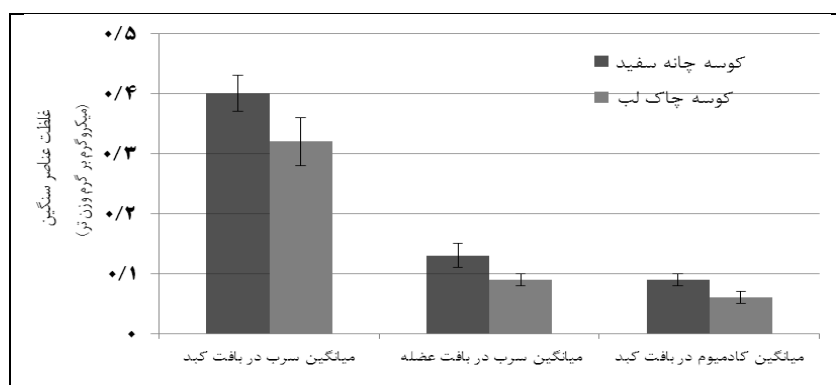
گونه	تعداد	وزن (کیلوگرم)	طول چنگالی (متر)	کادمیوم (میکروگرم بر گرم وزن تر)	سرب (میکروگرم بر گرم وزن تر)
				عضله	کبد
کوسه چانه سفید	۲۵	۲/۷۵±۱/۶۴	۷۶/۸۹±۱۳/۲۸	nd	۰/۰۹±۰/۰۱
نر	۱۴	۲/۱۸±۱/۳۱	۷۵/۰۱±۱۳/۹۳	nd	۰/۰۸±۰/۰۲
ماده	۱۱	۳/۵۴±۱/۸۸	۷۹/۲۸±۱۳/۵۷	nd	۰/۱۰±۰/۰۱
کوسه چاکلب	۲۲	۲/۱۸±۱/۱۷	۷۳/۳۸±۱۱/۱۳	nd	۰/۰۶±۰/۰۱
نر	۱۲	۱/۸۸±۱/۰۲	۷۲/۰۶±۱۰/۲۶	nd	۰/۰۶±۰/۰۱
ماده	۱۰	۲/۵۴±۱/۳۰	۷۴/۹۷±۱۲/۴۷	nd	۰/۰۶±۰/۰۲

nd: زیر حد تشخیص (۰/۰۲ میکروگرم بر گرم وزن تر)

بررسی غلظت کادمیوم و سرب در دو گونه کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) و ...

مقایسه میانگین فلزات کادمیوم و سرب تجمع یافته در بافت‌های عضله و کبد نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در بین این دو بافت است ($P < 0.05$). همچنین نتایج آماری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین غلظت کادمیوم در بافت کبد و غلظت سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید با کوسه چاک لب وجود دارد ($P < 0.05$) (شکل ۲).

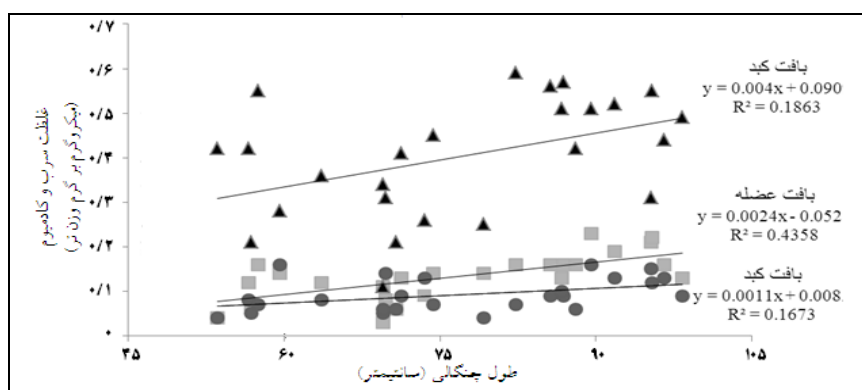
کادمیوم تجمع یافته در بافت کبد کوسه چانه سفید بین مقادیر $0.16 - 0.3$ میکروگرم بر گرم وزن تر و در کوسه چاک لب بین $0.14 - 0.4$ میکروگرم بر گرم وزن تر متغیر بود. از طرفی حداکثر و حداقل غلظت سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید به ترتیب $0.23 - 0.3$ و $0.59 - 0.11$ و در کوسه چاک لب به ترتیب $0.13 - 0.07$ و $0.51 - 0.25$ میکروگرم بر گرم وزن تر بدست آمد.



