

# مقایسه میزان فلزات سنگین آهن، نیکل، روی و مس در عضله و کبد ماهی مید (Liza klunzingeri) و ماهی هوور مسقطی (Katsuwonus pelamis) در

## بنادر آبادان، ماهشهر و هندیجان استان خوزستان

امیر حسین خواجه نژاد، کارشناس ارشد تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، خوزستان، ایران.  
ابوالفضل اکبری ساری، دانشیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، خوزستان، ایران.  
لاله رومیانی، استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، خوزستان، ایران.  
محمد ولایت زاده\*، دانشجوی دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، اهواز، خوزستان، ایران.

E-mail\*: mv.5908@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۱۹ - پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۰۷

### چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ به منظور تعیین و مقایسه میزان فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در دو گونه ماهی مید (*Scomberomorus guttatus*) و هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) در استان خوزستان انجام شد. ۳۰ قطعه نمونه ماهی از اسکله صیادی بندر آبادان، ماهشهر و هندیجان تهیه و میزان فلزات سنگین به روش جذب اتمی و به کمک دستگاه پراکین المر ۴۱۰۰ سنجش شدند. غلظت فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در عضله و کبد دو گونه ماهی مید و هوور مسقطی اختلاف معنی داری داشت ( $P < 0.05$ ). دامنه غلظت فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در دو گونه ماهی به ترتیب ۵۷/۴-۱۳/۱، ۱۸۹-۹/۶، ۱۲/۱-۰/۸۸ و ۴/۷۸-۰/۳۴ میلی گرم در کیلوگرم بود. بالاترین غلظت در عضله دو گونه ماهی مورد مطالعه مربوط به فلز روی در ماهی مید (۱۳/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم) و پایین ترین غلظت مربوط به فلز نیکل در ماهی هوور مسقطی (۰/۳۶ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. بالاترین غلظت در کبد دو گونه ماهی مورد مطالعه مربوط به فلز آهن در ماهی مید (۱۸۵/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم) و پایین ترین غلظت مربوط به فلز نیکل در ماهی هوور مسقطی (۲/۹ میلی گرم در کیلوگرم) اندازه گیری شد. با توجه به نتایج به دست آمده میزان فلزات روی، آهن، مس و نیکل در عضله و کبد ماهی مید نسبت به کبد ماهی هوور مسقطی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ).

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، عضله، کبد، ماهی مید، ماهی هوور مسقطی، استان خوزستان.

### ۱- مقدمه

انواع مختلفی دارد که هر یک اهمیت خاص خود را داشته و هیچ یک را نمی توان نادیده گرفت. از انواع آلودگی آب ها می توان به آلودگی رادیواکتیو، آلودگی عناصر کمیاب و با میزان کم، آلودگی های نفتی و فلزات

اکوسیستم های آبی پیوسته با مشکلات ناشی از آلاینده هایی مواجه هستند که از منابع مختلف مانند فاضلاب های صنعتی، پساب های کشاورزی و فاضلاب های شهری وارد آنها می شوند. آلودگی آب ها

مگنر در غلظت‌های پایین برای بدن ضروری هستند، اما عناصری مانند مس و روی در غلظت‌های بالا سمیت بالایی دارند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

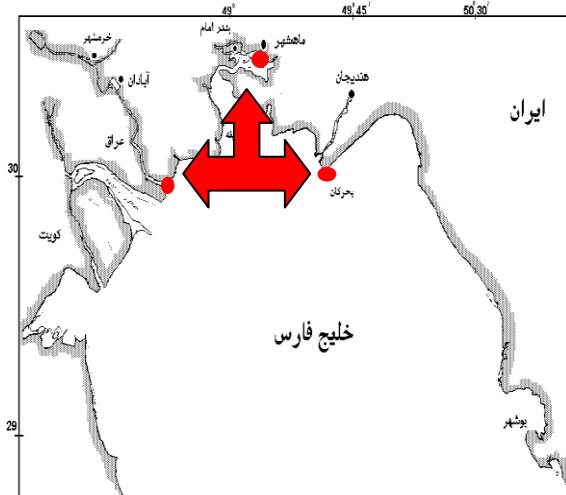
آهن یکی از عناصر ضروری و بسیار مهم برای انسان است. کمبود آهن باعث کم‌خونی می‌شود. حداقل نیاز به آهن ۷ تا ۱۴ میلی‌گرم بسته به سن برآورد می‌شود. زنان باردار ممکن است نیاز به بیش از ۱۵ میلی‌گرم آهن در روز داشته باشند. متوسط نیاز روزانه ۱۰ میلی‌گرم در نظر گرفته می‌شود (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). مس یک عنصر ضروری و مفید برای سلامت انسان است، اما مقادیر بالای آن می‌تواند منجر به آسیب‌های کبدی و کلیه‌ای شود. برای یک بزرگسال با وزن متوسط ۶۰ کیلوگرم میزان نیاز روزانه به مس ۳ میلی‌گرم می‌باشد (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹). روی در بسیاری از فعالیت‌های متابولیکی در انسان شناسایی شده و کاهش روی منجر به کاهش اشتها، کند شدن رشد، تغییرات پوستی می‌شود. میزان روی مورد نیاز انسان به سن و جنسیت بستگی دارد. نیاز روزانه روی در مردان بالغ ۱۵ میلی‌گرم و در زنان بالغ ۱۲ میلی‌گرم در روز است (الصاق، ۱۳۹۰؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). مقادیر کم نیکل برای تولید سلول‌های قرمز خون در بدن انسان نیاز می‌باشد، هر چند در مقادیر بالا تا حدودی می‌تواند سمی باشد. به نظر می‌رسد نیکل در کوتاه مدت مشکلاتی ایجاد نمی‌کند، اما در طولانی مدت می‌تواند باعث کاهش وزن بدن، صدماتی به قلب، کبد، تحریک و حساسیت بالا شود (Pourang et al., 2005; Abdel- Baki et al., 2011).

