مجله شیلات
سال دوم، شماره دوم، تابستان ۸۷

ارتباط میزان تغذیه انسان از ماهی با مقدار تجمع جیوه در موی سر افراد مورد مطالعه در استان خوزستان

*علیرضا مبرهن‌فرد[۱]، عباس اسماعیلی ساری[۲]، شعبانعلی نظامی[۳] و ناصر قائمی[۴]
[۱]دانش‌آموخته واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، [۲]دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، [۴]دانشکده بیوتکنولوژی دانشگاه تهران
Email:alirezamobarhan@iausanandaj.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این مطالعه ارزیابی غلظت جیوه موجود در موی سر افراد مورد بررسی در استان خوزستان برحسب جنس و گروه‌های سنی و ارتباط آن با میزان تغذیه انسان از ماهی بود. نمونه‌های مو کاملاً در ارتباط با قرار گرفتن در معرض متیل جیوه بوده و می‌تواند برای تعیین مقدار متیل جیوه‌ای که در چندین ماه یا یک سال گذشته وارد بدن گردیده، به‌کار روند. تعداد ۸۸ نمونه موی سر انسان به‌طور تصادفی جمع‌آوری گردید. پرسشنامه‌ای نیز برای فراهم‌آوردن اطلاعاتی در مورد پارامترهای تأثیرگذار بر مقدار جیوه‌ی بدن طراحی گردید. اندازه‌گیری مقدار جیوه موجود در نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه پیشرفته (LECO, AMA254, Mercury Analyzer) برطبق روش استاندارد شماره D-6722 (ASTM) انجام پذیرفت. در مجموع میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد (Mean±S.E) ppb ۲۳۲/۶۸± ۱۶۰۱/۰۵ بود. میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد مونث ppb ۲۷۹/۰۸± ۱۵۵۵/۰۱ و در موی سر افراد مذکر ppb ۳۹٤/۸۸± ۱٦۵۸/۸۹ بود. همبستگی معنی‌داری بین غلظت جیوه موی سر و تعداد وعده‌های مصرف ماهی وجود داشت ($P<$۰/۰۱). ۲/۲۷ درصد از نمونه‌ها (۲ نمونه) دارای غلظتی بالاتر از حد آستانه خطر ppm ۱۰ بودند.

واژه‌های کلیدی: جیوه، مصرف ماهی، موی سر انسان.

مقدمه

جیوه به‌عنوان یک آلاینده زیست محیطی که خطرات شدیدی برای سلامتی انسان دارد شناخته شده است. بیماری میناماتا که در سال ۱۹۵٦ در خلیج میناماتای ژاپن رخ داد مهمترین گزارش منتشره از آلودگی جیوه می‌باشد که موجب مسمومیت ۲۲۰۰ نفر و مرگ بیش از ۷۵۰ نفر گردید (۲).

جیوه به‌طور طبیعی از طریق سنگ و خاک، فعالیت‌های آتشفشانی، آتش سوزی جنگل‌ها و مراتع و همچنین صنایع کاغذسازی، دباغی چرم، آبکاری، کودهای شیمیایی، نشت جیوه از دیگ‌های بخار صنعتی وکوره‌های سوزاندن زباله‌های بیمارستانی وارد آب‌های سطحی می‌گردد. سوخت زغال سنگ، نفت و گاز از دیگر منابع انتشار جیوه می‌باشند.

جیوه در طبیعت به سه شکل عنصری (فلزی)، آلی و معدنی وجود دارد. جیوه معدنی پس از پائین آمدن از اتمسفر توسط نزولات، در آبهای سطحی (نهرها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) جاری شده ویا در خاک تجمع می‌نماید. پس از ورود جیوه به آبهای سطحی، برخی میکروارگانیسم‌های احیاکننده‌ی سولفات نظیر باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌توانند آن را در ستون آبها و رسوبات کف به شکل آلی (متیل جیوه[۱]) احیا نمایند. ترکیب متیل جیوه که شکل بسیار سمی جیوه آلی است، در آب تجمع یافته و

1- Methyl mercury

بر اساس پدیده تغلیظ زیستی[1] از آب به پلانکتون‌های گیاهی (اولین سطح غذایی) منتقل می‌شود. متیل جیوه سپس به بی مهرگان آبزی نظیر زئوپلانکتون‌ها و حشرات آبزی که از اولین حلقه زنجیره غذایی تغذیه می‌نمایند، انتقال یافته و از طریق پیوندهای سولفیدی به آمینو اسیدهای بافت پروتئینی آنها متصل شده و تجمع می‌یابد. سپس متیل جیوه به ماهیان کوچک که از بی‌مهرگان آبزی آلوده تغذیه می‌نمایند، منتقل شده و در نهایت این ماهیان کوچک نیز توسط ماهیان شکارچی وپستانداران (انسان) در سطوح بالای شبکه غذایی (سطوح چهارم و پنجم) خورده شده و به این ترتیب متیل جیوه در زنجیره‌های غذایی یک اکوسیستم آبی به حرکت در آمده و در حلقه‌های بالاتر تجمع یافته و بزرگنمایی زیستی (*Biomagnification*) ایجاد می‌نماید (۱۱).

