

## تجمع فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، قلع، نیکل، روی و آهن در نمونه‌های کنسرو ماهی تون در استان خوزستان

محمد ولایت زاده<sup>۱\*</sup>، ابوالفضل عسکری ساری<sup>۲</sup>

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اهواز، ایران.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، دانشیار گروه شیلات، اهواز، ایران.

\*نویسنده مسئول مکاتبات: mv.5908@gmail.com

(دریافت مقاله: ۹۲/۴/۲۲ پذیرش نهایی: ۹۳/۱۲/۶)

### چکیده

به دلیل سمیت فلزات سنگین برای انسان، پژوهش‌های متعددی در مورد این فلزات و به‌ویژه تجمع آن‌ها در فرآورده‌های شیلاتی نظیر کنسرو انجام یافته است. این پژوهش با هدف تعیین غلظت فلزات سنگین آهن، جیوه، کادمیوم، روی، قلع و نیکل در کنسرو ماهی تون در استان خوزستان انجام شد. تعداد ۵۴ نمونه کنسرو به صورت تصادفی از سه نشان تجاری از سطح شهر اهواز تهیه شدند. هضم نمونه‌ها به روش خشک و سنجش فلزات سنگین به روش اسپکترومتری جذب اتمی با دستگاه پیکین المر ۴۱۰۰ صورت پذیرفت. در این تحقیق میزان فلزات سنگین بین سه نمونه کنسرو اختلاف معنی‌داری نداشت ( $p > 0.05$ ). میانگین میزان جیوه، کادمیوم، نیکل، قلع، روی و آهن در نمونه کنسرو C به ترتیب  $0.07 \pm 0.048$ ،  $0.053 \pm 0.0297$ ،  $0.31 \pm 0.171$ ،  $0.12 \pm 0.062$ ،  $0.82 \pm 0.36$ ،  $0.04 \pm 0.637$  میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بالاترین میزان کادمیوم، نیکل و آهن در نمونه‌های کنسرو ماهی هوور C مشاهده گردید. میزان نیکل، قلع، جیوه و روی پایین‌تر از آستانه استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO)، سازمان خواروبار و کشاورزی (FAO) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بود. اما میزان کادمیوم از حد مجاز استانداردهای سازمان بهداشت جهانی، بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا (NHMRC) و وزارت کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان (UKMAFF) بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، کنسرو، ماهی تون، استان خوزستان، ایران

## مقدمه

جیوه است ( Leal et al., 2006; Simonin et al., 2008).

کادمیوم از معدود عناصری است که هیچ‌گونه نقش ساختمانی در بدن انسان ندارد و حتی در مقادیر بسیار کم نیز ایجاد مسمومیت می‌کند و سبب فقر آهن می‌شود (Robands and Worsfold, 2000). روی از عناصر ضروری برای انسان است با این حال مصرف مقادیر بیش از حد مجاز آن، علائمی چون سر درد، حالت تهوع، از دست دادن آب بدن، درد در ناحیه شکم، استفراغ و سرگیجه را به دنبال خواهد داشت (Lashkari Moghaddam et al., 2008). وجود مقدار اندک نیکل در مواد غذایی برای بدن ضروری است، اما زمانی که مقدار آن از حد مجاز خود فراتر رود اثرات زیانباری به همراه خواهد داشت. این اثرات احتمال مبتلا شدن به سرطان ریه، بینی، حنجره و پروستات را افزایش می‌دهد (Sadeghirad, 1995). در بسته‌بندی مواد غذایی که درون قوطی‌های فلزی نگه‌داری می‌شوند، قلع وجود دارد که با خوردگی و از بین رفتن به وسیله مواد غذایی اسیدی سبب افزایش قلع باعث می‌گردد (Tarley et al., 2001; Jelinek, 1982). ماهی مهم‌ترین منبع آهن برای کودکان و بزرگسالان می‌باشد که کمبود این عنصر سبب کم‌خونی می‌گردد، اما مصرف آهن در مقادیر زیاد باعث هموکروماتوزیس (Haemokrematosis) می‌شود (McCoy et al., 1995). مطالعات متعددی در زمینه آلودگی فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون و محصولات آن در کشورهای مختلف انجام شده است (Bonyadian et al., 2011; Burger and Gochfeld, 2004; Yallouz et al., 2001; Ezzatpanah et al., 2009; Acra et al., 1981; لشکری مقدم و همکاران،

