

تعیین میزان جیوه تام و تاثیر عامل احیا کننده و وزن نمونه بر آن در کنسروهای ماهی تن به روش هیدرید ژنراتور - اتمیک ابزر بشن (HG-AAS)

جمیله سالار آملی* طاهره علی اصفهانی

بخش سم شناسی گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

(دریافت مقاله: ۱ شهریور ماه ۱۳۸۴، پذیرش نهایی: ۲۷ اسفند ماه ۱۳۸۴)

چکیده

بنا به مطالعاتی که اخیراً در خصوص غلظت مقادیر بالقوه خطرناک جیوه، آلاینده ای با وقوع جهانی و شدیداً سمی، در ماهیان دریایی و بخصوص ماهی تن انجام شده است، این تحقیق به منظور اندازه گیری مقدار جیوه تام در کنسروهای ماهی تن که پر مصرف ترین فرآورده دریایی مورد مصرف مردم می باشد، انجام شده است. به این منظور تعداد ۳۰ کنسرو ماهی تن مربوط به کارخانجات مختلف به طور تصادفی از فروشگاه های سطح شهر جمع آوری شد. مقادیر جیوه تام همه نمونه ها با دستگاه هیدرید ژنریشن جذب اتمی اندازه گیری شد. همچنین جهت بهینه سازی استخراج و اندازه گیری جیوه در نمونه های بیولوژیک، اثرات میزان SnCl_2 و وزن نمونه بر میزان جذب جیوه نیز بررسی شد. تجزیه و تحلیل آماری با آزمون t با استفاده از نرم افزار Spss10 انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصله، نمونه های کارخانجات مختلف دارای غلظت های متفاوت جیوه بود که مقدار میانگین آنها برابر $146/65 \pm 63/25 \text{ppb}$ بدست آمد. همچنین بررسی اثر غلظت SnCl_2 و وزن نمونه بر میزان جذب جیوه نشان داد که غلظت های مختلف SnCl_2 مورد استفاده، تاثیری بر میزان جذب نداشته ولی وزن نمونه بر میزان جذب و غلظت بدست آمده موثر می باشد. در مجموع می توان نتیجه گرفت که میزان غلظت جیوه در کنسروهای ماهی تن مورد آزمایش کمتر از حداکثر میزان باقیمانده مجاز (MRL) است به دلیل اثرات تراژوژنیسیته جیوه، قویاً توصیه می شود که یک تست غربالگری در محصولات تن ماهی داخلی یا محصولات تن ماهی صادر می شود، انجام شود.

واژه های کلیدی: جیوه - کنسرو تن ماهی - هیدرید ژنریشن جذب اتمی.

منابع غذایی دریایی، واجد بیشترین مقدار جیوه در ارگان های مختلف خود هستند (۳، ۱۸، ۲۵). این تجمع در ماهیان بزرگ از جمله ماهی تن، بحدی است که سازمان جهانی غذا و داروی آمریکا در سال ۲۰۰۴ به زنان در سنین بارداری و کودکان هشدار داده است که مصرف ماهی تن را محدود نمایند (۶، ۹، ۱۵، ۲۰). تغذیه انسان با ماهی آلوده به جیوه در مواردی سبب بروز مسمومیت و همه گیری شدید نیز شده است. از جمله در آلودگی که در میناماتای ژاپن اتفاق افتاد (Minamata Disease) تغذیه مادران باردار از ماهیانی که با جیوه موجود در فاضلاب یکی از کارخانجات مواد شیمیایی آلوده شده بودند، سبب شد که تولد کودکانی با ضایعات سیستم عصبی مرکزی و صدمات مغزی جنینی افزایش قابل توجهی را نشان دهد (۶). ضایعات نورو توکسیک جیوه در کودکان و جنین در تحقیقات مختلفی نشان داده شده است. اختلال در آزمونهای رفتاری از قبیل تست هوشیاری، حرکات ارادی، یادگیری زبان، ناتوانی در تطابق دید و انتقال مشاهدات در نقاشی و ضعف حافظه از جمله عوارضی است که در کودکان مواجهه شده با جیوه، گزارش شده است (۱۲، ۱۶). همچنین در یک تحقیق مقایسه ای نشان داده شده است که مواجهه با مقادیر بالاتر جیوه سبب کاهش بیشتر قدرت ادراک می شود (۱۲). ارتباط بین افزایش وقوع اختلالات قلبی در افراد بالغی که در جیره غذایی آنها مقادیر بالاتری ماهی حاوی جیوه بوده است نیز گزارش شده است (۹، ۲۱).

