

## مقایسه غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، سرب در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی بوشهر و بندرامام خمینی، خلیج فارس

- **ثمین محبوب:** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران، صندوق پستی: 1915
- **ابوالفضل عسکری ساری:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق پستی: 1915
- **مهران جواهری بابلی:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق پستی: 1915
- **محمد ولایتزاده\*:** دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران، صندوق پستی: 1915

تاریخ دریافت: آبان 1392 تاریخ پذیرش: بهمن 1392

**کلمات کلیدی:** فلزات سنگین، ماهی شوریده، عضله، خلیج فارس

های آبی در اثر فعالیت‌های طبیعی و نیز به‌طور عمده در اثر فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Humtsoe و همکاران، 2007). پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل، مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، منابع تشکیل‌دهنده فلزات سنگین در پیکره آبی هستند (Sekhar و همکاران، 2003).

خلیج فارس از دیرباز به‌عنوان آبراهی با قابلیت ارتباط سریع جهت حمل و نقل کالا بین 3 قاره آسیا، اروپا و آفریقا بوده است. همچنین یکی از مهم‌ترین مناطق در تولید نفت و گاز می‌باشد. وجود ذخایر عظیم موجب توسعه فعالیت‌های مربوط و وابسته به نفت مانند اکتشاف، حفاری و استخراج، پالایش، خطوط انتقال نفت در بستر دریا، بارگیری و حمل و نقل توسط تانکرهای غول پیکر و نظیر آن در مناطق ساحلی فلات قاره و همچنین توسعه مناطق ساحلی و جزیره شده است، که عوامل مذکور هر کدام به‌طور بالقوه منبع آلوده کننده بوده و در شرایط کنونی همواره به طرق مختلف موجب افزایش بارآلودگی منابع آب خلیج فارس و محیط زیست دریایی شده، تا جایی‌که خلیج فارس یکی از آلوده‌ترین دریاهای محسوب می‌شود و لزوم حفاظت از آن بیش‌تر باید مد نظر قرار گیرد (Al-Yamani و همکاران، 2004؛ Carpenter و همکاران، 1997).

پایش این فلزات سمی مسئله مهمی برای متخصصان علوم تغذیه، پزشکی و محیط‌زیست می‌باشد (Ozden

نقش ارزنده دریا نه تنها از لحاظ رشد و توسعه هر کشور بلکه اثرات آن در تامین منابع غذایی نظیر ماهیان، سخت‌پوستان، نرم‌تنان و گیاهان دریایی بر کسی پوشیده نیست. این ذخایر دارای مصارف کشاورزی، صنعتی، طبی و دارویی می‌باشند. با این وجود بسیاری از اکوسیستم‌های دریایی تحت فعالیت مخرب انسان رو به نابودی می‌روند و بی‌توجهی به مسئله آلودگی آن‌ها باعث می‌شود که محیط زیست دریاها و اقیانوس‌ها در معرض مخاطره جدی قرار گیرد و صدمات جبران ناپذیری را بر محیط زیست وارد نماید. بوم سازگان‌های آبی هر روزه، دریافت‌کننده حجم وسیعی از آلاینده‌هایی همچون فلزات سنگین، آفتکش‌ها، هیدروکربن‌ها و مواد آلی ناشی از فاضلاب‌های خانگی، صنعتی، معدنی و کشاورزی هستند با وجود چنین شرایطی برآورد اثرات این آلاینده‌ها بر بوم سازگان‌های آبی، امری کاملاً ضروری است چرا که تغییرات شیمیایی، تعادل بوم سازگان را برهم زده و از عملکرد درست آن ممانعت به‌عمل می‌آورد (Atli و Canli، 2003؛ Furness و Canli، 1993) و همچنین بخش قابل توجهی از منابع غذایی انسانی وابسته به محیط‌های آبی است. رشد سریع جمعیت و توسعه مراکز مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی سبب شده تا زباله‌ها و فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یابند و موجبات آلودگی محیط زیست انسانی و موجودات آبی را فراهم آورند (شهریاری، 1384). فلزات سنگین به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده‌های محیط-