جیوه هیچ‌گونه عملکرد فیزیولوژیکی مفیدی برای انسان انجام نمی‌دهد. جذب جیوه در انسان از راه‌های جفت و جنین (مصرف ماهیان آلوده به جیوه در زمان بارداری توسط مادر و ورود جیوه به بدن نوزاد)، تنفس (جیوه فلزی موجود در هوای محیط کار و منزل که ناشی از ضایعات لامپ، دماسنج، آمالگام دندانی و... است و از طریق استنشاق وارد بدن انسان می‌شود)، تزریق (واکسن‌های حاوی تیمروزال[2] به‌ویژه در اطفال و کودکان) و گوارش (از طریق مصرف ماهی و فرآورده‌های دریایی) می‌باشد (۲).

سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده (EPA) وسازمان بهداشت جهانی (WHO) دوز مرجع[3] (*RfD*) جیوه در موی انسان (حد آستانه خطر) را ۱۰ µg/g تعیین کرده است. سازمان‌های بهداشت و خواربار جهانی میزان جذب هفتگی جیوه را از طریق مواد غذایی، ۳۰۰ میکروگرم توصیه نموده‌اند که از این مقدار ۲۰۰ میکروگرم آن می‌تواند به صورت متیل باشد. جیوه قابلیت انحلال زیادی در چربی داشته و از قابلیت انتشار بالایی برخورداراست. در فرآورده‌های دریایی(ماهی) تقریباً تمامی جیوه در بافت عضلانی به صورت متیل یافت می‌شود. تنها در کلیه و کبد مقدار کمی جیوه به‌صورت غیرآلی ذخیره می‌گردد. بر اساس WHO و FAO[4]، میزان حد مجاز روزانه جیوه به بدن ۴۲/۸ میکروگرم تعیین شده است؛ با در نظر گرفتن میزان غذای روزانه ۲/۲ کیلوگرم، حداکثر مجاز ۰/۰۱۹ میکروگرم درگرم ماده غذایی، با تغذیه روزانه ۱/۸ کیلوگرم، ۰/۰۲۳ میکروگرم در گرم و با مصرف روزانه ۱/۵ کیلوگرم، ۰/۲۹ میکروگرم در گرم جیوه است (۱۰).

عمده‌ترین عوارض ناشی از مسمومیت با جیوه بروز اختلالات عصبی و کلیوی می‌باشد که در اثر ترکیبات آلی و معدنی جیوه ظاهر می شود. علاوه بر اثرات سمی عمومی جیوه، این ماده سبب سمی شدن گنادها (گنادوتوکسیک)، جهش زایی و اختلالات در متابولیسم کلسترول می‌گردد (۹).

جیوه به‌دلیل تأثیر منفی برروی مغز و توسعه بافتها به عنوان یک تهدید برای سلامتی کودکان و زنان در سنین بارداری مورد توجه است؛ به‌طوری‌که می‌تواند توسط جریان خون و شیر مادر به کودک انتقال یافته و عوارضی همچون ناهنجاری‌های سیستم عصبی، تأخیر در صحبت کردن و راه رفتن و... به وجود آورد (۱).

مقدار جیوه‌ی موجود در بدن انسان از طریق نمونه‌های خونی، ادرار، مدفوع، ناخن و مو قابل تشخیص است. نمونه‌های خونی و ادرار و مدفوع برای تعیین مقدار جیوه‌ای که از چند روز قبل وارد بدن شده‌اند، بسیار مفید است. نمونه‌های مو کاملاً در ارتباط با قرار گرفتن در معرض متیل جیوه بوده و می‌تواند برای اندازه‌گیری متیل جیوه‌ای که در چندین ماه یا یک سال گذشته وارد بدن گردیده، به‌کار روند. همچنین مو و ناخن برای مطالعات گسترده وسیله ساده‌تری هستند، زیرا در سطحی وسیع قابل جمع‌آوری بوده و هزینه جمع‌آوری و نگهداری کمتری دارند (٤).

1- Bioconcentration
2- Thimerosal
3- Reference Dose
4- Food and Agriculture Organization

بررسی فاکتورهای مرتبط با سطوح جیوه در موی انسان توسط Patch و همکاران در سال ۱۹۹۵ در ایالات متحده انجام گردید. نتایج این تحقیق نشان دهنده آن بود که سطوح جیوه در موی انسان با سن، جنسیت و مقدار مصرف ماهی دارای ارتباط معنی‌داری است. همچنین مقدار جیوه در افراد دارای آمالگام و بدون آمالگام و افراد واکسن زده و واکسن نزده اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. میانگین غلظت جیوه در مردان بیشتر از زنان بود.

در بررسی دیگری توسط Dickman و همکاران (۱۹۹۹) غلظت جیوه در موی انسان و ماهی در هنگ کنگ اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده آن بود که میانگین غلظت جیوه در موی مردان ۳۰ ساله ۳/۳ppm و در مردان ٦۰ ساله ۷/۵ ppm است. همچنین مقدار جیوه در موی کسانی که ماهی مصرف نمی‌کردند ۱/۲۱ ppm، در کسانی که ۱ تا ۳ وعده ماهی در هفته مصرف می‌کردند ۲/۵٦ ppm و در کسانی که بیش از ٤ وعده ماهی در هفته مصرف می کردند ٤/۰۷ ppm بود.

ارزیابی جیوه‌ی محیطی وشغلی در میان دندانپزشکان ایرانی توسط Zolfaghari و همکاران (۲۰۰۷) انجام گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر دندانپزشکان ۰/٤۷±۲/۸٤ ppm است. همچنین سطوح جیوه‌ی موی سر نمونه‌های شاهد ۰/۰۷±۰/٦۱ ppm بود. ارتباط معنی‌داری نیز بین تعداد دفعات مصرف ماهی و مقدار جیوه‌ی بدن دیده شد.

