تعیین غلظت جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک در عضله و کبد ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان

محمد ولایت زاده[۱*] و الهام شهری[۲]

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. گروه آلودگی‌های محیط‌زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۲

چکیده

تحقیق حاضر به منظور تعیین غلظت فلزات جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک در اندام های عضله و کبد ماهی مید استان خوزستان انجام گرفت. در این تحقیق ۱۸ نمونه ماهی مید از بندر هندیجان در فصل زمستان تهیه شد. تعیین غلظت فلزات به روش جذب اتمی با دستگاه Perkin Elmer 4100 صورت پذیرفت. میانگین طول کل و وزن ماهی مید به ترتیب ۰/۹۵±۱۸/۷۷ سانتی متر و ۳/۶۸±۷۸/۲۷ گرم بود. میانگین میزان جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک در عضله ماهی مید به ترتیب ۰/۰۰۹±۰/۰۳۳، ۰/۰۱۷±۰/۱۷۱، ۰/۰۰۹±۰/۲۶۵، ۰/۰۰۸±۰/۰۹۲ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک بدست آمد. همچنین میزان این فلزات در کبد ماهی مید به ترتیب ۰/۰۰۹±۰/۰۵۲، ۰/۰۱۱±۰/۲۲۴، ۰/۰۱۷±۰/۳۲۳، ۰/۰۰۸±۰/۱۶۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک محاسبه شد. میزان فلزات جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک در کبد ماهی مید بالاتر از عضله بود. در این تحقیق بین غلظت فلزات جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک با طول و وزن ماهی مید در بافت عضله ارتباط معنی داری وجود نداشت ($P\geq0/05$). میزان تجمع جیوه، سرب و آرسنیک در عضله ماهی مید پایین تر از حد آستانه استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) و انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بود، اما غلظت کادمیوم از استاندارد انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بالاتر بود.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، سمیت، ماهی مید، عضله، کبد، بندر هندیجان

*نگارنده پاسخگو: **mv.5908@gmail.com**

مقدمه

ماهی مید با نام علمی *Liza klunzingeri* متعلق به خانواده کفال ماهیان (Mugilidae) می باشد و در گذشته با نام علمی *Liza carinata* خوانده می شد (کاشی و هاشمی، ۱۳۸۸). ماهی مید دارای نام‌های عمومی متعدد است، در استان‌های بوشهر و خوزستان به آن مید و در استان هرمزگان به آن گارریز می‌گویند. این ماهی بومی خلیج‌فارس، اقیانوس هند، دریای عرب و دریای عمان می‌باشد. این گونه یکی از انوع کفال ماهیان آب های خلیج فارس می باشد که در سواحل شرقی استان خوزستان (بندر هندیجان) ارزش شیلاتی بالایی دارد (کاشی و همکاران، ۱۳۸۷) و در استان خوزستان در سال های اخیر به طور متوسط ۶۱۰۰ تن در سال صید می شود (قمی بهبهانی، ۱۳۹۰). شهرستان هندیجان واقع در جنوب شرقی استان خوزستان، قطب مهم صید و صیادی کشور محسوب می شود که از مجموع ۲۲۰ کیلومتر نوار ساحلی در استان خوزستان، از آبادان تا بندر دیلم، ۹۵ کیلومتر در محدوده بندری هندیجان قرار دارد.

فلزات سنگین جزء آلاینده‌های خطرناک بوده که توسط مواد زائد و فاضلاب، فعالیت‌های صنعتی، آلودگی‌های نفتی وارد محیط‌های دریایی می‌شوند. غلظت فلزات سنگین معمولا کم و حدود یک قسمت در میلیون (۱پی پی ام) است (Bellassoued *et al*., 2013). در حالت‌های خاص، گیاهان و جانوران دریایی می‌توانند، غلظت‌های این فلزات را در خود افزایش دهند، بدون آن که ظاهرا به خود آن‌ها آسیبی وارد آید، اما مصرف آن‌ها توسط انسان باعث اختلال در سلامتی و حتی مسمومیت می‌گردد (Agah *et al*., 2009). اهمیت اندازه گیری و سنجش میزان عناصر سنگین در آبزیان به دو مبحث مهم مدیریت و سلامت غذایی انسان باز می گردد (Jordao *et al*., 2002; Romeo *et al*., 1999). حضور فلزات سنگین در اکوسیستم های آبی نتیجه دو منبع فرآیندهای طبیعی و فعالیت های انسانی است که منبع عمده آنها همواره فعالیت های انسانی می باشد (Pourang *et al*., 2005). عناصر سمی مانند جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک از مهمترین منابع آلاینده محیط زیست به حساب می آیند (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۱)، که در بدن انسان اثرات سمی دارند و سبب انواع بیماری ها می شوند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

جیوه از نظر آثار سمی و برخورداری از خاصیت تجمع پذیری و بزرگنمایی زیستی در اندام های بدن مصرف کنندگان حائز اهمیت است (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ طبیب زاده و ولایت زاده، ۱۳۹۵) و از این راه موجب بروز بیماری های حاد، مزمن و ایجاد تغییرات ژنتیکی می گردد (Gammons & Slotton, 2006). آرسنیک نیز نقشی در فعالیت های زیستی بدن انسان ندارد (WHO, 2004) و بر روی سیستم قلب و عروق، پوست، سیستم عصبی مرکزی و محیطی، کلیه ها و سیستم خونساز بدن تاثیرگذار می باشد و سبب سرطانزایی می گردد (USEPA, 2000). عوارض سرب و کادمیوم بر سلامت انسان بطور عمده به دنبال در معرض قرار گرفتن مزمن و تدریجی اتفاق می افتد و علاوه بر مشکلات کبدی، کلیوی و استخوانی بطور بالقوه سرطان زا، جهش زا و آلرژی زا هستند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

