(گزارش کوتاه علمی)

غلظت فلزات سنگین در رسوب و ماهی شبه‌شوریده (*Johnius belangerii*) صید شده از خور موسی در استان خوزستان

*علیرضا صفاهیه[۱]، فاضل عبداله‌پورمنیخ[۱] و احمد سواری[۱]

[۱]دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۱۳

چکیده

فلزات سنگین به‌دلیل پایداری در محیط قادر به انتقال در طول زنجیره‌های غذایی می‌باشند. بنابراین مصرف موجودات سطوح بالای این زنجیرها توسط انسان باعث ایجاد مسمومیت فلزی در آن‌ها می‌گردد. در این مطالعه غلظت فلزات سنگین در رسوبات و ماهی شبه‌شوریده براساس میکروگرم بر گرم وزن خشک سنجیده شد. غلظت فلزات در بافت‌ها و رسوبات با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بالاترین غلظت در رسوبات مربوط به فلزات کادمیوم، کبالت، مس، نیکل و سرب است. بیش‌ترین غلظت یافت شده برای فلزات در بافت ماهیچه برابر ۰/۱٤، ۰، ۱/٦۸، ۲/۷٦ و ٤/۲۷ و در بافت کبد برابر ۷/۰۲، ۱/۰۳، ۵/۹۷، ۲/۲٦ و ۳/۵۸ میکروگرم بر گرم به‌ترتیب برای فلزات کادمیوم، کبالت، مس، نیکل و سرب می‌باشد. غلظت تمام فلزات در بافت ماهیچه از استانداردهای FAO، WHO، NHMRC و TEG پایین‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، خور موسی، شبه‌شوریده

مقدمه

بروز حوادث زیست‌محیطی جبران‌ناپذیر مانند میناماتای ژاپن باعث شدند که توجه محققان به خطرات فلزات سنگین بیش‌تر گردد. بیماری‌هایی مانند سرطان، بیماری‌های اعصاب همچنین آسیب‌های مانند سقط و ناقص‌الخلقه شدن جنین، آسیب به اسپرم و کاهش باروری از جمله مشکلاتی هستند که توسط فلزات سنگین ایجاد می‌شوند (Watterson، ۱۹۹۸). این گروه از آلاینده‌ها توسط منابع طبیعی و انسان‌ساز گوناگونی به محیط زیست، به‌ویژه محیط زیست دریایی تخلیه می‌گردند. به‌طورکلی از این منابع می‌توان به صنایع نفت و پتروشیمی، حمل و نقل دریایی، کشاورزی و تخلیه فاضلاب‌های شهری اشاره کرد (Zauke و همکاران، ۱۹۹۹). فلزات سنگین به دو گروه فلزات ضروری (مانند مس، روی و کبالت) و فلزات غیرضروری (مانند جیوه، کادمیوم و سرب) تقسیم می‌شوند. فلزات ضروری برای فعالیت‌های متابولیسمی بدن مورد نیاز می‌باشند، در حالی‌که اگر غلظت این فلزات از مقدار مورد نیاز بدن بیش‌تر باشد، به‌صورت سمی ظاهر می‌شوند. فلزات غیرضروری در هر غلظتی برای بدن موجودات سمی هستند. فلزات وارد شده به دریا در نهایت در رسوبات بستر ته‌نشین و یا به‌طور مستقیم وارد بدن موجودات دریایی شده و در طول زنجیره غذایی به حرکت در می‌آیند (Tuzen، ۲۰۰۳؛ Turkmen و همکاران، ۲۰۰۵؛ Altinday و Yigit، ۲۰۰۵). ماهی معمولاً آخرین عضو زنجیره غذایی دریایی به‌حساب می‌آید (Henry و همکاران، ۲۰۰٤؛ Burger و Gochfeld، ۲۰۰۵) که به‌دلیل اهمیت آن در رژیم غذایی از مهم‌ترین واسطه‌های

* مسئول مکاتبه: safahieh@hotmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

انتقال فلزات به بدن انسان می‌باشد. ماهی‌ها به‌دلیل موقعیت خود در زنجیره غذایی می‌توانند مقایر بالایی از فلزات را در بدن خود تجمع دهند. تجمع فلزات سنگین در بدن ماهی به عوامل مختلفی مانند نوع فلز شرایط بیولوژیک (Henry و همکاران، ۲۰۰٤؛ Agusa و همکاران، ۲۰۰٤) و اکولوژیکی (Turkmen و همکاران، ۲۰۰۵) آن بستگی دارد.