هوور مسقطی از مهمترین گونه‌های تن ماهی می‌باشد که در سراسر جهان در آب‌های بالاتر از ۱۵ درجه سانتیگراد مشاهده می‌شود. از مهمترین آبیان از نظر صید می‌باشد

سنگین که تاثیر زیادی روی سلامت و زندگی گیاهان و جانوران آبی دارند اشاره نمود که در نهایت موجب زوال و نابودی محیط زیست می‌شوند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). این آلاینده‌ها (فلزات سنگین، سموم کشاورزی و فرآورده‌های نفتی) برای محیط‌های آبی بیگانه و زیان‌آور بوده و بیشتر بدون هیچ تصفیه‌ای به آب‌ها رها می‌شوند. از مضرترین نوع آلودگی آب‌ها، آلودگی ناشی از وجود فلزات سنگین و ترکیبات آنها می‌باشد. توسعه صنایع و افزایش بی‌رویه جمعیت شهرها و روستاها و در پی آن توسعه کشاورزی و استفاده از کودها و سموم دفع آفات، موجب می‌گردد مقادیر زیادی از فاضلاب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف مانند عناصر سنگین هستند وارد اکوسیستم‌های آبی شوند (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۸۹؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۲).

فلزات سنگین جزء آلاینده‌های خطرناک بوده که توسط مواد زائد و فاضلاب، فعالیت‌های صنعتی، آلودگی‌های نفتی وارد محیط‌های دریایی می‌شوند. غلظت فلزات سنگین معمولاً کم و حدود یک قسمت در میلیون (پی‌پی‌ام) است. در حالت‌های خاص، گیاهان و جانوران دریایی می‌توانند، غلظت‌های این فلزات را در خود بالا افزایش دهند، بدون آن که ظاهراً به خود آنها آسیبی وارد آید، ولی مصرف آن‌ها توسط انسان باعث اختلال در سلامتی و حتی مسمومیت می‌گردد (Agah et al., 2009). از میان فلزات سنگین جیوه، سرب و کادمیوم نقش مهمی را در مسمومیت انسان و دام ایفا می‌کنند. عوارض این آلاینده‌ها بر سلامت انسان به‌طور عمده به دنبال در معرض قرار گرفتن مزمن و تدریجی اتفاق می‌افتد و علاوه بر مشکلات کبدی، کلیوی و استخوانی به‌طور بالقوه سرطان، جهش و آلرژی‌زا هستند (اسماعیلی ساری و همکاران، ۱۳۸۶؛ Bahnasawy et al., 2011). مس، روی، کبالت، آهن و

به آزمایشگاه انتقال یافتند. جهت نمونه برداری انجام این پژوهش اندازه، وزن، سن و جنسیت ماهیان در نظر گرفته نشد و زیست شناسی و اکولوژیک این دو گونه جهت مطالعه مورد توجه قرار گرفت.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محل نمونه برداری ماهی مید (*Scomberomorus guttatus*) و هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) صیدگاه‌های بندر آبادان، بندر ماهشهر و بندر هندیشان

## ۲-۲- آماده سازی نمونه ها و آنالیز

ابتدا در آزمایشگاه بافت عضله نمونه ها جدا شد. سپس نمونه های عضله ماهی را با یکدیگر مخلوط نموده و نمونه مرکب به دست آمد (ROPME, 1999). نمونه های به دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آن با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده تا به وزن ثابت رسیدند و سپس از داخل آن خارج شدند. برای هضم نمونه ها از روش مرطوب استفاده شد که ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی لیتر ریخته شد و به آن ۲۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و از سنگ جوش برای یکنواختی

به طوری که در سال ۲۰۱۰ میزان صید آن ۲۵۲۳۰۰۰ تن بوده است که بعد از ماهی آنچوی و پولاک آلاسکا رتبه سوم از نظر میزان صید را دارا می باشد (FAO, 2012). این ماهی در خلیج فارس و دریای عمان، در سواحل استان خوزستان نظیر بندر هندیشان، سواحل استان هرمزگان و مانند دلم، دیر و کنگان، سواحل استان های هرمزگان و سیستان و بلوچستان صید می گردد (صادقی، ۱۳۸۰؛ ستاری و همکاران، ۱۳۸۲). ماهی مید دارای نام های عمومی متعدد است که در استان های جنوب غربی نظیر بوشهر، خوزستان به آن مید و در جنوب کشور در استان هرمزگان به آن گارریز می گویند و نام انگلیسی آن *Klunzingeri mullet* است. این ماهی بومی خلیج فارس، اقیانوس هند، دریای عرب و خلیج عمان می باشد (ولی نسب و همکاران، ۱۳۸۲).

در این پژوهش فرضیه این است که تجمع زیستی میزان فلزات سنگین در عضله و کبد ماهی هوور مسقطی بالاتر از ماهی مید باشد. بنابراین با توجه به مطالب فوق، هدف این پژوهش اندازه گیری تجمع فلزات سنگین نیکل، مس، آهن و روی در اندام های ماهی مید و هوور مسقطی بنادر صیادی استان خوزستان به دلیل تغذیه از این دو گونه ماهی و اهمیت عناصر مورد مطالعه در بدن انسان می باشد.

## ۲- روش ها

### ۲-۱- تهیه نمونه

در تابستان سال ۱۳۹۲، از هر یک از گونه های ماهی مید (*Scomberomorus guttatus*) و هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) به صورت کاملاً تصادفی از صیدگاه های بندر آبادان، بندر ماهشهر و بندر هندیشان در خلیج فارس ۱۵ نمونه تهیه شد (شکل ۱). نمونه های ماهی به کمک صیادان بومی منطقه صید شدند. ماهیان صید شده را در جعبه های یونولیتی حاوی یخ قرار داده و

به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیم پیرولیدین کاربامات ۵٪ اضافه شده و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند.

پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیم 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 محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری شد ( Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010 ; Olowu et al., 2010 ).

#### ۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS17 انجام شد و میانگین تیمارها به کمک آنالیز واریانس T-test با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ( $P=0.05$ ) تعیین شد. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار 2007 Excel استفاده شد.

#### ۳- نتایج

میانگین فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در عضله و کبد دو گونه ماهی مید و هوور مسقطی در سواحل استان خوزستان در جدول ۱ آمده است. دامنه غلظت فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در دو گونه ماهی به ترتیب ۵۷/۴-۱۳/۱، ۱۸۹-۹/۶، ۱۲/۱-۰/۸۸ و ۴/۷۸-۰/۳۴ میلی گرم در کیلوگرم بود.

جوشیدن استفاده شد. سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد. سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخارات سفید رنگ اسید بطور کامل محو شد، مخلوط سرد شده و در حالی که بالن چرخانده می‌شد ۱۰ میلی لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی به آن اضافه شد. با حرارت دادن حدود ۱۰۰ دقیقه محلول کاملاً شفاف بدست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتر انتقال داده شد و به حجم رسانده شد ( Eboh et al., 2006 ; Kalay et al., 2003 ).

#### ۲-۳- سنجش فلزات سنگین

سنجش فلزات سنگین مورد مطالعه به روش جذب اتمی و سیستم کوره گرافیتی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. حد تشخیص فلزات توسط این دستگاه جذب اتمی به روش کوره در حد ppb بود که دارای دقت حدود ۱۰۰۰ برابر سیستم شعله می‌باشد. صحت داده‌های به دست آمده با استفاده از روش Standard Addition بررسی شد. در این روش ابتدا ماده مجهول، آنالیز می‌شود، سپس به چند ظرف که حاوی مقدار یکسانی از نمونه است، حجم‌های مشخصی از استاندارد اضافه می‌شود و کروماتوگرام مربوط به هر مرحله را آنالیز و در نهایت ارتفاع یا سطح زیر پیک نمونه‌ها را بر اساس حجم استاندارد اضافه شده رسم می‌کنند. در نهایت با استفاده از روابط موجود می‌توان غلظت نمونه را محاسبه کرد.

استفاده از این روش سبب حفظ بافت و ماتریس نمونه‌ها می‌شود در نتیجه با این روش احتمال مزاحمت بافت (Matrix Interference) نمونه از بین برده می‌شود (Rouessac and Rouessac, 2007). جهت اندازه‌گیری کادمیوم، مس، آهن، روی، سرب، وانادیوم و کبالت ابتدا

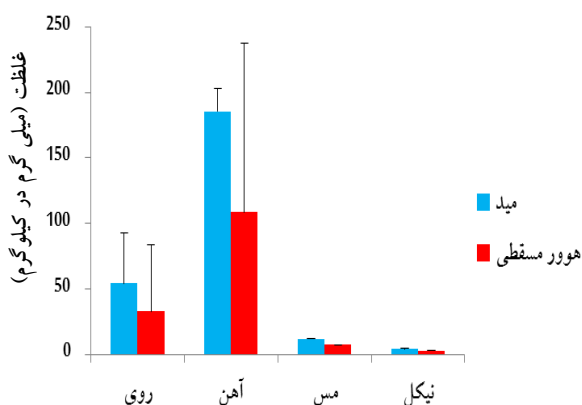
مقایسه میزان فلزات سنگین آهن، نیکل، روی و مس در عضله و کبد ماهی مید و ماهی هوور مسقطی ...

جدول ۱. میانگین غلظت فلزات سنگین در عضله و کبد دو گونه ماهی مید (*Liza klunzingeri*) و ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) در استان خوزستان (میلی گرم در کیلوگرم)

گونه ماهی	اندامها	روی	آهن	مس	نیکل
ماهی مید	عضله	۱۳/۳۳±۰/۱ <sup>a</sup>	۱۲/۱±۰/۰۷ <sup>b</sup>	۱/۶۴±۰/۰۴ <sup>c</sup>	۰/۴۵±۰/۰۰۳ <sup>d</sup>
	کبد	۵۴/۲۳±۳۸/۳ <sup>a</sup>	۱۸۵/۶۶±۱۷/۳۳ <sup>b</sup>	۱۱/۸۶±۰/۰۴ <sup>c</sup>	۴/۳۵±۰/۱۴ <sup>d</sup>
ماهی هوور	عضله	۶/۷±۰/۰۵ <sup>a</sup>	۱۰/۰۱±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۹۵±۰/۰۰۸ <sup>c</sup>	۰/۳۶±۰/۰۰۳ <sup>d</sup>
	کبد	۳۳/۱±۵۰/۹۷ <sup>a</sup>	۱۰۸/۸۶±۱۲۸/۸۵ <sup>b</sup>	۷/۴۳±۰/۱۸ <sup>c</sup>	۲/۹±۰/۴۴ <sup>d</sup>

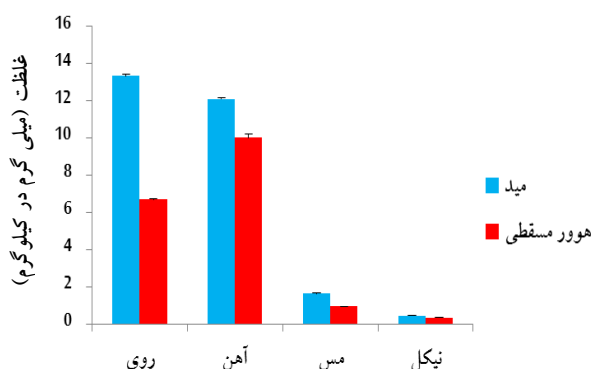
حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی دار را نشان می دهند ( $P < 0.05$ )

