Determination of Pb, Cd, Ni, Zn concentration in canned fish in south of Iran

M. Malakootian, PhD [1] M. Tahergorabi, MSc [2] M. Daneshpajooh, BSc [3] K. Amirtaheri, BSc [4]

Professor Department of Environmental Health [1], Environmental Health Research Center, MSc of Environmental Health [2], BSc of Applied Chemistry [3], BSc of Environmental Health [4], Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

(Received 24 Jan, 2011 Accepted 17 Oct, 2011)

ABSTRACT

Introduction: Heavy metals as environment pollutant are potentially dangerous for living organisms. These metals cause interruption of enzyme activity and impaired synthesis of compounds that are essential for body, and can accumulate in aquatic bodies. The aim of this study was to determine lead, cadmium, nickel and zinc in canned fish in south of Iran.

Methods: In this descriptive and analytical study, sixteen different brands of canned tuna were collected during a two months period from April to May 2010 in south of Iran. Three cans from each brand were purchased and one sample was taken from each brand. Totally, 192 experiments were performs on samples. Sample preparation and the digestion rate of heavy metals including lead, cadmium, nickel and zinc was determined by flame atomic absorption value. Results were analyzed using descriptive statistics by SPSS Software.

Results: Concentrations of lead, cadmium, nickel and zinc in collected canned tuna, were 0.2115 ± 0.11, 0.3514 ± 0.014, 0.4098 ± 0.24 and $0.77 \pm 00.36 \mu g/g$, respectively.

Conclusion: Our results showed, that the average concentration of heavy metals was lower than those declared by FAO and WHO. Given the importance of heavy metals on human health, periodic monitoring of these metals is necessary.

Correspondence:
M. Malakootian, PhD.
Environmental Health Research Center, Kerman University of Medical Sciences.
Kerman, Iran
Tel:+98 341 3220082
Email:
m.malakootian@yahoo.com

Key words: Lead – Cadmium – Nickel – Zinc

بررسی میزان سرب، کادمیوم، نیکل و روی در ماهی‌های کنسرو شده جنوب ایران

دکتر محمد ملکوتیان [۱] مهسا طاهرگورابی [۲] محمد دانش‌پژوه [۳] کیومرث امیرطاهری [۴]

[۱] استاد گروه بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط [۲] کارشناس ارشد بهداشت محیط، [۳] کارشناس شیمی کاربردی، [۴] کارشناس بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

مجله پزشکی هرمزگان سال شانزدهم شماره ششم بهمن و اسفند ۹۱ صفحات ۴۰۹-۴۰۳

چکیده

مقدمه: *فلزات سنگین به عنوان آلاینده محیط، یک خطر بالقوه برای موجودات زنده محسوب می‌شوند. این فلزات موجب وقفه در فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در سنتز ترکیبات ضروری بدن شده، در مقابل تجزیه مقاوم بوده و می‌توانند در بدن موجودات آبزیان مانند ماهی‌ها تجمع یابند. هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان سرب، کادمیوم، نیکل و روی در ماهی‌های کنسرو شده جنوب ایران می‌باشد.*

روش کار: *این پژوهش از نوع توصیفی و تحلیلی است. از تعداد شانزده نوع تن ماهی کنسرو شده در جنوب کشور با روش نمونه‌گیری تصادفی از هر نوع کنسرو با تاریخ انقضاء یکسال پس از تولید، سه قوطی از مراکز استانهای جنوبی کشور (بندرعباس، اهواز و بوشهر) خریداری گردید. بازه زمانی ۲ ماه از ۲۸ فروردین لغایت ۳۰ خرداد سال ۱۳۸۹ برای نمونه‌برداری و آزمایش انتخاب گردید. از هر نوع کنسرو سه قوطی تهیه گردید و یک نمونه از هر قوطی کنسرو برداشت شد. جمعاً ۱۹۲ نمونه آزمایش انجام گردید. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی و هضم میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم، نیکل و روی به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله‌ای تعیین مقدار شد. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها با استفاده از آزمونهای توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و تحلیلی (ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 11.5 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.*

