تعیین غلظت آرسنیک در کنسرو ماهی تن عرضه شده در شهرستان‌های اصفهان و شهرکرد

ابراهیم رحیمی[1]*، فیروز فدایی‌فرد[1]، مریم کریمی[2]، امیر شاکریان[1] و شهریار گرشاسبی[3]

[1]دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران،

[2]استادیار گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران،

[3]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲۷

چکیده

آلودگی ماهی و فرآورده‌های دریایی به فلزات سنگین به‌علت خطرات بالقوه‌ای را که برای مصرف‌کنندگان ماهیان آلوده به همراه دارد، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. موجودات دریایی قادرند آرسنیک را در محدوده بین ۱۰۰-۱ میلی‌گرم در کیلوگرم از محیط دریافت و در بدن‌شان تجمع نمایند، بنابراین مواد غذایی دریایی منبع مهم آرسنیک محسوب می‌شوند. در این پژوهش، میزان آرسنیک در ۶۰ نمونه کنسرو ماهی تن اندازه‌گیری شد. میزان غلظت آرسنیک در نمونه‌های ماهی تن کنسرو شده در محدوده مابین ۰/۰۲-۰/۱۴۷ میکروگرم در گرم با میانگین ۰/۰۷۲ میکروگرم در گرم بود. نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت آرسنیک نمونه‌های ماهی تن زیر حد تعیین شده در استاندارد اتحادیه اروپا بوده است. البته باید ارزیابی مخاطرات در ارتباط با این فلز از طریق مواد غذایی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آرسنیک، کنسرو ماهی تن، ایران

مقدمه

امروزه در نقاط مختلف دنیا نگرانی در مورد کیفیت غذاها افزایش یافته است (Ikem و Egiebor، ۲۰۰۵). مطالعات فراوانی در خصوص تعیین غلظت عناصر و اثرهای سمی آن‌ها در غذا انجام شده و به سرعت در حال افزایش است (Yilmaz و Yilmaz، ۲۰۰۷). در این بین، فلزات سنگین به‌دلیل قدرت جذب بالا به‌وسیله موجودات دریایی و سمیت بالقوه‌شان به‌عنوان مهم‌ترین شکل آلودگی‌های محیط آبی مدنظر می‌باشند (Anacleto و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به این‌که حد تحمل سیستم‌های ایمنی بدن در برابر مقادیر پایین عناصری مانند آرسنیک، کادمیوم، سرب و جیوه، پایین است، این عناصر به‌شدت برای بدن انسان سمی می‌باشند و اثرات سوء آن بر روی اکوسیستم‌های دریایی و سلامت انسان نسبت به سایر آلودگی‌ها بسیار بیش‌تر و مهلک‌تر می‌باشد (Abou-Arab و همکاران، ۱۹۹۶). در بین فلزات سنگین اثرات سمی آن‌ها به‌خصوص آرسنیک، جیوه، کادمیوم و سرب به‌صورت وسیع‌تری مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعه‌ها نشان می‌دهد که توزیع انواع این فلزات بین گونه‌های آبزیان با فصل سال، سن، سرعت رشد و برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی آن‌ها ارتباط مستقیمی دارند (Law و Singh، ۱۹۹۱؛ Yilmaz و Yilmaz، ۲۰۰۷). سمیت ترکیبات آرسنیک به خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات، راه‌های ورود به بدن، مقدار مصرف، مدت زمان در معرض قرارگیری، مقادیر آن در رژیم غذایی و شرایط فیزیولوژیک مصرف‌کننده بستگی دارد (Edmonds و Francesconi، ۱۹۹۳؛ IMNA، ۲۰۰۳). مسمومیت حاد با آرسنیک، سیستم اعصاب مرکزی را در بر می‌گیرد و باعث حالت اغماء در فرد مسموم می‌شود و مصرف حدود

