مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره نهم، شماره اول، بهار ۱۳۹۵، صفحات ۲۷ تا ۴۰

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

مقاله پژوهشی

ارزیابی ریسک غیر سرطانزایی فلزات سنگین (باریم،کادمیوم، سرب) در رنگ موهای موجود در بازار تهران

فریبا خلیلی ناجی[۱]، امیرحسین محوی*[۲و۳]، سیمین ناصری[۴و۵]، مسعود یونسیان[۶]، بابک جاهد[۷]، مهدی یاسری[۸]

۱- دانشجوی دکترای مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- (نویسنده مسئول): مرکز تحقیقات مواد زائد جامد، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵- مرکز تحقیقات کیفیت آب، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۶-دکترای اپیدمیولوژی، استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۷- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایرانشهر
۸- دکترای آمار زیستی، استادیار گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی ، دانشگاه علوم پزشکی تهران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۱۱
تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۸/ ۳۰
تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۹/۰۷
تاریخ انتشار: ۹۵/۰۳/۱۷

واژگان کلیدی: کادمیوم، سرب، باریم، رنگ مو، ریسک بهداشتی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
ahmahvi@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: *رنگ موهای شیمیایی از پرمصرف‌ترین محصولات آرایشی هستند. فلزات سنگین در این محصولات می‌تواند سلامت مصرف‌کنندگان را به مخاطره بیندازد. برخلاف سایر محصولات آرایشی، تاکنون مطالعه‌ای بر روی میزان غلظت فلزات سنگین موجود در رنگ‌موهای شیمیایی صورت نپذیرفته است. مطالعه حاضر غلظت برخی از فلزات سنگین در این محصولات و ارزیابی ریسک اثرات غیر سرطانزای ناشی از این عناصر را مورد محاسبه قرار داد.*

روش بررسی: *۳۲ نمونه رنگ‌موی شیمیایی از ۸ برند (۳ برند داخلی و ۵ برند خارجی) و ۴ رنگ پرمصرف در بازار تهران جمع‌آوری شد. غلظت ۳ عنصر باریم، کادمیوم و سرب توسط روش ICP-MS تعیین گردید. اطلاعات مورد نیاز جهت ارزیابی مواجهه به کمک توزیع پرسشنامه در بین شهروندان تهرانی به دست آمد. ارزیابی مواجهه به کمک روش Monte Carlo و میزان ریسک غیر سرطانزا برای عناصر با محاسبه ضریب خطر Hazard Quotient (HQ) تعیین گردید.*

یافته‌ها: *غلظت عنصر باریم بر حسب mg/kg، ۰/۸۶ به دست آمد و غلظت عناصر کادمیوم و سرب برحسب µg/kg به ترتیب ۰/۴۵ و ۱۸۵/۳۴ به‌دست آمد. سرب با ضریب خطر برابر با $۷/۴۶\times۱۰^{-۴}$ بیشترین ریسک و کادمیوم با ضریب خطر برابر با $۳/۵۷\times۱۰^{-۵}$ کمترین ریسک را به خود اختصاص داد. همچنین، برند ساخت کشور ایران و رنگ بلوند بیشترین ریسک را دارا بودند.*

نتیجه‌گیری: *ضریب خطر محاسبه شده برای فلزات مورد مطالعه کمتر از ۱ است، لذا در صورت مصرف محصولات مورد بررسی، از لحاظ اثرات غیر سرطانزا، تهدید چشمگیری متوجه مصرف‌کنندگان نیست.*

Please cite this article as: Khalili F, Mahvi AH, Nasseri S, Yunesian M, Djahed B, Yaseri M. Risk assessment of non-carcinogenic heavy metals (Barium, Cadmium, and Lead) in hair color in markets of Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(1):27-40.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

مواد آرایشی هزاران سال است که توسط انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱) و اولین استفاده از رنگ‌مو به ۴۰۰۰ سال پیش و به مومیان باستان باز می‌گردد (۲). در طی سال‌های اخیر پیشرفت چشمگیری در صنعت محصولات آرایشی مشاهده شده است که شامل تولید انواع مختلف این محصولات جهت زیبایی و مراقبت از پوست، مو، دندان، بدن و ناخن است، از جمله این محصولات می‌توان به صابون، کرم، پودر صورت، لوسیون، رنگ‌موها، خمیردندان، رژلب و غیره اشاره نمود (۳). روزانه میلیون‌ها نفر از لوازم آرایشی استفاده می‌کنند که باعث می‌شود این محصولات به‌طور مستقیم با پوست انسان در تماس باشد و محتویات آن جذب بدن شود (۴). در میان محصولات مختلف آرایشی رنگ‌موها یکی از پرفروش‌ترین محصولات هستند، به‌طوری‌که امروزه در اروپا، آمریکای شمالی و ژاپن بیش از یک سوم زنان بالای ۱۸ سال و بیش از ۱۰٪ مردان بالای سن ۴۰ سال از رنگ‌مو استفاده می‌کنند (۵). بعضی از ترکیبات موجود در مواد آرایشی مثل فلزات سنگین به‌طور ناخواسته و یا در حین فرایند تولید در کارخانه وارد این محصولات می‌شوند (۱). فلزات سنگین یکی از مهمترین آلاینده‌های زیست محیطی هستند که تعداد بسیاری از آن‌ها در مقادیر کم هم برای انسان سمی هستند (۶). انسان روزانه از راه‌های مختلفی با این مواد مواجهه پیدا می‌کند. برخی از منابع انتشار این عناصر مثل اتمسفر به دلیل اینکه حجم بزرگی را شامل می‌شوند موجب نگرانی بیشتری برای سلامت انسان خواهد شد اما دیگر منابعی که به نظر از اهمیت کمتری برخوردارند نیز بایستی مورد توجه قرار گیرند، یکی از این منابع مواد آرایشی است (۷). بر پایه مطالعات صورت پذیرفته امروزه در اروپا، آمریکای شمالی و ژاپن بیش از یک سوم زنان بالای ۱۸ سال و بیش از ۱۰٪ مردان بالای سن ۴۰ سال از رنگ‌مو استفاده می‌کنند (۵). همچنین یکی از مسائل نگران‌کننده در خصوص مصرف محصولات آرایشی، پایین آمدن سن استفاده از این محصولات در کشور ما است(۸). گزارشات متعددی نشان داده‌اند، حضور فلزات سنگین در مواد آرایشی می‌تواند سبب به وجود آمدن مشکلات بهداشتی نظیر سرطان (۱۱-۹)، اختلالات در دستگاه تولیدمثل (۱۲) و سیستم‌های عصبی (۱۳) و ایجاد آلرژی‌های پوستی (۲، ۱۴-۱۶) شود. این عناصر می‌توانند به عنوان ناخالصی و یا مواد تشکیل‌دهنده وارد محصولات آرایشی عرضه شده در بازار شوند (۱۷). به گونه‌ای که از فلز کادمیوم برای تشکیل رنگ زرد تا نارنجی و سرب نیز با هدف تثبیت‌کنندگی رنگ و تولید رنگ قرمز (۱۸) و فلز باریم به منظور تشکیل رنگدانه‌های قرمز، زرد، نارنجی و آبی در محصولات آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹). مطالعات بسیاری در کشورهای ایتالیا (۴)، عربستان (۱۳)، پاکستان (۲۰) و دیگر کشورها به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین در مواد آرایشی انجام شده است اما متاسفانه تاکنون مطالعه‌ای بر روی میزان این عناصر در رنگ‌موهای شیمیایی انجام نشده است و از آنجایی که میزان مصرف این مواد آرایشی در جامعه بسیار زیاد است لذا هدف مطالعه حاضر تعیین غلظت برخی از فلزات سنگین در پرمصرف‌ترین برندهای رنگ موی شیمیایی موجود در بازار تهران و همچنین تعیین میزان مواجهه بانوان تهرانی با این عناصر و ارزیابی ریسک بهداشتی مربوط به این لوازم آرایشی است.

