Archive of SID

# بررسی میزان فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، و نیکل) در بافت عضله، آبشش و کبد ماهی کفشک *Euryglossa orientalis* در سواحل دیلم و هندیجان

محمد تقی رونق[۱]، احمد سواری[۱]، فروغ پاپهن[۲]، یداله نیک پور[۳]، حسین ذوالقرنین[۱]، علیرضا صفاهیه[۱]، محمد علی سالاری علی‌آبادی[*۱]

۱. گروه بیولوژی دریا، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲. گروه زیست شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز
۳. گروه شیمی دریا، دانشکدهٔ علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

**چکیده**

هدف از انجام این تحقیق سنجش میزان غلظت فلزات سنگین کادمیم، سرب و نیکل در رسوبات و بافت‌های آبشش، کبد و عضله کفشک ماهی در سواحل استان خوزستان و بوشهر (بنادر هندیجان و دیلم) بود. این بررسی در چهار فصل بر روی سه گروه طولی متفاوت (۲۰-۱۵ سانتیمتر، ۲۵-۲۰ سانتیمتر و بیش از ۲۵ سانتیمتر) از این گونه انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که میزان غلظت عناصر کادمیوم و نیکل در رسوبات هر دو منطقه نسبت به استانداردهای جهانی بالاتر است. اندازه گیری میزان فلزات سنگین در بافت‌های مختلف ماهی در گروه‌های طولی متفاوت و در فصول مختلف در هر دو منطقه بیانگر غلظت بیشتر فلز کادمیوم در بافت کبد و فلزات سرب و نیکل در بافت آبشش در مقایسه با بافت عضله بود. در بین این فلزات سنگین میزان غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهی که از نظر مصرف برای انسان حائز اهمیت می باشد نسبت به بعضی استانداردهای جهانی مانند WHO، ITS و NHMCR بالاتر بود. میزان غلظت فلزات سنگین در گروه طولی بزرگتر از ۲۵ سانتی متر بیش از سایر گروه‌ها و در فصل تابستان بیش از سایر فصول بوده و اختلاف معنی داری می باشد ($P<0.05$). به طور کلی، بندر هندیجان (بحرکان) در مقایسه با بندر دیلم به دلیل عوامل تأثیر گذار، غلظت بیشتری از فلزات سنگین را دارا می باشد.

**واژگان کلیدی**: فلزات سنگین، ماهی کفشک، رسوب، هندیجان، دیلم

[*] **نویسنده مسوول، پست الکترونیک**: salari@kmsu.ac.ir.


www.SID.ir

Archive of SID

**۱. مقدمه**

خلیج فارس دریای کم عمق و نیم بسته ای می باشد که در عرض جغرافیایی ۴۸ تا ۵۶ درجه شرقی و در طول جغرافیایی ۲۴ تا ۳۰ درجه شمالی واقع است و به دلیل عمق کم و تبخیر بالا، شوری آن از سایر قسمتهای اقیانوس هند بیشتر و بین ۳۷ تا ۴۱ گرم در لیتر می باشد و در خوریات به ۶۰ تا ۷۰ گرم در لیتر نیز می رسد (Carpenter et al., 1997). با توجه به ماهیت بیوفیزیکی و دینامیکی خلیج فارس، مدت زمان تعویض کامل آب خلیج فارس بین ۵-۳ سال محاسبه گردیده است که این امر حضور مواد آلاینده را برای مدت زمان بیشتری در نواحی عمیق خلیج فارس توجیه می کند، از طرف دیگر رودخانه‌های بزرگی چون کارون، کرخه، زهره، اروند، حله، مند و غیره به بخش شمالی آن وارد شده و بار آلودگی زیادی به آن تحمیل می نمایند (ROPME, 1999).

کفشک ماهیان در مناطق مختلف جغرافیایی پراکنش دارند که بیشترین آنها در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری (۷۴ درصد کل گونه‌ها) و مابقی در مناطق معتدله زیست می نمایند (Gibson, 2005). بدن کفشک ماهیان به صورت پشتی شکمی فشرده شده است و برای زندگی در بستر محیط های آبی سازگار شده اند. باله‌های پشتی و مخرجی طویلی داشته و چشمهای آنها پس از مرحله لاروی به یک طرف بدن گرایش پیدا می نمایند. اگر چشمهای آنها در سمت راست بدن باشد راست گرد و اگر در سمت چپ بدن واقع باشند چپ گرد نامیده می شوند (Brewster, 1987). گونه مورد مطالعه در این تحقیق با نام علمی *Euryglossa orientalis* از خانواده Soleidae و راست گرد می باشد (Nelson, 1994). کفشک ماهیان از نظر اندازه بسیار متنوع بوده که کوچکترین آنها طولی بین ۵/۲ تا ۵/۴ سانتی متر داشته و بزرگترین آنها طولی حدود ۲ متر دارند (Robert and Hawkins, 1999). بطور کلی این ماهیان رژیم غذائی گوشتخواری داشته و عمده غذای آنها را کرمهای پرتار و سخت پوستان تشکیل می دهند و بعضی از گونه‌ها، ماهیخوار می باشند (Yazdany, 1969).

