مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۹۹ تا ۲۱۲

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی تغییرات غلظت جیوه در طول مو و میزان جذب روزانه متیل جیوه در زنان ساکن شهرهای بندرعباس، بوشهر و ماهشهر

نرجس اکاتی، عباس اسماعیلی ساری*
گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۳۰
تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۵
تاریخ انتشار: ۹۶/۰۶/۲۹

واژگان کلیدی: جیوه، مو، زنان، پایش زیستی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
Esmaili@modares.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: اطلاعات درباره تاریخچه مواجهه افراد و پایش میزان جیوه بدن را می‌توان از طریق تجزیه بخش‌های طولی مختلف تارهای مو بدست آورد. هدف از این تحقیق ارزیابی تغییرات جیوه در طول مو طی ۶ ماهه گذشته و میزان جذب روزانه جیوه در زنان ساکن شهرهای بندرعباس، بوشهر و ماهشهر است.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی و پرسش‌نامه‌ای، تعداد ۴۳ نمونه موی بلند به صورت کاملا تصادفی از زنان در خانواده‌های صیاد و غیر صیاد جمع‌آوری گردید. میزان جیوه توسط دستگاه پیشرفته آنالیز جیوه (LECO AMA , USA) مدل ۲۵۴ با روش استاندارد ASTM به شماره D-۶۷۲۲ تعیین گردید.

یافته‌ها: میانگین کل جیوه مو ۲/۳۱ µg/g بدست آمد آزمون ANOVA نشان داد که بین غلظت‌های جیوه در قطعات مختلف موی زنان تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. میانگین جذب روزانه جیوه ۰/۲۴ µg/kg/day بدست آمد. متغیرهای سن، مصرف ماهی، شهر محل سکونت، خانواده صیاد یا غیر صیاد بر روی میزان جذب روزانه جیوه مؤثر بودند؛ اما اثر تعداد دندان‌های پرشده با آمالگام بر روی میزان جذب روزانه جیوه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: در ۶ ماهه گذشته، روند جذب متیل جیوه در افراد مورد مطالعه ثابت بوده است. میزان جذب روزانه جیوه در ۲۳ درصد از زنان مورد مطالعه از حد راهنمای JECFA فراتر بود. بنابراین با توجه به خطرهای احتمالی ناشی از مواجهه با جیوه، مطالعات ارزیابی ریسک جیوه با در نظر گرفتن همه مسیرهای مواجهه با آن در این مناطق ضروری به نظر می‌رسد.

Please cite this article as: Okati N, Esmaili-Sari A. Evaluation of changes in mercury concentrations in the hair length and methyl mercury daily intake in women resident in Bandar Abbas, Bushehr, Mahshahr cities. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(2):199-212.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

مقدمه

جیوه به‌عنوان ماده سمی گسترده در محیط زیست بوده که امروزه نگرانی‌های زیست محیطی جهانی را به دنبال داشته است. به‌طوری‌که سازمان بهداشت جهانی(WHO)، آن را در بین ۱۰ ماده شیمیایی که برای سلامت عمومی خطرناک هستند، قرار می‌دهد (۱). از آنجا که جیوه در محیط آبی می‌تواند متیله شود، در دسترس موجودات زنده قرار گیرد و بزرگنمایی زیستی یابد، در سطوح تغذیه‌ای بالاتر مانند ماهیان شکارچی در غلظت‌های بالاتری یافت می‌شود (۲). عموما بیش از ۹۵ درصد جیوه موجود در بافت ماهی را متیل جیوه تشکیل می‌دهد (۳).

اگرچه جذب جیوه در انسان از راه‌های مختلف مانند تنفس (جیوه فلزی موجود در هوای محیط کار و منزل که ناشی از ضایعات لامپ، دماسنج، آمالگام دندانی و غیره است، از طریق استنشاق وارد بدن انسان می‌شود)، تزریق (واکسن‌های حاوی تیمروزال به‌ویژه در اطفال و کودکان) و گوارش (از طریق مصرف ماهی و غذاهای دریایی) صورت می‌گیرد (۴)، اما به دلیل اینکه نمک‌های معدنی جیوه کمتر (۱۵-۷ درصد) جذب می‌شوند، اصلی‌ترین منبع مواجهه انسان با خطرناک‌ترین شکل جیوه، یا به‌عبارتی متیل جیوه از طریق مصرف ماهی و غذاهای دریایی آلوده است (۱۰۰-۹۰ درصد متیل جیوه جذب شده در بدن) (۵، ۶). در مناطقی که ماهی و دیگر محصولات دریایی غذای اصلی مردم آنجا را تشکیل می‌دهند، شکل آلی جیوه یکی از منابع اصلی تجمع زیستی جیوه در بافت‌های بدن انسان است (۷). متیل جیوه در انسان به‌سرعت و تقریبا به‌طور کامل جذب دستگاه گوارش می‌شود (میزان جذب شده ۹۰ تا ۱۰۰ درصد تخمین زده شده است) (۸). متیل‌جیوه نیمه عمر بیولوژیکی نسبتا طولانی (۴۴ تا ۸۰روز) در بدن انسان دارد. فاکتورهای زیادی روی اثرات نامطلوب جیوه بر سلامت انسان مؤثرند مانند: مدت زمان مواجهه، روش مواجهه با جیوه (تنفسی، بلع و یا تماس پوستی)، غلظت، فرم شیمیایی جیوه، سن افراد (به‌طور کلی سیستم‌های در حال تکامل حساس‌تر هستند) و الگوی مصرف ماهی و غذاهای دریایی (۹). عمده‌ترین عوارض ناشی از مسمومیت با جیوه بروز اختلالات عصبی و کلیوی است (۱۰). همچنین جیوه در بزرگسالان بیماری‌های قلبی‌عروقی و عصبی را به دنبال دارد (۱۱).

متیل جیوه یک نگرانی خاص برای زنان باردار است زیرا به‌سرعت از جفت عبور کرده و باعث آسیب‌های مغزی برای جنین در حال رشد می‌شود (۹). این آسیب‌ها شامل عقب ماندگی ذهنی، مشکلات بینایی و شنوایی، عقب افتادگی رشد و تکامل، اختلالات تکلمی و حافظه‌ای است (۱۲، ۱۳). همچنین قابل ذکر است که متیل جیوه می‌تواند از طریق شیر مادر دفع و به نوزاد منتقل گردد (۱۴). از آنجا که دوره پیش از تولد حساس‌ترین مرحله از لحاظ رشد و توسعه سیستم عصبی است، اثرات متیل جیوه از طریق مصرف ماهی به‌طور جداگانه برای زنان در سن باروری (۱۸ تا ۴۵ سال) در نظر گرفته می‌شود (۱۵). به‌دلیل اثرات سمیت عصبی متیل جیوه، برخی اتحادیه‌های ملی مانند سازمان ملی غذای سوئد توصیه کرده است که مادران باردار و زنان شیرده از مصرف برخی از گونه‌های ماهیان خودداری کنند. همچنین به گروه‌های دیگر جمعیت نیز توصیه کرده‌اند تا از مصرف مداوم گونه‌های ماهیانی که غلظت جیوه بالایی دارند، پرهیز کنند (۱۶).