فاکتورهای تاثیرگذار برجیوه‌ی کل و متیل جیوه در موی سر ماهیگیران کویتی توسط Al-Majed (۲۰۰۰) انجام شد. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده آن بود که میانگین غلظت جیوه‌ی کل در موی ماهیگیران و نمونه‌های شاهد به‌ترتیب ۳/۲۲۰ ppm± ٤/۱۸۱ و ۱/٤۰٤ ppm± ۲/٦۱۷ است. میانگین غلظت متیل جیوه نیز در موی ماهیگیران و نمونه های شاهد به ترتیب ۳/۱۳۰ppm± ٤/۰۲۵ و ۱/۳۹۱ppm± ۲/۵۵٦ بود. همبستگی معنی‌دار و مثبتی نیز بین تعداد دفعات مصرف ماهی و مقدار جیوه‌ی مو وجود داشت. همبستگی معنی‌داری بین مقدار جیوه‌ی مو و سن مشاهده نگردید. میزان جیوه در افرادی که ماهی را به‌طور کامل مصرف می کردند (همراه با سر)، بیشتر بود. مقدار جیوه ۲ برابر سطح نرمال ppm ۱ و کمتر از حد آستانه خطر ppm ۱۰ بود.

اندازه‌گیری سطوح جیوه‌ی مو در جمعیت بومی جنوب ایتالیا توسط Diez و همکاران در سال ۲۰۰۷ انجام شد. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده آن بود که دامنه مقدار جیوه‌ی مو ppm ۳/٤۰۲ - ۰/۲۲۱ و میانگین غلظت آن ppm ۰/٦۳۸ است. همبستگی معنی‌داری بین جیوه‌ی مو با جنس، سن و تعداد دفعات مصرف ماهی مشاهده گردید. همبستگی معنی‌داری بین غلظت جیوه‌ی مو و تعداد آمالگام دندانی وجود نداشت.

مواد و روش‌ها

مطالعه جمعیت و نمونه‌برداری: این تحقیق در استان خوزستان انجام گردید. در این استان ۵ طبقه سنی (۰ تا ۱، ۲ تا ۵، ٦ تا ۱۵، ۱٦ تا ٤۹ و بالاتر از ۵۰ سال) در نظر گرفته شد که با توجه به فرمول تعیین حجم نمونه[1]، در هر طبقه سنی حداقل ۱٤ نمونه و در کل استان ۸۸ نمونه موی انسان (زن و مرد) به صورت تصادفی[2] جمع‌آوری گردید (جدول ۱).

اطلاعات مربوط به هر فرد نمونه‌دهنده به‌صورت مجزا در پرسش نامه‌ای شماره‌دار ثبت گردید که شامل سوالات زیر بود:

۱- جنسیت: زن □ مرد □

۲- سن: گروه سنی: ۱-۰□ ۵-۲□

۱۵-٦□ ٤۹-۱٦□ ۵۰<□

۳- تعداد وعده‌های مصرف ماهی در ماه به‌طور میانگین:

مقدار هر وعده:

٤- نام سه ماهی عمده مورد مصرف به‌ترتیب اولویت:

الف- □ ب- □ ج-□

۵- آیا از کنسرو ماهی استفاده می‌کنید؟

الف- خیر□ ب- بله□

1- Sample size
2- Random

جدول ۱- طبقات سنی و تعداد نمونه به تفکیک جنسیت

گروه‌های سنی(سال)	جنسیت	تعداد نمونه
۰ – ۱	زن	۹
	مرد	۸
۲ – ۵	زن	۹
	مرد	۷
۶ – ۱۵	زن	۷
	مرد	۷
۱۶ – ۴۹	زن	۱۷
	مرد	۷
> ۵۰	زن	۷
	مرد	۱۰
تعداد کل نمونه	زن ومرد	۸۸

تعداد وعده‌های مصرف کنسرو در ماه:

۶- تعداد دندان‌های پر شده:

۷- تعداد دندان‌های پرشده‌ای که در ۱۲ ماه گذشته کشیده‌اید:

۸- تزریق واکسن در ۱۲ ماه گذشته:

الف- خیر□ ب- بله□ نوع واکسن: تعداد دفعات:

۹- وضعیت حاملگی (برای خانم‌ها):

الف- باردار□ ب- غیرباردار□

۱۰- سابقه ناباروری و سقط جنین (برای خانم‌ها):

الف- بله □ ب- خیر □

۱۱- نوع شیر مصرفی (برای کودکان):

الف- شیر مادر □ ب- شیر خشک و... □

نمونه‌های مو از ناحیه پشت سر و از نزدیکترین فاصله به پوست به وسیله قیچی بریده شده و بـه‌طـور مجـزا در کیسه‌های پلاستیکی کوچک قرار داده شدند.

روش آنالیز مقدار جیوه: نمونه‌های مو پس از جمع آوری جهت اندازه‌گیری مقدار جیوه به آزمایشگاه محیط زیست دانشکده منابع‌طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت‌مدرس منتقل گردید.