1:1 به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به طور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و درحالی که بالن چرخانده می شد 10 میلی لیتر آب مقطر از بالای میرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن (حدود 100 دقیقه) محلول کاملاً شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه 100 میلی لیتری منتقل شد و به حجم رسانده شد (Eboh و همکاران، 2006؛ Kalay و Bevis، 2003؛ Okoye، 1991). سنجش جیوه، سرب و کادمیوم به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. جیوه با سیستم هیدرید و سرب و کادمیوم با سیستم کوره اندازه گیری شدند. جهت اندازه گیری عناصر مورد نظر ابتدا به 10 میلی لیتر محلول هضم شده نمونه ها، 5 میلی لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات 5% اضافه شده و به مدت 20 دقیقه نمونه ها به هم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه ها 2 میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت 30 دقیقه نمونه ها به هم زده شدند و پس از 10 دقیقه نمونه ها در دور 2500 دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و ایتیم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم افزار WinLab 32 رسم گردید و مقدار این عناصر در محلول های آماده شده اندازه گیری گردید (Ahmad و Shuhaimi-Othman، 2010؛ Olowu و همکاران، 2010).

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده ها به کمک نرم افزار SPSS 17 انجام شد. داده ها به کمک آزمون کولموگراف-اسمیرنف نرمال شدند. میانگین داده ها به کمک آزمون t با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان 95 (P=0/05) تعیین گردید. در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

میانگین طول استاندارد، طول کل و وزن ماهیان شوریده بندر امام خمینی به ترتیب  $28/07 \pm 0/5$  سانتی متر،  $32/57 \pm 0/8$  سانتی متر،  $364/29 \pm 34/93$  گرم بود. هم چنین میانگین طول استاندارد، طول کل و وزن ماهیان شوریده بندر بوشهر به ترتیب  $29/03 \pm 0/9$  سانتی متر،  $33/39 \pm 0/9$  سانتی متر،  $387/50 \pm 45/01$  گرم بود. میزان فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده بوشهر و بندر امام خمینی اختلاف معنی داری داشت ( $P < 0/05$ )، اما میزان جیوه اختلاف معنی داری نداشت ( $P > 0/05$ ). میانگین فلزات جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده بندر بوشهر به ترتیب  $0/04 \pm 0/003$ ،  $0/17 \pm 0/033$  و  $0/39 \pm 0/052$  میلی گرم در کیلوگرم وزن تر بود. همچنین میانگین فلزات جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده بندر امام خمینی به ترتیب  $0/04 \pm 0/008$ ،  $0/28 \pm 0/035$  و  $0/44 \pm 0/044$  میلی گرم در کیلوگرم وزن تر بود. نتایج نشان می دهد که غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم مورد

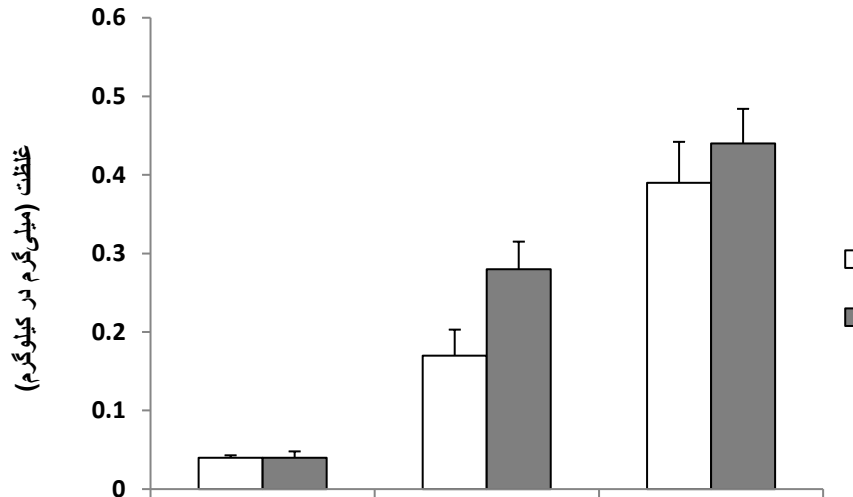
Belitz و همکاران، 2010). آلودگی فلزات سنگین ممکن است اثرات مخربی بر روی تعادل اکولوژیکی و تنوع زیستی اکوسیستم های آبی داشته باشد (Vinodhini و Narayanan، 2008). همچنین فلزات سنگین به دلیل تأثیرات منفی مختلف بر آبیان نظیر کاهش رشد، تغییرات رفتاری، تغییرات ژنتیکی و نیز مرگ و میر (امینی رنجبر و ستودهنیا، 1384) و همچنین به سبب سمیت و تمایل به تجمع در زنجیره غذایی موجب ایجاد نگرانی در مصرف ماهی گردیده است. لذا اندازه گیری غلظت این فلزات در جهت تعیین استانداردهای سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست دریایی حائز اهمیت می باشد.