نبوی و همکاران (۱۳۶۲) میزان مواد نفتی و فلزات سنگین در آب و رسوبات خلیج فارس را مورد مطالعه قرار دادند. امینی رنجبر (۱۳۷۳) بررسی تجمع فلزات سنگین (Cd, Pb, Ni, Cu and Zn) را در رسوبات تالاب انزلی انجام داد. مهوری (۱۳۷۷) فلزات سنگین (Fe, Cd, Cu, Co, Ni, Pb) را در چهار بافت عضله، آبشش، کبد و اتولیت ماهی شوریده Otolithes ruber از منطقه صیادی بوسیف واقع در قسمت غربی دهانه خور موسی مورد سنجش و بررسی قرار داد که نتایج نشان داد که کمترین مقدار فلزات در بافت ماهیچه و بیشترین میزان در بافت اتولیت مشهود است. Usero و همکاران (۲۰۰۳) میزان تجمع عناصر سنگین را در سه گونه ماهی *liza aurata*، *Anguilla Anguilla* و *Solea vulgaris* خوریات سواحل جنوبی اقیانوس اطلس و اسپانیا بررسی کردند که نتایج حاصله نشان از بالا بودن میزان تجمع فلزات سنگین در کبد سه گونه ماهی مورد مطالعه بود. Cornish و همکاران (۲۰۰۷) میزان فلزات سنگین (Ag, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Ni, Zn) را در بافت عضله، طحال و کبد کوسه بمبو *Chiloscyllium plagiosum* آبهای جنوبی چین اندازه گیری کردند.

منطقه هندیجان از نظر نوع بستر، وجود رودخانه، نزدیکی به تأسیسات صنعتی و شرایط جغرافیایی خاص این منطقه نسبت به منطقه دیلم

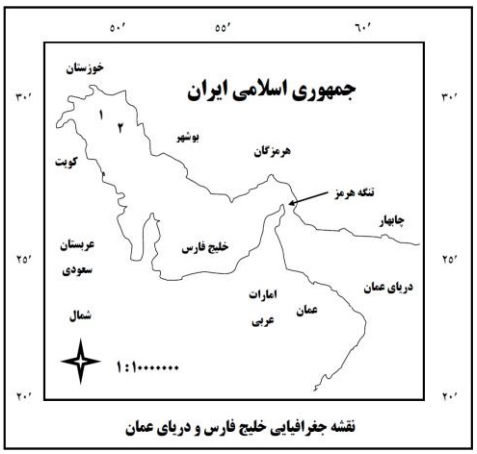
www.SID.ir

Archive of SID

دارای وضعیت نامساعدتری بوده و از آنجایی که داشتن اطلاعات در مورد غلظت فلزات سنگین در ماهی کفشک از هر دو جنبه مدیریت طبیعی و سلامت انسانی حائز اهمیت است و به دلیل مصرف زیاد ماهی کفشک در سبد غذایی انسان انجام این تحقیق امری ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد لذا این مطالعه با هدف سنجش میزان غلظت فلزات سنگین کادمیم، سرب و نیکل در رسوبات و بافت‌های آبشش، کبد و عضله ماهی کفشک در سواحل استان خوزستان و بوشهر (بنادر هندیجان و دیلم) انجام گردید.

## ۲. مواد و روش کار

نمونه برداری فصلی و به مدت یک سال از پائیز ۱۳۸۵ تا تابستان ۱۳۸۶ با استفاده از قایق مجهز به دستگاه GPS در ۵ مایلی عمود بر ساحل در منطقه هندیجان با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳ دقیقه و ۵۵ ثانیه شمالی و ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه و ۳۸ ثانیه شرقی و در منطقه دیلم با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲ دقیقه و ۵۴ ثانیه شمالی و ۵۰ درجه و ۸ دقیقه و ۴۵ ثانیه شرقی انجام گرفت (شکل ۱).




شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری در سواحل شمالی خلیج فارس (۱- ایستگاه هندیجان ۲- ایستگاه دیلم)

عملیات میدانی در هر فصل در مناطق مورد مطالعه شامل ثبت فاکتورهای فیزیکی و شیمیائی آب و همچنین نمونه برداری از رسوبات و ماهیها بود. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل شوری، pH و درجه حرارت به وسیله دستگاه CTD از لایه‌های سطحی آب (حداکثر عمق ۲ متر) با سه بار تکرار در هر فصل اندازه گیری شد. نمونه برداری از رسوبات به دلیل اینکه جنس بستر از نظر دانه بندی رسوبی سیلتی- رسی یا سیلتی- ماسه ای بود از بنتوزگیر استفاده شد (مهوری، ۱۳۷۷). پس از برداشت رسوب محتویات بنتوزگیر تخلیه و از ۵ سانتی متری سطح رسوب مقداری که هیچ گونه تماسی با دیواره بنتوزگیر نداشت به وسیله کاردک پلاستیکی برداشت و در داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و نمونه‌های رسوب در آزمایشگاه در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد تا زمان انجام مراحل بعدی آزمایش نگهداری شد (Demirak et al., 2006). نمونه برداری از ماهی کفشک در نیمه هر فصل به وسیله قایق و با تور ترال کف با دهانه ۲ متر مربع در فاصله ۲ تا ۵ مایلی ساحل انجام و به صورت تصادفی تعدادی نمونه ماهی برداشته و در کیسه‌های پلاستیکی در کنار پودر یخ به آزمایشگاه منتقل و تا انجام مراحل آزمایش در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

در آزمایشگاه پس از خارج نمودن رسوبات از فریزر، حدود ۶۰ گرم از آن را داخل پتری دیش قرار داده و در آون ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شد. پس از خارج کردن از آون رسوبات را به وسیله هاون چینی به صورت پودر در آورده و پس از غربال آنها به وسیله الک ۶۳ میکرون ضد زنگ استیلی مقدار ۱

www.SID.ir

Archive of SID

گرم از این رسوبات را داخل بالن ته گرد ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و به آن ۱۰ میلی لیتر مخلوط اسید نیتریک و اسید پرکلریک به نسبت ۴ به ۱ اضافه گردید. ابتدا نمونه‌ها به منظور هضم مقدماتی به مدت یک ساعت در دمای۴۰ درجه سانتیگراد نگهداری شدند و سپس به منظور هضم نهایی بالن ته گرد متصل به مبرد در زیر هود بر روی گرم کننده به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد قرارداده شد (Ismail and Ramli, 1997; Yap et al., 2004). نمونه‌های هضم شده توسط آب دو بار تقطیر در بالن ژوژه به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شدند و سپس توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون فیلتر و در نهایت جهت تعیین غلظت فلزات سنگین از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی Unicam مدل ۹۱۹ استفاده شد (Burger et al., 2001).

