

Heavy Metal Content in Cigarette and Hookah Tobacco in Iran

Mohammad Ali Zazouli^{1,2},
Reza Dehbandi^{2,3},
Jamshid Yazdani Charati^{2,4},
Mahdi Taheripour⁵

¹ Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ Post-doctoral Researcher, Department of Environmental Health Engineering, Health Sciences Research Center, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁴ Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Health, Health Science Research Center, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran

⁵ MSc in Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received December 7, 2020 ; Accepted June 30, 2020)

Abstract

Background and purpose: Excessive intake of heavy metals has adverse health effects and smoking is one of the sources of these elements. The aim of this study was to investigate the concentrations of 11 heavy metals in tobacco of different widely-consumed brands of cigarettes and hookahs in Iran.

Materials and methods: Concentrations of nine types of cigarettes and four types of hookah tobacco were measured using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Statistical analyses were performed using Shapiro-Wilk pre-test, independent t-test, one-way analysis of variance, and Tukey Post Hoc Test.

Results: Manganese and selenium had the highest and the lowest concentrations in cigarette and hookah tobacco, respectively. One-way analysis of variance showed significant differences in concentrations of manganese, barium, and antimony between tobacco of different types of cigarettes ($P < 0.05$). The mean concentrations of the elements in cigarettes were higher than the hookah. Tukey and Mann-Whitney test showed that the mean concentrations of all elements were not significantly different between different types of tobacco in cigarette and hookah ($P > 0.05$).

Conclusion: High levels of heavy metals were found in cigarette and hookah tobacco in Iranian market. The dangers of these elements to human health, requires enforcing strict regulations to reduce consumption and informing people about their harmful effects.

Keywords: heavy metals, tobacco, cigarettes, hookah, health hazards

J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 30 (187): 95-106 (Persian).

* Corresponding Author: Mahdi Taheripour - Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
(E-mail: mahdi_taheripour@yahoo.com)

بررسی میزان فلزات سنگین در تنباکوی سیگار و قلیان در ایران

محمد علی ززولی^{۱و۲}

رضا دهبندی^{۳و۴}

جمشید یزدانی چراتی^{۴و۵}

مهدی طاهری پور^۵

چکیده

سابقه و هدف: دریافت بیش از حد فلزات سنگین اثرات مضر بر سلامت دارد و استعمال دخانیات یکی از منابع مهم دریافت این عناصر می باشد. هدف از این تحقیق بررسی غلظت یازده فلز سنگین در تنباکوی انواع سیگار و قلیان پرمصرف در ایران می باشد.

مواد و روش ها: غلظت عناصر سنگین در ۹ نوع سیگار و ۴ نوع تنباکوی قلیان با استفاده از دستگاه پلاسما جفت شده القایی - طیف نشر اتمی ICP-MS اندازه گیری شد. آنالیزهای آماری پیش آزمون شاپیرو ویلک و آزمون های تی تست مستقل، آنالیز واریانس (One-way-ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی مورد استفاده قرار گرفت.

یافته ها: منگنز و سلیوم به ترتیب بیش ترین و کم ترین غلظت را در تنباکوی سیگار و قلیان دارا می باشند. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که اختلاف مقادیر عناصر منگنز، باریوم و آنتیموان در تنباکوهای سیگار معنی دار می باشند ($P < 0/05$). در مجموع میانگین غلظت عناصر مورد مطالعه در تنباکوی سیگار بیش از تنباکوی قلیان بود. نتایج پس آزمون توکی و من-ویتنی نشان داد در میان تمامی نمونه های مورد مطالعه اعم از تنباکوی سیگار و قلیان، میانگین غلظت کلیه عناصر در هریک از دو گروه- تنباکوی سیگار و قلیان- فاقد اختلاف معنی دار بودند ($P > 0/05$).

استنتاج: نتایج حاکی از مقادیر بالایی از فلزات سنگین در تنباکوی سیگار و قلیان موجود در بازار ایران می باشد. لذا با توجه به مخاطرات متعدد و شناخته شده این عناصر بر سلامتی انسان، ضمن آموزش مردم درخصوص مخاطرات آنها، ضرورت دارد مقررات سخت گیرانه تری جهت کاهش مصرف به عمل آید.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، تنباکو، سیگار، قلیان، مخاطره سلامت

مقدمه

، International Agency for Research on Cancer
عناصر کادمیوم (Cd)، آرسنیک (As)، کروم شش
ظرفیتی (Cr) و ترکیبات نیکل (Ni) را در گروه یک
سرطان زای انسانی طبقه بندی نموده است؛ علاوه بر این
ترکیبات غیر آلی سرب، کبالت و فلز نیکل نیز در گروه

آن دسته از فلزاتی که دانسته آن ها حداقل پنج برابر
آب باشد به عنوان فلزات سنگین طبقه بندی و تعریف
می شوند (۲، ۱). چندین دهه است که اثرات سوء فلزات
سنگین بر سلامت انسان شناخته شده است. به طوری
که آژانس بین المللی تحقیقات سرطان یا (IARC)

مؤلف مسئول: مهدی طاهری پور - ساری: کیلومتر ۱۷ جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت E-mail: mahdi_taheripour@yahoo.com

۱. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. محقق پسا دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۴. استاد، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۵. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۸ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۸/۹/۱۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۴/۱۰

2B یا محتملا سرطان زای انسانی قرار دارند (۳). فلزات سنگین از طرق مختلف از جمله: فاضلاب، مواد زائد جامد، شیرابه، لجن فاضلاب، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، فعالیت‌های صنعتی و معدنی و سوختن سوخت‌های فسیلی وارد محیط زیست می‌شوند (۴-۶). انسان از طریق مواد غذایی، آب، هوا همچنین مصرف دخانیات این عناصر را دریافت می‌کند (۷-۱۳). تحقیقات متعددی بر روی غلظت فلزات سنگین در مواد غذایی و آب انجام شده است (۱۴-۱۶). جذب مقادیر بسیار ناچیز برخی از عناصر مانند: کروم، کبالت، روی و باریوم موجب ایجاد سمیت برای انسان می‌شود (۱۷). به‌عنوان مثال کادمیوم موجب آسیب به کلیه‌ها، استخوان‌ها و همچنین بروز برخی بیماری‌ها مانند پروستات، سرطان، فیروز و آمفیزم ریه‌ها می‌شود (۱۸). براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) سالانه بیش از ۷ میلیون نفر یا روزانه بیش از ۱۹۰ هزار نفر در اثر استعمال دخانیات و یا مواجهه با دود دست دوم آن جان خود را از دست می‌دهند، همچنین سالانه حدود ۱۸ میلیون نفر در اثر بیماری‌های قلبی عروقی جان خود را از دست می‌دهند، که تقریباً ۱۷ درصد آن‌ها معادل ۳ میلیون نفر شامل کسانی هستند که جزء مصرف‌کنندگان محصولات دخانی و مواجه شوندگان با دود دست دوم بوده‌اند (۱۹). مطالعات نشان‌دهنده وجود عناصر ذکر شده به میزان بعضاً دو تا سه برابر در نمونه‌های خون و موی سر مصرف‌کنندگان محصولات تنباکو نسبت به گروه شاهد بود (۲۰). به‌طور طبیعی جذب فلزات سنگین از طریق خاک صورت می‌پذیرد. از خواص گیاه توتون جذب و انباشت مقادیر زیاد فلزات سنگین و سمی، به‌ویژه کادمیوم است (۲۱). عوامل موثر بر جذب کادمیوم توسط گیاه توتون عبارتند از: pH خاک، نوع کود شیمیایی، نوع گیاه، نوع آفت کش، علف کش و... می‌باشد (۲۲-۲۹، ۳). همبستگی شدیدی نیز میان برخی از فلزات سنگین سرطان‌زا با یکدیگر مشاهده شده است (۳). برای مثال: میان نیکل و کروم، نیکل و آرسنیک، نیکل و سرب، سرب و آرسنیک