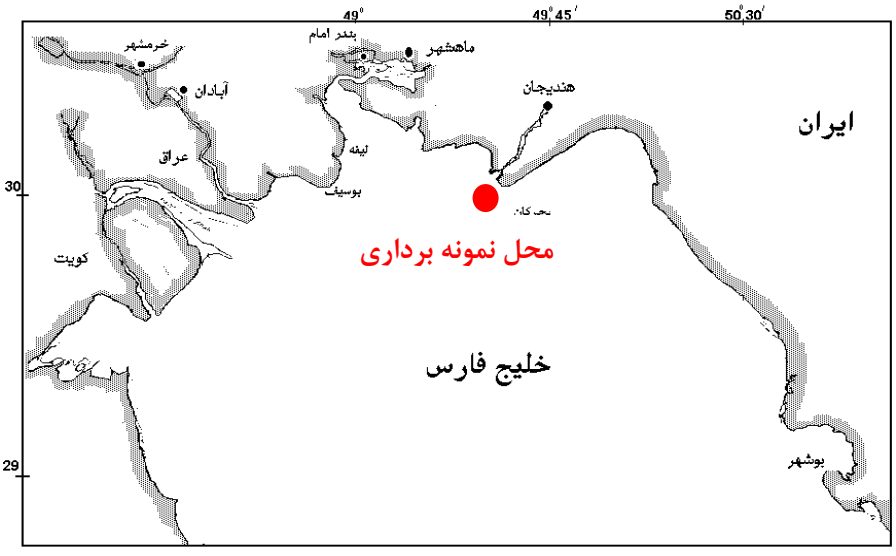
تحقیقات متعددی در زمینه تجمع فلزات سنگین در اندام های کفال ماهیان انجام شده است. از نمونه های تحقیقات انجام شده می توان به بررسی فلزات سنگین در ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) دریای خزر (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴) و تالاب انزلی (پازوکی و همکاران، ۱۳۸۸)، کفال پشت سبز (*L. dussumieri*) سواحل بوشهر (ناصری و همکاران، ۱۳۸۴)، بیاه رودخانه ای (*L. abu*) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰ ؛ عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹؛ کوشافر و ولایت زاده، ۱۳۹۳)، بیاه (*L. persicus*) خوریات ماهشهر (فتاحی پور و همکاران، ۱۳۸۹)، بیاه (*L. macrolepis*) و مید (*L. klunzingeri*) بندر هندیجان (ولایت زاده و عسکری ساری، ۱۳۹۱؛ خواجه نژاد و همکاران، ۱۳۹۴)، کفال طلایی (*L. auratus*) دریای خزر (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۲؛ جنت مکان و همکاران، ۱۳۹۳)، بیاه (*L. abu*) تالاب هورالعظیم (ولایت زاده، ۱۳۹۵)، کفال طلایی (*L. auratus*)اقیانوس اطلس (Usero *et al*., 2003) و دریای سیاه (Filazi *et al*., 2003)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) دریای مدیترانه (Canli and Alti, 2003; Ubalua *et al*., 2007) اشاره نمود.

با توجه به اهمیت فلزات سنگین و اینکه ماهی مید در استان خوزستان به عنوان بخشی از صید منطقه می باشد این تحقیق با هدف سنجش و مقایسه فلزات جیوه، سرب، کادمیوم و آرسنیک در اندام های کبد و عضله ماهی مید (*L.*

klunzingeri) در منطقه صیادی هندیجان در استان خوزستان انجام شد.

مواد و روش ها

۱۸ نمونه ماهی مید در فصل زمستان ۱۳۸۹ توسط صیادان محلی از اسکله صیادی بندر هندیجان تهیه شدند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری ماهی مید (*L. klunzingeri*) بندر هندیجان

ماهیان صید شده به وسیله جعبه های یونولیت حاوی یخ به آزمایشگاه کیمیا پژوه البرز در شهرکرد انتقال داده شدند. پس از زیست سنجی ماهیان (طول و وزن)، اندام عضله و کبد نمونه ها جدا گردید. نمونه های به دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سانتیگراد قرار داده تا به وزن ثابت رسیده و سپس از داخل آون خارج شدند. برای هضم نمونه ها از روش خشک استفاده شده است. ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و به آن ۲۵ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ، ۲۰ میلی لیتر نیتریک اسید ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول سدیم مولیبدات ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش برای اینکه جوش به طور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی لیتر مخلوط نیتریک اسید غلیظ و پرکلریک اسید غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخار سفید رنگ اسید به طور کامل محو شد، به مخلوط سرد شده در حالی که بالن چرخانده می شد ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملا شفافی به دست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری انتقال داده شد و به حجم رسانده شد (Eboh *et al.*, 2006).

سنجش جیوه، آرسنیک، سرب و کادمیوم به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. حد تشخیص (Limit of Detection) دستگاه جذب اتمی پرکین المر مدل ۴۱۰۰ برای عناصر سرب و کادمیوم به روش کوره ppb ۱۰ و برای عناصر آرسنیک و جیوه به روش کوره گرافیتی ppb ۱۰۰ بود. جیوه با سیستم هیدرید، آرسنیک، سرب و کادمیوم با سیستم کوره اندازه گیری شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیمم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استاندارد های 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 and Shuhaimi-Othman, 2010 ; Olowu *et al.*, 2010). در این پژوهش صحت داده‌ها و غلظت‌های به دست آمده با استفاده از روش استاندارد مرجع (Standard Reference Material; SRM) انجام شد. برای این کار ابتدا غلظت‌های مختلف عناصر فلزی سرب، کادمیوم، نیکل و روی به تعداد ۵ استاندارد ساخته شد و پس

از تزریق به دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون عناصر رسم گردید. پس از آن نمونه‌های آماده شده به دستگاه تزریق شد و غلظت موردنظر قرائت گردید (Rouessac and Rouessac, 2007).

در این تحقیق تجزیه و تحلیل داده ها به کمک نرم افزار SPSS V.18 انجام شد و میانگین داده ها به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ (P=۰/۰۵) تعیین گردید. نرمال بودن داده ها به کمک آزمون کولموگراف ـ اسمیرنف بررسی شدند. جهت تعیین ارتباط بین غلظت فلزات سمی در عضله ماهی مید و طول و وزن از آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید. در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel 2007 استفاده گردید.