میزان جیوه در موی سر و خون دو نشانگر زیستی هستند که در مطالعات سم شناسی، برای پایش زیستی جیوه جذب شده کاربرد دارند (۱۷). اما در برخی بررسی‌ها از موی سر به تنهایی به‌عنوان نشانگر زیستی مناسب برای ارزیابی سطوح مختلف مواجهه با جیوه در جمعیت عمومی استفاده شده است (۱۸). از آنجا که متیل جیوه اصلی‌ترین فرم شیمیایی جیوه در ماهی است، سنجش آن در مو به‌عنوان برآوردی قابل اعتماد از میزان وارد شده است (۱۹). در مطالعات پایش زیستی، همبستگی بالایی بین میزان جیوه کل در مو و مصرف ماهی دیده شده است (۲۰)؛ زیرا ۹۰ درصد جیوه در مو متیل جیوه است و در زمان شکل‌گیری مو، متیل جیوه به داخل فولیکول مو وارد شده و رابطه مستقیمی با غلظت جیوه خون دارد (۲۰). به‌طور معمول میانگین نرخ رشد موی سر ۱/۱ cm در ماه است. بنابراین می‌توان از طریق تجزیه بخش‌های طولی مختلف تارهای مو،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

اطلاعاتـی درباره تاریخچه مواجهه افراد و پایش طولانی میزان جیـوه بدن بدسـت آورد (۲۱، ۲۲). اندازه‌گیـری جیوه کل در هر سـانتیمتر از طول موی مـادر می‌تواند برای ارزیابی مواجهه ماهانه با متیل جیوه مادر در طول دوران بارداری اسـتفاده شود. همچنین اخیـرا ارتباط بین جیوه کل در خون بند ناف با جیوه کل در موی مادر دیده شده است و همبستگی بسیار بالایی بین میزان جیوه در موی سـر مادر (در بخشـی که در فاصله ۱cm از پوسـت سر قرار دارد) با مـتیل جیوه در مواد غذایی مصرفی بدست آمده است (۲۳). آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده آمریکا (US EPA) دوز مرجع جیوه مو را ۱μg/g تعیین کرده اسـت (۴). میانگین میزان متیل جیوه مو، متوسط غلظت متیل جیوه خون را در زمان شـکل‌گیری مو نشـان می‌دهد. با استفاده از نسبت استاندارد جهانی جیوه مو به خون که ۲۵۰ به ۱ در نظر گرفته شده است، میزان جیوه مو در شرایطی که هیچ گونه اثرات سـمی در بدن ایجاد نکنـد (۱۱/۵mg/kg)، معادل ۴۶ μg/L جیوه در خون اسـت. برطبق مدل US EPA، زمانی که میزان جیوه خون ۴۶ μg/L باشد، میزان جذب روزانه جیوه ۱/۲ μg/kg/day اسـت (۱). در تحقیقی که توسط Elhamri و همکاران (۲۴) انجام شد، میزان جیوه مو در جمعیت موروکان در سـواحل مدیترانه بررسـی گردید. در منطقـه موروکان که آلودگـی جیوه در نتیجه فعالیت‌های صنعتـی نگران‌کننده بود، میزان جیوه مو در محدوده ۰/۲۲ μg/g تا ۹/۵۶ بدسـت آمد. همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان جیوه مو با مصرف ماهی دیده شـد. صیـادان و خانواده‌های آنها که ۳ تـا ۵ بار در هفته ماهی مصرف می‌کردند، بیشـترین میزان مواجهه با جیوه را در بیـن جمعیت مورد مطالعه داشـتند. اندازه‌گیـری مقادیر جیوه مو در جمعیـت بومی جنوب ایتالیا توسـط Diez و همکاران (۲۵) انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که دامنه مقدار جیوه مـو ۰/۲۲-۳/۴ μg/g و میانگیـن غلظت ۰/۶۳ μg/g اسـت. همبسـتگی معنی‌داری بین جیوه مو با جنسـیت، سن و تعداد دفعات مصرف ماهی مشاهده گردید؛ اما همبستگی معنی‌داری میـان غلظت جیوه مو و تعداد آمالگام دندانی وجود نداشـت. Michalak و همکاران (۲۶) میزان جیوه را در سـاکنان جنوب غربی لهسـتان اندازه گرفتند. براساس اطلاعات پرسش‌نامه‌ای آنهـا میزان جیـوه مو در افرادی که بیشـتر ماهی مصرف کرده بودنـد، بالاتر از دوز مرجع US EPA بود. آنها تاکید کردند که مکان سـکونت، سن، جنسـیت، وزن، قد، تعداد دندان‌های پر شده با آمالگام، کشیدن سیگار روی میزان جیوه مو اثری ندارد. از مطالعاتی که در زمینه آلودگی جیوه مو در ایران انجام شـده اسـت، می‌توان به پژوهش Okati و همکاران (۲۷) اشاره کرد که میزان جیوه موی ۷۰ مادر سـاکن برخی شـهرهای سواحل جنوبی دریای خزر را اندازه‌گیری کردند. نتایج آنها نشان داد که میـزان مصرف ماهی مهمترین عامل مؤثر بر غلظت جیوه موی مادران بود. در همین راستا Barghi و همکاران (۲۸) با بررسی میزان جیوه مو در زنان باردار ساکن اهواز، نوشهر و روستاهای اطراف نوشـهر نتیجه گرفتند که مصرف بـالای ماهی و تعداد زیاد دندان‌های پرشده با آمالگام بر روی میزان جیوه موی زنان باردار مؤثر اسـت. همچنین Agah و همکاران (۲۹) در مطالعه خود میانگین غلظت جیوه موی ۱۹ ماهیگیر از سـواحل خلیج فارس را ۲/۹ μg/g گزارش کردند.

