مقاله پژوهشی

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۶۴، بهار ۱۴۰۲ (۱۰۹- ۹۹)

اندازه گیری میزان فلزات سنگین در مردار سنگ و ارزیابی قابلیت فراهمی زیستی آنها برای بدن

فرشته دست گشاده[1]*

F_dastgoshadeh@yahoo.com

کیوان رحیمی[2]

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۴ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱/۲۴**

چکیده

زمینه و هدف: مردار سنگ (سنگ مرداب یا نقره سنگ)، به صورت پودر خاکستری رنگ در اغلب عطاری های سطح کشور موجود می باشد و جهت جلوگیری از بوی نامطبوع ناشی از تعریق بدن و همچنین ندرتاً به عنوان روشن کننده پوست استفاده می شود. هدف از این پژوهش ارزیابی میزان فلزات سنگین موجود در مردار سنگ و خطرات ناشی از آن می باشد.

روش بررسی: در این تحقیق میزان ۵ فلز سنگین در نمونه های جمع آوری شده از ۸ عطاری واقع در شهرهای کرج و تهران اندازه گیری گردید. در این نمونه ها میزان کل فلزات سنگین موجود در مردار سنگ و میزان فلزات قابل استخراج در محلول عرق مصنوعی اندازه گیری شد.

یافته ها: نتایج غلظت کل فلزات سنگین نشان می دهد میزان عناصر سرب، نیکل، کادمیم، کروم و نقره به ترتیب ۷۴۷۹۴۶±۱۲۷۴۸۱، ± ۲۰۲۶، ۲/۲ ± ۴/۹۱، ۹۴/۷ ± ۵۴۱ و ۶۱/۸ mg/kg ± ۱۰۰ می باشد. بر اساس نتایج به دست آمده مقادیر سرب و کادمیم در مردار سنگ بالاتر از مقادیر حد مجاز تعیین شده برای محصولات آرایشی می باشد که توسط وزارت بهداشت کانادا تعیین شده است. نتایج فلزات قابل استخراج با عرق مصنوعی نیز نشان می دهد فراهمی زیستی سرب در مردارسنگ بسیار بالا می باشد.

بحث و نتیجه گیری: افرادی که از مردار سنگ استفاده می نمایند برای مدت طولانی در معرض تماس پوستی با سرب قرار می گیرند. بنابراین توصیه می گردد از استفاده از مردار سنگ و قرار گیری آن در دسترس عموم مردم جلوگیری گردد.

واژهای کلیدی: جذب پوستی، فراهمی زیستی، سرب، مردار سنگ.

۱- رییس اداره امور آزمایشگاه ها، اداره کل حفاظت محیط زیست استان البرز. *(مسوول مکاتبات)

۲- معاون نظارت و پایش، اداره کل حفاظت محیط زیست استان البرز

Human and Environment, No. 64, Spring 2023

Assessment of total concentrations and dermal bioavailability of heavy metals in Mordarsang

Fereshteh Dastgoshadeh [1 *]

F_dastgoshadeh@yahoo.com

Keyvan Rahimi [2]

Admission Date:April 13, 2019 Date Received: November 25, 2017

Abstract

Background and Objective: Today, women are present in society like men. But they do not have enough power to choose their desired territory and as vulnerable groups, their value and position in urban spaces are ignored and they do not have a favorable environmental territory to use and enjoy urban spaces. This research seeks to introduce the components that affect the creation of a desirable territory for women.

Material and Methodology: The research method is phenomenological and has an explanatory-inferential approach. The type of study is qualitative and the studies have been done in both field and library methods and semi-in-depth interviews have been used. The sampling method is purposeful and we do not have a fixed sample size and sampling of people with different views after starting with the minimum number, continued until it reached theoretical saturation. Accordingly, the total number of interviewees in the three parks of Ail Goli, Valiasr Park and Shams Women's Park in Tabriz was 18 people.

Findings: Based on women's statements, general phenomena were identified and extracted and their relationship was determined. Finally, the most important indicators that cover the most components in their subset were extracted, which include 9 indicators of quality, interaction, vitality, security, privacy, determinism, mind-psyche, sense of belonging, choice.

Discussion and Conclusion: As a result, according to the research findings, eliminating the deficiencies needed by women in urban parks in terms of extracted components, will be of great help in improving the desirability of the environmental territory of this particular group.

Key words: Territory, public environment, urban space, park, Tabriz.

1- Head of Laboratories Department, Department of Environment of Alborz province. *(*Corresponding Author*)
2- Monitoring Deputy, Department of Environment of Alborz province

مقدمه

مردار سنگ تحت عناوین سنگ مرداب یا نقره سنگ به شکل پودر خاکستری رنگ در اکثر عطاری های سطح کشور موجود بوده و جهت جلوگیری از بوی بد ناشی از تعریق و همچنین ندرتاً به عنوان روشن کننده رنگ پوست توسط عطاری ها تجویز می گردد و نحوه مصرف آن مشابه با مام ها و کرم های روشن کننده پوست می باشد. لذا با توجه به نوع مصرف و ماهیت معدنی آن بررسی وجود آلودگی فلزات سنگین در این ماده مورد توجه می-باشد.