ابتدا نمونه‌ها به‌طور مجزا به کوچکترین قطعات ممکن خرد شده و ۳ بار با شوینده غیریونی (1% V/VTriton X-100) شستشو گردیده و ۳ بار نیز با آب غیریونی شده آبکشی شدند. سپس نمونه‌ها در یک آون الکتریکی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند (۷).

در نهایت اندازه‌گیری مقدار جیوه‌ی موجود نمونه‌ها به وسیله دستگاه پیشرفته (LECO, AMA254, Mercury Analyzer) بر طبق روش استاندارد شماره D-6722 (ASTM) انجام پذیرفت.

کنترل کیفیت آنالیزها: دقت اندازه‌گیری مقدار جیوه کل با استفاده از آنالیز ۳ ماده استاندارد (Standard Reference Material) کنترل گردید.

جدول ۲- نتایج کنترل کیفی برای آنالیز جیوه (mg/kg)

مواد استاندارد	تکرار	مقدار تأیید شده	میانگین بدست آمده	SD[a]	R^b (%)
NIST[c]-1633b	۹	۰/۱۴۱	۰/۱۳۴	۰/۰۴۲	۹۴/۸
NIST-2709	۹	۱/۴۰۰	۱/۴۷۰	۰/۱۳۱	۱۰۵
NIST-2711	۴	۶/۲۵۰	۶/۴۳۸	۰/۱۹۷	۱۰۳

[a] انحراف معیار، [b] درصد بازیابی، [c] انستیتوی ملی استاندارد و تکنولوژی

درصد بازیابی دارای دامنه‌ای بین ۹٤/۸ و ۱۰۵ درصد بود که دامنه‌ای مطلوب است. اختلاف اندکی نیز بین میانگین‌های بدست آمده و مقادیر تأیید شده وجود دارد (جدول ۲).

محدوده ردیابی جیوه در این روش ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن خشک می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به وسیله نرم‌افزار آماری SPSS Version 15.0 و Excel انجام پذیرفت. برای آزمایش نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده گردید. برای مقایسه میانگین غلظت جیوه در استان‌ها، طبقات سنی و جنس‌های مختلف و تشخیص معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها پس از اثبات نرمال بودن داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه ANOVA و آزمون T-test غیر جفتی و آزمون دانکن Duncan استفاده گردید. در مواردی که توزیع داده‌ها غیر نرمال تشخیص داده شد نیز از آزمون‌های غیرپارامتری Mann - Whitney *U* و Kruskal- Wallis *H* استفاده گردید.

آنالیز رگرسیون و رگرسیون چندگانه[1] نیز برای بررسی ارتباط اثر انفرادی و مشترک متغیرها (تعداد وعده‌های مصرف ماهی، تعداد وعده‌های مصرف کنسرو، تعداد دندان پرشده و دفعات تزریق واکسن و...) بر سطوح جیوه‌ی مو و تعیین فرمول رگرسیون استفاده شد.

آزمون همبستگی پیرسون[2] نیز برای تعیین ضریب همبستگی غلظت‌های جیوه در مو با تعداد دفعات مصرف ماهی، کنسرو ماهی، سن، دندان‌های پرشده مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد ppb (Mean±S.E) ۱٦۰۱/۰۵±۲۳۲/٦۸ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ۰/۳٤±۰/۵۵، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده (گرم) ۱۵۱/٤۱±۷/۳۰، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ماه) ۹۵۷/۰٤±۱۲٤/٦۳، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی (وعده/ ماه)۱/۵۱±۰/۲۹، میانگین تعداد دندان های پر شده ۰/۹٦±۰/۲۵ و میانگین تعداددفعات تزریق واکسن ۰/۷۸±۰/۱۳ بود.

اسامی ۳ گونه ماهی که در استان خوزستان دارای بیشترین میزان مصرف بود، به قرار زیر می‌باشد:

۱) شوریده (*Otolithes ruber*)

۲) شیر (*Scomberomorus commerson*)

۳) صبور (*Tenualosa ilisha*)

در گروه سنی ۰ تا ۱ سال میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد ppb ۱۷۲۸/۵۵±۷۰۱/۹۱ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات تزریق واکسن ۲/۷٦ ±۰/۲۳ بود.

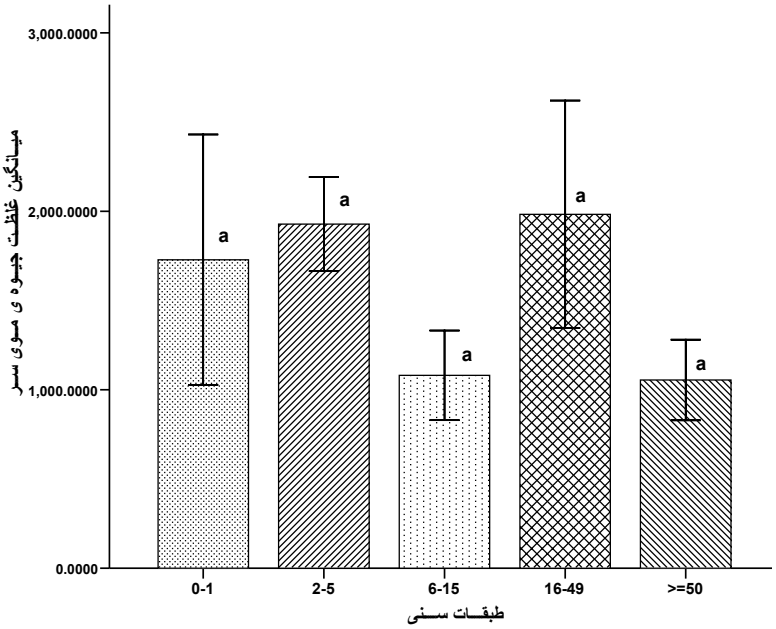
در گروه سنی ۲ تا ۵ سال میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد ppb ۱۹۲۷/۹۰±۲٦۳/۸۲ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ٤/۰٦±۰/۵۰، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده ۲۹/۳۸±۱۰/۱۸، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ماه) ۵٦۲/۵۰±۷۲/۲۲، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی (وعده/ماه) ۱/۷۵±۰/۵۱، میانگین تعداد دندان‌های پر شده ۰/٤٤±۰/۳۰ و میانگین تعداددفعات تزریق واکسن ۰/۱۹±۰/۱۰ بود.