مواد و روش‌ها

- نمونه‌گیری

در مطالعه حاضر، جهت تعیین میزان غلظت ۳ فلز سنگین Ba، Cd، Pb در نمونه‌های رنگ‌مو، پس از بررسی پرسشنامه، ۸ برند پرمصرف از رنگ‌موهای شیمیایی در بازار تهران انتخاب و از هر برند چهار رنگ مشکی، بلوند، قهوه‌ای تیره و قهوه‌ای روشن که دارای بیشترین مصرف توسط بانوان شهروند تهرانی بودند نمونه‌برداری شد. لازم به ذکر است تمامی نمونه ها به صورت تصادفی از سطح بازار تهران انتخاب گردیدند. جمعا ۳۲ نمونه جهت تعیین غلظت فلزات سنگین مورد نظر به آزمایشگاه انتقال یافتند. جهت انجام فرایند هضم، g ۱ از هر

سلامت و محیط زیست
دوره نهم/ شماره اول/ بهار ۱۳۹۵
فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران
ijhe.tums.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

نمونه داخل بشر قرار داده شد، و به آن ۵ mL اسیدنیتریک (HNO_3) اضافه گردید به گونه‌ای که تمام نمونه در تماس با اسید قرار بگیرد. سپس هر نمونه به مدت ۴ h بر روی هیتر در دمای ۸۵ ^oC قرار داده شد تا بخار زرد رنگ حاصل از واکنش نمونه و اسید به پایان برسد. پس از سرد شدن نمونه تا دمای اتاق ۱ mL هیدروژن پراکسید ۳۰٪ به آن اضافه گردید و حجم آن با آب مقطر دوبار تقطیر به ۵۰mL رسانیده شد، سپس نمونه آماده شده از کاغذ واتمن عبور داده شد و تا زمان تزریق به دستگاه در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شد (۲۰). غلظت هر ۸ فلز سنگین مورد نظر در تمامی نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط دستگاه Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. صحت روش دستگاهی به کار برده شده توسط تکرار نمونه‌ها (Duplication of Sampls) و همچنین به‌کار بردن ماده رفرنس بعد از هر ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار گرفت. حد اندازه‌گیری برای فلزات Ba و Cd، ۰/۰۵ ppb و برای عنصر Pb به ترتیب ۱ppb تعیین گردید.

- انتخاب جامعه آماری و توزیع و تکمیل پرسشنامه

در مطالعه حاضر تعداد ۳۷۰ پرسشنامه جهت تعیین پرمصرف‌ترین رنگ‌موی شیمیایی از نظر برند و رنگ تهیه و به دلیل نبود امکانات و غیرممکن بودن توزیع پرسشنامه‌ها در ۲۲ منطقه شهر تهران، پرسشنامه‌ها در ۶ منطقه شهر به گونه‌ای که چهار جهت جغرافیایی و مرکز شهر را تحت پوشش قرار دهد، از طریق افراد آموزش‌دیده توزیع گردید. همچنین برخی از پارامترهای کلیدی جهت ارزیابی مواجهه مانند وزن، سن شروع استفاده از رنگ‌موهای شیمیایی، تعداد دفعات مصرف ماهانه و مدت زمان ماندگاری رنگ روی پوست سر نیز از پرسش‌شوندگان پرسیده شد. لازم به ذکر است به دلایل فرهنگی، در ایران غالبا بانوان از رنگ‌مو استفاده می‌نمایند، لذا تصمیم گرفته شد که پرسشنامه‌های تهیه شده تنها در میان شهروندان زن توزیع گردند.

- ارزیابی مواجهه و تعیین ریسک

ارزیابی ریسک بهداشتی به‌طور کلی شامل چهار مرحله ۱) شناسایی خطر ۲) ارزیابی دز- پاسخ ۳) ارزیابی مواجهه و ۴) توصیف خطر است (۲۱). ارزیابی مواجهه و تعیین مقدار دز ورودی به بدن یکی از مهمترین مراحل ارزیابی ریسک به شمار می‌رود. در این مطالعه از معادله ۱ جهت تعیین مقدار فلز سنگین وارد شده به بدن از طریق مواجهه پوستی با رنگ مو استفاده گردید (۲۲).

$$D_{dermal} = \frac{\mathrm{C \times SA \times SL \times ABS \times EF \times ED}}{BW \times AT} \times 10^{-6} \qquad (۱)$$

در این معادله D (mg/kg.day) مقدار فلز سنگین وارد شده از راه پوست (Average Daily Dose)، C (mg/kg) غلظت فلز مورد نظر در رنگ مو (Concentration)، SA (cm^2) مساحت پوست سر (Skin surface area available for exposure)، SL (mg/cm) فاکتور جذب پوستی (Skin Adherence Factor)، ABS فاکتور جذب عمقی پوست (Absorption factor)، EF (day/year) فراوانی مواجهه (Exposure Frequency)، ED (year) مدت زمان مواجهه (Exposure Duration)، BW (kg) وزن بدن (Body Weight) و AT (day) زمان متوسط (Average Time) است. پس از تعیین میزان دز ورودی به بدن، ارزیابی ریسک کیفی از معادله ۲ تعیین گردید. لازم به ذکر است پارامتر AT نیز از معادله ۲ مورد محاسبه قرار گرفت (۲۱).

$$AT = ED \times 365 \qquad (۲)$$

در معادله ۲، ED (year) میزان سال‌هایی است که هر شخص از رنگ مو استفاده می‌نماید که خود این پارامتر نیز از تفریق میزان متوسط عمر در نظر گرفته شده برای هر فرد از سال آغاز استفاده از رنگ مو به‌دست می‌آید. پس از محاسبه میزان مواجهه با عناصر اندازه‌گیری شده، با استفاده از معادله ۳ ریسک اثرات غیرسرطانزا تعیین گردید (۲۵-۲۳).