خلیـج فارس یکـی از اصلی‌ترین منابع غذاهـای دریایی در ایران اسـت کـه آلودگی‌هـای مختلف طبیعی، کشـاورزی و صنعتـی در آن افزایش یافته اسـت. به‌طوری‌کـه میزان جیوه در برخی ماهیان صید شـده از این منطقه بالاتر از اسـتاندارد WHO برای جیوه ماهیان (۰/۵ mg/kg) گزارش شـده است (۳۰). از طرفـی گزارشـاتی در مورد بحـران جیوه در مناطق جنوبی کشـور از جمله منطقه ماهشـهر وجـود دارد و میزان آلودگی در برخی ماهیان بالاتر از حد مجاز بوده اسـت (۳۱). در ایـن مطالعـه برای اولین بـار در ایران تغییـرات جیوه در طول موی زنان سـاکن شهرهای ماهشهر، بندرعباس و بوشهر که مصرف ماهی بالایی دارند، بررسـی گردیـد. همچنین اثر متغیرهای سـن، مصرف ماهی، شـهر محل سکونت، خانواده صیاد یا غیرصیاد و تعداد دندان‌های پرشده با آمالگام بر روی میزان جذب روزانه جیوه بررسـی شد. از طرفی میزان جذب روزانه جیوه در زنان با اسـتانداردهای معتبر جهانی مقایسـه گردید.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی- تحلیلی، در زمستان ۱۳۹۴ انجام گردید. با استفاده از فرمول کوکران cochran (۳۲) تعداد ۳۸۴ نفر به صورت تصادفی از ساکنین حاشیه سواحل شمالی خلیج فارس در شهرهای ماهشهر، بوشهر و بندرعباس که شامل خانواده صیادان و خانواده‌های غیرصیاد بودند، انتخاب شدند که با توجه به معیارهای داشتن موی بلند و رنگ نشده جهت شرکت در این تحقیق، غربالگری شدند. تعداد ۴۳ نفر این ویژگی‌ها را دارا بودند و در این تحقیق بررسی شدند. نمونه‌برداری از مناطق صیادنشین و غیرصیاد در هر شهر به صورت کاملا تصادفی انجام شد. جهت گرفتن نمونه مو، با مراکز بهداشتی هر شهر هماهنگی‌های لازم به عمل آمد. با افراد صحبت شده و رضایت آنها برای شرکت در این پژوهش کسب گردید. به دلیل مصرف بالای ماهی در بین مردم سواحل جنوب کشور این شهرها انتخاب شدند. پرسش‌نامه‌ای براساس دستورالعمل ارائه شده توسط برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP) (۲۲) تنظیم شد که حاوی سوالاتی در مورد نوع ماهیانی که به‌طور معمول مصرف می‌شدند، دفعات مصرف آنها و از طرفی چگونگی وضعیت اقتصادی، اجتماعی و سابقه بیماری‌ها بود. هم‌زمان با تکمیل پرسش‌نامه توسط افراد، نمونه‌های مو از نزدیکترین قسمت به پوست و از پشت سر برداشته شد. جهت بررسی تاریخچه جیوه در ۶ ماه گذشته، از کل طول تارهای مو در یک دسته مو (شامل ۱۵۰ تا ۲۰۰ تار مو) نمونه گرفته شد (۶). از هر فرد حداقل ۱ g مو تهیه شد. نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی به‌صورت جداگانه قرار داده شدند و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در آزمایشگاه نمونه‌های مو با دترجنت‌های غیریونی شسته شده و برای ۱۲ h در آون الکتریکی در دمای ۴۰ ^0C قرار داده شدند (۳۳). برای هر فرد، ابتدا نمونه دسته موی گرفته شده در طول به قطعات ۱ cm بریده شد و میزان جیوه در هر قطعه را به طور جداگانه اندازه‌گیری شد (۶). در این مطالعه از هر فرد ۳ قطعه مو از انتهای مو نزدیک به پوست سر هر کدام به طول ۱ cm (قطعات اول، دوم و سوم) و یک قطعه از ۶-۳ cm (قطعه چهارم) از انتهای مو جدا شدند در مجموع برای هر فرد ۴ قطعه مو جدا شد. تعداد کل نمونه‌های مو که جیوه آنها سنجش شد، ۱۷۲ نمونه بود. در نهایت نمونه‌ها خرد شده و میزان جیوه آنها اندازه‌گیری شد. میزان جیوه توسط دستگاه پیشرفته آنالیز جیوه (LECO AMA , USA) مدل ۲۵۴ با روش استاندارد ASTM به شماره D-۶۷۲۲ تعیین گردید (۳۴، ۳۵). حد تشخیص دستگاه ۱ ng/g بدست آمد. به منظور ارزیابی قابلیت تجزیه و تحلیل روش مورد استفاده و صحت روش سنجش جیوه، کنترل کیفی با استفاده از مواد استاندارد (Standard Reference Material) (SRM ۱۶۳۳b، SRM۲۷۰۹ و SRM۲۷۱۱) انجام شد (۳۶). میزان جیوه هر کدام از این مواد استاندارد سه بار توسط دستگاه سنجش جیوه اندازه‌گیری و براساس مقادیر بدست آمده، درصد بازیابی محاسبه شد. درصد بازیابی در محدوده مطلوب (بین ۹۳/۸ تا ۱۰۲/۸) بدست آمد. جهت بررسی قابلیت تکرارپذیری غلظت‌های بدست آمده از نمونه‌ها، ۱۰ درصد از نمونه‌ها سه بار آنالیز شدند که ضریب تغییرات بین ۰/۰۵ تا ۲/۵ درصد بدست آمد.

تخمین میزان جذب روزانه متیل جیوه:

میزان جذب روزانه متیل جیوه از طریق غذا با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (۳۷).

$$d = \frac{C \times b \times V}{A \times f \times bw} \quad :(۱)$$

که در این معادله:

C: میزان جیوه در خون ($\mu g/L$) = میزان جیوه در مو ($\mu g/g$) $\times \frac{250}{1000}$ (با استفاده از نسبت جیوه مو به جیوه خون که ۲۵۰ به ۱ است میانگین جیوه خون برای هر فرد محاسبه شد)

b: ثابت سرعت حذف از خون (۰/۰۱۴ در روز)

V: حجم خون بدن (۹ درصد وزن بدن)

A: فاکتور جذب از طریق گردش خون (۰/۹۵)

f: بخشی از متیل جیوه جذب شده که وارد خون می‌شود (۰/۰۵)

bw: وزن بدن (kg) که از طریق پرسش‌نامه بدست آمد

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

d: میزان متیل جیوه جذب شده از طریق غذا (µg/kg/day)

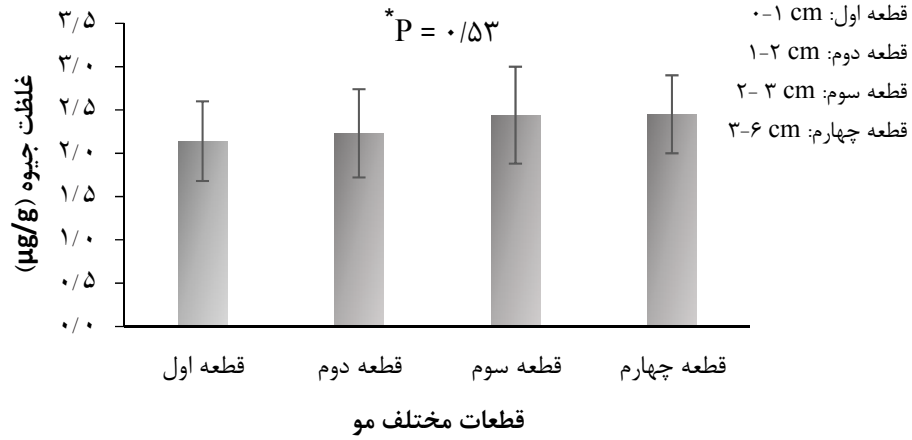
تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS (version 16.0, Chicago, IL, USA) انجام گردید. ابتدا نرمال بودن داده‌های بدست آمده با آزمون کلموگروف – اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل کشیدگی توزیع داده‌های جیوه مو، داده‌ها با استفاده از لگاریتم در مبنای ۱۰ داده‌ها نرمال شدند. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌های جیوه از آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) و یا آزمون تی مستقل (Independent T-test) استفاده شد. برای مقایسه میانگین بین گروه‌ها از آزمون توکی (Tukey) استفاده گردید.

یافته‌ها

میانگین و محدوده غلظت جیوه (µg/g) در کل طول مو (۶cm) در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین جیوه موی زنان مورد مطالعه ۲/۳۱ µg/g بدست آمد. میانگین جیوه در قطعات مختلف مو در نمودار ۱ نشان داده شده است. همچنین آزمون ANOVA نشان داد که بین میزان جیوه در قطعات مختلف موی زنان تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (نمودار ۱). میانگین جذب روزانه جیوه در زنان مورد مطالعه ۰/۲۴ µg/kg/day (محدوده: ۴۳/۰۸–۰/۵۱) بود (جدول ۲). نتایج آزمون‌های ANOVA و T-test نشان داد که متغیرهای سن (P=۰/۰۱)، مصرف ماهی (P=۰/۰۰)، شهر محل سکونت (P=۰/۰۰)، خانواده صیاد یا غیرصیاد (P=۰/۰۰) بر روی میزان جذب روزانه جیوه مؤثر بودند؛ اما اثر تعداد دندان‌های پرشده با آمالگام بر روی میزان جذب روزانه جیوه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). نمودار ۲ نتایج مقایسه میانگین جذب روزانه جیوه زنان در گروه‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ۱- میانگین و محدوده غلظت جیوه (µg/g) موی زنان مورد مطالعه