پس از خارج نمودن ماهیها از فریزر و نگهداری آنها در دمای آزمایشگاه به مدت ۴ الی ۵ ساعت، عملیات زیست سنجی از قبیل طول کل هر یک از ماهیها با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۱ میلی متر اندازه گیری شد و وزن کل آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰۱/۰ گرم به دست آمد. اندازه گیری طول کل به منظور دسته بندی ماهیها به سه گروه طولی ۱ (۲۰-۱۵ سانتیمتر)، گروه طولی ۲ (۲۵-۲۰ سانتیمتر) و گروه طولی ۳ (بیش از ۲۵ سانتیمتر) انجام شد. سپس با استفاده از اسکالپل ضد زنگ بافت عضله، آبشش و کبد ماهیها جدا گردید.

هر یک از بافتهای جدا شده بطور جداگانه داخل پتری دیش در آون ۱۱۰ درجه سانتیگراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک نگهداری گردید و سپس بافتهای خشک شده را بوسیله هاون چینی به صورت پودر در آورده و یک گرم از آنها را در بالن ته گرد ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد اضافه گردید و در دمای آزمایشگاه به مدت چند ساعت جهت هضم مقدماتی نگهداری شد. پس از این مدت نمونه‌ها بر روی گرم کننده با درجه حرارت ۱۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا هضم کامل انجام پذیرد. سپس نمونه‌ها بوسیله کاغذ صافی واتمن ۴۲ میکرون فیلتر و با آب دو بار تقطیر حجم نمونه‌ها در بالن ژوژه به ۲۵ میلی لیتر رسانده شد و غلظت فلزات سنگین نمونه‌های آماده شده توسط دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت (ROPME, 1989).

از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت معنی دار بین مقادیر فلزات سنگین در بافتها و فصول مختلف استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ انجام و کلیه آزمونها در سطح معنی داری $P< ۰۵/۰$ مورد مطالعه قرار گرفت. از نرم افزار Excel جهت رسم نمودارهای غلظت فلزات سنگین در رسوبات و بافتهای مختلف ماهی استفاده شد.

## ۳. نتایج

نتایج سنجش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل شوری، pH و درجه حرارت در مناطق دیلم و هندیجان که با استفاده از دستگاههای قابل حمل از لایه‌های سطحی آب با سه بار تکرار در هر فصل اندازه گیری شد در جداول ۱ آمده است.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس دوطرفه نشان داد که در مناطق دیلم و هندیجان اختلاف معنی داری بین میزان سرب، کادمیوم و نیکل موجود در

www.SID.ir

Archive of SID

رسوبات در فصول مختلف وجود ندارد ($P>0.05$). میانگین غلظت سرب در رسوبات در فصول مختلف در منطقه هندیجان و دیلم به ترتیب ۶۳/۲۵ و ۷۶/۲۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک اندازه گیری شد. همچنین میانگین غلظت کادمیوم در رسوبات در فصول مختلف در منطقه هندیجان و دیلم به ترتیب ۳۴/۶ و ۹۱/۵ و میانگین غلظت نیکل در منطقه هندیجان و دیلم به ترتیب ۶۴/۷۳ و ۸۷/۶۷ میکروگرم بر گرم وزن خشک محاسبه گردید. میزان غلظت این فلزات در رسوبات منطقه هندیجان به طور معنی داری بیشتر از منطقه دیلم بود ($P<0.05$). جدول ۲، ۳ و ۴ میزان غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در بافتهای مختلف ماهی کفشک در منطقه دیلم و هندیجان در فصول مختلف و گروه‌های طولی مختلف را نشان می دهد.

نتایج مقایسه غلظت کادمیوم بین فصول مختلف سال در ماهی کفشک منطقه دیلم و هندیجان به تفکیک گروه طولی و بافت نشان داد که میزان غلظت کادمیوم در بافت کبد، آبشش و عضله ماهیان گروه طولی ۱، ۲ و ۳ در هر یک از دو منطقه هندیجان و دیلم در بین فصول مختلف سال اختلاف معنی داری دارد ($P<0.05$). در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۳ در هر یک از دو منطقه هندیجان و دیلم، میزان غلظت کادمیوم بین فصول مختلف سال اختلاف معنی داری را نشان داد ($P<0.05$). در منطقه هندیجان بیشترین و کمترین میزان کادمیوم در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۳ به ترتیب در فصل تابستان (۳۶/۱±۱۱/۰ µg/g) و فصل پائیز (۹۶/۰±۱۹/۰ µg/g) ملاحظه گردید اما در منطقه دیلم بیشترین و کمترین میزان کادمیوم در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۳ به ترتیب در فصل تابستان (۲۴/۱±۰۶/۰ µg/g) و فصل بهار (۷۲/۰±۱۰/۰ µg/g) مشاهده گردید.

نتایج مقایسه غلظت سرب بین فصول مختلف سال در ماهی کفشک منطقه دیلم و هندیجان به تفکیک گروه طولی و بافت نشان داد که میزان غلظت کادمیوم در بافت کبد، آبشش و عضله ماهیان گروه طولی ۱، ۲ و ۳ در هر یک از دو منطقه هندیجان و دیلم در بین فصول مختلف سال اختلاف معنی داری دارد ($P<0.05$). در منطقه هندیجان بیشترین و کمترین میزان غلظت سرب در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۱ به ترتیب در فصل تابستان (۹۷/۱۴±۲۲/۰ µg/g) و فصل زمستان (۷۷/۷±۶۸/۰ µg/g) ملاحظه گردید، در حالیکه در منطقه دیلم بیشترین و کمترین میزان غلظت سرب در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۱ به ترتیب در فصل پائیز (۷۶/۱۰±۵۴/۱ µg/g) و فصل زمستان (۲۵/۲±۴۰/۰ µg/g) مشاهده شد.