به نتایج به دست آمده میزان فلزات روی، آهن، مس و نیکل در کبد ماهی مید نسبت به کبد ماهی هوور مسقطی بالاتر بود (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه غلظت فلزات سنگین در کبد ماهی مید (*Liza klunzingeri*) و ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) در استان خوزستان (میلی گرم در کیلوگرم)

بالاترین غلظت در عضله دو گونه ماهی مورد مطالعه مربوط به فلز روی در ماهی مید (۱۳/۳۳ میلی گرم در کیلوگرم) و پایین ترین غلظت مربوط به فلز نیکل در ماهی هوور مسقطی (۰/۳۶ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده میزان فلزات روی، آهن، مس و نیکل در عضله ماهی مید نسبت به عضله ماهی هوور مسقطی بالاتر بود (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه غلظت فلزات سنگین در عضله ماهی مید (*Liza klunzingeri*) و ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) در استان خوزستان (میلی گرم در کیلوگرم)

بالاترین غلظت در کبد دو گونه ماهی مورد مطالعه مربوط به فلز آهن در ماهی مید (۱۸۵/۶۶ میلی گرم در کیلوگرم) و پایین ترین غلظت مربوط به فلز نیکل در ماهی هوور مسقطی (۲/۹ میلی گرم در کیلوگرم) به دست آمد. با توجه

#### ۴- بحث

##### ۴-۱- روی

به طور کلی آبشش‌ها، کلیه و کبد عمده‌ترین راه‌های جذب فلزات به بدن ماهیان می‌باشند (Newman and Unger, 2003) و معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد (Al-Yousuf et al., 2000). پایین بودن تجمع زیستی فلزات سنگین در

(Detoxification) و دفع مواد زاید (Excretion) در این اندام نسبت به سایر اندام‌های بدن ماهی بوده و همچنین این عنصر در کبد به صورت ترکیبات پلی‌پتیدی نظیر متالوتیونین‌ها وجود دارند. میزان روی در عضله و کبد ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) خور موسی (بندر ماهشهر) به ترتیب  $26.01 \pm 1.93$  و  $44.76 \pm 7.05$  میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده که بین میزان روی در عضله و کبد اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.05$ ) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۸). میزان روی در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*crumeno Selar phthalmus*) آب‌های سواحل استان هرمزگان به ترتیب  $2/31$  و  $875/99$  میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش شده است (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). میانگین غلظت فلزات سنگین روی در بافت خوراکی ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)  $29/97$  میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه و در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به ترتیب  $30/20$  میکروگرم بر گرم وزن خشک ماهی گزارش شده است (الصاق، ۱۳۹۰). علت اختلاف تجمع فلز روی در تحقیقات مختلف با توجه به شرایط اکولوژیک و زیستی و فعالیت‌های متابولیکی (Canli and Atli, 2003) متفاوت است و به محل زندگی، رفتار تغذیه‌ای (Laimanso et al., 1999)، سطح غذا، سن، اندازه (Al-Yousuf et al., 2000)، زمان ماندگاری فلزات سنگین و فعالیت‌های تنظیمی همئوستازی بدن ماهی نیز بستگی دارد. همچنین روش سنجش فلزات سنگین و دستگاه‌های جذب اتمی مختلف نیز در نتایج گزارش شده می‌تواند تأثیرگذار باشد (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

#### ۴-۲- آهن

در این تحقیق میزان فلز آهن در کبد دو گونه ماهی مید و

بافت عضله در نتیجه تطابق فیزیولوژیک ماهی با محیط اطراف همزمان با رشد ماهی است که این امر می‌تواند در حذف یا خنثی‌سازی عناصر سنگین در بافت عضله مؤثر باشد. همچنین نتایج برخی از مطالعات حاکی از آن است که در بافت عضله و کبد ماهیان پروتئین‌های متالوتیونین مسئول حذف و خنثی‌سازی عناصر سنگین و آثار سمی آنها می‌باشند (Heath, 1987; Freedman, 1989). تحقیقات متعدد در زمینه میزان فلز روی در اندام‌های ماهیان تجمع غلظت بالا را در کبد نسبت به عضله تایید نموده است (Dixson et al., 1996; Laimanso et al., 1999; Glushankova and Pashkova, 1992). بر اساس یافته‌های Agah و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ۵ گونه از ماهیان خلیج فارس شامل سنگسر (*Pomadasys sp.*) شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین کن (*Platycephalus sp.*) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) مشخص شد که تجمع زیستی فلز روی در کبد بیشتر از عضله می‌باشد که با نتیجه این بررسی هماهنگی دارد (Agah et al., 2009). همچنین در مطالعات دیگر روی گونه‌های کفال طلایی (*Liza auratus*) (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴)، بیاه (*Liza abu*) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹)، شوریده (*ruber Otolithes*) قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شیر (*Scomberomorus commerson*) (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۰)، کپور (*Cyprinus carpio*)، کفال طلایی (*Liza auratus*) و ماهی سفید (*Rutilus frisii kuttom*) دریای خزر (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۲)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) (Yilmaz, 2003)، (*Sciaena umbra*) (Turkmen et al., 2009)، غلظت روی در کبد بالاتر از عضله گزارش شده است. بر این اساس، بالاتر بودن غلظت روی در بافت‌هایی مانند کبد احتمالاً به دلیل وجود فعالیت‌های متابولیکی نظیر سم‌زدایی

شوریده (*Johnius belangerii*) را در سواحل بندر دیلم طی یک دوره یکساله مطالعه نمودند. بالاترین و پایین‌ترین میزان آهن را در کبد و عضله به میزان ۲۷۴/۶۰ و ۱۷/۴۷ میکروگرم در گرم مطالعه نمودند. در مورد فلز آهن نیز مشابه فلز روی، در مطالعات مختلف در ماهیان غلظت در کبد بالاتر از عضله می‌باشد. فلزاتی نظیر آهن و منگنز در شرایط متفاوت محیطی از راه‌های مختلف جذب بدن ماهی می‌شوند. 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، کبد، کلیه، استخوان، روده و آبشش است. مسیر جذب فلزات و مکانیسم انتقال آنها به بدن ماهی به عوامل مختلفی وابسته است که شکل شیمیایی فلز (یونی یا نمک‌های آنها) در تعیین این مسیر بسیار مهم است (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶؛ عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳).