فلزات سنگین از مهمترین آلاینده ها در محیط زیست شهری می‌باشند و به دلیل سرطان زایی و مسمومیت شدیدی که ایجاد می نمایند یکی از معضلات مهم برای سلامت عمومی می باشند (۱). همچنین این عناصر بسیار پایدار بوده و تجزیه و تخریب نمی‌شوند. بنابر این هر نوع افزایش در میزان فلزات سنگین تهدیدی برای زندگی بیولوژیکی محسوب می شود. برخی از فلزات سموم فزاینده هستند و این قابلیت را دارند که در بافتها و ارگانیسم های بدن جذب و ذخیره شده و سبب بروز آثار فیزیولوژیکی نامطلوب قابل توجهی شوند و یا به عنوان کوفاکتور در بعضی از بیماری ها عمل نمایند (۲، ۳). برخی گزارشات نیز حاکی از آن است که این فلزات با ریز مغذی های ضروری با عدد اکسیداسیون یکسان نظیر روی و کلسیم تداخل ایجاد می نمایند (۴).

فلزات سنگین با ایجاد خطرات میان مدت یا طولانی مدت برای سلامتی انسان مانند دل درد و بیماری های مرتبط با جنین (مانند سقط جنین یا زایمان پیش از موعد) در ارتباط می باشد. افراد بزرگسال ممکن است فشار خون بالا، خستگی و اختلالات مغزی و کلیوی را تجربه کنند. مواجهه عروقی با فلزات سنگین ممکن است منجر به بروز جوش های پوستی، زخم روده و انواع سرطان ها گردد (۵،۶). همچنین برخی از فلزات و ترکیبات آنها ممکن است طی تماس با پوست بدن سبب بروز واکنشهای زیانبار گردند (۷).

سرب: فراهمی زیستی سرب به ساختار آن (آلی – معدنی یا عنصری)، مقدار ورود آن به بدن، سن و رژیم غذایی فرد بستگی دارد. سرب دارای احتمال سرطان زایی برای انسان می باشد و توسط IARC[1] در گروه 2B و توسط ACGIH[2] در گروه A3 طبقه بندی شده است.(۸) رژیم غذایی با کلسیم بالا از جذب سرب در جایگاه های پیوندی روده ممانعت می نماید. کمبود کلسیم سبب می شود ویتامین (D) و کالبیدین که یک پروتئین ناقل کلسیم در روده می باشد فعال شده و جذب کلسیم افزایش یابد. بنابراین اگر کلسیم به مقدار کافی مهیا نباشد سرب و سایر فلزات کمیاب به جای کلسیم جذب می شوند. بزرگسالان ۱۰ تا۱۵٪ و کودکان و زنان باردار ۵۰٪ از سرب بلع شده را جذب می نمایند (۹). در بزرگسالان توقف سنتز هموگلوبین با مقادیر کم سرب در خون (۲۰-۵۰ µg/dl) نیز مرتبط می باشد. در مقادیر بالاتر سرب در خون نشانه های نوروتوکسیسیتی نظیر کاهش قدرت تجزیه و تحلیل و کاهش سرعت انتقال اعصاب مرکزی و همچنین نفروتوکسیسیتی مشاهده می گردد. کودکان نسبت به اثرات سمی سرب حساسیت بیشتری دارند. در کودکان اثرات سمی سرب نظیر عقب افتادگی در رشد، اشکال در تعادل و سایر نشانه های رفتاری عصبی با میزان سرب خون (۱۰ µg/dl) مرتبط دانسته شده است. برخی از مستندات نشان می دهد که مقادیر کمتر از ۱۰ µg/dl نیز می تواند سبب بروز اثرات رفتاری عصبی در کودکان شود. شواهدی وجود دارد که نشان می دهد کاهش کارکرد اعصاب ماهیچه و پردازش مغز در اثر مواجهه شدید با سرب در دوران کودکی حتی بعد از توقف مواجهه با آن تا ۲۰ سال بعد نیز ادامه دارد (۱۰). تقریباً ۹۶٪ سربی که در طول زندگی یک فرد وارد بدن می شود با نیمه عمر تقریباً ۳۲ سال در استخوان ها ذخیره می شود. خروج سرب از استخوان نیز به میزان فعالیت بیولوژیکی فرد بستگی دارد. استخوان های میله ای (ترابکولار) در مقایسه با استخوان های غشایی (کورتیکال) به دلیل سطح فعالیت بیولوژیکی، سطح تماس و حجم جریان خون

1- International Agency for Research on Cancer

2- American Conference of Governmental Industrial Hygienists

بالاتر منابع مهم آزاد سازی سرب در بدن می باشند. در این خصوص زنان باردار مورد توجه خاص قرار دارند که دلیل آن تحرک سرب در این دوران می باشد زیرا طی بارداری استخوان‌ها جهت کمک به تشکیل اسکلت جنین کاتابولیزه می شوند (۱۱، ۱۲).

کادمیم: کادمیم نوعی سم سلولی می باشد که می تواند سبب بروز آسیب های مختلفی شامل مرگ سلولی یا افزایش تکثیر سلولی گردد. از نظر سرطان زایی کادمیم و ترکیبات آن توسط IARC در گروه ۱، توسط NTP[1] در گروه K، توسط ACGIH در گروه A2 قرار دارد و توسط OSHA[2] نیز به عنوان عنصر سرطان زا شناخته می شود.(۸). اولین راه مواجهه با کادمیم تنفس می باشد. به نحوی که ٪۳۵-۱۵ از کادمیم تنفس شده بسته به نوع ساختار آن جذب خون می گردد. اگر کادمیم به کیسه هوایی نفوذ کند انتظار می رود که ٪۱۰۰ آن جذب خون شود (۱۳). به دلیل آنکه کادمیم نمی تواند از دیواره پوست نفوذ نماید جذب پوستی آن نگران کننده نمی باشد (۱۴). البته بدیهی است که تماس پوستی در محل وجود خراش و زخم می تواند سبب جذب کادمیم به بدن گردد. زمانی که کادمیم جذب خون می شود با آلبومین پیوند تشکیل می دهد و به کبد انتقال می-یابد. کادمیم سبب بروز آسیب کبدی و افزایش آنزیم های آن می‌گردد(۱۵).