پارامتر	تعداد افراد	میانگین	محدوده	انحراف استاندارد (SD)	خطای استاندارد از میانگین (SE)
جیوه مو (۶ cm انتهایی)	۴۳	۲/۳۱	۰/۱۳–۱۰/۷۷	۳/۲۵	۰/۴۹



نمودار ۱- مقایسه میزان جیوه (میانگین± SE) در قطعات مختلف موی افراد مورد مطالعه

(* P: سطح معنی‌داری را در آزمون ANOVA برای مقایسه میانگین جیوه بین قطعات مختلف مو نشان می‌دهد)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

جدول ۲- میانگین و محدوده جذب روزانه جیوه (µg/kg/day) برای زنان مورد مطالعه

پارامتر	تعداد افراد	میانگین	محدوده	انحراف استاندارد (SD)	خطای استاندارد از میانگین (SE)
جذب روزانه جیوه	۴۳	۰/۲۴	۰/۵۱-۴۳/۰۸	۰/۳۴	۰/۰۵

جدول ۳- نتایج آزمون ANOVA و T-test برای بررسی ارتباط بین متغیرهای مستقل با میزان جذب روزانه جیوه (µg/kg/day) در زنان مورد مطالعه

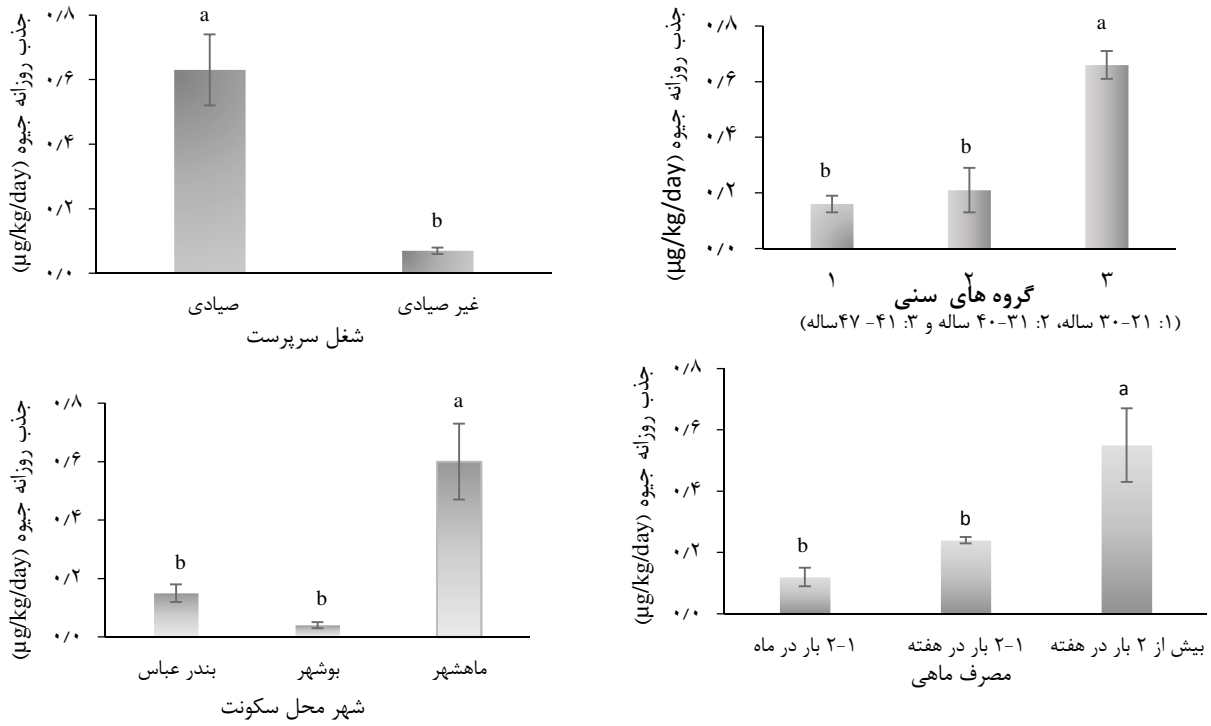
متغیر	گروه‌ها	تعداد	SE±میانگین جذب روزانه	P*
سن	۲۱-۳۰	۲۰	۰/۱۶±۰/۰۳	۰/۰۱^{A}
	۳۱-۴۰	۱۸	۰/۲۱±۰/۰۸	
	۴۱-۴۷	۵	۰/۶۶±۰/۰۵	
شهرمحل سکونت	بندر عباس	۱۷	۰/۱۵±۰/۰۳	۰/۰۰^{A}
	بوشهر	۱۴	۰/۰۴±۰/۰۱	
	ماهشهر	۱۲	۰/۶۰±۰/۱۳	
مصرف ماهی	۲-۱ بار در ماه	۱۴	۰/۱۲±۰/۰۳	۰/۰۰^{A}
	۲-۱ بار در هفته	۱۵	۰/۲۴±۰/۰۱	
	بیش از ۲ بار در هفته	۱۴	۰/۵۵±۰/۱۲	
شغل سرپرست خانواده	صیادی	۱۳	۰/۶۳±۰/۱۱	۰/۰۰^{T}
	غیرصیادی	۳۰	۰/۰۷±۰/۰۱	
تعداد دندان‌های پر شده با آمالگام	۰	۱۳	۰/۲۸±۰/۱۲	۰/۷۹^{A}
	۲-۱ دندان	۱۶	۰/۲۷±۰/۰۹	
	۴-۳ دندان	۶	۰/۲۲±۰/۰۸	
	بیش از ۴ دندان	۶	۰/۱۳±۰/۰۳	

* p سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد.
A: مقدار با استفاده از آزمون ANOVA بدست آمده است.
T: مقدار با استفاده از آزمون T-test بدست آمده است.

بحث

در تحقیق حاضر میانگین جیوه موی زنان ۲/۳۱ µg/g بدست آمد که در مقایسه با میزان جیوه موی گزارش شده برای مادران شیرده سواحل جنوبی دریای خزر (۰/۱۹ µg/g) (۲۷) و همچنین مادران سورینام در آمریکای جنوبی (۰/۸ µg/g) بالاتر است (۳۸). Liu و همکاران (۲۵) میانگین جیوه موی زنان در خانواده صیادان منطقه زوشان چین را ۱/۹۴ µg/g اعلام کردند. همچنین میانگین جیوه مو در زنان فلوریدا ۰/۹۶ µg/g (۳۹)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]



نمودار ۲- مقایسه میانگین جذب روزانه جیوه (µg/kg/day) زنان در گروه‌های مختلف

و برای زنـــان در ژاپن µg/g ۱/۳۷ گزارش شـــده است (۴۰). مقایســـه میزان جیوه مـــو در این تحقیق با مطالعات ذکر شـــده بیانگر بالاتر بودن میانگین جیوه در این مطالعه است. در مناطق بســـیار آلوده میناماتای ژاپن در سال‌هـــای ۱۹۷۱- ۱۹۵۳ میزان جیـــوه مو µg/g ۷۰۵-۱۹۰ گزارش شـــده که بســـیار بالاتر از مقادیـــر بدست آمده برای جیـــوه مو در این مطالعه است (۴۱). میـــزان جیوه مو در ۴۴ درصد از نمونه‌ها فراتر از حد راهنمای US EPA (µg/g ۱) (۹) برای جیوه مو بود. WHO حد نرمال جیـــوه مو را µg/g ۲ اعلام کرده اســـت. میزان جیوه مو در ۳۰ درصـــد از نمونه‌هـــا بالاتر از حد نرمـــال WHO برای جیوه مو بـــود. همچنین WHO میـــزان µg/g ۱۰ جیوه مـــو را به عنوان NOAEL(No Observed Adversed Effect Level) در نظـــر گرفتـــه است که پایین‌تر از این مقدار، جیـــوه هیچ گونه اثرات سمی قابل مشاهده در بدن ایجاد نمی‌کند (۲۲). در مورد ۲ نفر از زنان در این مطالعه میزان جیوه مو نزدیک به این مقدار بود. این مقایسه‌ها نشـــان می‌دهد که زنان در این منطقه در معرض مواجهه بالایی با جیوه قرار دارند.