نتایج مقایسه غلظت نیکل بین فصول مختلف سال در ماهی کفشک منطقه دیلم و هندیجان به تفکیک گروه طولی و بافت نشان داد که میزان غلظت کادمیوم در بافت کبد، آبشش و عضله ماهیان گروه طولی ۱، ۲ و ۳ در هر یک از دو منطقه هندیجان و دیلم در بین فصول مختلف سال اختلاف معنی داری دارد ($P<0.05$). در منطقه هندیجان بیشترین و کمترین میزان غلظت نیکل در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۳ به ترتیب در فصل تابستان (۳۲/۱۲±۰۳/۱ µg/g) و فصل بهار (۶۶/۷±۴۰/۰ µg/g) بدست آمد و در منطقه دیلم بیشترین و کمترین میزان غلظت نیکل در بافت آبشش ماهیان گروه طولی ۳ به ترتیب در فصل تابستان

www.SID.ir

Archive of SID

(۰۴/۰±۹۳/۵ µg/g) و فصل پائیز (۳۰/۱±۸۹/۳ µg/g) مشاهده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار فاکتورهای فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده در مناطق دیلم و هندیجان در فصول مختلف سال

| فاکتور محیطی | فصل | دیلم | هندیجان |
|---|---|---|---|
| حرارت (درجه سانتی گراد) | پاییز | ۲/۲۱±۲/۰ | ۵۳/۲۰±۴۱/۰ |
| | زمستان | ۱۶±۱/۰ | ۷۶/۱۵±۱۵/۰ |
| | بهار | ۷۳/۲۱±۵۵/۰ | ۰۳/۲۱±۶۶/۰ |
| | تابستان | ۹/۳۱±۳۶/۰ | ۵/۳۱±۱/۰ |
| شوری (گرم بر لیتر) | پاییز | ۱۶/۴۲±۰۴/۱ | ۴۳/۴۱±۲۵/۱ |
| | زمستان | ۱/۴۱±۸۵/۰ | ۲۶/۴۰±۳/۰ |
| | بهار | ۲/۴۰±۱/۰ | ۳۳/۳۹±۴۹/۰ |
| | تابستان | ۶۶/۴۴±۳۵/۰ | ۵۶/۴۴±۱۵/۰ |
| pH | پاییز | ۶۳/۷±۱۵/۰ | ۸/۷±۱/۰ |
| | زمستان | ۱۳/۸±۱۵/۰ | ۰۶/۸±۱۵/۰ |
| | بهار | ۶/۷±۲۶/۰ | ۴۳/۷±۳۲/۰ |
| | تابستان | ۵۶/۷±۴/۰ | ۶۳/۷±۵/۰ |

## ۴. بحث

اثرات منفی فلزات سنگین بر سلامتی، با ایجاد تغییرات ژنتیکی، فیزیولوژیک و رفتاری در فردی که در معرض آنها قرار گرفته، اعمال می گردد (Dural et al., 2007). فلزات سنگین از قبیل مس، روی، کبالت و آهن برای متابولیسم ماهی ضروری هستند، حال آنکه برخی از انواع دیگر چون جیوه، کادمیوم و سرب هیچ نقش شناخته شده ای را در سیستم‌های زیست شناختی ندارند. در متابولیسم طبیعی ماهی، فلزات ضروری باید از آب، غذا یا رسوب استخراج گردند در این روند علاوه بر فلزات ضروری، انواع فلزات غیر ضروری نیز توسط ماهی استخراج و جذب می شوند و در بافت‌های ماهیان تجمع پیدا می کنند (Canli and Alti, 2003).

مطالعات میدانی و آزمایشگاهی نشان داده اند که تجمع فلزات سنگین در یک بافت عمدتاً وابسته به غلظت‌های فلزات در آب و مدت زمانی است که موجود در معرض آنها قرار می گیرد، عوامل محیطی دیگر از قبیل شوری، pH، سختی و درجه حرارت نیز نقش مهمی را در تجمع ایفا می کنند (Heath, 1987; Langston, 1990; Bryan and Langston, 1992). نیازهای اکولوژیکی، جنسیت و اندازه در جانوران دریایی نیز به عنوان فرایندهای تأثیرگذار بر روی تجمع فلزات در بافت‌های آنها شناخته شده اند (Canli and Furness, 1995; Roesijadi and Robinson, 1994; Kalay et al., 1999; Kalay and Canli, 2000).

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۲- میزان غلظت کادمیوم (میانگین ± انحراف معیار) بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافتهای مختلف ماهی کفشک منطقه دیلم و هندیجان در فصول مختلف سال