و در نهایت کروم و آرسنیک (۳۰، ۳۱)، که غالباً به معنای منشاء مشترک، رفتار مشترک در جذب توسط گیاه است و طی آن غلظت بیش‌تر هر یک از عناصر مذکور در نمونه‌ها با افزایش حضور عنصر همراه می‌باشد. با توجه به شیوع مصرف سیگار و قلیان در سراسر جهان، تحقیقات گسترده‌ای در خصوص حضور عناصر سمی در انواع تنباکو، دود حاصل از آن‌ها، فیلتر سیگار و آب قلیان‌ها انجام شده است.

در مطالعه Tawhid در کشور بنگلادش در سال ۲۰۱۸ میزان عناصر سرب، کادمیوم و کروم در ۳۳ نمونه شامل محصولات تنباکوی دخانی و غیر دخانی بررسی شد نتایج این مطالعه نشان داد که کروم، کادمیوم و سرب به ترتیب بیش‌ترین تا کم‌ترین غلظت را در نمونه‌ها نشان داده‌اند (۳۲).

در پژوهش Ikram در سال ۲۰۱۷ در کشور تونس غلظت فلزات در تنباکوی سیگار و قلیان مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این مطالعه نشان داد که در تنباکوی سیگار عنصر پتاسیم و نیکل به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را دارا بودند. همچنین در تنباکوی قلیان عناصر کلسیم و نیکل به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند (۳۳). غلظت ۷ فلز سنگین شامل آهن، مس، روی، کروم، نیکل، سرب و کادمیوم در انواع مواد دخانی در کشور هند توسط Verma و همکاران در سال ۲۰۱۰ مورد بررسی قرار گرفت که حاکی از حضور این فلزات در مواد دخانی مورد مطالعه بوده است (۳۴).

Kazi و همکاران در سال ۲۰۰۹ در کشور پاکستان با بررسی ۴ فلز سنگین آلومینیوم، نیکل، سرب و کادمیوم در سیگار نشان دادند که غلظت آلومینیوم در تنباکوی سیگار بیش‌تر از سایر فلزات می‌باشد (۳۵). نتایج تحقیق Abu-Obaid و همکاران در فلسطین نشان داد که غلظت فلزات سنگین در سیگارهای محلی کمی بالاتر از سیگارهای وارداتی و در سیگارهای فروخته شده در فلسطین نزدیک و شبیه به غلظت این فلزات در سیگارهای دیگر کشورهای جهان است (۳۶). بررسی Ciftci و همکاران

در سال ۲۰۰۷ در کشور ترکیه که بر روی ۵ نوع سیگار انجام شد نشان‌دهنده وجود فلزات سنگین در این سیگارها بوده و غلظت این فلزات در بدن افراد سیگاری به مراتب بالاتر از افراد غیرسیگاری بوده است (۳۷).

در ایران مطالعات انجام شده در این مورد بسیار محدود است. رمضانی و همکاران در سال ۱۳۹۶ غلظت عناصر روی، سرب، مس، کادمیوم و آرسنیک را در تنباکوی قلیان و آب قلیان قهوه خانه‌های شهر سنجند مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که روی و آرسنیک به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در نمونه‌ها دارا هستند (۳۸). مزارعی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به بررسی غلظت آرسنیک، سرب، کروم و کادمیوم در تنباکوی سنتی و طعم دار (معسل) پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که فلز سرب و آرسنیک به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در نمونه‌ها داشتند (۳۹).

عبدالله‌نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۲ به بررسی غلظت فلزات سنگین در ۹ نشان تجاری سیگار و ۳ نشان تجاری تنباکوی قلیان پرداختند، براساس نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت میانگین در نمونه‌های سیگار به ترتیب مربوط به عناصر آهن و کروم بود، از آنجایی که نشان تنباکو در این مطالعه نامشخص بوده و پژوهشگر به ذکر طعم‌های انتخاب شده بسنده نموده، استناد به غلظت در تنباکوه‌های تجاری امکان‌پذیر نبود (۴۰). با توجه به روند فزاینده افزایش آلودگی خاک و در نهایت ورود نشان‌های تجاری مختلف و جدید از کشورهای متعدد به بازار مصرف، پایش و مطالعه مجدد و سالیانه غلظت عناصر سنگین در محصولات دخانی در ایران از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. به همین منظور این پژوهش به بررسی غلظت عناصر سنگین در نشان‌های تجاری پرمصرف تنباکوی سیگار و قلیان در بازار ایران در سال ۱۳۹۷ پرداخته است. مطالعاتی که تاکنون در ایران انجام شده‌اند به دلیل اندازه‌گیری غلظت عناصر توسط دستگاه جذب اتمی، تعداد محدودی از عناصر را بررسی نمودند و از جامعیت این پژوهش در

تعداد عناصر مورد بررسی برخوردار نیستند. در حالی که در مطالعه حاضر به منظور افزایش حساسیت، دقت و صحت اندازه‌گیری از دستگاه ICP-MS استفاده شده است. از طرفی برخلاف پژوهش حاضر در مطالعات پیشین مقایسه‌ای بین غلظت عناصر در تنباکوی سیگار و تنباکوی قلیان پرمصرف به عمل نیامده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بوده و در سال ۱۳۹۷ انجام شده است.

مواد مصرفی

تمام مواد آزمایشگاهی و حلال‌های مورد استفاده در این پژوهش، با خلوص آزمایشگاهی از شرکت مرک (Merck) آلمان تهیه شد، همچنین برای محلول‌سازی از آب مقطر با خلوص زیاد با درجه HPLC انتخاب شد.

