Archive of SID

علـوم محـیـطی سال هفتـم، شمـاره اول، پـاییـز ۱۳۸۸
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.7, No.1 , Autumn 2009
۳۲-۲۱

سنجش میزان فلزات سنگین (Cd, Cr) دربافت پوست و عضله کفال طلائی دریای‌خزر (*Liza aurata*) منطقه انزلی

جمیله پازوکی، بهروز ابطحی، فرناز رضائی*

گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

جهت بررسی آلودگی عضله وپوست ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) به فلزات سنگین کادمیوم و کرم در پائیز ۱۳۸۵ تعداد ۴۸ عدد از این گونه (۲۴ نمونه نر، ۲۴ نمونه ماده) به روش پره در منطقه انزلی صید شدند. جداسازی بافت‌ها و هضم شیمیایی نمونه های خشک و هموژنیزه شده انجام شد. غلظت فلزات نیز بر اساس میکروگرم در گرم وزن خشک با دستگاه جذب اتمی شعله ای تعیین شد. آنالیز آماری داده‌ها با آزمون t جفت شده حاکی از اختلاف معنی‌دار بین غلظت کادمیوم وکرم در دو بافت مورد مطالعه بود. درمقایسه با پوست عضله حاوی مقادیر کمتری از فلزات بود. نتایج حاصل از آنالیز همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی حاکی از وجود رابطه منفی معنی دار بین میزان تجمع کرم در بافت عضله ماهی و عامل طول کل بود. لیکن این نتایج آماری در ارتباط با میزان تجمع کادمیوم و کرم در بافت پوست ماهیان مورد مطالعه حاکی از وجود رابطه مثبت معنی دار بین میزان تجمع فلزات و طول کل بود. در رابطه با تأثیر جنسیت نتایج حاصل ازآزمون آماری t مستقل نشان داد که میزان فلزات در بافت پوست و عضله ماهیان ماده بیش از انواع نر است . نتایج این تحقیق نشان داد که در مقایسه با استانداردهای جهانی مقادیر این دو فلز در ماهی کفال طلائی این منطقه پائین می‌باشد و تهدیدی برای سلامت عمومی محسوب نمی‌شود.

کلید واژه‌ها: کفال طلائی، فلزات سنگین، دریای خزر، ایران.

Determination of Heavy Metals (Cd, Cr) in the Muscle and Skin of *Liza aurata* from the Caspian Sea (Bandar Anzali)

Jamileh Pazooki, Behrooz Abtahi, Farnaz Rezaei*

Department of Marine Biology, Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University G.C., Tehran, Iran

Abstract

During this study, concentrations of Cd and Cr were determined in the muscle and skin of *Liza aurata* from Bandar Anzali. Forty-eight specimens (male:female ration of 24:24) were seined in October 2006 and their tissues were separated according to UNEP's method (1984). Oven-dried and homogenized samples were digested as per the standard method of AOAC (1995). Concentrations were determined using a flame atomic absorption spectrophotometer. The data analysis by a paired t-test showed significant differences between concentrations of Cd and Cr in the muscle and skin of *Liza aurata*, with skin showing elevated metal levels. Linear regression analysis showed a significant negative relationship between fish size and the Cr levels in muscle. There was a significant increase in Cr and Cd levels in skin with increased size of the fish. Independent t-test analysis showed that average metal levels in the tissues of female fish were higher than in male fish. This study concludes that the concentrations of Cd and Cr in tissues of *Liza aurata* are low and do not constitute a risk to human health.

Keywords: Liza aurata, heavy metals, caspian sea.

* Corresponding author. *E-mail Address*: farnadrezaee59@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ورود انرژی یا مواد توسط انسان، به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به محیط‌زیست دریایی باعث آلودگی می‌شود. بدون شک هر ماده تخلیه شده به دریا تغییراتی در محیط زیست ایجاد می‌کند. ممکن است که این تغییر بزرگ یا کوچک، طولانی مدت یا موقتی، با گستردگی جهانی یا تنها منطقه‌ای باشد. موجودات زنده در حساسیت نسبت به یک نوع ماده سمی، تفاوت زیادی دارند. به طور آشکار، گونه‌های مختلف حساسیت متفاوتی را نشان می‌دهند، اما حتی در میان افراد یک گونه، حساسیت نسبت به یک ماده سمی به سن، جنس، نوع بافت، وضعیت تولید مثلی، مجاورت با سایر عوامل استرس‌زا، وضعیت تغذیه‌ای، شرایط قبلی زندگی به همراه ساختار ژنتیک و خصوصیات فیزیولوژیک آبزی، بستگی دارد ویژگی‌های اکولوژیک و خواص فیزیکی - شیمیایی محیط آبی از قبیل سختی ، شوری، PH، درجه حرارت، غلظت و نوع آلاینده در آب و رسوب نیز از عوامل موثر در تجمع آلاینده‌ها در اندام‌های مختلف آبزی می‌باشد (Dixon *et al.*, 1996). گیاهان و حیوانات از نظر توانائی تنظیم محتوای فلزیشان متفاوتند. اکثر آنها در محدوده خاصی قادر به عمل هستند و فلزات دفع نشده، در بدن باقی مانده و به طور مداوم طی دوره زندگی موجود زنده، به آنان افزوده می‌شود. این حالت به عنوان تجمع حیاتی (Bioaccumulation) نامیده می‌شود. حیوانات تغذیه کننده از موجودات دارای تجمع حیاتی، رژیم غذائی غنی از فلزات پایدار دارند و اگر آنها هم قادر به دفع این فلزات نباشند به نوبه خود ذخیره بدنی بیشتری از ماده را ایجاد می‌کنند. این مورد بزرگنمائی حیاتی (Biomagnification) نام دارد و ویژگی خاص آن، این است که شکارچیان رأس هرم، شامل انسان‌ها، در معرض غلظت‌های بسیار بالا از یک ماده پایدار در غذای خود قرار می‌گیرند. در نتیجه این مواد یک پتانسیل خطر برای سلامت انسان و تهدیدی برای منابع طبیعی هستند (Dixon et al., 1996). از مهم‌ترین مواردی که در افزایش مرگ و میر، تغییرات ژنتیکی و رفتاری لارو، کاهش ذخائر و در انتها زوال زیستی آبزیان مؤثر است آلودگی محیط زیست دریائی این آبزیان بواسطه فلزات سنگین و ترکیبات آنها به اشکال معدنی و آلی فلزی می‌باشد (Mance, 1990).

