مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تیر ۱۴۰۲، دوره ۸۱، شماره ٤، صفحه‌های ۲۹۵ تا ۳۰٦

مقاله اصیل

ارزیابی ریسک سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی مواجهه با فلزات سنگین دود قلیان با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی مونت‌کارلو

طیبه روئین‌فرد[1]، علی اوغازیان[2]، محمد حسین ساقی[2]، مهدی قربانیان[3]، ایوب رستگار[2*]، شهرام نظری[4]

۱- کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران.

۲- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بیماری‌های غیرواگیر، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران.

۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بیماری‌های منتقله بوسیله ناقلین، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران.

٤- گروه بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی خلخال، خلخال، ایران.

[*] نویسنده مسئول: سبزوار، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط.

تلفن: ۰۵۱-٤٤٠١٨٣٠٧

E-mail: rastegar.89@gmail.com

چکیده

دریافت: ۱٤۰۲/۰۳/۰۹ ویرایش: ۱٤۰۲/۰۳/۱٦ پذیرش: ۱٤۰۲/۰۳/۲۳ آنلاین: ۱٤۰۲/۰٤/۰۱

زمینه و هدف: این مطالعه با هدف ارزیابی خطرات سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی برای سلامتی فلزات سنگین در تنباکوهای پرمصرف از طریق قرار گرفتن در معرض استنشاق انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی- تحلیلی از فروردین ۱٤۰۱ تا مهر ۱٤۰۱ در شهر بجنورد بر روی مسیر دود هفت برند پرمصرف تنباکو انجام شد، غلظت فلزات سنگین در مسیر دود تنباکوها با استفاده از طیف‌سنجی نشر نوری پلاسما با جفت القایی تعیین شد. از نرم‌افزار مونت‌کارلو برای ارزیابی ریسک احتمالی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد غلظت فلزات سنگین در مسیر دود تنباکوها Fe>Zn>Mn>Ba>Pb>Ni>Cu>Mo>Cr>As>Cd بدین ترتیب بود. تجزیه و تحلیل Kruskal-Wallis نشان داد که غلظت فلزات سنگین بین تنباکوهای مختلف از نظر آماری تفاوت معنادار دارد (P<۰/۰۵). مقادیر شاخص خطر (HI) برای مسیر دود تنباکوهای الراح، آموردوسیب، الفاخر، الروبی، مزایا، سنتی بدون طعم و نخل به‌ترتیب ۲/٦٤، ۲/٤۱، ۲/۰٥، ۱/۷، ۱/٤۹، ۱/٤٦ و ۱/٤٤ بود. مقادیر خطر سرطان‌زایی یا خطر افزایشی سرطان مادام العمر (ILCR) آمور دوسیب، الراح، نخل، مزایا، الروبی، الفاخر و سنتی بدون طعم به‌ترتیب ۱۰-۳×۲/۸، ۱۰-۳×۲/٤۳، ۱۰-۳×۱/۷۲، ۱۰-۳×۱/۵۸، ۱۰-۳×۱۰/٤۳، ۱-٤×۹/۵۸ و ۱۰-٤×۸/۰۸ بود. سرب در مسیر دود تنباکو الراح، با مقدار ۱/۵۹ بیشترین مقدار ریسک غیرسرطان‌زایی داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده بیانگر این است که مسیر دود تنباکو الراح ریسک سرطانی و غیرسرطانی بالایی نسبت به سایر تنباکوها دارد و می‌تواند خطرات غیر سرطان‌زا و سرطان‌زا برای مصرف کنندگان ایجاد کند. بنابراین، نظارت منظم بر کیفیت تنباکوی رایج برای کاهش سطح خطرات سلامت انسان ضروری است.

کلمات کلیدی: سرطان‌زا، فلزات سنگین، مونت کارلو، ارزیابی ریسک، تنباکو.

مقدمه

استعمال دخانیات (سیگار، قلیان) از مهمترین عوامل ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن (بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های مزمن انسدادی ریه و سرطان ریه)، ناتوانی و مرگ زودرس در سراسر جهان می‌باشد.[1] طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی در حال حاضر ۱/۳ میلیارد نفر از جمعیت جهان دخانیات استعمال می‌کنند و هر شش ثانیه یک نفر به‌دلیل بیماری‌های مرتبط با دخانیات جان خود را از دست می‌دهد.[2] تخمین زده می‌شود که تعداد مرگ‌ومیر ناشی از مصرف دخانیات در سال ۲۰۳۰ به بیش از هشت میلیون نفر در سال افزایش یابد و بیشترین مرگ‌ومیر در کشورهای در حال توسعه رخ خواهد داد، علاوه بر آن صنعت دخانیات و تاثیرات مرگبار آن، سالانه بیش از یک تریلیون دلار به اقتصادهای جهان بابت هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و از دست دادن بهره‌روی، زیان می‌رساند.[3و4]

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

قلیان با خاستگاه خاورمیانه یکی از روش‌های قدیمی مصرف تنباکو می‌باشد.[۵] عوامل متعددی مانند در دسترس بودن طعم‌های جذاب قابل توجه و تصور غلط مبنی بر کم خطر بودن قلیان نسبت به سایر دخانیات‌ها، دلیل اصلی گرایش بیشتر مردم جهت استعمال قلیان می‌باشد. مخلوط‌های تنباکوی مورد استفاده در قلیان بسیار متفاوت است.[۶-۹]

این مخلوط که معمولاً به‌عنوان "مسل" نامیده می‌شود، معمولاً حاوی حدود ۳۰٪ تنباکو است و ۷۰٪ باقی‌مانده ترکیبی از طعم‌دهنده‌ها، گلیسرول و شیرین‌کننده‌ها (مانند ملاس و عسل) است.[٤] بیش از ٤۰۰۰ ماده شیمیایی (هیدروکربن‌ها، آلدییدها، کتون‌ها، هیدروکربن‌های معطر و فلزات سنگین) از تنباکو جدا شده‌اند که براساس شاخص ریسک سلامتی آنها توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی شده‌اند.[۱۰-۱۲] فلزات سنگین یکی از مهمترین آلاینده‌های تنباکو و دود قلیان می‌باشند.[۱۳] مقدار این عناصر در تنباکو به ژنوتیپ، نوع آب، خاک و pH خاک، شرایط جغرافیایی منطقه، موقعیت ساقه، کودها و آفت کش‌های مصرفی بستگی دارد. از طرفی دیگر با توجه به تنوع بالای ترکیب تنباکو مورد استفاده در قلیان، نوع و تعداد ترکیبات شیمیایی خطرناک در فرمولاسیون های مختلف و دود ناشی از آن، متفاوت است.[۱٤و۱۵] گیاه تنباکو منبع غنی از فلزات سنگین است و برخی از این عناصر مانند سرب، کادمیوم و روی را به‌طور قابل‌توجهی نسبت به سایر عناصر بیشتر جذب می‌کند. این عناصر سمی در طول دوران رشد گیاه تنباکو در برگ‌های آن تجمع می‌یابند. این فلزات به‌دلیل سمیت، پایداری و عدم تجزیه بیولوژیکی، قابلیت تجمع در بافت‌ها و اندام‌های مختلف بدن را دارند. از این رو حتی در غلظت‌های خیلی پایین نیز برای مصرف‌کنندگان بسیار سمی می‌باشند.[۱۳] از این‌رو برخی از فلزات سنگین مانند کادمیوم، آرسنیک، سرب، کروم و نیکل توسط IARC به‌عنوان مواد سرطان‌زا برای انسان اعلام شده است.[۱٦]