کنسرو ماهی تون به علت استفاده راحت و آسان یکی از فرآورده‌های شیلاتی مورد استفاده مردم در سطح کشور ایران می‌باشد، به طوری که در سال ۱۳۹۱ کشور ایران با ۱۳۴ کارخانه کنسرو ماهی ۵۶۹ میلیون قوطی کنسرو ماهی تولید نموده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳). کنسرو ماهی یکی از مواد غذایی بسته‌بندی شده و پرمصرف می‌باشد و از عواملی که می‌تواند در آن ایجاد آلودگی نماید مواد به کاربرده شده در ساخت قوطی‌های این فرآورده شیلاتی می‌باشد (بنیادیان و همکاران، ۱۳۹۰). همگام با رشد تقاضا، افزایش روند آلودگی اکوسیستم‌های دریایی به شکلی جدی، احتمال بروز مشکلات کیفی در این منبع ارزشمند غذایی را تشدید کرده است (Laimanso et al., 1999; Fowler, 1986).

مطالعات زیست محیطی و سم‌شناسی اهمیت قابل توجهی در تعیین عناصر سمی در غذا دارند (Voegborlo et al., 1999). خوردن غذا به عنوان راه اصلی جذب و در معرض قرار گرفتن فلزات سنگین شناخته شده است (Tuzen and Soylyak, 2007; Celik and Oehlenschlager, 2004). گونه‌های بزرگ ماهیان مانند ماهی تون (*Thunnus sp.*)، شمشیر ماهی (*Xiphias gladius*) و نیزه ماهیان (ماهی مارلین) بطور طبیعی دارای غلظت‌های بالایی از جیوه هستند (Stern, 2005). این گوشتخواران بزرگ در انتهای زنجیره غذایی قرار دارند و رژیم غذایی آنها به دلیل وجود فرآیند تغلیظ و تجمع که تحت عنوان بزرگ‌نمایی زیستی (Bioaccumulation) شناخته شده دارای غلظت بالای

۱۳۸۷؛ سالار آملی و علی اصفهانی، ۱۳۸۷؛ ولایت زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ ولایت زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

ماهی هوور یکی از گونه‌های خانواده تون ماهیان است که پراکنش آن در دریای عمان و بخش شرقی خلیج فارس می‌باشد.

با توجه به اینکه کنسرو ماهیان تن در ایران در حجم بالایی تولید و توسط بسیاری از مردم مصرف می‌گردد (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳) و همچنین اهمیت تجمع فلزات سنگین در بدن ماهیان و اثرات مخرب این آلاینده‌ها در زندگی انسان (عسکری ساری و همکاران، ۱۳۹۰) این پژوهش با هدف بررسی تجمع برخی فلزات سنگین سمی نظیر جیوه، کادمیوم، نیکل، قلع و روی در سه نشان کنسرو ماهی تون هوور (*Tunnus tonggol*) تولید شده در کارخانه‌های مختلف در استان خوزستان انجام پذیرفت.

## مواد و روش‌ها

### نمونه‌برداری

۵۴ نمونه کنسرو به صورت تصادفی از سه نشان تجاری تولید شده در استان خوزستان از شهر اهواز تهیه شدند. برای تولید کنسرو ماهی تون سه کارخانه مورد مطالعه در این پژوهش از عضله ماهی هوور (*Tunnus tonggol*) استفاده شده است که از آب‌های دریای عمان در چابهار صیده شده و به این کارخانه‌ها منتقل شده‌اند. نمونه‌های کنسرو با کدهای A، B و C نامگذاری شدند. آنالیز و آزمایش‌های فلزات سنگین با سه تکرار انجام شد.