در گروه سنی ٦ تا ۱۵ سال میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد ppb ۱۰۸۰/۸٤±۲۵۰/۹٦ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ۵/۳٦±۰/۸۰، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده ۱٤۸/۵۷±۱۲/۷۰، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ماه) ۸۵٤/۲۹±۱۲۷/۵۰، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی (وعده/ ماه) ۳/۰۷±۱/۰۲، میانگین تعداد دندان‌های پر شده ۰/۱٤±۰/۱٤ و میانگین تعداد دفعات تزریق واکسن۰/۳٦±۰/۱۳ بود.

1- Multiple Regressions analysis
2- Pearson Correlation

در گروه سنی ۱۶ تا ۴۹ سال میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد ppb ۱۹۸۳/۱۴±۶۳۷/۱۸ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ۱/۳۵±۶/۰۸، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده ۱۳/۴۰±۱۷۰/۸۳، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ ماه) ۳۲۱/۱۱±۱۲۲۱/۶۷، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی (وعده/ ماه) ۰/۳۹±۱/۰۰، میانگین تعداد دندان‌های پر شده ۰/۵۹±۲/۳۸ و میانگین تعداد دفعات تزریق واکسن۰/۱۳±۰/۲۱ بود.

در گروه سنی بالاتر از ۵۰ سال میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد ppb ۱۰۵۴/۸۸±۲۲۵/۸۴ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ۱/۰۰±۵/۴۷، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده ۱۸/۶۲ ± ۱۴۷/۰۶، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ ماه) ۲۰۶/۷۹±۱۰۳۹/۴۱، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی(وعده/ ماه) ۰/۲۹±۰/۷۱، میانگین تعداد دندان‌های پر شده ۰/۱۲±۰/۱۲ و میانگین تعداد دفعات تزریق واکسن ۰/۲۹± ۰/۵۳ بود (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر به تفکیک گروه‌های سنی

حداقل و حداکثر میانگین مقدار جیوه موجود در موی افراد مورد بررسی در استان خوزستان، مربوط به گروه سنی بالاتر از ۵۰ سال با مقدار ppb ۱۰۵۴/۸۸±۲۲۵/۸۴ و گروه سنی ۴۹-۱۶ سال با مقدار ppb۱۹۸۳/۱۴±۶۳۷/۱۸ می‌باشد.

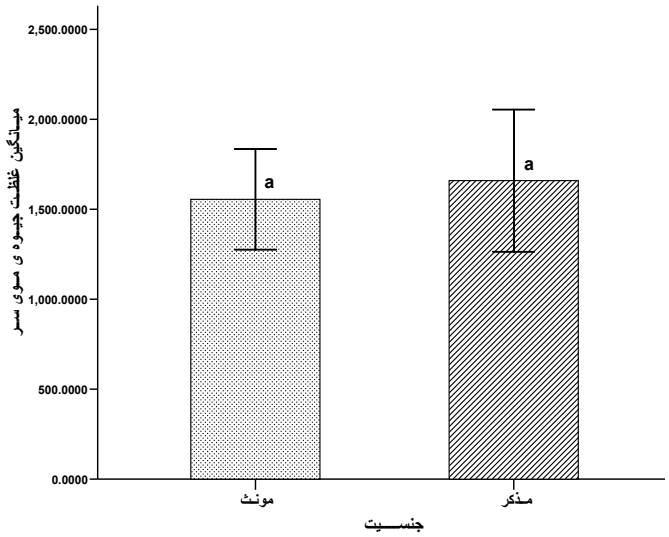
با توجه به آزمون تجزیه واریانس یکطرفه نتیجه می‌گیریم که در استان خوزستان بین گروه‌های سنی از نظر میانگین مقدار جیوه ی موی سر اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

(F=۰/۷۴۴, Sig. level=۰/۵۶۵)

در افراد مذکر استان خوزستان میانگین غلظت جیوه در موی سر ppb ۱۶۵۸/۸۹±۳۹۴/۸۸ بود. همچنین میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ۱/۰۹±۵/۸۴، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده ۱۳/۷۷ ± ۱۴۴/۵۲، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ ماه) ۲۶۰/۸۲±۱۱۲۹/۳۵، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی (وعده/ماه) ۰/۴۲±۱/۵۵، میانگین تعداد دندان‌های پر شده ۰/۲۳±۰/۴۲ و میانگین تعداد دفعات تزریق واکسن ۰/۲۲±۰/۷۷ بود.