مطالعه Shekoohiyan بر روی انواع رایج تنباکو با برندهای مختلف نشان داد که میزان این فلزات بالا بوده و در محصولات و برندهای تنباکو متفاوت است.[٤] Yousefinejad غلظت عناصر روی، سرب، مس، کادمیوم و آرسنیک را در تنباکوی قلیان و آب قلیان قهوه خانه‌های شهر سنندج مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که روی و آرسنیک به‌ترتیب بیشترین و کمترین غلظت را در نمونه‌ها دارا هستند. زمانی که دمای سوختن تنباکو به اندازه کافی بالا باشد، این فلزات می‌توانند به فاز گاز تبدیل شوند. افزون‌براین آئروسل‌ها یا اکسیدهای فلزی و پیش‌سازهای واکنشی در طول مصرف تنباکو می‌توانند از طریق دود اصلی وارد بدن انسان شوند. به‌دلیل استنشاق مقدار زیادی دود و قرار گرفتن طولانی‌مدت در معرض دود، کشیدن قلیان احتمال اثرات نامطلوب بر سلامت انسان را افزایش می‌دهد و می‌تواند عامل سرطان‌های دهان، معده و مری، بیماری‌های مزمن انسدادی ریه (COPD)، سرطان ریه، بیماری‌های قلبی- عروقی، تنفسی و آسیب اکسیداتیو DNA باشد.[۱٤] ارزیابی ریسک سلامت (Health risk assessment, HRA) یک ابزار مفید و یک فرآیند مبتنی بر شواهد است که داده‌های شیمیایی و بیولوژیکی را برای تعیین کمیت احتمال اثرات نامطلوب ادغام می‌کند.[۱۷]

نتایج HRA برای تصمیم‌گیرندگان ضروری است و مردم را در مورد خطرات بالقوه‌ای که سلامت آنها را تهدید می‌کند، آگاه می‌کند. شبیه‌سازی مونت‌کارلو یکی از روش‌های مدل‌سازی است که به‌طور گسترده برای ارزیابی ریسک احتمالی استفاده می‌شود. این مدل می‌تواند متغیرهای تصادفی آماری را از هر متغیر ورودی که یک مقدار نقطه‌ای است تولید کند. در شبیه‌سازی مونت‌کارلو (Monte Carlo simulation)، ریسک افزایش طول عمر سرطان (Incremental lifetime cancer risk, ILCR) و خطرات شاخص خطر (Hazard index, HI) چندین بار با مقادیر تصادفی مختلف همه ورودی‌ها محاسبه می‌شوند. بنابراین، ریسک خروجی به جای یک مقدار واحد، دامنه‌ای از مقادیر دارد.[۱۸]

در ایران مطالعات محدودی با هدف ارزیابی ریسک سرطان‌زایی فلزات سنگین در تنباکو با استفاده از شبیه‌ساز مونت‌کارلو صورت گرفته است. بنابراین هدف از این مطالعه: ۱- تعیین کمیت سطح فلزات سنگین مانند آرسنیک (As)، کادمیوم (Cd)، کبالت (Co)، کروم (Cr)، مس (Cu)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، نیکل (Ni) و روی (Zn) در هفت مارک تنباکو پرمصرف شرق ایران، ۲- مقایسه سطح آلودگی در تنباکوهای مورد مطالعه با سایر تنباکوها در کشور و جهان، ۳- محاسبه خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی فلزات سنگین موجود در تنباکوها از طریق قرار گرفتن در معرض استنشاق و ٤- شبیه‌سازی مقادیر سرطان‌زا و غیرسرطان‌زا از طریق مدل مونت کارلو بود.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

روش بررسی

مواد شیمیایی و معرف‌ها: تمامی معرف‌ها مانند اسید نیتریک (HNO_3) با خلوص (٦٥٪)، اسید پرکلریک ($HClO_4$) باخلوص (٧٠٪) و اسید سولفوریک (H_2SO_4) با خلوص (٩٨٪) از Merck آلمان خریداری شدند. ظروف با مواد شوینده شسته شده، در پنج مولار HNO_3 به‌مدت یک شب خیسانده شده، با آب دیونیزه شسته شده و در نهایت در فر خشک شدند.

جمع‌آوری تنباکو: این مطالعه توصیفی- تحلیلی از فروردین ١٤٠١ تا مهر ١٤٠١ براساس مصوبه کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار با کد اخـلاق IR.MEDSAB.REC.1400.078 انجام شد. برای تعیین نوع تنباکوهای رایج مورد استفاده در قلیان با ١٠٠ نفر مصاحبه شد. نتایج نشان داد که هفت نوع الراح، آمور دوسیب، الفاخر، نخل، مزایا، الروابی و سنتی بدون طعم از پرمصرفترین تنباکوها هستند. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه انجام شد. برای ناشناس بودن داده‌های این مصاحبه‌ها، اسامی خانواده شرکت‌کنندگان حذف و تحلیلگر از ویژگی‌های افراد اطلاعی نداشت. همچنین از کلیه شرکت کنندگان رضایت آگاهانه گرفته شد.

نمونه‌برداری و آنالیز فلزات سنگین در دود حاصل از سوختن طعم‌های مختلف تنباکو بدین صورت انجام گردید که ابتدا مقدار ٧٥٠ ml آب مقطر داخل مخزن آب ریخته شد، آنگاه بخش‌های مختلف قلیان به هم دیگر متصل شدند به‌طوری‌که بدنه قلیان به مقدار ٣٠ mm در داخل آن قرار می‌گرفت. سپس در سر قلیان ٢٠ g تنباکو مورد مطالعه (به‌طور جداگانه) قرار داده شده و با استفاده از یک ورق آلومینیمی دارای روزنه‌های ریز پوشانده گردید.

در ادامه جهت ایجاد گرما مقدار ٦ g زغال چوب که پیش‌تر گرم شده بود و بر روی ورق قرار گرفت. سپس شلنگ قلیان به یک پمپ نمونه‌برداری فردی (مدل skc) با دبی ٧ l در دقیقه متصل شد و در مسیر شلنگ قلیان به پمپ جهت نمونه‌برداری از فلزات سنگین یک فیلتر فایبر گلاس با قطر خارجی ٢٥ mm و روزنه ٠/٤٥ ٠میکرون قرار داده شد. هر جلسه قلیان کشیدن معادل ١٧٠ پک بود که حجم هر پک ٥٣٠ ml، زمان هر پک ٢/٦ ثانیه و فاصله هر پک ٢٠ ثانیه بود. پس از اتمام جلسه قلیان، جهت استخراج فلزات سنگین فیلتر فایبر گلاس نیز از روش هضم اسیدی استفاده گردید. در نهایت جهت تعیین غلظت فلزات سنگین در فیلتر و تنباکو دستگاه Inductively coupled plasma mass spectrometry, Perkin, ELAN6100, DRC-e, ICP, MASS استفاده گردید.[9]

روش هضم اسیدی: در پایان هر مرحله فیلتر به کارگرفته شده جهت سنجش فلزات سنگین از مسیر دود جدا گرید و به‌روش هضم اسیدی تعیین سنجش فلزات سنگین شد، این کار برای هر فیلتر سه بار تکرار شد. برای سنجش فلزات سنگین در فیلتر ابتدا هر فیلتر جداشده از مسیر قلیان به مدت ٢٤ ساعت در داخل آون دمایی در دمای ١٥٠ °C جهت از بین بردن رطوبت قرار داده شد. فیلتر خشک شده با هاون آسیاب گردید. سپس فیلتر آسیاب شده در داخل ارلن مایر ١٠٠ ml قرار داده شد و جهت هضم شیمیایی نمونه‌ها ١٠ ml اسید نیتریک ٦٥٪ به هریک از نمونه‌ها اضافه گردید. سپس نمونه‌ها بدون اعمال حرارت در طول شب در آزمایشگاه نگهداری شدند تا به آهستگی هضم گردند. در مرحله بعد ٥ ml اسید کلریدریک ٣٧٪ به نمونه‌ها اضافه گردید سپس نمونه‌ها داخل حمام بن ماری در دمای ١٠٥ °C تا تشکیل مایع شفاف، قرار داده شدند تا کاملا هضم گردند. پس از هضم، با آب دوبار تقطیر حجم نمونه‌ها به ٢٥ ml رسانده شد و پیش از آنالیز فلزات سنگین موجود در فیلتر، نمونه‌ها با کاغذ صافی واتمن (فیلتر ٠/٤٥ µm) فیلتر شدند.[19]