### آماده‌سازی نمونه‌ها و آنالیز

جهت هضم شیمیایی نمونه‌ها و سنجش فلزات سنگین نمونه‌های کنسرو به آزمایشگاه انتقال داده شدند. تمامی نمونه‌های به دست آمده را به مدت ۱۲۰ تا ۱۵۰ دقیقه در آون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده شد تا وزن ثابت بدست آید. برای هضم نمونه‌ها از روش خشک استفاده شد. ۰/۵ گرم از نمونه در یک بالن ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد و به آن ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ، ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷ مولار و ۱ میلی‌لیتر محلول مولیبدات سدیم ۲ درصد اضافه شد و چند عدد سنگ جوش را برای اینکه جوش بطور منظم و یکنواخت صورت گیرد قرار داده شد، سپس نمونه سرد شده و از بالای مبرد به آرامی ۲۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید نیتریک غلیظ و اسید پرکلریک غلیظ به نسبت ۱:۱ به نمونه اضافه شد، سپس مخلوط حرارت داده شد تا بخارات سفید رنگ اسید بطور کامل محو شدند. به مخلوط سرد شده، در حالی که بالن چرخانده می‌شد، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر از بالای مبرد به آرامی اضافه شد. با حرارت دادن (حدود ۱۰۰ دقیقه) محلول کاملاً شفاف بدست آمد، این محلول پس از سرد شدن به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر انتقال و به حجم رسانده شد (Okoye, 1991; Kalay and Bevis, 2003; Eboh et al., 2006).

### سنجش فلزات سنگین

سنجش فلزات جیوه، کادمیوم، روی، آهن، قلع و نیکل به روش جذب اتمی با کمک دستگاه Perkin Elmer 4100 انجام شد. جیوه با سیستم هیبرید، کادمیوم، قلع و نیکل با سیستم کوره گرافیتی و روی و آهن با سیستم شعله سنجش شدند. اندازه‌گیری فلزات

ارتفاع یا سطح زیر پیک نمونه‌ها را بر اساس حجم استاندارد اضافه شده رسم می‌کنند. در نهایت با استفاده از روابط موجود می‌توان غلظت نمونه را محاسبه کرد. استفاده از این روش سبب حفظ بافت و ماتریس نمونه‌ها می‌شود در نتیجه با این روش احتمال مزاحمت بافت (Matrix Interference) نمونه از بین برده می‌شود (Rouessac and Rouessac, 2007).

### تجزیه و تحلیل آماری

در این بررسی آنالیز آماری داده‌ها پارامتریک بود که تجزیه و تحلیل نتایج به کمک نرم افزار SPSS 18 انجام شد و میانگین داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA oneway) با یکدیگر مقایسه شدند که وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪ ( $p=0/05$ ) تعیین گردید. همچنین در رسم نمودارها و جداول از نرم افزار Excel استفاده گردید.

### یافته‌ها

در این پژوهش میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، نیکل، قلع، روی و آهن بین سه مارک کنسرو اختلاف معنی داری نداشت ( $p>0/05$ ). بالاترین میزان کادمیوم، نیکل و آهن در نمونه های کنسرو ماهی هوور C مشاهده گردید ( $p<0/05$ ). همچنین بالاترین میزان جیوه و قلع در نمونه های کنسرو ماهی A بود ( $p<0/05$ ). میزان روی در نمونه های کنسرو ماهی B بالاتر بود ( $p<0/05$ ) (جدول ۱).

موردنظر به وسیله دستگاه در آستانه ppb بود. جهت اندازه‌گیری عناصر مورد نظر ابتدا به ۱۰ میلی لیتر محلول هضم شده نمونه‌ها، ۵ میلی لیتر محلول آمونیوم پیرولیدین کاربامات ۵ درصد اضافه شد و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها با شیکر بهم زده شدند تا عناصر به صورت فرم آلی فلزی در محلول کمپلکس شوند و سپس به نمونه‌ها ۲ میلی لیتر متیل ایزوبوتیل کتون اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه نمونه‌ها بهم زده شدند و پس از ۱۰ دقیقه نمونه‌ها در دور ۲۵۰۰ بار در دقیقه سانتریفوژ و عناصر مورد نظر به فاز آلی منتقل شدند. پس از تنظیم کوره و سیستم EDL (منبع تولید اشعه کاتدی) دستگاه و اپتیموم کردن دستگاه جذب اتمی منحنی کالیبراسیون این عناصر به کمک استانداردهای این عناصر و ماتریکس مدیفایر پالادیم توسط نرم افزار win Lab 32 رسم گردیدند و مقدار این عناصر در محلول‌های آماده شده اندازه‌گیری شد (Ahmad and Shuhaimi-Othman, 2010; Olowu et al., 2010).