کروم: ترکیبات کروم عمدتاً در دو حالت اصلی ۳ ظرفیتی و ۶ ظرفیتی در محیط زیست وجود دارند. کروم ۶ ظرفیتی به صورت گسترده در صنایع مختلف استفاده می شود و نمکهای کروم ۳ ظرفیتی به عنوان مکمل های تغذیه ای مصرف می شوند. ترکیبات کروم ۶ ظرفیتی برای سیستم بیولوژیکی به شدت سمی هستند. میزان سمیت کروم ۶ ظرفیتی ۱۰۰ برابر بیشتر از کروم ۳ ظرفیتی می باشد(۱۶). از نظر سرطان زایی ترکیبات کروم ۶ ظرفیتی توسط IARC در گروه ۱، توسط NTP در گروه K و توسط ACGIH در گروه A1 قرار می گیرند و برای انسان سرطان زا محسوب می گردند(۸). برخی بررسی ها نشان می دهد کروم ۶ ظرفیتی از طریق تماس پوستی جذب بدن می گردد و پس از آن به کروم ۳ ظرفیتی تبدیل می گردد (۱۷و۱۸). کروم۶ ظرفیتی محلول در آب به شدت برای بافتهای بدن انسان آسیب رسان و سمی مسی باشد زیرا حلال بودن آن سبب افزایش انتقال فعال کرومات از غشاهای بیولوژیکی می گردد که به محض اینکه وارد سلول می شود اثرات جهش زایی و سرطان زایی آن بروز می‌کند (۱۹، ۲۰). سمیت کروم درون سلول احتمالا ناشی از آسیب اجرای سلولی در نتیجه احیای کروم ۶ به کروم ۳ و ایجاد رادیکال های آزاد می باشد که سبب آسیب DNA می گردد. (۲۱).

نیکل: در بین تمام مواد حساسیت زای پوستی نیکل رایجترین فلزی است که سبب آلرژی تماسی می گردد و همچنین عامل مهم بروز اگزمای دست می باشد. حساسیت به نیکل عموماً با تماس پوستی مستقیم و طولانی با موادی که یونهای نیکل آزاد می نمایند ایجاد می شود. در افرادی که به این فلز حساسیت دارند غلظت های در حد ppm ۱ نیکل می تواند سبب بروز واکنش های آلرژیک شود (۲۲). انسان ممکن است از طریق مصرف آب و غذا ی آلوده و همچنین از مسیر تنفسی در معرض نیکل و ترکیبات آن قرار گیرد. بیشترین میزان جذب نیکل از مسیر تنفسی می باشد به گونه ای که از یک دوز نیکل کربونیکل تنفس شده، حداقل ۵۰ درصد آن جذب می شود. ترکیبات نیکلی از طریق مواجه تنفسی برای انسان سرطان زا محسوب می شوند و توسط IARC در گروه ۱ و توسط NTPدر گروه R طبقه بندی شده اند(۸ و ۲۳).

در مورد مواد آرایشی و بهداشتی میزان مجاز فلزات سنگین برای هر فرد متفاوت می باشد (برای مثال کودکان نسبت به سمیت فلزات سنگین در مقایسه با بزرگسالان حساس تر هستند). برآورد میزان جذب پوستی مواد موجود در محصولات آرایشی -بهداشتی پیچیده می باشد و به فاکتورهایی نظیر غلظت مواد در محصول مورد نظر، میزان مصرف آن، طول مدت تماس آن با پوست و حضور مواد ی که نفوذ پذیری محصول را افزایش می دهند

1- National Toxicology Program, U.S. Department of Health and Human

2- Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor

بستگی دارد. با توجه به وجود این پیچیدگی ها و فاکتورهای تأثیرگذار و عدم وجود تحقیقات کافی بر روی میزان جذب پوستی، اندازه گیری فلزات سنگین در این قبیل محصولات با توجه به خطر آن برای سلامتی چالش برانگیز می باشد (۲۴).

اندازه گیری فلزات سنگین پس از هضم اسیدی نمونه، میزان کل فلزا ت سنگین موجود در آن ها را نشان می دهد و با وجود آنکه نشان دهنده بار آلودگی ماده می باشد ولی میزان فراهمی زیستی آن ماده برای بدن را مشخص نمی نماید. یکی از روش های رایج برای تخمین میزان فراهمی زیستی بدن استفاده از سیالات بیولوژیکی مصنوعی تحت شرایط دما و pH مشابه داخل بدن می‌باشد (۲۵). لذا قابلیت استخراج فلزات سنگین موجود در مردار سنگ در عرق بدن می تواند به عنوان معیاری برای ارزیابی میزان فراهمی زیستی آن در هنگام تماس آن با پوست بدن (به ویژه در نواحی پر تعریق) تلقی گردد.

روش بررسی

در این تحقیق به منظور ارزیابی اولیه میزان بار آلودگی فلزات سنگین در مردار سنگ تعداد ۸ نمونه مردار سنگ به صورت تصادفی از ۸ واحد عطاری واقع در شهرهای تهران و کرج جمع آوری و میزان فلزات سنگین شامل Pb، Ni، Cr، Cd و Ag موجود در آن پس از هضم اسیدی اندازه گیری شد. به منظور ارزیابی میزان فراهمی زیستی فلزات سنگین در زمان تماس مردار سنگ با پوست بدن نیز محلولی با ساختار مشابه با عرق بدن (عرق مصنوعی) سنتز گردید و میزان استخراج فلزات سنگین در تماس با آن اندازه گیری شد.