در افراد مونث استان خوزستان میانگین غلظت جیوه در موی سر ppb ۲۷۹/۰۸±۱۵۵۵/۰۱ بود. همچنین

میانگین تعداد دفعات مصرف ماهی (وعده/ماه) ٤/٩٥±٠/٤٩، میانگین وزن ماهی مصرفی در هر وعده ٥٦/٧٥±٧/٤٣، میانگین وزن ماهی مصرفی (گرم/ماه) ٨٢٣/٥٠±٨٨/٧٧، میانگین تعداد دفعات مصرف کنسرو ماهی (وعده/ ماه) ١/٤٨±٠/٤٠، میانگین تعداد دندان‌های پر شده ١/٣٨±٠/٣٨ و میانگین تعداددفعات تزریق واکسن ٠/٨٠±٠/١٧ بود (شکل ٢).



شکل ٢- میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر به تفکیک جنسیت

با توجه به آزمون T-test انجام گرفته بین دو جنس نر و ماده در سطح اطمینان ٩٥ درصد نتیجه می‌گیریم که در استان خوزستان بین جنسیت‌ها از نظر مقدار جیوه ی موی سر اختلاف معنی دار آماری وجود ندارد (P>٠/٠٥).

(t =٠/٢٢١, df = ٨٦, Sig. level=٠/٨٢٦)

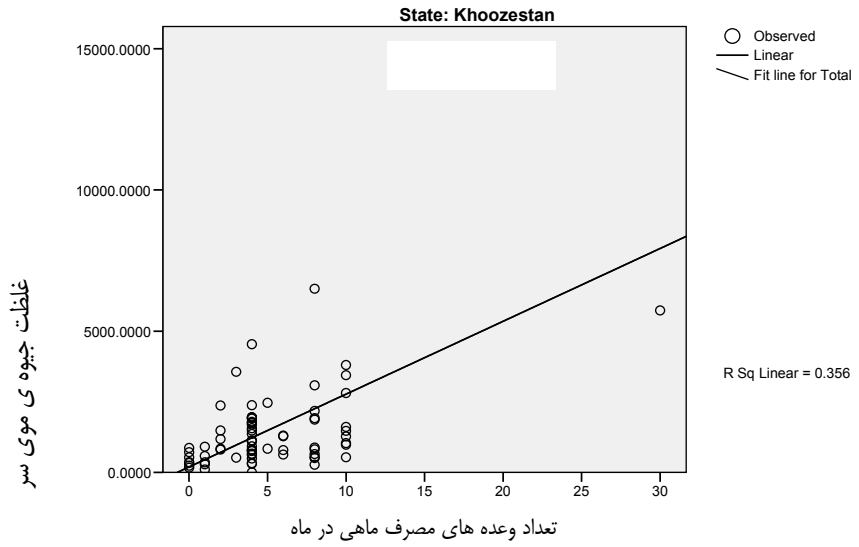
ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت جیوه‌ی موی سر و سن افراد برابر با r= -٠/٠٧٠ می‌باشد که با توجه به مقدار (P =٠/٥١٥) نتیجه می‌گیریم که این ضریب همبستگی در سطح فراتر از ٥١/٥ درصد معنی‌دار می‌باشد (P>٠/٠٥).

ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت جیوه‌ی موی سر و تعداد وعده‌های مصرف ماهی در ماه برابر با r=٠/٥٩٧ می‌باشد که با توجه به مقدار (P=٠/٠٠٠) نتیجه می‌گیریم که این ضریب همبستگی در سطح ٠/٠١ معنی‌دار می‌باشد (P<٠/٠١) (شکل ٣).

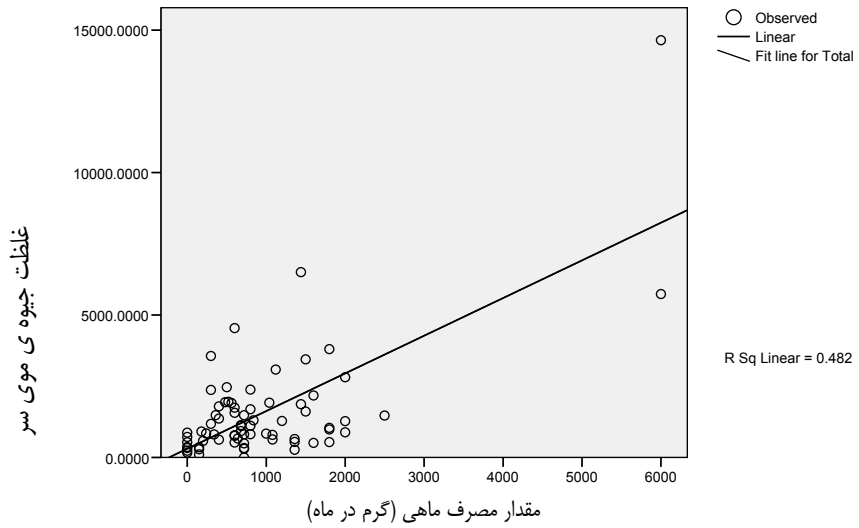
غلظت جیوه‌ی موی سر = ١٩٤/٤١ + (٢٥٧/٧٩×تعداد وعده‌های مصرف ماهی در ماه), R^2 = ٣٥/٦ ٪

ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت جیوه‌ی موی سر و مقدار مصرف ماهی (گرم در ماه) برابر با r=٠/٦٩٤ می‌باشد که با توجه به مقدار (P =٠/٠٠٠) نتیجه می‌گیریم که این ضریب همبستگی در سطح ٠/٠١ معنی‌دار می‌باشد (P<٠/٠١) (شکل ٤)