نتایج: *میانگین غلظت سرب، کادمیوم، نیکل و روی در نمونه‌های تن ماهی کنسرو شده جنوب ایران به ترتیب ۰/۱۱±۰/۲۱۱۵، ۰/۰۱۹±۰/۳۵۱۹، ۰/۲۴±۰/۴۰۹۸، ۰/۳۶±۰/۷۷میکروگرم بر گرم بود.*

نتیجه‌گیری: *بر اساس نتایج این مطالعه میانگین غلظت فلزات سنگین مذکور از حد مجاز اعلام شده توسط FAO و WHO کمتر بود و ارتباط معنی‌داری بین میزان فلزات سنگین در تن ماهی جنوب با استانداردهای US-EPA مشاهده نگردید. با توجه به اهمیت فلزات سنگین در مواد غذایی و تأثیر آن بر سلامتی انسان پایش مکرر این فلزات در نمونه‌های مواد غذایی ضرورت دارد.*

کلیدواژه‌ها: *سرب – کادمیوم – نیکل – روی*

نویسنده مسئول:
دکتر محمد ملکوتیان
مرکز تحقیقات بهداشت محیط
دانشگاه علوم پزشکی کرمان
کرمان – ایران
تلفن: ۰۸۲ ۳۲۲۰۰۳۴۱ ۹۸+
پست الکترونیکی:
m.malakootian@yahoo.com

دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۴ اصلاح نهایی: ۹۰/۷/۱۰ پذیرش مقاله: ۹۰/۷/۲۵

مقدمه:

ورود فلزات سنگین به محیط زیست با توسعه و صنعتی شدن همراه و یکی از مشکلات عصر حاضر می‌باشد (۱). فلزات سنگین جزء آلاینده‌های الویت‌دار طبقه‌بندی شده و حضورشان در مواد غذایی به دلیل تجمع، سمیت (حتی در غلظت‌های کم)، ماهیت غیرقابل تجزیه زیستی، پایداری و بیماریهای حاد و مزمن باعث نگرانی‌های بهداشتی متعددی شده است (۲). با ورود فلزات سنگین در بدن آبزیان و انتقال به انسان عوارض نامطلوبی بر سیستم‌های بدن و مشکلات بهداشتی عدیده‌ای حاصل می‌گردد (۲،۳). سرب باعث افزایش فشارخون، کم‌خونی و نیکل باعث اختلال در فعالیتهای بیولوژیکی می‌شود (۴). همچنین آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) کادمیوم را به عنوان عامل کارسینوژیک معرفی نموده است و این فلز عامل مهمی در ایجاد نارسایی کلیه معرفی شده است (۵). با توجه به استقرار صنایع متعدد در شمال تنگه هرمز و سایر نقاط ساحلی و تخلیه فاضلابهای شهری و صنعتی به دریا این سواحل در معرض خطر آلودگی قرار گرفته‌اند (۶،۳). صرف‌نظر از ورود فلزات سنگین از طریق فاضلابهای مذکور شناورها و نفتکش‌ها، اسکله‌های نفتی، پسابهای صنایع همجوار با دریا آلاینده‌های متنوعی را وارد دریا می‌کنند. ورود بشکه‌های نفت خام طی جنگ عراق و کویت و همچنین آتش سوزیهای نفتی سهم عمده‌ای در آلودگی دریا داشته‌اند (۳). با اینکه ماهی سرشار از ویتامین،