حد تشخیص فلزات جیوه، کادمیوم، روی، آهن، قلع و نیکل توسط این دستگاه جذب اتمی به روش کوره در حد ppb بود که دارای دقت حدود ۱۰۰۰ برابر سیستم شعله می‌باشد. صحت داده‌های به دست آمده با استفاده از روش Standard Addition بررسی گردید. در این روش ابتدا ماده مجهول، آنالیز می‌شود، سپس به چند ظرف که حاوی مقدار یکسانی از نمونه است، حجم‌های مشخصی از استاندارد اضافه می‌شود و کروماتوگرام مربوط به هر مرحله را آنالیز و در نهایت

جدول ۱- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین (میلیگرم در کیلوگرم) در نمونه‌های کنسرو ماهی تون استان خوزستان

فلزات سنگین	نمونه کنسرو A	نمونه کنسرو B	نمونه کنسرو C
جیوه	۰/۰۵۷±۰/۰۰۹ <sup>a</sup>	۰/۰۵۳±۰/۰۰۹ <sup>a</sup>	۰/۰۴۸±۰/۰۰۷ <sup>a</sup>
کادمیوم	۰/۱۸۵±۰/۰۴۹ <sup>b</sup>	۰/۱۶۸±۰/۰۴۶ <sup>b</sup>	۰/۲۹۷±۰/۰۵۳ <sup>b</sup>
نیکل	۰/۱۳۲±۰/۰۱۷ <sup>c</sup>	۰/۱۱۱±۰/۰۲۷ <sup>c</sup>	۰/۱۷۱±۰/۰۳۱ <sup>c</sup>
قلع	۰/۰۷۳±۰/۰۱۹ <sup>d</sup>	۰/۰۶۹±۰/۰۱۵ <sup>d</sup>	۰/۰۶۲±۰/۰۱۲ <sup>d</sup>
روی	۶/۵۱±۰/۲۴ <sup>e</sup>	۷/۴۵±۰/۵ <sup>e</sup>	۵/۳۶±۰/۸۲ <sup>e</sup>
آهن	۶/۳۹±۰/۴۵ <sup>f</sup>	۶/۷۸±۰/۲ <sup>f</sup>	۷/۶۳±۰/۰۴ <sup>f</sup>

بین حروف مشترک در هر ردیف اختلاف معنی داری وجود ندارد (p>۰/۰۵).

مقایسه میزان فلزات سنگین جیوه، کادمیوم، نیکل، قلع، مجاز استانداردهای بین المللی در جدول ۲ آمده است. روی و آهن در نمونه‌های کنسرو استان خوزستان با حد

جدول ۲- مقایسه غلظت فلزات سنگین در کنسرو ماهی تون هوور با استانداردهای بین المللی فلزات سنگین (FDA, 1987; MAFF, 1995; WHO, 1996; Tuzen, 2009)

استانداردهای بین المللی فلزات سنگین	جیوه	کادمیوم	نیکل	قلع	روی
سازمان بهداشت جهانی <sup>۱</sup>	۰/۵	۰/۲	۰/۳۸	۲۵۰	۳۰
سازمان جهانی خواروبار و کشاورزی <sup>۲</sup>	۰/۵	۰/۵	-	-	۳۰
سازمان غذا و داروی امریکا <sup>۳</sup>	۰/۱-۰/۵	۱	-	-	-
کشاورزی، شیلات و غذای انگلستان <sup>۴</sup>	۰/۵	۰/۰۲	-	-	۵۰
بهداشت ملی و تحقیقات پزشکی استرالیا <sup>۵</sup>	۱	۰/۰۵	-	-	۱۵۰
مطالعه حاضر (حداقل)	۰/۰۴۸	۰/۱۶۸	۰/۱۱۱	۰/۰۶۲	۵/۳۶
مطالعه حاضر (حداکثر)	۰/۰۵۷	۰/۲۹۷	۰/۱۷۱	۰/۰۷۳	۷/۴۵

1-World Health Organization; 2- Food and Agriculture Organization; 3- U.S. Food and Drug Administration; 4- Ministry of Agriculture, Fisheries & Food (UK); 5- National Health & Medical Research Council (Australia)

## بحث و نتیجه گیری

یکدیگر تفاوت دارند. یالوز و همکاران (۲۰۰۱) در برزیل میزان جیوه را ۰/۶۵ میلی گرم در کیلوگرم اعلام نمودند که ۵۱ درصد نمونه‌ها بیشتر از ۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم و ۱۵ درصد آنها بیش از ۱ میلی گرم در کیلوگرم (استانداردهای اعلام شده توسط سازمان غذا و داروی امریکا) بود (Yallouz et al., 2001). گوچفلد و بورگر (۲۰۰۴) با آنالیز ۱۶۸ نمونه کنسرو ماهی تون، مقادیر جیوه تام را ۰/۴۵۶ میلی گرم در کیلوگرم در گونه‌ای از ماهی تون اعلام نمودند که ۲۵ درصد آنها