شکل ۲: مقایسه میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) با کوسه چاک لب (*Carcharhinus dussumieri*) در سال ۱۳۸۹

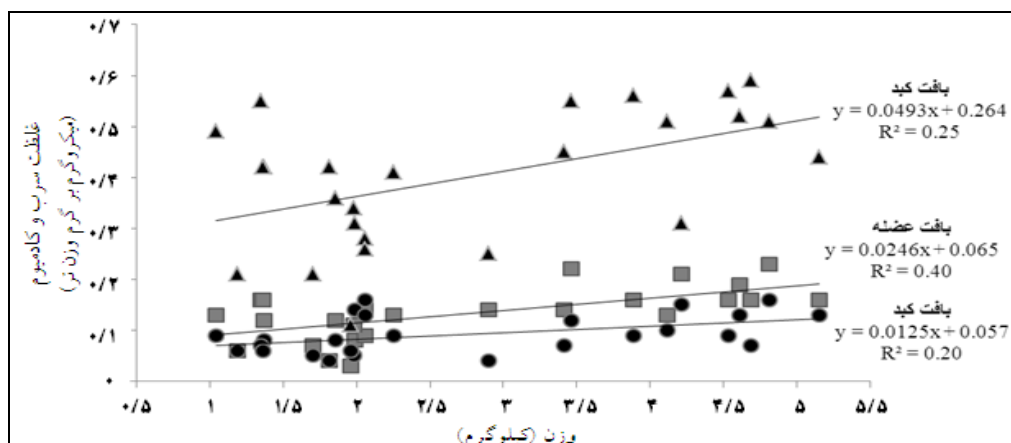
در این مطالعه غلظت کادمیوم تجمع یافته در بافت کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاک لب با متغیرهای زیستی طول چنگالی (به ترتیب $R^2 = 0.43$, $P < 0.05$; $R^2 = 0.18$, $P < 0.05$) و وزن (به ترتیب $R^2 = 0.40$, $P < 0.05$; $R^2 = 0.25$, $P < 0.05$) و همچنین در بافت عضله و کبد کوسه چاک لب با طول چنگالی (به ترتیب $R^2 = 0.45$, $P < 0.05$; $R^2 = 0.25$, $P < 0.05$) و وزن (به ترتیب $R^2 = 0.47$, $P < 0.05$; $R^2 = 0.36$, $P < 0.05$) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد (اشکال ۳، ۴، ۵ و ۶).

در این مطالعه غلظت کادمیوم تجمع یافته در بافت کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاک لب با متغیرهای زیستی طول چنگالی (به ترتیب $R^2 = 0.16$, $P < 0.05$; $R^2 = 0.05$, $P < 0.05$) و وزن (به ترتیب $R^2 = 0.20$, $P < 0.05$; $R^2 = 0.16$, $P < 0.05$) و همبستگی مثبت و معنی‌داری از خود نشان داد. از طرفی آنالیز همبستگی نشان داد که میزان سرب در بافت عضله و کبد کوسه چانه سفید با طول چنگالی (به ترتیب

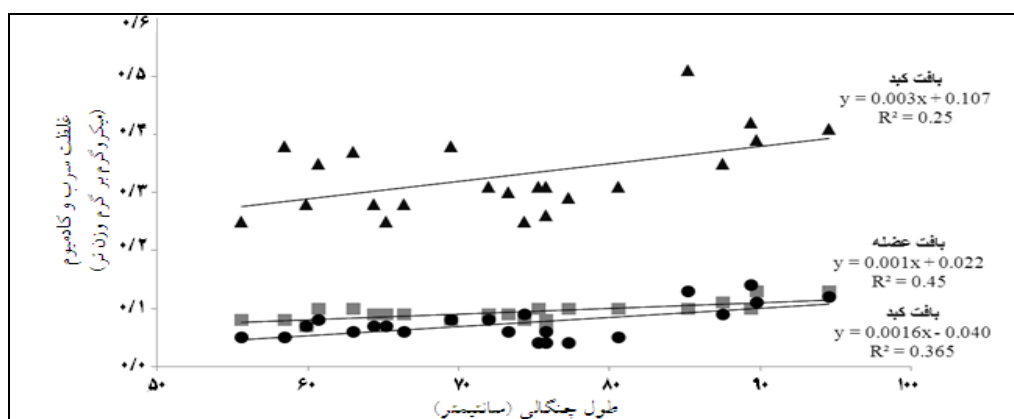


شکل ۳: ارتباط غلظت فلزات کادمیوم ● و سرب ▲ / ■ در بافت‌های عضله و کبد با طول چنگالی