حجم نمونه و تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به مطالعات پیشین و با استفاده از فرمول برآورد حجم نمونه، تعداد ۳۹ نمونه به صورت زیر تعیین شد:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha} \delta^2}{d^2}$$

$$z = 1/96 \quad \delta = 78 \quad d = 25 \quad \alpha = 0/05$$

برای تهیه نمونه از نشان‌های پرمصرف تجاری سیگار و تنباکوی قلیان، به استناد بررسی به عمل آمده از متصدیان عاملین مجاز مواد دخانی و با در نظر گرفتن تشابه نشان‌های تجاری و رتبه‌بندی فروش آن‌ها در بازار، خریداری آن‌ها در شهر بابلسر به عنوان در دسترس‌ترین شهر به محل انجام پژوهش، صورت گرفت. نشان‌های تجاری سیگار عبارت بودند از: تیر، بهمن، مگنا، اسی بلک، متانا طلایی، کنت قرمز، جی وان، وینستون بلو و وینستون سیلور. نشان‌های تجاری تنباکوی قلیان عبارت بودند از: احمد، النخل، الفاخر و

الجزیره. از مجموع ۳۹ نمونه، ۲۷ نمونه مربوط به ۹ نوع سیگار و ۱۲ نمونه مربوط به ۴ نوع تنباکوی قلیان بود. آنالیز آماری نتایج توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. برای بررسی نرمال بودن نمونه‌ها از پیش آزمون شاپیرو-ویلک و برای مقایسه میانگین غلظت عناصر از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و تی تست مستقل و در صورت معنی دار بودن، از پس آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. مقایسه غلظت میانگین فلزات با یکدیگر به منظور کشف معنادار بودن تفاوت غلظت عناصر در بین نشان‌های تجاری مختلف و بین تنباکوی سیگار و تنباکوی قلیان انجام شد. برای نمونه‌های فاقد توزیع نرمال از آزمون کروسکال-والیس و آزمون تعقیبی من ویتنی استفاده شد.

آماده سازی و هضم نمونه ها

برای آماده سازی و هضم نمونه، ابتدا ۵ گرم از نمونه در دمای ۱۰۵-۱۰۳ درجه سانتی گراد در آون خشک شد. زمان لازم برای خشک شدن برای تنباکو قلیان و سیگار به ترتیب ۷ و ۲ روز بود. آنگاه نمونه‌های خشک شده با هاون خرد و از الک ۲ میلی متر عبور داده شد، سپس ۱ گرم از نمونه الک شده به مدت ۵-۳ ساعت در کوره با دمای ۴۵۰ درجه سانتی گراد به خاکستر تبدیل شد، نمونه‌های خاکستر خروجی از کوره به صورت یکدست، همگن و به رنگ روشن بود. خاکستر خروجی از کوره بعد از سرد شدن، به بشر انتقال داده شده و از اسید نیتریک غلیظ ۶۵ درصد برای هضم آن استفاده شد. بعد از هضم کامل، نمونه از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شدند و در پایان محلول صاف شده با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد (۴۱).

سنجش غلظت فلزات سنگین

غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه پلاسما جفت شده القایی - طیف نشر اتمی (ICP-MS) مدل

HP-4500 در شرکت زر آزمای تهران اندازه گیری شد. برای تعیین دقت اندازه گیری از هر نمونه سه تکرار تهیه شد و مورد آنالیز قرار گرفت. صحت اندازه گیری نیز با اندازه گیری غلظت عناصر در مواد (استانداردهای مرجع معتبر^(۱) CRMs) مورد تایید قرار گرفت.

یافته ها

جدول شماره ۱ مقادیر عناصر مورد مطالعه در نمونه‌های تنباکوی سیگار و قلیان صرف نظر از نام تجاری شان را نشان می‌دهد، منگنز و سلیوم با میانگین مقدار $158/64 \pm 26/61$ و $12 \pm 0/3$ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش ترین و کم ترین غلظت را در کل نمونه‌های تنباکوی سیگار شامل گردید. همچنین در تنباکوی قلیان نیز منگنز و سلیوم با غلظت $28/62 \pm 2/76$ و $0/03 \pm 0/02$ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش ترین و کم ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در مجموع، منگنز و سلیوم به ترتیب بیش ترین و کم ترین غلظت را در کل نمونه‌ها دارا بودند. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که غلظت عناصر در تنباکوی سیگار بیش از تنباکوی قلیان است، بر اساس نتایج پس آزمون توکی و من ویتنی در میان تمامی نمونه‌های مورد مطالعه اعم از تنباکوی سیگار و قلیان، میانگین غلظت کلیه عناصر در دو گروه فاقد اختلاف معنی دار بودند ($P > 0/05$).

جدول شماره ۱: مقادیر عناصر فلزات سنگین در نمونه های تنباکوی سیگار و قلیان غلظت ها بر حسب میکروگرم به گرم

فلزات سنگین	تنباکوی سیگار (مقدار نمونه: ۲۷ عدد)			تنباکوی قلیان (مقدار نمونه: ۱۲ عدد)		
	حداقل	حداکثر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین $\pm$ انحراف معیار
آرسنیک	۰/۰۸	۰/۲۷	$0/13 \pm 0/04$	۰/۰۶	۰/۳۴	$0/14 \pm 0/10$
باریم	۶۳/۵۰	۱۱۸/۵۰	$92/51 \pm 19/84$	۶/۵۰	۱۱/۰۰	$8/87 \pm 1/56$
کادمیوم	۰/۱۰	۲۰/۹۲	$1/58 \pm 4/22$	۰/۰۵	۰/۲۹	$0/19 \pm 0/06$
کروم	۰/۵۵	۹/۲۴	$6/78 \pm 2/84$	۰/۱۶	۹/۴۰	$2/54 \pm 3/88$
مس	۹/۰۹	۱۶/۳۵	$12/60 \pm 1/58$	۲/۵۰	۷/۲۵	$4/06 \pm 1/30$
منگنز	۹۷/۵۰	۱۹۳/۰۰	$158/64 \pm 26/61$	۲۵/۰۰	۳۴/۵۰	$28/62 \pm 2/76$
مولیبدن	۰/۶۵	۱۴/۷۰	$2/64 \pm 2/69$	۰/۰۷	۳۱/۱۲	$4/87 \pm 9/24$
نیکل	۰/۶۹	۷/۷۱	$4/77 \pm 1/63$	۰/۳۵	۴/۸۴	$1/59 \pm 1/83$
سرب	۰/۳۸	۲/۰۰	$0/88 \pm 0/37$	۰/۰۶	۰/۷۶	$0/41 \pm 0/19$
آنتیمون	۰/۲۱	۹/۸۵	$1/42 \pm 2/15$	۰/۴۱	۷/۶۶	$3/11 \pm 2/70$
سلیوم	۰/۰۶	۰/۲۱	$0/12 \pm 0/03$	۰/۰۱	۰/۰۹	$0/03 \pm 0/02$