ارزیابی ریسک غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی: در این مطالعه میانگین دوز روزانه دریافتی فلزات سنگین از مسیر استنشاق (ADD_{inh} (average daily dose inhalation)، ضریب خطر Hazard quotient (HQ)، Hazard index (HI)، Cancer risk (CR) و خطر افزایش سرطان در طول عمر Incremental lifetime cancer rate (ILCR)، از معادلات ٥-١ استفاد شد.[18]

$$ADD_{inh}=\frac{(C\times TC\times ABS\times EF\times ED\times CF)}{AT\times BW} \quad -١$$

$$HQ=\frac{ADD_{inh}}{RfD} \quad -٢$$

$$HI=\sum HQ \quad -٣$$

$$CR=ADD_{inh}\times SF \quad -٤$$

$$ILCR=\sum CR \quad -٥$$

در معادلات فوق C (Concentration) میانگین غلظت فلزسنگین در تنباکو (mg/kg)، Tobacco consumption (TC) نرخ مصرف تنباکو

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

(absorption factor) ABS ،(۲۰ g/day) نرخ جذب (۱۰ تا ۱۰۰٪ و بدون واحد)، Exposure frequency (EF) تناوب مواجهه (سال/۳۶۵)، Exposure duration (ED) مدت زمان مواجهه (۵۱ سال)، Conversion factor (CF) ضریب تبدیل (kg/mg)، Body weight (BW) وزن بدن (۷۰ kg)، Average time (AT) میانگین زمان مواجهه (روز ED×365=18615 برای فلزات غیرسرطان‌زا ۲۵۵۵۰=۳۶۵×۷۰ روز برای فلزات سرطان‌زا) می‌باشد.

مقادیر RfD (Reference concentration) و Slope Factors (SF) برای هر فلز سنگین در جدول ۱ ارایه شده است.

با توجه به مقدار HI، اگر HI≤1 باشد، هیچ اثر نامطلوبی بر سلامت انسان وجود ندارد و اگر HI≥1 باشد، خطر بالقوه غیرسرطان‌زا وجود دارد. طبق دستورالعمل United states environmental protection agency (USEPA)، اگر ILCR کمتر از ۱×۱۰^{-۶} باشد، خطر سرطان‌زایی ناچیز وجود دارد، اگر ILCR بالاتر از ۱×۱۰^{-۴} باشد، برای سلامت انسان مضر است و اگر خطر سرطان‌زایی $1\times10^{-06} \leq ILCR \leq 1\times10^{-04}$ باشد، ریسک سرطان‌زایی در محدوده قابل‌قبول یا قابل‌تحمل می‌باشد.[۲۰]

آنالیز آماری داده‌ها توسط SPSS software, version 21 (IBM SPSS, Armonk, NY, USA) انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطمینان از صحت نتایج میزان فلزات در نمونه‌ها با سه بار تکرار و میانگین آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

به‌منظور تعیین توزیع نرمال بودن داده‌ها، آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف‌معیار برآورد شد. بر روی داده‌های گردآوری شده آزمون‌های کولموگروف–اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و شاپیرو–ویلک (Shapiro-Wilk) انجام شد. همانطور که انتظار می‌رفت، مجموعه داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نکردند. بنابراین، رابطه بین غلظت فلزات سنگین در تنباکوهای مختلف با استفاده از آزمون ناپارامتریک (Kruskal-Wallis) بررسی شد.

بدین صورت که ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov مورد بررسی و سپس برای مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین بین طعم‌های مختلف تنباکو از آزمون ناپارامتریک Kruskal-Wallis استفاده شد. در تجزیه و تحلیل آماری، P<۰/۰۵ برای در نظر گرفتن معناداری استفاده شد.

شبیه‌سازی مونت‌کارلو (Monte Carlo Simulation, MCS): یکی از روش‌های مدل‌سازی است که به‌طور گسترده برای ارزیابی ریسک احتمالی استفاده می‌شود، این مدل می‌تواند یک متغیر تصادفی آماری از هر متغیر ورودی با مقدارمشخص تولید کند.[۱۸] در شبیه‌سازی مونت کارلو، ریسک‌های ILCR و HI چندین بار با مقادیر تصادفی مختلف همه ورودی‌ها محاسبه می‌شوند. در محاسبه ریسک سلامتی برای یک جمعیت در معرض مواجهه با یک یا چند عامل خطر بالقوه، وقتی که تنها از یک عدد (Values point-single) برای برآورد ریسک مربوطه استفاده شود، احتمال تداخل و خطا و در نهایت عدم اطمینان از نتایج کسب شده حاصل می‌شود. بنابراین، ریسک خروجی به جای یک مقدار واحد، دامنه‌ای از مقادیر دارد. در این مطالعه از نرم‌افزار کریستال بال (Crystal ball software, Oracle, USA) برای شبیه‌سازی با ۱۰۰۰۰۰ آزمایش انجام شد.[۱۸]

جدول ۱: مقادیر RfD و SF جهت محاسبه ریسک سلامت.[۲۱و۲۶-۲۳]

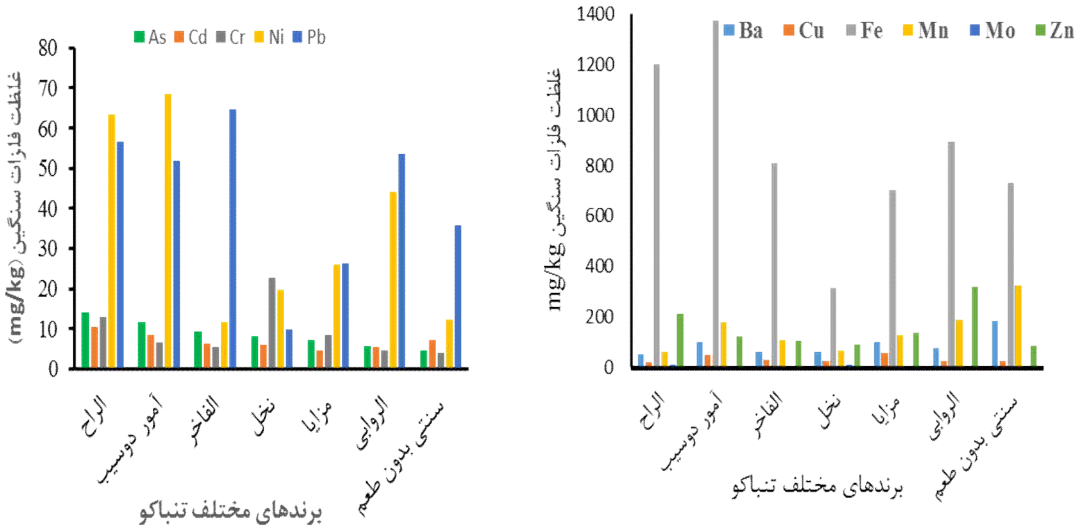
فلزات سنگین	RfD (mg/kg/d)	SF (kg-d/mg)
AS	۳×۱۰^{-۴}	۱/۵
Cd	۱×۱۰^{-۳}	۱/۵
Pb	$۳/۵\times۱۰^{-۳}$	۰/۰۴۲
Cr	۱/۵	۰/۵
Ni	۰/۰۲	۰/۹۱
Cu	۰/۰۴	
Zn	۰/۳	
Fe	۰/۷	
Mn	۰/۱۴	

یافته‌ها

غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های فیلتر مختلف: میانگین غلظت و انحراف‌استاندارد برای ۱۱ فلز سنگین (As، Ba، Cd، Cr، Cu، Fe، Mn، Mo، Ni، Pb، Zn) در ۷ فیلتر قرارداده شده در مسیر قلیان که تنباکوی آنها از تنباکوهای پرمصرف قلیان شرق کشور (الراح، آمور دوسیب، الفاخر، نخل، مزایا، الروابی و سنتی بدون طعم) در نمودار ۱ ارایه شده است. مقدار SD پایین برای غلظت فلزات سنگین در فیلترها نشان‌دهنده کیفیت خوب داده‌های تجزیه و تحلیل شده است.