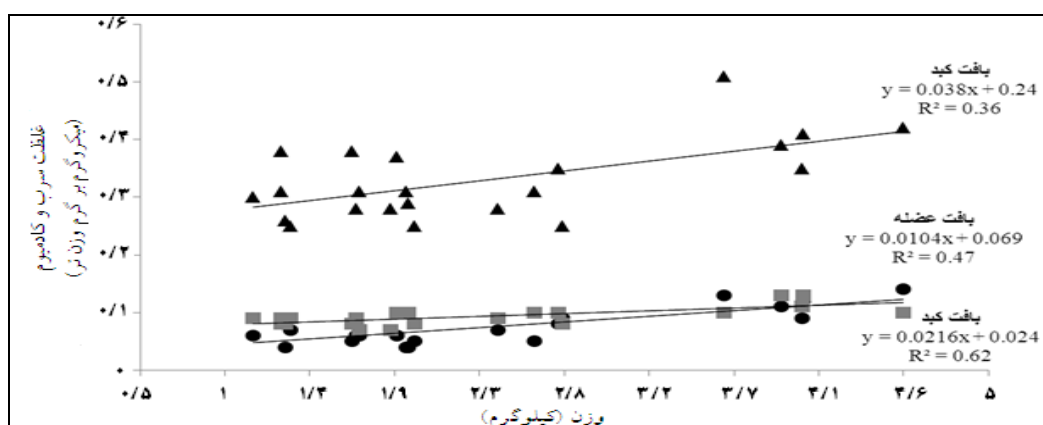
کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) در سال ۱۳۸۹



شکل ۴: ارتباط غلظت فلزات کادمیوم ● و سرب ▲ / ■ در بافت های عضله و کبد با وزن کوسه چانه سفید (*Rhizoprion odonacutus*) در سال ۱۳۸۹



شکل ۵: ارتباط غلظت فلزات کادمیوم ● و سرب ▲ / ■ در بافت های عضله و کبد با طول چنگالی کوسه چاک لب (*Carcharhinus dussumieri*) در سال ۱۳۸۹



شکل ۶: ارتباط غلظت فلزات کادمیوم ● و سرب ▲ / ■ در بافت های عضله و کبد با وزن کوسه چاک لب (*Carcharhinus dussumieri*) در سال ۱۳۸۹

مطالعه با یکدیگر مقایسه شدند و هیچ گونه اختلاف معنی داری را از خود نشان ندادند ($P < 0/05$).

در این مطالعه اختلاف معنی داری بین متغیرهای طول چنگالی و وزن در جنس نر با جنس ماده در دو گونه وجود نداشت ($P < 0/05$). میانگین غلظت کادمیوم و سرب تجمع یافته در بافت‌های عضله و کبد دو جنس نر و ماده کوسه ماهیان مورد

بحث و نتیجه گیری

غلظت $0/1-0/5$ میکروگرم بر گرم، توازن رفتاری گونه‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه به ترتیب ۲۶ و ۱۲ درصد از نمونه‌های بافت کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب در دامنه غلظت $0/1-0/5$ میکروگرم بر گرم بودند. مطالعات انجام شده بر روی ۱۱ گونه از ماهیان نیوجرسی آمریکا مشخص گردید که میزان سرب در برخی از این گونه‌ها در محدوده $0/1-0/5$ میکروگرم بر گرم است. با توجه به این که اکثر گونه‌های مورد مطالعه در سطوح میانی زنجیره غذایی قرار داشتند، بروز مخاطرات رفتاری در گونه‌ها و همچنین خطرات ناشی از مصرف آنها توسط شکارچیان زنجیره غذایی مورد تاکید قرار گرفت (Burger and Gochfeld, 2005).