نتایج

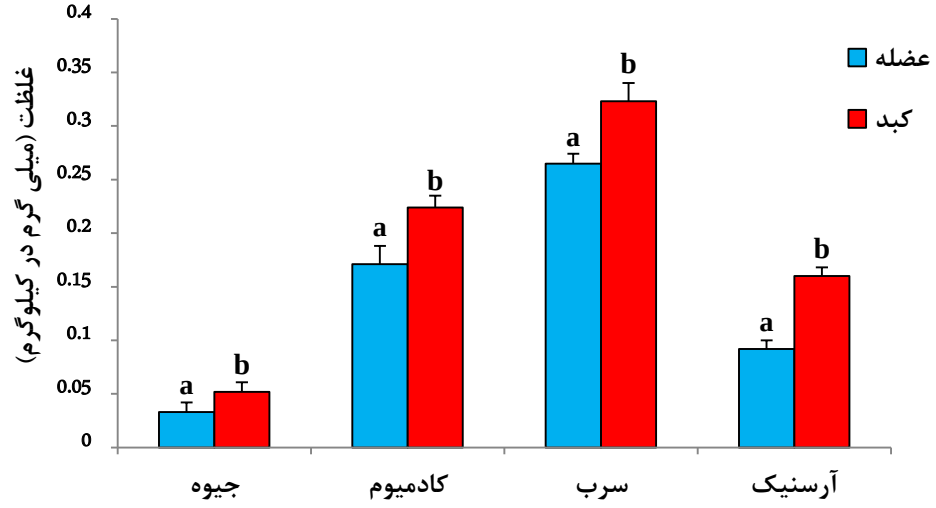
میانگین طول کل و وزن ماهی مید به ترتیب ۱۸/۷۷±۰/۹۵ سانتی متر و ۷۸/۲۷±۳/۶۸ گرم محاسبه شد. میانگین میزان فلزات سنگین در عضله و کبد ماهی مید در جدول (۱) آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده غلظت جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک در کبد و عضله ماهی مید اختلاف معنی داری داشت (P<۰/۰۵). میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک در کبد ماهی مید بالاتر از عضله بود (P<۰/۰۵).

جدول ۱- غلظت (mean±SD) فلزات سنگین در اندام های عضله و کبد ماهی مید (*L. klunzingeri*) بندر هندیجان

اندام ماهی	جیوه	کادمیوم	سرب	آرسنیک
عضله	۰/۰۳۳±۰/۰۰۹ [a]	۰/۱۷۱±۰/۰۱۷ [a]	۰/۲۶۵±۰/۰۰۹ [a]	۰/۰۹۲±۰/۰۰۸ [a]
کبد	۰/۰۵۲±۰/۰۰۹ [b]	۰/۲۲۴±۰/۰۱۱ [b]	۰/۳۲۳±۰/۰۱۷ [b]	۰/۱۶۰±۰/۰۰۸ [b]

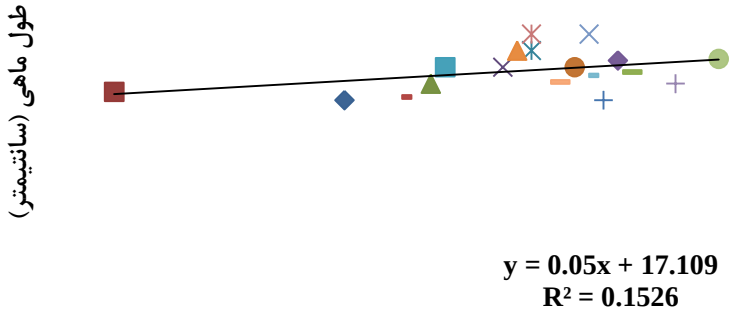
حروف غیر همنام در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهد (P<۰/۰۵)

الگوی تجمع میزان فلزات سنگین در اندام های عضله و کبد ماهیان نمونه برداری به صورت سرب > کادمیوم > آرسنیک > جیوه به دست آمد (P<۰/۰۵). میانگین و انحراف معیار میزان جیوه، کادمیوم، سرب و آرسنیک در عضله ماهی مید به ترتیب ۰/۰۳۳±۰/۰۰۹، ۰/۱۷۱±۰/۰۱۷، ۰/۲۶۵±۰/۰۰۹، ۰/۰۹۲±۰/۰۰۸ وزن خشک میلی گرم در کیلوگرم بود. همچنین میزان این فلزات سنگین در کبد ماهی مید به ترتیب ۰/۰۵۲±۰/۰۰۹، ۰/۲۲۴±۰/۰۱۱، ۰/۳۲۳±۰/۰۱۷، ۰/۱۶۰±۰/۰۰۸ وزن خشک میلی گرم در کیلوگرم محاسبه شد (شکل ۲).

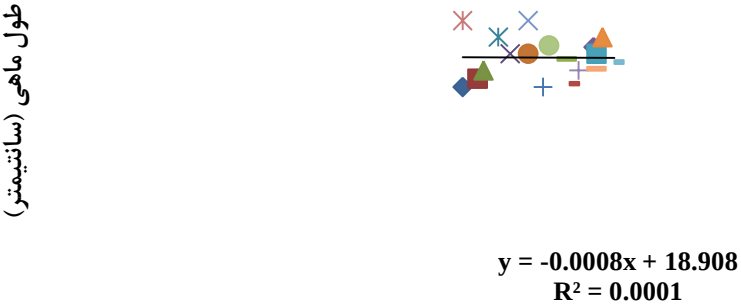


شکل ۲- مقایسه غلظت (mean±SD) فلزات سنگین در اندام های عضله و کبد ماهی مید (*L. klunzingeri*) بندر هندیجان

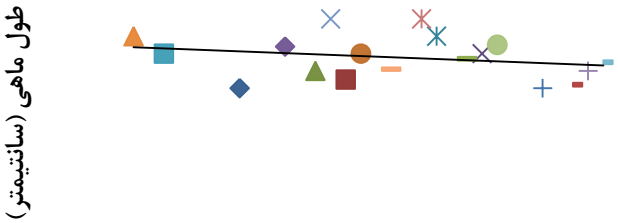
نتایج نشان داد که بین میزان جیوه و طول ماهی مید در بافت عضله ارتباط معنی داری وجود نداشت (P≥۰/۰۵ , r=۰/۱۵۲) (شکل ۳). همچنین بین طول ماهی مید با میزان کادمیوم (P≥۰/۰۵ , r=۰/۰۰۰)، سرب (P≥۰/۰۵ , r=۰/۰۶۳) و آرسنیک (P≥۰/۰۵ , r=۰/۱۳۸) در عضله نیز ارتباط معنی داری وجود نداشت (شکل ۴،۵،۶). همچنین ارتباط وزن ماهی مید با غلظت جیوه (P≥۰/۰۵ , r=۰/۰۱۹)، کادمیوم (P≥۰/۰۵ , r=۰/۰۴۰)، سرب (P≥۰/۰۵ , r=۰/۰۲۳) و آرسنیک (P≥۰/۰۵ , r=۰/۰۵۹) در عضله ارتباط معنی داری نداشت (شکل های ۷،۸،۹،۱۰).