در این پژوهش میانگین غلظت جیوه به دست آمده پایین تر از آستانه مجاز استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization)، سازمان غذا و داروی امریکا (Food and Drug Administration) و سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (Food and Agriculture Organization) بود (جدول ۲). نتایجی که تاکنون از آنالیز فلزات سنگین در کنسرو ماهی در کشورهای مختلف به دست آمده با

تاون اندک بود، اما در روغن این محصول مقادیر بالایی از نیکل وجود داشت. همچنین دارای مقادیر بالایی کادمیوم بود که در مقایسه با استاندارد انجمن تحقیقات بهداشتی و پزشکی ملی استرالیا (NHMRC) بیش از آستانه مجاز (۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) گزارش شد (لشکری مقدم و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین در بررسی دیگر آلودگی سرب و کروم در این فرآورده دریایی به اثبات رسیده است (Cesar *et al.*, 2001). در بررسی عزت پناه و همکاران (۲۰۰۹) در کنسرو ماهی تون زرد باله میزان سرب و کادمیوم به دست آمده کمتر از مقادیر ثبت شده توسط موسسه تحقیقات و استانداردهای صنعتی و کمیته انجمن اروپا گزارش نمودند. در بررسی ایکم و همکاران (۲۰۰۵) بر روی کنسرو ماهی تون میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و مس پایین‌تر از استاندارد وزارت شیلات و کشاورزی انگلستان (MAFF) و فلز قلع پایین‌تر از استاندارد کشور برزیل بود (Ikem and Egiebor, 2005). همچنین مطالعات مشابهی در ترکیه توسط توزن و سویلاک (۲۰۰۷) و در لیبی توسط وبورلو و همکاران (۱۹۹۹) بر روی کنسرو ماهی تون انجام گردید که نتایج نشان داد که این محصول عاری از آلودگی به فلزات سنگین بود (Tuzen and Soy lak, 2007; Voeborlo *et al.*, 1999). این مطالعات با این تحقیق هماهنگی دارد. همچنین علل مختلفی مانند مراحل عمل‌آوری کنسرو می‌تواند داشته باشد. به عنوان نمونه در بررسی عزت پناه و همکاران در سال ۲۰۰۹ مشخص شد که مراحل تهیه کنسرو از جمله مرحله انجماد زدایی، پخت و استریل کردن میزان سرب و کادمیوم را به طرز قابل توجهی کاهش می‌دهد (Ezzatpanah *et al.*, 2009).

بالتر از استاندارد ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم (سازمان بهداشت جهانی) و حداکثر به دست آمده ۰/۹۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است (Burger and Gochfeld, 2004). آکرا و همکاران (۱۹۸۱) مقدار جیوه تام در نمونه‌های کنسرو ماهی تون لبنان را (۰/۴۹-۰/۲۵) ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده است (Acra *et al.*, 1981). همچنین در تحقیقی مقطعی جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین در کنسروهای ماهی تون ایران، مقدار جیوه کمتر از استانداردهای جهانی گزارش شد (Emami Khansari *et al.*, 2004). در مطالعه‌ای میزان جیوه کل در نمونه‌های آنالیز شده ۱۴۶/۶۵ میکروگرم بر کیلوگرم بود که در مقایسه با استاندارد اعلام شده از سازمان غذا و داروی آمریکا (۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) در مقادیر کمتری قرار دارد و حتی حداکثر غلظت این فلز نیز از استاندارد کمتر می‌باشد (سالار آملی و علی اصفهانی، ۱۳۸۷) که نتایج دو بررسی اخیر با نتایج تحقیق حاضر هماهنگی دارد، اما دلیل متفاوت بودن میزان جیوه در نمونه‌های کنسرو ماهی تون در کشورهای مختلف جهان به شرایط زیست محیطی اکوسیستم‌ها و نوع گونه بستگی دارد.