غلظت جیوه‌ی موی سر = ٣٠٥/٠٣ + (١/٣٢٢ × مقدار مصرف ماهی گرم در ماه), R^2 = ٤٨/٢٪



شکل ۳- ارتباط رگرسیونی بین غلظت جیوه‌ی موی سر و تعداد وعده‌های مصرف ماهی در ماه



شکل ٤- ارتباط رگرسیونی بین غلظت جیوه‌ی موی سر و مقدار مصرف ماهی (گرم در ماه)

ضریب همبستگی پیرسون بین غلظت جیوه‌ی موی سر با تعداد وعده های مصرف ماهی، تعداد وعده‌های مصرف کنسرو ماهی در ماه، تعداد دندان‌های پر شده و تعداد دفعات تزریق واکسن برابر با r=۰/٦١٧ می‌باشد که با توجه به مقدار (P =۰/۰۰۰) نتیجه می‌گیریم که این ضریب همبستگی در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۱).

R^2 = ۳۸/۰ ٪

تعداد وعده های مصرف × ۱۰٤/۵۲) + (تعداد وعده های مصرف ماهی در ماه × ۲٤۹/۹۸) + ٤۷٦/۷۱ = غلظت جیوه ی موی سر

(تعداد دفعات تزریق واکسن × ۱۰/۲۵) + (تعداد دندانهای پر شده × ۹۰/۰۵) + (کنسرو ماهی در ماه

میانگین غلظت جیوه ی موی سر افرادی که در ماه ۲-۰، ۷-۳ و ۸≤ وعده ماهی در ماه مصرف می کنند در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر به تفکیک وعده‌های مصرف ماهی

وعده‌های مصرف ماهی در ماه	میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر (ppb) (Mean±S.E)
۰ -۲	۷۱۳/۹۷ ±۱۳۷/۸۶ [a]
۳ -۷	۱۳۳۷/۳۷ ±۱۶۷/۱۵ [a]
≥ ۸	۲۵۷۱/۵۱ ±۶۷۵/۸۳ [b]

با توجه به آزمون Kruskal - Wallis نتیجه می‌گیریم که بین میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر افرادی که در ماه ۲-۰، ۷-۳ و ۸≤ وعده ماهی مصرف می‌کنند اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر افرادی که در ماه ۵-۰، ۱۵-۵ و ۱۵≤ کیلوگرم ماهی و کنسرو ماهی در سال مصرف می کنند در جدول ٤ آمده است (P<۰/۰۱).

(Chi-Square=۱۱/۸۷۶, df= ۲, Sig. level=۰/۰۰۳)

جدول ٤- میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر به تفکیک وعده‌های مصرف ماهی و کنسرو ماهی

مصرف ماهی و کنسرو ماهی (کیلوگرم در سال)	میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر (ppb) (Mean±S.E)
۰-۵	۸۵۸/۵۳ ±۲۰۸/۲۷ [a]
۵ -۱۵	۱۳۲۱/۰۱ ±۱۶۶/۱۵ [a]
≥۱۵	۲۵۰٤/۶۲ ±۶۷۵/۷٤ [b]

با توجه به آزمون Kruskal - Wallis نتیجه می‌گیریم که بین میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر افرادی که در سال ۵-۰، ۱۵-۵ و ۱۵≤ کیلوگرم ماهی وکنسرو ماهی مصرف می‌کنند، اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد (P<۰/۰۱).

(Chi-Square= ۱۰/۳۰۹, DF = ۲, Sig. Level= ۰/۰۰۶)

بحث و نتیجه‌گیری

در استان خوزستان ۲/۲۷ درصد از نمونه‌ها (۲ نمونه) دارای غلظتی بالاتر از حد آستانه خطر ppm ۱۰ بودند.

نتایج مطالعه انجام شده توسط Al-Majed (۲۰۰۰) در کویت نشان می‌دهد که همبستگی معنی‌داری بین مقدار جیوه ی مو و سن وجود ندارد و همچنین همبستگی معنی‌دار و مثبتی بین تعداد دفعات مصرف ماهی و مقدار جیوه موی سر وجود دارد. نتایج تحقیق جاری با این نتایج منطبق بوده و بیانگر این مطلب است که مصرف ماهی مهمترین راه انتقال جیوه به بدن انسان می‌باشد. میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد مورد بررسی در کویت ppm ۳/۲۲۰±٤/۱۸۱ و میانگین غلظت جیوه در موی سر افراد مورد بررسی در تحقیق جاری در استان خوزستان ppm ۰/۲۳۳±۱/٦۰۱ بود.

نتایج تحقیق انجام شده توسط Patch و همکاران (۲۰۰۵) در آمریکا نشان می‌دهد که سطوح جیوه در موی سر انسان با سن، جنسیت و مقدار مصرف ماهی دارای ارتباط معنی‌داری است و میانگین غلظت جیوه در موی سر مردان بیشتر از زنان می‌باشد. در تحقیق جاری نیز ارتباط معنی‌داری بین غلظت جیوه‌ی موی انسان با مقدار مصرف ماهی وجود دارد و میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر در مردان بیشتر از زنان می‌باشد، ولی ارتباط معنی‌داری آماری بین غلظت جیوه‌ی موی انسان با سن و جنسیت وجود ندارد (P>۰/۰۵).