در معرض قرارگیری آبزیان به فلزات سنگین، علاوه بر ایجاد اثرات نامطلوب در گونه، می‌تواند برای شکارچیان سطوح بالاتر غذایی و همچنین جوامع انسانی مصرف کننده آنها نیز مخاطره آمیز باشد (Eisler, 1985). زمانی که ماهیان با سطوح $0/1$ میکروگرم بر گرم کادمیوم در رژیم غذایی مواجه شوند، اثرات نامطلوب کادمیوم مشهود می‌گردد (Burger and Gochfeld, 2005). پرندگان دریایی نسبت به پستانداران دریایی حساسیت کمتری به کادمیوم در رژیم غذایی شان دارند، اما مواجه شدن با غلظت 1 میکروگرم بر گرم می‌تواند اثرات مضرى به همراه داشته باشد (Eisler, 1985).

جهت ارزیابی ریسک مخاطرات ناشی از مصرف فرآورده‌های دریایی در جوامع انسانی، مطالعه فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان نسبت به سایر بافت‌ها ارجح بوده است (Spry and Wiener, 1991). در این مطالعه میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب پایین تر از حداقل استانداردهای تعیین شده مجامع بین المللی جهت مصرف است (جدول ۳).

در این مطالعه به ترتیب ۳۲ و ۱۳ درصد از نمونه‌های بافت کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب دارای غلظتی بالاتر از $0/1$ میکروگرم بر گرم کادمیوم می‌باشند. غلظت کادمیوم در بافت عضله کوسه ماهیان مورد مطالعه کمتر از غلظت $0/1$ میکروگرم بر گرم است. همچنین سرب یک نوروٹوکسین است که موجب بروز اثرات نامطلوب رفتاری، کاهش بقاء، نرخ رشد و فعالیت‌های متابولیسمی در آبزیان می‌شود (Burger and Gochfeld, 1997; Weber and Dingel, 2000). سطح 50 میکروگرم بر گرم سرب در رژیم غذایی می‌تواند ناهنجاری‌های تولیدمثلی در برخی از شکارچیان زنجیره غذایی به وجود آورد، در حالی که

جدول ۳: حد استاندارد تعیین شده غلظت کادمیوم و سرب (میکروگرم بر گرم وزن تر) در مجامع جهانی

عناصر	دامنه استانداردهای بین المللی	FAO/WHO (2003)	اتحادیه اروپا (۲۰۰۸)
کادمیوم	۰/۰۵-۲	۰/۵	۰/۰۵
سرب	۰/۵-۱۰	۰/۲	۰/۳۰

بافت کبد در مقایسه با بافت عضله، میزان بیشتری فلزات سنگین را در خود جای می‌دهد. به عبارتی دیگر بافت کبد مهم‌ترین مرکز تجمع فلزات سنگین به‌شمار می‌رود. به همین دلیل از این بافت

نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت تجمع یافته کادمیوم و سرب در بافت کبد هر دو گونه بالاتر از میانگین غلظت این عناصر در بافت عضله است. مطالعات نشان داده است که

نتایج مشابهی در ارتباط با افزایش غلظت فلزات سنگین کادمیوم و سرب با اندازه و وزن بدن در ماهیان (Canli and Atli, 2003; Nussey et al., 2000) و کوسه ماهیان (Nunez-Endo et al., 2006) گزارش شده است. تجمع زیستی فلزات سنگین نظیر کادمیوم و سرب در کوسه ماهیان نه تنها با اندازه بدن، بلکه با گونه، جنس، رفتارهای تغذیه‌ای، زیستگاه و فصل نیز متفاوت است (Turoczy et al., 2000; Mc Means et al., 2007). در این مطالعه میانگین غلظت کادمیوم و سرب در کوسه چانه سفید بیشتر از کوسه چاکلب بدست آمد. همچنین میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله و کبد این دو گونه قابل مقایسه با میانگین غلظت این فلزات در سایر کوسه ماهیان است (جدول ۴). علت بالا بودن غلظت کادمیوم در کوسه *Sphyrna zygaena*، رفتارهای تغذیه‌ای گونه بیان شد. بررسی محتوای معده نشان داد که ارجحیت غذایی این گونه، سرپایان (Cephalopods) است (Storelli et al., 2003). از طرفی مشخص گردید که کادمیوم به مقدار زیادی در سرپایان تجمع می‌یابد که دلیل آن نه تنها به زنجیره غذایی، بلکه مربوط به خصوصیات فیزیولوژیکی آنها در قیاس با سایر گونه‌ها در جذب کادمیوم است. همچنین اسکویدها نیز منابع معنی‌داری از کادمیوم برای ماهیان شکارچی و پستانداران دریایی به‌شمار می‌روند (Das et al., 2003). بررسی محتوای معده کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب نشان داده است که بیشترین درصد آن را رژیم غذایی ماهی و در مرحله بعد شیخک (آخوندک) و میگو تشکیل می‌دهند. اسکویدها درصد بسیار کمی از رژیم غذایی این کوسه ماهیان را تشکیل می‌دهد (اسدی، ۱۳۷۵).