جداول شماره ۲ و ۳ مقایسه میانگین مقادیر ۱۱ عنصر در بین ۹ نوع تنباکوی سیگار و ۴ نوع تنباکوی قلیان را نشان می‌دهد. همان‌طوری که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود بیش‌ترین غلظت آرسنیک در سیگار بهمین برابر ۰/۱۸±۰/۰۸ میکروگرم بر گرم و کم‌ترین غلظت آن در سیگار اسی بلک و منتنا طلایی-برابر هم- به میزان ۰/۱۰±۰/۰۲ میکروگرم بر گرم بود. بیش‌ترین غلظت باریم در نشان تجاری وینستون بلو ۱۰۷/۸۳±۲/۷۵ میکروگرم بر گرم و کم‌ترین غلظت در نشان تجاری تیر ۶۶/۳۳±۰/۷۶ میکروگرم بر گرم بود. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت کادمیوم در نشان‌های تجاری تیر و وینستون بلو به ترتیب برابر با ۱۴/۴۰±۱۰/۷۳ و ۰/۲۸±۰/۱۵ میکروگرم بر گرم بود. بیشینه غلظت کروم در سیگار اسی بلک برابر ۸/۶۰±۰/۱۸ میکروگرم بر گرم و کمینه آن در سیگار کنت قرمز برابر ۲/۳۳±۰/۸۵ میکروگرم بر گرم بود. بیش‌ترین غلظت مس در سیگار کنت قرمز برابر ۱۴/۸۲±۱/۳۱ میکروگرم بر گرم و در سیگار مگنا برابر ۱۱/۱۷±۱/۴۷ میکروگرم بر گرم بود. غلظت مولیبدن در وینستون سیلور برابر ۶/۵۸±۷/۰۴ میکروگرم بر گرم و در کنت قرمز برابر ۱/۱۶±۰/۱۰ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. در نشان تجاری اسی بلک بیشینه غلظت عناصر مربوط به نیکل با غلظت ۵/۹۶±۰/۳۸

میکروگرم بر گرم و کمینه آن در نشان تجاری کنت قرمز به میزان ۲/۶۳±۰/۸۹ میکروگرم بر گرم می‌باشد. بیش‌ترین غلظت سرب در تنباکوی قلیان بهمین ۱/۲۰±۰/۶۹ میکروگرم بر گرم و کم‌ترین غلظت در تنباکوی قلیان وینستون بلو ۰/۵۲±۰/۰۸ میکروگرم بر گرم بود. غلظت آنتیموان در نشان تجاری کنت قرمز بیش از سایر نمونه‌ها و برابر ۸/۲۱±۱/۷۵ میکروگرم بر گرم بود، درحالی‌که در وینستون بلو ۰/۲۹±۰/۱۴ میکروگرم بر گرم و کم‌ترین مقدار را نشان می‌داد. غلظت سلیوم در سیگار تیر ۰/۱۶±۰/۰۳ میکروگرم بر گرم و در سیگار کنت قرمز ۰/۰۹±۰/۰۳ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. غلظت منگنز در سیگار جی وان ۲/۱۷±۰/۵۰ و ۱۹۱/۵۰ میکروگرم بر گرم بر گرم بیشینه و سیگار تیر برابر ۱۱۰/۳۳±۳/۶۸ میکروگرم بر گرم کمینه بود. به‌طور کلی غلظت منگنز در نشان تجاری جی وان و غلظت سلیوم در نشان تجاری کنت قرمز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر مشاهده شده فلزات سنگین در کل نمونه‌ها بود. علی‌رغم متفاوت بودن غلظت فلزات سنگین در نشان‌های تجاری مختلف نمی‌توان نشان تجاری خاصی را دارای تفاوت معنادار از سایرین معرفی نمود. مطابق جدول شماره ۳ غلظت آرسنیک در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره به ترتیب ۰/۲۱±۰/۱۳ و ۰/۰۵ میکروگرم بر گرم بیش‌ترین و کم‌ترین بود.

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین براساس نام تجاری در تنباکوی سیگار برحسب میکروگرم بر گرم

برندها	سلیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیبدن	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریم	آرسنیک
تیر	۰/۱۶±۰/۰۳	۰/۶۸±۰/۱۴	۰/۹۷±۰/۲۹	۵/۴۸±۰/۳۸	۱/۹۲±۰/۱۵	۱۱/۰۳۳±۳/۶۸	۱۳/۴۲±۱/۱۳	۸/۳۵±۰/۲۸	۱۰/۷۳±۱۴/۴۰	۶۶/۳۳±۰/۷۶	۰/۱۵±۰/۰۶
بهمین	۰/۱۴±۰/۰۵	۰/۷۴±۰/۲۵	۱/۲۰±۰/۶۹	۴/۴۵±۲/۱۷	۳/۵۱±۲/۷۷	۱۷۲/۱۶±۱۰/۴۰	۱۳/۴۸±۰/۳۹	۵/۶۰±۴/۰۵	۱/۶۰±۲/۰۵	۷۵/۳۳±۴/۲۵	۰/۱۸±۰/۰۸
کنت قرمز	۰/۰۹±۰/۰۳	۸/۲۱±۱/۷۵	۰/۹۶±۰/۱۶	۲/۶۳±۰/۸۹	۱/۱۶±۰/۱۰	۱۳۹/۱۶±۵/۲۰	۱۴/۸۲±۱/۳۱	۲/۳۳±۰/۸۵	۱/۲۰±۱/۳۵	۱۰۴/۱۶±۴/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۲
مگنا	۰/۱۰±۰/۰۳	۰/۱۷±۰/۰۳	۰/۱۷±۰/۰۳	۵/۲۳±۳/۰۰	۱/۸۱±۱/۴۵	۱۵۸/۰۰±۱۹/۶۱	۱۱/۱۷±۱/۴۷	۶/۴۶±۴/۲۷	۱/۱۲±۱/۴۷	۱۰۵/۶۶±۱۴/۴۶	۰/۱۲±۰/۰۲
اسی بلک	۰/۱۱±۰/۰۳	۰/۷۴±۰/۴۰	۰/۷۴±۰/۳۳	۵/۹۶±۰/۳۸	۱/۹۳±۰/۴۱	۱۷۳/۸۳±۲/۰۲	۱۲/۶۴±۰/۹۹	۸/۶۰±۰/۱۸	۰/۶۸±۰/۶۶	۸۵/۵۰±۱/۸۰	۰/۱۰±۰/۰۲
منتنا طلایی	۰/۱۳±۰/۰۴	۰/۶۰±۰/۰۳	۰/۶۰±۰/۱۰	۳/۵۵±۲/۵۰	۱/۸۶±۰/۴۶	۱۴۵/۱۶±۴/۱۳	۱۲/۸۹±۱/۶۸	۵/۴۱±۴/۲۲	۰/۴۵±۰/۴۵	۹۸/۸۳±۳/۰۶	۰/۱۰±۰/۰۲
جی وان	۰/۱۳±۰/۰۴	۰/۴۴±۰/۰۶	۰/۹۳±۰/۲۲	۵/۱۸±۰/۳۲	۲/۴۷±۱/۴۱	۱۹۱/۵۰±۲/۱۷	۱۱/۷۰±۰/۹۲	۸/۱۶±۰/۲۳	۰/۳۸±۰/۲۴	۹۰/۳۳±۲/۰۲	۰/۱۵±۰/۰۲
وینستون سیلور	۰/۱۲±۰/۰۴	۰/۲۹±۰/۱۴	۰/۸۴±۰/۲۰	۵/۰۴±۰/۴۷	۶/۵۵±۰/۰۴	۱۶۴/۵۰±۲/۲۹	۱۱/۷۱±۲/۳۷	۸/۰۸±۰/۵۹	۰/۳۷±۰/۱۸	۹۸/۶۶±۲/۵۱	۰/۱۴±۰/۰۲
وینستون بلو	۰/۱۰±۰/۰۲	۰/۵۰±۰/۰۷	۰/۵۲±۰/۰۸	۵/۳۹±۰/۲۹	۲/۵۷±۱/۰۷	۱۷۳/۱۶±۱/۵۲	۱۱/۶۰±۰/۶۶	۸/۱۲±۰/۳۵	۰/۲۸±۰/۱۵	۱۰۷/۸۳±۲/۷۵	۰/۱۱±۰/۰۱