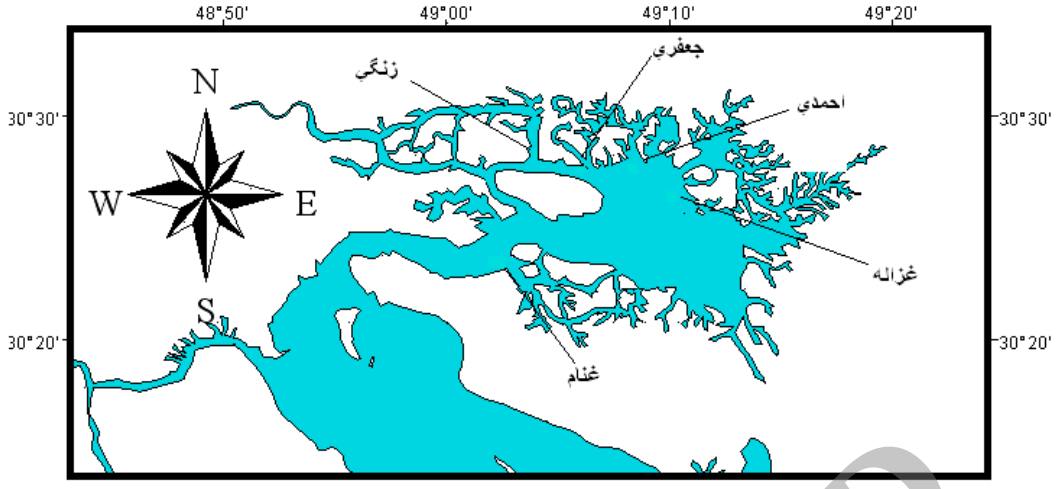
خور موسی واقع در استان خوزستان و شمال‌غربی خلیج‌فارس دارای شرایط اکولوژیکی مناسب برای بسیاری از گونه‌های تجاری آبزی مانند ماهی و میگو می‌باشد (Safahieh و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه‌بر این خور موسی به‌عنوان منطقه نوزادگاهی و محیط مناسبی برای مهاجرت بسیاری از گونه‌های آبزی نیز به‌حساب می‌آید. بنابراین این منطقه نقش به‌سزایی در بخش شیلاتی و اقتصادی کشور ایفا می‌کند. از طرف دیگر منابع آلاینده گوناگونی مانند واحدهای پتروشیمی، اسکله نفتی، بنادر و کشتیرانی (بندر امام خمینی که از بزرگ‌ترین بنادر ایران می‌باشد) و فاضلاب‌های شهری در ساحل این خور مستقر می‌باشند. این منابع قادر هستند روزانه مقایر بالایی از فلزات را وارد خور کرده و بر میزان آلودگی فلزی‌وار شده از آب‌های خلیج‌فارس به این منطقه بیافزایند. بنابراین احتمال می‌رود که آلودگی فلزی در خور موسی بالا بوده و تجمع زیستی توسط آبزیان در این منطقه صورت گرفته باشد. در این مطالعه یکی از گونه‌های غالب ماهیان منطقه که در طول سال به وفور یافت می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. ماهی شبه‌شوریده گونه *Johnius belangerii* از ماهیان ارزان‌قیمت با مصرف بالا توسط ساکنین محلی شهرستان ماهشهر و مناطق دیگر استان می‌باشد. بنابراین اهدف اصلی این مطالعه شامل سنجش میزان فلزات سنگین در بافت ماهیچه این ماهی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی برای تعیین سلامت آن برای مصرف انسانی، اندازه‌گیری غلظت فلزات در بافت کبد که به‌عنوان بافت تجمع‌گر آلاینده‌ها به‌حساب می‌آید و اندازه‌گیری غلظت فلزات در رسوبات خور موسی می‌باشند.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها: خور موسی، بزرگ‌ترین خور استان خوزستان، در انتهای مسیر خود به چندین خور بزرگ و کوچک تقسیم می‌شود. این تقسیم‌بندی باعث ایجاد اکوسیستم‌های کم و بیش متفاوت و افزایش وسعت زیستگاه‌ها شده است. در این مطالعه ۵ خور به نام‌های غزاله، احمدی، جعفری، زنگی و غنام در طول خور موسی انتخاب شد (شکل ۱). در شهریورماه سال ۱۳۸۸ از رسوبات و آبزیان هر خور به‌ترتیب با استفاده گرب van veen و تورترال نمونه‌برداری شد. از هر خور ۳ نمونه رسوب از قسمت‌های ابتدایی، میانی و انتهای مسیر تورکشی برداشته و درون پلاستیک‌های اسیدشویی شده قرار داده شد. نمونه‌های ماهی نیز با استفاده از تورترال از هر خور صید شده و درون یخ‌دان شامل یخ در همان روز نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل گردید. تمام نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا رسیدن مرحله آنالیز شیمیایی نگهداری شدند.