| بافت | گروه طولی | پائیز | | زمستان | | بهار | | تابستان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم |
| آبشش | ۱ | ۵۷/۱±۲۶/۰ | ۳۳/۱±۲۷/۰ | ۵۴/۱±۲۶/۰ | ۸۱/۰±۱۰/۰ | ۵۲/۰±۱۱/۰ | عدم تشخیص | ۸۴/۱±۱۱/۰ | ۴۷/۱±۱۱/۰ |
| | ۲ | ۰۶/۱±۲۱/۰ | ۹۸/۰±۱۴/۰ | ۹۰/۰±۱۳/۰ | ۷۷/۰±۱۳/۰ | ۰۵/۱±۱۱/۰ | ۵۲/۰±۱۱/۰ | ۵۴/۱±۱۶/۰ | ۳۵/۱±۰۹/۰ |
| | ۳ | ۹۶/۰±۱۹/۰ | ۸۳/۰±۱۴/۰ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۱۲/۱±۱۵/۰ | ۷۲/۰±۱۰/۰ | ۳۶/۱±۱۱/۰ | ۲۴/۱±۰/۰۶ |
| ماهیچه | ۱ | ۳۰/۰±۰۴/۰ | ۱۷/۰±۰۹/۰ | ۲۴/۰±۰۴/۰ | ۱۴/۰±۰۲/۰ | ۲۶/۰±۰۴/۰ | عدم تشخیص | ۳۵/۰±۰۷/۰ | ۱۸/۰±۰۲/۰ |
| | ۲ | ۳۶/۰±۰۹/۰ | ۲۵/۰±۰۴/۰ | ۳۱/۰±۰۳/۰ | ۱۷/۰±۰۹/۰ | ۲۸/۰±۰۳/۰ | عدم تشخیص | ۵۶/۰±۰۷/۰ | ۴۴/۰±۱۰/۰ |
| | ۳ | ۳۹/۰±۰۴/۰ | ۲۹/۰±۰۳/۰ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۳۱/۰±۰۳/۰ | عدم تشخیص | ۷۰/۰±۰۷/۰ | ۴۹/۰±۰۷/۰ |
| کبد | ۱ | ۲±۱۳/۰ | ۹۶/۰±۱۹/۰ | ۳۴/۱±۱۲/۰ | ۵۰/۰±۰۶/۰ | ۲۱/۱±۲۷/۰ | ۴۸/۰±۰۶/۰ | ۲۴/۲±۳۲/۰ | ۶۰/۱±۰۸/۰ |
| | ۲ | ۹۱/۱±۱۰/۰ | ۸۳/۰±۰۷/۰ | ۱۵/۱±۱۳/۰ | ۴۴/۰±۰۴/۰ | ۳۶/۱±۲۴/۰ | ۵۲/۰±۱۱/۰ | ۱۷/۲±۲۵/۰ | ۵۳/۱±۱۱/۰ |
| | ۳ | ۷۵/۱±۱۵/۰ | ۷۶/۰±۱۲/۰ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۴۳/۱±۳۴/۰ | ۰۵/۱±۲۱/۰ | ۱۱/۲±۰/۲۲ | ۴۷/۱±۱۰/۰ |





www.SID.ir

Archive of SID



| بافت | گروه طولی | پائیز | | زمستان | | بهار | | تابستان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم |
| آبشش | ۱ | ۴۱/۱۳±۷۳/۰ | ۷۶/۱۰±۵۴/۱ | ۷۷/۷±۶۸/۰ | ۲۵/۲±۴۰/۰ | ۸۴/۱۴±۷۹/۰ | ۰۴/۴±۲۲/۰ | ۹۷/۱۴±۲۲/۰ | ۱۶/۱۰±۷۸/۰ |
| | ۲ | ۲۴/۱۲±۰/۷۳ | ۶۹/۷±۷۷/۰ | ۱۳/۵±۶۹/۰ | ۳۶/۱±۲۴/۰ | ۵۰/۱۲±۷۸/۰ | ۰۳/۳±۲۶/۰ | ۸۳/۱۳±۵۴/۱ | ۵۹/۸±۷۹/۰ |
| | ۳ | ۷۱/۱۰±۲۶/۰ | ۶۰/۵±۱۸/۱ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۳۸/۹±۷۹/۰ | ۵۲/۲±۲۵/۰ | ۷۲/۱۰±۷۱/۰ | ۹۱/۶±۵۲/۰ |
| ماهیچه | ۱ | ۳۵/۳±۳۶/۰ | ۷۲/۲±۲۴/۰ | ۷۳/۲±۲۳/۰ | ۴۲/۲±۶۶/۰ | ۷۳/۳±۳۱/۱ | ۸۲/۱±۱۵/۰ | ۱۲/۵±۵۲/۰ | ۱۲/۴±۴۰/۰ |
| | ۲ | ۲۹/۳±۲۸/۰ | ۶۲/۲±۱۱/۰ | ۰۵/۲±۲۳/۰ | ۸۶/۱±۰۷/۰ | ۲۴/۳±۶۹/۰ | ۵۰/۱±۰۸/۰ | ۱۸/۵±۸۵/۰ | ۴۴/۴±۶۰/۰ |
| | ۳ | ۱۹/۳±۲۷/۰ | ۵۳/۲±۱۲/۰ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۹۸/۲±۰۶/۱ | عدم تشخیص | ۲۰/۵±۰۵/۱ | ۶۹/۴±۵۲/۰ |
| کبد | ۱ | ۵۴/۵±۵۰/۰ | ۶۴/۴±۱۳/۱ | ۷۳/۲±۳۵/۰ | ۷۶/۳±۳۴/۰ | ۸۶/۳±۵۱/۰ | ۲۴/۲±۲۵/۰ | ۰۳/۷±۷۸/۰ | ۸۴/۳±۷۷/۰ |
| | ۲ | ۱۳/۴±۵۹/۰ | ۹۶/۳±۷۹/۰ | ۷۱/۱±۳۴/۰ | ۴۲/۳±۳۴/۰ | ۲۲/۳±۳۱/۰ | ۷۷/۱±۲۶/۰ | ۶۸/۶±۷۰/۰ | ۵۴/۳±۴۹/۰ |
| | ۳ | ۶۵/۳±۰۷/۱ | ۶۵/۳±۰۷/۱ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۹۵/۲±۲۹/۰ | ۵۴/۱±۱۷/۰ | ۱۵/۶±۷۷/۰ | ۴۴/۳±۴۰/۰ |