جدول شماره ۳: مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین براساس نام تجاری در تنباکوی قلیان برحسب میکروگرم بر گرم

برندها	سلیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیبدن	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریم	آرسنیک
احمد	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۶۲±۰/۳۲	۰/۵۴±۰/۲۲	۴/۶۱±۰/۲۳	۱/۳۰±۱/۵۷	۲۷/۵۰±۰/۰۰	۴/۷۴±۰/۳۳	۸/۹۶±۰/۲۸	۰/۲۲±۰/۰۸	۱۱/۰۰±۰/۰۰	۰/۲۱±۰/۱۳
النخل	۰/۰۲±۰/۰۰	۳/۴۴±۲/۰۳	۰/۲۷±۰/۰۹	۰/۶۹±۰/۵۲	۰/۸۷±۰/۶۸	۳۲/۶۶±۲/۳۶	۲/۹۶±۰/۴۵	۰/۶۰±۰/۲۸	۰/۲۲±۰/۰۳	۷/۳۳±۰/۷۶	۰/۰۸±۰/۰۱
الفاخر	۰/۰۱±۰/۰۰	۳/۸۱±۲/۴۳	۰/۴۶±۰/۱۹	۰/۵۵±۰/۱۰	۴/۹۶±۰/۱۲	۲۶/۵۰±۱/۳۲	۵/۳۶±۱/۱۶۳	۰/۷۲±۰/۰۸	۰/۱۳±۰/۰۷	۹/۱۶±۱/۰۴	۰/۱۳±۰/۰۹
الجزیره	۰/۰۲±۰/۰۰	۴/۹۶±۳/۸۶	۰/۳۸±۰/۲۱	۰/۵۳±۰/۱۸	۰/۳۷±۰/۳۲	۲۷/۸۳±۰/۷۶	۳/۱۷±۰/۳۳	۰/۳۳±۰/۲۰	۰/۲۲±۰/۰۶	۸/۰۰±۰/۵۰	۰/۰۵

بیش تر عناصر با اختلاف دارای بیش ترین غلظت (آلودگی) فلزات سنگین بود، همچنین میان سایر تنباکوهای مورد مقایسه تفاوت معنی دار مشاهده نشد ($P > 0.05$)، که نشان دهنده آن است که غلظت فلزات سنگین در میان سایر نشان های تجاری تنباکو نزدیک به هم بود. آزمون آماری کروسکال والیس برای منگنز و کادمیوم، و آنالیز واریانس برای سایر نمونه ها نشان داد که در مقدار برخی عناصر نسبت به یکدیگر تفاوت وجود دارد هرچند نتیجه آزمون تعقیبی توکی و من ویتنی نشان داد که هیچ یک از تفاوت ها معنی دار نیست ($P > 0.05$).

بحث

مقایسه میانگین غلظت عناصر در دو گروه تنباکوی سیگار و قلیان نشان می دهد منگنز بیش ترین و سلیوم کم ترین غلظت را در کل نمونه ها دارند. ترتیب میانگین فلزات عبارت است از: سلیوم > آرسنیک > سرب > آنتیموان > کادمیوم > مولیبدن > نیکل > کروم > مس > باریم > منگنز. که با مطالعات انجام شده در پرتقال، مصر و تونس (۳۳، ۱۳) همخوانی نسبی دارد. غلظت آرسنیک در تنباکوی سیگار بهمن و مونتانا گلد به ترتیب بیش ترین و کم ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره به ترتیب بیش ترین و کم ترین مقدار را نشان داد. بیش ترین و کم ترین غلظت باریم در نمونه های سیگار به ترتیب در تنباکوی سیگار وینستون بلو و تیر و در نمونه های تنباکوی قلیان در تنباکوی قلیان احمد و النخل مشاهده شد. بیش ترین غلظت کادمیوم در تنباکوی سیگار تیر و کم ترین آن در وینستون بلو مشاهده شد. در نمونه های تنباکوی قلیان نیز نشان های تجاری النخل و الفاخر به ترتیب بیش ترین و کم ترین غلظت کادمیوم را دارا بودند. غلظت کروم در تنباکوی سیگار اسی بلک و کنت قرمز به ترتیب بیش ترین و کم ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الفاخر به ترتیب بیش ترین و کم ترین مقدار سنجش شد. غلظت مس در تنباکوی سیگار کنت قرمز و مگنا به ترتیب بیش ترین و کم ترین و در تنباکوی قلیان الفاخر و النخل، به ترتیب