هضم نمونه‌ها: نمونه‌های آبزی و رسوبات در دمای اتاق نگهداری شد تا یخ آن‌ها ذوب گردد. سپس کل بافت کبد و مقدار کافی (در حدود ۳ گرم) از بافت ماهیچه استخراج و در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. نمونه‌های رسوب نیز پس از خشک شدن به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، به‌وسیله هاون چینی پودر شده و از الک ٦٣ میکرومتر عبور داده شدند (بیش‌ترین مقدار فلزات با رسوبات کوچک‌تر از ٦٣ میکرومتر باند می‌شوند). نمونه‌های بافت پس از پودر شدن با اسید نیتریک غلیظ بر روی دستگاه Hot Plate هضم گردید. برای هضم رسوب نیز از مخلوط اسید نیتریک غلیظ و پرکلریک با نسبت ۱:۳ استفاده گردید. سپس نمونه‌ها به حجم رسیده و از کاغذ صافی ٤٢ میکرومتر عبور داده شدند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت نمونه‌برداری از رسوب و ماهی در خور موسی

غلظت فلزات در نمونه‌های رسوب و بافت‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Savant AASigma اندازه‌گیری شد. شرایط عملکرد دستگاه در جدول ۱ نشان داده شده است. تمام ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی مورد نیاز برای آزمایش به‌مدت ۲٤ ساعت در اسید نیتریک ۱۰ درصد غوطه‌ور شده و سپس با استفاده از آب ۲ بار تقطیر شستشو داده شدند. کالیبراسیون دستگاه با استفاده از محلول کالیبراسیون تهیه شده از محلول Stock (۱۰۰۰ gm/l) انجام گردید. برای جلوگیری از هر گونه آلودگی احتمالی، نمونه‌های شاهد به روش نمونه‌های اصلی آنالیز و غلظت فلزات در آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای اطمینان از درستی کار و روش استفاده شده برای آنالیز نمونه‌ها (DORM-2, Certified Reference Material (dogfish به‌کار برده شد (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده برای هر فلز به‌دست آمده میانگین ۵ تکرار می‌باشد.

جدول ۱- شرایط عملکرد دستگاه جذب اتمی

فلزات	Wavelengh (نانومتر)	گاز	Support
کادمیوم	۲۲۸/۸	استیلن	Air
کبالت	۲٤۰/۷	استیلن	Air
مس	۳۲٤/۷	استیلن	Air
نیکل	۲۳۲	استیلن	Air
سرب	۲۱۷	استیلن	Air

جدول ۲- غلظت فلزات مشاهده شده در CRM

(muscle) Dorm-2	غلظت تعین شده	غلظت مشاهده شده	Recovery
کادمیوم	۰/۰٤۳	۰/۰٤	۹۳ درصد
کبالت	۰/۱۸۲	۰/۲۰۸	۱۱٤ درصد
مس	۲/۳٤	۲/٦۱	۱۱۱ درصد
نیکل	۱۹/٤	۱۷/٦۳	۱۰۹ درصد
سرب	۰/۰٦٥	۰/۰۷۱	۹۰ درصد

Archive of SID
www.SID.ir

آنالیز داده‌ها: نرم‌افزار استفاده شده برای آزمون‌های آماری SPSS می‌باشد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها (Shapiro-wilk)، مقایسه غلظت فلزات بین ایستگاه‌های مختلف با استفاده از One-Way ANOVA و پس آزمون Duncan صورت گرفت. برای مقایسه غلظت فلزات بین بافت‌های مختلف از آزمون t-test استفاده شد. برای سنجش رابطه بین غلظت فلزات در بافت‌ها و رسوبات نیز از Regression استفاده شد. سطح اطمینان برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

غلظت فلزات در رسوب: غلظت فلزات سنگین در رسوبات خورهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت فلز کادمیوم به‌ترتیب در خور احمدی (۰/۵ میکروگرم بر گرم) و خور زنگی (۰/۳۳ میکروگرم بر گرم) مشاهده شد. بیشینه غلظت فلزات کبالت (۲۳/۱۸ میکروگرم بر گرم)، مس (۱۷/٦ میکروگرم بر گرم) و نیکل (٦۷/۲۱ میکروگرم بر گرم) نیز در خور جعفری اندازه‌گیری شد. کم‌ترین غلظت فلزات کبالت (۱۸/۷۸ میکروگرم بر گرم)، نیکل (٤۲/۲۱ میکروگرم بر گرم) و سرب (۲/۵۵ میکروگرم بر گرم) نیز در خور غنام مشاهده گردید. بالاترین مقدار فلز سرب (٤/۸۱ میکروگرم بر گرم) و پایین‌ترین مقدار فلز مس (۱۲/۳۸ میکروگرم بر گرم) در خور احمدی اندازه‌گیری شد.