جدول ۳- میزان غلظت سرب (میانگین ± انحراف معیار) بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافتهای مختلف ماهی کفشک منطقه دیلم و هندیجان در فصول مختلف سال





www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۴- میزان غلظت نیکل (میانگین ± انحراف معیار) بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک در بافتهای مختلف ماهی کفشک منطقه دیلم و هندیجان در فصول مختلف سال

| بافت | گروه طولی | پائیز | | زمستان | | بهار | | تابستان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم | هندیجان | دیلم |
| آبشش | ۱ | ۳۵/۸±۴۹/۰ | ۲۴/۳±۶۵/۰ | ۳۵/۷±۷۴/۰ | ۲۱/۳±۱۵/۰ | ۴۱/۷±۶۱/۰ | ۱۳/۴±۴۱/۰ | ۸۲/۱۱±۶۹/۱ | ۵۰/۵±۴۸/۰ |
| | ۲ | ۷۲/۸±۱۵/۰ | ۸۹/۳±۶۵/۰ | ۶۵/۷±۶۴/۰ | ۳۴/۳±۰۹/۰ | ۵۴/۷±۵۶/۰ | ۵۴/۴±۴۲/۰ | ۹۸/۱۱±۴۴/۱ | ۷۰/۵±۱۹/۰ |
| | ۳ | ۲۲/۹±۴۵/۰ | ۸۹/۳±۱/۳۰ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۶۶/۷±۴۰/۰ | ۶۱/۴±۳۲/۰ | ۳۲/۱۲±۰۳/۱ | ۹۳/۵±۰۴/۰ |
| ماهیچه | ۱ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۷۲/۱±۲۵/۰ | ۱۹/۱±۲۰/۰ | ۳۱/۱±۱۹/۰ | ۲۴/۱±۱۴/۰ | ۳۸/۳±۱۳/۱ | ۵۸/۱±۸۴/۰ |
| | ۲ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۷۲/۱±۳۷/۰ | ۲۳/۱±۲۵/۰ | ۳۸/۱±۲۸/۰ | ۲۹/۱±۰۸/۰ | ۳۸/۳±۱۳/۱ | ۶۸/۱±۳۸/۰ |
| | ۳ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۴۹/۱±۱۴/۰ | ۳۶/۱±۱۲/۰ | ۲۵/۲±۱۳/۱ | ۷۸/۱±۲۹/۰ |
| کبد | ۱ | ۱۴/۴±۱۸/۰ | ۳۷/۲±۲۸/۰ | ۹۴/۲±۳۷/۰ | ۳۱/۱±۳۰/۰ | ۱۷/۳±۳۲/۰ | ۵۱/۱±۱۸/۰ | ۷۳/۴±۲۲/۱ | ۸۹/۲±۴۲/۰ |
| | ۲ | ۳۴/۴±۲۳/۰ | ۴۷/۲±۱۷/۰ | ۱۷/۳±۸۵/۰ | ۴۷/۱±۳۷/۰ | ۲۴/۳±۴۱/۰ | ۶۵/۱±۴۲/۰ | ۹۰/۴±۶۶/۰ | ۹۹/۲±۵۷/۰ |
| | ۳ | ۵۳/۴±۱۸/۰ | ۵۴/۲±۲۹/۰ | عدم صید ماهی | عدم صید ماهی | ۴۴/۳±۵۴/۰ | ۷۵/۱±۳۱/۰ | ۰۶/۵±۶۹/۱ | ۱۳/۳±۴۲/۰ |





www.SID.ir

Archive of SID

تعدادی از مطالعات نشان داده است که عوامل مختلفی چون فصل، طول و وزن، سن، نوع تغذیه و حالت‌های فیزیکی و شیمیایی آب می تواند نقش خاصی را در تجمع بافتی فلزات ایفا نماید. تغییرات فصلی در غلظت‌های فلزی در ماهی می تواند از عوامل ذاتی چون چرخه تولیدمثل و رشد منشأ گرفته و نیز می تواند از تغییرات درجه حرارت آب ناشی گردد. علاوه بر آن، تفاوت‌های ذکر شده در مورد غلظت‌های فلزی در بافت‌های مختلف در فصول سال، از سکنی گزینی جمعیتی ماهیان هم می تواند باشد (Kalay and Canli, 2000; Jezierska and Witeska, 2001).

بسیاری از ماهیان از طریق آبشش و پوست در معرض انواع آلاینده‌های شیمیایی هستند ولی ماهیان کفزی بدلیل نوع زندگیشان (سازگاری با کف) و وابستگی تغذیه ای به موجودات کفزی پتانسیل بیشتری در تجمع و انتقال این نوع آلاینده‌ها دارند (Moles et al., 1995). رسوبات، محل نهایی تجمع فلزات سنگین در محیط آبی بوده و تحت شرایط خاصی می توانند خود به عنوان منبع آلودگی در آب عمل نمایند (Izquierdo et al., 1997). یکی از دلایلی که سبب اهمیت بررسی مواد متشکله رسوبات می شود، این است که بسیاری از گونه‌های زیستی بخش اعظم دوره زندگی خود را در سطح یا درون بسترهای آبی می گذرانند، از این رو مواد موجود در رسوبات از طریق چرخه زیستی وارد بدن موجودات دیگر شده و در نهایت طی فرایند بزرگنمایی زیستی[1] به بدن انسان منتقل می گردند (Adams and Onorato, 1991).

