



علوم محیطی

علوم محیطی سال هفتم، شماره اول، پاییز ۱۳۸۸  
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.7, No.1, Autumn 2009

۲۱-۲۲

## سنجش میزان فلزات سنگین (Cd, Cr) در بافت پوست و عضله کفال طلائی دریای خزر (*Liza aurata*) منطقه انزلی

جمیله پازوکی، بهروز ابطحی، فرناز رضائی\*

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

### 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.

#### چکیده

جهت بررسی آلودگی عضله و پوست ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) به فلزات سنگین کادمیوم و کرم در پانز 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 معنی دار بین غلظت کادمیوم و کرم در دو بافت مورد مطالعه بود. در مقایسه 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 از آزمون 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.

\* Corresponding author. E-mail Address: farnadreaee59@yahoo.com

## مقدمه

ورود انرژی یا مواد توسط انسان، به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به محیط زیست دریایی باعث آلودگی می شود. بدون شک هر ماده تخلیه شده به دریا تغییراتی در محیط زیست ایجاد می کند. ممکن است که این تغییر بزرگ یا کوچک، طولانی مدت یا موقتی، با گستردگی جهانی یا تنها منطقه ای باشد. موجودات زنده در حساسیت نسبت به یک نوع ماده سمی، تفاوت زیادی دارند. به طور آشکار، گونه های مختلف حساسیت متفاوتی را نشان می دهند، 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 استرس زا، وضعیت تغذیه ای، شرایط قبلی زندگی به همراه ساختار ژنتیک و خصوصیات فیزیولوژیک آبرزی، بستگی دارد ویژگی های 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 آلاینده ها در اندام های مختلف آبرزی می باشد (Dixon et al., 1996). گیاهان و حیوانات از نظر توانایی 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 می شود. این حالت به عنوان تجمع حیاتی (Bioaccumulation) نامیده می شود. حیوانات تغذیه کننده از موجودات دارای تجمع حیاتی، رژیم غذایی 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 می کنند. این مورد بزرگنمایی حیاتی (Biomagnification) نام دارد و ویژگی خاص آن، این است که شکارچیان رأس هرم، شامل انسان ها، در معرض غلظت های بسیار بالا از یک ماده پایدار در غذای خود

قرار می گیرند. در نتیجه این مواد یک پتانسیل خطر برای سلامت انسان و تهدیدی برای منابع طبیعی هستند (Dixon et al., 1996). از مهم ترین مواردی که در افزایش مرگ و میر، تغییرات ژنتیکی و رفتاری لارو، کاهش ذخائر و در انتها زوال زیستی آبریان مؤثر است آلودگی محیط زیست دریایی این آبریان بواسطه فلزات سنگین و ترکیبات آنها به اشکال معدنی و آلی فلزی می باشد (Mance, 1990).

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

برای آگاهی از وضعیت سلامت این ماهی برای مصرف کنندگان، در تحقیق حاضر نسبت به اندازه گیری 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.

## مواد و روش

### نمونه‌گیری و آماده سازی نمونه‌ها

در پائیز ۱۳۸۵ تعداد ۴۸ عدد ماهی کفال طلائی "*Liza aurata*" (۲۴ نمونه نر و ۲۴ نمونه ماده) به صورت تصادفی از صید صیادان، به روش پره، در منطقه بندر انزلی (۲۸° و ۳۷° عرض شمالی و ۲۸° و ۴۹° طول شرقی) در استان گیلان تهیه شد. نمونه‌ها در سه سایز کوچک، متوسط و بزرگ انتخاب شدند و پس از قرار دادن آنها در کیسه‌های پلی اتیلنی و فلاسک محتوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند.

کلیه نمونه‌ها با آب مقطر و آب شهر شستشو شده و پس از بیومتری و تعیین جنسیت، جداسازی بافت‌های پوست و عضله با استفاده از کارد استیل طبق استاندارد (UNEP, 1984) انجام شد. بافت‌های جدا شده به طور مجزا همراه با برجسب در کیسه‌های پلی اتیلنی قرار داده شدند و در دمای ۲۰°C - در فریزر نگهداری شدند (MOOPAM, 1983). به منظور به حداقل رساندن خطا در اندازه‌گیری و آلودگی به فلزات سنگین تمامی ظروف آزمایشگاهی ابتدا توسط مواد شوینده شسته و به مدت ۲۴ ساعت داخل ظرف محتوی اسید نیتریک ۱۵٪ قرار داده شدند و قبل استفاده با آب مقطر دوبار تقطیر شسته و خشک شدند (MOOPAM, 1983).