جدول ۳- غلظت فلزات سنگین (میانگین و خطای استاندارد) در رسوبات خورهای مختلف (غلظت بر حسب میکروگرم بر گرم)

موقعیت	کادمیوم	کبالت	مس	نیکل	سرب
خور غزاله	۰/۳۷ ± ۰/۰۳	۲۰/۳٤ ± ۰/٤۲	۱۵/۸۷ ± ۰/۸۸	۵۷/٦۲ ± ۱/۹	۳/۵۳ ± ۰/٤۳
خور احمدی	۰/۵٤ ± ۰/۰۲	۲۱/٤۳ ± ۰/۳۳	۱۲/۳۸ ± ۰/۳۷	۵۱/۲۹ ± ۰/۷۹	٤/۸۱ ± ۰/٦۵
خور جعفری	۰/٤۷ ± ۰/۰٤	۲۳/۱۸ ± ۰/۲۹	۱۷/٦ ± ۰/٤۵	٦۷/۲۱ ± ۱/۲۵	۳/۹۹ ± ۰/۵٤
خور زنگی	۰/۳۳ ± ۰/۰۲	۱۹/۹۸ ± ۰/۵۲	۱۵/۲۳ ± ۰/۳	۵٤/۲۵ ± ۱/۰٤	۳/۸۸ ± ۰/۰۲
خور غنام	۰/۳۵ ± ۰/۰۲	۱۸/۸۷ ± ۰/٦۹	۱۲/۵۹ ± ۱/۲	٤۱/۲۱ ± ۵/۰٤	۲/۵۵ ± ۰/۲۳

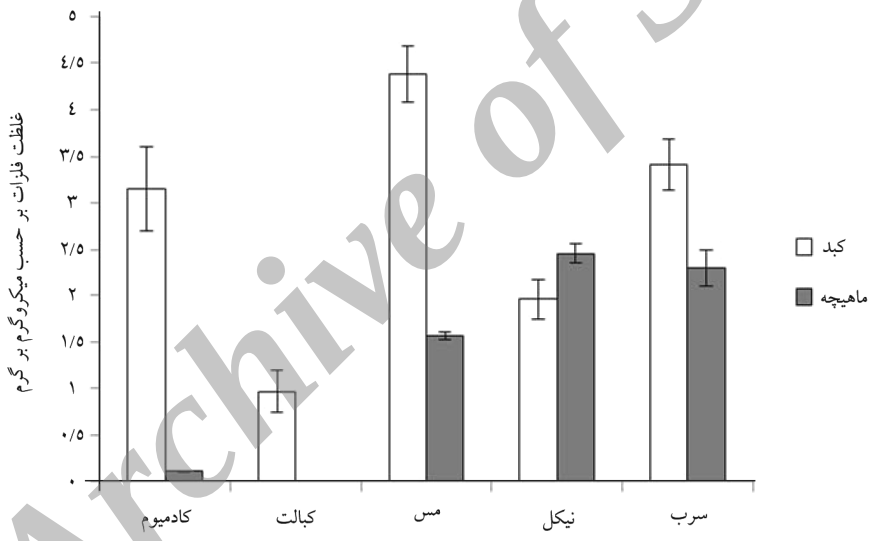
غلظت فلز در بافت‌ها: سنجش غلظت فلزات سنگین در بافت کبد گونه *J. belangerii* نشان داد (جدول ٤) که بالاترین غلظت فلز کادمیوم (۷/۰۲ میکروگرم بر گرم) در ماهی خور زنگی، بیش‌ترین غلظت فلز مس در ماهی خورهای جعفری (۱۰/۸۱ میکروگرم بر گرم) و احمدی (٦/۵۸ میکروگرم بر گرم) همچنین بیش‌ترین غلظت فلز سرب در ماهی خور غزاله (٤/۲۷ میکروگرم بر گرم) و زنگی (۳/۲۹ میکروگرم بر گرم) ثبت گردید. با توجه به این‌که بافت ماهیچه دارای توانایی کم‌تری برای تجمع فلزات می‌باشد (Dalman و همکاران، ۲۰۰٦)، اما تفاوت معنی‌داری بین ایستگاهای مختلف از نظر تجمع فلزات در بافت ماهیچه گونه *J. belangerii* مشاهده شد. غلظت فلز مس در بافت ماهیچه ماهی خور زنگی و غلظت فلز نیکل در ماهی خور احمدی به‌طور معنی‌داری از خورهای دیگر بالاتر بودند. نتایج مقایسه انجام شده بین بافت کبد و ماهیچه با استفاده از t-test در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به این نتایج، غلظت فلزات کادمیوم، کبالت، مس وسرب در بافت کبد به‌طور معنی‌داری بالاتر از بافت ماهیچه می‌باشد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤- میانگین و خطای استاندارد غلظت فلزات در بافت ماهیچه و کبد ماهی شبه‌شوریده صید شده از خور موسی (غلظت بر حسب میکروگرم بر گرم)