دریای خزر به عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان دارای ذخایر با ارزش زیستی و غیر زیستی است و از زمان‌های گذشته به جهت تامین غذا و ایجاد اشتغال ، حمل و نقل دریائی و صنایع شیلاتی مورد توجه ساحل نشینان و دولت ها بوده است اما طی سال‌های اخیر به دلایل استخراج نفت، فرآیندهای تکنولوژیک صنایع فعال در پهنه آبی و ساحلی، تخلیه آب توازن کشتی‌ها و عدم کنترل ورود پساب‌های صنعتی و کشاورزی و شهری و پیشروی غیراصولی خشکی در دریا در معرض آلودگی شدید می‌باشد (Pakbaz and Poorvakhshuri, 1997). با وجود منابع آلاینده مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر و به طور کلی فعالیت‌های انسانی در ساحل دریا، احتمال بالا بودن میزان عناصر سنگین در سواحل جنوبی دریای خزر و جذب و تجمع آن‌ها در قسمت‌های مختلف بدن آبزیان، از جمله ماهیان تجاری مانند ماهی کفال وجود دارد.

برای آگاهی از وضعیت سلامت این ماهی برای مصرف کنندگان، در تحقیق حاضر نسبت به اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (Cd, Cr) در بافت عضله و پوست ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) و بررسی روابط بین طول کل و جنسیت ماهی با میزان تجمع فلزات یاد شده مبادرت گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش

نمونه‌گیری و آماده سازی نمونه‌ها

در پـائیز ۱۳۸۵ تعـداد ۴۸ عـدد مـاهی کفـال طلائـی "*Liza aurata* "(۲۴ نمونه نر و ۲۴ نمونه ماده) به صـورت تصادفی از صـید صـیادان، بـه روش پـره، در منطقـه بنـدر انزلی (۲۸' و°۳۷ عـرض شـمالی و ۲۸' و°۴۹ طـول شـرقی) در استان گیلان تهیه شد. نمونه‌ها در سـه سـایز کوچـک، متوسط و بزرگ انتخاب شدند و پـس از قـرار دادن آنهـا در کیـسه‌هـای پلـی اتیلنـی و فلاسـک محتـوی یـخ بـه آزمایشگاه منتقل شدند.

کلیه نمونه‌ها با آب مقطر و آب شهر شستشو شـده و پس از بیومتری و تعیـین جنـسیت، جداسـازی بافـت‌هـای پوست وعضله با استفاده از کارد استیل طبـق اسـتاندارد (UNEP, 1984) انجام شد. بافت‌هـای جـدا شـده بـه طـور مجزا همراه با برچسب در کیسه‌های پلی اتیلنـی قـرار داده شـدند و در دمـای C°۲۰ – در فریـزر نگـه‌داری شـدند (MOOPAM, 1983). به منظور به حداقل رساندن خطا در اندازه‌گیری و آلودگی به فلـزات سـنگین تمـامی ظـروف آزمایشگاهی ابتدا توسط مواد شوینده شسته و به مدت ۲۴ ساعت داخل ظرف محتوی اسید نیتریـک ۱۵٪ قـرار داده شدند و قبـل اسـتفاده بـا آب مقطـر دوبـار تقطیـر شـسته و خشک شدند (MOOPAM, 1983).

در کلیه آزمایشات از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار بالای تجزیه کمی از شرکت مـرک آلمـان اسـتفاده گردید.