پروتئین و اسیدهای چرب آزاد و امگا-۳، امگا-۶ است، با این حال سرانه مصرف ماهی در کشور ایران ۵ کیلوگرم است که در مقایسه با متوسط سرانه دنیا که ۲۲ کیلوگرم می‌باشد، میزان کمی است (۷). مسمومیت ناشی از مصرف ماهیان آلوده به فلزات سنگین در انسان برای اولین بار در سال ۱۹۵۳ در خلیج مینا ماتای ژاپن اتفاق افتاد که در طی آن بیش از ۴۳ نفر از ساکنان در اثر مصرف ماهی‌های آلوده به فاضلاب یک کارخانه صنعتی جان خود را از دست دادند (۸). در نقاط مختلف جهان مطالعاتی در خصوص تعیین میزان فلزات سنگین در تن ماهی انجام شده است. در مطالعه‌ای که توسط Bingel و همکارانش، Unluata و همکارانش در بین سالهای ۱۹۸۳-۱۹۸۷ بر روی نمونه‌های تن ماهی کنسرو شده در کشورهای ترکیه و اتریش میزان سرب را ۰/۸۲، ۱/۳۲ بر حسب میکروگرم بر گرم بدست آوردند (۹). Voegborlo و همکارانش در کشورهای اتریش و مصر در سال ۲۰۰۰ میزان کادمیوم را در تن ماهی کنسرو شده اندازه‌گیری نموده‌اند که میزان کادمیوم آنها به ترتیب ۰/۶۶، ۱ میکروگرم بر گرم در هر نمونه تن ماهی بوده است (۱۰).

Lewis و همکارانش در سال ۲۰۰۵ میزان نیکل و روی را در تن ماهی بررسی نمودند که میزان آنها به ترتیب ۱/۳۸، ۱۶۵ میکروگرم بر گرم در هر نمونه تن ماهی بوده است (۱۱). با توجه به اینکه بعضی از این فلزات در تحقیقات پیشین به آن پرداخته نشده است، لذا هدف از این مطالعه بررسی میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل و روی) درماهیهای کنسروی جنوب ایران می‌باشد تا از این رهگذر در صورت بالا بودن میزان آن تمهیدات کنترلی اعمال گردد.

روش کار:

پژوهش از نوع توصیفی و تحلیلی می‌باشد. از تعداد شانزده نوع تن ماهی کنسرو شده در جنوب کشور با روش نمونه‌گیری تصادفی از هر نوع کنسرو با تاریخ انقضاء یکسال پس از تولید، سه قوطی از سطح مراکز استانهای جنوبی کشور (بندرعباس، اهواز و بوشهر) خریداری گردید. بازه زمانی ۲ ماه از ۲۸ فروردین لغایت ۳۰ خرداد سال ۱۳۸۹ برای نمونه‌برداری و آزمایش انتخاب گردید. از هر نوع کنسرو سه قوطی تهیه گردید و یک نمونه از هر قوطی کنسرو برداشت شد. جمعاً ۱۹۲ نمونه آزمایش انجام گردید. آنالیز نمونه‌ها بر اساس استاندارد Association of official analytical chemists (AOAC) انجام گرفت: ۱۰ گرم نمونه تن ماهی از هر قوطی برداشت گردید. در کوره با دمای $^{\circ}$۳۰۰ به مدت ۲ ساعت حرارت داده شد. خاکستر حاصل با اسید نیتریک به مدت ۲۴ ساعت هضم گردید. به نمونه حاصل۱۰ ml آب دیونیزه اضافه و حرارت داده شد تا محلول زرد رنگ حاصل شود. سپس آن را از صافی واتمن عبور داده و با آب دیونیزه به حجم ۱۰۰ ml رسانده و آنالیز شیمیایی آن به کمک دستگاه طیف سنجی جذب اتمی مجهز به سیستم شعله (Flame) مدل (shimadu-AA-670) انجام گردید (۱۲). میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل و روی) به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله‌ای تعیین مقدار شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روشهای توصیفی مثل میانگین و انحراف معیار و روشهای تحلیلی از آنالیز واریانس جهت تجزیه و تحلیل استفاده گردید و سطح معنی‌دار ۰/۰۵ تلقی گردید.

نتایج:

نتایج میانگین غلظت فلزات سرب، کادمیوم، نیکل و روی بر حسب میکروگرم بر گرم در ۴۸ نمونه تن ماهی جنوب ایران در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱- میانگین میزان سرب، کادمیوم، نیکل و روی در انواع تن ماهی جنوب بر حسب میکروگرم بر گرم (میانگین ±انحراف معیار)