اهمیت بهداشتی و خطرات ناشی از جیوه در زنجیره غذایی بخصوص غذاهای با منشأ دریایی به حدی است که برخی کشورها در برنامه های ملی

مقدمه

جیوه عنصری فلزی است که در خاک و صخره ها بطور طبیعی حضور داشته و متعاقب تغییرات جوی و یا فعالیت های معدنی و صنعتی به محیط زیست راه می یابد. در برخی تحقیقات نشان داده شده است که ۳۰ درصد جیوه محیط زیست از تغییرات طبیعی مانند تغییرات گرمایی خاک و صخره ها و ۷۰ درصد آن از فعالیت های صنعتی و نیز استفاده از سوخت های فسیلی در محیط پراکنده می شود (۹، ۱۳). عواملی از قبیل باکتری ها قادرند جیوه فلزی و غیر آلی را به جیوه آلی که از عوامل نورو توکسیک بوده و خاصیت تجمع زیستی بالایی نیز دارد، تبدیل نموده و به بقای این عنصر در محیط زیست و در منابع غذایی بخصوص غذاهای دریایی کمک نمایند (۸). طبق اعلام سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا، مصرف ماهیان آلوده به جیوه مهمترین عامل مسمومیت با این عنصر بوده (۹، ۲۰) و برخی منابع دیگر نیز مصرف غذاهای دریایی را مهمترین راه مواجهه با این عنصر اعلام نموده اند (۱۱، ۱۶). خطرات بهداشتی جیوه بحدی است که حتی مواجهه با مقادیر جزئی آن بخصوص در زنان باردار و کودکان می تواند خطرناک باشد. سازمان جهانی محیط زیست در گزارشی اعلام نموده است که در آمریکا از هر ۶ خانمی که در سنین بارداری هستند، میزان جیوه خون یک نفر از آنها در حدی است که می تواند ۶۳۰۰۰۰ کودکی از هر ۴ میلیون کودک دنیا آمده در هر سال را در معرض خطرات و عوارض نورو توکسیک قرار دهد (۵، ۶، ۱۲). از آنجا که جیوه در بدن موجودات زنده تجمع می یابد لذا ماهی های بزرگ به عنوان آخرین حلقه از زنجیره



کننده جیوه با غلظت‌های مختلف، شامل ۵ درصد، ۲۰ درصد جهت مشاهده تاثیر آنها بر جذب نیز مورد بررسی قرار گرفت.

روش اندازه‌گیری جیوه: معمول‌ترین روش بکار برده شده برای اندازه‌گیری جیوه در مواد بیولوژیکی و نمونه‌های محیطی، روش بخار سرد اسپکترومتری جذب اتمی است. در این روش از چندین عامل احیا کننده مانند سدیم بروهیدراید (NaBH_4) و یا کلرید قلع (SnCl_2) استفاده می‌شود (۹، ۱۴، ۱۸).

در این تحقیق برای تعیین جیوه تام از کلرید قلع (SnCl_2) در اسید، به عنوان عامل احیا کننده استفاده شد. گاهی ممکن است SnCl_2 نتواند تمام ترکیبات جیوه آلی را احیا کند. برای حل این مشکل در روش هضم مرطوب با کمک یک اکسید کننده، تمام ترکیبات جیوه آلی، به جیوه غیر آلی اکسید شده و جیوه از کمپلکس آلی، آزاد و متعاقباً بخار جیوه بوسیله SnCl_2 احیا می‌شود. اکسیداسیون معمولاً با کمک اسیدهای قوی (اسید کلریدریک، سولفوریک و نیتریک) و اکسیدانته‌ها (هیدروژن پراکسید، پرمنگنات پتاسیم، دی کرومات پتاسیم، پتاسیم پرسولفات، پتاسیم بروماید و پتاسیم برومات) انجام می‌گیرد. افزایش دما به هنگام مرحله هضم برای انجام واکنشها، امری ضروری است (۱۸). برای آماده سازی دستگاه HG-AAS، اسید کلریدریک، SnCl_2 و گاز آرگون مورد نیاز است.