هضم شیمیایی نمونه‌ها

پس از آماده سازی ظروف آزمایشگاهی نمونه‌های عضله و پوست هـر مـاهی بـرای مـدتی کوتـاه در دمـای محـیط نگهداری شوند تا از حالت انجماد خـارج شـدند و سـپس توسط آون در دمـای C°۸۵ بـه مـدت ۱۵ سـاعت خـشک شـدند (MOOPAM, 1983). بـا اسـتفاده از تـرازوی الکتریکی ۱ گرم از نمونه‌هـای خـشک و همـوژنیزه شـده عضله و پوست هر نمونه به طور جداگانه وزن و بـه هـر ۱ گرم از نمونه‌های عضله ۵ میلی لیتـر اسـید نیتریـک ، ۲/۵ میلـی لیتـر اسـید سـولفوریک و ۱ میلـی لیتـر اسـید هیدروکلریک اضـافه شـد. بـه هـر ۱ گـرم از نمونـه‌هـای پوست نیز ۲ میلی لیتر اسـید نیتریـک ، ۱ میلـی لیتـر اسـید سولفوریک و ۴ میلـی لیتـر اسـید هیـدروکلریک اضـافه شد. سپس نمونه‌ها برای مدت ۴۵ دقیقه در حمام آبـی C °۱۰۰ قرار داده شدند (AOAC, 1995). محلول‌های شـفاف به دست آمده با آب مقطر دوبار تقطیر به حجـم ۲۰ میلـی لیتر رسانده شد و پس از عبور از کاغذ صافی (Wattman 42) در ظروف مخصوص جهت تزریق به دستگاه جـذب اتمی نگهداری شدند. ضمناً به همراه هر یک از نمونـه‌هـا یک نمونه شاهد اسیدی تهیـه و همـراه بـا دیگـر نمونـه‌هـا آنالیز شد که فلزات در آن شناسائی نشد.

آماده سازی دستگاه جذب اتمی

به منظور اندازه‌گیری عناصر کادمیوم و کـرم در نمونـه‌هـا از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای Perkin-Elmer560 استفاده شد. جهت آماده سازی دستگاه برای آنالیز نمونـه‌هـا ابتـدا لامپ مخصوص عناصر کادمیوم و کرم در دستگاه نصب شد. سپس تنظیم لامپ و میزان سوخت صـورت گرفـت. پـس از انجـام تنظـیم دسـتگاه، محلـول‌هـای اسـتاندارد بـه دستگاه داده شد محلول‌های استاندارد حـداکثر ۵ محلـول و حـاوی غلظـت‌هـای مشخـصی ازترکیبـات ایـن فلـزات بودنـد کـه از محلـول اسـتاندارد مـادر (stock standard solution) با غلظت ppm ۱۰۰۰ تهیه شدند.

پس از کالیبره کردن دستگاه با نمونه‌هـای اسـتاندارد، نمونه‌های اصلی به دستگاه تزریـق شـد و میـانگین جـذب آنها طی ۳ بار مکش توسط دستگاه خوانده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

آنالیز آماری

از نرم افزار آماری SPSS به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. در ابتدا داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov- Smirnov مورد تست نرمال بودن قرار گرفتند و این نتیجه حاصل شد که کلیه داده‌ها در گروه مربوطه نرمال می‌باشند. ضریب همبستگی پیرسون و آنالیز رگرسیون خطی، جهت بررسی ارتباط میزان تجمع فلزات سنگین با عامل طول کل و آزمون آماری Independent t-test در خصوص تعیین ارتباط بین میزان جذب فلزات و عامل جنسیت مورد استفاده قرار گرفتند. برای مقایسه تجمع زیستی فلزات در بافت‌ها نیز از آزمون Paired t-test استفاده شد.

نتایج

جداول ۱و۲و۳ خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری و اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین (Cd , Cr) را در بافت عضله و پوست ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) نشان می‌دهند. نتایج حاصل از t-test جفت شده حاکی از روند تجمع فلزات سنگین (Cd, Cr) در بافت عضله و پوست کفال ماهیان مورد مطالعه با حداقل ۹۵ درصد اطمینان به ترتیب به صورت کرم > کادمیوم در هر دو بافت بود. نتایج حاصل از همین آزمون حاکی از روند تغییرات کرم و کادمیوم، با حداقل ۹۵ درصد اطمینان به صورت پوست > عضله می‌باشد. نتایج آنالیز همبستگی پیرسون نشان دهنده رابطه معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بین میزان غلظت فلزات سنگین در بافت پوست و عضله و طول کل نمونه‌ها است. نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون خطی حاکی از وجود رابطه منفی معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین میزان تجمع فلز کرم در بافت عضله ماهی و طول کل می‌باشد. شکل (۱). لیکن این نتایج آماری در ارتباط با میزان تجمع فلز کادمیوم و کرم در بافت پوست ماهیان مورد مطالعه حاکی از وجود رابطه مثبت معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین میزان تجمع این فلزات و عامل طول کل می‌باشد. شکلهای (۲ و۳). در رابطه با تأثیر جنسیت، نتایج Independent t-test نشان می‌دهند که میزان تجمع فلز کادمیوم و کرم در بافت عضله و پوست ماهیان ماده با ۹۵ درصد اطمینان بیش از ماهیان نر می‌باشد.