نام فلز / تن ماهی	تعداد	pb	cd	Ni	zn
A	۳	۰/۰۴±۰/۳	۰/۰۰۱±۰/۰۲۷	۰/۰۴±۰/۵۷	۰/۰۴±۰/۴۷
B	۳	۰/۱۷±۰/۳	۰/۰۱±۰/۰۲۶	۰/۴±۰/۳۹	۰/۰۶±۰/۶۴
C	۳	۰/۲۳±۰/۳۸	۰/۰۰۳±۰/۰۲۲	۰/۳۱±۰/۵۵	۰/۲±۰/۵
D	۳	۰/۰۴±۰/۱۷	۰/۰۰۶±۰/۰۳	۰/۲۶±۰/۴۶	۰/۱۳±۱/۲۹
E	۳	۰/۰۵±۰/۱۷	۰/۰۱±۰/۰۲۲	۰/۱۶±۰/۷	۰/۱۶±۰/۶۸
F	۳	۰/۰۶±۰/۳	۰/۰۱±۰/۰۳۲	۰/۳۳±۰/۵۳	۰/۰۲±۰/۴۱
G	۳	۰/۰۶±۰/۱۶	۰/۰۲±۰/۰۳۸	۰/۴۹±۰/۳۹	۰/۰۷±۰/۶
H	۳	۰/۱۲±۰/۱۹	۰/۰۲±۰/۰۴	۰/۱±۰/۱۴	۰/۶۳±۱/۷
I	۳	۰/۰۳±۰/۱۶	۰/۰۰۳±۰/۰۱۶	۰/۲۵±۰/۴۷	۰/۲۲±۰/۵۶
J	۳	۰/۰۸±۰/۲	۰/۰۰۱±۰/۰۴	۰/۱۷±۰/۲۱	۰/۱±۰/۸۶
K	۳	۰/۰۲±۰/۱۱	۰/۰۱±۰/۰۴	۰/۲۱±۰/۴۱	۰/۱۵±۰/۷۸
L	۳	۰/۱۱±۰/۲۴	۰/۰۱±۰/۰۲	۰/۱۶±۰/۳۴	۰/۱۸±۰/۸
M	۳	۰/۱±۰/۱۹	۰/۰۲±۰/۰۳	۰/۱۳±۰/۳۶	۰/۰۷±۰/۵۹
N	۳	۰/۰۰۴±۰/۲۴	۰/۰۲±۰/۰۵	۰/۱۹±۰/۳۷	۰/۳۲±۰/۶۴
O	۳	۰/۰۵±۰/۱۴	۰/۰۲±۰/۰۴	۰/۰۶±۰/۳۴	۰/۰۵±۰/۸۱
P	۳	۰/۰۴±۰/۰۶	۰/۰۳±۰/۰۵	۰/۰۰۹±۰/۲۵	۰/۰۸±۰/۹۶
حداکثر	۳	۰/۱۷±۰/۳	۰/۰۳±۰/۰۵	۰/۱۶±۰/۷	۰/۶۳±۱/۷
حداقل	۳	۰/۰۲±۰/۱۱	۰/۰۰۳±۰/۰۱۶	۰/۱±۰/۱۴	۰/۰۲±۰/۴۱
کل	۴۸	۰/۱۱±۰/۲۱۱۵	۰/۰۱۹±۰/۳۵۱۹	۰/۲۴±۰/۴۰۹۸	۰/۳۶±۰/۷۷
حداکثر مجاز فلزات بر اساس US-EPA		۴	۰/۲	۱	-
غلظت مجاز فلزات WHO		۰/۵	۰/۱	۰/۳۸	۰/۴۸