در کلیه آزمایشات از مواد شیمیایی با درجه خلوص بسیار بالای تجزیه کمی از شرکت مرک آلمان استفاده گردید.

### هضم شیمیایی نمونه‌ها

پس از آماده سازی ظروف آزمایشگاهی نمونه‌های عضله و پوست هر ماهی برای مدتی کوتاه در دمای محیط نگهداری شوند تا از حالت انجماد خارج شدند و سپس توسط آون در دمای ۸۵°C به مدت ۱۵ ساعت خشک

شدند (MOOPAM, 1983). با استفاده از ترازوی الکتریکی ۱ گرم از نمونه‌های خشک و هموژنیزه شده عضله و پوست هر نمونه به طور جداگانه وزن و به هر ۱ گرم از نمونه‌های عضله ۵ میلی لیتر اسید نیتریک، ۲/۵ میلی لیتر اسید سولفوریک و ۱ میلی لیتر اسید هیدروکلریک اضافه شد. به هر ۱ گرم از نمونه‌های پوست نیز ۲ میلی لیتر اسید نیتریک، ۱ میلی لیتر اسید سولفوریک و ۴ میلی لیتر اسید هیدروکلریک اضافه شد. سپس نمونه‌ها برای مدت ۴۵ دقیقه در حمام آبی C ۱۰۰° قرار داده شدند (AOAC, 1995). محلول‌های شفاف به دست آمده با آب مقطر دوبار تقطیر به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده شد و پس از عبور از کاغذ صافی (Wattman 42) در ظروف مخصوص جهت تزریق به دستگاه جذب اتمی نگهداری شدند. ضمناً به همراه هر یک از نمونه‌ها یک نمونه شاهد اسیدی تهیه و همراه با دیگر نمونه‌ها آنالیز شد که فلزات در آن شناسائی نشد.

### آماده سازی دستگاه جذب اتمی

به منظور اندازه‌گیری عناصر کادمیوم و کرم در نمونه‌ها از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای Perkin-Elmer 560 استفاده شد. جهت آماده سازی دستگاه برای آنالیز نمونه‌ها ابتدا لامپ مخصوص عناصر کادمیوم و کرم در دستگاه نصب شد. سپس تنظیم لامپ و میزان سوخت صورت گرفت. پس از انجام تنظیم دستگاه، محلول‌های استاندارد به دستگاه داده شد محلول‌های استاندارد حداکثر ۵ محلول و حاوی غلظت‌های مشخصی از ترکیبات این فلزات بودند که از محلول استاندارد مادر stock standard (solution) با غلظت ۱۰۰۰ ppm تهیه شدند.

پس از کالیبره کردن دستگاه با نمونه‌های استاندارد، نمونه‌های اصلی به دستگاه تزریق شد و میانگین جذب آنها طی ۳ بار مکش توسط دستگاه خوانده شد.

## 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 ۱ و ۲ و ۳ خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری و اندازه گیری 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 ( $p < 0/01$ ) 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 ( $p < 0/05$ ) 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 ( $p < 0/05$ ) بین میزان تجمع این فلزات و عامل طول کل می‌باشد. شکل‌های (۲) و (۳). 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  $0/529 \pm 0/742$  و در انواع نر  $0/188 \pm 0/372$  میکروگرم در گرم می‌باشد. میزان کادمیوم در این بافت نیز برای ماهیان ماده  $0/391$  و در مورد ماهیان نر  $0/114 \pm 0/151$  میکروگرم در گرم است. غلظت کرم نیز در بافت عضله ماهیان ماده  $0/169 \pm 0/688$  و در انواع نر  $0/173 \pm 0/156$  میکروگرم در گرم می‌باشد.