بر طبق نتایج این آزمون میانگین غلظت کرم در بافت پوست ماهیان ماده ۰/۵۲۹ ± ۰/۷۴۲ و در انواع نر ۰/۱۸۸ ± ۰/۳۷۲ میکروگرم درگرم می‌باشد. میزان کادمیوم در این بافت نیز برای ماهیان ماده ۰/۳۹۱ و در مورد ماهیان نر ۰/۱۱۴ ± ۰/۱۵۱ میکروگرم درگرم است. غلظت کرم نیز در بافت عضله ماهیان ماده ۰/۱۶۹ ± ۰/۶۸۸ و در انواع نر ۰/۱۵۶ ± ۰/۱۷۳ میکروگرم درگرم می‌باشد.

جدول۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری طول و وزن نمونه‌ها را نشان می‌دهد. (n=۴۸)

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتیمتر)	۳۷/۰۵ ± ۸/۲۳	۲۵	۵۲
طول استاندارد (سانتیمتر)	۲۹/۵۰ ± ۴/۲۱	۱۹	۴۱/۵۰
وزن (گرم)	۴۸۵ ± ۱۷۶	۱۶۸/۵۰	۱۳۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

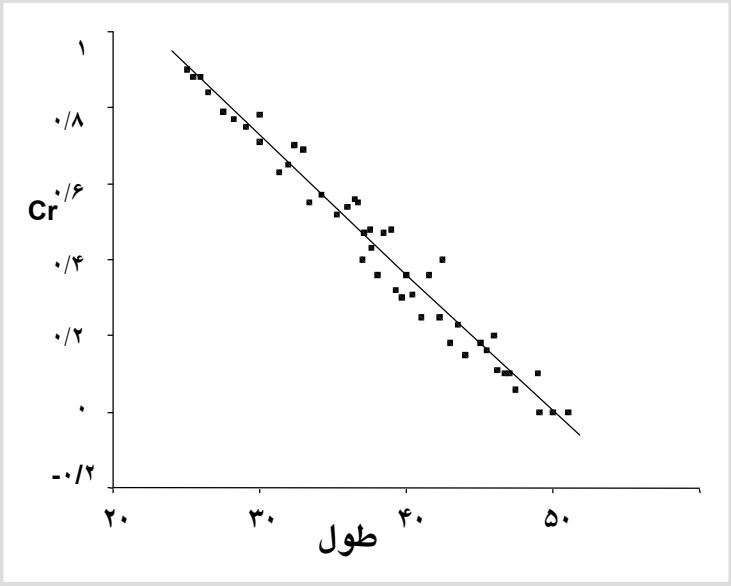
جدول۲- نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین (Cd , Cr) در بافت عضله *Liza aurata*
(میکروگرم درگرم وزن خشک)

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
کادمیوم	ND	ND	ND
کرم	۰/۴۳۰ ± ۰/۳۰۵	ND	۰/۹۵۰

جدول۳- نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین (Cd , Cr) در بافت پوست *Liza aurata*
(میکروگرم درگرم وزن خشک)

متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداقل	حداکثر
کادمیوم	۰/۲۸۲ ± ۰/۱۶۸	ND	۰/۶۴۱
کرم	۰/۶۰۷ ± ۰/۳۰۳	ND	۱/۱۳۴