غلظت سرب در نمونه‌های تن ماهی از ۱۱ /۰-۰/۳میکرو گرم بر گرم و با میانگین ۰/۱۱ میکروگرم بر گرم متغیر بود. بیشترین غلظت سرب در تن ماهی A,B,F با غلظت ۰/۳ میکروگرم بر گرم و کمترین مقدار غلظت سرب در تن ماهی k با میزان ۰/۱۱ میکروگرم بر گرم بود. غلظت کادمیوم در این مطالعه ۰/۰۱۶- ۰/۰۵میکرو گرم بر گرم و میانگین آن ۰/۱۹۰ میکرو گرم بر گرم متغیر بود. حداکثر غلظت کادمیوم ۰/۵۰ برای تن ماهی N,P و حداقل ۰/۱۶۰ میکروگرم بر گرم برای نمونه تن ماهی I بدست آمد. غلظت نیکل در این بررسی ۰/۱۴-۰/۷ میکرو گرم بر گرم و میانگین ۰/۲۴ میکرو گرم بر گرم بود. حداکثر غلظت نیکل با ۰/۷میکرو گرم بر گرم برای تن ماهی E و حداقل میزان نیکل ۰/۱۴ میکروگرم بر گرم برای تن ماهی H تعیین مقدار شد. غلظت روی در نمونه‌های تن ماهی از ۰/۴۱-۱/۷ میکروگرم بر گرم، میانگین ۰/۳۶ میکروگرم بر گرم متغیر بود. حداکثر غلظت روی در تن ماهی H با میزان ۱/۷ میکروگرم بر گرم و حداقل غلظت روی در تن ماهی F با غلظت ۰/۴۱ میکروگرم بر گرم حاصل شد. بین تن‌های مختلف از نظر از لحاظ سرب و روی تفاوت معنی‌دار بود ($P<0/05$). ولی از لحاظ کادمیوم و نیکل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

بحث و نتیجه‌گیری:

مقدار سرب، کادمیوم و نیکل در تن ماهی‌های مورد مطالعه از مقدار مجاز استاندارد US-EPA و WHO کمتر بود. روی جز فلزات سنگین ضروری است که در دوزهای بالاتر سمی بوده و باعث کندی رشد کودکان، کاهش باروری، خشکی دهان، سردرد و تهوع می‌گردد (۲۳،۱۳). افزایش فلز سرب در بدن باعث مسمومیت سربی (ساتورنیسم) می‌شود که مهم‌ترین اثر این مسمومیت ظهور خطوط آبی رنگ بر روی لثه‌ها است (۱۴). در این مطالعه بر اساس نتایج بدست آمده میانگین غلظت سرب µ۲۱۱۵/۰±۱۱/۰g/g بود. در سال ۲۰۰۶، Falco و همکاران، همچنین اشرف و همکاران میزان سرب در چند نمونه تن ماهی در عربستان اندازه گرفتند. میزان سرب در تن ماهی به ترتیب ۰/۰۰۲ تا ۰/۲۱و۰/۲۳ تا ۰/۸۴ میکروگرم بر گرم در هر نمونه بوده که از میزان سرب در تن ماهی جنوب ایران بیشتر بوده است که دلیل این امر می‌تواند ناشی از تردد بیشتر وسایل حامل مواد نفتی، رنگهای حاوی فلزات سنگین موجود در پیکره کشتی‌ها باشد (۳،۱۵). رهنمود کمیسیون اروپایی ۲۰۰۱ (EC) و رهنمود FAO مقدار مجاز سرب در ماهی به ترتیب ۰/۴ mg/kg و ۰/۵می‌باشد (۱۶). در مقایسه با این دو رهنمود میزان سرب در

نمونه‌های تن ماهی در مطالعه حاضر کمتر از آنها بدست آمد. میانگین غلظت کادمیوم برابر با ۰/۰۱۹±۰/۰g/g۳۵۱۹μبود.