آزمون ANOVA نشـــان داد که تفاوت معنی‌دار آماری از نظر میزان جیـــوه در قطعات مختلف موی زنان مورد مطالعه وجود نـــدارد. میانگین متیل جیوه مو متوسط گردش متیل جیوه خون را نشـــان می‌دهـــد و میزان جیوه در بخش‌هـــای مختلف مو در نتیجـــه میزان متیل جیوه جذب شـــده از طریـــق مصرف آبزیان اســـت (۹، ۳۹، ۴۲). با توجه بـــه اینکه میزان مصرف آبزیان در شـــهرهای ساحلی خلیج فارس نسبت به سایر شهرهای دور از دریـــا در ایران بالاتر است (۱۰، ۴۳)، عدم تفاوت معنی‌دار بین میزان جیوه در بخش‌های مختلف موی زنان نشـــان‌دهنده روند جذب تقریبا یکنواخت جیـــوه در طول cm ۶ موی آنها است. از آنجا که متوسط رشد ماهانه مو cm ۱ در نظر گرفته می‌شود (۱)، می‌تـــوان نتیجه گرفت که در مدت زمان ۶ ماهه گذشـــته تغییر معنی‌داری در روند جذب متیل جیوه در بدن افراد مورد مطالعه دیده نمی‌شـــود. بر طبق پرسش‌نامـــه افراد مورد مطالعه ۱-۲ بار در هفته و یا بیشـــتر ماهـــی مصرف می‌کردند. بنابراین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

نـرخ مصرف ماهی آنها تقریبا ثابت بـوده است و معمولا هم، نوع ماهیان خاصی را ترجیح می‌دادند. Airey (۴۴) و همچنین Leino و همکـار (۴۵) در نتایج مطالعات خود بیان داشـتند که نـوع و فراوانی مصرف ماهی به خوبی در طول زمان در مقادیر جیـوه در بخش‌های متوالی در طول موی سر افراد مشـخص می‌شـود. Dolbec و همکاران (۱۷) بـا بررسی روند تغییرات جیـوه در بخش‌های موی ساکنین آمـازون نتیجه گرفتند میزان جیوه در طول مو با توجه به فصل تغییر می‌کند. به‌طوری‌که در فصول خشـک و بارانی به دلیـل تغییر در نوع و میزان مصرف ماهیـان میزان جیوه در موی زنان متفـاوت بود. آنها با بررسی میـزان جیوه در هر سانتی‌متر از طول مو نتیجه گرفتند که میزان جیوه موی افراد در دو سال قبل از بررسی کمتر بوده است.

میانگین جذب روزانه جیوه در زنان مورد مطالعه ۰/۲۴ µg/kg/day (محدوده: ۴۳/۰۸-۰/۵۱) بدست آمد. کمیته تخصصی مشـترک سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی (JECFA) میزان جـذب هفتگی جیوه کل را برای زنـان در سن باروری ۱/۶ µg/kg/week (معادل ۰/۲۳ µg/kg/day) در نظر گرفته اسـت (۴۶). در ۲۳ درصد از نمونه‌هـا (n =۱۰) میزان جذب روزانه جیوه از حد راهنمای JECFA فراتر بود. این مطلب نیز تایید می‌کند زنان ساکن در شـهرهای ساحلی خلیج فارس در خطر مواجهه با جیوه قرار دارند.

اثـر فاکتورهـای مختلف بـر روی میزان جـذب روزانه جیوه با استفـاده از آزمون‌هـای ANOVA و T-test بررسی شـد. نتایج نشـان داد که متغیرهای سـن (P=۰/۰۱)، مصرف ماهی (P=۰/۰۰)، شـهر محل سکونـت (P=۰/۰۰)، خانواده صیاد یا غیرصیاد (P=۰/۰۰) بر روی میزان جذب روزانه جیوه تاثیرگذار بودند؛ اما اثر تعداد دندان‌های پرشـده با آمالگام بر روی میزان جذب روزانه جیوه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

سـن زنان به طور معنـی‌داری (P=۰/۰۰) بر روی میزان جذب روزانه جیوه مؤثر بود. نتایج آزمون توکی (Tukey) نشـان داد کـه میزان جذب روزانـه جیوه در زنـان ۴۱-۴۷ ساله به طور معنی‌داری بیشـتر از زنان در محدوده‌های سنی ۲۱-۳۰ و ۳۱-۴۰ سـال بود (نمودار ۲). با افزایش سـن میزان جذب روزانه جیوه افزایش می‌یابد. تاثیر این فاکتور ممکن است با وزن بدن و نوع رژیم غذایی خصوصا مصرف ماهی مرتبط باشد. در افراد با سن کمتر میزان جذب کمتر است. این نتیجه مشابه یافته‌های بدست آمده توسط Francis و همکاران (۴۷) و برخلاف نتایج سایر محققیـن (۴۸، ۴۹) بـود. Boischio و همکار (۵۰)، نیز تاکید کردند که با افزایش سن میزان جیوه بدن افزایش می‌یابد. زنان در این مطالعه از سه شـهر بندر عباس، بوشهر و ماهشهر انتخاب شـده بودند. تفاوت معنـی‌داری (P=۰/۰۰) بین میزان جذب روزانه جیوه در بین زنان در این شهرها دیده شد. آزمون توکی نشان داد که میزان جذب روزانه جیوه در زنان ماهشهری به‌طور معنی‌داری بیشـتر از زنان دو شـهر دیگر است (نمودار ۲). با توجه به اطلاعات بدست آمده از پرسشنامه زنان در این شهرها دفعات مصرف ماهی مشابهی دارند. دلیل بالا بودن میزان جـذب روزانه در بین زنان ماهشـهر احتمالا می‌تواند مرتبط با تفاوت در نوع ماهیان مصرفی و تفاوت در میزان آلودگی جیوه در ماهیان این شـهر نسـبت به شـهرهای بندرعباس و بوشهر باشد. ماهشهر یک شهر صنعتی با کارخانجات مهم پتروشیمی، اسکله انتقال نفت و... بوده که نشان‌دهنده سطح بالایی از جیوه در این منطقه است (۵۱). مجتمع پتروشیمی بندر امام به عنوان بزرگترین پتروشیمی ایران در منطقه اقتصادی ماهشهر و در کنار خـور موسی در حال فعالیت است. این مجتمع دارای بخش‌ها و واحدهـای مختلفی از قبیل خط واحد کلرآلکالی است که از جیوه به عنوان کاتالیزور استفاده می‌نماید. از آنجایی‌که سیستم تصفیـه فاضلاب آنها کارایـی لازم را ندارد، طـی فرایندهای گوناگون شـیمیایی، مواد آلاینده مختلف از جمله جیوه را وارد محیط زیست می‌کند و باعث آلودگی زیاد آن می‌گردد (۵۲).