در این مطالعه طبق نتایج حاصل از سنجش پارامترهای شیمیایی و فیزیکی آب مشخص گردید میزان شوری و pH در طی فصول مختلف سال در دو منطقه، نوسانات چشم گیری را نشان نمی دهند ($P<0.05$). عدم وجود اختلاف معنی دار در غلظت فلزات سنگین رسوبات دو منطقه هندیجان و دیلم در فصول مختلف سال به دلیل یکسان بودن شرایط فیزیکی و شیمیایی آب در طی فصول مختلف سال می باشد که در این مناطق اندازه گیری شده است. مقایسه میزان غلظت فلزات سنگین در رسوبات دو منطقه بیانگر بار آلودگی بیشتر منطقه بندر هندیجان نسبت به بندر دیلم است که این امر به دلایل مختلفی از جمله نوع بستر ارتباط دارد. از آنجائیکه در بسترهای دانه ریز، نسبت سطح به حجم بالا بوده، بنابراین پتانسیل بالاتری در به دام انداختن آلاینده‌ها به ویژه فلزات سنگین در ستون آب دارند (Mora and Sheikholeslami, 2002). لذا بندر هندیجان که نوع بستر آن سیلتی- رسی است مواد آلی و غیر آلی بیشتری را نسبت به بندر دیلم که بستر آن سیلتی- ماسه ای است، در خود نگه می‌دارد.

همچنین منطقه هندیجان دلتای رودخانه زهره می باشد که مواد حاصل از فرسایش حوضه آبریز (بار رسوبی طبیعی) و بار رسوبی ناشی از فعالیت انسانی را دریافت می دارد و آلاینده‌های فلزی حاصل از صنایع و پسابهای شهری، روستایی و کشاورزی که به رودخانه زهره وارد می شوند عمدتاً در سواحل هندیجان در رسوبات دانه ریز تجمع می یابند. ضمناً این منطقه نیز به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص از قبیل خوریات، از آشفتگی‌ها وتلاطم‌های دریایی تا حدودی مصون بوده و می تواند فرصت بیشتری برای مواد معلق جهت ته نشین

[1] Biomagnifications

www.SID.ir

Archive of SID

شدن در بستر را فراهم نماید. در حالیکه در منطقه دیلم به دلیل شرایط توپوگرافی میزان تلاطم و آشوبهای دریایی بیشتر بوده و مواد معلق در ستون آب فرصت ته نشینی کمتری دارند همچنین فعالیت‌های صید و صیادی منطقه هندیجان در مقایسه با بندر دیلم بالاتر بوده که مزید بر علت است.

مقایسه آماری نشان داد که غلظت فلزات در بین بافتهای مختلف ماهی کفشک بطور معنی داری تفاوت دارد. اختلاف در میانگین غلظت فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهی توسط محققین زیادی گزارش شده است. بطوریکه اختلاف در میانگین غلظت هر یک از فلزات در بافتهای مختلف احتمالاً می تواند ناشی از تفاوت در عملکرد فیزیولوژیک و متابولیسم سلولی هر یک از بافتها باشد و همچنین این تفاوتها می تواند به دلیل اختلاف در رفتار تغذیه ای، نوع زیستگاه و نیازهای اکولوژیکی باشد (Goyer, 1991; Canli and Furness, 1995).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین در گونه کفشک ماهی منطقه هندیجان و دیلم در گروههای متفاوت طولی و در فصول مختلف سال نشان داد که بیشترین میزان غلظت فلزات در بافت کبد و آبشش و کمترین میزان آن در بافت عضله وجود داشت. Usero و همکاران (۲۰۰۳) میزان فلزات سنگین در بافت عضله و کبد ماهی *Solea vulgaris* را در نیزارهای نمکی ساحل جنوبی اقیانوس اطلس در اسپانیا اندازه گیری کردند. آنها بیشترین میزان فلزات (کادمیوم، سرب، مس، نیکل و آهن) در بافت کبد و کمترین میزان آنها در بافت عضله مشاهده کردند که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. Henry و همکاران (۲۰۰۴) با اندازه گیری فلزات سنگین در چهارگونه از ماهیان سواحل فرانسه از کانال انگلیس تا جنوب دریای شمال به این نتیجه رسیدند که فلاندرها (کفشک ماهیان) بیشترین میزان فلزات کادمیوم، مس و سرب را در بافت کبد و کمترین میزان آنها در بافت عضله دارا می باشند که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. یکی از راههای سمیت زدایی در بدن ماهیان وجود متالوتیونین‌ها در بافت کبد و تمایل فلز کادمیوم به اتصال با این پروتئین با وزن مولکولی کم می باشد بطوری که کادمیوم به میزان زیادی از طریق آبشش و روده جذب شده و در کبد ذخیره می گردد (Kuroshima, 1992).

در این مطالعه میانگین میزان سرب در بافت عضله ماهیان منطقه هندیجان و دیلم به ترتیب ۱۹/۱±۶۴/۳ و ۳۷/۱±۶۱/۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک است که از استاندارد های جهانی FAO، NHMRC و WHOبه طور معنی داری بیشتر است ($P<0.05$). همچنین این میزان سرب در بافت عضله، از گزارش Filazi و همکاران (۲۰۰۳) در عضله ماهی *Mugil auratus* کمتر و از مطالعه Usero و همکاران (۲۰۰۳) در بافت عضله *Solea vulgaris* بیشتر است. بنابر این با توجه به نتایج بدست آمده میانگین غلظت کادمیوم و سرب در بافت عضله ماهیان در مناطق مورد مطالعه بیشتر و غلظت نیکل کمتر از حد مجاز استاندارد های جهانی FAO، NHMRC و WHO بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

## منابع


امینی رنجبر، غ. ۱۳۷۳. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین (Cd, Pb, Ni, Cu, Zn) در رسوبات سطحی تالاب انزلی، مجله علمی شیلات، سال سوم، شماره ۳، صفحات ۵ تا ۲۶.

مهوری، ع. ۱۳۷۷. اندازه گیری فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهی شوریده، پایان نامه کار شناسی ارشد، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۴۱ ص.

نبوی، م. ب.، پوررضا، ن.، سواری، ا.، رونق، م. ت. ۱۳۶۲. آلودگی در خلیج فارس؛ طرح تحقیقاتی شماره ۱۸۸؛ دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، ۲۱۴ ص.