بیشینه غلظت باریم در احمد $11/00 \pm 0/00$ میکروگرم بر گرم و کمینه در النخل $7/33 \pm 0/76$ میکروگرم بر گرم بود. غلظت کادمیوم احمد بیش از سایر نمونه ها برابر $0/22 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم و در النخل برابر $0/13 \pm 0/07$ میکروگرم بر گرم کم ترین مقدار بود. غلظت کروم در احمد و الفاخر به ترتیب $8/96 \pm 0/38$ و $0/27 \pm 0/08$ میکروگرم بر گرم بیش ترین و کم ترین مقدار بود. غلظت مس در نشان تجاری الفاخر $5/36 \pm 1/63$ میکروگرم بر گرم و در نشان تجاری النخل $2/96 \pm 0/45$ میکروگرم بر گرم بیش ترین و کم ترین مقدار بود. غلظت مولیبدن در نشان تجاری احمد $0/37 \pm 0/32$ میکروگرم بر گرم و در الجزیره $13/30 \pm 15/57$ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش ترین و کم ترین مقدار بود. بیش ترین غلظت نیکل در احمد برابر $4/61 \pm 0/23$ میکروگرم بر گرم و کم ترین آن در الجزیره برابر $0/53 \pm 0/18$ میکروگرم بر گرم بود. بیشینه غلظت سرب در نشان تجاری احمد $0/54 \pm 0/22$ میکروگرم بر گرم و کمینه آن در نشان تجاری النخل $0/27 \pm 0/09$ میکروگرم بر گرم بود. تنباکوی الجزیره حاوی بیش ترین غلظت آنتیموان $4/96 \pm 3/86$ میکروگرم بر گرم بود در حالی که احمد حاوی کم ترین غلظت برابر با $0/62 \pm 0/32$ میکروگرم بر گرم بود. همچنین غلظت منگنز در تنباکوی قلیان النخل برابر $32/66 \pm 2/36$ میکروگرم بر گرم بیشینه بود، در حالی که کم ترین مقدار در النخل $26/50 \pm 1/32$ میکروگرم بر گرم سنجش شد. غلظت سلیوم در تنباکوی قلیان احمد $0/07 \pm 0/01$ میکروگرم بر گرم و در الفاخر برابر $0/01 \pm 0/00$ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش ترین و کم ترین مقدار بود. در مجموع فلزات سنگین، غلظت منگنز در نشان تجاری النخل و غلظت سلیوم در در الفاخر به ترتیب بیش ترین و کم ترین غلظت مشاهده شده در کل نمونه ها بود. غلظت عناصر در نشان تجاری احمد دارای تفاوت معنی داری نسبت به سایر نمونه های تنباکوی قلیان بود ($P < 0.05$)، بدین معنا که در مقایسه با سایر نشان های تجاری در

بیشترین و کمترین مقدار سنجش شد. غلظت منگنز در تنباکوی سیگار جیوان و تیر به ترتیب بیشترین و کمترین و در تنباکوی قلیان النخل و الفاخر، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار سنجش شد. غلظت مولیبدن در تنباکوی سیگار وینستون سیلور و کنت قرمز به ترتیب بیشترین و کمترین و در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار سنجش شد. غلظت نیکل در تنباکوی سیگار اسی بلک و کنت قرمز به ترتیب بیشترین و کمترین و در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار سنجش شد. غلظت سرب در تنباکوی سیگار بهمن و وینستون بلو به ترتیب بیشترین و کمترین و در تنباکوی قلیان احمد و النخل، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار سنجش شد. غلظت آنتیموان در تنباکوی سیگار کنت قرمز و وینستون سیلور به ترتیب بیشترین و کمترین و در تنباکوی قلیان الجزیره و احمد، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار سنجش شد. غلظت سلیوم در تنباکوی سیگار تیر و کنت قرمز به ترتیب بیشترین و کمترین و در تنباکوی قلیان احمد و الفاخر، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار می باشد. جداول شماره ۴ و ۵ به مقایسه میان غلظت های گزارش شده در مطالعه حاضر با مطالعات

انجام شده در سایر کشورهای جهان می پردازد، غلظت تنباکوی سیگار و قلیان عرضه شده در ایران از نظر وجود فلزات سنگین به طور نسبی از برخی کشورها نظیر آمریکا، اسپانیا و پرتغال کم تر از برخی کشورها نظیر پاکستان و اتیوپی است. همچنین بین غلظت های گزارش شده در این پژوهش با غلظت های گزارش شده در برخی کشورها مانند تونس، مصر و بنگلادش مشابهت هایی دیده می شود. تفاوت در غلظت ها احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع گونه های تنباکوی کشت شده، نحوه فرآوری در حوزه کشاورزی و صنعت کشورهای تولید کننده می باشد. آزمون آنالیز واریانس و کروسکال والیس نشان داد که در گروه تنباکوی سیگار، غلظت عناصر آنتیموان، باریوم و منگنز دارای اختلاف می باشند ($P < 0/05$). همچنین در گروه تنباکوی قلیان نیز غلظت عناصر نیکل، مس، باریوم، کروم، سلیوم و منگنز دارای اختلاف می باشند ($P < 0/05$).

ارزیابی معنی دار بودن اختلاف غلظت ها بوسیله پس آزمون توکی - در سطح اطمینان ۹۵ درصد - و من ویتنی نشان داد میانگین غلظت کلیه عناصر در میان تمامی نمونه های مورد مطالعه اعم از تنباکوی سیگار و قلیان اختلاف معنی داری نشان نمی دهد ($P > 0/05$). عناصر

جدول شماره ۴: مقایسه غلظت فلزات سنگین تنباکوی سیگار در مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده در سایر کشورها برحسب میکروگرم بر گرم

کشور	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریوم	آرسنیک	سلیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیبدن	منابع
ایران (این پژوهش) ۱۳۹۷	۱۵۸/۶۴	۱۲/۶۰	۶/۷۹	۱/۵۸	۹۲/۵۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۱/۴۲	۰/۸۸	۴/۷۷	۲/۶۴	-
بنگلادش ۲۰۱۸	-	-	۲/۲۵	۲/۰۰	-	-	-	-	۱/۷۶	-	-	(۳۲)
اتیوپی ۲۰۱۷	-	۱۴/۲۳	-	۲/۷۳	-	-	-	-	۵/۷۵	-	-	(۴۲)
پرتغال ۲۰۱۷	۱۴۸/۴	-	۱/۳۹	۰/۷۹	۱۲۳/۰۰	۰/۱۴	-	-	۰/۵۵	۲/۱۰	-	(۱۳)
پاکستان ۲۰۱۷	۵۴/۴۸	۱۹/۲۱	۱۱/۳۴	۰/۳۹	-	۱۳/۰۷	۰/۶۶	-	۱/۹۹	۶/۵۲	-	(۴۳)
تونس ۲۰۱۷	۱۵۶/۷۷	۱۴/۱۵	۲/۰۸	-	۹۷/۳۸	-	-	-	-	۲/۰۰	-	(۳۳)
آمریکا ۲۰۱۵	-	-	-	۱/۰۸	-	-	-	-	۰/۵۹	-	-	(۴۴)
اسپانیا ۲۰۱۵	۱۱۲/۰۲	-	۱/۴۴	۰/۸۱	-	-	-	-	۰/۶	۲/۳۳	-	(۴۵)
مصر ۲۰۱۴	۹۵/۰۰	۲۰/۰۰	۴/۲۰	۱/۴۵	۴۹	۱/۵۹	-	۰/۱۶	۳/۲	۳/۵	-	(۴۶)
ایران ۱۳۹۱	-	۹/۷	-	۲/۷۱	-	-	-	-	۲/۰۷	۱۷/۹۳	-	(۴۷)

جدول شماره ۵: مقایسه غلظت فلزات سنگین تنباکوی قلیان در مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده در سایر کشورها برحسب میکروگرم بر گرم