جهت اندازه‌گیری جیوه تام در نمونه‌ها، بعد از بهینه سازی روش، برای بررسی کارایی و دقت روش، به نمونه‌ها مقادیر ۱۰ ppb و ۵۰ جیوه از نمک کلرور جیوه اضافه شد که نتایج بدست آمده میزان بازدهی روش به ترتیب ۸۵/۵۰ و ۱۰۷/۳۹ درصد می‌باشد. به منظور اندازه‌گیری جیوه تام در نمونه‌های کنسرو ماهی تن، تعداد ۳۰ عدد تن ماهی تولید کارخانجات مختلف بطور تصادفی از فروشگاه‌های شهر تهران جمع‌آوری شد. ابتدا روغن نمونه‌ها خارج و محتویات باقیمانده در دستگاه هموژنایزر کاملاً هموژن شد. ۱ گرم از نمونه‌های هموژن داخل بالون‌های ۱۰۰ سی‌سی وزن و به آن ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه و خوب مخلوط شدند. سپس بعد از ۱۵ دقیقه قرار دادن در محیط آزمایشگاه، به مدت ۱ ساعت روی حمام آب ۹۰ درجه قرار گرفته تا هضم بافت کاملاً انجام شود. بعد از خنک شدن، به نمونه‌ها به آرامی ۲۰ میلی لیتر پرمنگنات پتاسیم ۵ درصد اضافه و مجدداً به مدت ۱-۰/۵ ساعت روی حمام ۱۰۰-۹۰ درجه قرار داده شدند تا عمل احیای جیوه انجام شود. در مرحله بعدی و بعد از خنک نمودن نمونه‌ها، ۵ میلی لیتر هیدروکسیل آمونیوم کلراید ۱۰ درصد به نمونه‌ها اضافه گردید. محتویات همه بالن‌ها در بالن ۵۰ سی‌سی، صاف و با آب مقطر به حجم رسانده شدند. در این مرحله، نمونه آماده خواندن با دستگاه هیدرید ژنریشن جذب اتمی می‌باشد.

نتایج

نتایج بهینه سازی روش: مقایسه میزان وزن‌های مختلف نمونه و اثر آن بر مقدار جذب جیوه، در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده وزن کم نمونه می‌تواند جذب جیوه را پایین‌تر از حد قابل قبول

خود بطور مقطعی یا مستمر، میزان جیوه را در محیط و یا مواد غذایی، پایش و کنترل می‌نمایند. از جمله در آمریکا میزان جیوه کنسروهای ماهی تن در سالهای ۲۰۰۳-۱۹۹۸ مورد آنالیز قرار گرفته و چنین اعلام شده است که مقدار جیوه کنسروهای ماهی تن از سال ۱۹۹۱ کمی رو به افزایش بوده اما همچنان در ۷۵ درصد موارد، مقادیر یافت شده کمتر از مقادیر توصیه شده FDA بوده است (۱۱، ۲۰). تحقیقات در خصوص میزان جیوه در ماهی نشان می‌دهد که گونه ماهی نیز در میزان تجمع این عنصر نقش دارد (۱۹، ۲۳). در ایران نیز در یک بررسی مقطعی در سال ۲۰۰۴، میزان فلزات سنگین از جمله جیوه در تعداد محدودی تن ماهی اندازه‌گیری شد که نتایج نشان داده میزان جیوه نمونه‌های آزمایش شده کمتر از استانداردهای توصیه شده است (۷). از آنجا که ارزیابی وضعیت آلاینده‌ها در سبد غذایی کشورها به طور دوره‌ای، توصیه می‌شود و در سالهای اخیر نیز نمونه‌های تن ماهی آزمایش شده حاکی از آن بوده که در برخی موارد، مقادیر جیوه کنسروهای ماهی بسیار بالا می‌باشد، لذا تحقیق حاضر با جمع‌آوری ۳۰ نمونه تن ماهی از کارخانه‌های مختلف جهت برآورد وضعیت فعلی آلودگی جیوه در این محصول، طراحی شده است.