شکل ۳- ارتباط غلظت جیوه با طول ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان



شکل ۴- ارتباط غلظت کادمیوم با طول ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان

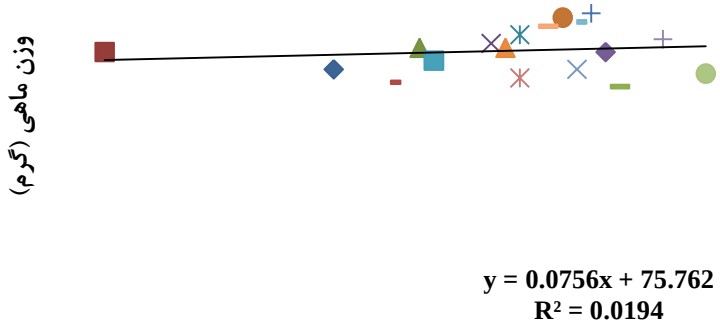


سرب (µ/Kg)

شکل ۵- ارتباط غلظت سرب با طول ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان

آرسنیک (µ/Kg)

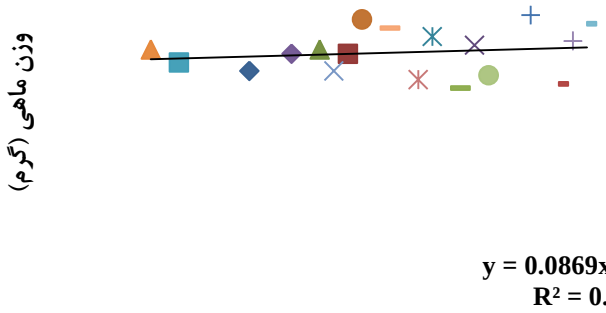
شکل ۶- ارتباط غلظت آرسنیک با طول ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان



جیوه (µ/Kg)

شکل ۷- ارتباط غلظت جیوه با وزن ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان

شکل ۸- ارتباط غلظت کادمیوم با وزن ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان



شکل ۹- ارتباط غلظت سرب با وزن ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان

شکل ۱۰- ارتباط غلظت آرسنیک با وزن ماهی مید (*Liza klunzingeri*) بندر هندیجان

بحث و نتیجه گیری

آبشش ها، کلیه و کبد عمده ترین محل تجمع فلزات در بدن ماهیان می باشند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳) و معمولا در بافت عضله پایین ترین مقادیر فلزات سنگین تجمع می یابند (Al-Yousuf *et al*., 2000 ; Filazi *et al*., 2003). فلزات در شرایط متفاوت محیطی از راه های مختلف وارد بدن ماهی می شوند. سطوح مختلف بدن ماهی که در تماس با محیط قرار دارند ممکن است محلی برای انتقال، رسوب و تجمع فلزات سنگین باشند. این سطوح شامل پوست، فلس، روده و آبشش است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

مطالعات متعددی ثابت نموده اند که میزان فلزات سنگین در اندام عضله پایین تر از سایر اندام ها نظیر کبد می باشند. در تحقیقات بر روی ماهی کفال پشت سبز (*L. dussumieri*) (ناصری و همکاران، ۱۳۸۴)، ماهی بیاه رودخانه ای (*L. abu*) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹ ؛ عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰)، ماهی بیاه خلیج فارس (*L. persicus*) (فتاحی پور و همکاران، ۱۳۸۹)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) (Canli and Alti, 2003 ; Filazi *et al*., 2003 ; Yilmaz, 2009)، کفال طلایی (*L. auratus*) (Usero *et al*., 2003)، Turkmen *et al*., 2010) *L. carinata*) گزارش شده است (جدول۲) که میزان فلزات سنگین در عضله پایین تر از کبد می باشد که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد.

ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۵) بالاترین و پایین ترین میزان جیوه را در ماهی شاه کولی (*Chalcalburnus chalcalburnus*) تالاب انزلی به ترتیب در کلیه و عضله تعیین کردند. همچنین میزان جیوه در عضله و کبد ماهی بیاه (*L. abu*) ۲۶/۶۶ و ۲۸/۳۳ (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰)، ماهی شلج (*Aspius vorax*) ۱۷/۸۳ و ۲۱/۵ (ولایت زاده و عبدالهی، ۱۳۸۹)، ماهی لوتک (*Cyprinion macrostomus*) ۱۶/۰۳ و ۲۰/۰۶ (ولایت زاده و طبیب زاده، ۱۳۹۰) میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک بود که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد. میزان کادمیوم و سرب در عضله کفال طلایی (*L. auratus*) دریای خزر به ترتیب ۰/۳۲ و ۲/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴)، در عضله کفال خاکستری (*M. cephalus*) دریای مدیترانه ۰/۶۶ و ۵/۳۲ وزن خشک میلی گرم در کیلوگرم (Canli and Atli, 2003)، در چهار گونه ماهیان خلیج فارس ۰/۰۴۶۹- ۰/۰۰۰۴ و ۰/۰۲۱- ۰/۰۰۰۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک (Agah *et al*., 2009) گزارش شده است. همچنین در بررسی Tuzen (۲۰۰۹) بالاترین میزان کادمیوم و سرب در ماهیان دریای سیاه به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۳۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد. در بررسی فلزات سنگین در ماهی کفال خاکستری (*M. cephalus*) در رودخانه آبا در نیجریه میزان سرب ۰/۰۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک تعیین شد (Ubalua *et al*., 2007). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه ای، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری ماهی در محیط آبی، فصل صید و خواص شیمیایی آب (شوری، سختی، دما) از عوامل موثر در تجمع فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهی می باشند (Demirak *et al*., 2006). میزان تجمع فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهیان به ویژگی های بیوشیمیایی فلز نیز بستگی دارد. همچنین بین تجمع فلزات در بافت های مختلف با گونه ماهی نیز رابطه وجود دارد (Haung, 2003) که ممکن است مرتبط با عادات غذایی آن ها و ظرفیت تجمع زیستی (Bio-concentration Capacity) هر گونه باشد (Farkas *et al*., 2003).