Voegborlo و همکاران، Sallam و همکاران و همچنین Jaffar و همکاران در سال ۱۹۹۹ میزان کادمیوم در تن ماهی در مصر و عربستان اندازه گرفتند، میزان کادمیوم در تن ماهی ۰/۳۲، ۰/۳۵، ۰/۲۸میکروگرم بر گرم در هر نمونه بوده که از میزان کادمیوم در تن ماهی جنوب ایران بیشتر بود (۱۷). در بین سالهای ۱۹۷۶-۱۹۷۷، Wodich و همکاران، Diaz و همکاران در سال ۱۹۹۹، Voegborlo و همکارانش، میزان کادمیوم و سرب در تن ماهی در اتریش اندازه گرفتند، طی مطالعه آنها مشخص شد که میزان کادمیوم و سرب آنها در تن ماهی به ترتیب ۰/۹۷ تا ۰/۰۵، ۰/۰۸، ۰/۳۲ تا ۰/۰۹ میکروگرم بر گرم بوده که از میزان کادمیوم در تن ماهی جنوب ایران بیشتر، اما میزان سرب کمتر بوده است که دلیل آن می‌تواند تخلیه بیشتر پسابهای صنعتی و همچنین شیرابه مواد زائد حاوی فلز سرب به منابع آبی باشد که در بدن ماهی‌ها تجمع می‌یابد (۱۰،۱۸). با توجه به رهنمود کمیسیون اروپایی ۲۰۰۱ (EC) مقدار مجاز کادمیوم در ماهی mg/kg ۰/۰۵می‌باشد (۱۶). با مقایسه این رهنمود میزان کادمیوم در مطالعه حاضر کمتر است. میانگین غلظت نیکل و روی در این مطالعه به ترتیب برابر با μg/g ۰/۴۰۹۸±۰/۲۴، ۰/۷۷ ±۰/۳۶بود. میزان نیکل در تن ماهی ۰/۰۳۲ تا ۱/۳۸ میکروگرم بر گرم و میزان روی ۰/۶ تا ۱۶۵ میکروگرم بر گرم بوده که از میزان نیکل و روی در تن ماهی جنوب بیشتر بوده است (۱۹). در پسابهای صنعتی و مواد نفتی فلزات سنگین مانند کادمیوم، باریوم، سرب و روی از صفر تا یک پی پی ام وجود دارد و انتشار این نوع فرآورده‌ها در آبهای ساحلی می‌تواند دلیل مهمی بر وجود فلزات سنگین در دریاها و ورود آنها به بدن آبزیان باشد (۲۰). با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی فلزات سنگین در تن ماهی جنوب ایران می‌توان راهکارهایی برای کاهش این مشکل زیست محیطی ارائه داد. با نظر به توسعه شهرهای جنوب کشور در آینده و پروژه‌های متعدد در دست اجرا و بار آلودگی ناشی از فعالیتهای فعلی و آینده صنایع می‌توان موارد زیر را ذکر کرد (۲۱). مقایسه نتایج گرفته شده با کشورهای عربستان، اتریش، مصر، هندوستان مورد بحث قرار گرفته شده است. فلز روی با وزن اتمی ۶۵/۳۸ نقطه ذوب ۴۱۹ درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۹۰۷ درجه سانتی گراد جزء فلزات سنگین می‌باشد. املاح روی دارای طعم گس و قابض و برای پوست خورنده و در جهاز هاضمه التهاب‌آور و محرک می‌باشد و اگر از طریق گوارش وارد بدن شود، استفراغ‌آور است. فلز روی در حالت عادی خیلی کند جذب بدن می‌شود و ایجاد مسمومیت سیستمیک حاد می‌کند. حد غلظت فلز روی در آب که باعث استفراغ می‌شود، از ۶۷۵ تا ۲۲۸۰ پی پی ام و غلظتی که در آن حد مزه املاح روی حس می‌شود، ۱۵ پی پی ام است (۲۲).

۱- اعمال مقررات جهت جلوگیری از اقدامپ به تخلیه نفتکش‌ها به محیط دریا و ایجاد مکان مناسب با توجه به فاصله مناسب از دریا اتخاذ شود.

۲- مطالعه تعیین توان خود پالایی منطقه با توجه به وضعیت منطقه و گسترش صنایع در آینده

۳- رعایت ضوابط و استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست.

۴- الزام انجام مطالعات ارزیابی زیست محیطی طرح‌ها و پروژه‌های اقتصادی در دست مطالعه و در حال احداث و نظارت کامل بر حسن انجام مسائل زیست محیطی در این صنایع

۵- جلب مشارکت مردم و ارتقاء فرهنگ زیست محیطی

میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، نیکل و روی) در تن ماهی جنوب ایران در مقایسه با کشورهای دیگر از مقدار مجاز اعلام شده کمتر بوده و همچنین از حد مجاز اعلام شده توسط US-EPA کمتر می‌باشد. به دلیل خاصیت تجمع‌پذیری این فلزات در بدن انسان و اثرات مزمن آن بر سلامتی، ملاحظات اساسی در زمینه کنترل مواد غذایی جهت پایش وضعیت بهداشتی آنها از نظر فلزات سنگین باید صورت گیرد. تحقیق مشابهی بر اساس نتایج حاصل از تحقیق مورد نظر در سایر نمونه‌های تن ماهی کنسرو شده و مواد غذایی کنسرو شده انجام پذیرد.