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه گیری طول و وزن نمونه‌ها را نشان می‌دهد. (n=۴۸)

متغیر	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حداقل	حداکثر
طول کل (سانتیمتر)	$37/05 \pm 8/23$	۲۵	۵۲
طول استاندارد (سانتیمتر)	$29/50 \pm 4/21$	۱۹	۴۱/۵۰
وزن (گرم)	$485 \pm 176$	۱۶۸/۵۰	۱۳۰۰

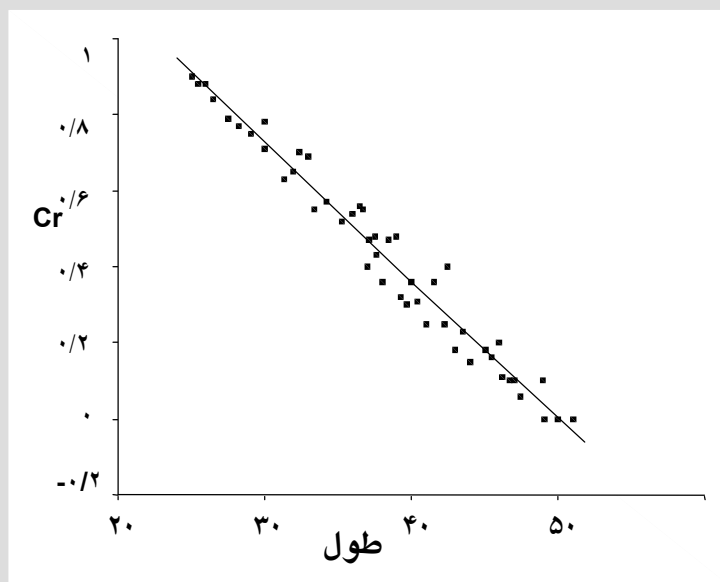
جدول ۲- نتایج حاصل از اندازه گیری فلزات سنگین (Cd, Cr) در بافت عضله *Liza aurata*  
(میکروگرم در گرم وزن خشک)

متغیر	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حداقل	حداکثر
کادمیوم	ND	ND	ND
کرم	$0.1430 \pm 0.1305$	ND	0.1950

جدول ۳- نتایج حاصل از اندازه گیری فلزات سنگین (Cd, Cr) در بافت پوست *Liza aurata*  
(میکروگرم در گرم وزن خشک)

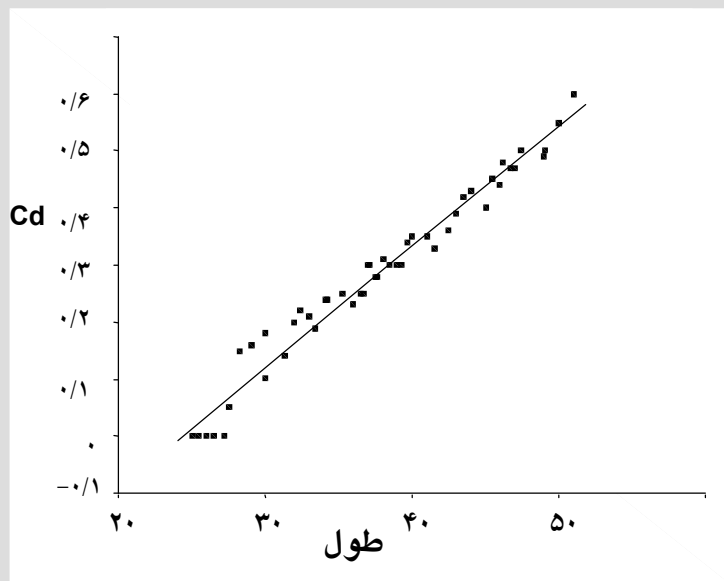
متغیر	انحراف معیار $\pm$ میانگین	حداقل	حداکثر
کادمیوم	$0.1282 \pm 0.1168$	ND	0.1641
کرم	$0.1607 \pm 0.1303$	ND	1.134