در ایران مطالعات متعددی در زمینه تجمع فلزات سنگین در بدن آبیان و به ویژه ماهیان خلیج فارس انجام شده است، از تحقیقات انجام شده در این زمینه می توان به مطالعات رونق و همکاران (1389)، شهاب مقدم و همکاران (1389)، عسکری ساری و همکاران (1389)، موسوی و همکاران (1389) و ولایتزاده و همکاران (1389)، عسکری ساری و همکاران (1388)، گرجی پور و همکاران (1388)، سعیدپور و همکاران (1386)، ناصری و همکاران (1384) اشاره نمود.

ماهی شوریده از ممتازترین آبیان تجاری در جنوب کشور می باشد که در بنادر مختلف صید شده و در تمامی نقاط کشور طرفداران بسیار زیادی دارد. با توجه به صید این گونه در بنادر مختلف صیادی و لزوم وضعیت این ماهی به عنوان یک شاخص از ماهیان خلیج فارس، هدف این تحقیق بررسی و مقایسه غلظت فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) در بنادر صیادی بوشهر و بندر امام خمینی ایران در خلیج فارس بود.

در این تحقیق به طور کلی 42 نمونه ماهی از بنادر صیادی بوشهر و بندر امام خمینی توسط تور گوشگیر صید گردید. پس از انتقال نمونه های ماهی به آزمایشگاه کلیه نمونه ها با آب کاملاً شستشو شد. پس از گذشت زمان کافی جهت خروج آب اضافه کلیه نمونه ها کد گذاری شد و سپس مورد زیست سنجی قرار گرفتند. طول کل و وزن کل ماهی توسط تخته زیست سنجی با دقت 1 میلی متری و ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم اندازه گیری شد. پیش از استفاده از تخته زیست سنجی و ترازوی دیجیتال تمام سطوح فلزی آن ها که در تماس با ماهی بودند توسط ورقه های پلاستیکی پوشانیده شد. نمونه های به دست آمده را به مدت 120 تا 150 دقیقه در آون با دمای 65 درجه سانتی گراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شوند. برای هضم نمونه ها از روش مرطوب استفاده شده است که 0/5 گرم از نمونه در یک بالن 250 میلی لیتری ریخته شد و به آن 25 میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ، 20 میلی لیتر اسید نیتریک 7 مولار و 1 میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم 2 درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای این که جوش به طور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای میرد به آرامی 20 میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت

مطالعه در عضله ماهیان شوریده صید شده از بندر امام خمینی بالاتر بود (شکل 1).



شکل 1: نمودار مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) بوشهر و بندر امام خمینی خلیج فارس (میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر)

تقریباً در تمام نقاط کشور هیچ‌گونه تمایلی به مصرف این بافت (کلیه و کبد آبزیان) به‌عنوان ماده غذایی در مردم وجود ندارد (عسکری‌ساری و همکاران، 1389). در این تحقیق میزان جیوه و سرب در عضله ماهی شوریده در مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (MAFF)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) پایین‌تر بود، میزان کادمیوم در مقایسه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (MAFF)، انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بالاتر بود (جدول 1).