کشور	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریوم	آرسنیک	سلیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیبدن	منابع
ایران (این پژوهش) ۱۳۹۷	۲۸/۶۲	۴/۰۶	۲/۵۴	۰/۱۹	۸/۸۷	۰/۱۴	۰/۰۳	۳/۲۱	۰/۴۱	۱/۵۹	۴/۸۷	-
تونس ۲۰۱۷	۲۵/۵	۷	-	-	۱۵/۵	-	-	-	-	۰/۵	-	(۳۳)
عربستان سعودی ۲۰۱۵	۸۹۶/۶۹	-	۲۳/۲۴	۰/۷۱	۱۵۳/۸۵	۱۱/۲۸	۱/۷۹	۰/۳۵	۴/۰۹	۲/۳۵	-	(۴۸)
مصر ۲۰۱۴	۱۲	۸/۳	۰/۷۵	۰/۰۷	۳/۴	۰/۱۴	۰/۴۲	۰/۰۱	۰/۲۹	۰/۶۳	۰/۴۵	(۴۶)
پاکستان ۲۰۱۲	۱۴۲/۴۷	۱۹/۲۲	۲/۸۰	۰/۹۴	-	۰/۷۴	۰/۷۳	-	۱/۱۹	۳/۲۶	-	(۴۹)
ایران ۱۳۹۵	-	۵/۳۵	۳۷/۴۶	۱/۶۰۹	-	۱/۹۵	-	-	۵۳/۵۹	-	-	(۳۹)
ایران ۱۳۹۶	-	۵/۵۸	-	۱/۸۶	-	۱/۳۵	-	-	۸/۵۱	-	-	(۳۸)

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه آقای مهدی طاهری پور با عنوان بررسی مقدار فلزات سنگین در برخی نمونه های پرمصرف سیگار و توتون های قلیان رایج در بازار ایران در سال ۱۳۹۷ با کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1397.2713 در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط در سال ۹۷ است. نویسندگان لازم می دانند از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران در حمایت مالی تحقیق و از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی نمایند. همچنین هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

باریوم، مس، نیکل و سلیوم دارای تفاوت غلظت معنی دار بین نشان های تجاری سیگار و تنباکوی قلیان بودند ($p < 0.05$) بدین معنا که میانگین غلظت در نشان های تجاری سیگار بیش تر از نشان های تجاری تنباکو می باشد. نتایج حاصله از این پژوهش نشان از وجود عناصر سنگین در تنباکوهای سیگار و قلیان پرمصرف موجود در سطح بازار ایران دارد. از آن جا که این عناصر خاصیت تجمعی در بدن دارند پیشنهاد می شود؛ اقدامات پیشگیرانه، آموزشی، نظارت بیش تر بر کارخانجات تولید دخانیات و وضع قوانین سختگیرانه تر در استانداردهای بهداشتی نشان های تجاری و وارداتی دخانیات در دستور کار قرار گیرد.

References

- Hassaan MA, El Nemr A, Madkour FF. Environmental assessment of heavy metal pollution and human health risk. Am J Water Sci Engin 2016; 2(3): 14-19.
- Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. Heavy metal toxicity and the environment. Exp Suppl 2012; 101: 133-164.
- Menezes-Filho JA, Sousa Viana GF, Garcia K. Assessment of carcinogenic heavy metal levels in Brazilian cigarettes. Environ Monit Assess 2010; 181(1-4): 255-265.
- Zazouli MA, Yousefi Z. Removal of heavy metals from solid wastes leachates coagulation-flocculation process. J Appl Sci 2008; 8(11): 2142-2147.
- Aghili SM, Mehrdadi N, Zazouli MA, Aminzadeh B. Heavy Metal Concentrations in Dewatered Sludge of Wastewater Treatment Plant in Sari, Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2019; 28(170): 152-159 (Persian).
- Zazouli MA, Ebrahimi P, Bagheri Ardebilian M. Study of Cd (II) and Cr (VI) biosorption by mesocarps of orange and sour orange from aqueous solutions. Environl Eng Manag J (EEMJ) 2014; 13(2): 345-351.
- Cuello-Nuñez S, Benning J, Liu C, Branton P, Hu J, McAdam KG, et al. Fractionation of cadmium in tobacco and cigarette smoke condensate using XANES and sequential leaching with ICP-MS/MS. Anal Bioanal Chem 2018; 410(26): 6795-6806.
- Ajab H, Yaqub A, Malik SA, Junaid M, Yasmeen S, Abdullah MA. Characterization of toxic metals in tobacco, tobacco smoke, and cigarette ash from selected imported and local brands in Pakistan. Sci World J 2014; 2014.
- Campbell RCJ. Speciation of metals and metalloids in tobacco and tobacco smoke: Implications for health and regulation. [PhD Thesis], Earth & Environmental Sciences Department, University of St Andrews; 2014.
- Tian Y, Hou H, Zhu F, Wang A, Liu Y, Hu Q. Simultaneous determination of chromium, cadmium, and lead and evaluation of the correlation between chromium and cotinine

- in Chinese smokers. *Biol Trace Elem Res* 2014; 158(1): 9-14.
11. Pappas RS, Fresquez MR, Martone N, Watson CH. Toxic metal concentrations in mainstream smoke from cigarettes available in the USA. *J Anal Toxicol* 2014; 38(4): 204-211.
 12. Al-Kazwini A, Sdepanian S, Said AJ. Determination 1 of Macro and Trace Elements in Moassl Used in Waterpipe in Jordan. *Publ Health Res* 2014; 4(1): 39-44.
 13. Pinto E, Cruz M, Ramos P, Santos A, Almeida A. Metals transfer from tobacco to cigarette smoke: Evidences in smokers' lung tissue. *J Hazardous Mater* 2017; 325: 31-35.
 14. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Maleki A, Saberian M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. *Asian J Chem* 2010; 22(2): 1387-1393.
 15. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of cadmium and lead contents in Iranian rice cultivated in Babol region. *Asian J Chem* 2010; 22(2): 1369-1376.
 16. Zazouli MA, Shokrzadeh M, Izanloo H, Fathi S. Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. *Afr J Biotech* 2008; 7(20): 3686-3689.
 17. Abdel-Sabour MF. Heavy metals and rare earth elements source-sink in some Egyptian cigarettes as determined by neutron activation analysis. *Appl Radiat Isot* 1999; 51(1): 131-136.
 18. Saldivar LR, Luna M, Reyes E, Soto R, Fortoul TI. Cadmium Determination in Mexican-Produced Tobacco. *Environ Res* 1991; 55(1): 91-96.
 19. Tobacco Breaks Hearts: choose health not Tobercco. beat NCDS, World Health Federation, FCTC, WHO; 2018.
 20. Afridi HI, Gul Kazi T, Talpur F, Brabazon D, Naher S. Estimation of toxic elements in the samples of different cigarettes and their impact on human health of Irish hypertensive consumers. *Clin Chim Acta* 2013; 26: 51-57.
 21. Yi Shi. Role of transpiration and metabolism in translocation and accumulation of cadmium in tobacco plants (*Nicotianatabacum L.*). *Chemosphere* 2015; 144: 1960-1965.
 22. Lugon-Moulin N, Martin F, Krauss MR, Ramey PB, Rossi L. Cadmium concentration in tobacco (*Nicotiana tabacum L.*) from different countries and its relationship with other elements. *Chemosphere* 2005; 63(7): 1074-1086.
 23. Tsadilas CD, Karaivazoglou NA, Tsotsolis NC, Stamatiadis S, Samaras V. Cadmium uptake by tobacco as affected by liming, N form, and year of cultivation. *Environmental Pollution. Environ Pollut* 2004; 134(2): 239-246.
 24. Hosseini S, Sobhanardakani S, Tahergorabi R, Delfieh P. Selected heavy metals analysis of Persian sturgeon's (*Acipenser persicus*) caviar from Southern Caspian Sea. *Biol Trace Element Res* 2013; 154(3): 357-362.
 25. Hosseini S, Sobhanardakani S, Navaei MB, Kariminasab M, Aghilinejad S, Regenstein J. Metal content in caviar of wild Persian sturgeon from the southern Caspian Sea. *EnvironSci Pollut Res* 2013; 20(8): 5839-5843.
 26. Hosseini SV, Sobhanardakani S, Miandare HK, Harsij M, Mac Regenstein J. Determination of toxic (Pb, Cd) and essential (Zn, Mn) metals in canned tuna fish produced in Iran. *J Environ Health Sci Eng* 2015; 13(1): 59.
 27. Rezaei Raja O, Sobhanardakani S, Yazdani Cheraghi M. Health risk assessment of citrus contaminated with heavy metals in Hamedan city, potential risk of Al and Cu. *Environ Health Eng Managt J* 2016; 3(3): 131-135 (Persian).