* مسئول مکاتبه: ebrahimrahimi55@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱۸۰-۷۰ میلی‌گرم آرسنیک منجر به مرگ می‌گردد. مسمومیت مزمن، سبب بروز ضعف عمومی در عضلات، کاهش اشتها، تهوع، التهاب غشاهای مخاطی چشم، بینی، حنجره و ضایعات پوستی می‌گردد (Occupational Safety and Health Administration، ۲۰۰٤). تظاهرات عصبی و حتی تومورهای بدخیم در اندام‌های مهم و حیاتی بدن از جمله بافت ریه ناشی از آرسنیک نیز مشاهده شده است (Kerdthep و همکاران، ۲۰۰۹؛ OSHA، ۲۰۰٤). ماهی و سایر فرآورده‌های آبزی به‌طور وسیعی در سراسر دنیا طرفداران زیادی دارد چرا که این فرآورده‌های غذایی دارای مقادیر بالایی پروتئین، میزان پایین چربی‌های اشباع و شامل مقادیر مناسبی اسیدهای چرب ضروری می‌باشند و به این شکل نقش مهمی را در سبد غذایی انسان‌ها دارند (Alberti-Fidanza و همکاران، ۲۰۰۳). علاوه‌بر این ماهی به‌طور وسیعی در معرض آلاینده‌ها و آلودگی‌های آب قرار می‌گیرد و به این شکل ماهی به‌عنوان یک شاخص مناسب برای غلظت آلاینده‌های موجود در آب‌ها مثلاً فلزات سنگین شناخته شده است (Connel، ۱۹۹۰). ماهی تن به‌عنوان یک منبع تغذیه‌ای مهم می‌تواند مقادیر بسیار زیادی از فلزات سنگین را در بدن خود ذخیره کند که گاهی از همین شاخص‌ها برای پایش آلودگی‌های زیست‌محیطی استفاده می‌شود (Ikem و Egiebor، ۲۰۰۵؛ Connel، ۱۹۹۰؛ Burger و همکاران، ۲۰۰۲؛ Emami Khansari و همکاران، ۲۰۰۵). براساس یافته‌ها و اطلاعات موجود، مطالعات محدودی در خصوص ارزیابی فلزات سنگین در مواد غذایی در ایران انجام شده است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع و خطرات بالقوه فلزات سنگین از جمله آرسنیک بر سلامت بشر، این مطالعه با هدف بررسی وضعیت غلظت آرسنیک در یکی از پرمصرف‌ترین اقلام غذایی آماده مصرف از فرآورده‌های دریایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: در مجموع، ٦۰ نمونه کنسرو ماهی تن از سوپرمارکت‌ها در نقاط مختلف شهرستان‌های اصفهان و شهرکرد جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری میزان آرسنیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌ها به‌طور تصادفی ساده و از ٦ نوع مختلف کنسرو ماهی تن موجود در بازار مصرف گرفته شد.

اندازه‌گیری آرسنیک: نمونه‌ها مطابق دستورالعمل‌های ارائه شده در متون به روش مرطوب با استفاده از اسید هضم شدند. به این منظور، ۵ گرم از هر نمونه با حساسیت ۰/۰۰۱ گرم توزین و به بالن ژوژه‌های ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده شد. ۱۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک با خلوص بالا (مرک، آلمان) به نمونه‌ها اضافه شد و به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند. پس از طی زمان موردنظر، ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه به هر نمونه اضافه شد و نمونه‌ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد تا نمونه شفاف شود. در پایان، نمونه‌ها در بالن ژوژه با آب مقطر ۲ بار تقطیر به حجم رسانده شد (Emami Khansari و همکاران، ۲۰۰۵).

برای بررسی درستی آزمایش جذب نمونه‌های بلانک در طول مطالعه مورد پایش قرار گرفت. با این هدف، به سه نمونه از نمونه‌های آماده شده، غلظت‌های ۰/۰۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ میکروگرم در گرم آرسنیک اضافه شد و درصد بازیافت این نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت (Yilmaz و Yilmaz، ۲۰۰۷). طول موج پرتو کاتدی برای اندازه‌گیری آرسنیک ۲۳۵/۷ نانومتر در نظر گرفته شد. برای رسم منحنی کالیبراسیون، فاز آلی کمپلکس آرسنیک به خانه‌های مخصوص دستگاه جذب اتمی اضافه شد؛ دستگاه به‌طور خودکار حجم معینی از نمونه بلانک و استانداردها را برداشته و پس از قرائت منحنی کالیبراسیون مربوط به کمک نرم‌افزار Winlab دستگاه ترسیم و مقدار عنصر آرسنیک بر حسب میکروگرم در گرم اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها با استفاده از آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار و میانه) و آمار استنباطی (آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه) در سطح

Archive of SID
www.SID.ir

اطمینان ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج

برای اطمینان از دقت و درستی آزمایش‌های انجام شده درصد بازیافت بر روی تعدادی از نمونه‌ها انجام شد که نتایج این بخش از مطالعه نشان داد درصد بازیافت نمونه‌ها در غلظت‌های ۰/۰۰۵، ۰/۰۱۰ و ۰/۰۲۰ میکروگرم در گرم به‌ترتیب ۹۲، ۹۴ و ۹۵ درصد بوده است (جدول ۱).