استانداردهای جهانی موجود در سطح بین‌المللی برای حد مجاز غلظت جیوه با توجه به میزان مصرف فرآورده‌های دریایی بیان می‌گردد. بیان این‌گونه‌های مورد مطالعه در مناطق صیادی آلوده از آلودگی بالایی برخوردارند، اگر غیرممکن نباشد بسیار دشوار است، زیرا غلظت بالای عناصر در کنار میزان مصرف بالای فرآورده‌های دریایی می‌تواند سبب ایجاد پاره‌ای از مشکلات شود. با این وجود مصرف اندام‌هایی نظیر کبد و کلیه به‌دلیل غلظت بالای عناصر سنگین در آن‌ها، که در نتیجه توانایی بالای این اعضا در تجمع فلزات سنگین است، می‌تواند انسان را سریع‌تر در معرض آلودگی به این عناصر قرار دهد. به‌همین دلیل به‌منظر می‌رسد عدم استفاده از این اندام‌ها برای حفظ سلامت انسان منطقی‌تر باشد، هرچند که در ایران

جدول 1: مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب عضله ماهیان شوریده با حد مجاز استانداردهای بین‌المللی (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر)

| منابع              | فلزات سنگین |           |         | استانداردها                                       |
|--------------------|-------------|-----------|---------|---|
|                    | سرب         | کادمیوم   | جیوه    |   |
| WHO ، 1990         | 0/5         | 0/2       | 0/1     | سازمان بهداشت جهانی (WHO)                         |
| Chen و Chen ، 2001 | 5           | 1         | 0/1-0/5 | سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)                   |
| Chen و Chen ، 2001 | 1/5         | 0/05      | 1       | انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) |
| MAFF ، 1995        | 2           | 0/2       | -       | وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF)     |
|                    | 0/39-0/44   | 0/17-0/28 | 0/04    | تحقیق حاضر  |

جذب این فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman و

به‌طورکلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های



میزان غلظت جیوه، سرب، کادمیوم در عضله هر دو گونه مذکور در دو منطقه صیادی بالاتر از استاندارد بهداشت جهانی (0/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم) می‌باشد که نشان از آلودگی منطقه خلیج فارس دارد و بیانگر این مطلب است که با بررسی حاضر هماهنگی کامل دارد و بررسی را تایید می‌کند. براساس نتایج بین میزان کادمیوم و سرب در ماهیچه ماهیان در ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میزان این فلزات در مقایسه با حد آستانه مجاز استانداردهای آمریکا و اروپا بالاتر بود (سعیدپور و همکاران، 1386). نتایج مطالعات بر روی ماهی کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) و گل‌خورک (*Periophthalmus waltoni*) (عسکری‌ساری و همکاران، 1389)، هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*) (گرچی‌پور و همکاران، 1388)، شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) و زمین‌کن دم نواری (*Platycephalus indicus*) (سنجر و همکاران، 1388)، سنگسر (*Pomadasyd sp.*)، شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور (*Epinephelus tauvina*)، زمین‌کن (*Platycephalus sp.*) و حلواسفید (*Pampus argenteus*) (Agah و همکاران، 2009)، کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیز دندان (*Psettodes erumei*) (سعیدپور و همکاران، 1386) و کفال خاکستری (*Ubalua*) و همکاران، 2007) در مقایسه با مقادیر این تحقیق متفاوت بود و همخوانی نداشت (جدول 2). اکتشاف، استخراج و انتقال مواد نفتی در خلیج فارس، علاوه بر آلودگی مستقیم خود، به‌علت دارا بودن مقادیر زیادی فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیوم، موجب آلودگی شیمیایی محدوده دریایی این خلیج و حیات ازیان را فراهم کرده است (Karadede-Akin و همکاران، 2007؛ Filazi و همکاران؛ Al-Yousuf و همکاران، 2000). هرگونه تغییر در روند جذب و تجمع عناصر سنگین در ماهی می‌تواند به‌دلیل تاثیرگذاری عوامل مختلفی از قبیل نوع عنصر، نوع آبی، بافت، جنسیت، وزن و سن آبی (ماهیان جوان قدرت جذب بالایی دارند)، عادات غذایی، خصوصیات فیزیولوژیک ماهی، ویژگی‌های اکولوژیک و شرایط محیطی و همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی محیط از قبیل سختی آب، pH، درجه حرارت، مواد مغذی و زمان رشد ماهی باشد (Dixon و همکاران، 1996؛ Fuhrer و همکاران، 1996).