نتایج تحقیق انجام شده توسط Zolfaghari (۲۰۰۷) در تهران نشان داد که میانگین غلظت جیوه‌ی موی سر دندانپزشکان ۰/٤۷ppm ± ۲/۸٤ است و ارتباط معنی‌داری نیز بین تعداد دفعات مصرف ماهی و مقدار جیوه‌ی بدن دیده شد. در تحقیق جاری نیز ارتباط معنی‌داری بین تعداد وعده‌های مصرف ماهی و مقدار جیوه‌ی موی سر وجود دارد و میانگین غلظت جیوه‌ی موی سرافراد ppm ۰/۲۳۳±۱/٦۰۱ بود.

نتایج مطالعه انجام شده توسط Dickman و همکاران (۱۹۹۹) در هنگ کنگ نشان می‌دهد که میانگین غلظت جیوه در موی مردان ۳۰ ساله ppm ۳/۳ و در مردان ٦۰ ساله ppm ۷/۵ است. در حالی که در استان خوزستان، میانگین غلظت جیوه در موی مردان ٤۹-۱٦ سال ۰/٦٤ppm±۱/۹۸ و در مردان بالاتر از ۵۰ سال ۰/۲۲ppm±۲/۰۵ بود که این مقادیر کمتر از مقادیر مشابه در هنگ کنگ است.

منابع

۱-اسماعیلی‌ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. (۷٦۷): ۸۱- ٦۷

۲-اسماعیلی‌ساری، ع. و همکاران، ۱۳۸٦. جیوه در محیط زیست. انتشارات بازرگان. (۲۲٦)

3.Al-Majed, N.B., and Preston, M.R. 2000. Factors influencing the total mercury and methyl mercury in the hair of the fishermen of Kuwait. Environmental Pollution 109: 239-250.

4.ATSDR. 1999. Toxicological Profile for Mercury, Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry. http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html.

5.Dickman, M.D., Leung, K.M.C., and Koo, L.C.L. 1999. Mercury in Human Hair and Fish: is there a Hong Kong Male Sub fertility Connection? Marine Pollution Bulletin Vol. 39, Nos.1-12, pp: 352-356.

6.Díez Sergi, Paolo Montuori, Pagano, A., Sarnacchiaro, P., Bayona, J.M., and Triassi, M. 2007. Hair mercury levels in an urban population from southern Italy: Fish consumption as a determinant of exposure. Environment International. Xx: x-x

7.Mortada W.I., Sobh, M.A., El-Defrawy, M.M., and Farahat, S.M. 2002. Reference Intervals of Cadmium, Lead, and Mercury in Blood, Urine, Hair, and Nails among Residents in Mansoura City, Nile Delta, Egypt. Environmental Research Section A 90: 104-110.

8.Patch, Steven C., Maas, R.P., and Sergent, K.R. 2005. An Investigation of Factors Related to Levels of Mercury in Human Hair, Environmental Quality Institute, The University of North Carolina-Asheville, One University Heights, Asheville, NC 28804, and Technical Report # 05-150.

9.Queen S. 1995. Chronic Mercury Toxicity-New Hope against an Endemic Disease. http://www.bioprobe.com; & F.L. Lorscheider et al., "Mercury exposure from silver tooth fillings: emerging evidence questions a paradigm", FASEB J. 9: 504-508.

10.U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1999, "Integrated Risk Information System, National Center for Environmental Assessment, Cincinnati, Ohio, http://www.epa.gov

11.U.S. EPA. 2001. Water Quality Criterion for the Protection of Human Health: Methyl mercury, Washington, DC: Office of Science and Technology and office of Water, U.S. Environmental Protection Agency.

12.Zolfaghari Gh., Esmaili-Sari, A., Ghasempouri, S.M., and Faghihzadeh, S. 2007. Evaluation of environmental and occupational exposure to mercury among Iranian dentists. Science of the Total Environment 381: 59-67.

The relation between Human fish consumption and Mercury bioaccumulation in scalp hair in Khoozestan Province

[*]A.R. Mobarhan Fard[1], A. Esmaili-Sari[2], Sh.A. Nezami[3] and N. Qaemi[4]

[1]Ph.D. Student, Science & Research Branch, Islamic Azad University, [2]Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres University, [3]Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Branch Lahijan, [4]Faculty of Biotechnology, Tehran University

Email: alirezamobarhan@iausanandaj.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to evaluate the Mercury (Hg) concentration in human scalp hair in Khoozestan Province according to gender and age category and its relation with fish consumption. Hair sample was completely related to methyl mercury (MeHg) exposure and can be used to estimate MeHg exposure in several months or a year before. Eighty-eight human scalp hair samples collected randomly. Also, the survey included a questionnaire designed to provide information about the parameters that influenced body Hg concentration. Determination of samples Hg concentration performed by LECO, AMA254, Advanced Mercury Analyzer according to ASTM Method D-6722. Overall mean concentration in the hair was 1601.05±232.68 ppb (Mean±S.E). Mean concentration in the females and males' hair was 1555.01±279.08 and 1658.89±394.88 ppb, respectively. Significant positive correlation was between Hg concentration and number of fish meals (P<0.01). In 2.27 percent of samples (2 samples), mercury concentration was more than EPA & WHO threshold level (10ppm).

Keywords: Mercury (Hg); Fish consumption; Human Scalp hair.