مواد و روش کار

در این تحقیق تعداد ۳۰ نمونه کنسرو ماهی تن مصرفی در سطح شهر تهران از نظر میزان جیوه با دستگاه اتمیک ابزیشن (مدل ۹۰۶) مجهز به سیستم هیدرید ژنراتور (HG-AAS) ساخت شرکت GBC، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین به منظور بدست آمدن حداکثر غلظت قابل اندازه‌گیری در نمونه توسط دستگاه HG-AAS، ارتباط دو عامل وزن نمونه و غلظت SnCl_2 بر میزان جذب جیوه مورد بررسی قرار گرفت تا ضمن بهینه سازی روش، نقطه ایتیمم در مورد وزن نمونه و غلظت SnCl_2 که در روش AAS-HG به عنوان احیا کننده جیوه عمل می‌کند بدست آید. لازم به ذکر است که وزن نمونه و مرحله احیا جیوه که به منظور تبدیل جیوه آلی به عنصر جیوه انجام می‌گیرد، از مراحل بسیار اساسی در صحت میزان اندازه‌گیری شده جیوه می‌باشد. میزان جذب قرائت شده در دستگاه اتمیک ابزیشن، رابطه مستقیم با میزان غلظت جیوه در نمونه دارد و هر مقدار این عدد دقیق‌تر باشد، صحت بیشتری در مقادیر جیوه بدست آمده در نمونه وجود خواهد داشت.

بهینه سازی روش: کلیه ظروف شیشه‌ای مورد استفاده، قبل از آزمایش یک شبانه روز در اسید نیتریک ۱۰ درصد قرار داده شد (۷). سپس با آب خوب آبکشی و با آب مقطر دی‌آیونایز شسته شدند تا آلودگی به جیوه نداشته باشند (۲۴). قبل از اندازه‌گیری جیوه در نمونه‌ها، جهت بهینه سازی روش ابتدا تاثیر وزن نمونه و غلظت SnCl_2 که دو عامل اصلی در اندازه‌گیری جیوه می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور قبل از اندازه‌گیری جیوه در نمونه‌های تن ماهی و به همان روش، مقادیر مختلف از تن ماهی بعد از هموژن نمودن، انتخاب و بهترین وزنی که بیشترین مقدار جذب را داشت به عنوان وزن اولیه نمونه انتخاب شد. از طرف دیگر مقادیر SnCl_2 به عنوان احیا



جدول ۱- مقایسه میزان وزن نمونه و اثر آن بر جذب و غلظت نمونه.

غلظت جیوه (ppb)	وزن نمونه (gr)	جذب جیوه (واحد جذب)
۲۲۶/۱۹±۳۰/۱۴	۰/۲۵۴۶±۰/۰۰۶	۰/۰۰۹±۰/۰۰۱
۱۳۷/۴۱±۲۲/۹۵	۰/۵۰۱۹±۰/۰۰۲	۰/۰۱۱±۰/۰۰۱
۱۱۳/۲۴±۰/۶۶	۰/۷۵۳۹±۰/۰۰۴	۰/۰۱۴±۰/۰۰۱
۹۵/۶۸±۰/۵۳	۱/۰۰۷۴±۰/۰۰۶	۰/۰۱۶±۰/۰۰۱

جدول ۲- بررسی اثر غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد کلرور قلع (SnCl₂) بر میزان غلظت جیوه.

مقادیر اضافه شده جیوه (ppb)	غلظت بدست آمده جیوه بر حسب (ppb) با اضافه کردن غلظت‌های مختلف کلرور قلع	غلظت بدست آمده جیوه بر حسب (ppb) با اضافه کردن غلظت‌های مختلف کلرور قلع	غلظت بدست آمده جیوه بر حسب (ppb) با اضافه کردن غلظت‌های مختلف کلرور قلع
استاندارد ۲ppb	۲/۰۷±۰/۲۷	۲/۲۶±۰/۲۷	۲/۴۶±۰/۲۹
استاندارد ۵ppb	۵/۲۷±۰/۲۸	۵/۵۳±۰/۴۸	۵/۷۳±۰/۴۲
استاندارد ۱۰ppb	۹/۹۱±۰/۶۶	۱۰/۲۳±۰/۲۳	۱۰/۷۹±۰/۴۵
استاندارد ۲۰ppb	۱۹/۸۵±۰/۳۶	۲۰/۷۱±۰/۳۴	۲۰/۶۲±۰/۴۸

دستگاه (ABS<0.01) قرار داده و همچنین وزن زیاد نمونه می‌تواند باعث کاهش جذب جیوه بدست آمده شود. وزن Optimum بدست آمده ۰/۷۵-۰/۷۵ گرم می‌باشد. همچنین نتایج بدست آمده از بررسی اثر غلظت SnCl₂ بر میزان جذب جیوه که در جدول ۲ آورده شده است، بیانگر آنست که غلظت‌های مختلف SnCl₂، تغییر معنی داری بر میزان جذب جیوه ندارد.