ND: None Ditect

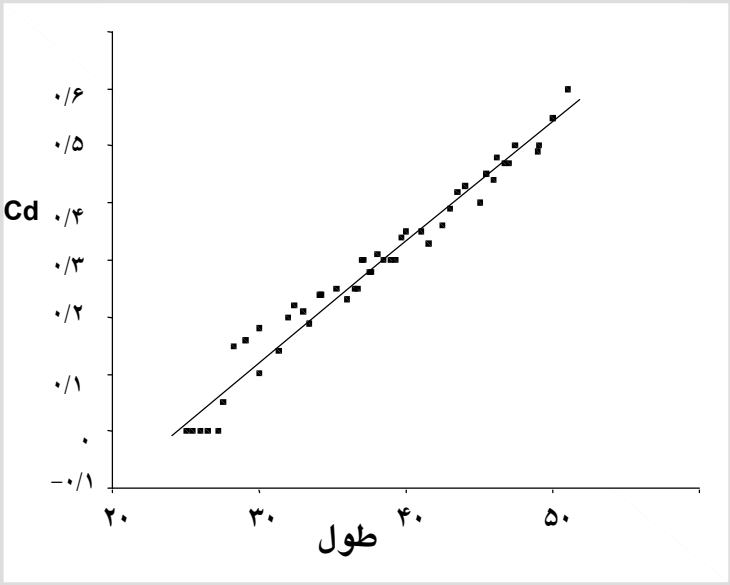


شکل ۱- ارتباط غلظت کرم ($\mu g / g$) در عضله با طول (cm) کفال طلائی

$$y = ۱/۸۱۲ - ۰/۰۳۶۳x \qquad R^2 = ۰/۹۲$$

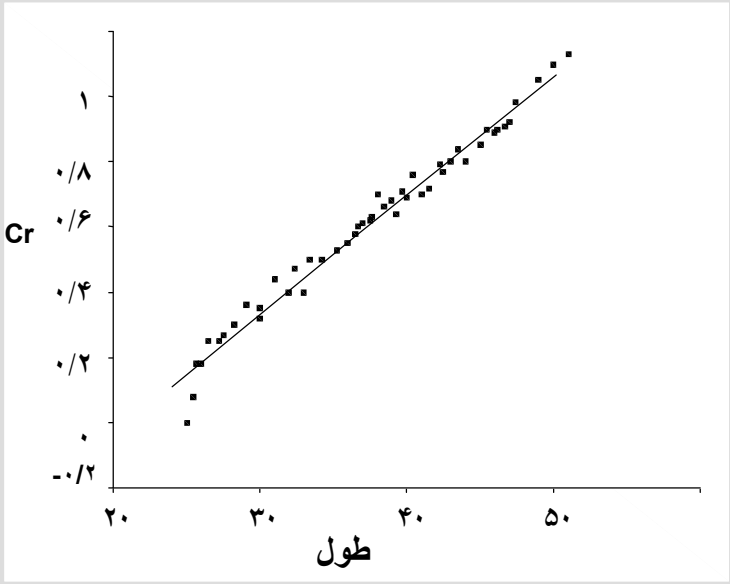
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- ارتباط غلظت کادمیوم ($\mu g / g$) در پوست با طول (cm) کفال طلائی

$$y = -۰/٤٤٥ + ۰/۰۱۹٦۳x \qquad R^{۲} = ۰/۹۲$$



شکل۳- ارتباط غلظت کرم ($\mu g / g$) در پوست با طول (cm) کفال طلائی

$$y = -۰/۷۰۵ + ۰/۰۳٥٤۲x \qquad R^{۲} = ۰/۹۲$$

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

نتایج حاصله مبین آن است که میزان تجمع کادمیوم ۰/۱۶۸ ± ۰/۲۸۲ و کرم ۰/۳۰۳ ± ۰/۶۰۷میکروگرم در گرم وزن خشک در بافت پوست ماهی کفال طلائی بیشتر از میزان تجمع این فلزات در بافت عضله این ماهی است. در تحقیق حاضر میزان تجمع کرم در بافت پوست تقریباً ۱/۴ برابر میزان تجمع آن در بافت عضله (۰/۳۰۵ ± ۰/۴۳۰میکروگرم در گرم وزن خشک) است.

این نتیجه‌گیری یعنی بالا بودن میزان فلزات سنگین در بافت پوست نسبت به بافت عضله توسط سایر محققان نیز گزارش شده است: Bahar Yilmaz (2005) میزان تجمع فلز کرم را در بافت عضله *Sparus auratus* ازجنوب خلیج Iskenderun ترکیه، ۰/۳۸ ± ۰/۸۶ و میزان کرم را در بافت پوست همین گونه ۰/۳۳ ± ۰/۹۳ میکروگرم در گرم وزن تر گزارش کرده است. در همین تحقیق میزان کرم در بافت عضله *Mugli cephalus*، ۰/۶۳ ± ۱/۱۴ و در بافت پوست ۰/۷۸ ± ۱/۹۶ میکروگرم در گرم وزن تر گزارش شده است.

درنتایجی که از بررسی ماهیان آلوده به دست آمده است توزیع کادمیوم در عضله، کبد، کلیه، آبشش، استخوان، پوست فینگر لینگ‌های *Perca fluviatilis* به ترتیب ۱/۲، ۴۳/۴، ۱/۶، ۶/۹، ۱۱/۳، ۸ و بقیه اعضا ۲۷/۶ درصد بوده است (Edgren, 1980).

ماهی راه‌های متفاوتی برای دفع مواد زیان‌آور شیمیایی و تنظیم مقدار آنها در بدن دارد که شامل آبشش‌ها، صفرا، کلیه و پوست می‌باشد(Heath, 1987) .

حذف کادمیوم از طریق آبشش‌ها، صفراوی (روده) و ترشح موکوس رخ می‌دهد. علاوه بر کادمیوم ماهیان قادر به دفع سایر فلزات مانند کرم، مس، جیوه، ارسنیک، سرب، روی از این طرق هستند. فلزات اتصال یافته به پروتئین‌ها را پوست، آبشش و روده با ترشح موکوس به طور مستمر دفع می‌کنند. دفع فلزات از طریق پوست موکوس را درگیر می‌کند. این ماده پروتئینی دائماً توسط پوست ترشح می‌شود. تحقیقات نشان داده است که بخش عمده‌ای از سرب و کادمیوم تزریق شده به ماهی در مرحله بعد در موکوس آن دیده می‌شد (Varanasi and Markey, 1978).

بنابراین پوست یکی از مکان‌هایی است که متابولیت‌ها، مواد زائد و شیمیایی زیان آور برای ذخیره یا زدوده شدن به آن منتقل می‌شوند (Viale Pichod, 1977). وپوست می‌تواند بافتی مناسب (به عنوان ایندیکاتور) جهت تشخیص آلودگی به فلزات سنگین باشد (Singh *et al.*, 1991).

در ارتباط با تأثیر عامل طول بر میزان تجمع فلزات سنگین کادمیوم و کرم نتایج حاصله حاکی از رابطه مثبت معنی‌دار ($p<0/05$) بین میزان تجمع فلزات کادمیوم و کرم و افزایش طول کل در بافت پوست ماهیان مورد مطالعه بود. این در حالی است که نتایج آماری نشان‌دهنده رابطه منفی معنی‌دار ($p<0/05$) بین میزان تجمع فلز کرم در بافت عضله ماهیان مورد مطالعه وافزایش طول کل بود.