جدول ۱- ارزیابی درصد بازیافت آرسنیک از نمونه‌های کنسرو ماهی تن.

غلظت آرسنیک اضافه‌شده (میکروگرم در گرم)	غلظت آرسنیک (میکروگرم در گرم)	درصد بازیافت
۰/۰۰۵	۰/۰۰۴۶	۹۲
۰/۰۱۰	۰/۰۰۹۴	۹۴
۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۹۵

نتایج این مطالعه نشان داد محدوده آلودگی نمونه‌های کنسرو ماهی تن به آرسنیک بین ۰/۰۲-۰/۱۴۷ میکروگرم در گرم بوده است. میانگین و انحراف معیار نمونه‌ها به‌ترتیب ۰/۰۷۲ و ۰/۰۳۲ میکروگرم در گرم به‌دست آمد و میانه آن ۰/۰۶۹ میکروگرم در گرم بود.

بخش دیگری از مطالعه به بررسی مقایسه میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های کنسرو ماهی تن تولید شده از شرکت‌های تجارتی مختلف بود. نتایج نشان داد غلظت آرسنیک در ۶ نوع کنسرو تولید شده از کارخانه‌های مختلف اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین، انحراف معیار و محدوده غلظت آرسنیک در کنسرو ماهی تن تولیدشده در ۶ کارخانه مختلف ایران.

ردیف	تعداد نمونه	میانگین غلظت آرسنیک (میکروگرم در گرم)	انحراف معیار
۱	۱۰	۰/۰۷۳	۰/۰۴۱
۲	۱۰	۰/۰۸۱	۰/۰۳۴
۳	۱۰	۰/۰۶۹	۰/۰۳۳
۴	۱۰	۰/۰۸۳	۰/۰۲۷
۵	۱۰	۰/۰۵۹	۰/۰۳۳
۶	۱۰	۰/۰۶۷	۰/۰۳۲
مجموع	۶۰	۰/۰۷۲	۰/۰۳۲

بحث

فلزات سنگین به‌عنوان مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌های دریایی شناخته می‌شوند، زیرا این آلاینده‌ها علاوه‌بر خاصیت سمی‌شان، خاصیت تجمعی در اندام‌های آبزیان از جمله ماهی دارند (Emami Khansari و همکاران، ۲۰۰۵؛ Law و Singh، ۱۹۹۱) و مصرف مواد غذایی آلوده به عنصری مثل آرسنیک می‌تواند حتی در غلظت‌های پایین بسیار آسیب‌رسان باشند، به‌خصوص وقتی که به‌تدریج و مداوم به بدن وارد شوند (Tuzen، ۲۰۰۳؛ IMNA، ۲۰۰۳؛ Attar، ۱۹۹۲). نتایج این مطالعه میانگین غلظت آرسنیک را در نمونه‌های کنسرو بررسی شده، ۰/۰۷۲ میکروگرم در گرم نشان داد. مقایسه نتایج این بخش نشان داد که محدوده آلودگی نمونه‌ها به آرسنیک پایین می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعه امامی‌خوانساری و همکاران (۲۰۰۵)، محدوده غلظت آرسنیک در ماهی تن کنسرو شده، ۰/۰۳٦۹–۰/۲٦۱۸ میکروگرم در گرم، با میانگین ۰/۱۲۸ میکروگرم در گرم تعیین شد (Emami Khansari و همکاران، ۲۰۰۵). گالیک و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای در خصوص ارزیابی غلظت جیوه و آرسنیک در مواد غذایی دریایی، میانگین غلظت آرسنیک را در مجموع مواد غذایی دریایی، ۳/٤ میلی‌گرم در کیلوگرم با انحراف معیار ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش نموده‌اند که غلظت بالایی را نشان می‌دهد (Gawlik و همکاران، ۱۹۹۷). گزارشی از آژانس استانداردهای مواد غذایی (۲۰۰٤) نشان می‌دهد میانگین غلظت آرسنیک کل و آرسنیک معدنی در انواع ماهیان پرمصرف در انگلستان به‌ترتیب ۳۲۱٤ میکروگرم در کیلوگرم و ۱٦ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. در همین گزارش، سطح غلظت آرسنیک در سایر گروه‌های مواد غذایی به مراتب پایین‌تر بوده است. به‌عنوان مثال، غلظت آرسنیک کل در گوشت طیور، ۷۳ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (FSA، ۲۰۰٤). در مطالعه مشابهی از آژانس استانداردهای مواد غذایی غلظت آرسنیک کل در ماهی تن و ماهی تن کنسرو شده به‌ترتیب ۱/۰٤ میکروگرم در کیلوگرم و ۰/۹۱ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است. در همین گزارش، غلظت آرسنیک کل از سایر انواع ماهی بسیار متغیر و از ۰/۱۲ میکروگرم در کیلوگرم تا ۲۰/۱۷ میکروگرم در کیلوگرم گزارش شده است (FSA، ۱۹۹۹). اتار و همکاران (۱۹۹۲) با بررسی ۱۵ گونه آبزی شامل انواع ماهی و سخت‌پوستان دریایی صید شده از خلیج‌فارس، سطح غلظت آرسنیک را در نمونه‌های ذکر شده در بالا از ۳۲/۳–۰/۱٦ میکروگرم در گرم گزارش نموده است. در این مطالعه، میزان غلظت آرسنیک به‌ترتیب در میگو، خرچنگ و لابستر، ۱٦/۸، ٦/۲۸ و ۱۲/۷ میکروگرم در گرم بالاترین میزان در مقایسه با سایر آبزیان بوده است (Attar و همکاران، ۱۹۹۲).