$$HQ = \frac{D_{dermal}}{\mathrm{RfD}} \qquad (۳)$$

Archive of SID
www.SID.ir

در ایـن معادلـه RfD (mg/kg.day) مقـدار دوز رفرنـس (Reference Dose) اسـت، اگـر مقدار HQ ضریب خطر (Hazard Quotient) محاسـبه شـده از ۱ بزرگتـر باشـد نشان‌دهنده آن خواهد بود که سطح ریسک قابل ملاحظه است و اگـر مقدار شـاخص مذکور از ۱ کمتر بـود این به آن معنی اسـت که ریسـک قابل ملاحظه‌ای از لحاظ اثرات غیرسرطانزا وجـود نـدارد (۲۱، ۲۲، ۲۵). همچنیـن از روش مونت کارلو جهت انجام آنالیز عدم قطعیت استفاده گردید. بنابراین ابتدا نوع توزیع پارامترهای مورد نظر توسـط نرم افزار Easy Fit Pro-fessional Version 5/5 تعیین گردید و سپس توسط نرم افزار Matlab R2013a و ۱۰۰۰۰ بار تکرار، مقادیر مواجهه و آنالیز عدم قطعیت مورد محاسـبه قرار گرفت. همچنین از نرم افزار Excel جهت انجام سایر آنالیزهای آماری استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایـج حاصـل از پرسشـنامه‌های توزیع شـده نشـان داد که ۹۲/۱۹٪ از افراد پرسـش شونده از رنگ مو استفاده می‌کردند، حدود ۱۹/۵٪ از شـهروندان تهرانی از سـن ۱۲ سالگی شروع به اسـتفاده از رنگ مو نموده‌اند این در حالی اسـت که بیشتر افراد پاسـخ‌دهنده (۳۴/۷٪) از سن ۱۹ سالگی استفاده از رنگ مو را آغاز کرده بودند. همچنین حدود نیمی از پاسـخ‌دهندگان (۴۹/۵٪) از رنگ‌موهای شـیمیایی اسـتفاده می‌کردند. از افراد پرسش‌شـونده خواسته شـد که میزان دفعات استفاده از رنگ مو را در یک سـال تعییـن نمایند که نتایج نشـان داد ۵۵/۱٪ از افـراد پاسـخ دهنده هر ماه موهای خـود را رنگ می‌نمایند. همچنین ۶٪ ار پاسـخ‌دهندگان دارای وزن ۴۰-۵۰kg، ۳۲/۹٪ وزن بین ۵۰ kg – ۶۰ داشـتند، ۳۴/۶ ٪ و ۲۶/۲ ٪ از افراد نیز بـه ترتیـب دارای وزن ۶۰kg -۷۰ و بـالای ۷۰ kg بودند. به علاوه از پرسش‌شـوندگان خواسته شـد تا بیشترین رنگی که استفاده می‌نمایند و همچنین پراستفاده ترین برند رنگ‌مویی که مورد اسـتفاده قرار می‌دهند را مشـخص نمایند که نتایج نشان داد چهار رنگ بلوند، قهوه ای روشـن، قهوه ای تیره و مشکی به ترتیب با ۳۳/۶ ٪، ۲۷/۴، ۱۹/۶ و ۱۴ بیشترین مصرف را در بین پاسخ‌دهندگان داشتند، همچنین ۸ برند پر مصرف رنگ مو به ترتیب متعلق به کشورهای ایتالیا (۱۹/۷٪)، ایران (۱۳/۶٪)، اسـپانیا (۸/۳٪)، ایران (۶/۸٪)، اسپانیا (۶/۸٪)، ایران (۵/۳٪)، ایتالیـا (۵/۳٪)، آلمان (۵/۳٪) بود. جهت تعیین غلظت عناصر مـورد نظر در رنگ مو، از ۸ برند پرمصـرف و چهار رنگ که مطابـق با نتایج بدسـت‌آمده دارای بیشـترین مصـرف بودند، جهت آنالیز نمونه‌برداری شـد. به ایـن ترتیب جمعا ۳۲ نمونه جمع‌آوری و جهت تعیین عناصر مورد بررسـی به آزمایشـگاه منتقل گردیدند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آزمایشـگاهی نمونه‌هـای جمع‌آوری شـده، نوع توزیـع و RfD مربوط به هرکدام از فلزات در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول۱- میانگین، نوع توزیع، پارامترهای توزیع و RfD های مربوط به عناصر اندازه‌گیری شده

فلز سنگین	واحد	میانگین±SD	میانه	نوع توزیع	پارامتر توزیع	RfD_{derm} (mg/kg.day)
باریم (n=۳۲)	ppm	۱/۴۳±۰/۸۶	۰/۲	LogGamma	Alpha=۰/۱۶۷ Beta=۱/۹۴۹ Lambda=۰/۰۷	۰/۰۰۴۹
کادمیوم (n=۳۲)	ppb	۰/۴۵±۰/۳	۰/۴	Weibull	mu=۱/۵۶۴ Sigma=۰/۵۰۲	۰/۰۰۰۰۲۵
سرب (n=۳۲)	ppb	۱۸۵/۳۴±۹۰/۴۹	۱۵۵/۷	LogLaplace	Alpha=۲/۵۳۷ Beta=۲/۴۹ Delta=۱۵۷/۱	۰/۰۰۰۵۲

Archive of SID
www.SID.ir

همچنین میزان متوسط غلظت فلزات اندازه‌گیری شده در هریک از برندها بطور جداگانه تعیین گردید، نتایج در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲-غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در برندهای مختلف رنگ مو

برند	ساخت	(ppm) باریم میانگین±SD	(ppb) کادمیوم میانگین±SD	(ppb) سرب میانگین±SD
برند ۱ (n=۴)	ایتالیا	-	۰/۴۵±۰/۳۹	۲۴۰/۳±۱۰۶/۴
برند ۲ (n=۴)	ایران	۱/۰۷±۱/۳۴	۰/۳۳±۰/۱۵۲	۲۲۵/۱۲±۱۰۶/۱۶
برند ۳ (n=۴)	اسپانیا	۰/۴۹۵±۰/۴۱۷	۰/۸۵±۰/۴۹	۱۹۵/۱۷±۱۲۶/۹
برند ۴ (n=۴)	ایران	۰/۲۶±۰/۱۹۷	۰/۴۳±۰/۲۳	۱۵۵/۳۸±۲۵/۴۲
برند ۵ (n=۴)	اسپانیا	۰/۰۹±۰/۰۲۸	۰/۱۷±۰/۱۱	۱۵۵/۰۳±۵۳/۱۷
برند ۶ (n=۴)	ایران	۰/۱۲۵±۰/۰۷۷	۰/۷۵±۰/۲۱۲	۱۸۹/۹۵±۱۳۵/۵۷
برند ۷ (n=۴)	ایتالیا	۱/۶۹±۲/۴۴	۰/۵±۰/۱۴	۱۱۸/۵۶±۷۷/۷۹
برند ۸ (n=۴)	آلمان	۰/۳۷۶±۰/۲۶۱	-	۲۰۳/۲۳±۵۴/۱۹

همانطورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، به دلیل آنکه در برند ۱ در ٪۲۰ نمونه‌ها عنصر Ba قابل تشخیص نبود، از بررسی ارزیابی ریسک این برند صرف‌نظر گردید. همچنین پایین‌ترین میزان عنصر Ba در برند ۵ (۰/۰۹±۰/۰۲۸ ppm) دیده شد بالاترین میانگین این فلز نیز در برند ۷ که ساخت کشور ایتالیا است تعیین گردید. مطابق جدول ۲، در مطالعه حاضر میانگین غلظت فلز کادمیوم در برند ۳ با مقدار ۰/۸۵±۰/۴۹ ppb بالاترین و در برند ۸ که ساخت کشور اسپانیا است با ۰/۱۷±۰/۱۱ ppb کمترین میزان را به خود اختصاص داد. همچنین برند ۸ نیز به دلیل آنکه در بیش از ٪۲۰ نمونه‌های آن Cd قابل اندازه‌گیری نبود صرف‌نظر گردید. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین فلز Pb در برند ۱ که ساخت

www.SID.ir

کشـــور ایتالیا اســـت بالاترین مقدار(ppb ۱۰۶/۴±۲۴۰/۳) را در میان برندهای مورد بررســـی به خود اختصاص داده اســـت، همچنین نتایج نشان داد که کمترین میانگین این فلز در برند ۷ که ساخت کشور ایتالیا است، ppb (۷۷/۷۹±۱۱۸/۵۶) مشاهده می‌شـــود. به‌علاوه میانگین عناصر مورد بررســـی در رنگ‌های مختلف نمونه‌های جمع‌آوری شده بطور جداگانه تعیین گردید که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در رنگ‌های مختلف رنگ‌مو

کد رنگ	باریم (ppm) میانگین±SD	کادمیوم (ppb) میانگین±SD	سرب (ppb) میانگین±SD
مشکی (n=۸)	۱/۰۸±۱/۶۷	۰/۴۸۳±۰/۲۸۵	۱۶۹/۹±۱۰۶/۵۹
بلوند (n=۸)	-	۰/۵±۰/۳۷	۲۲۸/۷±۱۰۰/۳۶
قهوه ای روشن (n=۸)	۰/۳±۰/۰۹	۰/۴۵±۰/۴	۱۶۷/۸±۶۹/۷۴
قهوه ای تیره (n=۸)	۱/۱۴±۱/۹	۰/۳۲±۰/۱۷	۱۷۴/۹۳±۸۴/۰۹