میزان آرسنیک در کبد ماهیان *Coregonus clupeaformis* (Pedlar *et al*., 2002)، *Labeo rohita*، *L. gonitus*، *Tilapia mossambicus*، *Cirrhinus mrigala* و *C. reba* (Shah *et al*.,2009)، *Coregonus clupeaformis*، *Stizostedion vitreum*، *Catostomus commersoni*، *Catostomus catostomus* (De Rosemond *et al*., 2008)، شوریده، هامور، زمین کن و حلوا سفید خلیج فارس (Agah *et al*., 2009) بالاتر از عضله بود که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد. میزان آرسنیک در عضله ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) و کفشک (*Psettodes erumei*) ۰/۰۲۲ و ۰/۰۶۹ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰). آرسنیک به طور عمده از را دستگاه گوارش و آبشش ها وارد بدن ماهیان می شود و در عضله مقادیر کمی از آن تجمع می یابد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱ ؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

فعالیت های متابولیکی نقش مهمی در تجمع فلزات سنگین در اندام های مختلف ماهیان دارند ضمن آنکه فعالیت های متابولیکی ماهیان با سن کمتر به مراتب بیشتر از ماهیان

مسن‌تر می باشد. بنابراین تجمع فلزات در ماهیان جوان تر (با طول کمتر) بیشتر است (Canli and Atli, 2003). این همبستگی معکوس در مطالعه حاضر ممکن است به دلیل بالاتر بودن متابولیسم فعال در ماهیان کوچکتر نسبت به ماهیان بزرگتر باشد. همچنین با توجه به رابطه مستقیم نرخ متابولیک در آبزیان و نرخ جذب آلودگی، انباشتگی فلزات سنگین در افراد جوان تر، بالاتر تفسیر می گردد (Canli and Atli, 2003 ; Kojadinovic *et al*., 2007). بنابراین می توان نتیجه گرفت که فرضیه تجمع بالای عناصر در ماهیان بزرگتر درست است. دلیل دیگر این که اگر میزان جذب عناصر از طریق غذا و آب برابر با میزان انتشار و دفع آن عناصر به منابع از بدن ماهی باشد، میزان عناصر با افزایش طول ثابت خواهد ماند و احتمالاً به کاهش جذب عناصر در بافت های ماهی منجر خواهد شد (Rashed, 2001).

در تحقیقی بر روی ماهیان کپور یک ساله تا سه ساله میانگین میزان سرب در ماهیان یک ساله ۱۴۹/۹۶ میکروگرم در کیلوگرم وزن تر بوده که در ماهیان سه ساله به ۱۶۷/۹۵ میکروگرم در کیلوگرم وزن تر افزایش یافته است. این مسئله درمورد کادمیوم نیز صادق است به طوری که میزان کادمیوم در ماهیان یک ساله از ۶۹/۵۴ میکروگرم در کیلوگرم وزن تر به ۸۶/۷۵ میکروگرم در کیلوگرم وزن تر افزایش یافته است که با افزایش سن ماهیان میزان تجمع دو فلز سرب و کادمیوم در عضله ماهیان افزایش نشان داد (رییسی و همکاران، ۱۳۸۸). تجمع فلزات بعد از یک سن مشخص به یک وضعیت ثابت می رسد. رقیق سازی غلظت فلزات سنگین از بافت ها در طی رشد و یا کاهش فعالیت متابولیکی در طی افزایش سن انجام می شود. اگر غلظت فلزات در آب آنقدر زیاد باشد که ماهی نتواند با رقیق سازی و کاهش غلظت آن را رفع نماید، تجمع فلزات در بافت های ماهیان ادامه می یابد (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). در مطالعات متعددی نشان داده شده است که با افزایش رشد ماهی میزان جیوه در عضله گونه مورد مطالعه افزایش می یابد (Farkas *et al*., 2000; Adams and Onorato, 2005).

در گونه های با سایز کوچک و متوسط، افزایش اندازه بدن ماهی اغلب تاثیری بر روی افزایش تجمع فلزات سنگین در بافت های ماهی ندارد (Hugett *et al*., 2001).

غلظت جیوه، سرب و آرسنیک در عضله ماهی مید پایین تر از حد آستانه استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) و انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بود. اما غلظت کادمیوم در عضله ماهی مید از استاندارد انجمن بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) بالاتر بود و از حد آستانه استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) بالاتر بود (جدول ۳). به طور کلی با توجه به اینکه غلظت فلزات سنگین جیوه، آرسنیک، کادمیوم و سرب در عضله نسبت به کبد پایین بود و در مقایسه با استانداردهای جهانی پایین تر بود مصرف ماهی مید توسط مردم منطقه مشکلات خاصی را ایجاد نمی کند، البته میزان کادمیوم و سرب ابهاماتی را به وجود می آورد، لذا جهت اطمینان بیشتر در این زمینه باید مطالعات گسترده تری بر روی گونه های دریایی و تجاری منطقه که بازار پسندی فراوانی توسط مردم دارند صورت گیرد. همچنین تحقیقات بیشتری در زمینه فلزات سنگین نیکل، وانادیوم، مس، روی، کروم، کبالت نیز بر روی گونه های آبزیان سواحل بندر هندیجان انجام شود.