در این تحقیق میزان فلزات کادمیوم، نیکل، قلع و روی نیز کمتر از استانداردهای بین‌المللی سازمان بهداشت جهانی، سازمان غذا و داروی آمریکا و سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی بود (جدول ۲). در تحقیقات مختلف در زمینه فلزات سنگین در نمونه‌های کنسرو تون ماهیان نتایج متفاوتی ارائه شده است. در بررسی لشکری مقدم و همکاران (۲۰۰۸) بر روی غلظت فلزات سنگین گوشت و روغن کنسرو ماهی تون در ایران مشخص شد که میزان نیکل در گوشت ماهی

میلی گرم در کیلوگرم اعلام نموده است (بنیادیان و همکاران، ۱۳۹۰) که در مقایسه با میزان این عناصر در نمونه‌های کنسرو این تحقیق، میزان قلع پایین‌تر از استاندارد ملی ایران بود، اما میزان کادمیوم در تمامی نمونه‌های کنسرو آلودگی وجود داشت و بالاتر از استاندارد ملی ایران مشاهده گردید.

با توجه به اینکه غلظت فلزات جیوه، کادمیوم، قلع و نیکل پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای بین‌المللی می‌باشند، همچنین فلزات روی، آهن از عناصر ضروری بدن هستند و مقادیر آنها در این بررسی در حد مطلوب می‌باشند، مصرف کنسرو ماهی تون تولید شده در استان خوزستان جهت استفاده انسان مشکلی ایجاد نمی‌کند. پیشنهاد می‌گردد مطالعات جامع دیگری در زمینه تجمع فلزات سنگین دیگر نظیر سرب، کروم، آرسنیک، مس و کبالت انجام گردد، همچنین در تمامی مراحل کنسروسازی تجمع فلزات سنگین مورد مطالعه قرار گیرد.

در تحقیقی بر روی نمونه‌های کنسرو ماهی تون بالاترین میزان جیوه، کادمیوم، نیکل و قلع به ترتیب ۴۸/۷۳، ۳۳۶/۲۳، ۱۷۱/۶۶ و ۸۲/۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم و پایین‌ترین میزان جیوه، کادمیوم، نیکل و قلع به ترتیب ۳۷/۵۳، ۱۴۱/۴۳، ۵۴/۹۹ و ۲۸/۶۰ میکروگرم بر کیلوگرم بود. بالاترین میزان آهن و روی ۷/۶۳ و ۵/۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم و پایین‌ترین میزان آهن و روی ۴/۲۹ و ۲/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (ولایت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). در تحقیقات فلزات سنگین بر روی نمونه‌های کنسرو تولید شده در استان‌های همدان، اصفهان، البرز، سیستان و بلوچستان میزان جیوه، نیکل، قلع و روی در مقایسه با استانداردهای جهانی سازمان بهداشت جهانی (WHO)، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) و سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) پایین‌تر بود (ولایت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ ولایت‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲) که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارند. استاندارد ملی ایران میزان مجاز کادمیوم و قلع را به ترتیب ۰/۱ و ۲۰۰

## منابع

- بنیادیان، مجتبی؛ مشتاقی، حمداله؛ نعمت‌الهی، امین و نقوی، زینب (۱۳۹۰). بررسی میزان فلزات سنگین سرب، قلع، مس و کادمیوم در کنسروهای ماهی تولید شده در ایران. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸ (۲۹): ۲۷-۳۲.
- سالار آملی، جمیله و علی اصفهانی، طاهره (۱۳۸۷). تعیین میزان جیوه تام و تاثیر عامل احیا کننده و وزن نمونه بر آن در کنسروهای ماهی تون به روش هیدریدژنراتور- اتمیک ابزربشن (HG-AAS). مجله تحقیقاتی دامپزشکی، ۶۳ (۵): ۳۳۱-۳۳۵.
- سالنامه آماری شیلات ایران (۱۳۹۳). دفتر برنامه‌ریزی گروه آمار و مطالعات توسعه شیلاتی، سالنامه آماری سازمان شیلات ایران (۱۳۸۲-۱۳۹۲). تهران، صفحه: ۶۴.