روش هضم اسیدی برای اندازه گیری کل فلزات: حدود ۰,۳ گرم از هر نمونه داخل ظروف تفلونی مخصوص توزین و در مجاورت اسید نیتریک با استفاده از دستگاه مایکروویو (Milestone Ethos One) هضم گردید (۲۶). کلیه نمونه ها پس از هضم اسیدی به ظروف فالکون ۵۰ml منتقل شدند و توسط آب دیونیزه به حجم مشخصی رسیدند.

روش سنتز عرق مصنوعی: برای تهیه محلول عرق مصنوعی از دستور العمل EN 1811 استفاده شد (فقط مرحله هوادهی انجام نشد). بدین منظور ۱ گرم اوره، ۵ گرم سدیم کلراید و ۱ µ ۹۴۰ اسید لاکتیک داخل یک بالن ۱۰۰۰ml ریخته شد و با آب دیونیزه تا حجم مربوطه رقیق شد. سپس میزان pH آن با استفاده از آمونیاک رقیق تا ۶/۵ تنظیم گردید. (۲۷)

روش استخراج فلزات در عرق مصنوعی: از هر نمونه مقادیر ۱ گرم و ۵ گرم، داخل ظروف تفلونی توزین شد و ۵۰ml عرق مصنوعی به آن اضافه شد. سپس نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت داخل حمام آب با دمای ۳۷ °C قرار گرفتند (۲۸). میزان فلزات استخراج شده در محلول پس از جداسازی با سانتریفوژ و سر ریز نمودن محلول رویی، توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. بعد از انکوباسیون نمونه ها و قبل از سانتریفوژ، pH محلول ها نیز اندازه گیری شد (جدول ۲) .

روش اندازه گیری فلزات سنگین: جهت اندازه گیری فلزات سنگین در محلول حاصل از هضم اسیدی و محلول استخراجی عرق مصنوعی از دستگاه جذب اتمی Varian 240 استفاده شد. به دلیل آنکه نام دیگر این ماده نقره سنگ می باشد میزان نقره نیز اندازه گیری شد.

اندازه گیری pH مردار سنگ: مخلوط آب مقطر و خاک به نسبت ۲/۵ به ۱ به مدت ۲ ساعت بر روی شیکر هم زده شد. سپس با استفاده از pH متر میزان pH در محلول رویی اندازه-گیری گردید (۲۹).

یافته ها:

نتایج آنالیز فلزات سنگین در محلول حاصل از هضم اسیدی مردار سنگ در جدول ۱ نشان می دهد عنصر سرب بیش از ۷۰ درصد وزن این ماده را تشکیل می دهد ضمن آنکه غلظت سایر فلزات سنگین نیز به مقدار قابل توجهی بالا می باشد. مقادیر اندازه گیری شده برای pH نیز حاکی از ماهیت قلیایی مردار سنگ می باشد.

غلظت فلزات سنگین استخراج شده در محلول عرق مصنوعی در جدول ۲ نشان می دهد، میزان فراهمی زیستی عنصر سرب موجود در مردار سنگ بسیار بالا می باشد. برای سایر فلزات سنگین اندازه گیری شده به جز یک مورد از نمونه ها که میزان کروم آن قابل اندازه گیری می باشد، غلظت ها پایین تر از حد

اندازه گیری دســتگاه بود. با افزایش نســبت وزن نمونه به حجم محلول استخراجی (نسبت ۱ به ۱۰)، به جز یک مورد از نمونه‌ها، میزان pH اندازه گیری شده در محلول ا ستخراجی (بعد از ۲۴ ساعت انکوبا سیون) افزایش می یابد. بدین معنی که افزایش در مقدار نمونه و میزان pH محلول ســبب افزایش قابل توجهی در میزان فراهمی زیستی سرب می گردد.

جدول۱- غلظت کل فلزات سنگین موجود در مردار سنگ

Table1. The total heavy metal concentration of Mordarsang

کد نمونه	pH	میزان فلزات سنگین mg/kg				
		Pb	Ni	Cd	Cr	Ag
۱	۱۱/۲	۸۳۲۷۳۴ ± ۱۳۹۷۴	۲۳۷۴ ۱۶±	۶/۰۰ ± ۰/۰۶	۵۵۳ ± ۱۴	۹۰ ± ۸/۴
۲	۱۱/۳	±۷۷۲۰۴۰ ۷۶۶۳۶	۳۳۳۶ ۱۲±	۳/۵۲ ± ۰/۰۳	۴۸۴ ± ۶	۲۴۳ ± ۱۰/۳
۳	۹/۰	۴۴۶۱۵۷ ± ۳۹۶۴	۸۷۹ ± ۴	۴/۳۵ ± ۰/۱۶	۳۶۲ ± ۲۳	۵۱ ± ۸/۸
۴	۱۱/۳	±۷۵۶۶۸۱ ۲۴۲۵۲	۱۵۲۶ ± ۳۴	۶/۹۵ ± ۰/۱۲	۶۲۶ ± ۳	۱۱۳ ± ۴۴/۴
۵	۱۱/۲	±۸۴۶۵۱۷ ۶۰۹۱۶	۲۴۵۷ ± ۳۲۷	۵/۹۹ ± ۰/۱۴	۶۴۸ ± ۶۳	۷۷ ± ۳/۶
۶	۱۱/۱	±۸۱۷۷۶۲ ۸۴۰۹	±۵۱۰ ۹	۰/۵ ± ۰/۰۱	۵۷۶ ± ۲۱	۱۰۵ ± ۲/۴
۷	۱۱/۲	±۷۴۸۰۴۹ ۴۷۴۰۷	۳۴۸۹ ۹۶±	۵/۸۶ ± ۰/۰۹	۴۷۷ ± ۲	۶۱ ± ۲۸/۹
۸	۱۱/۱	۷۶۳۶۲۷ ± ۵۰۱۳	۱۶۳۹ ۴۰±	۶/۳۱ ± ۰/۱۵	۶۰۱ ± ۲۶	۶۲ ± ۱۳/۱
میانگین	۱۰/۹	۷۴۷۹۴۶ ± ۱۲۷۴۸۱	۲۰۲۶ ± ۱۰۸۱	۴/۹۱ ± ۲/۲	۵۴۱ ± ۹۴/۷	۱۰۰ ± ۶۱/۸