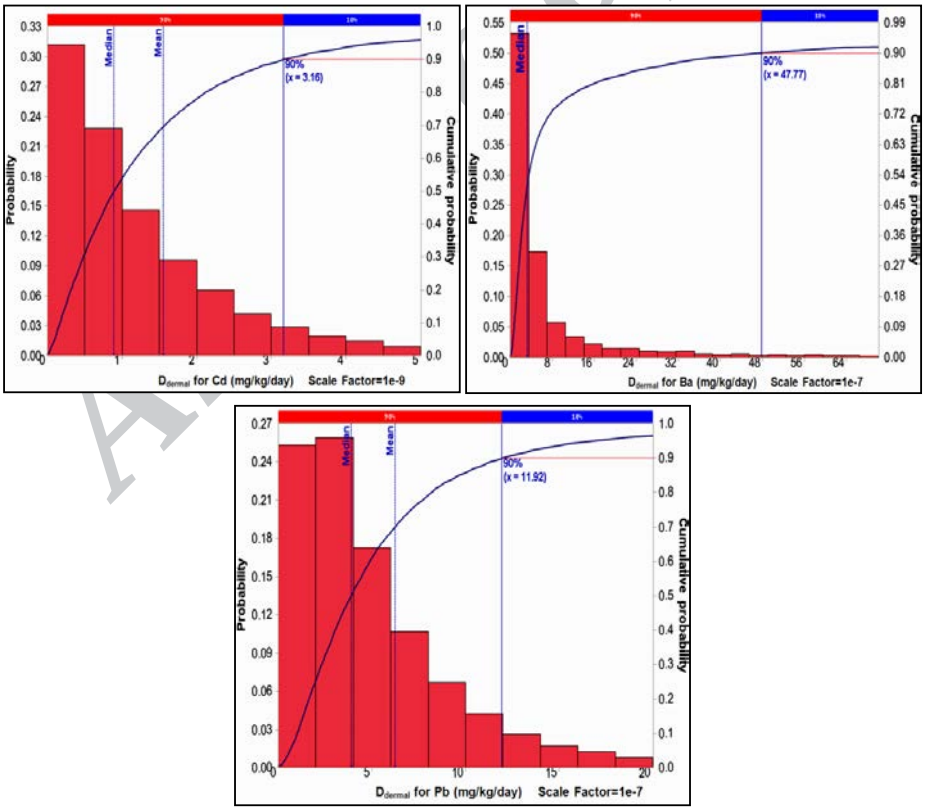
مطابق جـــدول ۳، نتایج میانگین غلظت فلز Ba در چهار رنگ مورد بررسی رنگ‌موها نشان داد که رنگ قهوه‌ای تیره با میانگین ppm ۱/۱۴±۱/۹ دارای بیشـــترین و رنـــگ قهوه‌ای روشـــن با میانگیـــن ppm ۰/۳±۰/۰۹ دارای کمتریـــن غلظت از این فلز بودند. همچنین از بررسی رنگ‌موی بلوند به دلیل اینکه غلظت فلز Ba در بیش از ٪۲۰ از نمونه‌های آن زیر محدوده تشخیص بود صرف‌نظر گردید. وضعیـــت میانگین این فلز در رنگ‌های مورد بررســـی به صورت قهوه‌ای تیره>مشکی>قهوه‌ای روشن بود. مطابق جدول۳، میانگین غلظت Cd در رنگ بلوند بالاترین غلظـــت (ppb ۰/۵±۰/۳۷) و در رنگ قهوه‌ای تیره پایین‌ترین غلظت (ppb ۰/۳۲±۰/۱۷) را به خود اختصاص داد. همچنین وضعیت میانگین غلظت این فلز در رنگ‌های مورد بررســـی به صورت بلوند>مشکی>قهوه ای روشن>قهوه ای تیره مشاهده گردیـــد. نتایج نشـــان داد نمونه‌هـــای رنگ‌موی بلونـــد دارای بیشـــترین میانگیـــن (ppb ۱۰۰/۳۶±۲۸۸/۷) مربوط به عنصر Pb بودند و کمتریـــن میانگین فلز Pb در رنگ‌موهای قهوه‌ای روشن (ppb ۶۹/۷۴±۱۶۷/۸) دیده شد. وضعیت میانگین این فلز در رنگ‌موهای مورد بررســـی به صـــورت بلوند>قهوه‌ای تیره>مشـــکی>قهوه‌ای روشن اســـت. بر پایه محتویات فلزات ســـنگین تعیین‌شـــده در نمونه‌های جمع‌آوری شده و اطلاعات بدست‌آمده از پرسشـــنامه و سایر مطالعات (جدول۴)، ارزیابی مواجهه برای سه فلزسنگین Ba، Cd و Pb صورت پذیرفت.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول۴- مقادیر و نوع توزیع برای متغیرهای مورد نیاز جهت ارزیابی مواجهه

پارامتر	تعریف	واحد	نوع توزیع	پارامتر توزیع	رفرنس
SA	سطح پوست	Cm^2	Uniform	۶۰۰-۷۰۰	(۲۶)
SL	فاکتور چسبیدن به پوست	mg/cm^2	Uniform	۱۵-۳۰	(۲۷)
ABS	فاکور جذب پوستی	Unitless	-	۰/۰۰۱	(۲۸ ,۲۱)
EF	دفعات مواجهه	day/year	Polya	Alpha=۲/۸۱ Beta=۶/۰۴	پرسشنامه
ED	مدت مواجهه	year	Poisson	Lambda=۱۷/۰۶	پرسشنامه
BW	وزن بدن	kg	Slash	Mode=۶۳ Scale=۴/۴	پرسشنامه
AT	متوسط زمان	day	-	۳۶۵×۷۰	(۳۰ ،۲۹)

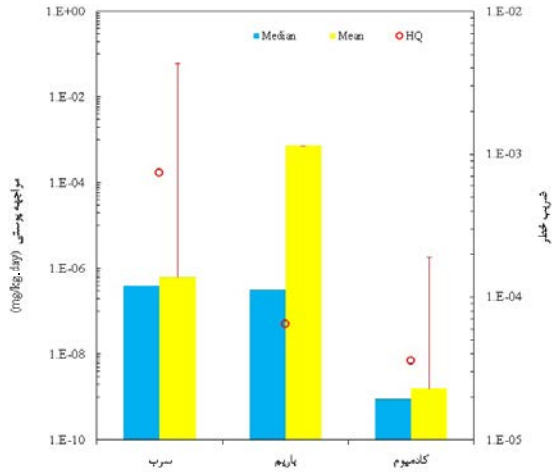
لازم به ذکر است جهت ارزیابی مواجهه و محاسبه D_{dermal} (معادله ۱) از روش Monte Carlo و ۱۰۰۰۰ بار تکرار استفاده‌گردید که نتایج حاصل برای هر فلز در شکل ۱ مشاهده می‌شود.



شکل۱-نمودار توزیع احتمال D_{dermal} برای عناصر Ba، Cd و Pb

www.SID.ir

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، از آن‌جایی که شاخص مرکزی میانه در تمامی سیمولیشن‌ها، در مقایسه با شاخص میانگین به بازه‌ای که دارای بیشترین احتمال است نزدیک‌تر است، لذا در تمامی محاسبات جهت ارزیابی ریسک از میانه مقادیر محاسبه شده برای ارزیابی مواجهه استفاده‌گردید. مطابق نمودار ۱، از نظر میانگین، بیشترین (۷/۲۹e-۴mg/kg.day) و کمترین (۱/۵۵ e-۹mg/kg.day) مواجهه با فلزات مورد بررسی به ترتیب مربوط به فلزات Ba و Cd می‌شود. مقادیر D_{dermal} بر حسب برندهای مختلف و همچنین رنگ‌های مختلف مورد محاسبه قرارگرفت که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده‌است.