همانطور که نشان داده شده است غلظت فلزات سنگین آرسنیک،

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]



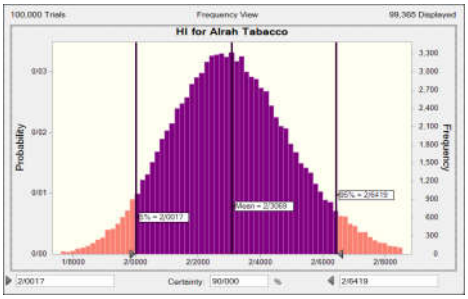
نمودار۱: مقایسه مقادیر فلزات سنگین در مسیر دود تنباکوهای مختلف

کادمیوم و مولیبدن در مسیر دود تنباکو با برند الراح نسبت به سایر انواع تنباکو بالاتر بود. به‌طوری‌که مقادیر فلزات سنگین آرسنیک، کادمیوم و مولیبدن برای این برند به‌ترتیب µg/g ۰/۰۵±۱٤/۲، ۰/۰٦±۱۰/٤ و ۰/۰٤±۱۱/٦ بود. همچنین غلظت فلزات باریم و منگنز در مسیر دود تنباکو سنتی بدون طعم نسبت به سایر برندها بالاتر بود. مقادیر باریم و منگنز برای این برند به‌ترتیب mg/kg ۰/۹٤±۱۸٤/۱۳ و ۰/۱۵±۳۲٦/۱۳ به‌دست آمد. غلظت فلزات آهن و نیکل در مسیر دود تنباکو از نوع آمور دوسیب به‌ترتیب µg/g ٤/۹±۱۳۷۵ و ۰/٤۷±٦۸ بود که نسبت به سایر انواع تنباکو بالاتر بود. فلزات کروم، سرب، مس و روی به‌ترتیب با غلظت‌های mg/kg ۰/۸۸±۲۲/۸، ۰/۸۸±٦٤/٦۷، ۰/۹۷±٤۸ و ۰/۹۵±۳۱۸/٦۸ در مسیر دود تنباکوهای با اسم تجاری نخل، الفاخر، مزایا و الروبی نسبت به سایر تنباکوهای مورد مطالعه بالاتر بود.

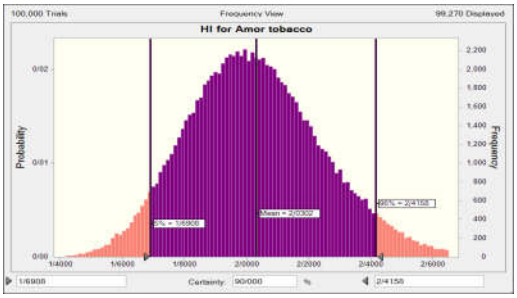
خطرات غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی: نتایج این مطالعه نشان داد که ترتیب شدت اثر غیرسرطان‌زا برای تنباکوهای مورد مطالعه به ترتیب آموردوسیب > الراح > نخل > مزایا > الروبی >الفاخر > سنتی بدون طعم بود. جدول ۲ نشان می‌دهد که در تنباکو الراح، آرسنیک با مقدار ۱/۵۹ بیشترین مقدار ریسک غیرسرطان‌زایی را نسبت به سایر فلزات سنگین داشت. این درحالی بود که فلز سرب با مقدار 5.65×10^{-5} کمترین و فلز نیکل با مقدار 1.34×10^{-3} بیشترین ریسک سرطان‌زایی را در این تنباکو داشت. در مسیر دود تنباکوهای آمور دوسیب و الفاخر فلز کروم به‌ترتیب با 1.1×10^{-3} و 1×10^{-4} کمترین مقدار ریسک غیرسرطان‌زایی را داشتند، همچنین مسیر دود در این دو نوع تنباکو آرسنیک به‌ترتیب با مقادیر ۱/۴۳ و ۱/۱٤ بیشترین مقدار ریسک سرطان‌زایی را نسبت به سایر فلزات داشتند. فلزات کروم، با مقدار 5×10^{-4} در مسیر دود تنباکوهای نخل بیشتر مقدار غیرسرطان‌زایی را در بین فلزات مورد بررسی در این طعم داشتند. در برند نخل، مزایا و الروبی فلز کروم به‌ترتیب با 5×10^{-5}، 2×10^{-4} و 1×10^{-4} کمترین میزان ریسک غیرسرطان‌زایی را داشت. این در حالی‌است که در این سه برند فلز سرب به‌ترتیب با 1.46×10^{-5}، 3.69×10^{-5} و 5.33×10^{-5} کمترین میزان ریسک سرطان‌زایی داشت.

در مسیر دود تنباکوی سنتی بدون طعم فلز آرسنیک و نیکل با مقدار 5.87×10^{-1} و 2.70×10^{-3} به‌ترتیب بیشترین ریسک غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی را نسبت به سایر فلزات داشتند.

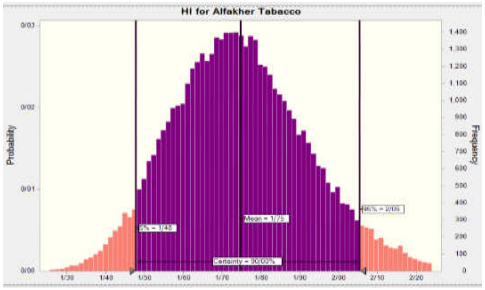
[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]



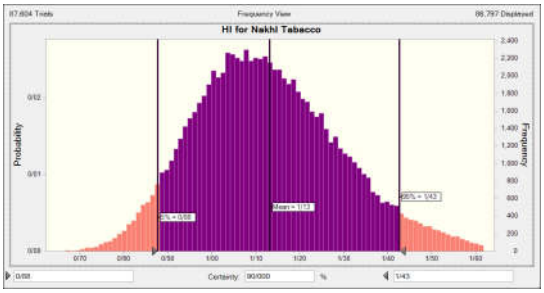
(a)



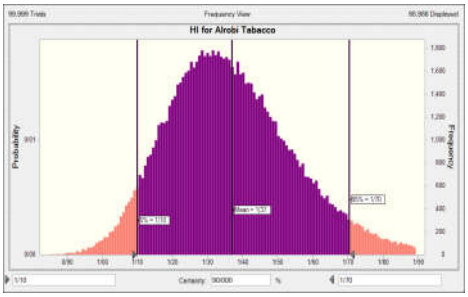
(b)



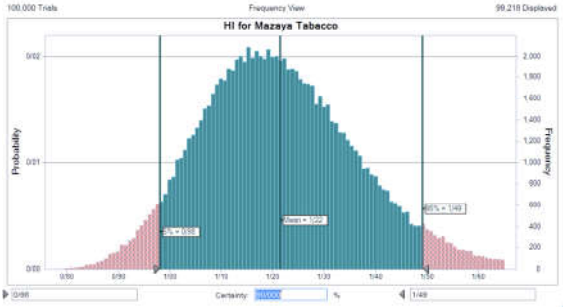
(c)