ماهیان جوان و کوچک‌تر دارای فعالیت متابولیک (سوخت و ساز) بیشتری در ازاء هر گرم از وزن بدن نسبت به ماهیان بزرگ‌تر می‌باشند لذا نسبت به ماهیان مسن‌تر فلزات را از طریق غذا و آب سریعتر جذب می‌کنند و به همین نسبت دفع این فلزات نیز در آن‌ها سریع‌تر می‌باشد. علاوه بر این در نمونه‌های بزرگتر نسبت سطح به حجم بدن کاهش می‌یابد. و بنابراین جذب سطحی و همچنین دفع فلزات در نمونه‌های کوچک‌تر بیشتر است. بنابراین میزان تجمع فلزات در بافت عضله ماهی با افزایش طول (سایز) کاهش و در بافت پوست (به عنوان مکانی برای تجمع یا دفع متابولیت ها یا مواد

www.SID.ir

Archive of SID

زائد) افزایش می‌یابد. (Heath, 1987; Singh *et al.*, 1991). نتایج ارائه شده توسط Canli و Atli (2003) در خصوص میزان تجمع کرم در بافت عضله گونه‌های *Mugli cephalus*، *Sparus auratus*، *Atherina hepsetus*، *Trigla cuculus*، *Sardina pilchardus*، *Scomberesox saurus* در شمال شرق دریای مدیترانه (سواحل ترکیه) حاکی از وجود رابطه منفی معنی‌دار ($p<0/05$) بین میزان تجمع این فلز در ارتباط با افزایش عامل طول کل (سایز) بوده است.

(Pourang *et al.*, 2005) در تحقیقی در خصوص میزان تجمع فلزات گالیوم و باریم در بافت عضله *Acipenser guldenstaedi*، *A.nudiventris*، *A.persicus*، *A.stellatus* و *Huso huso* دریای خزر، ارتباط منفی و معنی‌داری ($p<0/05$) را در ارتباط با افزایش طول کل گزارش کرده‌اند. در همین تحقیق در خصوص تجمع فلزات کادمیوم و کرم و افزایش سایز رابطه خاصی قابل تعریف نبوده است. در این تحقیق میزان فلز کادمیوم در بافت عضله *Acipenser guldentaedti*، *Acipenser undiventris*، *Acipenser persicus*، *Acipenser stellatus* و *Huso huso* به ترتیب ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۱۵، ۰/۰۰۶، ۰/۰۰۱۵ و ۰/۰۰۱۵ و میزان کرم در بافت عضله این گونه‌ها به ترتیب ۰/۳۲۵، ۰/۳۶۹، ۰/۴۰۱/۳۱۴ و ۰/۳۲۷ میکروگرم در گرم وزن تر گزارش شده بود.

در مطالعه‌ای بر روی *Labeo umbratus* در دریاچه Witbank آفریقای جنوبی نشان داده شده است که میزان فلز سرب با افزایش طول در بافت پوست کاهش می‌یابد اما در مورد تجمع کرم در بافت عضله و پوست روابط خاصی قابل تعریف نبوده است (Nussey *et al.*, 2000). Singh و همکاران (1991) رابطه مثبت و معنی‌دار ($p<0/05$) را در خصوص میزان تجمع فلزات آهن، مس، روی، به همراه افزایش طول در بافت پوست *Caranx hippos*، *Micropagon furnieri*، *Cynoscion leiarchus*، *Scomberomorus brasiliensis* در خلیج Carli در سواحل ترینیداد گزارش کرده‌اند. این در حالی است که میزان این فلزات در همین گونه‌ها، در بافت عضله با افزایش طول کاهش یافته بود.

Al-Yousuf و همکاران (2000) و Amini Ranjbar و Sotoudehnia (2005) نیز رابطه مثبت و معنی‌دار ($p<0/05$) بین میزان تجمع فلز کادمیوم در بافت عضله *Lethrinus lentjan* در خلیج فارس و *Liza aurata* در دریای خزر در ارتباط با افزایش سایز گزارش نموده‌اند.

در واقع میزان تجمع خالص فلز در بافت ناشی از تفاوت بین میزان جذب و میزان دفع (مکانیسم‌های تنظیمی) آن می‌باشد (Canli and Atli, 2003).

عدم شناسائی کادمیوم در بررسی حاضر در بافت عضله ماهی کفال طلائی ساحل انزلی می‌تواند به علت ناچیز بودن این فلز در منابع غذائی این ماهی (دتریت)و عملکرد مکانیسم‌های تنظیمی باشد (Roesijadi and Robinson, 1994). همچنین این امر در مقایسه با مطالعات انجام شده در تالاب انزلی (Sadeghi Rad, 1997) می‌تواند ناشی از افزایش شوری و افزایش جزئی pH در آب دریا باشد. در نتیجه قابلیت حل فلزات سنگین در آب کاهش می‌یابد. سطح بالای کلر در آب دریا باعث شکل‌گیری کمپلکس‌های کلرید با فلزات سنگین شده که می‌تواند یکی از دلایل کاهش سمیت فلزات باشد (Part *et al.*, 1983).