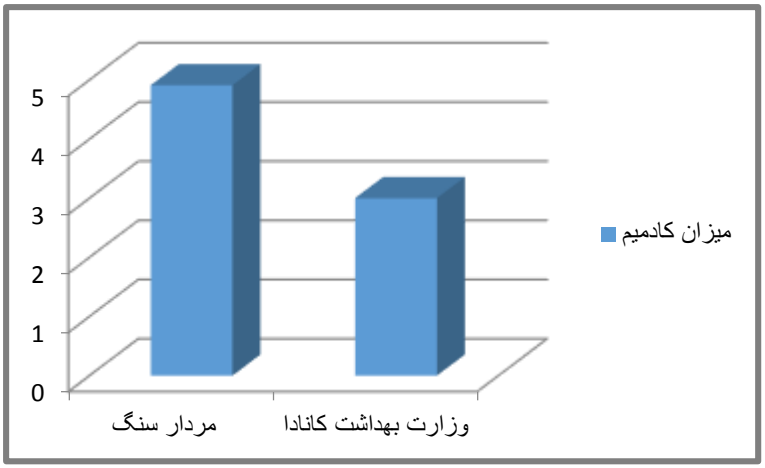
جدول ۲- غلظت فلزات سنگین قابل استخراج در عرق مصنوعی

Table 2. The concentration of extractable metals in artificial sweat

کد نمونه	بعد از ۲۴ ساعتpH		Pb(mg/kg)		Ni (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cd (mg/kg)
	نسبت ۱ به ۵۰ نمونه به محلول	نسبت ۱ به ۱۰ نمونه به محلول	نسبت ۱ به ۵۰ نمونه به محلول	نسبت ۱ به ۱۰ نمونه به محلول			
۱	۹/۶	۱۱/۶	۴۳/۹ ± ۴	۱۸۹۹ ± ۱۷۹	<۰/۵	<۱	<۰/۲
۲	۱۰/۰	۱۱/۸	۸۳/۹ ± ۴/۶	۲۵۳۹ ± ۲۶۶	<۰/۵	<۱	<۰/۲
۳	۹/۲	۹/۲	۲۱۶ ± ۶/۱۱	۲۸۹ ± ۴۵/۷	<۰/۵	۶/۷ ۰±/۳	<۰/۲
۴	۹/۶	۱۱/۷	۱۴۷/۴ ± ۶۰/۳	۱۸۶۴ ± ۵۴۷	<۰/۵	<۱	<۰/۲
۵	۹/۵	۱۱/۸	۵۰/۷ ± ۱۲/۴	۱۳۹۷ ۳۷۲±	<۰/۵	<۱	<۰/۲
۶	۹/۷	۱۲/۰	۱۱۱/۵ ± ۱۸/۶	۳۷۵۴ ۱۹۷±	<۰/۵	<۱	<۰/۲
۷	۹/۶	۱۱/۸	۱۶۸ ± ۷/۱	۲۳۵۵ ۱۵۲±	<۰/۵	<۱	<۰/۲
۸	۱۰/۱	۱۱/۸	۲۴۱/۸ ± ۱۲۲	۲۰۹۹ ± ۴۱۵	<۰/۵	<۱	<۰/۲

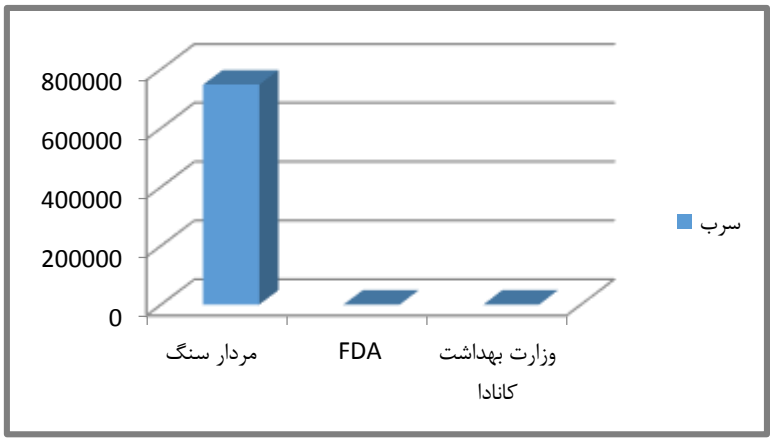
بحث و نتیجه گیری

FDA امریکا حد مجازی برای سرب به عنوان جز رنگی در مواد آرایشی در نظر گرفته است که نباید بیش از ۲۰ µg/g باشد (۳۰). وزارت بهداشت کانادا نیز میزان حد مجاز فلز سرب برای محصولات آرایشی را ۱۰ µg/g و حد مجاز کادمیم را ۳µg/g تعیین کرده است (۳۱). لذا با مقایسه مقادیر میانگین غلظت سرب و کادمیم موجود در مردار سنگ با مقادیر حد مجاز سرب در محصولات آرایشی و پوستی، شدت آلودگی این ماده قابل توجه می باشد (نمودار ۱و۲).