مطالعه‌ای از آیکم و اگیبور (۲۰۰۵) در امریکا در زمینه ارزیابی فلزات سنگین در ماهی‌های کنسرو شده (ماکرل، تن، سالمون، ساردین و هرینگ) ارائه شده در بازار مصرف جورجیا و آلاباما امریکا نشان می‌دهد غلظت آرسنیک در انواع کنسرو ماهی بررسی شده بین ۱/۷۲–۰ میکروگرم در گرم بوده است. در این مطالعه، سه نمونه از انواع نمونه کنسروهای بررسی شده حامل بیش از ۱ میکروگرم در گرم آرسنیک بوده است (Ikem و Egiebor، ۲۰۰۵). مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج این بررسی بیانگر این است که اگرچه وسعت محدوده غلظت آرسنیک در نمونه‌های مورد مطالعه ما کم‌تر است اما میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌های کنسرو ماهی تن در هر دو بررسی مشابه و اختلاف آماری معنی‌داری بین دو مطالعه وجود ندارد. کرتهپ و همکاران (۲۰۰۹) در تایلند نشان داد غلظت آرسنیک در طیف وسیعی از آبزیان شامل ماهی، میگو و نرم‌تنان در محدوده مابین ۷/۰۳۲–۰/٤۰۱ میکروگرم در گرم بوده است. در این مطالعه، غلظت آرسنیک در بافت عضله ماهی تن ۰/۹۵۷–۰/۰۱۷ میکروگرم در گرم بوده است (Kerdthep و همکاران، ۲۰۰۹). در همین راستا، غلظت آرسنیک در بافت عضلانی ماهی ماکرل و کوسه ماهیان صید شده از دریای آدریاتیک به‌ترتیب ۰/۲۹±۱/۰٦ و ۳/٦±۲۳/۳ میکروگرم در گرم بوده است (Jureša و Blanuša، ۲۰۰۳). Soegianto و Hamami (۲۰۰۷) در اندونزی، Sloth و همکاران (۲۰۰۵) در نروژ و Burger و Gochfeld (۲۰۰۵) در آمریکا غلظت آرسنیک تام را در انواع ماهیان با اهمیت تجاری و فرآورده‌های آن به‌ترتیب در محدوده بین ۸/۳–۳/٤ تا میکروگرم در گرم، ۱–۰/۱ و ۱/۷۰–۰/٤٤ میکروگرم در گرم گزارش نموده‌اند (Soegianto و Hamami، ۲۰۰۷؛ Burger و Gochfeld، ۲۰۰۵؛ Sloth و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد سطح غلظت فلزات سنگین در گوشت و سایر اندام‌های آبزیان بستگی زیادی به سن، جنس، فصل سال و محل اخذ نمونه دارد. همچنین