Adams, D. H. and Onorato, G. V. 1991. Mercury concentrations in red drum, *Sciaenops ocellatus*, from estuarine and offshore waters of Florida. Mar. Pollut. Bull. 50: 291–300.

Brewster, B. 1987. Eye migration and Cranial Development during Flatfish Metamorphosis: A Reappraisal (Teleostei: Pleuronectiformes). J. Fish Biol. 31: 805-833.

Bryan, G. and Langston, W. J. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environ. Pollut. 76: 89–131.

Burger, J., Gaines, K. F. and Gochfeld, M. 2001. Ethnic differences in risk from mercury among Savannah River fishermen. Risk analysis. 21 (3): 533–544.

Canli, M. and Alti, G. 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environ. Pollut. 121: 129-136.

Canli, M. and Furness, R. W. 1995. Toxicity of heavy metals dissolved in sea water and influences of sex and size on metal accumulation and tissue distribution in the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. Mar. Environ. Res. 36: 217–236.

Carpenter, K. E., Krupp, F., Jons, D. A. and Zajonz, U. 1997. Living Marine Resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahraine, Qatar and the United Arabia Emarates, FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, p. 239. ISBN: 9251037418.

Cornish, A. S., Ng, W. C., Valerie, C. M. H., Wong, H. L., James, C. W., Lam, P. K. S., Lam, K. and Leung, M.Y. 2007. Trace metals and organochlorines in the bamboo shark *Chiloscyllium plagiosum* from the southern waters of Hong Kong, China. Sci. Total Environ. 376: 335–345.

Demirak, A., Yilmaz, F., Tuna, A. L. and Ozdemir, N. 2006. Heavy metals in water, sediment and tissues of Leuciscus cephalus from a stream in southwestern Turkey. Chemosphere. 63: 1451-1458.

Dural M., Göksu, M. Z. L. and Özak, A. A. 2007. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. Food Chem. 102: 415–421.

Filazi, A., Baskaya, R., and Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Black Sea fish *Mugil ouratus* from Sinop – Icliman Turkey. Human and Experimental Toxicology. 22: 85-87.

Gibson, R. N. 2005. Flatfishes: biology and exploitation. Fish and Aquatic Resources Series, 9. Blackwell Science: Oxford, UK. xii, p. 391.

Goyer, R. A. 1991. Toxic effects of metals. In: Amdur, M. O., Doul, J., Klaasen, C. D.(Eds), Casarette And Doull's Toxicology. Pergamum Press, Oxford.

Heath, A. G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press, Boca Raton, Florida. p. 359.

Henry, F., Amara, R., Courcot, L., Lacouture, D. and Bertho, M. L. 2004. Heavy metals in four fish species from the French coast of the Eastern English Channel and Southern Bight of the North Sea. Environ. Res. 30: 675-683.

Ismail, A. and Ramli, R. 1997. Trace Metals in Sediments and Mollusks from an


www.SID.ir

Archive of SID

Biochemical and Cellular Perspectives). Lewis Publishers, London.

ROPME, 1989. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analysis Methods," revised edition, Kuwait, Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.

ROPME, 1999. Regional report of the state of the Marin Environment. State of Kuwait, p. 220.

Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J. and Gracia, I. 2003. Heavy metals in fish (*Solea vulgari*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. Environ. Int. 29: 949-956.

Yap, C. K., Ismail, A. and Tan, S. G. 2004. Heavy metal (Cd, Cu, Pb and Zn) concentrations in the green lipped mussel *Perna virdis* (Linnaeus) collected from some wild and aquaculture sites in the west coast of Peninsular Malaysia. Food Chem. 84: 569-575

Yazdany, G. M. 1969. Adaptation in the Jaws of Flatfish (Pleuronetiformes). J. Zool. 59: 181-222.

Estuary receiving Pig farms effluent. Environ. Res. 18: 509-515.

Izquierdo, C., Usero, J. and Gracia, I. 1997. Speciation of heavy metals in sediments from salt marshes on the southern Atlantic Coast of Spain. Mar. Pollut. Bull. 34(2): 123-128.

Jezierska, B. and Witeska, M. 2001. Metal toxicity to fish. Published by University of Podlasie. Monografie No. 42., p. 318.

Kalay, M. and Canli, M. 2000. Elimination of essential (Cu, Zn) and nonessential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish Tilapia zillii following an uptake protocol. Turk. J. Zool. 24: 429–436.

Kalay, M., Ay, O. and Canli, M. 1999. Heavy metal concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterrenean Sea. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 63: 673–681.

Kuroshima, R. 1992. Cadmium accumulation in the mummichog, Fudulus heteroclitus, adapted to various salinities, Bull. Environ. Contam. Toxicol. 49: 680–685.

Langston, W. J. 1990. Toxic effects of metals and the incidence of marine ecosystems. In: Furness, R. W., Rainbow, P. S. (Eds.), Heavy Metals in the Marine Environment. CRC Press, New York.

Moles, A., Rice, S. and Novcross, B. L. 1995. Non Avoidance of Hydrocarbon Laden Sediments Juvenile Flatfishes. Netherlands Journal of the Sea Research. 32: 361-367.

Mora, S. and Sheikholeslami, M. R. 2002. Contaminant Screening Program.Final Report: Interpretation of Caspian Sea Sediment Data. p. 27.

Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc. New York. 3ed edition. P. 600.

Robert, C. R. and Hawkins, J. P. 1999. Extinction risk in the sea. Trend in ecology and evolution. 14: 241-245.

Roesijadi, G. and Robinson, W. E. 1994. Metal regulation in aquatic animals: mechanism of uptake, accumulation and release. In: Malins, D. C., Ostrander, G. K. (Eds.), Aquatic Toxicology (Molecular,

www.SID.ir