نمودار۱- مقایسه میزان کادمیم در مردار سنگ و حد مجاز تعیین شده توسط وزارت بهداشت کانادا

Diagram1. comparison of the level of Cd in Mordarsang and its permissible limit set by the Health Canada



نمودار۲- مقایسه میزان سرب در مردار سنگ و حد مجاز تعیین شده توسط وزارت بهداشت کانادا و FDA

Diagram 2. comparison of the level of Pb in Mordarsang and its permissible limits set by the Health Canada and FDA

نفوذ زیر پوستی فلزات تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر اکسیداسیون، وزن مولکولی، چربی دوستی، واکنش پذیری و طبیعت ترکیبات فلزی می باشد (۳۲). در مورد مواد آرایشی و بهداشتی نیز میزان جذب پوستی فلزات سنگین حائز اهمیت می-باشد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می دهد میزان جذب پوستی و خطرات ناشی از مواجهه با ترکیبات آلی سرب بالاتر از ترکیبات غیر آلی آن می باشد. همچنین برخی از مطالعات نشان می دهد با وجود آنکه سرب غیرآلی به سرعت از طریق پوست جذب می گردد ولی میزان افزایش ناشی از آن در خون و ادرار ناچیز بوده و از طریق تعریق و اشک از بدن خارج می گردد. بر

اساس نتایج تحقیقات انجام شده میزان سرب در عرق و اشک افرادی که در معرض جذب پوستی سرب قرار گرفتند افزایش قابل توجهی نشان می دهد. همچنین محققان دریافتند که میزان جذب پوستی سرب با افزایش تعریق افزایش می یابد(۳۳، ۳۴، ۳۵). با وجود آنکه بر اساس تحقیقات انجام شده می توان نتیجه گیری کرد تماس پوستی با ترکیبات غیرآلی سرب به اندازه ترکیبات آلی آن خطرناک نمی باشد و سرب جذب شده از بدن دفع می گردد اما در عین حال نتایج مطالعات Sun و همکارانش نشان داد بین میزان سرب غیرآلی جذب شده از پشت دست با غلظت آن در خون همبستگی قابل توجهی وجود دارد. همچنین میزان سرب در ادرار موشهایی که پوست آنها به مدت ۱۲ روز در معرض تماس با ترکیبات غیر آلی سرب قرار داشتند افزایش قابل توجهی نشان می داد (۳۶).

Filon و همکارانش نیز دریافتند که پودر اکسید سرب می تواند از پوست عبور نماید و شستشوی پوست بعد از ۳۰ دقیقه نیز تا مدت ۲۴ ساعت سبب کاهش جذب پوستی نمی شود. حتی استفاده از نوعی شوینده سبب افزایش میزان جذب پوستی سرب طی ۲۴ ساعت گردید و در بخش های آسیب دیده پوست میزان جذب پوستی ۹ برابر افزایش نشان داد (۳۷). در بررسی جذب پوستی پودر کروم که به صورت برون تنی (In Vitro) انجام شده است نیز مشخص گردید کروم می تواند از پوست عبور نماید و شستشوی موضع ، بعد از ۳۰ دقیقه از تماس اولیه می تواند سبب جلوگیری از نفوذ پوستی آن گردد ولی میزان آن در پوست افزایش می یابد (۳۸).

با توجه به آنکه در مورد جذب سرب در انسان بعد از مواجهه پوستی با آن اطلاعات کمی در دست می باشد و عوامل مختلفی بر میزان جذب آن تأثیر گذار می باشد و همچنین به دلیل آنکه بر اساس نتایج برخی تحقیقات احتمال افزایش غلظت سرب جذب شده از طریق پوست در خون و ادرار نیز وجود دارد، می‌باید تا حد امکان از تماس پوست با محصولات آلوده به سرب به خصوص تماس طولانی مدت با آن اجتناب گردد. با توجه به بالا بودن غلظت عناصر آلرژی زا نظیر نیکل و کروم و بالا بودن میزان pH مردار سنگ، استفاده از آن می تواند عوارضی نظیر حساسیت و التهابات پوستی را نیز به همراه داشته باشد. همچنین به دلیل آنکه این ماده عمدتاً برای کاهش بوی بد عرق در مناطقی از بدن شامل زیر بغل و کف پا استعمال می گردد تعریق در این نواحی می تواند سبب افزایش فراهمی زیستی و در نتیجه افزایش جذب پوستی سرب موجود در آن گردد. با توجه به محل استعمال این ماده در زیر بغل و به دلیل آنکه بررسی رابطه بین مصرف مواد آرایشی-بهداشتی مورد استفاده در زیر بغل، با بروز سرطان پستان در زنان مورد توجه بسیاری از پژوهشگران می باشد ، وجود فلزات سنگین خطرناک و سمی در این ماده اهمیت موضوع را افزایش می دهد. با وجود اینکه نتیجه برخی از تحقیقات رابطه ای بین مصرف مواد آرایشی- بهداشتی در زیر بغل و بروز سرطان پستان نشان نمی دهد (۳۹و ۴۰)، Linhart و همکارانش نشان دادند در زنانی که استفاده چندبار در روز از محصولات بهداشتی زیر بغل را از سنین زیر ۳۰ سال آغاز می کنند، خطر ابتلا به سرطلن پستان افزایش می یابد. (۴۱)