Archive of SID
www.SID.ir

گزارش‌ها نشان می‌دهد، پخت و پز می‌تواند تا حدودی بر غلظت نهایی فلزات سنگین فرآورده‌های غذایی تاثیرگذار باشد (Anacleto و همکاران، ۲۰۰۹؛ Law و Singh، ۱۹۹۱؛ Yilmaz و Yilmaz، ۲۰۰۷؛ Schoof و Yager، ۲۰۰۷). علاوه‌بر این‌ها، نوع بسته‌بندی و تکنولوژی به‌کار گرفته شده در بسته‌بندی مواد غذایی نیز می‌تواند تا حدودی بر میزان عناصر موجود در ماده غذایی کنسروشده اثرگذار باشد (Tuzen، ۲۰۰۳). بنابراین تفاوت‌های موجود در گزارش‌های متفاوت از مناطق مختلف می‌تواند ناشی از هر یک از عوامل توضیح داده شده باشد. همچنین روش‌های متنوع در سنجش عناصر را می‌توان از دیگر عوامل مؤثر در تفاوت‌های ذکر شده دانست (Delgado و همکاران، ۲۰۰۳).

با توجه به این‌که در سال‌های اخیر مطالعه‌های فراوانی در خصوص تدوین استانداردها برای مواد غذایی مختلف از نظر ویژگی‌های میکروبی، شیمیایی و سم‌شناسی در ایران صورت پذیرفته است اما متأسفانه تاکنون استاندارد مدون و ثبت‌شده‌ای در خصوص میزان مجاز آرسنیک در مواد غذایی مختلف وجود ندارد، اگرچه چنین استانداردهایی در بسیاری از کشورها موجود می‌باشد. مقایسه میانگین و محدوده میزان آرسنیک در نمونه ماهی‌های تن کنسرو شده در این بررسی با استاندارد کشورهایی چون مالزی و انگلستان (۱ میکروگرم در گرم)، نیوزیلند (۲ میکروگرم در گرم) و هنگ‌کنگ و اتحادیه اروپا (٦ میکروگرم در گرم) (Soegianto و Hamami، ۲۰۰۷؛ Ikem و Egiebor، ۲۰۰۵؛ CEC، ۲۰۰۱؛ Munoz و همکاران، ۲۰۰۰؛ Tuzen و Soylak، ۲۰۰۷) بیانگر آن است که هیچ‌یک از نمونه‌های بررسی شده در این مطالعه بالاتر از استانداردهای ذکر شده در بالا نبوده است. اما بررسی‌ها نشان می‌دهد مصرف طولانی‌مدت و مداوم مواد غذایی آلوده به ترکیبات آرسنیک حتی با غلظت‌های پایین می‌تواند در درازمدت منجر به ضایعاتی چون التهاب پوستی، لکه‌دار شدن پوست و حتی سرطان پوست گردد (OSHA، ۲۰۰٤).

در این بررسی، غلظت آرسنیک نمونه‌های ماهی تن پایین‌تر از حد تعیین‌شده در استاندارد اتحادیه اروپا بوده است (CEC، ۲۰۰۱) و مصرف آن برای انسان خطرناک نیست. بنابراین با توجه به خطرهای حضور آرسنیک در مواد غذایی و ویژگی تجمع این فلز در بافت‌ها و اندام‌های بدن توصیه می‌شود از مصرف مواد غذایی آلوده به غلظت‌های بالای این عنصر پرهیز شود و از آن‌جایی‌که فرآورده‌های دریایی به‌خصوص سخت‌پوستان دریایی و آبزیانی چون ماهی تن معمولاً بالاترین غلظت‌های فلزات سنگین را دارند، بنابراین توصیه می‌شود مصرف این فرآورده‌ها در گروه‌های سنی حساس با احتیاط صورت پذیرد.

سپاسگزاری

نگارندگان مراتب سپاس خود را از آقای مهندس رضا سرهنگ‌پور و مهندس منوچهر احمدی که ما را در انجام این طرح یاری رساندند، اعلام می‌دارد.

منابع

1.Abou-Arab, A.A.K., Ayesh, A.M., Amra, H.A., and Naguib, K., 1996. Characteristic levels of some pesticides and heavy metals in imported fish. Food Chemistry, 57, 487-492.
2.Alberti-Fidanza, A., Burini, G., Perriello, G., and Fidanza, F., 2003. Trace elements intake and status of Italian subjects living in the Gubbioarea. Environment Research, 91, 71-77.
3.Anacleto, P., Loureno, H.M., Ferraria, V., Afonso, C., Carvalho, M.L., Martins, M.F., and Nunes, M.L., 2009. Total Arsenic Content in Seafood Consumed in Portugal. J. Aqua. Food Prod. Technol. 18, 32-45.
4.Attar, K.M., Elfaer, M.Z., Rawdah, T.N., and Tawabini, B.S., 1992. Levels of arsenic in fish from the Arabian Gulf. Marine Pollution Bulletin, 24, 94-97.
5.Burger, J., and Gochfeld, M., 2005. Heavy metals in commercial fish in New Jersey. Environmental Research, 99, 403-412.