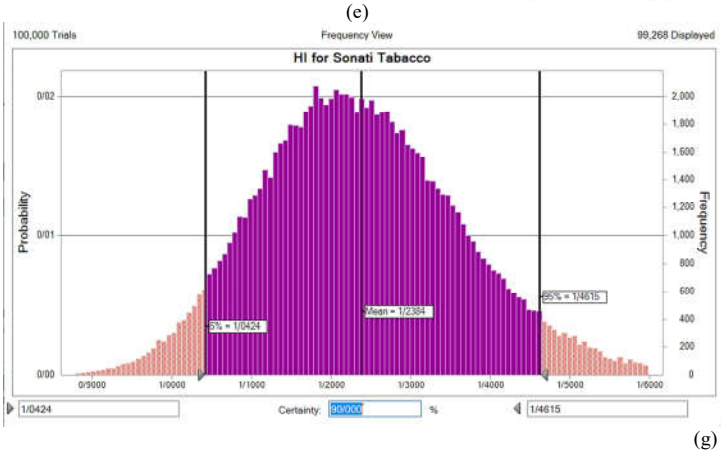
(d)



(e)



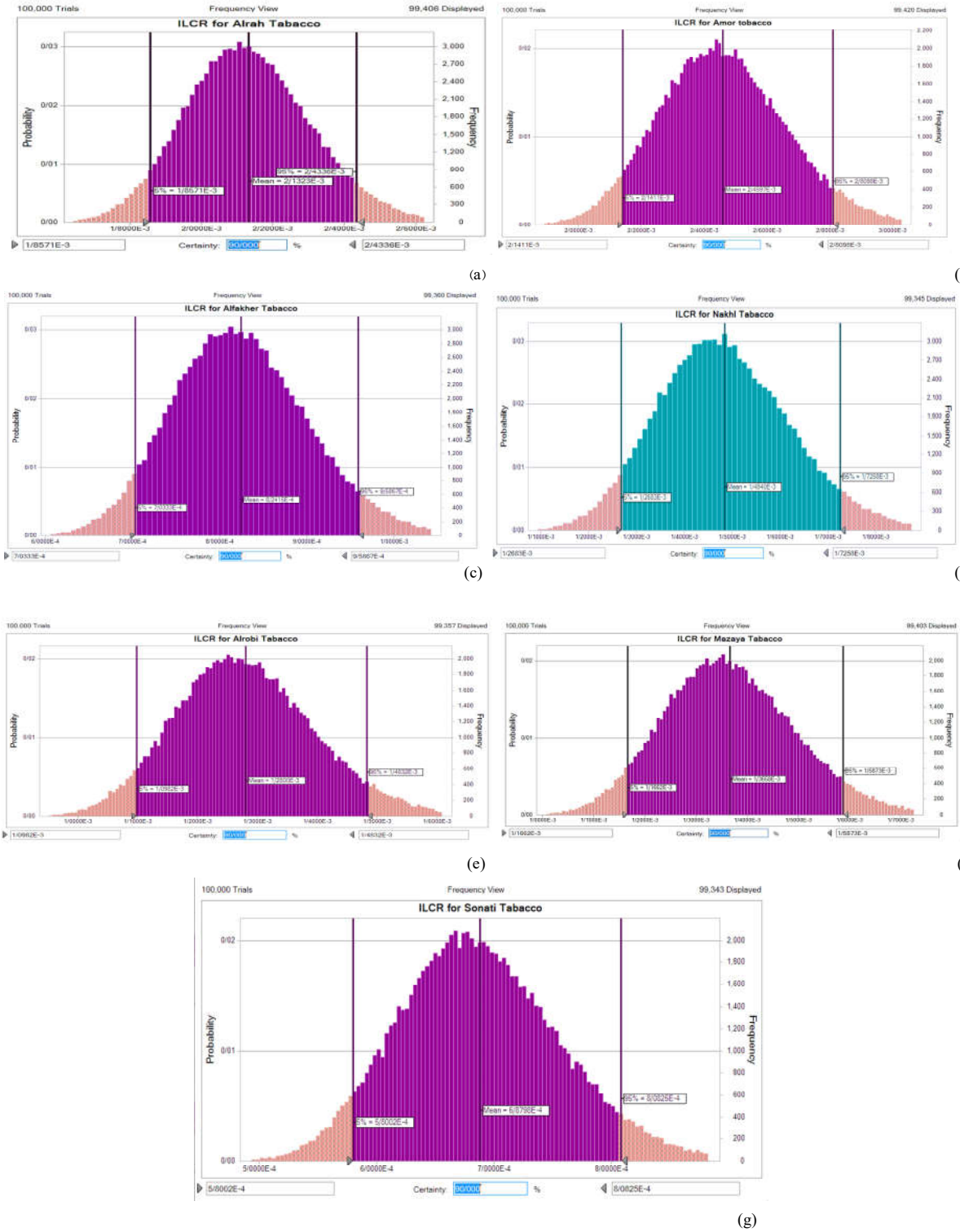
(f)



(g)

نمودار ۲: شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای تخمین ریسک غیرسرطان‌زایی در مسیر دود تنباکوهای الراح (a)، آموردوسیب (b)، الفاخر (c)، نخل (d)، الروبی (e)، مزایا (f)، سنتی بدون طعم (g).

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]



نمودار ۳: شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای تخمین ریسک سرطان‌زایی در مسیر دود تنباکوهای الراح (a)، آموردوسیب (b)، الفاخر (c)، نخل (d)، الروبی (e)، مزایا (f)، سنتی بدون طعم (g).

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

جدول ۲: خطرات غیرسرطان‌زایی (THQ) و سرطان‌زا (CR) برای قرارگرفتن در معرض استنشاق در جامعه هدف