#### ۴-۳- مس

در این تحقیق میزان مس در کبد دو گونه ماهی مید و هوور مسقطی نسبت به عضله بالاتر به دست آمد ( $P < 0.05$ ). همچنین میزان مس در عضله و کبد ماهی مید نسبت به ماهی هوور مسقطی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). مس در کبد و کلیه ماهی ذخیره می‌شود (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین در ماهیان می‌باشد (Al-Yousuf et al., 2000)، اما بافت کبد و آبشش شاخص‌های خوبی از نظر در معرض قرار گرفتن طولانی مدت با فلزات سنگین محسوب می‌گردند به دلیل آنکه این بافت‌ها جایگاه متابولیسم فلزات هستند می‌توانند نشانگر خوبی برای آلودگی توسط فلزات سنگین باشند (Filazi et al., 2003). بر اساس یافته‌های Agah و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ۵ گونه از ماهیان خلیج فارس شامل سنگسر

هوور مسقطی نسبت به عضله بالاتر به دست آمد ( $P < 0.05$ ). همچنین میزان روی در عضله و کبد ماهی مید نسبت به ماهی هوور مسقطی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). آهن به عنوان جزئی از آنزیم‌ها و رنگدانه‌های تنفسی درگیر در اکسیداسیون بافتی و برای انتقال اکسیژن و الکترون در بدن ضروری است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱؛ جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶). در بررسی ناصری و همکاران (۱۳۸۴) در بافت‌های خوراکی غیرخوراکی ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) میزان عنصر آهن در بافت‌های غیرخوراکی بالاتر از بافت عضله گزارش شده است. همچنین میزان آهن در کبد ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴)، بیاه (*Liza abu*) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) (Canli and Atli, 2003)، ماهی (*Sciaena umbra*) (Turkmen et al., 2010)، سنگسر (*Pomadasys sp.*) شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین کن (*Platycephalus sp.*) و حلو سفید (*Pampus argenteus*) (Agah et al., 2009) بالاتر از عضله گزارش شده است. میزان آهن در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) آب‌های سواحل استان هرمزگان به ترتیب ۷۴/۷۸ و ۲۵/۰۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش شده است (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). غلظت آهن در عضله و کبد ماهی بیاه (*Liza abu*) ۱۱/۸۱ و ۱۲/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹)، کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) ۰/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم (Ubalua et al., 2007)، گربه ماهی ۸/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم (Olowu et al., 2010) گزارش شده است. دورقی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی میزان آهن را در اندام‌های عضله، کبد و آبشش ماهی شبه

۵۷/۸ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده که بین میزان مس در عضله و کبد اختلاف معنی داری وجود داشت ( $P < 0.05$ ) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین میزان مس در عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) سواحل هندیجان به ترتیب ۰/۵۸، ۱/۵۴ و ۲/۷۵ میلی گرم در کیلوگرم گزارش شده است (گرجی پور و همکاران، ۱۳۸۸). میزان مس در عضله کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) خور موسی ۵/۷۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک تعیین گردید (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰). میزان مس در عضله سپر ماهی چهارگوش (*Himantura gerrardi*) و گیش چشم درشت (*Selar crumenophthalmus*) آب‌های سواحل استان هرمزگان به ترتیب ۳/۵ و ۲/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک گزارش شده است (شهاب مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). میزان تجمع و ذخیره فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهیان به ویژگی‌های بیوشیمیایی فلز نیز بستگی دارد. همچنین بین تجمع فلزات در بافت‌های مختلف با گونه ماهی نیز رابطه وجود دارد که ممکن است مرتبط با عادات غذایی آنها و ظرفیت تجمع زیستی (Bio-concentration Capacity) هر گونه باشد (Farkas et al., 2000 ; Haung, 2003).

#### ۴-۴- نیکل

در این تحقیق میزان نیکل در کبد دو گونه ماهی مید و هوور مسقطی نسبت به عضله بالاتر به دست آمد ( $P < 0.05$ ). همچنین میزان نیکل در عضله و کبد ماهی مید نسبت به ماهی هوور مسقطی بالاتر بود ( $P < 0.05$ ). ترکیبات نیکل دارای سمیت به نسبت زیاد هستند و این سمیت در حضور روی افزایش می‌یابد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). نیکل در کبد، آبشش، کلیه و ماهیچه‌های ماهیان تجمع می‌یابد. جذب و سمیت نیکل در حضور یون مس و فلز روی افزایش می‌یابد (جلالی جعفری و آقازاده

(*Pomadasys sp.*) شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین کن (*Platycephalus sp.*) و حلو سفید (*Pampus argenteus*) مشخص شد که تجمع زیستی فلز مس در کبد بیشتر از عضله می‌باشد که با نتیجه این بررسی هماهنگی دارد (Agah et al., 2009). همچنین در مطالعات دیگر بر روی گونه‌های کفال طلایی (*Liza auratus*) (فاضلی و همکاران، ۱۳۸۴)، بیاہ (*Liza abu*) (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۸۹)، کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) (ناصری و همکاران، ۱۳۸۴) نیز تجمع بالاتر غلظت مس در کبد نسبت به بافت عضله تایید شده که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. میزان مس در عضله کفال طلایی دریای خزر ۰/۹۹۶ میلی‌گرم در کیلوگرم (امینی رنجبر و ستوده نیا، ۱۳۸۴)، در ماهی کفال خاکستری (*Mugil cephalus*) شمال غربی دریای مدیترانه به ترتیب ۴/۴۱ میلی‌گرم در کیلوگرم (Canli and Alti, 2003) و در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت به ترتیب ۲/۸۹ و ۶/۹۷ میکروگرم بر گرم گزارش شده است (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷). سن، طول، وزن، جنسیت، عادت تغذیه‌ای، 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 اندام‌های مختلف ماهی می‌باشند (Demirak et al., 2006). دورقی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی میزان مس را در اندام‌های عضله، کبد و آبشش ماهی شبه شوریده (*Johnius belangerii*) را در سواحل بندر دیلم طی یک دوره یک ساله مطالعه نمودند. بالاترین و پایین‌ترین میزان مس در کبد و عضله به میزان ۳۴/۷۰ و ۶/۹۳ میکروگرم در گرم بود. میزان مس در عضله و کبد ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) خور موسی (بندر ماهشهر) به ترتیب ۴/۷۱ و