موقعیت	بافت	کادمیوم	کبالت	مس	نیکل	سرب
خور غزاله	م	۰/۰۹ ± ۰/۰۲	–	۱/٦۲ ± ۰/۰۷	۲/۳۲ ± ۰/۲۸	٤/۲۷ ± ۰/۳۷
	ک	۲/۳۱ ± ۰/٤۱	۰/۹۲ ± ۰/۱۸	٤/۲۰ ± ۰/۲٤	۲/۰۳ ± ۰/۲۹	۱/۵۳ ± ۰/۲۸
خور احمدی	م	۰/۱۳ ± ۰/۰۳	–	۱/٤۵ ± ۰/۱۰	۲/۷٦ ± ۰/۳۵	۳/۱ ± ۰/۳۹
	ک	۱/۰۵ ± ۰/۳٦	۱ ± ۰/۳٦	٤/۰٦ ± ۰/۷۰	۲/۱۸ ± ۰/۵٦	۲/۳۹ ± ۰/٤۰
خور جعفری	م	۰/۰۸ ± ۰/۰۲	–	۱/۵۹ ± ۰/۰٤	۲/٤۷ ± ۰/۱۳	۳/۸۷ ± ۰/٤۵
	ک	۱/۸۷ ± ۰/۳۹	۰/۹۲ ± ۰/۲٤	۵/۹۷ ± ۰/۵۷	۲/۲٦ ± ۰/۵۷	۳/۵۸ ± ۰/۷۷
خور زنگی	م	۰/۱٤ ± ۰/۰۳	–	۱/٦۸ ± ۰/۱۸	۲/۱۷ ± ۰/۱۲	۳/۲۹ ± ۰/۲٤
	ک	۷/۰۲ ± ۱/۳٦	۱/۰۳ ± ۰/۲۵	۵/۱۵ ± ۰/٤۱	۲/۰۱ ± ۰/٤	۲/۹٤ ± ۰/٦۳
خور غنام	م	۰/۱ ± ۰/۰۲	–	۱/۵۳ ± ۰/۰۲	۲/٦۰ ± ۰/۱۷	۲/۵۳ ± ۰/۵۳
	ک	٤/۲۸ ± ۰/۵۲	۰/۹۸ ± ۰/۱۳	۱/۹۰ ± ۰/٤۸	۱/۱۳ ± ۰/٤۵	۰/٦۵ ± ۰/۰٤

م (ماهیچه)- ک (کبد). غلظت فلز کبالت در بافت ماهیچه زیر حد تشخیص دستگاه بود.



شکل ۲- تفاوت انباشت فلزات در بافت کبد و بافت ماهیچه گونه شبه‌شوریده خور موسی

ارتباط بین غلظت فلز در رسوب و بافت‌ها: نتایج رگرسیون خطی انجام شده برای به‌دست آوردن رابطه بین غلظت فلز در رسوب و بافت‌ها نشان داد که هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری بین بافت ماهیچه و رسوب (Cu: R=۰/٦۸ و P=۰/۰۵) (Cd: R=۰/۰۱ و P=۰/۰۵) (Pb: R=۰/۲۸ و P=۰/۰۵) (Ni: R=۰/۳۵ و P=۰/۰۵) همچنین بین بافت کبد و رسوب (Cd:R=۰/۸۱و P=۰/۰۵) (Cu: R=۰/۷۹ و P=۰/۰۵) (Co: R=۰/٤۵ و P=۰/۰۵) (Ni: R=۰/۸۳ و P=۰/۰۵) (Pb: R=۰/٦۹ و P=۰/۰۵) وجود ندارد.

بحث

گونه *J. belangerii* از ماهی‌های بنتیک به‌حساب می‌آید. بنابراین به‌دلیل تحرک کم می‌تواند نشانگر خوبی برای نشان دادن غلظت فلزات موجود در هر خور به‌طور جداگانه باشد. خور جعفری به‌دلیل

Archive of SID
www.SID.ir

نزدیکی به واحدهای پتروشیمی مستقر در منطقه، خشک کردن قسمت‌های وسیعی از آن برای استفاده منطقه ویژه اقتصادی بندر امام (Mooraki و همکاران، ۲۰۰۹) و نزدیکی به بندر امام خمینی روزانه مقادیر مختلفی از انواع فلزات را دریافت می‌کند. خور زنگی نیز به‌دلیل دریافت فاضلاب‌های شهری و پساب‌های پتروشیمی مستقر در ساحل آن دارای مقادیر مختلفی از فلزات در رسوبات و آبزیان خود می‌باشد. حضور جاده پرترافیک در امتداد ساحل خور زنگی باعث ورود مقادیر بالای از فلز سرب به آن می‌شود. سرب به‌عنوان ماده ضدضربه به بنزین افزوده می‌شود (Niragu، ۱۹۷۹). بنابراین فلز سرب در مناطق نزدیک به شهر به‌دلیل استفاده فراوان از بنزین، بیش‌تر است. این فلز می‌تواند از طریق اتمسفر یا از طریق شستشوی محیط اطراف جاده به‌وسیله باران وارد دریا گردد (Laxen و Harrrisou، ۱۹۷۷).