جدول ۲- مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین در عضله و کبد ماهی مید (*L. klunzingeri*) با سایر تحقیقات در کفال ماهیان (میکروگرم بر گرم وزن خشک)

گونه	اندام	جیوه	کادمیوم	سرب	آرسنیک	منبع
Mugil cephalus	**عضله**	-	۰/۶۶	۵/۳۲	-	Canli and Alti, 2003
	کبد	-	۱/۶۴	۱۲/۵۹	-	
M. cephalus	**عضله**	۰/۰۱	-	۰/۰۱	۰/۲	Ubalua *et al*., 2007
Liza auratus	**عضله**	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	۰/۰۳	۱/۳۶	Usero *et al.*, 2003
	کبد	۰/۰۳۵	۰/۵۱	۰/۴۸	۱/۶۸	
M. auratus	**عضله**	-	۰/۱ -۰/۴	۰/۵۷ -۱/۱۲	-	Filazi *et al.*, 2003
	کبد	-	۰/۱۵-۰/۵	۰/۶-۱/۲۱	-	
M. cephalus	**عضله**	-	۰/۴۵	۰/۶۱	-	Uluozlu *et al*., 2007
M. cephalus	**عضله**	۰/۰۰۷	۰/۳۵	۰/۶۸	۰/۲۳	Tuzen, 2009
L. carinata	**عضله**	-	۰/۴۷	۰/۴۷	-	Turkmen *et al*., 2010
	کبد	-	۰/۵۸	۰/۷۱	-	
M. cephalus	**عضله**	-	۰/۱۲	۰/۴۳	-	Yilmaz, 2009
	کبد	-	۳/۳۲	۰/۷۸	-	
L. auratus	**عضله**	-	۰/۳۲	۲/۳۳	-	امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴
L. persicus	**عضله**	۲/۷۸	-	-	-	فتاحی پور و همکاران، ۱۳۸۹
	کبد	۸/۱۴	-	-	-	
L. abu	**عضله**	۰/۰۲۷	۰/۴۳۴	۰/۹۳	-	عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰
	کبد	۰/۰۲۸	۰/۴۶۶	۱/۰۳	-	
L. auratus	**عضله**	۵۷/۲۰	۹۷/۲۹	-	۲۰۰/۸۰	جنت مکان و همکاران، ۱۳۹۳
L. auratus	**عضله**	-	-	۵۸۰	-	عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۲
	کبد	-	-	۶۶۳۰	-	
L. abu	**عضله**	-	۱۷	۱۹۰۹	۲۹۵	کوشافر و ولایت زاده، ۱۳۹۳
L. klunzingeri	**عضله**	۰/۰۳۳	۰/۱۷۱	۰/۲۶۵	۰/۰۹۲	تحقیق حاضر
	کبد	۰/۰۵۲	۰/۲۲۴	۰/۳۲۳	۰/۱۶۰	

جدول ۳- مقایسه میزان تجمع فلزات سنگین در عضله و کبد ماهی مید (*L. klunzingeri*) با استانداردهای جهانی میکروگرم بر کیلوگرم وزن تر) (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ Tuzen, 2009; WHO, 2004)

استانداردهای جهانی	جیوه	کادمیوم	سرب	آرسنیک
سازمان بهداشت جهانی	۰/۵	۰/۲	۲	۰/۱
سازمان غذا و داروی آمریکا	۰/۵	۲	۰/۵	-
بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا	۱	۰/۰۵	۱/۵	۲
وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان	۰/۵	۰/۲	۲	-
عضله ماهی مید	۰/۰۳۳	۰/۱۷۱	۰/۲۶۵	۰/۰۹۲

منابع

طبیب زاده، م. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۵. تجمع زیستی عناصر سمی و ضروری در عضله و پوسته خرچنگ گرد (*Potamon persicum* Pretzmann,1962) رودخانه کاکارضا در استان لرستان. *مجله علمی شیلات ایران*، ۲۵ (۲): ۲۱۲-۲۰۳.

عسکری ساری، ا.، خدادادی، م.، کاظمیان، م.، ولایت زاده، م. و بهشتی، م .۱۳۸۹ . اندازه گیری و مقایسه میزان فلزات سنگین (آهن، روی، مس و منگنز) در ماهی بیاه رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان. *مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی*، ۵(۱): ۷۰-۶۱.

عسکری ساری، ا.، ولایت زاده، م.، بهشتی، م. و خدادادی، م. ۱۳۹۰. میزان تجمع فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم در بافت های ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه‌های کارون و بهمنشیر. *مجله علمی شیلات ایران*، ۲۰(۲): ۱۴۰ -۱۳۱.

عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، محجوب، ث. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۱. میزان فلزات سنگین (جیوه، کادمیوم، سرب) در عضله ماهی شوریده در بنادر صیادی آبادان و بندرعباس. *مجله علمی شیلات ایران*، ۲۱ (۳): ۱۰۶-۹۹.

عسکری ساری، ا. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۲. تجمع زیستی فلزات سرب و روی در کبد و عضله کپور (*Cyprinus carpio*)، ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) و کفال طلایی (*Liza auratus*) بازار تهران. *مجله بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز*، ۳ (۱): ۱۰۷-۸۹.

عسکری‌ساری، ا. و ولایت‌زاده، م. ۱۳۹۳. فلزات سنگین در آبزیان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ایران.

فتاحی پور، س.، نبوی، س.م.ب.، نیک پور، ی. و رجب زاده، ا. ۱۳۸۹. بررسی تجمع زیستی جیوه کل در بافت خوراکی و غیرخوراکی ماهی بیاه (*Liza persicus*) و ارتباط آن با برخی مشخصات زیست سنجی در محدوده خوریات ماهشهر. اولین همایش ملی علوم آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، ایران.

اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، چاپ اول. تهران.

اسماعیلی ساری، ع.، نوری ساری، ح. و اسماعیلی ساری، ا. ۱۳۸۶. جیوه در محیط زیست. چاپ اول. انتشارات بازرگان. رشت.

امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف. ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Mugil auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). *مجله علمی شیلات ایران*، ۱۴(۳): ۱۸-۱.

پازوکی، ج.، ابطحی، ب. و رضایی، ف. ۱۳۸۸. سنجش میزان فلزات سنگین (کروم و کادمیوم) در بافت پوست و عضله کفال طلایی (*Mugil auratus*) منطقه انزلی. *مجله علوم محیطی*، ۵(۱): ۳۲-۲۱.

جنت مکان، ش.، عسکری ساری، ا.، جواهری بابلی، م.، و ولایت زاده، م. ۱۳۹۳. ارتباط تجمع زیستی جیوه، کادمیوم و آرسنیک با ترکیبات شیمیایی پروتئین، چربی و خاکستر عضله ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) تالاب انزلی. *مجله بهداشت مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز*، ۴ (۴): ۳۰-۱۹.