از ورود به گردش خون در نهایت در اندام‌های بدن توزیع می‌شوند. میزان این انتشار در اندام‌ها به عواملی مانند نیاز غذایی بدن ماهی به عنصر مورد نظر (مس و روی)، تمایل سیستم دفاعی به دفع فلز (کادمیوم) و تغییراتی که بر فلز وارد شده در سلول‌ها رخ می‌دهد بستگی دارد (جلالی جعفری و آقازاده مشگی، ۱۳۸۶).

#### ۴-۵- مقایسه با استانداردهای جهانی

مقایسه میزان روی در عضله ماهی مید و هوور مسقطی سواحل استان خوزستان با استانداردهای جهانی حاکی از پایین بودن غلظت این فلز در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی<sup>۱</sup>، سازمان بهداشت جهانی<sup>۲</sup>، وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان<sup>۳</sup> و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا<sup>۴</sup> بود. مقایسه میزان آهن در عضله ماهی مید و هوور مسقطی سواحل استان خوزستان با استانداردهای جهانی حاکی از بالا بودن غلظت این عنصر در مقایسه با آستانه سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بود. مقایسه میزان مس در عضله ماهی مید و هوور مسقطی سواحل استان خوزستان با استانداردهای جهانی حاکی از پایین بودن غلظت این فلز در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی سازمان غذا و کشاورزی، سازمان بهداشت جهانی، وزارت کشاورزی - شیلات انگلستان و انجمن ملی بهداشت و سلامت استرالیا بود. در این تحقیق میزان نیکل در عضله ماهی مید و ماهی هوور مسقطی در مقایسه با حد مجاز سازمان بهداشت جهانی بالاتر بود (جدول ۲).

#### ۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج میزان فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در کبد ماهی مید بالاتر از عضله بود. روی، آهن، مس و نیکل در کبد ماهی هوور مسقطی بالاتر از عضله به دست آمد.

مشگی، ۱۳۸۶). غلظت‌های بالای نیکل در کبد ماهیان شوریده و حلوا سفید نسبت به عضله نیز گزارش شده است (عریان و همکاران، ۱۳۸۵). همچنین میزان نیکل در کبد ماهی کفال پشت سبز (*Liza dussumieri*) (ناصری و همکاران، ۱۳۸۴)، ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) (گرجی پور و همکاران، ۱۳۸۸)، سنگسر (*Pomadasys sp.*) شوریده (*Otolithes ruber*)، هامور معمولی (*Epinephelus coioides*)، زمین کن (*Platycephalus sp.*) و حلوا سفید (*Pampus argenteus*) (Agah et al., 2009) نسبت به عضله بالاتر تعیین شده است که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد، اما میزان این عنصر در عضله دو گونه کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) و کفشک تیز دندان (*Psettodes erumei*) سواحل استان هرمزگان بالاتر از کبد گزارش شده (خشنود، ۱۳۸۵) که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد. در انسان بیشترین غلظت نیکل در استخوان، ریه، کلیه و کبد دیده می‌شود، اما بیشترین میزان نیکل در آبزیان در تخمدان سپس در کبد، آبشش، کلیه و کمترین میزان در عضله ماهی تجمع می‌یابد (عسکری ساری و ولایت زاده، ۱۳۹۳). میانگین غلظت نیکل در بافت خوراکی ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲۲ و ۰/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک (شهریاری، ۱۳۸۴)، در عضله و آبشش ماهی شیریت (*Barbus grypus*) به ترتیب ۰/۷۷ و ۱/۵۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک (دادالهی سهراب و همکاران، ۱۳۸۷)، در عضله و کبد ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) ۰/۹۴ و ۱/۳۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک (گرجی پور و همکاران، ۱۳۸۸)، در عضله کفشک گرد (*Euryglossa orientalis*) ۱۴/۴۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک (پروانه و همکاران، ۱۳۹۰)، ماهی سرخو و شوریده به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم (پورمقدس و شهریاری، ۱۳۸۹) گزارش شده است. فلزات سنگین پس

## خواجه نژاد، اکبری ساری، رومیانی و ولایت زاده

جدول ۲. مقایسه حد مجاز و استانداردهای بین المللی فلزات سنگین در عضله ماهیان بر حسب میلی گرم در کیلوگرم

روى	مس	آهن	نیکل	فلزات
				استانداردها
۱۰۰۰	۳۰	-	۰/۳۸	سازمان بهداشت جهانی (WHO)
-	-	۰/۵	-	سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA)
۵۰	۲۰	-	-	وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان (MAFF)
۱۵۰	۱۰	-	-	مرکز ملی بهداشت و پزشکی استرالیا (NHMRC)
۳۰	۳۰	-	-	سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)
۱۳/۳۳	۱/۶۴	۱۲/۱	۰/۴۵	ماهی مید
۶/۷	۰/۹۵	۱۰/۰۱	۰/۳۶	ماهی هوور مسقطی

### ۷- منابع

- اسماعیلی ساری، عباس، (۱۳۸۱) "آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد محیط زیست"، انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، ۷۶۷ صفحه.