ND: None Detect



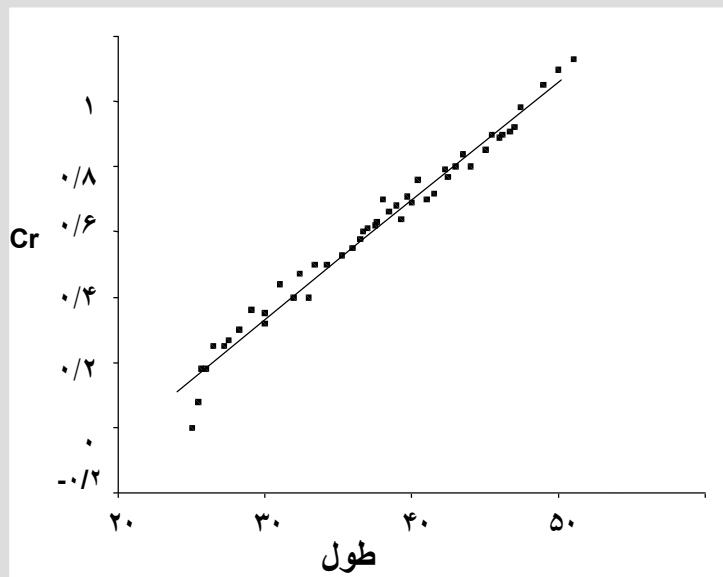
شکل ۱- ارتباط غلظت کرم ( $\mu\text{g/g}$ ) در عضله با طول (cm) کفال طلائی

$$y = 1/812 - 0.0363x \quad R^2 = 0.92$$



شکل ۲- ارتباط غلظت کادمیوم ( $\mu\text{g} / \text{g}$ ) در پوست با طول (cm) کفال پلاتانی

$$y = -0.445 + 0.01963x \quad R^2 = 0.92$$



شکل ۳- ارتباط غلظت کرم ( $\mu\text{g} / \text{g}$ ) در پوست با طول (cm) کفال پلاتانی

$$y = -0.705 + 0.02542x \quad R^2 = 0.92$$

## بحث

نتایج حاصله مبین آن است که میزان تجمع کادمیوم  $0.168 \pm 0.282$  و کرم  $0.303 \pm 0.607$  میکروگرم 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  $1/4$  برابر میزان تجمع آن در بافت عضله ( $0.305 \pm 0.430$  میکروگرم در گرم وزن خشک) است. این نتیجه گیری 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* از جنوب خلیج Iskenderun ترکیه،  $0.38 \pm 0.86$  و میزان کرم را در بافت پوست همین گونه  $0.33 \pm 0.93$  میکروگرم در گرم وزن تر گزارش کرده است. در همین تحقیق میزان کرم در بافت عضله *Mugli cephalus*،  $0.63 \pm 0.114$  و در بافت پوست  $0.78 \pm 1.96$  میکروگرم در گرم وزن تر گزارش شده است.

در نتایجی که از بررسی ماهیان آلوده به دست آمده است توزیع کادمیوم در عضله، کبد، کلیه، آبشش، استخوان، پوست فینگر لینگک های *Perca fluviatilis* به ترتیب  $1/2$ ،  $43/4$ ،  $1/6$ ،  $6/9$ ،  $11/3$ ،  $8$  و بقیه اعضا  $27/6$  درصد بوده است (Edgren, 1980).

ماهی راه های متفاوتی برای دفع مواد زیان آور شیمیایی و تنظیم مقدار آنها در بدن دارد که شامل آبشش ها، صفرا، کلیه و پوست می باشد (Heath, 1987).

حذف کادمیوم از طریق آبشش ها، صفراوی (روده) و ترشح موکوس رخ می دهد. علاوه بر کادمیوم ماهیان قادر به دفع سایر فلزات مانند کرم، مس، جیوه، آرسنیک، سرب، روی از این طرق هستند. فلزات اتصال یافته به پروتئین ها را پوست، آبشش و روده با ترشح موکوس به

طور مستمر دفع می کنند. دفع فلزات از طریق پوست موکوس را درگیر می کند. این ماده پروتئینی دائماً توسط پوست ترشح می شود. تحقیقات نشان داده است که بخش عمده ای از سرب و کادمیوم ترزریق شده به ماهی در مرحله بعد در موکوس آن دیده می شد (Varanasi and Markey, 1978).

بنابراین پوست یکی از مکان هایی است که متابولیت ها، مواد زائد و شیمیایی زیان آور برای ذخیره یا زوده شدن به آن منتقل می شوند (Viale Pichod, 1977). و پوست می تواند 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 معنی دار ( $p < 0.05$ ) 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 نشان دهنده رابطه منفی معنی دار ( $p < 0.05$ ) بین میزان تجمع فلز کرم در بافت عضله ماهیان مورد مطالعه و افزایش طول کل بود.