- صادقی راد، مرجان (۱۳۷۳). اثرات فلزات سنگین و تاثیر آنها بر آبزیان. مجله علمی شیلات ایران، ۳ (۳): ۱۶-۱.
- عسکری ساری، ابوالفضل؛ ولایتزاده، محمد؛ خدادادی، مژگان و کاظمیان، محمد (۱۳۹۰). مقدار فلزات جیوه، سرب و کادمیوم در اندام‌های ماهی بیا رودخانه‌های دز و بهمنشیر. مجله بهداشت دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، ۹ (۳): ۱۲-۱.
- لشکری مقدم، نسیم؛ ربانی، مهناز و احمدپناهی، هادی (۱۳۸۷). بررسی مقادیر فلزات سنگین (روی، کبالت، نیکل و کادمیوم) در تون ماهیان کنسرو شده و روغن آن. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، ۳ (۲): ۸۴ - ۷۸.
- ولایت زاده، محمد؛ عسکری ساری، ابوالفضل؛ بهشتی، محبوبه؛ حسینی، محسن و محجوب، ثمین (۱۳۸۹). تعیین میزان فلزات سمی در کنسرو ماهی تون شهرهای اصفهان، شوشتر و چابهار. فصلنامه علوم و فناوری غذایی، ۲ (۲): ۱۷-۲۳.
- ولایت زاده، محمد؛ عسکری ساری، ابوالفضل؛ بهشتی، محبوبه؛ محجوب، ثمین و حسینی، محسن (۱۳۹۲). اندازه‌گیری فلزات سنگین (کادمیوم، جیوه، روی، نیکل، قلع و آهن) در کنسرو تون ماهیان. مجله پژوهش‌های جانوری (زیست شناسی ایران)، ۲۶ (۴): ۵۰۶-۴۹۸.
- Acra, A., Namaan, S. and Raffoul, Z. (1981). Total mercury levels in canned and frozen fish imported into Lebanon. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 27: 209-212.
- Ahmad, A.K. and Shuhaimi-Othman, M. (2010). Heavy metals Concentration in Sediments and fishes from Lake Chini, Pahang, Malaysia. *Journal of Biological Sciences*, 10 (2): 93-100.
- Burger, J. and Gochfeld, M. (2004). Mercury in canned tuna white versus light and temporal variation. *Environment Research*, 96: 239-249.
- Celik, U. and Oehlenschlager, J. (2004). Determination of Zinc and Copper in fish Samples Collected from Northeast Atlantic by DPSAV. *Journal of Food Chemistry*, 87: 343-347.
- Cesar, R.T., Wendeli, K.T. and Coltro, M. (2001). Characteristic levels of some heavy metals from Brazilian canned fish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 611-617.
- Eboh, L., Mepba, H.D. and Ekpo, M.B. (2006). Heavy metal contaminants and processing effects on the composition, storage stability and fatty acid profiles of five common commercially available fish species in Oron Local Government, Nigeria. *Food Chemistry*, 97(3): 490-497.
- Emami Khansari, F., Ghazi- Khansari, M. and Abdollahi, M. (2004). Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry*, 93: 293-296.
- Ezzatpanah, H., Ganjavi, M., Givianrad, M.H. and Shams, A. (2009). Effect of canned tuna fish processing steps on lead and cadmium of Iranian tuna fish. *Food chemistry*, 118(3): 525-528.
- FDA. (1987). Compliance Policy Guide. Food and Drug Administration, Washington, D.C.
- Fowler, S.W. (1986). Trace metal monitoring of pelagic organisms from the open Mediterranean Sea. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 7: 59-78.
- Ikem, A. and Egiebor, N.O. (2005). Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 771-787.
- Jelinek, C.F. (1982). Levels of Tin in the United States food supply. *Association of Analytical Chemists*, 65 (4): 942-964.
- Kalay, G. and Bevis, M.J. (1997). Structure and physical property relationships in processed polybutene. *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 814-824.