Unger، 2003) که جذب فلز کادمیوم از طریق آبشش‌ها بسیار بیش‌تر از جذب از طریق لوله گوارشی صورت می‌گیرد. معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد و این عناصر در بافت‌هایی نظیر کلیه، کبد و آبشش‌ها تجمع می‌نمایند (Filazi و همکاران، 2003؛ Al-Yousuf و همکاران، 2000). میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیش‌تر از بافت عضله است (صادقی‌راد، 1375). عسکری‌ساری (1388) میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب را در عضله، کبد و آبشش دو گونه شیربت و بیه رودخانه‌های کارون و کرخه مطالعه نمود که غلظت فلز سرب در اندام‌های مختلف دو گونه در دو رودخانه نسبت به سایر عناصر بیش‌تر می‌باشد. همچنین غلظت عناصر سنگین در آبشش و کبد نسبت به عضله بالاتر می‌باشد. عسکری‌ساری و همکاران (1389) میزان جیوه را در عضله دو گونه گل‌خورک (*Periophthalmus waltoni*) و کفشک زبان گاوی (*Cynoglossus arel*) دو منطقه صیادی بندر امام خمینی و بندرعباس مطالعه نمودند که میزان جیوه در هر دو گونه در دو منطقه صیادی مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود. در بررسی ناصری و همکاران (1384) میزان جیوه، کادمیوم و سرب در بافت‌های غیر خوراکی بالاتر از بافت خوراکی عضله بود که در آبشش و امعا و احشا ماهیان بالغ کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) بالاتر از عضله بود. همچنین میزان کادمیوم و سرب در ماهی *Sciaena umbra* در کبد بالاتر از عضله به‌دست آمد (Turkmen و همکاران، 2009). در بررسی شریف‌فاضلی و همکاران (1384) بر روی کفال طلایی (*Liza auratus*) میزان سرب در کبد و آبشش بالاتر از عضله بود. میزان کادمیوم و سرب در بافت‌های ماهیان بنی، شیربت، گطان، حمری و شلج تالاب هورالعظیم کمتر از آستانه استانداردهای جهانی بود (فاطمی و حمیدی، 1389). همچنین در بررسی فلزات سنگین در شش گونه ماهیان دریای مدیترانه میزان سرب و کادمیوم در کبد بالاتر از عضله بود (Atli و Canli، 2003) که بررسی‌های ذکر شده با نتایج این تحقیق هماهنگی دارند.

مطالعه‌ای بر روی کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیز دندان (*Psettodes erumei*) در دو منطقه صیادی بندرعباس و بندرلنگه مشخص نمود که

جدول 2: مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم و سرب عضله ماهیان شوریده با نتایج تحقیقات ماهیان خلیج فارس در ایران (میلی-گرم بر کیلوگرم)

| گونه ماهی        | نام علمی                      | جیوه | کادمیوم | سرب   | منابع                      |
|------------------|-------------------------------|------|---------|-------|----------------------------|
| شوریده           | <i>Otolithes ruber</i>        | -    | 0/064   | 0/48  | شهریاری، 1384              |
| سرخو             | <i>Lutjanus lemniscatus</i>   | -    | 0/063   | 0/322 | شهریاری، 1384              |
| کفشک زبان گاوی   | <i>Cynoglossus arel</i>       | -    | -       | -     | عسکری‌ساری و همکاران، 1389 |
| گل‌خورک          | <i>Periophthalmus waltoni</i> | -    | -       | -     | عسکری‌ساری و همکاران، 1389 |
| کفشک گرد         | <i>Euryglossa orientalis</i>  | -    | 35/94   | 94/87 | سعیدپور و همکاران، 1386    |
| کفشک تیز دندان   | <i>Psettodes erumei</i>       | -    | 32/14   | 55/47 | سعیدپور و همکاران، 1386    |
| سپر ماهی چهارگوش | <i>Himantura gerradi</i>      | 0/77 | -       | -     | شهاب‌مقدم و همکاران، 1389  |
| گیش چشم‌درشت     | <i>Selar crumenophthalmus</i> | 0/20 | -       | -     | شهاب‌مقدم و همکاران، 1389  |