Sadeghi Rad (1997) میزان فلز کادمیوم را در عضله ۴ گونه از ماهیان تالاب انزلی(آمور، کاراس، اردک ماهی، کپور معمولی) ۰/۰۲۵ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش کرده است.

نتایج حاصل از آزمون آماری t مستقل حاکی از بیشتر بودن میزان فلزات سنگین (Cd,Cr) در بافت عضله و پوست ماهی کفال طلائی ماده در مقایسه با ماهیان نر

www.SID.ir

Archive of SID

همین گونه است ($p<0/05$). که این امر می‌تواند ناشی از زمان صید نمونه‌ها (بعد از تخم‌ریزی) و بالاتر بودن فعالیت متابولیک ماهی ماده در این دوران باشد. بعد از تخم‌ریزی به علت کاهش ذخایر چربی بدن که در جنس ماده در فرآیند زرده سازی مورد نیاز هستند فعالیت متابولیک و تغذیه‌ای ماهی ماده برای جبران ذخایر از دست رفته افزایش می‌یابد در نتیجه جذب فلزات سنگین به همراه آب و غذا در این دوران توسط ماهیان ماده افزایش می‌یابد (Al-Yousuf *et al.*, 2000) .

در تحقیق حاضر غلظت کرم در پوست ماهیان ماده ۱/۹برابر غلظت آن در پوست ماهیان نر است. غلظت کادمیوم نیز در همین بافت ۲/۵ برابر غلظت آن در پوست ماهیان نر است. میزان تجمع کرم در عضله ماهیان ماده نیز تقریباً ۳/۹ برابر غلظت آن در عضله ماهیان نر است.

در مطالعات انجام شده توسط Al-Yousuf و همکاران (2000) در خصوص غلظت فلزات روی، مس، منگنز و کادمیوم در بافت گونه‌ای ماهی از خانواده *Lethrinidae* در منطقه خلیج فارس در رابطه با عامل جنسیت این نتیجه حاصل گردید که ماهیان ماده در مقایسه با نردارای غلظت‌های بیشتری از عناصر مورد مطالعه در بافت عضله و پوست می‌باشند.

Nussey و همکاران (2000) نیز میزان فلز سنگین سرب را در بافت پوست و عضله ماهیان ماده *Lebeo umbratus* در دریاچه Witbank آفریقای جنوبی را بیشتر از ماهیان نر گزارش کرده‌اند. در حالی که در خصوص تجمع کرم، نیکل و منگنز عامل جنسیت بی‌تأثیر بوده است. این در حالی است که Amini Ranjbar و Sotoudehnia (2005) عامل جنسیت را بر میزان تجمع کادمیوم و مس و روی در بافت عضله کفال طلائی در منطقه فریدونکنار بی‌تأثیر گزارش کرده‌اند.

De Mora و همکاران (2000) میزان کادمیوم و کرم را در رسوبات بخش مرکزی و جنوبی دریای خزر بیشتر از سواحل شمالی گزارش کرده‌اند و میزان کرم را در رسوبات سواحل ایران و آذربایجان بالاتر از استانداردهای جهانی دانسته‌اند و منشاء آنرا ساختار زمین‌شناسی و غنی از کرم منطقه می‌دانند که این امر سبب فرسایش و انحلال بیشتر این عنصر در آب می‌شود. کادمیوم نیز عنصری به شدت سمی برای ماهیان و انسان است و تجهیزات فلزی که با کادمیوم پوشیده شده‌اند نباید برای حوضچه‌های نگه‌داری ماهی استفاده شوند (Van-Dujin, 2000).

مقادیرکرم به دست آمده در این تحقیق در دو بافت پوست (۰/۳۰۳ ± ۰/۶۰۷) وعضله (۰/۳۰۵ ± ۰/۴۳۰) میکروگرم درگرم وزن خشک پائین‌تر ازاستاندارد اتحادیه اروپا (۱۲۷-۸۴ میکروگرم کرم در روزدر غذا) و سازمان غذا و داروی آمریکا [1]"FDA" (۱۲ppm) برای سخت پوستان و ppm ۱۳ برای نرمتنان) واستاندارد هنگ کنگ (۱ppm کرم در غذاهای دریائی) می‌باشند. همچنین مقادیرکادمیوم به دست آمده در بافت پوست (۰/۱۶۸ ± ۰/۲۸۲ میکرو گرم درگرم وزن خشک) از استانداردهای هفتگی کشور آلمان (۰/۵ ppm)، نیوزلند (۱ppm)، استرالیا (۵/۵ ppm-۰/۲) و هنگ کنگ (۲ppm) کمتر ومقادیر موجود در پوست از استاندارد سوئیس (۰/۱ppm) بیشترو در محدوده استاندارد سازمان بهداشت جهانی [2] "WHO" (۰/۲ppm) در مورد حد مجاز کادمیوم در غذاهای دریائی می‌باشند.

نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی در مقایسه با استانداردهای جهانی مقادیر کادمیوم و کرم درماهی کفال طلائی منطقه مورد مطالعه پائین می‌باشد و تهدیدی برای سلامت عمومی محسوب نمی‌شود.