آلودگی فلزی در خور غزاله به‌دلیل حضور اسکله کشتی‌های نفتی و عبور و مرور کشتی‌ها می‌باشد. این عامل می‌تواند دلیل احتمالی بالا بودن سرب در ماهی‌های این خور باشد. هیچ‌گونه منبع آلودگی مستقیم در خورهای احمدی و غنام وجود ندارد. خور احمدی بین دو خور جعفری و غزاله واقع است، در حالی‌که خور غنام دورترین خور به منابع آلودگی ذکر شده می‌باشد. به همین دلیل غلظت فلزات در خور غنام کم‌تر از خورهای دیگر است. اما با این وجود مهم‌ترین منابع فلزات موجود در این دو خور احتمالاً فلزات حمل شده توسط جریانات جزرومدی و امواج باشد، که به‌صورت باند شده با رسوب و مواد آلی به این مناطق منتقل می‌شوند. مطالعات نشان دادند که امواج توانایی حمل فلزات در مسافت‌های دور و نزدیک را دارا می‌باشند (Feng و همکاران، ۲۰۰۲؛ Mubiana و همکاران، ۲۰۰۶).

تاکنون مطالعات فراوانی نشان دادند که بافت کبد نسبت به بافت‌های دیگر توانایی بیش‌تری برای تجمع فلزات دارد (Karadede و همکاران، ۲۰۰٤؛ Burger و همکاران، ۲۰۰۵؛ Dugo و همکاران، ۲۰۰٦؛ Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۷؛ Yilmaz و همکاران، ۲۰۱۰). تجمع فلزات در بافت کبد می‌تواند به‌دلیل تمایل زیاد فلزات به واکنش با Oxygen carboxylate، گروه آمین، نیتروژن و سولفور Mercapto group موجود در پروتئین متالوتیونین باشد (Al-Yusuf و همکاران، ۲۰۰۰). مطالعات صورت گرفته بر روی پروتئین متالوتیونین که به‌عنوان پروتئین کاهنده اثرات سمی عمل می‌کند (Al-Yusuf و همکاران، ۲۰۰۰)، نشان دادند که این پروتئین از غلظت بالایی در کبد برخوردار است (Romeo و همکاران، ۱۹۹۹؛ Sen و Semiz، ۲۰۰۷؛ Andreani و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین بافت کبد نقش مهمی در تجمع، توزیع مجدد (Al-Yusuf و همکاران، ۲۰۰۰) و Detoxification (Romeo و همکاران، ۱۹۹۹؛ Linde و همکاران، ۱۹۹۹) فلزات ایفا می‌کند.

نبود رابطه معنی‌دار بین غلظت فلزات در رسوبات و بافت‌های ماهی‌ها احتمالاً به‌دلیل پایین بودن تنوع غلظت فلزات بین رسوبات خورهای مختلف اتفاق افتاده باشد. علاوه‌بر این مطالعات زیادی نشان دادند که بافت کبد به‌دلیل ذخیره اکثر فلزات وارد شده به بدن نمی‌تواند تنها نشان‌دهنده غلظت فلزات وارد شده از طریق رسوبات باشد (Karadede و همکاران، ۲۰۰٤؛ Huang، ۲۰۰۳). از طرف دیگر Dalman و همکاران (۲۰۰٦) در مطالعات خود گزارش کردند که بافت ماهیچه نشانگر خوبی برای نشان دادن آلودگی در محیط اطراف ماهی نمی‌باشد. بنابراین دلایل ذکر شده می‌تواند تا حدودی نبود ارتباط معنی‌دار بین غلظت فلزات در رسوبات و بافت‌ها را توجیه کند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵ نشان‌دهنده مقایسات انجام شده با مطالعات قبلی و استانداردها می‌باشد. دورقی و همکاران (۱۳۸۸) غلظت فلزات سنگین در ماهی شبه‌شوریده دیلم را مطالعه کردند. غلظت فلز کادمیوم، کبالت، مس و نیکل در بافت ماهیچه ماهی شبه‌شوریده دیلم بالاتر از شبه‌شوریده خوریات موسی بود. در حالی‌که غلظت فلز کادمیوم در کبد شبه‌شوریده خور موسی بالاتر از غلظت آن در کبد شبه‌شوریده دیلم بود.