- اسماعیلی ساری، عباس، نوری ساری، حمزه، اسماعیلی ساری، ابودر، (۱۳۸۶) "جیوه در محیط زیست"، انتشارات بازرگان، چاپ اول، رشت، صفحه ۲۲۶.

- الصاق، اکبر، (۱۳۹۰) "ارزیابی تراکم روی، مس، کبالت و منگنز در بافت خوراکی ماهیان سفید و کپور دریای خزر"، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، دوره ۱۳، شماره ۴، صفحات ۱۱۳-۱۰۷.

- امینی رنجبر، غلامرضا، ستوده نیا، فریبا، (۱۳۸۴) "تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریکی (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت)"، مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۴، شماره ۳، صفحات ۱۸-۱.

میزان فلزات سنگین روی، آهن، مس و نیکل در عضله و کبد ماهی مید بالاتر از عضله و کبد ماهی ماهی هوور مسقطی محاسبه شد. بالاترین میزان فلز سنگین در بافت عضله در دو گونه ماهی مورد مطالعه مربوط به عنصر روی بود. بالاترین غلظت فلزات سنگین در کبد ماهیان مورد مطالعه در مورد فلز آهن به دست آمد. پایین‌ترین میزان فلز سنگین در عضله و کبد ماهیان مورد مطالعه در مورد فلز نیکل بود. میزان نیکل و آهن در عضله ماهیان مورد مطالعه در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی بالاتر بود. میزان روی و مس در عضله دو گونه مید و هوور مسقطی در مقایسه با آستانه استانداردهای جهانی پایین‌تر به دست آمد.

### ۶- پی نوشت‌ها

1. FAO (Food and Agriculture Organization)
2. WHO (World Health Organization)
3. UKMAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries & Food (UK)
4. NHMRC (National Health & Medical Research Council (Australia)

یاوری، وحید، ذوالقرنین، حسین، صفاهیه، علیرضا، سالاری علی آبادی، محمد علی، (۱۳۸۸) "تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت های ماهی شبه شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج فارس"، فصلنامه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال ۳، شماره ۳، صفحات ۸-۱.

- ستاری، مسعود، شاهسونی، داور، شفیع، شهنام، (۱۳۸۲) "ماهی شناسی ۲ (سیستماتیک)"، انتشارات حق شناس، چاپ اول، تهران، صفحه ۵۰۲.

- شهاب مقدم، فرزانه، اسماعیلی ساری، عباس، ولی نسب، تورج، کریم آبادی، مرتضی، (۱۳۸۹) "مقایسه تجمع فلزات سنگین در عضله سپرماهی چهارگوش و گیش چشم درشت خلیج فارس"، مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۹، شماره ۲، صفحات ۹۴-۸۵.

- شهریاری، علی، (۱۳۸۴) "اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس در سال ۱۳۸۲"، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، سال ۷، شماره ۲، صفحات ۶۷-۶۵.

- صادقی، سید ناصر، (۱۳۸۰) "ماهیان جنوب ایران (خلیج فارس و دریای عمان)"، انتشارات نقش مهر، چاپ اول، تهران، صفحه ۴۳۸.

- عریان، شهلا، عمادی، حسین، قاسمی مجد، پریسا، (۱۳۸۵) "سنجش تجمع زیستی نیکل، وانادیوم، کادمیوم و سرب در بافت های ماهیان حلوا سفید، شوریده و هامور معمولی در خلیج فارس"، مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی، سال ۱، شماره ۲، صفحات ۱۴-۱.

- عسکری ساری، ابوالفضل، فرهنگ نیا، منیره، بازتابی،

- پروانه، مریم، خیرور، ندا، نیک پور، یداله، نبوی، سید محمد باقر، (۱۳۹۰) "غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک گرد و رسوبات خور موسی در استان خوزستان"، مجله علمی شیلات ایران، سال ۲۰، شماره ۲، صفحات ۱۵۳-۱۵۸.

- پورمقدس، حسین، شهریاری، علی، (۱۳۸۹) "غلظت کادمیوم، کروم، سرب، نیکل و جیوه در سه گونه از ماهیان مصرفی شهر اصفهان"، مجله تحقیقات نظام سلامت، دوره ۶، شماره ۱، صفحات ۳۰ تا ۳۶.

- جعفرزاده حقیقی، نعمت اله، فرهنگ، محمد، (۱۳۸۵) "آلودگی دریا (ترجمه)"، انتشارات آوای قلم، چاپ اول، تهران، صفحه ۳۹۳.

- جلالی جعفری، بهیار، آقازاده مشگی، مهرزاد، (۱۳۸۶) "مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی"، انتشارات مان کتاب، چاپ اول، تهران، صفحه ۱۳۴.

- خشنود، رضا، (۱۳۸۵) "بررسی تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، سرب، نیکل، و وانادیوم در دو گونه کفشک ماهیان بندرعباس و بندرلنگه"، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، صفحه ۱۲۷.

- دادالهی سهراب، علی، نبوی، سید محمد باقر، خیرور، ندا، (۱۳۸۷) "ارتباط برخی مشخصات زیست سنجی با تجمع فلزات سنگین در بافت عضله و آبشش ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در رودخانه اروندرود"، مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۷، شماره ۴، صفحات ۲۷-۳۳.

- دورقی، عبدالمجید، کوچین، پریتا، نیک پور، یداله،

## خواجه نژاد، اکبری ساری، رومیانی و ولایت زاده

و روی در اندام های ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر"، مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۴، شماره ۱، صفحات ۷۸-۶۵.

- گرجی پور، عین اله، صدوق نیری، علی، حسینی، احمد رضا، بیتا، سراج، (۱۳۸۸) "بررسی تجمع برخی فلزات سنگین در بافت های عضله، کبد و آبشش ماهی هامور معمولی"، مجله علمی شیلات ایران، سال ۱۸، شماره ۱، صفحات ۱۰۸-۱۰۱.