تردد قایق‌ها و کشتی‌ها در بندر انزلی و عملیات رنگ آمیزی آن‌ها، ورود پساب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی

www.SID.ir

Archive of SID

به آب‌های منطقه خزر می‌تواند باعث افزایش عناصر کادمیوم و کرم در این منطقه شود. علاوه بر آن جریان‌های آبی دریای خزر که در جهت عکس عقربه‌های ساعت و از شمال غرب به جنوب وجنوب غرب دریای خزر و از غرب به شرق این دریا در حال حرکتند می‌توانند آلاینده‌های معدنی و آلی مختلفی را از سواحل شمالی و سواحل آذربایجان وارد منطقه مورد مطالعه نمایند. بنابراین پایش مستمر آب، آبزیان و رسوبات منطقه جهت بررسی میزان آلاینده‌های مختلف همواره موردنیاز است.

سپاسگزاری

از سرکار خانم سوزان منصوری کارشناس محترم مرکز تحقیقات شیمی دانشگاه شهید بهشتی به جهت همکاری‌های بیدریغ ایشان در آزمایشگاه جذب اتمی نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

پی‌نوشت‌ها

1-Food and Drug Administration

2-World Health Organization

منابع

Al-Yousuf, M.H., M.S. El-Shahawi and S.M. Al-Ghais (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.

Amini Ranjbar, G.H. and F. Sotoudehnia (2005). Heavy metals in muscle of *Mugli auratus* from Caspian Sea in relation to length , age and sex. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 14:1-17.

AOAC (1995). Association of Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 16th ed, Washington, DC.

Bahar Yilmaz, A. (2005). Comparison of heavy metal levels of *Grey Mullet* and *Sea Bream* caught in Iskenderun Bay,Turkey. *Turk j Vet Anim*, 29:257-262.

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

CEP (2002). Contaminant Screening Programme, Final Report: Interpretation of Caspian Sea sediment. De Mora, S. and Sheikholeslami, M.R.

De Mora, S. and M.R. Sheikholeslami, (2002). Contaminant Screening Programme Final Report. Interpretation of Caspian Sea Sediment. 142 p.

Dixon, H., A. Gill, C. Gubala, B. Lasorsa, E.C. recelius and L.R. Cartis (1996). Heavy metal accumulation in sediment and freshwater fish in U.S. Arctic Lakes. *Environ. Toxicol. Chem*, 16(4): 733.

Edgren, M. (1980). Cadmium uptake by fingerling of *Perch* (*Perca fluviatilis*) studied by Cd-115m at two different temperatures. *Environ. Contam. Tox*, 24: 647-651.

Heath, A.G. (1987). *Water Pollution and Fish Physiology*. Florida: Lewis publishing.

Mance, G. (1990). *Pollution at of Heavy Metals in Aquatic Enviroments*. London: Elsevier applied science.

MOOPAM (1999). Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analysis Methods, Kuwait.

www.SID.ir

Archive of SID

analysis, Refrence methods for marine pollution studies.

Van- Dujin, J.R.C. (2000). *Disease of Fishes*. Delhi: Nerendra Publishing house. India.

Varanasi, U. and D. Markey (1978). Uptake and release of lead and cadmium in skin and mocus of *Coho Salmon*, *Comp. Biochem. Physiol*, 60: 187-192.

*Viale Pichod, D. (1977). Cetacean's ecology in northwestern Mediterranean Sea. Place in the ecosystem: reaction to heavy metal pollution. Doctor of Sciences Thesis, University of Paris.

Nussey, G., J.H.J. Van Varen and H.H. Du Preez (2000). Bioaccumulation of chromium, manganese, nikel and lead in the tissues of the *Labeo umbratus* from Witbank dam, Mpumalanga. *Watersa*, 26: 269-284.

Pakbaz, M. and S. Z. Poorvakhshuri (1997).Caspian Sea environmental protection, Development of sustainabale exploitation. *Scientific Research Journal of Aquatics*, 9:20-26.

Part, P., O. Svanberg and A. Kiossling (1985). The availbility of cadmium to perfsed Rainbow trout gills in different water qualities. *Water Research*, 19: 427-434.

Pourang, N., S. Tanabe, S. Rezvari and H. Dennis (2005). Trace elements accumulation in edible tissues of five Sturgeon species from the Caspian Sea. *Environ. Monit. Assess*, 100:89-108.

Roesijadi, G. and W. E. Robinson (1994). *Metal regulation in aquatic animals. Mechanism of uptake, accumultation, and release*. London: Lewis publishers.

Sadeghi Rad, M. (1997).Heavy metal Determination in Fish species of Anzali Lagoon.*Iranian Scientific Fisheries Journal*, 5:1-16.

Singh, J.G., I. Chang-Yen, V.A. Stoute and L. Chatergoon (1991). Distribution of selected heavy metals in skin and muscle of Five Tropical Marine Fishes. *Enviromental pollution*, 69: 203-215.

UNEP (1984). United Nations Enviroment Programme. Sampling of selected marine organisms and sample preparation for trace metal

www.SID.ir