جدول ۵- مقایسه غلظت فلزات با مطالعات قبلی و برخی استانداردها (به‌استثنای موارد ذکر شده غلظت بر حسب میکروگرم بر گرم)

موقعیت/ استاندارد	گونه	بافت	کادمیوم	کبالت	مس	نیکل	سرب	منابع
دیلم	*Johnius belangerii*	م	۰/۶۲	۲/۶۶	۹/۴۸	۴/۲۷	۱/۸۲	دورقی و همکاران (۱۳۸۸)
		ک	۱/۵۹	۴/۳۲	۲۸/۴۳	۶/۸۹	۴/۱۶	
شمال خلیج‌فارس	*Solea elongata*		۰/۰۷			۶/۶۹	۲/۴۳	Purang و همکاران (۲۰۰۵)
خلیج‌فارس- قطر	*Epinephelus coioides*	م	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۵۴	۰/۰۹	۰/۲	Mora و همکاران (۲۰۰۴)
		ک	۰/۴۱	۰/۵۱	۹۰/۹	۰/۰۸	۰/۰۷	
FAO[آ]			۰/۵		۳۰		۲	Tuzen و همکاران (۲۰۰۹)
WHO[آ]					۳۰		۰/۵	Tuzen و همکاران (۲۰۰۹)
NHMRC[آ]			۲		۳۰		۵/۵	Huang و همکاران (۲۰۰۳)
TEG[آ]			۰/۱		۲۰		۱	Demirak و همکاران (۲۰۰۶)

FAO (۱۹۸۳)، WHO (۱۹۹۶)، NHMRC= National Health Research Council (Australia)، TEG= Turkish Environmental Guidelines.

م (بافت ماهیچه)، ک (بافت کبد). آ= غلظت بر حسب میکروگرم بر گرم وزن تر.

Purang و همکاران (۲۰۰۵) غلظت فلزات سنگین در گونه *Solea elongata* سواحل شمال خلیج‌فارس را مطالعه کردند. غلظت فلزات کادمیوم در گونه *J. belangerii* خور موسی از غلظت آن در گونه *S. elongata* بالاتر بود. در حالی‌که غلظت فلز نیکل در یافته‌های Purang بالاتر از یافته‌های این مطالعه و غلظت فلز سرب در محدوده غلظتی مشابه با این مطالعه بود. در مقایسه با مطالعات Mora و همکاران (۲۰۰۴) غلظت فلزات کادمیوم، کبالت، نیکل و سرب در گونه *J. belangerii* خور موسی از غلظت آن‌ها در گونه *Epinephelus coioides* سواحل قطر بالاتر بود در حالی‌که غلظت فلز مس در بافت کبد گونه *Epinephelus coioides* بالاتر بود.

برای تبدیل وزن خشک به وزن تر بافت از ضریب تبدیل ۰/۲۱ استفاده شد. در مقایسه با استاندارد مشاهده شد که غلظت فلزات در بافت ماهیچه از استانداردهای WHO (۱۹۹۶)، FAO (۱۹۸۳)، NHMRC (National Health Research Council, Australia) و TEG (Turkish Environmental Guidelines) پایین‌تر بود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت فلزات در خورهای نزدیک به واحدهای پتروشیمی دارای مقادیر بالایی از فلزات می‌باشند. بنابراین مصرف‌کنندگان ماهی‌های صید شده از این خورها بیش‌تر در معرض

Archive of SID
www.SID.ir

فلزات سنگین قرار می‌گیرند. با وجود این غلظت فلزات در بافت ماهیچه گونه *J. belangerii* از استانداردهای ذکر شده پایین‌تر است. بنابراین مطالعات مکرر غلظت فلزات برای اتخاذ راه‌کارهای فوری و اساسی برای جلوگیری از افزایش ناگهانی این آلاینده‌ها در منطقه نیاز می‌باشد.

منابع

۱- دورقی، ع.، کوچنین، پ.، نیک‌پور، ی.، یاوری، و.، ذوالقرنین، ح.، صفاهیه، ع.و.، سالاری‌علی‌آبادی، م.ع.، ۱۳۸۸. تجمع کادمیوم، مس و آهن در بافت‌های شبه‌شوریده (*Johnius belangerii*) در سواحل شمالی خلیج‌فارس (بندر دیلم).مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، سال سوم، شماره سوم، صفحات ۱ تا ۸

2.Agusa, T., Kunito, T., Tanabe, S., Pourkazemi, M., Aubrey, D.G., 2004. Concentrations of trace elements in muscle of sturgeons in the Caspian Sea. *Mar. Pollut. Bull*. 49, 789-800.

3.Altındag, A., Yig, S., 2005. Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beys-ehir, Turkey. *Chemosphere* 60, 552-556.