یکی از عوامل مهم در جذب پوستی مواد سمی زمان ماندگاری ماده شیمیایی در محل استعمال می باشد. تماس طولانی مدت با مواد آلوده می تواند سبب جذب بیشتر مواد سمی در بدن گردد. متأسفانه در مورد اکثر افرادی که از این ماده استفاده می کنند پوست بدن در تماس طولانی مدت با آن قرار می گیرد که خود می تواند عامل افزایش میزان جذب عناصر سمی گردد. ضمن آنکه وجود هرگونه زخم و جراحت در محل استعمال آن نیز می-تواند سبب افزایش سرعت و میزان جذب گردد. احتمال انتقال آلودگی از مادر به جنین و همچنین انتقال از طریق شیر مادر به فرزند نیز از مواردی است که می باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین به دلیل آنکه افرادی که از این ماده استفاده می نمایند از شدت آلودگی آن بی اطلاع می باشند استعمال آن با استفاده از دست می تواند سبب انتقال آلودگی به محیط داخل منزل و حتی آلودگی مواد غذایی و ورود عناصر سنگین به بدن از طریق دستگاه گوارش گردد که در این صورت میزان جذب آلودگی توسط بدن و خطرات ناشی از آن به شدت افزایش می یابد. پخش آلودگی در محیط منزل می تواند خطر مواجهه کودکان با این ماده و ریسک مسمومیت آنها با فلزات سنگین را نیز افزایش دهد. بدیهی است که بی احتیاطی عطاری های عرضه کننده این ماده سبب انتقال آلودگی به سایر مواد موجود در عطاری می گردد.

با وجود آنکه برخی از افراد از سمی بودن مردار سنگ آگاهی دارند، بسیاری از مردم بدون آگاهی کافی و بر اساس تجویز سایرین نسبت به خرید و استفاده از آن اقدام می نمایند. از این رو با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش توصیه می گردد از هر گونه تماس با مردار سنگ و نگهداری آن خودداری گردیده و در خصوص خطرات ناشی از استعمال آن اطلاع رسانی لازم صورت پذیرد. همچنین پیشنهاد می گردد مراجع ذیصلاح جهت جمع آوری مردار سنگ از عطاری ها و ممانعت از فروش آن اقدام نمایند.

References

1. Leung, AOW., Duzgoren-Aydin, NS., Cheung, KC., Wong, MH., 2008. Heavy Metal Concentrations of surface dust from e-waste recycling and its human health implications in southeast China, Environmental Science & Technology, Vol. 42, pp. 2674-80.
2. Gupta, VK., Ali, I., 2000. Utilisation of baggase fly ash (a sugar industry waste) for the removal of copper and zinc from wastewater. Separation and purification Technology, Vol.18, pp.131-40.
3. Nriagu, JO., 1988. A silent epidemic of environmental metal poisoning. Environmental Pollution, Vol.50, pp.139-61.
4. Adepoju-Bello, AA., Alabi, OM., 2005. Heavy metals. Nigerian Journal of Pharmacy, Vol.37, pp. 41-5.
5. Hifsa, M., Naeem, I., Taskeen, A., Zeb, S., 2009. Investigation of heavy metal in commercial spices brands, New York Science Journal, Vol.2, pp.20-6.
6. Shad, AK., Lajbar, K., Iqbal, H., Khan, BM., Naveed, A., 2008. Profile of heavy metals in selected medicinal plants, Pakistan Journal of Weed Science Research, Vol.14, pp.101-10.
7. 7. Liden, C., Skare, L., Lind, B., Nise, G., Vahter, M., 2006. Assessment of skin exposure to nickel, chromium and cobalt by acid wipe sampling and ICP-MS, Contact Dermatitis. Vol. 54, pp. 233-38.
8. The Ohio State University, Office of Environmental Health & Safety Chemical Hygiene Plan, Revision 2001, Carcinogens Table: OSHA, IARC, NTP, ACGIH, https://publicsafety.tufts.edu/ehs/files/carcinogens.pdf
9. Wigle, DT. 2003. Child Health and the Environment, New York, NY: Oxford University Press.
10. Tukker. A., Buijst. H., Oers, L., Van der voet, E., 2001. Risks to Health and the Environment Related to the Use of Lead in Products, TNO, Contract No.: STB-01-39.
11. Barbosa, FJr., Tanus-Santos, JE., Gerlach, RF., Parsons, PJ., 2005. A critical review of biomarkers used for monitoring human exposure to lead: Advantages, limitations, and future needs, Environmental Health Perspectives, Vol. 113, pp.1669-74.
12. Kosnett, MJ., Wedeen, RP., Rothenberg, SJ., Hipkins, KL., Materna, BL., Schwartz, BS., Hu, H., Woolf, A., 2007. Recommendations for medical management of adult lead exposure. Environmental Health Perspectives, Vol.115, pp.463-71.
13. Satarug, S., Moore, MR., 2004. Adverse health effects of chronic exposure to low-level cadmium in foodstuffs and cigarette smoke. Environmental Health Perspectives, Vol.112, pp.1099-103.
14. Keil, DE., Berger-Ritchie, J., McMillin, GA., 2011. Testing for Toxic Elements: A Focus on Arsenic, Cadmium, Lead,

and Mercury. Laboratory Medicine,Vol.42, pp.735-42.

15. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2010. Toxicological Profile for Cadmium, U.S.Department of Health and Human Services, Public Health Service, see information in: https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles /tp5.pdf.
16. Kumar, D., Gangwar, SP.,2012. Role of antioxidants in detoxification of Cr(VI) toxicity in laboratory rats. J Environ Sci Eng.,Vol.54, pp.441–446
17. Baranowska-Dutkiewicz, B.,1981. Absorption of hexavalent chromium by skin in man, Archives of Toxicology,Vol.47,pp.47-50.
18. Corbett, GE., Finley, BL., Paustenbach, DJ., Kerger, BD.,1997. Systemic uptake of chromium in human volunteers following dermal contact with hexavalent chromium (22 mg/L), J Expo Anal Environ Epidemiol., Vol. 7, pp.179-89.
19. Cervantes, C., Campos-Garcııa, J., Devars, S., Gutierrez-Corona, F., Loza-Tavera, H., Torres Guzman, JC., Moreno-Sanchez, R.,2001. Interactions of chromium with microorganisms and plants. FEMS Rev., Microbiol Vol.25, pp.335–347.
20. Ackerley, DF., Barak, Y., Lynch, SV., Curtin, J., Matin, A.,2006. Effect of chromate stress on Escherichia coli K-12. J Bacteriol, Vol.188, pp.3371–3381
21. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry),2000. Toxicological Profile. US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry; Chromium (TP-7) pp. 461.
22. Basketter, DA., Briatico-Vangosa, G., Kaestner, W., Lally, C., Bontinck, WJ., 1993. Nickel, cobalt and chromiummconsumer products: a role in allergic contact dermatitis, Contact Dermatitis, Vol.28, pp.15-25.
23. WHO Regional Office for Europe, 2000. Air Quality Guidelines - Second Edition.
24. Peter, AL., Viraraghavan, T., 2005. Thallium: a review of public health and environmental concerns, Environment International, Vol.31, pp.493-501.
25. Stefaniak, AB., Duling, MG., Geer, L., Virji, MA., 2014, Dissolution of the metal sensitizers Ni, Be, Cr in artificial sweat to improve estimates of dermal bioaccessibility. Environmental Science: Processes & Impacts, Vol.16, pp.341-51.
26. U.S. EPA, 1998. Revision 1, Feb. 2007, Method 3051A: Microwave Assisted Acid Digestion of SEDIMENTS, SLUDGES, SOILS, AND OILS
27. EN1811, 2011. Reference test method for release of nickel from all post assemblies which are inserted into pierced parts of the human body and articles intended to come into direct and prolonged contact with the skin.
28. Lazic, V., Saponjic, Z., Vodnik, V., Dimitrijevic, S., Jovancic, P., Nedeljkovic, J., Radetic, MA., 2012. study of the antibacterial activity and stability of dyed cotton fabrics modified with different forms of silver, Journal of the Serbian Chemical Society, Vol.77, pp.225-34.
29. Van Reeuwij, LP. 2002. procedures for soil analysis, The Netherlands: ISRIC.
30. FDA, 2007. Summary of color additives listed for use in the United States in foods, drugs, cosmetics, and medical devices: Color additives approved for use in cosmetics, Part 73,

subpart C: Color additives exempt from batch certification.

31. HC-SC, 2012. Guidance on Heavy Metal Impurities in Cosmetics, Health Canada
32. Sartorelli, P., Montomoli, L., Sisinni, AG., 2012. Percutaneous penetration of metals and their effects on skin, Prevention and Research, Vol. 2, pp.158-64.
33. Lilly, SG., Florence, TM., Stauber, JL., 1988. The use of sweat to monitor lead absorption through the skin, The Science of the Total Environment, Vol. 76, pp.267-78.
34. Stauber, JL., Florence, TM., Gullson, BL., Dale, LS., 1994. Percutaneous absorption of inorganic lead compounds. The Science of the Total Environment. Vol.145, pp.55-70.
35. Moore, MR., Meredith, PA., Watson, WS., Sumner, DJ., Taylor, MK., Goldberg, A.,1980. The percutaneous absorption of lead-203 in humans from cosmetic preparations containing lead acetate, as assessed by whole-body counting and other techniques, Food and cosmetics toxicology, Vol.18, pp.399-405.
36. Sun, CC., Wong, TT., Hwang, YH., Chao, KY., Jee, SH., Wang, JD., 2002. Percutaneous absorption of inorganic lead compounds. American Industrial Hygiene Association Journal, Vol. 63, pp. 641-46.
37. Filon, FL., Boeniger, M., Maina, G., Adami, G., Spinelli, P., Damian, A., 2006. Skin Absorption of Inorganic Lead (PbO) and the Effect of Skin Cleansers, Journal of Occupational & Environmental Medicine, Vol.48, pp.692-9.
38. Filon, FL., D'Agostin, F., Crosera, M., et al. 2008. In vitro percutaneous absorption of chromium powder and the effect of skin cleanser. Toxicol. In Vitro.,Vol.22,pp. 1562-1567.
39. Fakri, S., 2006.Antiperspirant use as a risk factor for breast cancer in Iraq. East Mediterr.Health J.Vol.12, pp.478-482.
40. Mirick, D.K., Davis, S., Thomas, D.B., 2002.Antiperspirant use and the risk of breast cancer.Vol.94, pp.1578–1580.
41. Linhart, C., Talasz, H., Morandi, EM., Exley, C., Lindner, HH., Taucher, S., Egle, D., Hubalek,M., Concin, N., Ulmer, H., 2017. Use of Underarm Cosmetic roducts in Relation to Risk of Breast Cancer:ACase-ControlStudy, EBioMedicine,Vol.21, pp.79-85.