نتایج اندازه‌گیری جیوه در کنسروهای ماهی تن: در این تحقیق ۳۰ نمونه کنسرو ماهی تولید ۹ کارخانه مختلف مورد بررسی قرار گرفت که میانگین غلظت جیوه بر حسب ppb در کنسروهای ماهی ۱۴۶/۶۵±۶۳/۳۵ به دست آمد که میانگین حاصل در مقایسه با استاندارد اعلام شده از EPA و سازمان جهانی غذا و داروی آمریکا در مقادیر کمتری قرار دارد و حتی حداکثر میزان غلظت جیوه تام نیز از مقادیر استاندارد کمتری می‌باشد.

بحث

افزایش آلودگی‌های دریایی که بدنبال رشد قابل توجه فعالیت‌های صنعتی و عدم رعایت اصول زیست محیطی در معدوم نمودن ضایعات و فاضلاب‌های این صنایع رخ می‌دهد، سبب شده است فرآورده‌های دریایی که از منابع غنی تغذیه‌ای بخصوص در ارتباط با ویتامین E و اسیدهای چرب ضروری می‌باشند، در معرض آلودگی با مواد سمی قرار گیرند. یکی از آلودگی‌هایی که امروزه اثرات سوء آن در ابعاد مختلف مورد توجه ویژه قرار گرفته، جیوه می‌باشد. این عنصر در صنایع مختلف از جملع صنایع پتروشیمی کاربرد وسیعی داشته و جزء آلاینده‌های مهم محیط زیست و منابع غذایی به شمار می‌آید. عنصر جیوه به خصوص در فرم آلی خود علاوه بر آنکه لیپوفیلیک بوده و در بافت‌های بیولوژیک تجمع می‌یابد، دارای خاصیت تجمع زیستی می‌باشد و از این جهت مقادیر آن در رده‌های مختلف زنجیره غذایی روند افزایشی دارد. از این رو در رده‌های غذایی دریایی، ماهیانی که در بالاترین رده زنجیره قرار دارند، هم به لحاظ جثه و هم بدلیل تجمع زیستی، حاوی بیشترین مقدار جیوه در بافتهای خود

می‌باشند (۱۰، ۱۷).