نمودار۱- مقادیرHQ، میانگین و میانه D_{dermal} برای عناصر مورد بررسی

جدول۵- مقادیرمیانگین، میانه و انحراف‌معیار D_{dermal} محاسبه شده برای برندها و رنگ‌های مختلف

نوع فلز	برند					رنگ				
	Exposure (mg/kg.day)					Exposure (mg/kg.day)				
	کد	میانگین	میانه	انحراف معیار	HQ	کد	میانگین	میانه	انحراف معیار	HQ
باریم	۱	-	-	-	-	۱*	۶/۵۱e-۰۶	۴/۰۶e-۰۶	۱/۳۱e-۰۵	۸/۲۹e-۰۴
	۲	۱/۱۷e-۰۶	۷/۷۶e-۰۷	۲/۳۹e-۰۶	۱/۵۸e-۰۴					
	۳	۵/۴۲e-۰۷	۳/۷۶e-۰۷	۱/۰۲e-۰۶	۷/۶۸e-۰۵	۲	-	-	-	-
	۴	۲/۸۶e-۰۷	۲/۰۱e-۰۷	۵/۳۷e-۰۷	۴/۱۱e-۰۵					
	۵	۹/۹۰e-۰۸	۷/۰۸e-۰۸	۱/۹۲e-۰۷	۱/۴۴e-۰۵	۳	۱/۰۱e-۰۶	۷/۳۴e-۰۷	۱/۹۵e-۰۶	۱/۵۰e-۰۴
	۶	۱/۳۶e-۰۷	۹/۷۰e-۰۸	۲/۵۳e-۰۷	۱/۹۸e-۰۵					
	۷	۲/۳۴e-۰۶	۱/۵۳e-۰۶	۴/۵۵e-۰۶	۳/۱۳e-۰۴	۴	۶/۴۷e-۰۶	۴/۱۷e-۰۶	۱/۱۴e-۰۵	۸/۵۰e-۰۴
	۸	۴/۴۵e-۰۷	۳/۰۸e-۰۷	۷/۹۴e-۰۷	۶/۲۹e-۰۵					
کادمیوم	۱	۵/۶۵e-۱۰	۳/۸۲e-۱۰	۱/۱۳e-۰۹	۱/۵۳e-۰۵	۱	۱/۷۱e-۰۹	۱/۱۶e-۰۹	۴/۰۹e-۰۹	۴/۶۵e-۰۵
	۲	۳/۷۸e-۱۰	۲/۶۷e-۱۰	۷/۳۷e-۱۰	۱/۰۷e-۰۵					
	۳	۹/۳۲e-۱۰	۶/۶۴e-۱۰	۱/۷۱e-۰۹	۲/۶۶e-۰۵	۲	۲/۰۶e-۰۹	۱/۴۰e-۰۹	۳/۷۷e-۰۹	۵/۶۰e-۰۵
	۴	۳/۲۹e-۱۰	۲/۳۸e-۱۰	۶/۰۷e-۱۰	۹/۵۲e-۰۶					
	۵	۴/۳۹e-۱۰	۳/۱۷e-۱۰	۸/۱۰e-۱۰	۱/۲۷e-۰۵	۳	۱/۷۷e-۰۹	۱/۱۹e-۰۹	۳/۰۰e-۰۹	۴/۷۶e-۰۵
	۶	۵/۸۶e-۱۰	۴/۲۱e-۱۰	۱/۱۰e-۰۹	۱/۶۸e-۰۵					
	۷	۵/۸۵e-۱۰	۴/۲۱e-۱۰	۱/۱۰e-۰۹	۱/۶۸e-۰۵	۴	۱/۰۵e-۰۹	۷/۴۲e-۱۰	۲/۰۵e-۰۹	۲/۹۷e-۰۵
	۸	-	-	-	-					
سرب	۱	۲/۷۰e-۰۷	۱/۹۰e-۰۷	۴/۹۷e-۰۷	۳/۶۶e-۰۴	۱	۶/۳۶e-۰۷	۴/۲۸e-۰۷	۱/۲۵e-۰۶	۸/۲۲e-۰۴
	۲	۲/۷۷e-۰۷	۱/۹۵e-۰۷	۵/۲۴e-۰۷	۳/۷۴e-۰۴					
	۳	۲/۶۱e-۰۷	۱/۸۲e-۰۷	۵/۴۱e-۰۷	۳/۵۱e-۰۴	۲	۸/۲۴e-۰۷	۵/۸۶e-۰۷	۱/۴۵e-۰۶	۱/۱۳e-۰۳
	۴	۱/۷۹e-۰۷	۱/۲۹e-۰۷	۳/۴۰e-۰۷	۲/۴۸e-۰۴					

*۱= مشکی, ۲= بلوند, ۳= قهوه ای روشن, ۴= قهوه ای تیره

www.SID.ir

ادامه جدول۵- مقادیرمیانگین، میانه و انحراف‌معیار D_{dermal} محاسبه شده برای برندها و رنگ‌های مختلف

نوع فلز	برند					رنگ				
	کد	Exposure (mg/kg.day) میانگین	میانه	انحراف معیار	HQ	کد	Exposure (mg/kg.day) میانگین	میانه	انحراف معیار	HQ
سرب	۵	۱/۷۹e-۰۷	۱/۲۸e-۰۷	۳/۲۱e-۰۷	۲/۴۷e-۰۴	۳	۶/۴۰e-۰۷	۴/۶۰e-۰۷	۱/۱۱e-۰۶	۸/۸۴e-۰۴
	۶	۲/۴۲e-۰۷	۱/۶۷e-۰۷	۴/۳۳e-۰۷	۳/۲۱e-۰۴					
	۷	۱/۰۹e-۰۷	۷/۳۰e-۰۸	۲/۱۲e-۰۷	۱/۴۰e-۰۴	۴	۷/۵۳e-۰۷	۵/۳۸e-۰۷	۱/۳۴e-۰۶	۱/۰۳e-۰۳
	۸	۲/۳۴e-۰۷	۱/۶۸e-۰۷	۴/۴۵e-۰۷	۳/۲۳e-۰۴					

*۱= مشکی، ۲= بلوند، ۳= قهوه ای روشن، ۴= قهوه ای تیره

برمبنای D_{dermal} محاسبه شده و RfD مربوط به هر آلاینده (جدول۱)، ریسک فلزات مورد بررسی تعیین گردید. همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود Pb با HQ برابر با ۷/۴۶e-۴ دارای بیشترین ریسک در میان فلزات مورد بررسی است، همچنین فلز Cd با HQ برابر با۵ -۳/۵۷e کمترین مقدار HQ را به خود اختصاص داد. وضعیت HQ محاسبه شده برای فلزات مورد بررسی به صورت Pb>Ba>Cd است. به‌علاوه مقادیر شاخص HQ به‌طور جداگانه برای برندها و رنگ‌های مورد بررسی محاسبه گردید.