|      |   |           |           |      |                              |   |
|------|---|-----------|-----------|------|------------------------------|---|
| 1388 | گرچی‌پور و همکاران،   | 1/19      | 0/23      | -    | <i>Epinephelus coioides</i>  | هامور معمولی  |
| 1389 | رونق و همکاران،   | 29/3      | 36        | -    | <i>Euryglossa orientalis</i> | کفشک گرد  |
| 2009 | Agah و همکاران،   | 9         | 2         | -    | <i>Pomadasys</i> sp.         | سنگسر   |
| 2009 | Agah و همکاران،   | 7         | 3         | -    | <i>Platycephalus</i> sp.     | زمین‌کن   |
| 2009 | Agah و همکاران،   | 4         | 2         | -    | <i>Otolithes rubber</i>      | شوریده  |
| 2009 | Agah و همکاران،   | 8         | 13        | -    | <i>Pampus argenteus</i>      | حلوا سفید   |
| 2009 | Agah و همکاران،   | 5         | 2/5       | -    | <i>Epinephelus tauvina</i>   | هامور   |
| 1388 | سنجر و همکاران،   | 2/96      | 1/78      | -    | <i>Acanthopagrus latus</i>   | شانک زرد باله   |
| 1388 | سنجر و همکاران،   | 11/55     | 4/66      | -    | <i>Platycephalus indicus</i> | زمین‌کن دم‌نواری  |
|      | تحقیق حاضر  | 0/39-0/44 | 0/17-0/28 | 0/04 | <i>Otolithes rubber</i>      | شوریده  |
| 5.   | کادمیوم در بافت ماهیچه دو گونه از کفشک ماهیان سواحل استان هرمزگان. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. سال 2، شماره 4، صفحات 61 تا 71.   |           |           |      |                              | به‌طور کلی میزان کادمیوم و سرب در عضله ماهیان شوریده صید شده در سواحل بندرامام خمینی بالاتر از عضله ماهیان شوریده بندر بوشهر بود. به‌طور کلی مهم‌ترین علت بالا بودن غلظت فلز سرب و کادمیوم در منطقه صیادی بندرامام خمینی به دلیل تراکم بالای صنایع و حجم بیش‌تر پساب‌های شهری و صنعتی تخلیه شده به دریا است. در ضمن از دیگر دلایل بالا بودن غلظت فلز سرب و کادمیوم در بندرامام خمینی می‌توان به وجود کارخانه کشتی-سازی در ساحل این منطقه و استفاده از رنگ‌های صنعتی برای بدنه کشتی‌ها و تخلیه پساب این صنعت به آب‌های ساحلی اشاره کرد. همچنین استفاده از سرب در صنعت پالایش نفت نیز می‌تواند از دیگر دلایل افزایش این عنصر در منطقه باشد. همچنین با توجه به وجود سرب در بنزین و انتشار آن در هوا پس از احتراق و این‌که سرب به سرعت بر روی خاک رسوب می‌کند، ورود رسوبات حاوی سرب توسط رودخانه‌ها به خلیج فارس نیز می‌تواند از دیگر دلایل افزایش باشد. همچنین آلودگی در منطقه صیادی بندرامام خمینی ناشی از تردد کشتی‌ها نیز می‌باشد (عسکری‌ساری و همکاران، 1389؛ سعیدپور و همکاران، 1386؛ خشنود، 1385). |
| 6.   | شریف‌فاضلی، م.؛ ابطی، ب. و صباغ‌کاشانی، ا.، 1384. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در اندام‌های ماهی کفال طلایی ( <i>Liza aurata</i> ) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. سال 14، شماره 1، صفحات 65 تا 78.                |           |           |      |                              |   |
| 7.   | شهاب‌مقدم، ف.؛ اسماعیلی‌ساری، ع.؛ ولی‌نسب، ت. و کریم‌آبادی، م.، 1389. مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپرماهی چهارگوش و گیش چشم درشت خلیج فارس. مجله علمی شیلات ایران. سال 13، شماره 2، صفحات 85 تا 94.                                   |           |           |      |                              |   |
| 8.   | شهریاری، ع.، 1384. اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال 1382. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان. دوره 7، شماره 2، صفحات 65 تا 67.                               |           |           |      |                              |   |
| 9.   | صادقی‌راد، م.، 1375. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین در چند گونه ماهیان خوراکی تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران. سال 5، شماره 4، صفحات 1 تا 16.   |           |           |      |                              |   |
| 10.  | عسکری‌ساری، ا.، 1388. بررسی عناصر سنگین سرب، جیوه و کادمیوم در ماهیان بومی شیربیت و بیاه رودخانه‌های کارون و کرخه در فصل زمستان. مجله بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال 1، شماره 4، صفحات 95 تا 108.                      |           |           |      |                              |   |
| 11.  | عسکری‌ساری، ا.؛ فرهنگ‌نیا، م. و بازترابی، م.، 1388. اندازه‌گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی ( <i>Epinephelus coioides</i> ). مجله تالاب. سال 1، شماره 2، صفحات 101 تا 106.  |           |           |      |                              |   |
| 12.  | عسکری‌ساری، ا.؛ ولایت‌زاده، م. و محمدی، م.، 1389. میزان عنصر جیوه در دو گونه ماهی کفشک زبان‌گاو و گل‌خورک در دو منطقه صیادی بندر امام خمینی و بندرعباس. مجله علمی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آرادشهر. سال 4، شماره 2، صفحات 51 تا 56. |           |           |      |                              |   |
| 13.  | فاطمی، س.م.ر. و حمیدی، ز.، 1389. بررسی و سنجش فلزات سنگین کادمیوم و سرب در عضله برخی ماهیان خوراکی تالاب هورالعظیم. مجله علمی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آرادشهر. سال 4، شماره 1، صفحات 95 تا 100.                                    |           |           |      |                              |   |