برخی گونه‌های بزرگ مانند تن ماهیان (*Thunnus Spp.*)، شمشیر ماهی (*Xiphias gladius*) و ماهی مارلین بصورت طبیعی حاوی غلظت‌های بالایی از جیوه هستند (۲۱). این گوشتخواران بزرگ در انتهای زنجیره غذایی قرار دارند و رژیم غذایی آنان بدلیل وجود فرآیند تغلیظ و تجمع که تحت عنوان بزرگنمایی زیستی یا بزرگنمایی بیولوژیکی (Bioaccumulation) شناخته شده دارای غلظت بالای جیوه است (۶، ۱۴، ۱۸، ۲۰). این ماهیان به طور مداوم با دهان باز شنا می‌کنند در نتیجه جریان پراثری از آب از میان آبشش‌ها گذشته که موجب افزایش جذب اکسیژن و به همراه آن فلزات از جمله جیوه محلول در آب می‌گردد که با افزایش سن بر غلظت آن افزوده می‌شود. اختراهایی در مورد خطر مصرف گوشت انواع بزرگ اینگونه ماهیان داده شده است (۵، ۹). این امر سبب شده است که مصرف برخی آبیان از جمله ماهی تن که از رده‌های بالایی زنجیره غذایی دریایی می‌باشند بدلیل احتمال بالا بودن میزان تجمع جیوه در آنها با محدودیت‌های بهداشتی مواجه باشد. جیوه به دلیل خاصیت لیپوفیلیک خود می‌تواند از سد مغزی - خونی عبور نموده و اثرات نورو توکسیک قابل توجهی را در جنین و کودکان ایجاد نماید (۴). به همین دلیل سازمان جهانی غذا و داروی آمریکا و سازمان جهانی محیط زیست در خصوص مصرف این ماهی و فرآورده‌های آن به جمعیت‌های در معرض خطر از جمله زنان در سنین بارداری و کودکان هشدار داده است. خطرات بهداشتی جیوه به حدی است که سازمان‌های جهانی از جمله FDA، کنترل و پایش آن را بخصوص در برخی مواد غذایی از جمله ماهی تن شدیداً توصیه نموده اند. علاوه بر بافت‌های تازه ماهی تن، فرآورده‌های کنسرو شده آن که به عنوان تن ماهی معروف است نیز از نظر پایش جیوه مورد تاکید مراجع بین‌المللی قرار دارد. نتایجی که تاکنون از آنالیز جیوه در تن‌های ماهی در کشورهای مختلف بدست آمده با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند از جمله Yallouz و همکارانش در برزیل این مقدار را ۰/۶۵ppm اعلام نمودند که ۵۱ درصد نمونه‌ها بیشتر از ۰/۵ppm و ۱۵ درصد آنها بیش از ۱ppm (استانداردهای اعلام شده توسط FDA) بود (۲۶). Burger و همکارانش در آمریکا با آنالیز ۱۶۸ نمونه کنسرو تن، مقادیر جیوه تام را ۰/۴۵۶ppm در گونه ای از ماهی تن اعلام نمودند که ۲۵ درصد آنها بالاتر از مقدار استاندارد ۰/۵ppm و حداکثر بدست آمده ۰/۹۵۶ppm بوده است (۲). Acra، مقدار جیوه تام در نمونه‌های کنسرو تن کشور لبنان را ۰/۳ppm (۰/۴۹-۰/۲۵) گزارش نموده است (۱). Voegborlo در منطقه مدیترانه تعداد ۵۰ کنسرو تن را آزمایش نمود که میانگین بدست آمده ۰/۲۹ppm بوده است. البته با توجه به اینکه آستانه جداسازی جیوه در تحقیق این محقق ۰/۲ppm بوده و فقط ۲۰ درصد نمونه‌ها بیش از این آستانه دارای جیوه بودند، لذا نتیجه‌گیری شده است که مقدار واقعی جیوه تام در تن‌های جمع‌آوری شده از منطقه مدیترانه ۰/۱۲ppm بوده است (۲۵). آستانه جداسازی جیوه در تحقیق حاضر نیز ۲۰ppb (۰/۰۲ppm) می‌باشد. دقت در اپتیمایز کردن روش اندازه‌گیری جیوه می‌تواند به کاهش آستانه جداسازی و صحت نتایج بدست آمده کمک بسیاری نماید. از این رو این تحقیق قبل از آغاز



References

1. Acra, A., Namaan, S., Raffoul, Z. (1981) Total mercury levels in canned and frozen fish imported into Lebanon. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 27: 209-212.
2. Burger, J., Gochfeld, M. (2004) Mercury in canned tuna white versus light and temporal variation. *Environ. Res.* 96: 239-249.
3. Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) and Environment Canada, (2005) Guidelines for Inorganic Mercury and methyl mercury. The National Guidelines and Standards Office, Canadian Water Quality, Guidelines. Ottawa. Canada.
4. Davidson, P.W. Myers, G.J. Weiss, B. (2004) Mercury exposure and child development outcomes. *pediatrics*, 113: 1023-1029.
5. Day, J.J., Reed, M.N., Newsland, M. Ch. (2005) Neuromotor deficits and mercury concentrations in rats exposed to methyl mercury and fish oil. *Neurotoxicol. Teratol.* 27: 629-641.
6. Drabak, I., Iverfeldt, A. (1995) Mercury speciation in biological matrices. *Anal. Chem.* 17: 305-318.
7. Emami Khansari, F., Ghazi- Khansari, M., Abdollahi, M. (2004) Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chem.* 93: 293-296.
8. Gupta, Ramesh, C. (2007) Metals and micronutrients, Mercury, 1th ed., Academic press, New York, USA. pp: 442-449.
9. Herreros, M.A., Inigo Nunez, S., Sanches Perez, E., Encinas, T., Gonzalez Bulnes, A. (2008) Contribution of fish consumption to heavy metals exposure in women of childbearing age from a Mediterranean country (Spain). *Food Chem. Toxicol.* 46: 1591-1595.
10. Houserova, P., Kuban, V., Kracmar, S., Sitko, J. (2006) Total mercury and mercury species in birds and fish in an aquatic ecosystem in the Czech Republic. *Environ. Pollut.* 145: 185-194.
11. Ikem, A., 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 Compo. Anal.* 18: 771-787.
12. Jedrychowski, W., Perera, F., Jankowski, J., Rauh, V.