یکی دیگـر از فاکتور موثر بر میزان جـذب روزانه جیوه زنان میـزان مصرف ماهی بود (P=۰/۰۰). زنان در این مطالعه به سه گروه از لحاظ مصرف ماهی طبقه‌بندی شدند (۲-۱ بار در ماه، ۲-۱ بار در هفته و بیش از ۲ بار در هفته). آزمون توکی نشـان داد کـه بین میزان جذب روزانه جیـوه در زنانی که بیش از ۲ بار در هفته ماهی مصرف می‌کنند با گروه‌های دیگر که مصرف ماهـی کمتری دارند، تفـاوت معنی‌داری وجـود دارد. در این

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

مطالعه زنان شـهرهای ساحلی خلیج فارس انتخاب شـدند که مصرف ماهی بالایی دارند (۱۰) و از طرفی میزان مصرف ماهی مهمتریـن عامل جذب جیوه در بدن انسـان است. به‌طوری‌که بـا افزایـش میزان مصرف ماهـی میزان جذب جیـوه افزایش می‌یابد (۱۱، ۲۴). در مطالعه‌ای در ایتالیا گزارش شـد؛ افرادی که مصرف ماهی بالایی دارند (۵ تا ۶ بار در هفته) میزان جیوه آنهـا دو برابر جیوه افرادی بود که ماهی نمی‌خوردند و یا کمتر مصرف می‌کردند (۵۳). Santos و همکاران (۵۴) و Harakeh و همکاران (۵۵) نتیجه‌ای مشـابه مطالعه حاضر بدست آورند. آنها تاکید کردند که میزان مصرف ماهی و همچنین نوع ماهیان مصرفـی عامل تفاوت در میزان جیوه جذب شـده در بدن در افراد مختلف است. گرچه در این مطالعه میزان جیوه در ماهیان مصرفی این شـهرها اندازه‌گیری نشـده است، اما گزارشـاتی در مـورد بحـران جیـوه در مناطـق جنوبی کشـور از جمله منطقه ماهشـهر وجود دارد و میـزان آلودگی در برخی ماهیان بالاتـر از حد مجاز بوده است (۳۱). به‌عنـوان مثال در مطالعه Esmaili-Sari و همکاران (۵۶)، کفشک ماهی (*Euryglossa orientalis*) صید شده از خلیج فارس با ۵/۶۱ µg/g، بیشترین میزان جیوه را در مقایسـه با برخی ماهیان دریای خزر و تالاب انزلی داشـت که محدودیت شدید مصرف برای زنان باردار و گروه‌های حساس داشت. همین طور می‌توان به مطالعه Agah و همکاران (۵۷) اشـاره داشت که میزان جیوه را در ۵ گونه از ماهیان صید شـده از خلیج فارس اندازه‌گیـری کردند و نتایج آنهـا نشـان داد که میزان جیـوه در ۹ درصد ماهیـان بالاتر از حـد قابل قبول WHO ((۰/۵ µg/g (wet weight)) بود. در این مطالعه میزان جذب روزانه جیوه در زنانی که در خانواده صیاد بودند در مقایسـه با زنانی که شـغل همسرشان غیر از صیادی بـود به طور معنـی‌داری (P=۰/۰۰) بالاتر بدست آمد. با توجه به اطلاعـات بدست آمده از پرسش‌نامه‌هـا خانواده‌های صیاد در مقایسـه با سایر خانواده‌ها مصرف ماهـی بالاتری در هفته داشـتند. به طوری‌که عمده غذای آنها در طول هفته ماهی بود. بنابراین تفاوت در میزان جذب روزانه جیوه در بین زنان صیاد و غیرصیاد می‌تواند به دلیل تفاوت در میزان مصرف ماهی آنها باشد و چنین نتیجه‌ای قابل انتظار است.

زنان در این مطالعه از نظر تعداد دندان‌های پر شـده با آمالگام در ۴ گروه قرار داده شـدند. نتایج آزمون ANOVA نشان داد کـه تعداد دندان‌های پر شـده با آمالگام تاثیـر معنی‌دار آماری (P=۰/۷۹) روی میـزان جذب روزانـه جیوه زنان مورد مطالعه ندارد. در ایـن مطالعه میزان جذب روزانه جیوه زنانی که هیچ دندان پر شده‌ای نداشتند (۰/۱۲±۰/۲۸) بالاتر از زنانی بود که بیش از ۴ دندان پر شده با آمالگام (۰/۰۳±۰/۱۳) داشتند. ممکن است دلیل این مطلب به شکل شیمیایی جیوه مربوط باشد؛ زیرا جیوه موجود در مو به شکل آلی و جیوه موجود در آمالگام بکار رفته در دندان از نوع معدنی است (۵۸). نمک‌های معدنی جیوه کمتـر (۱۵-۷ درصد) جذب می‌شونـد (۵، ۶)، اما متیل جیوه به سرعت و تقریبا به طور کامل (۱۰۰-۹۰ درصد) جذب دستگـاه گوارش می‌شـود (۸). بخارات جیـوه ناشی از تعداد سطـوح دندان‌های پر شده بـا آمالگام در فضای دهان پخش و وارد شش‌ها می‌شود و این فرم از جیوه بیشتر وارد کلیه‌ها شده و از طریق ادرار دفع می‌گردد (۴۳). Drasch و همکاران (۵۹) و همچنیـن Vimy و همکاران (۶۰) بیان کردند که بیش از ۸۰ درصد متیل جیوه در انسـان ناشی از مصرف ماهی است. نتایج مطالعه حاضر مشابه نتایج مطالعه Michalak و همکاران (۲۶) است. در گزارش آنها، میزان جیوه در افرادی که آمالگام دندانی داشتنـد (۰/۲۰۱µg/g) مشـابه افرادی بود کـه آمالگام دندانی نداشتند (۰/۱۹۱µg/g).

در این مطالعـه امکان بررسی میزان جیوه در ماهیان مصرفی و سایر گروه‌های جمعیتی میسـر نشد، اما مقادیر بالای جیوه در برخی از افـراد مورد مطالعه گویای حضور منابع فعال آلودگی جیوه در این منطقه است. بنابراین جهت دستیابی به نتایج بهتر، مطالعات دقیق ارزیابی ریسک و پایش جیوه در آبزیان مصرفی در ایـن مناطق به طور هم‌زمان برای همـه گروه‌های جمعیت خصوصا گروه‌های حسـاس پیشـنهاد می‌گـردد تا در صورت لـزوم بتوان با اعمال محدودیت‌هـا و دستورالعمل‌های خاص خطـر مواجهه با جیـوه برای ساکنان این مناطـق را به حداقل رساند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

نتیجه‌گیری

در ایــن مطالعه میانگین جیوه موی زنــان ۲/۳۱ µg/g بدست آمد که از حد راهنمای US EPA و سطح نرمال WHO بالاتر است و نشان می‌دهد که زنان در این منطقه در معرض مواجهه بالایــی با جیوه قرار دارند. عــدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری بین میزان جیــوه در بخش‌های مختلف موی زنان روند جذب تقریبــا یکنواخت جیــوه در موی آنها را طــی ۶ ماه گذشته را نشــان می‌دهد. میزان جذب روزانه جیوه در ۲۳ درصد از زنان مورد مطالعــه از حد راهنمای JECFA فراتــر بود. از آنجا که میزان مصرف ماهی یکی از متغیرهای مهم مؤثر بر میزان جذب روزانه جیــوه در افراد مورد مطالعه بود و با توجه به خطرهای احتمالی ناشی از آلودگی جیوه، خصوصا در خانواده‌های صیاد که مصرف ماهی بیشتری دارند، مطالعات دقیق ارزیابی ریسک جیوه و پایش جیــوه در ماهیان مصرفی این مناطق ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشــی از نتایج رساله دکترای آلودگی محیط زیســت با کد ۱۲۱۸۳۱۲ است که در ســال ۱۳۹۴ به تصویب رسیده و با حمایت دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است.