## منابع

- امینی‌رنجبر، غ. و ستوده‌نیا، ف.، 1384. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریکی (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران. سال 14، شماره 3، صفحات 1 تا 18.
- خشنود، ر.، 1385. بررسی تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، سرب، نیکل، و وانادیوم در دو گونه کفشک ماهیان بندرعباس و بندرلنگه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان. 127 صفحه.
- رونق، م.ت.؛ سواری، ا.؛ پاپهن، ف.؛ نیک‌پور، ی.؛ ذوافرنین، ح.؛ صفاهیه، ع. و سالارآبادی، م.ع.، 1388. بررسی میزان فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و نیکل) در بافت عضله، آبشش و کبد ماهی کفشک (*Euryglossa orientalis*) در سواحل دیلم و هندیجان. مجله علوم و فنون دریایی. سال 9، شماره 1، صفحات 13 تا 25.
- سعیدپور، ب.؛ نبوی، س.م.ب.؛ صدیق‌مرتضوی، م. و خشنود، ر.، 1386. مقایسه غلظت فلزات سرب و



- composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 97, No. 3, pp: 490-497.
28. **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*. Vol. 22, No. 2, pp: 85-87.
  29. **Fuhrer, G.J.; Stuart, D.J.; Mckenzie, W.; Rinella, J.F.; Cranford, J.k.; Skach, K.A. and Hornlorgner, M.L., 1996.** Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. U.S. Geological Survey, Portland. 190 P.
  30. **Humtsoe, N.; Davoodi, R.; Kulkarni, B.G. and Chavan, B., 2007.** Effect of arsenic on the enzymes of the robu carp, *Labio, rohita*, Raff. *Bul. Zool*. Vol. 14, pp: 17-19.
  31. **Kalay, G. and Bevis, M.J., 2003.** Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 88, No. 3, pp: 814-824.
  32. **Karadede-Akin, H. and Unlu, E., 2007.** Heavy metals concentrations in water, sediments, fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 131, pp: 323-337.
  33. **MAFF. 1995.** Monitoring and surveillance of non-radioactive contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at sea, 1993. *Aquatic Environment Monitoring Report No. 44*. Directorate of Fisheries Research, Lowestoft. 279 p.
  34. **Newman, M.C. and Unger, M.A., 2003.** Fundamentals of ecotoxicology. CRC Press. 458 p.
  35. **Olowu, R.A.; Ayejuyo, O.O.; Adewuyi, G.U.; Adejoro, I.A.; Denloye, A.A.B.; Babatunde, A.O. and Ogundajo, A.L., 2010.** Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*. Vol. 7, No. 1, pp: 215-221.
  36. **Okoye, B.C.O., 1991.** Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. *International Journal of Environmental Studies*. Vol. 37, pp: 285-292.
  37. **Ozden, O., 2010.** Seasonal differences in the trace metal and macrominerals in shrimp (*Parapenaeus longirostris*) from Marmara Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 162, No. 1-4, pp: 191-199.
  38. **Sekhar, K.C.; Charg, N.S.; Kamala, C.T.; Suman raj, D.S. and Rao, S., 2003.** Fractionation studies and bioaccumulation of sediment bound heavy metal in Koueru Lake by edible fish. *Environment International*. Vol. 22, pp: 1001-1008.
  39. **Turkmen, M.; Turkmen, A.; Tepe, Y.; Ates, A. and Gokkus, K., 2009.** Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: twelve fish species. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 108, pp: 794-800.