با توجه به عدم اختلاف اندازه بدن، زیستگاه و رفتارهای تغذیه‌ای کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب، به نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل تفاوت میانگین غلظت کادمیوم و سرب در دو گونه فعالیت‌های متابولیسمی است (Storelli et al., 2011).

به عنوان یک نشانگر زیستی مناسب جهت بررسی آلودگی اکوسیستم‌های آبی و زنجیره غذایی استفاده می‌شود (Endo et al., 2008; Braunbeck et al., 1990). از طرفی بافت کبد به مقدار فراوانی متالوتیونین سنتز می‌کند. متالوتیونین‌ها از جمله پروتئین‌های با وزن مولکولی کم هستند که فضای درون سلول را از فلزات واکنش دهنده با گروه‌های تیولی (مانند جیوه و کادمیوم) پاک می‌کنند. بدین ترتیب که پس از اتصال فلز سمی به متالوتیونین‌ها، این کمپلکس وارد میتوکندری می‌شود. این عمل موجب آزاد شدن یون فلزات ضروری مانند روی می‌گردد. یون روی به ناحیه پیش برنده ژن متالوتیونین متصل شده و سبب افزایش سنتز متالوتیونین می‌شود. در این حالت از غلظت یون روی کاسته شده، اما در عوض فلزات سمی مهار می‌شوند (Ngu and Stillman, 2006).

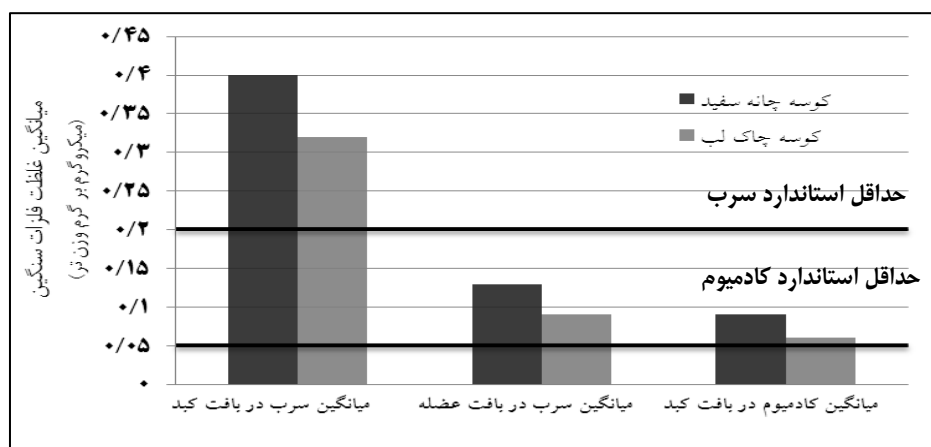
Mc Means و همکاران (۲۰۰۷) غلظت کادمیوم را در بافت کبد کوسه‌های *Somniosus pacificus* و *S. microcephalus* را به ترتیب $2/64 \pm 0/35$ و $3/91 \pm 0/44$ میکروگرم بر گرم گزارش دادند. در مطالعه انجام شده توسط Vas (۱۹۹۱)، میانگین غلظت سرب در کبد برخی از کوسه ماهیان نظیر *Etmopterus spinax* و *Prionace glauca* بالاتر از میانگین غلظت سرب بدست آمده در مطالعه حاضر بوده است (جدول ۴). این مطالعه نشان داد که با افزایش وزن، طول و به تبع آن بلوغ، میزان کادمیوم (در بافت کبد) و سرب (در بافت عضله و کبد) کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب بیشتر می‌شود. نرخ متابولیک پایین، طول عمر بالا و قرار گرفتن در راس هرم غذایی (Storelli and Turoczy et al., 2000)؛ (Marcotrigaiano, 2000) و از طرفی گرایش به تجمع زیستی، بالا بودن نیمه عمر و ماندگاری فلزات سنگین در بدن از دلایل عمده افزایش مقادیر آنها با افزایش وزن، طول و سن در کوسه ماهیان است (Szefer et al., 2003). در این مطالعه جنسیت تأثیری بر میزان عناصر سنگین کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاکلب نداشت.