بیشترین مقدار HQ در برندهای مورد بررسی مربوط به فلز Pb می‌شود بجز در برند ۷ که HQ مربوط به Ba بیشتر از Pb است. HQ محاسبه‌شده برای Pb در برندهای ۲ و ۷ به ترتیب بیشترین (۳/۱۴e-۴) و کمترین (۱/۴e-۴) مقدار را به خود اختصاص دادند. همچنین برند ۵ و ۷ نیز به ترتیب کمترین (۱/۴۴e-۵) و بیشترین (۳/۱۳e-۴) مقدار HQ محاسبه شده برای Ba را بدست آوردند. برند ۳ با مقدار ۲/۶۶e-۵ و برند ۴ با مقدار ۲/۶۶e-۵ نیز به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص HQ را در معادله با Cd بدست آوردند. همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود، در تمامی رنگ‌های مورد بررسی مقادیر HQ برای فلز Pb بیشتر از سایر فلزات مورد بررسی به دست آمد، بیشترین و کمترین مقدار HQ محاسبه‌شده برای Pb به ترتیب متعلق به رنگ بلوند و مشکی است. برای فلز Ba رنگ‌های قهوه‌ای تیره و بلوند، برای فلز Cd نیز رنگ‌های بلوند و قهوه‌ای تیره، بیشترین و کمترین HQ را به خود اختصاص دادند.

بحث

فلزات سنگین یکی از آلاینده‌های مهم زیست‌محیطی هستند که وجود آن‌ها در مواد آرایشی می‌تواند مخاطرات بهداشتی مختلفی را برای مصرف‌کنندگان به همراه داشته باشد، مطالعه حاضر با بررسی ۳۲ نمونه رنگ‌موی پر مصرف موجود در بازار ایران، غلظت فلزات‌سنگین Ba، Cd و Pb را در آن‌ها مشخص‌کرده و ریسک بهداشتی ناشی از مصرف این محصولات را تعیین نمود.

باریم فلز قلیایی است که در استخوان‌ها جایگزین کلسیم شده و رسوب می‌نماید، به‌علاوه این فلز موجب انقباض عروق، افزایش فشارخون و ایجاد سمیت در سیستم عضلانی می‌گردد (۳۱، ۳۲). مطابق با جدول ۱ میانگین این فلز در نمونه‌های جمع‌آوری شده ppm ۱/۴۳ ±۰/۸۶ بدست‌آمد، این مقدار در مقایسه با سایر مطالعات صورت گرفته بر روی لوازم آرایشی مختلف بسیار پایین‌تر است، به‌طور مثال در مطالعه‌ای که Al-Qutob و همکاران بر روی لوازم آرایشی مختلف انجام دادند، میزان فلز Ba را در محصول حنا، ppm ۱۷/۴۶ و در برندهای مختلف محصول رژلب از ppm ۱۰/۳۷ تا

Archive of SID
www.SID.ir

ppm ۱۸۹۵ گـــزارش نموده‌انـــد (۲۰). Al-Dayel و همکاران نیز میزان این فلز در محصولات ریمل و سایه چشم از ppm ۳/۶ تا ۹۶/۸ گزارش نمودند و تنها در یک نمونه ریمل این میزان را ppm ۰/۹۵ گزارش گردید (۳۳). مطابق نمودار ۱، نتایـج حاصل از ارزیابی ریسـک عنصر Ba نشـان داد که در مجموع غلظت Ba موجود در نمونه‌های مورد بررسی سلامت مصرف‌کنندگان این محصـولات را تهدید نمی‌نماید، همچنین مطابق جدول ۵، تمامی شـاخص‌های HQ مورد محاسبه برای برندها و رنگ‌های مورد بررسی کمتر از ۱ بدست‌آمد که به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که اسـتفاده از برندها یا رنگ‌های بررسی‌شـده در این مطالعه نمی‌تواند تهدیدی برای سـلامت افراد مصرف کننده به‌شمارآید.

کادمیوم فلز سـنگینی اسـت که مواجهه بـا مقادیر کم آن نیز سیسـتم قلبـی و عروقی انسـان را تحت تاثیر قـرار می‌دهد، مطالعات نشـان داده است که مواجهه با غلظت‌های بالای این فلز سـمی با ایجاد دیابت و فشـار خون بالا ارتباط مسـتقیم دارد (۳۴). همچنیـن تخریب اسـتخوان‌ها از دیگر اثرات این فلز است (۳۵). به‌علاوه کادمیوم یک سم بالقوه برای سلول‌ها اسـت که می‌تواند باعث مرگ سلول یا ازدیاد آن‌ها شود (۴). کادمیوم عامل موتاسـیون اسـت و برای کلیه‌ها سـمی است (۳۶، ۳۷). میانگیـن فلز Cd در نمونه‌های اندازه‌گیری شـده ppm ۰/۴۵±۰/۳ به‌دسـت آمـد (۳۸). این فلز در بسـیاری از لـوازم آرایشـی وجود دارد و در ایـن محصولات از آن به عنوان رنگ‌دانه زرد پررنگ و نارنجی اسـتفاده می‌شـود. در مطالعه‌ای که Ullah و همکاران بر روی محصولات مختلف آرایشـی صورت دادند (رژلب، پودرصورت، خط‌چشم، کرم و شـامپو) میانگین این فلز را ppb ۰/۲۳۸±۰/۰۰۰۱ گزارش نمودنـد (۳۵). در مطالعـه دیگـری Adepoju-Bello و همـکاران غلظت این فلز را در سـه محصول (کرم، رژلب و بـرق لب) بین ppb ۲۰۷ -۴ گزارش نمودند (۳۹). در مطالعه دیگری Volpe و همکاران میزان این فلز را در محصول سایه چشـم تعیین نمودند که بیشـترین میزان تعیین شده مربوط به میانگین غلظـت این فلز در محصولات چینی (ppb ۳۳/۰۶) و کمترین میزان مربوط به محصولات تولیدشـده در U.S.A (ppb ۰/۶) بـود (۴). Sukender و همـکاران نیـز در مطالعـه‌ای که بر روی رنگ‌موی طبیعـی (Henna) صورت دادنـد میزان فلـز Cd را ۱/۸۷۵-۰/۶۲۵ تعیین نمودند (۴۰). مقادیر فلز کادمیوم در نمونه‌های رنگ‌مو آنالیز شده در مطالعه حاضر در مقایسـه با سـایر مطالعات صورت پذیرفته در حد پایین‌تـری قرار دارد. این در حالی اسـت کـه مقادیر این فلز در تمامی نمونه‌ها به صورت چشـمگیری از اسـتانداردهای کشـور کانادا (ppm ۵) و آلمـان (ppm ۳) که برای غلظت این فلز در لوازم آرایشـی- بهداشـتی تعیین شده است، کمتر بود (۲۷، ۳۵، ۴۱). نتایج حاصل از ارزیابی ریسـک ناشـی از فلز Cd موجود در نمونه‌های گرفته‌شـده (نمودار ۱) نشـان داد که مقدار شـاخص HQ محاسبه‌شده برای این فلز فاصله بسـیار زیادی با یک دارد که این امر نشان‌دهنده بی‌خطر بودن اسـتفاده از محصولات مورد بررسـی از نظـر وجود فلز Cd اسـت. همچنیـن مطابق جدول ۵، با توجه به شـاخص HQ مورد محاسـبه برای برندها و رنگ های مورد بررسی می‌توان گفـت که در هیچ‌کـدام از رنگ‌ها و برندهـا تهدیدی متوجه سلامت مصرف‌کنندگان نیست.