  40. **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. *Journal of Science Technology*. Vol. 7, No. 1, pp: 16-23.
  41. **Vinodhini, R. and Narayanan, M., 2008.** Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio*. *Journal of Environment Science Technology*. Vol. 5, pp: 179-182.
  14. **گرچی پور، ع.؛ صدوق نیری، ع.؛ حسینی، ا.ر. و بیتا، س.، 1388.** بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی. *مجله علمی شیلات ایران*. سال 18، شماره 1، صفحات 101 تا 108.
  15. **ناصری، م.؛ رضایی، م.؛ عابدی، ع. و افشار نادری، ا.، 1384.** سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت های خوراکی و غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. *مجله علوم دریایی ایران*. دوره 4، شماره 3 و 4، صفحات 59 تا 67.
  16. **موسوی، س.ع.؛ اسماعیلی ساری، ع.؛ رجبی اسلامی، ه.؛ وطن دوست، ص. و پذیرا، ع.، 1389.** بررسی میزان جیوه در چهار عضو طحال، کلیه، باله و عضله کوسه ماهی چانه سفید در سواحل استان بوشهر. *مجله علمی شیلات ایران*. سال 4، شماره 2، صفحات 9 تا 18.
  17. **ولایتزاده، م.؛ عسکری ساری، ا.؛ بهشتی، م.؛ حسینی، م. و محجوب، ث.، 1389.** بررسی و مقایسه تجمع فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون شهرهای شوشتر، اصفهان و همدان. *مجله بیولوژی دریا*. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال 2، شماره 1، صفحات 71 تا 74.
  18. **Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M., 2010.** Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*. Vol. 10, No. 2, pp: 93-100.
  19. **Al-Yamani, F.Y.; Bishop, J.; Ramadhan, E.; Al-Husaini, M. and Al-Ghadban, A.N., 2004.** Oceanographic Atlas of Kuwait s Waters. Kuwait Institute Scientific Research. ISBN: 99906-41-19-6. 203 p.
  20. **Al-Yousuf, M.H.; El-Shahawi, M.S. and Al-Ghais, S.M., 2000.** Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Journal of Science Total Environment*. Vol. 256, pp: 87-94.
  21. **Belitz, H.D.; Grosch, W. and Schieberle P., 2001.** *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Berlin: Springer, ISBN 3-540-41096. 15 p.
  22. **Canli, M. and Furness, R.W., 1993.** Toxicity of heavy metals dissolved in seawater and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Marine Environment Research*. Vol. 36, pp: 217-236.
  23. **Canli, M. and Atlı, 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*. Vol. 121, pp: 129-136.
  24. **Carpenter, K.F., Krupp F., Jons D.A. and Zajonz U., 1997.** Living Marine Resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar and the United Arabia Emirates. FAO, Rome. ISSN: 1020-1155. 293 p.
  25. **Chen, Y.C. and Chen, M.H., 2001.** Heavy metal concentrations in nine species of fishes caught in coastal waters off Ann-Ping, S.W. Taiwan. *Journal Food Drug Anal*. Vol. 9, pp: 107-114.
  26. **Dixon, H.; Gil, A.; Gubala, C.; Lasorsa, B.; Crecelius, E. and Curtis, L.R., 1996.** Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol. 16, No. 4, 733 P.
  27. **Eboh, L.; Mepba, H.D. and Ekpo, M.B., 2006.** Heavy metal contaminants and processing effects on the



42. WHO (World Health Organization). 1996. Health criteria other supporting information. In: Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd Ed. Geneva. Vol. 2, pp: 31-388.