ماهیان جوان و کوچک تر دارای فعالیت متابولیک (سوخت و ساز) بیشتری در ازاء هر گرم از وزن بدن نسبت به ماهیان بزرگ تر می باشند لذا نسبت به ماهیان مسن تر فلزات را از طریق غذا و آب سریعتر جذب می کنند و به همین نسبت دفع این فلزات نیز در آنها سریع تر می باشد. علاوه بر این در نمونه های بزرگتر نسبت سطح به حجم بدن کاهش می یابد. و بنابراین جذب سطحی و همچنین دفع فلزات در نمونه های کوچک تر 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

*Cynoscion leiarchus*, *Micropogon furnieri*  
در سواحل *Carli* در خلیج *Scomberomorus brasiliensis*  
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 سائز 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 غذایی این ماهی (دتريت) 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

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*  
*Trigla*، *Atherina hepsetus*، *Sparus auratus*، *cephalus*  
در *Scomberesox saurus*، *Sardina pilchardus*، *cuculus*  
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 (سائز) بوده  
است.

(Pourang et al., 2005) در تحقیقی در خصوص میزان  
تجمع فلزات گالیوم و باریم در بافت عضله *Acipenser*  
*stellatus*، *Apersicus*، *Anudiventris*، *guldenstaedi*  
و *Huso huso* دریای خزر، ارتباط منفی و معنی‌داری (۰/۰۵)  
( $p <$ ) را در ارتباط با افزایش طول کل گزارش کرده‌اند.  
در همین تحقیق در خصوص تجمع فلزات کادمیوم و  
کرم و افزایش سائز رابطه خاصی قابل تعریف نبوده  
است. در این تحقیق میزان فلز کادمیوم در بافت عضله  
*Acipenser undiventris*، *Acipenser guldenaedi*  
*Huso huso* و *Acipenser stellatus*، *Acipenser persicus*  
به ترتیب ۰/۰۰۵، ۰/۰۰۱۵، ۰/۰۰۰۶، ۰/۰۰۱۵ و ۰/۰۰۱۵ و  
میزان کرم در بافت عضله این گونه‌ها به ترتیب ۰/۳۲۵،  
۰/۳۶۹، ۰/۴۰۱/۳۱۴، ۰/۰/۳۲۷ 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*،



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 ۱/۹ برابر 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 پلاتانی 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-Duijn, 2000).

مقادیر کرم به دست آمده در این تحقیق در دو بافت پوست ( $0.303 \pm 0.0607$ ) و عضله ( $0.430 \pm 0.0305$ ) میکروگرم در گرم وزن خشک پائین‌تر از استاندارد اتحادیه اروپا (۱۲۷-۸۴ میکروگرم کرم در روزدر غذا) و سازمان غذا و داروی آمریکا<sup>۱</sup> "FDA" (۱۲ppm) برای سخت پوستان و ۱۳ ppm برای نرم‌تنان) و استاندارد هنگ کنگ (۱ppm) کرم در غذاهای دریایی می‌باشند. همچنین مقادیر کادمیوم به دست آمده در بافت پوست ( $0.168 \pm 0.0282$ ) میکروگرم در گرم وزن خشک) از استانداردهای هفتگی کشور آلمان (۰/۵ ppm)، نیوزلند (۱ppm)، استرالیا (۰/۲-۵/۵ ppm) و هنگ کنگ (۲ppm) کمتر و مقادیر موجود در پوست از استاندارد سوئیس (۰/۱ppm) بیشتر و در محدوده استاندارد سازمان بهداشت جهانی<sup>۲</sup> "WHO" (۰/۲ppm) در مورد حد مجاز کادمیوم در غذاهای دریایی می‌باشند.

نتایج این تحقیق نشان داد که به طور کلی در مقایسه با استانداردهای جهانی مقادیر کادمیوم و کرم در ماهی کفال پلاتانی 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

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. *Environmental 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.

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 و جنوب 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، آبریزان و رسوبات منطقه جهت بررسی میزان آلاینده‌های مختلف همواره مورد نیاز 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, 16<sup>th</sup> ed, Washington, DC.

analysis, Reference 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 sustainabile exploitation. *Scientific Research Journal of Aquatics*, 9:20-26.

Part, P., O. Svanberg and A. Kiossling (1985). The availibility 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