سپاسگزاری:

این تحقیق با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کرمان و در قالب طرحهای مصوب مرکز تحقیقات بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

References منابع

1. Malakootian M, Yaghmaeian K, Meserghani M, Mahvi AH, Danesh pajooh M. Determination of Pb,Cd,Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. *Iran J Health & Environ*. 2011;41:77-84.
2. O'Emami Khansari F, Ghazi-Khansari M. Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry*. 2005;93:293-296.
3. Connell DW, Birkinshaw CO, Dwyer TF. Heavy metal adsorbents prepared from the modification of cellulose: A review. *Bioresour Technol*. 2008;99:6709-6724.
4. Ahmadizadeh M. Industrial toxicology (Heavy metals) Tehran: Hezareh Press; 1997; 44-47. [Persian]
5. Zazooli MA, Shokrzadeh M , Izanloo H, Fathi S. Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. *African Journal of Biotechnology*. 2008;7:3686-3689.
6. Pourang N, Nikouyan A, Dennis JH. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. *Environ Monit Assess*. 2005;109:293-316.
7. Castro-Gonzalez MI, Méndez-Armenta M. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2008;26:263-271.
8. Harrison RM. Pollution (Causes, Effects and Control). The Royal Society of Chemistry Press; 2003:425-426.
9. Capar SG, Yess NJ. US Food and Drug Administration survey of cadmium, lead and other elements in clams and oysters. *Food Addit Contam*. 1996;13:553-560.
10. El Hraiki A, Kessabi M, Sabhi Y, Benard P, Buhler DR. Contamination of seafood products by cadmium, chromium, mercury and lead in Morocco. *Revue de Medecine Veterinaire*. 1992;143:49-56.
11. Amundsen PA, Staldvik FJ, Lukin AA, Kashulin NA, Popova OA, Reshetnikov YS, et al. Heavy metal contamination in freshwater fish from the border region between Norway and Russia. *Sci Total Environ*. 1997;201:211-224.
12. ASTM. Standard Guide for Preparation of Biological Samples for I norganic Chemical Analysis. Pennsylvania: American Society of Testing and Material. 1999.
13. Amdur MO, Klaassen CD, Curtis D, Doul J. Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons. 6rd ed. New york: Macmillan Press; 2001:839.
14. Joyeux JC, Campanha Filho EA, Jesus HC. Trace metal contamination in estuarine fishest Bay, ES, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 2004;47:744-765.
15. Ashraf W. Levels of selected heavy metals in tuna fish. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2006;31:89.
16. de Mora S, Fowler SW, Wyse E, Azemard S. Distribution of heavy metals in marine bivalves, fish and coastal sediments in the Gulf and Gulf of Oman. *Mar Pollut Bull*. 2004;49:410-424.
17. Voegborlo RB, El-Methnani AM, Abedin MZ. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. *Food Chemistry*. 1999;67:341-345.
18. de Mora S,Sheikholeslami MR, Wyes E,. Azemard S, Cassi R. An assessment of metal contamination in coastal sediments of the Caspian Sea. *Mar Pollut bull*. 2004;48:61-77.
19. Sultana R, Rao DP. Bioaccumulation patterns of zinc, copper, lead, and cadmium in grey mullet, Mugil cephalus (L.), from harbour waters of Visakhapatnam, India. *Bull Environ Contam Toxicol*. 1998;60:949-955.
20. Schmitt CJ, Brumbaugh WG. National contaminant biomonitoring program: concentrations of arsenic, cadmium, copper, lead, mercury, selenium, and zinc in US reshwater fish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1990;19:731-747.
21. Kannan K, Falandysz J. Speciation and concentrations of mercury in certain coastal marine sediments. *Water, Air, and Soil Pollution*. 1998;103:129-136.

22. Sanaei GH. Industrial Toxicology, Volume I. 6rd ed. Tehran: Tehran University Press; 2004. [Persian]