نوع تنباکو	غیرسرطان زایی (THQ)							
	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	Zn	Fe
الراح	۱/۵۹	۳/۹۳×۱۰$^{-۱}$	۳×۱۰$^{-٤}$	۱/۰۵×۱۰$^{-۱}$	۵/٤×۱۰$^{-۱}$	۱/۸×۱۰$^{-۲}$	۱/۵٦×۱۰$^{-۲}$	۲/۳×۱۰$^{-۲}$	۵/۷×۱۰$^{-۳}$
آمور دوسیب	۱/٤۳	۳/۲۲×۱۰$^{-۱}$	۱/۱×۱۰$^{-۳}$	۱/۱×۱۰$^{-۱}$	٤/۹۲×۱۰$^{-۱}$	۲×۱۰$^{-۲}$	۱/۳۷×۱۰$^{-۲}$	۱/٤×۱۰$^{-۲}$	۷×۱۰$^{-۲}$
الفاخر	۱/۱٤	۲/۳×۱۰$^{-۱}$	۱×۱۰$^{-٤}$	۲×۱۰$^{-۲}$	٦/۱×۱۰$^{-۲}$	۳×۱۰$^{-۲}$	۳×۱۰$^{-۲}$	۳/۱۹×۱۰$^{-۳}$	٤×۱۰$^{-۲}$
نخل	۱/۰۸	۲/۲×۱۰$^{-۱}$	۵×۱۰$^{-٤}$	۳ ×۱۰$^{-۲}$	۱×۱۰$^{-۱}$	۲×۱۰$^{-۲}$	۲×۱۰$^{-۲}$	۲/٦۵×۱۰$^{-۳}$	۱×۱۰$^{-۲}$
مزایا	۹/۵×۱۰$^{-۱}$	۱/۸×۱۰$^{-۳}$	۲×۱۰$^{-٤}$	٤×۱۰$^{-۲}$	۲/۵×۱۰$^{-۱}$	۵×۱۰$^{-۳}$	۳×۱۰$^{-۲}$	٤/۲۱×۱۰$^{-۳}$	۳ ×۱۰$^{-۲}$
الروابی	۸/۵×۱۰$^{-۱}$	۲/۲٤×۱۰$^{-۱}$	۱×۱۰$^{-٤}$	۷×۱۰$^{-۲}$	۵/۱×۱۰$^{-۱}$	۲×۱۰$^{-۲}$	۵×۱۰$^{-۲}$	٤×۱۰$^{-۳}$	٤×۱۰$^{-۲}$
سنتی بدون طعم	۵/۸۷×۱۰$^{-}$	۲/۷۵×۱۰$^{-۱}$	۱×۱۰$^{-٤}$	۲/۰۹×۱۰$^{-۲}$	۵/۰٤×۱۰$^{-۱}$	۲/۰۷×۱۰$^{-۲}$	۷/۷۱×۱۰$^{-۲}$	۲/۵۷×۱۰$^{-۳}$	۳/٤٦×۱۰$^{-۲}$
	سرطان‌زایی (CR)								
الراح	۵/۱×۱۰$^{-٤}$	٤/۱۹×۱۰$^{-٤}$	۱/۵۷×۱۰$^{-٤}$	۱/۳٤×۱۰$^{-۳}$	۵/٦۵×۱۰$^{-۵}$				
آمور دوسیب	٤/۵۹×۱۰$^{-۳}$	۳/٤۳×۱۰$^{-٤}$	۵/۷۱×۱۰$^{-٤}$	۱/٤٦×۱۰$^{-۳}$	۵/۱٤×۱۰$^{-۵}$				
الفاخر	۳/٦۵×۱۰$^{-٤}$	۲/٤۹×۱۰$^{-٤}$	٦/۷٤×۱۰$^{-۵}$	۲/۵۵×۱۰$^{-٤}$	٦/٤×۱۰$^{-۵}$				
نخل	٤/۸۳×۱۰$^{-٤}$	۳/۳۱×۱۰$^{-٤}$	۳/۸۱×۱۰$^{-٤}$	۵/۹۸×۱۰$^{-٤}$	۱/٤٦×۱۰$^{-۵}$				
مزایا	٤/۲۵×۱۰$^{-٤}$	۲/٦۷×۱۰$^{-٤}$	۱/۵٤×۱۰$^{-٤}$	۷/۸۷×۱۰$^{-٤}$	۳/٦۹×۱۰$^{-۵}$				
الروابی	۲/۷۱×۱۰$^{-٤}$	۲/۳۷×۱۰$^{-٤}$	۷/۰٦×۱۰$^{-۵}$	۹/٤٦×۱۰$^{-٤}$	۵/۳۳×۱۰$^{-۵}$				
سنتی بدون طعم	۱/۸۷×۱۰$^{-٤}$	۲/۹٤×۱۰$^{-٤}$	۵/۸۲×۱۰$^{-۵}$	۲/۷×۱۰$^{-۳}$	۵/۳۲×۱۰$^{-۵}$				

مدل‌سازی خطرات غیرسرطان‌زا و سرطان‌زا: مقادیر غیرسرطان‌زا و سرطان‌زا با مدل مونت کارلو با استفاده از نرم‌افزار Crystal ball با ۱۰۰۰۰۰ تکرار شبیه‌سازی شد. تجزیه و تحلیل عدم قطعیت خطر غیرسرطان‌زایی برای تمام فلزات سنگین در مسیر دود هفت نوع تنباکو در نمودار ۲ و ۳ با فاصله اطمینان ۹۵٪ نشان داده شده است.

نتایج بیانگر این است که سطح HI با اطمینان ۹۵٪ در مسیر دود تنباکوهای الراح، آموردوسیب، الفاخر، الروبی، مزایا، سنتی بدون طعم و نخل به‌ترتیب ۲/٦٤، ۲/٤۱، ۲/۰۵، ۱/۷، ۱/٤۹، ۱/٤٦ و ۱/٤٤ بود. بنابراین، HI برای تنباکوی‌های مورد مطالعه بالاتر از ۱ بود که نشان‌دهنده پتانسیل خطر غیرسرطان‌زایی برای مصرف‌کنندگان است.

تجزیه و تحلیل عدم قطعیت خطر سرطان‌زایی برای فلزات سنگین با سطح اطمینان ۹۵٪ به‌ترتیب به‌صورت آمور دوسیب، الراح، نخل، مزایا، الروبی، الفاخر و سنتی بدون طعم به‌ترتیب ۲/۸×۱۰$^{-۳}$، ۲/٤۳×۱۰$^{-۳}$، ۱/۷۲×۱۰$^{-۳}$، ۱/۵۸×۱۰$^{-۳}$، ۱/٤۳×۱۰$^{-۳}$، ۹/۵۸×۱۰$^{-٤}$ و ۸/۰۸×۱۰$^{-٤}$ بود.

بحث

نتایج نشان‌دهنده این است که غلظت انواع فلزات سنگین در مسیر دود نمونه‌های تنباکو مورد مطالعه Fe>Zn>Mn>Ba>Pb>Ni>Cu> Mo>Cr>As>Cd بود. مقادیر غلظت فلزات سنگین در مطالعه Pourkhabbaz کمتر از محتوای مطالعه فعلی بود.[19] نتایج آزمون نرمال بودن (داده‌ها نشان داده نشده است) نشان می‌دهد که توزیع فلزات سنگین در تنباکوها نرمال نبود (P<۰/۰۵) آزمون کروسکال–والیس در تجزیه و تحلیل ناپارامتریک نشان داد که غلظت فلزات سنگین از نظر آماری معنادار است (P<۰/۰۵). تنباکو سنتی بدون طعم کمترین مقدار کروم (٤/۱۲±۰/۰٤ µg/g)، آرسنیک (٤/٤۵±۰/۰۱ µg/g)، مولیبدن (٦±۰/۰۲ µg/g) و روی (۸۸/٦۷±۰/۱۳ µg/g) را نسبت به سایر تنباکوهای مورد مطالعه داشت. همچنین تنباکو با نام تجاری نخل کمترین مقدار فلز سرب (۱۰±۰/۰٦ µg/g) و آهن (۳۱۵±۱/۰۲ µg/g) را نسبت به سایر تنباکوها مسیر دود داشت. غلظت فلز کادمیوم در

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

مسیر دود تنباکو با نام تجاری الروبی نسبت به سایر برندها کمترین مقدار را داشت و مقدار آن µg/g ۰/۱۲±٤/٥٦ به‌دست آمد. افزون‌برآن کمترین مقدار فلز نیکل با غلظت µg/g ۰/۳۲±۱۱/۷۳ در مسیر دود تنباکو با اسم تجاری الفاخر به‌دست آمد. این درحالی است که تنباکو با اسم تجاری الراح کمترین مقدار فلزات مس، باریم و منگنز را در بین سایر تنباکوهای تجاری مورد مطالعه به خود اختصاص داد. غلظت فلزات مس، باریم و منگنز به‌ترتیب µg/g ۰/٤٥±۲۱/٦، µg/g ۰/۸۹±٥٦/٤ و µg/g ۰/٤٥±٦٥/٦۷ بود.

غلظت بالاتر فلزات سنگین در مسیر دود تنباکوهای محلی احتمالاً به منابع مختلف فلزات سنگین در محیط مربوط می‌شود. از سوی دیگر، فلزات سنگین می‌توانند از طریق خاک، آب، کود و آلودگی هوا در تنباکو تجمع کنند.[۹]

Golia و Hessami نشان دادند که غلظت فلزات سنگین در برگ‌های تنباکو با در دسترس بودن این فلزات در خاک مرتبط است. آنها گزارش کردند که مقادیر pH پایین خاک می‌تواند یک عامل اساسی در افزایش دسترسی به فلزات در برگ‌های تنباکو باشد.[۲۱و۲۲] Pourkhabbaz و همکاران فلزات سمی موجود در تنباکوهای برندهای مختلف سیگار ایرانی را بررسی کردند.[۱۹] نتایج نشان داد ترتیب فلزات سنگین Zn>Ni>Cu>Co>Cd و محتوای فلزات سنگین سیگارهای ایرانی مشابه مقادیر گزارش شده در سراسر جهان است.