فلـز سـرب یک عنصـر غیرضروری برای انسـان اسـت که مسـمومیت با آن می‌تواند باعث از دست دادن اشتها، ضعف، کم‌خونی، اسـتفراغ و تشـنج، ایجاد بیماری خودایمنی شـود (۹). همچنیـن ایـن فلز می‌توانـد باعث موتاسـیون و ایجاد سـرطان شود (۳۶). به‌علاوه این فلز به سیستم عصبی مرکزی آسیب می‌رساند و باعث کاهش هوش کودکان می‌شود (۳۷). مطالعات نشان داده است که در دوران بارداری سرب می‌تواند از جفت عبورکرده و باعث مرگ جنین شود، همچنین زایمان زودرس و وزن کم نوزاد از دیگر اثرات مسـمومیت با سرب است (۲۸، ۳۹). در مطالعه حاضر میزان این فلز در نمونه‌های رنگ‌مو ppb ۸۵/۳۴ به‌دسـت‌آمد، این میـزان کمتر از مقدار میانگینی اسـت که Amartey و همـکاران در مطالعه خود

Archive of SID
www.SID.ir

بـــرروی پماد مو انجام دادند، آنها میانگین Pb را در ۳۴ نمونه آنالیز شـــده ppm ۸/۲۶۹ به‌دست آوردند (۶). در مطالعه‌ای دیگر Al-Qutob و همکاران میزان متوســـط فلز ســـرب را در حنـــا، ppm۱۷/۴۶ به‌دســـت آوردنـــد (۲۰). همچنین در مطالعـــه‌ای دیگـــر Sukender و همکاران میـــزان این فلز را در رنگ‌مـــوی طبیعـــی (Henna)، ppm۳۳- ۱/۴۷ تعییـــن نمودند (۴۰). در مطالعه حاضر، مقادیر غلظت Pb موجود در محصولات مورد بررســـی به صورت چشمگیری از استاندارد تعییـــن شـــده توســـط WHO (ppm۱۰) (۴۰)، کـــه بـــرای لوازم‌آرایشی تعیین شده است پایین‌تر است. همان‌طور که در جدول ۵ مشـــاهده می‌شود کلیه مقادیر HQهای محاسبه شده برای غلظت Pb موجود در برندهای مورد بررســـی کمتر از ۱ اســـت و این امر نشـــان‌دهنده آن است که در صورت مصرف محصولات مورد بررســـی، از لحاظ اثرات غیرسرطانزا، تهدید چشـــمگیری متوجه مصرف‌کنندگان نیســـت. همان‌طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود، تمامی HQهای محاسبه‌شده برای فلـــز Pb در رنگ‌های مورد مطالعه بســـیار کمتر از ۱ اســـت که این امر نشـــان می‌دهد خطری مصرف‌کنندگان محصولات مورد بررســـی را تهدید نمی‌نماید.

نتیجه‌گیری

از آنجایی که میزان مصرف مواد آرایشـــی در جامعه بسیار زیاد است و بیشتر افراد از سن کم شروع به استفاده از مواد آرایشی می‌نمایند، لذا هدف مطالعه حاضر تعیین غلظت فلزات سنگین باریم، کادمیوم و ســـرب در پرمصرف‌ترین رنگ‌ها و برندهای رنگ‌موهای شیمیایی در بازار تهران و ارزیابی ریسک‌بهداشتی ناشی از مصرف رنگ‌موها است. نتایج این مطالعه نشان داد که تعداد زیادی از بانوان از رنگ‌مو اســـتفاده می‌کنند که استفاده از رنگ مو را از ســـنین پایین شـــروع نموده‌اند. همچنین نیمی از بانوان هر ماه یک‌بار موهـــای خود را رنگ می‌کردند. از طرف دیگر بررســـی غلظت فلزات نشان داد که فلز باریم در رنگ‌مو ساخت کشور ایتالیا و رنگ قهوه‌ای تیره دارای بیشترین غلظت بود. همچنین ارزیابی ریســـک فلزات نشـــان داد که فلز سرب در رنگ‌مو ســـاخت کشـــور ایران و رنگ قهوه‌ای تیره بیشترین ریسک را به خود اختصاص داد. نتایج بدست‌آمده نشان داد در هیچ یک از برندها و رنگ‌های مورد بررسی، مخاطره بهداشتی مصرف‌کنندگان را تهدید نمی‌نماید.

تشکر و قدردانی

ایـــن مقاله بخشـــی از پایان نامه با عنوان بررســـی میزان فلزات ســـنگین در پرمصرف ترین رنگ موهـــای مصرفی در ایران و ارزیابی ریســـک بهداشـــتی ناشی از جذب آرســـنیک در مقطع کارشناســـی ارشد در سال ۱۳۹۱ اســـت که با حمایت دانشگاه علوم پزشـــکی و خدمات بهداشـــتی درمانی تهران اجرا شـــده اســـت. همچنین نویســـندگان این مقاله از مرکز تحقیقات مواد زائد جامد پژوهشکده محیط زیست با کد طرح ۲۵۱۲۵ به دلیل حمایت مالی از این طرح تشکر می نماید.

منابع

1. Ababneh FA, Abu-Sbeih KA, Al-Momani IF. Evaluation of allergenic metals and other trace elements in personal care products. Jordan Journal of Chemistry. 2013;8(3):179-90.
2. Nohynek GJ, Fautz R, Benech-Kieffer F, Toutain H. Toxicity and human health risk of hair dyes. Food and Chemical Toxicology. 2004;42(4):517-43.
3. Nnorom I, Igwe J, Oji-Nnorom C. Trace metal contents of facial (make-up) cosmetics commonly used in Nigeria. African Journal of Biotechnology. 2005;4(10):1133-38.
4. Volpe M, Nazzaro M, Coppola R, Rapuano F, Aquino R. Determination and assessments of selected heavy metals in eye shadow cosmetics from China, Italy, and USA. Microchemical Journal. 2012;101:65-69.
5. Gago-Dominguez M, Castelao JE, Yuan JM, Yu MC, Ross RK. Use of permanent hair dyes and bladder-cancer risk. International Journal of Cancer. 2001;91(4):575-79.
6. Amartey E, Asumadu-Sakyi A, Adjei C, Quashie F,