منابع

1. WHO. WHO expert committee on biological standardization, sixty-third report. Geneva: World Health Organization; 2013.
2. Selin NE. Global biogeochemical cycling of mercury: a review. Annual Review of Environment and Resources. 2009;34:43-63.
3. Sunderland EM. Mercury exposure from domestic and imported estuarine and marine fish in the US seafood market. Environmental Health Perspectives. 2007;115(2):235-42.
4. Burger J, Gochfeld M. Risk to consumers from mercury in Pacific cod (Gadus macrocephalus) from the Aleutians: Fish age and size effects. Environmental Research. 2007;105(2):276-84.
5. Mirlean N, Larned S, Nikora V, Kütter VT. Mercury in lakes and lake fishes on a conservation-industry gradient in Brazil. Chemosphere. 2005;60(2):226-36.
6. Panel EC. Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Journal. 2012;10(12):2985. doi:10.2903/j.efsa.2012.2985.
7. Khoshnamvand M, Kaboudvandpour S, Ghiasi F. A survey on accumulated mercury in different tissues of Silver Carp (Hypophthalmichthys Molitrix) from Sanandaj Gheshlagh Dam. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(3):291-98 (in Persian).
8. IPCS. Environmental health criteria no. 101: Methylmercury. Geneva: International Programme on chemical Safety, World Health Organization; 1990.
9. USEPA. Water quality criteria for the protection of human health: Methylmercury. Washington DC: Office of Science and Technology, Office of Water, US Environmental Protection Agency; 2001 Jan. Report No.: EPA-823-R-01-001.
10. Mobarhanfard AR, Esmaeili Sari A, Nezami SA, Ghaemian N. The relation between human fish consumption and mercury bioaccumulation in scalp hair in Khoozestan Province. Journal of Fisheries. 2008;2(2):29-38 (in Persian).
11. Dórea JG, de Souza JR, Rodrigues P, Ferrari Í, Barbosa AC. Hair mercury (signature of fish consumption) and cardiovascular risk in Munduruku and Kayabi Indians of Amazonia. Environmental Research. 2005;97(2):209-19.
12. Counter SA, Buchanan LH. Mercury exposure in children: A review. Toxicology and Spplied Pharmacology. 2004;198(2):209-30.
13. Gao Y, Yan C-H, Tian Y, Wang Y, Xie H-F, Zhou X, et al. Prenatal exposure to mercury and neurobehavioral development of neonates in Zhoushan City, China. Environmental Research. 2007;105(3):390-99.
14. Budtz-Jørgensen E, Grandjean P, Jørgensen PJ, Weihe P, Keiding N. Association between mercury concentrations in blood and hair in methylmercury-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

exposed subjects at different ages. Environmental Research. 2004;95(3):385-93.
15. Ruiz-Guzmán JA, Marrugo-Negrete JL, Díez S. Human exposure to mercury through fish consumption: Risk assessment of riverside inhabitants of the Urrá reservoir, Colombia. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 2014;20(5):1151-63.
16. Bloomingdale A, Guthrie LB, Price S, Wright RO, Platek D, Haines J, et al. A qualitative study of fish consumption during pregnancy. The American Journal of Clinical Nutrition. 2010;92(5):1234-40.
17. Dolbec J, Mergler D, Larribe F, Roulet M, Lebel J, Lucotte M. Sequential analysis of hair mercury levels in relation to fish diet of an Amazonian population, Brazil. Science of the Total Environment. 2001;271(1):87-97.
18. Al-Majed N, Preston M. Factors influencing the total mercury and methyl mercury in the hair of the fishermen of Kuwait. Environmental Pollution. 2000;109(2):239-50.
19. Berglund M, Lind B, Björnberg KA, Palm B, Einarsson Ö, Vahter M. Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: A cross-sectional assessment. Environmental Health. 2005;4(1):20. doi: 10.1186/1476-069X-4-20.
20. Díez S, Delgado S, Aguilera I, Astray J, Pérez-Gómez B, Torrent M, et al. Prenatal and early childhood exposure to mercury and methylmercury in Spain, a high-fish-consumer country. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2009;56(3):615-22.
21. Sakamoto M, Chan HM, Domingo JL, Kawakami S, Murata K. Mercury and docosahexaenoic acid levels in maternal and cord blood in relation to segmental maternal hair mercury concentrations at parturition. Environment International. 2012;44:112-17.
22. WHO. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva: WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases; 2008.
23. McDowell MA, Dillon CF, Osterloh J, Bolger PM, Pellizzari E, Fernando R, et al. Hair mercury levels in US children and women of childbearing age: reference range data from NHANES 1999–2000. Environmental Health Perspectives. 2004;112(11):1165-71.
24. Elhamri H, Idrissi L, Coquery M, Azemard S, Abidi AE, Benlemlih M, et al. Hair mercury levels in relation to fish consumption in a community of the Moroccan Mediterranean coast. Food Additives and Contaminants. 2007;24(11):1236-46.
25. Díez S, Montuori P, Pagano A, Sarnacchiaro P, Bayona JM, Triassi M. Hair mercury levels in an urban population from southern Italy: fish consumption as a determinant of exposure. Environment International. 2008;34(2):162-67.
26. Michalak I, Chojnacka K, Saeid A, Mikulewicz M. Research on mercury levels in scalp hair. Polish Journal of Environmental Studies. 2014;23(3):793-800.
27. Okati N, Esmaili Sari A, Ghasempouri M. Examination of mercury concentration in the hair of breastfeeding mothers and relation to fish diet, number of dental amalgam filling, age and place of live. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;3(3):327-34 (in Persian).
28. Barghi M, Behrooz RD, Esmaili-Sari A, Ghasempouri SM. Mercury exposure assessment in Iranian pregnant women's hair with respect to diet, amalgam filling, and lactation. Biological Trace Element Research. 2012;148(3):292-301.
29. Agah H, Fatemi S, S Hashtroudi M, Baeyens W. A Survey on the accumulation of trace metals in local fishermen hair from the Northern Persian Gulf. Journal of the Persian Gulf. 2012;3(8):1-12.
30. Agah H, Leermakers M, Elskens M, Fatemi SMR, Baeyens W. Total mercury and methyl mercury concentrations in fish from the Persian Gulf and the Caspian Sea. Water, Air, and Soil Pollution. 2007;181(1-4):95-105.
31. Askari Sari AA, Velayatzadeh M, Mohammadi M. Mercury concentration in mudskipper (Periophthalmus waltoni) and flat Fish (Cynoglossus arel) in Bandar-e-Emam and Bandar Abbas. Journal of Fisheries. 2010;4(2):51-56.
32. Falahzadeh H. Bases and Methods of Biostatistics. 2nd ed. Tehran: Sobhan Publisher, 2013 (in Persian).
33. Mortada WI, Sobh MA, El-Defrawy MM, Farahat SE. Reference intervals of cadmium, lead, and mer-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