28. Sobhanardakani S. Potential health risk assessment of Cr, Cu, Fe and Zn for human population via consumption of commercial spices; a case study of Hamedan City, Iran. *Int Arch Health Sci* 2016; 3(3): 119-124(Persian).
29. Sobhanardakani S. Tuna fish and common kilka: health risk assessment of metal pollution through consumption of canned fish in Iran. *J Consum Protect Food Safe* 2017; 12(2): 157-163.
30. Lazarević K, Nikolić D, Stosić L, Milutinović S, Videnović J, Bogdanović D. Determination of lead and arsenic in tobacco and cigarettes: An important issue of public health. *Cent Eur J Public Health* 2012; 20(1):62-66 (Persian).
31. Mazarei V, Pourkhabbaz H, Cheraghi M, Javanmardi S. The Efficiency of the Amount of Heavy Metals in Some Aromatic Tobacco Consumed in Shiraz Market in 2016. *J Rafsanjan Univ Med Sci (JRUMS)* 2017; 16(2): 99-106.
32. Hossain MT, Hassi U, Huq SI. Assessment of concentration and toxicological (Cancer) risk of lead, cadmium and chromium in tobacco products commonly available in Bangladesh. *Toxicol Rep* 2018;5:897-902.
33. Houas I, Teyeb H, Rochina-Marco A, Douki W, Fadhel Najjar M, Gaha L, et al. Comparison of mineral contents in three different tobacco formulations. *Biomed Environ Sci* 2017; 30(1): 52-58.
34. Verma S, Yadav S, Singh I. Trace metal concentration in different Indian tobacco products and related health implications. *Food Chem Toxicol* 2010; 48(8-9): 2291-2297.
35. Kazi TG, Jalbani N, Arain MB, Jamali MK, Afridi HI, Sarfraz RA, et al. Toxic metals distribution in different components of Pakistani and imported cigarettes by electrothermal atomic absorption spectrometer. *J Hazard Mater* 2009; 163(1): 302-307.
36. Abu-Obaid A, Jodeh S, Ahmad O, Salghi R, Warad I. Determination and Assessment of Heavy Metals in Tobacco Sold and Smoked In Palestinian Market. *Int J Chem* 2015; 4(3): 713-723.
37. Çiftçi H, Ölçücü A. Determination of iron, copper, cadmium and zinc in some cigarette brands in Turkey. *Int J Sci Technol* 2007; 2(1): 29-32.
38. Yousefinejad V, Mansouri B, Ramezani Z, Mohammadzadeh N, Akhlaghi M. Evaluation of heavy metals in tobacco and hookah water used in coffee houses in Sanandaj city in 2017. *Sci J Kurdistan Univ Med Sci* 2018; 22(6): 96-106 (Persian).
39. Mazareie V, Poor Khabaz HR, Cheraghi M, Javanmard S. Determination of heavy metals in some high-consumption aromatic tobacco in Shiraz market in 2015. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2017; 16: 99-106 (Persian).
40. Abdolahnejad A, Ebrahimi A, Jafari N, Vahid dastjerdi M, Nourmoradi H. Determining the Heavy Metals Contents in Some Highly-used Samples of Cigarettes and Aromatic Tobaccos in Iranian Market. *Toloo behdasht* 2013; 12(3): 116-127 (Persian).
41. Krejpcio Z, Krol E, Sionkowski S. Evaluation of Heavy Metals Contents in Spices and Herbs Available on the Polish Market. *Polish J Environ Stud* 2007; 16(1): 97-100.
42. Chandravanshi BS. Assessment of heavy metals in tobacco of cigarettes commonly sold in Ethiopia. *Chem Int* 2017; 3(3): 213-219.
43. Hussain A, Ahmad K, Lqbal Khan Z, Ashfaq A, Noorka IR, Arshad F, et al. Evaluation Of Heavy Metals In Various Cigarette Brands Marketed In Pakistan And Their Implications

- For Public Health. *Fresen Environ Bull* 2017; 26(1 A): 557-562.
44. He Y, von Lampe K, Wood L, Kurti M. Investigation of lead and cadmium in counterfeit cigarettes seized in the United States. *Food Chem Toxicol* 2015; 81: 40-45.
45. Armendáriz CR, Garcia T, Soler A, Fernández ÁJG, Glez-Weller D, González GL, et al. Heavy metals in cigarettes for sale in Spain. *Environ Res* 2015; 143: 162-169.
46. Khater A, Amr M, Chaouachi K. Elemental characterization of shisha moassel smoking mixtures using ICP-MS and comparison with other tobacco products. *Wulfenia* 2014; 21(2): 428-449.
47. Pourkhabbaz A, Pourkhabbaz H. Investigation of toxic metals in the tobacco of different Iranian cigarette brands and related health issues. *Iran J Basic Med Sci* 2012; 15(1): 636-364.
48. Qamar W, Al-Ghadeer AR, Ali R. Analysis of Toxic Elements in Smoked Shisha Waterwaste and Unburnt Tobacco by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry: Probable Role in Environmental Contamination. *Res J Environ Toxicol* 2015; 9(2): 204-210.
49. Musharraf SG, Shoaib M, Siddiqui AJ, Najam-ul-Haq M, Ahmed A. Quantitative analysis of some important metals and metalloids in tobacco products by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). *Chem Cent J* 2012; 6(1): 56.