- Laimanso, R., Cheung, Y. and Chan, K.M. (1999). Metal concentration in the tissues of rabbitfish collected from Tolo Harbour in Hong kong. *Marine Pollution Bulletin*, 39: 123-134.
- Leal, L.O., Elsholz, O., Forteza, R. and Cerd, V. (2006). Determination of mercury by multisyringe flow injection system with cold-vapor atomic absorption spectrometry. *Journal of Analytica Chimica Acta*, 573-574, 399-405.
- McCoy, C.P., Ohara, T.M., Benett, L.W. and Boyle, C.R. (1995). Liver and Kidney Concentrations of zinc, copper and cadmium in channel fish (*Ictalurus punctatus*): Variations due to size, season and health status. *Journal of Veterinary and human toxicology*, 37: 11-15.
- MAFF. (1995). Monitoring and surveillance of non-radioactive Contaminants in the aquatic environment and activities regulating the disposal of wastes at Sea. *Journal Aquatic Environment Monitoring Report NO. 44*. Directorate of fisheries Research, Lowestoft.
- Olowu, R.A., Ayejuyo, O.O., Adewuyi, G.U., Adejoro, I.A., Denloye, A.A.B., Babatunde, A.O., *et al.* (2010). Determination of Heavy Metals in Fish Tissues, Water and Sediment from Epe and Badagry Lagoons, Lagos, Nigeria. *Journal of Chemistry*, 7(1): 215-221.
- Okoye, B.C.O. (1991). Heavy metals and organisms in the Lagos Lagoon. *International Journal of Environmental Studies*, 37: 285-292.
- Rouessac, F. and Rouessac, A. (2007). *Chemical Analysis Modern Instrumentation Methods and Techniques*. 2<sup>nd</sup> Edition, England, John Wiley & Sons Ltd.
- Robands, K. and Worsfold, P. (2000). *Cadmium*. *Journal Toxicology and Analysis*. Pergam press. London, UK.
- Simonin, H.A., Loukmas, J.J., Skinner, L.C. and Roy, K.M. (2008). Lake variability: Key factors controlling mercury concentrations in New York State fish. *Journal of Environment Pollution*, 154: 116-123.
- Smart, G.A., Sherlock, T.C. and Meah, M.N. (1991). Lead and Tin in canned foods. *Food Additive and Contaminants*, 8(4): 485-496.
- Stern, A.H. (2005). A review of the studies of the cardiovascular health effects of Methyl Mercury with consideration of their suitability for risk assessment. *Journal of Environment Research*, 98: 133-142.
- Tarley, C.R.T., Coltro, W.K.T., Matsushita, M. and Souza, N.E. (2001). Characteristic levels of some heavy metals from Brazillian canned sardines (*Sardinella brasiliensis*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 611-617.
- Tuzen, M. and Soylak, M. (2007). Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. *Food Chemistry*, 101: 1378-1383.
- Tuzen, M. (2009). Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 47(9): 2302-2307.
- Voegborlo, R.B., El-Methnani, A.M. and Abedin, M.Z. (1997). Mercury, Cadmium and lead content of canned tuna fish. *Food Chemistry*, 67: 341-345.
- WHO. (1996). Health criteria other supporting information. In: *Guidelines for Drinking water Quality*, 2: 31-388.
- Yallouz, A., Campos, R.C. and Louzada, A. (2001). Niveis de mercurioem atum solido enlatado comercializado na cidade do Rio de Janeiro. *Ciencias. Technol. Aliment. Campinas*, 21: 1-4.

## **Accumulation of Mercury, Cadmium, Tin, Nickel, iron and Zinc in canned tuna from Khuzestan Province**

**Velayatzadeh, M.<sup>1\*</sup> AskarySary, A.<sup>2</sup>**

1- Young Researchers and Elite Club, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2- Associate Professor, Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

\*Corresponding author email: mv.5908@gmail.com

(Received: 2013/7/13 Accepted: 2015/2/25)

### **Abstract**

Toxicity of heavy metals has led to numerous studies on the accumulation of these elements in fish and fishery products such as canned products. The objective of the present study was to determine the concentrations of Hg, Cd, Sn, Zn, Ni, Fe in canned tuna fish from of Khuzestan Provinces. A total number of 54 tuna fish cans from three brands (A, B and C) was collected from Ahvaz retails. The samples were subjected to dry digestion and the concentrations of the heavy metals were measured using Atomic Absorption Spectrophotometer Perkin Elmer 4100. In this study, no significant difference was observed between the concentrations of heavy metals in three various samples ( $P>0.05$ ). The mean concentrations of Hg, Cd, Ni Sn, Zn and Fe in group C samples were determined at  $0.048\pm 0.007$ ,  $0.297\pm 0.053$ ,  $0.171\pm 0.031$ ,  $0.062\pm 0.012$ ,  $5.36\pm 0.82$ ,  $7.63\pm 0.04$  mg/Kg. Moreover, the highest level of Cd, Ni and Fe concentrations was observed in group C samples. In comparison with WHO, FAO and FDA standards, concentration of Ni, Sn, Hg and Zn was found lower. Meanwhile, the concentration of Cd was estimated higher than WHO, NHMRC and UKMAFF limits.

**Key words:** Heavy metals, Canned, Tuna fish, Khoozestan Province, Iran