4.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. *Sci. Total Environ.* 256, 87-94.

5.Andreani, G., Santoro, M., Cottignoli, S., Fabbri, M., Carpenè, E., Isani, G., 2008. Metal distribution and metallothionein in loggerhead (*Caretta caretta*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles. Sci. Total Environ. 309, 287-29.

6.Burger, J., Gochfeld, M., 2005. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. *Environ. Res*. 99, 403-412.

7.Dalman, O., Demirak, A., Balci, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. *Food Chem*. 95, 157-162.

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

9.Dugo, G., La Pera, L., Bruzzese, A., Pellicano, T.M., Lo Turco, V., 2006. Concentration of Cd (II), Cu (II), Pb (II), Se (IV) and Zn (II) in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) tissues from Tyrrhenian Sea and Sicilian Sea by derivative stripping potentiometry. *Food Control*. 17, 146-152.

10.Feng, H., Cochran, J.K., Hirschberg, D.J., 2002. Transport and sources of metal contaminants over the course of tidal cycle in the turbidity maximum zone of the Hudson River estuary. *Water Res*. 36, 733-743.

11.Henry, F., Amara, R., Courcot, L., Lacouture, D., 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. Int.* 30, 675-683.

12.Huang, W.B., 2003. Heavy Metal Concentration in the Common Benthic Fishes Caught from the Coastal Waters of Eastern Taiwan. *J. Food. Drug. Anal*. 11, 324-330.

13.Karadede, H.L., Oymak, S.A., Unlu, E., 2004. Heavy metals in mullet, *Liza abu*, and catfish, *Silurus triostegus*, from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Environ. Int.* 30, 183-188.

14.Laxen D., Harrison, R., 1977. The highway as a source of water pollution: an appraisal with the heavy metal lead. *Water Res.* 11, 1-11.

15.Linde, A.R., Sahnchez-Galah, S., Klein, D., Garcmha-Vahzquez, D., Summer, K.H., 1999. Metallothionein and Heavy Metals in Brown Trout (*Salmo trutta*) and European Eel (*Anguilla anguilla*): A Comparative Study. Ecotoxicol. *Environ. Saf*. 44, 168-173.

16.Mooraki, N., Esmaeli Sari, A., Soltani, M., Valinassab, T., 2009. Spatial distribution and assemblage structure of macrobenthos in a tidal creek in relation to industrial activities. *Int.*

Archive of SID

www.SID.ir

J. Environ. Sci. Tech. 6, 651-662.
17.Mora, S., Fowler, S., Wyse, E., Azemard, S., 2004. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in Persian Gulf and Gulf of Oman. *Mar. Pollut. Bull*. 49, 410-424.
18.Mubiana, V.K., Vercauteren, K., Blust, R., 2006. The influence of body size, condition index and tidal exposure on the variability in metal bioaccumulation in *Mytilus edulis*. *Environ. Pollut*. 144, 272-279.
19.Nriagu, J., 1979. Global inventory of natural and anthropogenic emissions of the trace metals to the atmosphere. *Nature* 279, 409-411.
20.Pourang, N., Nikouyan, A., Dennis, J.H., 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. *Environ. Monit. Assess*. 109, 293-316.
21.Romeo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z., Gnassia-Barelli, M., 1999. Heavy metal distribution in different fish species from the Mauritania coast. *Sci. Total Environ*. 232, 169-175.
22.Safahieh, A., Abdolahpur Monikh, F., Savari, A., 2011. Heavy metal contamination in sediment and Sole fish (*Euryglossa orientalis*) from Musa Estuary, Persian Gulf. *World J. Fish and Marine Sci*. 3 (4), 290-297.
23.Sen, A., Semiz, A., 2007. Effects of metals and detergents on biotransformation and detoxification enzymes of leaping mullet *(Liza saliens*). *Ecotoxicol. Environ. Saf*. 68, 405-411.
24.Turkmen, A., Turkmen, M., Tepe, Y., Akyurt, I., 2005. Heavy metals in three commercially valuable fish species from-Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chem*. 91, 167-172.
25.Tuzen, M., 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Food Chem*. 80, 119-123.
26.Tuzen, M., 2009. Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Food Chem. Toxicol*. 47, 1785-1790.
27.Watterson, A., 1998. Toxicology in the working environment. Environment Toxicology: Current Development, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, pp. 225-252.
28.Yılmaz, F., Ozdemir, N., Demirak, A., Levent Tuna, A., 2007. Heavy metal levels in two fish species *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*. *Food Chem*. 100, 830-835.
29.Zauke, G.P., Savinov, V.M., Ritterhoff, J., Savinova, T., 1999. Heavy metals in fish from the Barents Sea (summer 1994). *Sci. Total Environ*. 227, 161-173.

Archive of SID

www.SID.ir