آنالیز نمونه‌ها، دو پارامتر اصلی در سیستم اتمیک ایزریشن - هیدرید ژنریشن یعنی وزن نمونه و عامل احیا کننده ترکیبات جیوه در سیستم هیدرید (SnCl₂) را به منظور ارتقا آستانه جداسازی جیوه نیز آزمون نموده که با بدست آمدن وزن ثابت نمونه و عدم تاثیر مقدار کلرور قلع که به عنوان احیا کننده استفاده می‌شود، آستانه جداسازی جیوه در روش خود را ۲۰ppb تعیین نمود.

با این روش میانگین مقادیر جیوه بدست آمده در تن‌های مورد آزمایش، ۱۴۶/۶۵ ± ۶۳/۲۵ppb اعلام شده است. حداکثر مقدار جیوه در تن‌های آزمایش شده، ۲۸۹/۹۳ppb بوده که در هر حال از مقادیر حداکثر میزان مجاز (۱ppm - ۰/۵) کمتر می‌باشد. مقادیر حداقل بدست آمده نیز (۰/۵ppb) از آستانه جداسازی جیوه در این روش بالاتر بوده لذا میانگین بدست آمده می‌تواند بیانگر میانگین واقعی نمونه‌ها باشد. سازمان غذا و داروی آمریکا میزان مجاز غلظت جیوه تام در ماهی را ۱ppm وزن تر در نظر گرفته است. در ژاپن غلظت جیوه تام در ماهی به میزان بیش از ۰/۴ppm (وزن تر) در نظر گرفته می‌شود. در اروپا غلظت مجاز جیوه تام ۰/۵ppm (وزن تر) است، به استثنای بعضی گونه‌های ماهی که ۱ppm می‌باشد (۱۱،۲۲).

در سال ۲۰۰۴ نیز در تحقیقی مقطعی جهت اندازه‌گیری فلزات سنگین در کنسروهای تن در ایران، مقدار جیوه تام نمونه‌ها کمتر از استاندارد بوده است (۷). اما از آنجا که مشاهدات نویسندگان در خصوص تن‌های ارسالی به مرکز تحقیقات سم شناسی در سالهای اخیر حکایت از افزایش میزان جیوه تام در نمونه‌های مورد آزمایش داشته تا آنجا که در برخی نمونه‌ها مقادیر جیوه تام ۱/۵ppm نیز بوده است، از این رو، تحقیق حاضر جهت روشن نمودن مقادیر فعلی جیوه در کنسروهای تن، اقدام به اندازه‌گیری مجدد این عنصر نموده که نتایج در بالا آورده شده است. علیرغم نتایج بدست آمده در این تحقیق و در تحقیقات مقطعی محدود در سالهای اخیر در کشور، به دلیل خطرات بسیار جدی جیوه بخصوص در کودکان و زنان در سن بارداری و نیز با توجه به مصرف زیاد کنسرو تن در کشور، ضرورت یک پایش ملی با حجم نمونه بیشتر کاملاً ضروری می‌باشد.