ذوالفقاری، ق.، اسماعیلی ساری، ع.، قاسمپوری، س. م.، قربانی، ف.، احمدی فرد، ن. و شکری، ز. ۱۳۸۵. ارتباط سن، جنسیت و وزن با غلظت جیوه در اندام های مختلف ماهی شاه کولی تالاب انزلی. *مجله علوم و فنون دریایی*، ۵(۲ و۴): ۳۱-۲۳.

رحیمی، ا.، شاکریان، ا.، رییسی، م.، کاظمی خیرآبادی، ا. و بهزادنیا، ا. ۱۳۹۰. بررسی غلظت آرسنیک در ماهیان شوریده (*Otolithes ruber*) و کفشک (*Psettodes erumei*) عرضه شده در بازار اصفهان به روش اسپکترومتری جذب اتمی. *مجله بهداشت مواد غذایی*، ۱(۳): ۴۶- ۴۱.

رییسی، م. انصاری، م. و رحیمی، ا. ۱۳۸۸. تعیین میزان سرب و کادمیوم در گوشت چهار گونه از کپور ماهیان رودخانه بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری و بررسی رابطه آن با سن و گونه ماهی. *مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی*، ۴ (۴): ۴۲-۳۷.

قمی بهبهانی، س.م. ۱۳۹۰. تهیه کنسرو از ماهی مید و تعیین برخی از شاخص های کیفی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته منابع طبیعی گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ایران.

کاشی، م.ت.، هاشمی، س.ا.ر. و صفی خانی، ح. ۱۳۸۷. بررسی برخی ویژگی های رشد ماهی مید (*Liza klunzingeri*) در آب های ساحلی استان خوزستان. *مجله شیلات*، ۲(۴): ۳۰-۲۳.

کاشی، م.ت. و هاشمی، س. ا. ر. ۱۳۸۸. چرخه تولید مثلی، شاخص رسیدگی جنسی و طول بلوغ ماهی مید (*Liza klunzingeri*) در سواحل شرقی استان خوزستان (بحرکان). *مجله بیولوژی دریا*، ۱(۲): ۳۶-۲۶.

کوشافر، آ. و ولایت زاده، م. ۱۳۹۳. مقایسه تجمع زیستی فلزات سنگین در عضله دو گونه ماهی بیاه آب شیرین (*Liza abu*) و شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) رودخانه بهمنشیر در فصل تابستان. *فصلنامه اکوبیولوژی تالاب*، ۶ (۲۲): ۷۲-۵۹.

ناصری، م.، رضایی، م.، عابدی، ع. و افشار نادری، ا. ۱۳۸۴. سنجش مقادیر برخی عناصر سنگین (آهن، مس، روی، منیزیم، منگنز، جیوه، سرب و کادمیوم) در بافت های خوراکی و غیر خوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) سواحل بوشهر. *مجله علوم دریایی ایران*، ۴(۳ و۴): ۶۷-۵۹.

ولایت زاده، م. و عبدالهی، س. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه تجمع جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی شلج (*Aspius vorax*) رودخانه کارون در فصل زمستان. *فصلنامه محیط زیست جانوری*. ۲(۴): ۷۲-۶۵.

ولایت زاده، م. و طبیب زاده، م. ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه تجمع عناصر سمی جیوه، کادمیوم و سرب در عضله و کبد ماهی لوتک (*Cyprinion macrostomus*) رودخانه کارون. *مجله علوم و فناوری غذایی*، ۳(۱): ۳۳-۲۷.

ولایت زاده، م. و عسکری ساری، ا. ۱۳۹۱. بررسی و مقایسه تجمع آرسنیک در عضله و کبد پنج گونه ماهی بومی استان خوزستان. *نشریه شیلات (منابع طبیعی ایران)*، ۶۵ (۴): ۴۶۱-۴۵۷.

ولایت زاده، م. ۱۳۹۵. بررسی میزان فلزات سنگین آهن، روی و مس در عضله برخی ماهیان بومی تالاب هورالعظیم، استان خوزستان. *مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی*، ۱۱ (۳): ۸۸-۱۰۰.

Adams, H. & Onorato, V. 2005. Mercury concentrations in red drum, *Sciaenops oselatus*, from estuarine and offshore waters of Florida. *Marine Pollution Bulletin*, 50: 291-300. Doi:10.1016/j.marpolbul.2004.10.049.

Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, S.M.R. & Baeyens, W. 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five species from the Persian Gulf. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 157: 499-514. DOI: 10.1007/s10661-008-0551-8.

Ahmad, A.K. & Shuhaimi-Othman, M. 2010. Heavy metal concentration in sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 10(2): 93-100. DOI: 10.3923/jbs.2010.93.100.

Al-Yousuf, M.H., El-Shahawi, M.S. & Al-Ghais, S.M. 2000. Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *Sciences Total Environment*, 256: 87-94. Doi: 10.1016/S0048-9697(99)00363-0.

Bellassoued, K., Hamza, A., Pelt, J. & Elfeki, A. 2013. Seasonal variation of *Sarpa salpa* fish toxicity, as related to phytoplankton consumption, accumulation of heavy metals, lipids peroxidation level in fish tissues and toxicity upon mice. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 1137–1150. Doi:10.1007/s10661-012-2621-1.

Canli, M. & 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. Doi:10.1016/S0269-7491(02)00194-X.

Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L. &Zdemir, N. 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscuscephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere*, 63: 1451–1458. Doi:10.1016/j.chemosphere.2005.09.033.

De Rosemond, S., Xie, Q. & Liber, K. 2008. Arsenic concentration and speciation in five freshwater fish species from Back Bay near Yellowknife, NT, Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*, 147: 199-210. Doi:10.1007/s10661-007-0112-6.

Eboh, L., Mepba, H.D. & 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. Doi:10.1016/j.foodchem.2005.05.041.

Farkas, A., Salanki, J. & Varanka, I. 2000. Heavy metal concentrations in fish of Lake Balaton,

Lakes and ReserVoirs. *Journal of Research and management*, 5: 271-279. Doi: 10.1046/j.1440-1770.2000.00127.x.

Farkas, A., Salanki, J. & Specziar, A. 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. Populating a Low-contaminated site. *Water Research*, 37 (5): 959-964. Doi:/10.1016/S0043-1354(02)00447-5.

Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C. & Hismiogullari, S.E. 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. Doi:10.1191/0960327103ht323oa.

Gammons, C. & Slotton, D. 2006. Mercury concentration of fish river water and sediment in the Rio Ramis Lake Titicaca water shed, Peru. *Journal of science of the total Environment*, 368: 637-648. DOI:10.1016/j.scitotenv.2005.09.076.

Huang, W.B. 2003. Heavy Metal Concentration in the Common Benthic Fishes Caught from the coastal Waters of Eastern Taiwan. *Journal of Food and Drug Analysis*, 11(4): 324-330.

Huggett, D.B., Steevens, J.A., Allgood, J.C., Lutken, C.B., Grace, C.A. & Benson, W.H. 2001. Mercury in sediment and fish from North Mississippi Lakes. *Chemosphere*, 42: 923-929. Doi:10.1016/S0045-6535(00)00175-2.

Kojadinovic, J., Potier, M., Le Corre, M., Cosson, R.P. & Bustamante, P. 2006. Mercury content in commercial pelagic fish and its risk assessment in the Western Indian Ocean. *Science Total Environment*, 366: 688–700. Doi:10.1016/j.scitotenv.2006.02.006.

Jordao, C.P., Pereira, M.G., Bellato, C.R., Pereira, J.L. & Matos, A.T. 2002. Assessment of water systems for contaminants from domestic and industrial sewages. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 79(1): 75–100. Doi: 10.1023/A:1020085813555.

Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A.O. & Ogundajo, A.L. 2010. Determination of heavy metals in fish tissues, water and sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 7(1): 215-221. Doi:10.1155/2010/676434.

Pedlar, R.M., Ptashynski, M.D., Evans, R.E. & Klaverkamp, J.F. 2002. Toxicological effects of dietary arsenic exposure in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). *Aquatic Toxicology*, 57: 167-189. Doi:10.1016/S0166-445X(01)00198-9.

Pourang, N., Tanabe, S., Rezvan, S. & Dennis, J.H. 2005. Trace elements accumulation in edible tissues of five sturgeon species from the Caspian Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 100: 89–108. DOI: 10.1007/s10661-005-7054-7.

Rashed, M.N. 2001. Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nassar Lake. *Environment International*, 27: 27-33. Doi:10.1016/S0160-4120(01)00050-2.

Rouessac, F. & Rouessac, A. 2007. Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques. 2nd Edition, England, John Wiley & Sons Ltd.

Romeo, M., Siaub, Y., Sidoumou, Z. & Gnassia-Barelli, M. 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Science Total Environment*, 232: 169–75. Doi:10.1016/S0048-9697(99)00099-6.

Shah, A.Q., Kazi, T.G., Muhammad Balal Arain, M.B., Jamali, M.K., Afridi, H.I., Jalbani, N., Baig J.A. & Kandhro, Gh.A., 2009. Accumulation of arsenic in different fresh water fish species- potential contribution to high arsenic intakes. *Food Chemistry*, 112: 520–524. Doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.095.

Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y. & Cecik, M. 2010. Metals in tissues of fish from Yelkoma Lagoon, northeastern Mediterranean. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 168: 223-230. DOI:10.1007/s10661-009-1106-3.

Tuzen, M. 2009. Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Journal of Food and chemical Toxicology*, 47(9): 2302-2307. Doi:10.1016/j.fct.2009.04.029.

Ubalua, A.O., Chijioke, U.C. & Ezeronye, O.U. 2007. Determination and Assessment Heavy Metal Content in fish and shellfish in Aba River, Abia State, Nigeria. *Sciences Technology Journal*, 7(1): 16-23.

Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J. & Gracia, I. 2003. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International*, 29: 949–956. Doi:10.1016/S0160-4120(03)00061-8.

US EPA. 2000. Arsenic occurrence in public drinking water supplies, EPA-815-R-00-023, Washington DC.

Uluozlu, O., Tuzen, M., Mendil, D. & Soylak, M. 2007. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chemistry*, 104: 835-840. Doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.003.

Yilmaz, F., 2009. The Comparison of Heavy Metal Concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn) in Tissues of Three Economically Important Fish (*Anguilla anguilla*, *Mugil cephalus* and *Oreochromis niloticus*) Inhabiting Koycegiz Lake-Mugla (Turkey). *Turkish Journal of Science and Technology*, 4 (1): 7-15.

World Health Organization (WHO). 2004. Guidelines for drinking water quality. Geneva.

Determination of Mercury, Lead, Cadmium and Arsenic in Muscle and Liver of *Liza klunzingeri* from Hendijan Seaport

Velayatzadeh, M.[*1], Shahri, E.[2]
1. Young researchers and Elite club, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Ahvaz, Iran
2. Dept. of Environmental Pollution, Environmental Protection Agency, Zahedan, Iran

Abstract
This study determined the concentrations of mercury, lead, cadmium and arsenic in the muscle and liver of *Liza klunzingeri* from Khuzestan province. In this study, 18 samples of *L. klunzingeri* were collected from Hendijan seaport in winter. The concentrations of heavy metals were obtained by atomic absorption spectrometry (Perkin Elmer 4100). The average length and weight of *L. klunzingeri* were 18.77±0.95 cm and 78.27±3.68 g, respectively. Concentration of Hg, Cd, Pb and As in muscle of *L. klunzingeri* were 0.033±0.009, 0.171±0.017, 0.265±0.009, 0.092±0.008 mg kg^{-1} dry weight. Also, the amounts of these toxic metals in L. klunzingeri were 0.052±0.009, 0.224±0.011, 0.323±0.017, 0.160±0.008 mg kg^{-1} dry weight, respectively. The mercury, cadmium, lead and arsenic concentrations in liver of *L. klunzingeri* were higher than their levels in muscle. In this study, there was no significant positive correlation between concentration of Hg, Cd, Pb and As with length and weight in muscle of *Liza klunzingeri* ($P<0.05$). Accumulation of Hg, Pb and As in muscle of *Liza klunzingeri* was lower than the WHO, FDA and NHMRC standards, but concentration of Cd was higher than the NHMRC standards.

Keywords: Heavy metals, Toxic, *Liza klunzingeri*, Muscle, Liver, Hendijan Seaport

*Corresponding author: mv.5908@gmail.com