Archive of SID
www.SID.ir

Duodu G, Bentil N. Determination of heavy metals concentration in hair Pomades on the Ghanaian market using atomic absorption spectrometry technique. British Journal of Pharmacology and Toxicology. 2011;2:192-98.
7. Marinovich M, Boraso MS, Testai E, Galli CL. Metals in cosmetics: An a posteriori safety evaluation. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2014;69(3):416-24.
8. Kiani M, Mugouei F. Socio-economic factors influencing cosmetic products use by females under 20 years old in Yazdanshahr NajafAbad. Dermatology & Cosmetic. 2013;4(1):1-9.
9. Gondal M, Seddigi Z, Nasr M, Gondal B. Spectroscopic detection of health hazardous contaminants in lipstick using laser induced breakdown spectroscopy. Journal of Hazardous Materials. 2010;175(1):726-32.
10. Ros MM, Gago-Dominguez M, Aben KK, Bueno-de-Mesquita HB, Kampman E, Vermeulen SH, et al. Personal hair dye use and the risk of bladder cancer: a case–control study from The Netherlands. Cancer Causes & Control. 2012;23(7):1139-48.
11. Koutros S, Silverman DT, Baris D, Zahm SH, Morton LM, Colt JS, et al. Hair dye use and risk of bladder cancer in the New England bladder cancer study. International Journal of Cancer. 2011;129(12):2894-904.
12. Al-Saleh I, Al-Enazi S. Trace metals in lipsticks. Toxicological & Environmental Chemistry. 2011;93(6):1149-65.
13. Al-Saleh I, Al-Enazi S, Shinwari N. Assessment of lead in cosmetic products. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2009;54(2):105-13.
14. Pigatto P, Martelli A, Marsili C, Fiocchi A. Contact dermatitis in children. Italian Journal of Pediatrics. 2010;36:2-2.
15. Nigam P, Saxena A. Allergic contact dermatitis from henna. Contact Dermatitis. 1988;18(1):55-56.
16. Le Coz CJ, Lefebvre C, Keller F, Grosshans E. Allergic contact dermatitis caused by skin painting (pseudotattooing) with black henna, a mixture of henna and p-phenylenediamine and its derivatives. Archives of Dermatology. 2000;136(12):1515-17.
17. Lee S-M, Jeong H-J, Chang IS. Simultaneous determination of heavy metals in cosmetic products. Journal of Cosmetic Science. 2008;59(5):441-48.
18. Mohammadi M, Riyahi Bakhtiari A, Khodabandeh S. Determination of cadmium and lead concentration in cosmetics (sunscreen, lipstick and hair color). Iranian Journal of Health and Environment. 2013;6(4):481-90 (in Persian).
19. Rastogi SC, Pritzl G. Red lipstick: a source of barium to humans and the environment. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 1998;60(4):507-10.
20. Al-Qutob MA, Alatrash HM, Abol-Ola S. Determination of different heavy metals concentrations in cosmetics purchased from the Palestinian markets by ICP/MS. Advances in Environmental Sciences. 2013;5(3):287-93.
21. Liu S, Hammond SK, Rojas-Cheatham A. Concentrations and potential health risks of metals in lip products. Environmental Health Perspectives. 2013;121(6):705-10.
22. Zheng N, Liu J, Wang Q, Liang Z. Health risk assessment of heavy metal exposure to street dust in the zinc smelting district, Northeast of China. Science of the Total Environment. 2010;408(4):726-33.
23. Emmanuel E, Pierre MG, Perrodin Y. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. Environment International. 2009;35(4):718-26.
24. Muhammad S, Tahir Shah M, Khan S. Arsenic health risk assessment in drinking water and source apportionment using multivariate statistical techniques in Kohistan region, northern Pakistan. Food and Chemical Toxicology. 2010;48(10):2855-64.
25. Sofuoglu SC, Kavcar P. An exposure and risk assessment for fluoride and trace metals in black tea. Journal of Hazardous Materials. 2008;158(2):392-400.
26. International Agency for Research on Cancer. Occupational exposures of hairdressers and barbers and personal use of hair colourants; some hair dyes, cosmetic colourants, industrial dyestuffs and aromatic amines. IARC monographs, volume 99. France: IARC; 1992.
27. Bocca B, Pino A, Alimonti A, Forte G. Toxic metals contained in cosmetics: A status report. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2014;68(3):447-67.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Hashemi-Moghaddam H, Shiravi A, Shadab-Shamsabad F, Torabi M, Rezaei Taviraei M. Disposition of lead (Pb) in brain of rats following oral exposure to lipstick. Journal of Paramedical Sciences. 2015;6(2):79-84.
29. Naveedullah MZH, Yu C, Shen H, Duan D, Shen C, Lou L, et al. Concentrations and Human Health Risk Assessment of Selected Heavy Metals in Surface Water of the Siling Reservoir Watershed in Zhejiang Province, China. Polish Journal of Environmental Studies. 2014;23(3):801-11.
30. De Miguel E, Iribarren I, Chacon E, Ordonez A, Charlesworth S. Risk-based evaluation of the exposure of children to trace elements in playgrounds in Madrid (Spain). Chemosphere. 2007;66(3):505-13.
31. Ramanathan R. Barium and barium salts. Washington DC: National Academy of Sciences; 2007.
32. Kojola W, Brenniman G, Carnow B. A review of environmental characteristics and health effects of barium in public water supplies. Reviews on Environmental Health. 1978;3(1):79-95.
33. Al-Dayel O, Hefne J, Al-Ajyan T. Human Exposure to Heavy Metals from Cosmetics. Oriental Journal of Chemistry. 2011;27(1):1-11.
34. Khalid A, Bukhari I, Riaz M, Rehman G, Ain Q, Bokhari T, et al. Determination of lead, cadmium, chromium, and nickel in different brands of lipsticks. International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences. 2013;1(2):263-71.
35. Ullah H, Noreen S, Rehman A, Waseem A, Zubair S, Adnan M, et al. Comparative study of heavy metals content in cosmetic products of different countries marketed in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Arabian Journal of Chemistry. 2013;doi:10.1016/j.arabjc.2013.09.021 (in Press).
36. Zazooli M, Bandpei AM, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of Cadmium and Lead contents in Iranian rice cultivated in Babol Region. Asian Journal of Chemistry. 2010;22(2):1369-76.
37. Huang Z, Pan X-D, Wu P-G, Han J-L, Chen Q. Health risk assessment of heavy metals in rice to the population in Zhejiang, China. PloS One. 2013;8(9):e75007.
38. Lavilla I, Cabaleiro N, Costas M, De La Calle I, Bendicho C. Ultrasound-assisted emulsification of cosmetic samples prior to elemental analysis by different atomic spectrometric techniques. Talanta. 2009;80(1):109-16.
39. Adepoju-Bello A, Oguntibeju O, Adebisi R, Okpala N, Coker H. Evaluation of the concentration of toxic metals in cosmetic products in Nigeria. African Journal of Biotechnology. 2012;11(97):16360-64.
40. Sukender K, Jaspreet S, Sneha D, Munish G. AAS estimation of heavy metals and trace elements in Indian herbal cosmetic preparations. Research Journal of Chemical Sciences. 2012;2(3):46-51.

Archive of SID

www.SID.ir

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

Original Article

Risk Assessment of Non-Carcinogenic Heavy Metals (Barium, Cadmium, and Lead) in Hair Color in Markets of Tehran

F Khalili[1], AH Mahvi[2,3*], S Nasseri[4,5], M Yunesian[1], B Djahed[6], M Yaseri[1]

[1] Department of Environmental Health, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Center for Solid Waste Research (CSWR), Institute for Environment Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Department of Environmental Health Engineering, Schools of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[5] Center for Water Quality Research (CWQR), Institute for Environmental Research (IER), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[6] Department of Environmental Health, Faculty of Health, Iranshahr University of Medical Sciences, Iranshahr, Iran

ARTICLE INFORMATIONS:

Received: 2 September 2015
Revised: 21 November 2015
Accepted: 28 November 2015
Published: 6 June 2016

Key words: Barium, Cadmium, Lead, Hair color, Risk assessment

***Corresponding Author:**
ahmahvi@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objectives: Chemical hair color are one of the most widely used cosmetics. The presence of heavy metals in these products can affect the health of consumers. Unlike other cosmetics, no study has been conducted on the heavy metal levels in the synthetic chemical hair colors. This study determined the concentration of heavy metals in these products and the risk assessment of non-carcinogenic effects by these elements were calculated.

Material and Method: 32 samples of chemical hair color from eight brands (3 local and 5 imported ones) and four most used colors were collected from the markets in Tehran. The concentration of cadmium, lead, and barium was determined using ICP-MS. The information required to assess exposure risk was gathered through a questionnaire distributed among citizens of Tehran. The assessment of exposure was conducted using Mont Carlo method and non-carcinogenic risk was determined using the index of Hazard Quotient.

Results: Barium concentration measured was 0.86 mg/kg and concentrations of Cadmium and Lead were 0.45 and 185.34 µg/kg respectively. Among the elements, Pb with Hazard Quotient equals to 7.46×10^{-4} had the most risk and cadmium with Hazard Quotient equals to 3.57×10^{-5} had the lowest risk. Moreover, the Iranian brand and blond had the highest risk among the samples.

Conclusion: Based on the index of Hazard Quotient, heavy metals in the studied samples had no risk for consumers of these products.

Please cite this article as: Khalili F, Mahvi AH, Nasseri S, Yunesian M, Djahed B, Yaseri M. Risk assessment of non-carcinogenic heavy metals (Barium, Cadmium, and Lead) in hair color in markets of Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(1):27-40.

Archive of SID

www.SID.ir