- (2007) Fish consumption in pregnancy, cord blood mercury level and cognitive and psychomotor development of infants followed over the first three years of life Krakow epidemiologic study. *Environ. Int.* 33: 1057-1062.
13. Lamborg, C. H., *et al.* (2002) A non-steady-state compartmental model of global-scale mercury biogeochemistry with inter hemispheric atmospheric gradients. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 66: 1105-1118.
 14. Leal, L.O., Elsholz, O., Forteza, R., Cerd, V. (2006) Determination of mercury by multi syringe flow injection system with cold-vapor atomic absorption spectrometry. *Anal. Chimica Acta.* pp. 573-574, 399-405.
 15. Moore, Ch. J. (2000) A review of Mercury in the Environment (its occurrence in Marine fish). South Carolina Department of Natural Resources. 88: 2-4.
 16. National Research Council, Commission on Life Sciences, Toxicological Effects of Methyl mercury, (2000) National Academy Press, Washington, DC, pp. 32-33.
 17. Passos, C. J.S, Mergler, D., Lemire, M., Fillion, M., Guimaraes, J.R.D. (2007) Fish consumption and bioindicators of inorganic mercury exposure. *Sci. Total Environ.* 373: 68-76.
 18. Segade, S.R., Tyson, J.F. (2003) Determination of inorganic mercury and total mercury in biological and environmental samples by flow injection-cold vapor-atomic absorption spectrometry using sodium hydride as the sole reducing agent. *Spectro. Chimica. Acta.* 58: 797-807.
 19. Shim, S.M, Dorworth, L.E, Lasrado, J.A., Santerre, C.R. (2004) Mercury and Fatty Acids in Canned Tuna, Salmon, and Mackerel. *Food Sci.* 69: 681-684.
 20. Simonin, H.A., Loukmas, J.J., Skinner, L.C., Roy, K.M. (2008) Lake variability: Key factors controlling mercury concentrations in New York State fish. *Environ. Pollut.* 154: 116-123.
 21. 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. *Environ. Res.* 98: 133-142.
 22. Storelli, M., Storelli, A., Giacomini, R., Marcotrigiano, G. (2004) Mercury speciation in the muscle of two commercially important fish, hake (*Merluccius merluccius*) and striped mullet (*Mullus barbatus*) from the Mediterranean sea estimated weekly intake. *Food Chem.* 89: 295-300.
 23. Storelli, M. M., Stuffer, R. G., Marcotrigiano, G. O. (2002) Total and Methyl mercury residues in tuna fish from the Mediterranean sea. 19: 715-720.
 24. Voegborlo, R. B., Akagi, H. (2005) Determination of mercury in fish by cold vapour atomic absorption spectrometry using an automatic mercury analyzer. *Food Chem.* 100: 853-858.
 25. Voegborlo, R.B., El-Methnani, A.M., Abedin, M.Z. (1999) Mercury, Cadmium and lead content of canned tuna fish. *Food Chem.* 67: 341-345.
 26. Yallouz, A., Campos, R.C., Louzada, A. (2001) Niveis de mercurio em atum solido enlatado comercializado na cidade do Rio de Janeiro. *Ciencias. Technol. Aliment. Campinas.* 21: 1-4.



DETERMINATION OF TOTAL MERCURY AND THE EFFECTS OF REDUCING AGENT AND SAMPLE WEIGHT ON IT IN CANNED TUNA FISH BY ATOMIC ABSORPTION HYDRIDE GENERATION(HG-AAS)

Salar Amoli. J.* , Ali Esfahani, T.

Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran-Iran.

(Received 2 June 2006 , Accepted 3 July 2007)

Abstract:

On the basis of the some studies recently published on the concentration of potentially dangerous levels of mercury, a global pollutant and highly toxic element in sea fish and specially tuna fish, this work has been carried out to determine the concentration of mercury in canned tuna fish, that compose a large majority of the fish most people eat. For this reason, 30 cans, produced by different factories were randomly collected through the Tehran vicinity and the total mercury contents of all samples was measured with GBC hydride generation atomic absorption spectrometry. To better extraction of total mercury in the biologic samples, the effects of SnCl₂ (reducing agent) and sample weight on the rate of mercury absorption was examined either. Statistical analysis was done applying T-test and SPSS (v.10). Based on the results, the tuna fish from different factories contained different concentrations of mercury the average of which was 146.65 ± 63.35 ppb. Also, it was found that sample weight, and not different concentrations of SnCl₂ affect absorption. Although the mercury concentrations of the samples tested was below standard or maximum residual level (MRL), due to teratogenic effects of mercury, it is strongly recommended to do screening tests on tuna fish products for domestic consumption or for export purposes.

Key words: Mercury, Canned tuna fish, Atomic absorption hydride generation.

*Corresponding author's email: jsalar@ut.ac.ir, Tel: 021-66117046, Fax: 021-66438324