cury in blood, urine, hair, and nails among residents in Mansoura city, Nile delta, Egypt. Environmental Research. 2002;90(2):104-10.
34. Zolfaghari G, Esmaili-Sari A, Ghasempouri SM, Faghihzadeh S. Evaluation of environmental and occupational exposure to mercury among Iranian dentists. Science of the Total Environment. 2007;381(1):59-67.
35. Okati N, Sari AE, Ghasempouri SM. Hair mercury concentrations of lactating mothers and breastfed infants in Iran (fish consumption and mercury exposure). Biological Trace Element Research. 2012;149(2):155-62.
36. Kruzikova K, Kensova R, Blahova J, Harustiakova D, Svobodova Z. Using human hair as an indicator for exposure to mercury. Neuroendocrinology Letters. 2009;30(1):177-81.
37. Taweel A, Shuhaimi-Othman M, Ahmad A. Assessment of heavy metals in tilapia fish (Oreochromis niloticus) from the Langat River and Engineering Lake in Bangi, Malaysia, and evaluation of the health risk from tilapia consumption. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2013;93:45-51.
38. Mohan S, Tiller M, van der Voet G, Kanhai H. Mercury exposure of mothers and newborns in Surinam: a pilot study. Clinical Toxicology. 2005;43(2):101-104.
39. Schaefer AM, Jensen EL, Bossart GD, Reif JS. Hair mercury concentrations and fish consumption patterns in Florida residents. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2014;11(7):6709-26.
40. Akira Y, Miyuki M, Masako Y, Noriyuki H. Current hair mercury levels in Japanese for estimation of methylmercury exposure. Journal of Health Science. 2004;50(2):120-25.
41. Grandjean P, Weihe P, Jørgensen P, Clarkson T, Cernichiari E, Viderø T. Impact of maternal seafood diet on fetal exposure to mercury, selenium, and lead. Archives of Environmental Health: An International Journal. 1992;47(3):185-95.
42. Xiaojie L, CHENG J, Yuling S, Honda Si, Li W, Zheng L, et al. Mercury concentration in hair samples from Chinese people in coastal cities. Journal of Environmental Sciences. 2008;20(10):1258-62.
43. Fakour H, Esmaili-Sari A, Zayeri F. Scalp hair and saliva as biomarkers in determination of mercury levels in Iranian women: Amalgam as a determinant of exposure. Journal of Hazardous Materials. 2010;177(1):109-13.
44. Airey D. Mercury in human hair due to environment and diet: A review. Environmental Health Perspectives. 1983;52:303-16.
45. Leino T, Lodenius M. Human hair mercury levels in Tucuruí area, state of Pará, Brazil. Science of the Total Environment. 1995;175(2):119-25.
46- WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization; 2013. WHO Technical Report Series, No. 960.
47. Francis PC, Birge WJ, Roberts BL, Black JA. Mercury content of human hair: A survey of dental personnel. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues. 1982;10(4-5):667-72.
48. Batista J, Schuhmacher M, Domingo J, Corbella J. Mercury in hair for a child population from Tarragona Province, Spain. Science of the Total Environment. 1996;193(2):143-48.
49. Chien L-C, Han B-C, Hsu C-S, Jiang C-B, You H-J, Shieh M-J, et al. Analysis of the health risk of exposure to breast milk mercury in infants in Taiwan. Chemosphere. 2006;64(1):79-85.
50. Boischio AAP, Henshel DS. Linear regression models of methyl mercury exposure during prenatal and early postnatal life among riverside people along the upper Madeira river, Amazon. Environmental Research. 2000;83(2):150-61.
51. Safahieh A, Abdolahpur Monikh F, Savari A. Heavy metals contamination in sediment and Sole fish (Euryglossa orientalis) from Musa estuary (Persian Gulf). World Journal of Fish and Marine Sciences. 2011;3(4):290-97.
52. Sabzalipour S, Jaafarzade N, Parham H. Possibility of waste minimization in Bandar Imam petrochemical complex: a case study of the olefin plant. Journal of Environmental Science and Technology. 2007;9(2):55-64 (in Persian).
53. Dorea J, Barbosa A, Ferrari Í, De Souza J. Mercury in hair and in fish consumed by Riparian women of

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

the Rio Negro, Amazon, Brazil. International Journal of Environmental Health Research. 2003;13(3):239-48.
54. Santos E, Camara V, Jesus I, Brabo E, Loureiro E, Mascarenhas A, et al. A contribution to the establishment of reference values for total mercury levels in hair and fish in Amazonia. Environmental Research. 2002;90(1):6-11.
55. Harakeh S, Sabra N, Kassak K, Doughan B. Factors influencing total mercury levels among Lebanese dentists. Science of the Total Environment. 2002;297(1):153-60.
56. Esmaili-Sari A, Abdollahzadeh E, Joorabian Shooshtari S, Ghasempouri SM. Fish consumption limit for mercury compounds. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 2011;1(2):24-31 (in Persian).
57. Agah H, Leermakers M, Gao Y, Fatemi S, Katal MM, Baeyens W, et al. Mercury accumulation in fish species from the Persian Gulf and in human hair from fishermen. Environmental Monitoring and Assessment. 2010;169(1-4):203-16.
58. Bratel J, Haraldson T, Ottosson J. Potential side effects of dental amalgam restorations.(II). No relation between mercury levels in the body and mental disorders. European Journal of Oral Sciences. 1997;105(3):244-50.
59. Drasch G, Schupp I, Höfl H, Reinke R, Roider G. Mercury burden of human fetal and infant tissues. European Journal of Pediatrics. 1994;153(8):607-10.
60. Vimy MJ, Hooper DE, King WW, Lorscheider FL. Mercury from maternal "silver" tooth fillings in sheep and human breast milk. Biological Trace Element Research. 1997;56(2):143-52.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Evaluation of changes in mercury concentrations in the hair length and methyl mercury daily intake in women resident in Bandar Abbas, Bushehr, Mahshahr cities

N Okati, A Esmaili-Sari*

Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 20 May 2017
Revised: 9 August 2017
Accepted: 16 August 2017
Published: 20 September 2017

Key words: Mercury, Hair, Women, Biomonitoring

***Corresponding Author:**
Esmaili@modares.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Information about the history of exposed individuals to mercury and monitoring mercury levels in body can be obtained by analyzing the longitudinal section of hair. The aim of this study was to analyze changes of mercury concentrations in hair length and daily mercury intake in women living in Bandar Abbas, Bushehr and Mahshahr cities.

Materials and Methods: In this cross-sectional and questionnaire study, 43 hair samples were randomly collected from women in fisher and non-fishermen families. Mercury concentrations were determined by LECO AMA 254, Advanced Mercury Analyzer (USA) according to ASTM standard NO.D-6722.

Results: The mean mercury concentration in hair was 2.31 µg/g. ANOVA test showed that there is no significant difference among the mercury concentrations in the various parts of hairs. The mean daily mercury intake was 0.24 µg/kg/day. Age, fish consumption, city of residence, fishermen and non-fishermen family had a statistically significant effect on the daily mercury intake in the women but the number of dental amalgam filling variable had no significant effect on the daily mercury intake.

Conclusion: During the 6 month period that the study was conducted, the methyl mercury uptake in the women was steady. The daily intake of mercury in 23% of the women was exceeded JECFA guidelines. Also, according to possible risks for mercury exposure, it is necessary to study on mercury risk assessment, considering all possible routes for mercury exposure in these cities.

Please cite this article as: Okati N, Esmaili-Sari A. Evaluation of changes in mercury concentrations in the hair length and methyl mercury daily intake in women resident in Bandar Abbas, Bushehr, Mahshahr cities. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(2):199-212.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]