جدول ۴: میانگین غلظت کادمیوم و سرب (میکروگرم بر گرم وزن تر) در بافت‌های عضله و کبد در برخی از کوسه ماهیان

منبع	سرب		کادمیوم		منطقه جغرافیایی	گونه
	عضله	کبد	عضله	کبد		
Vas, 1991	<۰/۱	۳/۷۵	۰/۲۵	۱/۷۶	شمال شرقی اقیانوس اطلس	<i>Etmopterus spinax</i>
Vas, 199)	<۰/۰۲	۱/۱۴	۰/۴۵	۰/۲۵	بریتانیا	<i>Prionace glauca</i>
Hornung et al., 1993	-	-	۰/۰۶	۱/۷۶	دریای مدیترانه	<i>Centrophorus granulosus</i>
Powell and Powell, 2001	۰/۱۶	-	۰/۰۱	-	اقیانوس آرام	<i>Rhizoprionodon acutus</i>
Storelli et al., 2003	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۰۳	۱۹/۷	دریای یونان	<i>Sphyrna zygaena</i>
Nunez-Noueira, 2005	۲/۵۱	۲/۸۹	۰/۳۵	۰/۰۶	اقیانوس اطلس	<i>Carcharhinus limbatus</i>
Nunez-Noueira, 2005	۳/۳۱	۱/۸۲	۰/۳۴	۳/۰۸	اقیانوس اطلس	<i>Rhioprionodon terraenovae</i>
Cornish et al., 2007	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۲۴	هنگ کنگ	<i>Chiloscyllium plagiosum</i>

بیشتر از حداقل استاندارد ارائه شده توسط کمیسیون مشترک سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان خوار و بار جهانی (FAO) (۰/۲ میکروگرم بر گرم) می‌باشد. در صورتی که میانگین غلظت سرب در بافت عضله هر دو گونه پایین‌تر از حد استاندارد مذکور جهت مصرف است (شکل ۷).

نتایج نشان داد میانگین غلظت کادمیوم در بافت کبد کوسه چانه سفید و کوسه چاک لب بیشتر از حداقل استاندارد ارائه شده توسط اتحادیه اروپا (۰/۰۵ میکروگرم بر گرم) است. همچنین میانگین غلظت سرب در نمونه‌های بافت کبد کوسه چانه سفید و چاک لب



شکل ۷: میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت‌های عضله و کبد کوسه چانه سفید

(*Rhizoprion odonacutus*) و چاک لب (*Carcharhinus dussumieri*) با استانداردهای جهانی

خراسانی، ن.، شایگان، ج. و کریمی شهری، ن.، ۱۳۸۴. بررسی غلظت فلزات سنگین (روی، مس، آهن، کرم و سرب) در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۴، صفحات ۸۶۹-۸۶۱.

معینی، س. و فرزانه، ع.، ۱۳۸۴. بررسی امکان تهیه فیش برگر از کوسه ماهیان خلیج فارس. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۴، صفحات ۱۱۵۱-۱۱۴۳.

منابع

ابراهیمی، م. و نیکویان، ع.، ۱۳۸۳. بررسی عوامل محیطی و روند تغییرات فصلی آنها در خلیج فارس (آب‌های محدوده استان هرمزگان). مجله علمی شیلات ایران، سال سیزدهم، شماره ۴، صفحات ۱۳-۱.

اسدی، ه.، ۱۳۷۵. بررسی زیستی کوسه ماهیان غالب در صید منطقه هرمزگان. وزارت جهاد سازندگی، مرکز تحقیقات شیلاتی دریای عمان، ۱۱۴ ص.