- ناصری، محمود، رضایی، مسعود، عابدی، عذرا، افشار نادری، اعظم، (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، دوره ۴، شماره ۳ و ۴، صفحات ۶۷-۵۹.

- ولی نسب، تورج، سیف آبادی، سید جعفر، جواد زاده، نرگس، صفی خانی، حاجت، (۱۳۸۲) "بررسی همآوری ماهی مید (*Liza klunzingeri*) در آب های ساحلی هندوچان (خلیج فارس)"، مجله علوم دریایی ایران، دوره ۳، شماره ۱، صفحات ۸۳-۷۵.

- Abdel-Baki, A.S., Dkhil, M.A., Al-Quraishy, S., (2011) "Bioaccumulation of some heavy metals in tilapia fish relevant to their concentration in water and sediment of Wadi Hanifah, Saudi Arabia". African Journal Biotechnology, 10 (13): 2541-2547.

- 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.

- Ahmad, A.K., Shuhaimi-Othman, M., (2010) "Heavy metal concentration in sediments and fishes

مرضیه، (۱۳۸۸) "اندازه گیری و مقایسه سرب، روی و مس در عضله و کبد هامور معمولی (*Epinephelus coiodes*)"، مجله تالاب، سال ۱، شماره ۲، صفحات ۱۰۶-۱۰۱.

- عسکری ساری، ابوالفضل، خدادادی، مژگان، کاظمیان، محمد، ولایت زاده، محمد، بهشتی، محبوبه، (۱۳۸۹) "اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین (Cu, Mn, Zn, Fe) در ماهی بیاه (*Liza abu*) رودخانه های کارون و بهمنشیر استان خوزستان"، مجله پژوهش های علوم و فنون دریایی، سال ۵، شماره ۱، صفحات ۷۰-۶۱.

- عسکری ساری، ابوالفضل، ولایت زاده، محمد، (۱۳۹۰) "اندازه گیری و مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب و روی در عضله و کبد سه گونه ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) قباد (*Scomberomorus guttatus*) و شیر (*Scomberomorus commerson*) خلیج فارس"، فصلنامه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال ۵، شماره ۲، صفحات ۶۶-۳۹.

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

- عسکری ساری، ابوالفضل، ولایت زاده، محمد، (۱۳۹۳) "فلزات سنگین در آبزیان"، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، چاپ اول، صفحه ۳۸۰.

- فاضلی، محمد شریف، ابطحی، بهنام، صباغ کاشانی، آذر، (۱۳۸۴) "سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل

- Filazi, A., Baskaya, R., Kum, C., (2003) "Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil auratus* from Sinop-Icliman, Turkey", *Journal of Human and Experimental Toxicology*, 22: 85-87.
- Freedman, B., (1989) "Environmental Ecology", the impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function. London: Academic press.
- Glushankova, M.A., Pashkova, I.M., (1992) "Heavy metal in the tissue of fish from the Pskovsko chudskoe and Vyrts yoru lakes", *tsitologiya*, 34 (3): 46-50.
- Heath, A.G., (1987) "Water pollution and fish physiology", (2nd ed.). CRC. Press. Boston, USA. 245 P.
- Huang, W.B., (2003) "Heavy Metal Concentrations in the Common Benthic Fishes Caught from the Coastal Waters of Eastern Taiwan", *Journal of Food and Drug Analysis*, 11(4): 324-330.
- Kalay, G., Bevis, M.J., (2003) "Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 814-824.
- Laimanso, R.Y., Cheung, R.Y., Chan, K.W., (1999) "Metal concentrations in the tissues of Rabbitfish (*Siganus oramin*) collected from Tolo Harbour and Victoria Harbour in Hong kong", *Journal of Marine Pollution Bulletin*, 39: 234.
- Newman, M.C., Unger, M.A., (2003) "Fundamentals of ecotoxicology", CRC Press, 458 p.
- 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.
- Pourang, N., Nikouyan, A., Dennis, J.H., (2005) "Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf", *Environmental Monitoring and Assessment*, 109: 293-316.
- Regional Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME), (1999) "Manual of from Lake Chini, Pahang, Malaysia", *Journal of Biological Sciences*, 10 (2): 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.
- Bahnasawy, M., Khidr, A., Dheina, N., (2011) "Assessment of heavy metal concentrations in water, plankton, and fish of Lake Manzala, Egypt", *Turkish Journal Zoology*, 35 (2): 271-280.
- 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.
- 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.
- Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A.L., Zdemir, N., (2006) "Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey", *Journal of Chemosphere*, 63: 1451-1458.
- Dixon, H., Gil, A., Gubala, C., Lasorsa, B., Crecelius, E., Curtis L.R., (1996) "Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16 (4): 733 P.
- 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.
- FAO, (2012) "Fishery and aquaculture statistics", Marine fishery, Rome. 100 p.
- Farkas, A., Salanki, J., Varanka, I., (2000) "Heavy metal concentrations in fish of lake Balaton, Lakes and ReserVoires", *Journal of Research and management*, 5: 271- 279.

Lagoon, northeastern Mediterranean", Environmental Monitoring and Assessment, 168: 223-230.

- 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.

- Yilmaz, A.B., (2003) "Levels of heavy metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb and Zn) in tissue of Mugil cephalus and Trachurus mediteraneus from Iskenderun Bay, Turkey", Environmental Research, 92: 277-281.

oceanographic observations and pollutant analysis methods", Kuwait, Vo1 20.

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

- Turkmen, M., Turkmen, A., Tepe, Y., Ates, A., Gokkus, K., (2009) "Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean Seas: twelve fish species", Food Chemistry, 108: 794-800.

- Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y., Cecik, M., (2010) "Metals in tissues of fish from Yelkoma