در حال حاضر هیچ استاندارد یا دستورالعملی برای سطوح فلزات سنگین در محصولات تنباکو در جهان وجود ندارد. بنابراین، میانگین غلظت فلزات سنگین به‌دست‌آمده برای تنباکوهای مختلف با مقاله مختلف مقایسه شد.

جهت نرمال بودن داده‌ها از آزمون ناپارامتری کروسکال–والیس استفاده گردید. نتایج آن نشان داد که تفاوت معناداری آماری بین غلظت فلزات در مسیر دود برندهای مختلف وجود داشت ($P<۰/۰۵$). باتوجه به اینکه در حال حاضر هیچ استاندارد یا دستورالعملی برای سطوح فلزات سنگین در محصولات تنباکو در جهان وجود ندارد. بنابراین، میانگین غلظت فلزات سنگین به‌دست‌آمده برای تنباکوهای مختلف با نتایج سایر مطالعات مشابه مقایسه گردید.[۹و۱۹و۲۱و۲۲] به‌طوری‌که اکثر غلظت فلزات سنگین برای تنباکوهای مورد بررسی پایین‌تر از مقادیر گزارش شده در مطالعه Shekoohian بود.[٤]

خطرات تخمینی غیرسرطانزایی فلزات سنگین بیانگر این است که مقدار HI برای همه تنباکوهای مورد بررسی بیشتر از یک بود و می‌توان چنین استنباط کرد که مصرف همه تنباکوهای مورد بررسی می‌تواند از طریق قرار گرفتن در معرض طولانی‌مدت استنشاقی، اثرات سلامتی غیرسرطان‌زا برای کسی که تنباکو به شکل قلیان مصرف می‌کنند داشته باشد. مقدار ریسک قابل تحمل در این مطالعه بالاتر از حد قابل تحمل HI=1 می‌باشد. در مطالعه Shekoohian نیز مقدار HI درتمام تنباکوهای مورد مطالعه بالاتر از یک بود.[٤]

مقدار ILCR یا شاخص سرطان‌زایی در تنباکو آمور دوسیب با مقدار 2.8×10^{-3} نسبت به سایر تنباکوها بالاتر بود. تنباکو سنتی بدون طعم کمترین مقدار شاخص ILCR نسبت به سایر تنباکوها داشت و این مقدار 8.8×10^{-4} بود. به‌طورکلی ترتیب شدت اثر سرطان‌زایی آموردوسیب> الراح> نخل> مزایا> الروبی> الفاخر> سنتی بدون طعم بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده در تنباکو الراح و الفاخر شاخص ریسک سرطان‌زایی آرسنیک نسبت به سایر فلزات بالاتر بود. در صورتی‌که فلز کروم در تنباکو آمور دوسیب بیشترین ریسک سرطان‌زایی را داشت. این درحالی است که در سایرتنباکوها فلز نیکل بیشترین ریسک سرطان‌زایی را به خود اختصاص داده بود. مقادیر سرطان‌زا برای همه تنباکوهای مورد بررسی در معرض خطر مضر قرار دارند و این موضوع نشان می‌دهد که این تنباکوها می‌توانند خطر سرطان‌زایی برای این فلز داشته باشند.

نتایج تحلیل حساسیت برای پارامترهای ورودی بر روی ریسک غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی نشان داد سهم نسبی هریک از پارامترهای ورودی در عدم قطعیت و تغییرپذیری ریسک غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman correlation coefficient) ارزیابی شد. ضریب بالاتر بدون در نظر گرفتن علامت آن (مثبت و منفی) نشان‌دهنده تأثیر بیشتر در عدم اطمینان و تغییرپذیری ریسک غیرسرطان‌زایی و سرطان‌زایی است. در تنباکو الراح، آمور دوسیب، الفاخر و سنتی بدون طعم، منغیر وزن بدن بیشترین سهم را در عدم قطعیت و عدم قطعیت و تغییرپذیری ریسک غیرسرطان‌زایی را داشت. این مقدار به‌ترتیب ۸٤٪–، ٥۱٪–، ٦۰٪– و٥۷٪– بود. این درحالی است که در تنباکوهای نخل، مزایا و الروبی آرسنیک به‌ترتیب با ۷۲٪، ٥۹٪ و ٦۲٪ بیشترین تاثیر را در عدم قطعیت و تغییرپذیری ریسک غیرسرطان‌زایی را داشت. همچنین درتنباکو الراح، آمور دوسیب، نخل، الفاخر، الروبی،

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

مزایا و سنتی بیشترین تاثیر را در عدم قطعیت و تغییرپذیری ریسک سرطان‌زایی را داشت و فلز آرسنیک در تنباکوهای آمور دوسیب، نخل، الفاخر، الروبی و مزایا و کادمیوم در تنباکوهای الراح و سنتی بدون طعم در در عدم قطعیت و تغییرپذیری ریسک سرطان‌زایی نقش داشتند.

در این مطالعه غلظت فلزات سنگین در هفت نوع تنباکو پرمصرف در شرق ایران و خطرات مرتبط با سلامت انسان مقایسه گردید. نتایج زیر به‌دست آمد، بیشترین و کمترین غلظت فلزات سنگین در توتون مورد بررسی مربوط به آهن و کادمیوم بود. HI در تمام تنباکوهای مورد بررسی بالاتر از دستورالعمل های EPA بود HI (>1) و این نشان می‌دهد که خطر غیر سرطان زا سلامت انسان را تهدید می‌کند. مقادیر ILCR در تمام تنباکوهای مورد بررسی در سطح مضر ($ILCR>1\times10^{-04}$) قرار داشت و لازم است به اندازه‌گیری منظم فلزات سنگین در محصولات تنباکو توجه بیشتری شود. شبیه‌سازی مدل مونت کارلو بر روی HI و ILCR با سطح اطمینان ۹۵٪ نشان داد که هر دوی آنها در شرایط مضر قرار دارند. بنابراین، برای بهبود کیفیت تنباکو، نظارت و کنترل نظارتی بر کشت توتون و فرآوری محصول ضروری است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استعمال دخانیات یکی از عوامل اصلی ایجاد فلزات سنگین سمی برای مصرف‌کنندگان است. دوز-پاسخ ارتباط بین تماس با فلزات سنگین و ارزیابی خطر را نشان می‌دهد که باعث مانع توسعه محدودیت‌های نظارتی می‌شود.[۸]

سپاسگزاری: این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت محیط با عنوان "بررسی تاثیر دندریمر پلی‌آمید بر اصلاح سطح ایروژل گرافن و کارائی آن در حذف فلزات سنگین از جریان دود قلیان، در سال۱٤۰۰ با کد ٤۰۰۰۵۹ استخراج شده است.