- Hobson, K. A., Piatt, J. F. and Pitocchelli, J., 1994.** Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *Animal Ecology*, 63: 786-798.
- Hornung, H., Krom, M. D., Cohen, Y. and Bernhard, M., 1993.** Trace metal content in deep-water sharks from the eastern Mediterranean-Sea. *Marine Biology*, 115: 331-338.
- Kuettling, G. A. F., 1994.** Mediterranean pollution. *Marine Policy*, 18: 233-247.
- Maffucci, F., Caurant, F., Bustamante, P. and Bentivegna, F., 2005.** Trace element (Cd, Cu, Hg, Se, Zn) accumulation and tissue distribution in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the Western Mediterranean Sea (southern Italy). *Chemosphere*, 58: 535-542.
- Marcovecchio, J. E., Moreno, V. J. and Perez, A., 1991.** Metal accumulation in tissues of sharks from the Bahia Blanca estuary, Argentina. *Marine Environmental Research*, 31: 263-274.
- Mc Means, B. C., Borga, K., Bechtol, W. R., Higginbotham, D. and Fisk, A. T., 2007.** Essential and non-essential element concentrations in two sleeper shark species collected in arctic waters. *Environmental Pollution*, 148 (1): 281-290.
- Meadows, P. S., 1992.** Pollution, conservation and the Mediterranean ecosystem. A perspective view, *Bulletin of the Marine Biology Research Centre of Tajura*, 9B: 269-298.
- Ngu, T. T. and Stillman, M. J., 2006.** Arsenic Binding to Human Metallothionein. *American Chemical Society*, 26: 67-73.
- Nunez-Nogueira, G., 2005.** Concentration of essential and non-essential metals in two sharks species commonly caught in Mexican (Gulf of Mexico) coastline. 2da ed, PP. 451-474.
- Nussey, G., Van Vuren, J. H. J. and Preez, H. H., 2000.** Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae), from Witbank dam, Mpumalanga. *Water Sa*, 26: 269-284.
- Official Journal of the European Communities, 2008.** Commission regulation (EC) No 629/2008 of 2 July 2008 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. L 173/6.
- Pak, A. and Farajzadeh, M., 2007.** Iran's Integrated Coastal Management plan: Persian Gulf, Oman Sea, and southern Caspian Sea coastlines. *Ocean and Coastal Management*, 50: 754-773.
- Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S. M. R. and Baeyens, W., 2007.** Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Persian Gulf and the Caspian Sea. *Water air soil pollution*, 181: 95-106.
- Braunbeck, T., Storch, V. and Bresch, H., 1990.** Species-specific reaction of liver ultra- Structure in zebra fish (*Brachydanio rerio*) and trout (*Salmo gairdneri*) after prolong Exposure to 4-chloroaniline. *Contamination Toxicology*, 19: 405-418.
- Burger, J. and Gochfeld, M., 2000.** Effects of lead on birds (*Laridae*): a review of laboratory and field studies. *J. Toxicological Environment Health*, 3: 59-78.
- Burge, J. and Gochfeld, M., 2005.** Heavy metals in commercial fish in New Jersey. *Environmental Research*, 121: 1-10.
- Canli, M. and Atli, G., 2003.** The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121: 129-136.
- Codex Alimentarius Commission, 2003.** Codex Committee on Food Additives and Contaminants: Schedule 1 of the Proposed Draft General Standard for Contaminants and Toxins in Food. Document CX/FAC 3/18, Rome.
- Cornish, A. S., Ng, W. C., Ho, W. C. M., Wong, H. L., Lam, J. C. W. and Lam, P. K. S., 2007.** Trace metals and organochlorines in the bamboo shark (*Chiloscyllium plagiosum*) from the southern waters of Hong Kong, China. *The Science of the Total Environment*, 376: 335-345.
- Das, K., Debacker, V. and Bouquegneau, J. M., 2003.** Heavy metals in marine mammals. *Toxicology of Marine Mammals*, 76: 135-167.
- Eisler, R., 1985.** Cadmium-hazards to fish, wildlife and invertebrates: a synoptic review. *US Fish and Wildlife Service Reports*, No. 85(1-2), Washington, DC.
- Endo, T., Hisamichi, Y., Kimura, O., Haraguchi, K. and Baker, C. S., 2008.** Contamination Levels of Mercury and Cadmium in Melon-Head Whales (*Peponocephala electra*) from a Mass Stranding on Japanese Coast. *Environmental Pollution*, Vol. 135: 163-170.
- Garrett, R. G., 2000.** Natural source of metals of the environment. *Human Ecological Risk Assessment*, 6: 945-963.

Distribution and Relationships of Mercury, Lead, Cadmium, Copper and Zinc in Perch (*Perca fluviatilis*) from the Pomeranian Bay and Szczecin Lagoon. Southern Baltic, Food Chemistry, 81: 73-83.

Tominack, R., Weber, J., Blume, C., Madhok, M., Murphy, T. and Thompson, M., 2002. Elemental mercury as an attractive nuisance: multiple exposures from a pilfered school supply with severe consequences. Pediatric Emergency Care, 18(2): 97-100.