Archive of SID
www.SID.ir

6.Burger, J., Gaines, K.F., Shane Boring, C., Stephens, W.L., Snodgrass, J., and Dixon, C., 2002. Metal levels in fish from the Savannah River: potential hazards to fish and other receptors. Environmental Research, 89, 85-97.
7.Commission of the European Communities, 2001. Commission Regulation (EC) No. 221/2002 of 6 February 2002 amending regulation (EC) No. 466/2002 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Communities, Brussels, 6 February 2002.
8.Connel, J.J., 1990. Control of fish quality. 3rd ed., Fishing News Books, Ltd., London, England, 227p.
9.Delgado, A.C., Navarro, M., Lopez, H., and Lopez, M.C., 2003. Determination of total arsenic levels by hydride generation atomic absorption spectrometry in foods from south-east Spain: estimation of daily dietary intake. Food Additive and Contaminants, 20, 923-32.
10.Edmonds, J.S., and Francesconi, K.A., 1993. Arsenic in sea foods: human health aspects and regulations. Marine Pollution, 26, 665-674.
11.Emami Khansari, F., Ghazi-Khansari, M., and Abdollahi, M., 2005. Heavy metals content of canned tuna fish. Food Chemistry, 93, 293-296.
12.Food Standards Agency, 1999. Total diet study: Total and inorganic arsenic in food. Food Surveillance Information Sheet, 204. 51.04.
13.Food Standards Agency, 2004. Total Diet Study of twelve elements - aluminum, arsenic, cadmium, copper, lead, manganese, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. Food Surveillance Information Sheet. 48.04.
14.Gawlik, B., Druges, M., Bianchi, M., Bortoli, A., Kettrup, A., and Muntau, H., 1997. Tuna Fish (T-30). A new proficiency testing material for the determination of as and Hg in seafood. J. Anal. Chem. 358, 441-445.
15.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). J. Food Com. Anal. 18, 771-787.
16.Institute of Medicine of the National Academies, 2003. Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Planning. Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. The National Academies Press, Washington, DC, 248p.
17.Jureša, D., and Blanuša, M., 2003. Mercury, arsenic, lead and cadmium in fish and shellfish from the Adriatic Sea. Food Additive and Contaminants, 20, 241-246.
18.Kerdthep, P., Tongyonk, L., and Rojanapantip, L., 2009. Concentrations of cadmium and arsenic in seafood from Muang district, Rayong province. J. Health Res. 23, 179-184.
19.Law, A.T., and Singh, A., 1991. Relationship between heavy metal content and body weight of fish from the kelang Estuary, Malaysia. Marine Pollution Bulletin, 22, 86-89.
20.Munoz, O., Devesa, V., Suner, M.A., Velez, D., Montoro, R., Urieta, I., Macho, M.L., and Jalon, M., 2000. Total and inorganic arsenic in fresh and processed fish products. J. Agric. Food Chem. 48, 4369-4376.
21.Occupational Safety and Health Administration, 2004. Toxic Metals, Occupational Safety and Health Administration.US Department of Labor, Constitution Avenue, NW, Washington, DC, available at: http://www.osha.gov.
22.Schoof, R.A., and Yager, J.W., 2007. Variation of total and specialties arsenic in commonly consumed fish and seafood. Human and Ecological Risk Assessment, 13, 946-965.
23.Sloth, J.J., Julshamn, K., and Lundebye, A.K., 2005. Total arsenic and inorganic arsenic content in Norwegian fish feed products. Aquaculture Nutrition, 11, 61-66.
24.Soegianto, A., and Hamami, 2007. Trace metal concentrations in shrimp and fish collected from Gresilk coastal waters, Indonesia. Science Asia, 33, 235-238.
25.Tuzen, M., 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. Food Chemistry, 80, 119-123.
26.Tuzen, M., and Soylak, M., 2007. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. Food Chemistry, 101, 1378-1382.
27.Yilmaz, A.B., and Yilmaz, L., 2007. Influence of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*). Food Chemistry, 101, 1664-1669.

Archive of SID
www.SID.ir