References

1. Hossain, Md Tawhid, Hassi, Ummehani Huq, SM Imamul. Evaluation of the prevalence of waterpipe tobacco smoking and its related factors in Tehran, Islamic Republic of Iran. EMHJ-Eastern Mediterranean Health Journal, 2017; 23(2): p. 94-99.
2. Makvandi Z, M Sharifi, M Barati, Assessment of Factors Associated With Hookah Consumption Among College Students of Asad Abad City Base on The Theory of Planned Behavior (TPB) in 2015-2016. Iranian Journal of Health Education and Health Promotion, 2018; 5(4): p. 270-279.
3. Hossain M.T, U Hassi, S.I Huq, Assessment of concentration and toxicological (Cancer) risk of lead, cadmium and chromium in tobacco products commonly available in Bangladesh. Toxicology reports, 2018; 5: p. 897-902.
4. Shekoohiyan S, M Mahdavianpour, E Aghayani, Risk assessment and modeling of heavy metals in universal and local types of tobaccos. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2021: p. 1-16.
5. Meysamie A, Ghaletaki R, Haghazali M, Fereshteh R, Khalilzadeh Omid Esteghamati A, Abbasi M. Pattern of tobacco use among the Iranian adult population: results of the national Survey of Risk Factors of Non-Communicable Diseases (SuRFNCD-2007). Tobacco control, 2010;19(2): p. 125-128.
6. Zhang S, Song J, YinwenLiu G. W, Anna R. Trace metal (loid) s exposure through soil–tobacco–human pathway: Availability in metal-contaminated agricultural soils, transfer models and health risk assessment. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2018; 148: p. 1034-1041.
7. Talhout, Reinskje, Schulz T, Florek E, Van Benthem J, Wester P, Opperhuizen A.Hazardous compounds in tobacco smoke. International journal of environmental research and public health, 2011. 8(2): p. 613-628.
8. Cheng L, Lin C, Liu H, Li L.. Health risk of metal exposure via inhalation of cigarette sidestream smoke particulate matter. Environmental Science and Pollution Research, 2019; 26: p. 10835-10845.
9. Wu H, Liu, Qiyuan Ma, Jin, Liu L,Qu Y, Gong ,Yang S, Luo, T. Heavy Metal (loids) in typical Chinese tobacco-growing soils: Concentrations, influence factors and potential health risks. Chemosphere, 2020;245: p. 125591.
10. Nigra A,Ruiz H, Redon J, Navas A, Tellez-Plaza M, Environmental metals and cardiovascular disease in adults: a systematic review beyond lead and cadmium. Current environmental health reports, 2016; 3: p. 416-433.
11. Liu, L, Liu X, Xiangyun M, Ning B, Wan X, Analysis of the associations of indoor air pollution and tobacco use with morbidity of lung cancer in Xuanwei, China. Science of the Total Environment, 2020; 717 :p. 135232.
12. Sultana Mahfuza S, Rana S, Yamazaki S, Aono T,Yoshida S. Health risk assessment for carcinogenic and non-carcinogenic heavy metal exposures from vegetables and fruits of Bangladesh. Cogent Environmental Science, 2017; 3(1): p. 1291107.
13. Khlifi R, Chaffai H, Head and neck cancer due to heavy metal exposure via tobacco smoking and professional exposure: a review. Toxicology and applied pharmacology, 2010; 248(2): p. 71-88.
14. Yousefinejad V, Mansouri B, Ramezani Z, Mohammadzadeh N, Akhlaghi Mitra. Evaluation of heavy metals in tobacco and hookah water used in coffee houses in Sanandaj city in 2017. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences, 2018; 22(6): p. 96-106.
15. Shalyari, N, Hashemi, Alinejad, Abdolazim Ghazizadeh A, RadFard A.H, Dhegihan M, Health risk assessment of nitrate in groundwater resources of Iranshahr using Monte Carlo simulation and geographic information system (GIS). MethodsX, 2019. 6: p. 1812-1821.
16. Smith C.S, Livingston D, Doolittle An. international literature survey of "IARC Group I carcinogens" reported in mainstream cigarette smoke. Food and Chemical Toxicology, 1997; 35(10-11): p. 1107-1130.
17. Eslami A, Saghi M.H, Rastegar A, Assessment of background gamma radiation and determination of excess lifetime cancer risk

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

in Sabzevar City, Iran in 2014. Tehran University Medical Journal, 2016;73(:(10p. 751-755.
18. Bazeli J, Ghalehaskar S, Morovati M, Soleimani H, Masoumi, Safdar, Rahmani Sani A, Saghi M.H, Rastegar A. Health risk assessment techniques to evaluate non-carcinogenic human health risk due to fluoride, nitrite and nitrate using Monte Carlo simulation and sensitivity analysis in Groundwater of Khaf County, Iran. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2022; 102(8): p. 1793-1813.
19. Pourkhabbaz A, Pourkhabbaz H, Investigation of toxic metals in the tobacco of different Iranian cigarette brands and related health issues. Iranian journal of basic medical sciences, 2012; 15(1): p. 636.
20. Adkison, Sarah E O'Connor, Richard J, Bansal-Travers M, Hyland A, Borland R, Yong H.H, Cummings K. M, McNeill A. Thrasher J. F, Hammond D, Electronic nicotine delivery systems: international tobacco control four-country survey. American journal of preventive medicine, 2013; 44(3): p. 207-215.
21. Golia E.A, Dimirkou I, Mitsios, Heavy-metal concentration in tobacco leaves in relation to their available soil fractions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2009; 40(1-6): p. 106-120.
22. Hessami Z, Masjedi M.R Ghahremani R, Kazempour M, Habib, E, Evaluation of the prevalence of waterpipe tobacco smoking and its related factors in Tehran, Islamic Republic of Iran. 2017.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]

TUMJ Tehran University Medical Journal, July 2023; Vol. 81, No. 4: 295-306 Original Article

Risk assessment of carcinogenic and non-carcinogenic effets of exposure to heavy metals in hookah smoke using the monte carlo simulation technique

Taibe Ruenifard M.Sc.[1]
Ali Oghazyan M.Sc.[2]
Mohammad Hossien Saghi Ph.D.[2]
Mahdi Ghorbanian Ph.D.[3]
Ayoob Rastegar Ph.D.[2*]
Shahram Nazari Ph.D.[4]

1- Student Research Committee, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.
2- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Non-Communicable Diseases Research Center Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.
3- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Vector-Borne Diseases Research Center, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnord, Iran.
4- Department of Environmental Health Engineering, School of Medical Sciences, Khalkhal University of Medical Sciences, Khalkhal, Iran.

[*]Corresponding author: Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.
Tel: +98-51-44018307
E-mail: rastegar.89@gmail.com

Abstract

Received: 30 May 2023 Revised: 06 Jun. 2023 Accepted: 13 Jun. 2023 Available online: 22 Jun. 2023

Background: This study aimed to evaluate the carcinogenic and non-carcinogenic health risks of heavy metals in seven types of tobacco widely consumed in the east of the country through inhalation exposure.

Methods: This descriptive-analytical study was conducted from April 2022 to October 2022 in the city of Bojnord, Iran on sook of seven popular tobacco brands. Metal concentrations in sook of tobacco were determined using inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy. In order to analyze the data and ensure the accuracy of the results, the amount of metals in the samples was repeated three times, and their average was analyzed. Monte Carlo software was used to assess possible risks.

Results: The results of this study showed heavy metal concentrations in sook tobaccos were, respectively, Fe>Zn>Mn>Ba>Pb>Ni>Cu>Mo>Cr>As>Cd. The concentration of heavy metals such as arsenic, cadmium and molybdenum in Alrah brand tobacco was higher than other types of tobacco. So that the amounts of heavy metals including arsenic, cadmium and molybdenum for this brand were 14.2±0.05, 10.4±0.06 and 11.6±0.04 micrograms per gram, respectively. The hazard index (HI) values for different types of tobacco, including Al-Rah, Amordadsub, Al-Fakher, Al-Rubi, Mazaya, traditional flavorless, and Nakhle, were 2.64, 2.41, 2.05, 1.7, 1.49, 1.46, and 1.44, respectively. The lifetime cancer risk (ILCR) for Amordadsub, Al-Rah, Nakhla, Mazaya, Al-Rubi, Al-Fakher, and traditional flavorless tobaccos was 2.8×10^{-3}, 2.43×10^{-3}, 1.72×10^{-3}, 1.58×10^{-3}, 1.43×10^{-3}, 9.58×10^{-4}, and 8.08×10^{-4}, respectively. Lead in Alrah tobacco sook had the highest non-carcinogenic risk value with a value of 1.59.

Conclusion: According to the obtained results, Alrah tobacco sook has a higher cancer and non-cancer risk than regular tobacco and can cause non-carcinogenic and carcinogenic risks for consumers. Thus, it is necessary to regularly monitor the quality of prevalent tobacco to reduce delete human health risks.

Keywords: carcinogen, heavy metals, monte carlo, risk assessments, tobaccos.

Copyright © 2023 Ruenifard et al. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2024-08-06]