Turoczy, N. J., Laurenson, L. J. B., Allinson, G., Nishikawa, M., Lambert, D. F. and Smith, C., 2000. Observations on metal concentrations in three species of shark (*Deaniacalcea*, *Centroscyrmus crepidater*, and *Centroscyrmus owstoni*) from southeastern Australian waters. Agricultural and Food Chemistry, 48(9): 4357-4364.

Valinassab, T., 2008. Country Report on Status and Resources of Shark in the Persian Gulf and Oman Sea. FAO.

Vas, P., 1991. Trace metal levels in sharks from British and Atlantic Waters. Marine Pollution Bulletin, 22: 67-72.

Voegborlo, R. B. and Akagi, H., 2007. Determination of mercury in fish by cold vapor atomic absorption spectrometry using an automatic mercury analyzer. Food chemistry, 100: 853-858.

Weber, D. N. and Dingel, W. M., 1997. Alterations in neurobehavioral responses in fishes exposed to lead and lead-chelating agents. American Zoology, 37: 354-362.

Pauly, D., Trites, A., Capuli, E. and Christensen, V., 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. Marine Science, 55: 467-481.

Powell, J. H. and Powell, R. E., 2001. Trace elements in fish overlying subaqueous tailings in the tropical west pacific. Water Air and Soil Pollution, 125: 81-104.

Roger, N. R. and John, D. B., 1994. Environmental Analysis. John Wiley and Sons, N.Y. 263p.

Spry, D. J. and Wiener, J. G., 1991. Metal bioavailability and toxicity to fish in low-alkalinity lakes: a critical review. Environment Pollution, 71: 243-304.

Storelli, M. M. and Marcotrigiano, G. O., 2000. Environmental contamination in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): relationship between levels of metals, methylmercury, and organochlorine compounds in an adult female, her neonate and a calf. Environmental Contamination and Toxicology, 64: 333-340.

Storelli, M. M., Ceci, E., Storelli, A. and Marcotrigiano, G. O., 2003. Polychlorinated biphenyl, heavy metal and methylmercury residues in hammerhead sharks: Contaminant status and assessment. Marine Pollution Bulletin, 46: 1035-1048.

Storelli, M. M., Cuttone, G. and Marcotrigiano, G., 2011. Distribution of trace elements in the tissues of smooth hound *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) from the southern-eastern waters of Mediterranean Sea (Italy). Environment Monitoring Assessment, 20: 511-521.

Szefer, P., Wieloszewska, M. D., Warzocha, J., Wesolowska, A. G. and Ciesielski, T., 2003.

An investigation of Cadmium and Lead concentrations in sharks in the Persian Gulf

Abstract:

Cadmium (Cd) and lead (Pb) concentrations were analyzed in the muscle and liver tissues of Whitecheek shark (*Carcharhinus dussumieri*) and Milk shark (*Rhizoprionodon acutus*) from the coast of Bandar Abbas in winter 2010. Cd and Pb concentrations were determined by Atomic Absorption Spectrophotometry Perkin Elmer 800. The average \pm SD of Cd and Pb concentrations were in the muscle tissue of Whitecheek shark ($<0.02 - 0.13 \pm 0.02 \mu\text{g/g w wt}$ respectively) and Milk shark ($<0.02 - 0.09 \pm 0.01 \mu\text{g/g w wt}$ respectively). Whereas, the average \pm SD of Cd and Pb concentrations were in the liver tissues of Whitecheek shark ($0.09 \pm 0.01 - 0.40 \pm 0.03 \mu\text{g/g w wt}$ respectively) and Milk shark ($0.06 \pm 0.01 - 0.32 \pm 0.04 \mu\text{g/g w wt}$ respectively). Pair comparisons between Cd concentrations in the muscle tissue and Pb concentrations in the muscle and liver tissues of Whitecheek shark with Milk shark showed a significant difference ($p < 0.05$). A significant ($p < 0.05$) positive relationships were found between shark size (fork-length and weight) and Cd concentrations in the liver and Pb concentrations in the muscle and liver tissues of Whitecheek shark and Milk shark. The results of this study showed that heavy metals concentrations changed according to the type of metal, target organ, species and metabolism activity. In this study, the average \pm SD of Cd and Pb concentrations in the livers of Whitecheek shark and Milk shark were higher than the established limits by the European Union and Joint FAO/WHO Food Standards Program respectively.

Keywords: Cadmium, lead, *Carcharhinus dussumieri*, *Rhizoprionodon acutus*, Persian Gulf