

ارزیابی شاخص خطر مصرف شیرینی‌جات سنتی کرمانشاه در سال ۱۳۹۷ با تاکید بر قابلیت خطر آفرینی سرب، کادمیم، کروم و مس

فاطمه فرخی^۱، سهیل سبحان اردکانی^{۲*}، لعبت تقوی^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست، گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
^۲ دکترای تخصصی علوم محیط‌زیست، دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
^۳ دکترای تخصصی علوم محیط‌زیست، دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: شیرینی‌جات از فرآورده‌های غذایی مورد علاقه مردم در هر رده سنی و بویژه کودکانی است که آن‌ها را به مقدار زیاد مصرف می‌کنند. از آن‌جا که بواسطه آلودگی مواد اولیه و یا فرآیند تولید امکان آلودگی این قبیل محصولات به انواع ترکیبات خطرناک و بویژه فلزات سنگین محتمل است، این پژوهش با هدف ارزیابی مخاطره سلامت مصرف نان برنجی و کاک به‌عنوان پرمصرف‌ترین شیرینی‌جات سنتی کرمانشاه با تاکید بر قابلیت خطر آفرینی سرب، کادمیم، کروم و مس در سال ۱۳۹۷ انجام یافت. **مواد و روش‌ها:** از هر نوع شیرینی، ۲۱ نمونه از هفت برند پر فروش تهیه و نسبت به آماده‌سازی و هضم اسیدی آن‌ها در آزمایشگاه اقدام شد. سپس غلظت عناصر مورد مطالعه در نمونه‌ها توسط دستگاه طیف‌سنج نشری پلاسمای جفت‌شده القایی خوانده شد. پردازش آماری نتایج نیز توسط نرم‌افزار SPSS انجام یافت. **یافته‌ها:** میانگین غلظت عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) در نمونه‌های نان برنجی به‌ترتیب برابر با ۰/۷۷۰، ۰/۳۴، ۱/۲۱ و ۱/۱۴ و میانگین غلظت این عناصر در نمونه‌های کاک نیز به‌ترتیب برابر با ۰/۲۰۰، ۰/۳۵، ۱/۰۲ و ۱/۲۳ بوده است. از طرفی میانگین غلظت سرب در نمونه‌های نان برنجی از بیشینه رواداری WHO بزرگ‌تر بود. همچنین مقادیر شاخص خطر کل (TTHQ) نان برنجی برای کودکان و بزرگسالان به‌ترتیب با $2/57 \times 10^{-2}$ و $5/29 \times 10^{-3}$ و کاک نیز به‌ترتیب با $1/10 \times 10^{-2}$ و $10^{-3} \times 2/33$ کوچک‌تر آستانه خطر (یک) بود. **نتیجه‌گیری:** هرچند با استناد به مقادیر محاسبه شده شاخص خطر، استفاده از نان برنجی و کاک با نرخ مصرف فعلی عواقب مخاطره‌آمیز بهداشتی برای افراد بدنبال ندارد، اما از آن‌جا که میانگین غلظت سرب در نمونه‌های نان برنجی از حد مجاز تجاوز کرده بود و در نظر گرفتن قابلیت پایداری و تجمع‌زیستی فلزات سنگین در بافت‌های بدن، نسبت به پایش مقادیر تجمع‌یافته فلزات سنگین در مواد غذایی پرمصرف به منظور حفظ سلامت مصرف‌کنندگان و همچنین ایمنی غذایی توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: ایمنی غذایی، بیشینه رواداری، شاخص خطر، شیرینی‌جات سنتی، فلز سنگین

مقدمه

امروزه مقوله ایمنی غذایی که بر سلامت روحی و جسمی آحاد جامعه تاثیرگذار است، از مهم‌ترین نگرانی‌های بشر بشمار می‌رود. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌هایی هستند که با توسعه شهرها و همچنین توسعه فعالیت‌های معدنی، صنعتی و کشاورزی توجه زیادی را به خود معطوف کرده‌اند. در این بین، کودکان حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین گروه سنی در مقابل هر نوع آلودگی و بویژه فلزات سنگین هستند. لذا حضور مقادیر به نسبت زیاد فلزات سنگین در زنجیر غذایی، نگران کننده است^{۱-۴}.

عدم متابولیسم شدن فلزات سنگین در بدن و برخورداری از قابلیت انباشت و رسوب در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل، پایداری زیاد و نیم‌عمر طولانی مدت، سمیت در غلظت‌های مشخص و افزایش نرخ اکسیداسیون رادیکال‌های آزاد توسط آن‌ها از جدی‌ترین مسائل در ارتباط با فلزات سنگین است^۵. در این خصوص مصرف طولانی مدت مواد غذایی حاوی عناصر سمی (Toxic Elements) از جمله آرسنیک، جیوه، سرب، کادمیوم، کروم، نیکل و وانادیوم و عناصر ضروری (Essential Elements) همچون آهن، روی و مس می‌تواند سلامت مصرف‌کنندگان را با مخاطرات جدی مواجه کند.

سرب یک عنصر غیرضروری سمی با پراکنش گسترده در محیط است که کارکرد زیستی مشخصی نداشته و از قابلیت ایجاد مخاطره و مسمومیت برای زیست‌مندان و همچنین محیط برخوردار است^۶. این عنصر در فهرست ترکیبات سرطان‌زای موسسه IARC در گروه ۲B طبقه‌بندی شده است و آثار سمی و مخرب آن از جمله اثر بر دستگاه گوارش، دستگاه عصبی مرکزی، اعصاب محیطی، سیستم خون‌ساز، سیستم کلیوی و سیستم تولیدمثل بر حسب ویژگی‌های متابولیکی افراد و رژیم غذایی آن‌ها متغیر است^{۷-۹}. از جمله شایع‌ترین اثرات سوء

کادمیم بعنوان یک عنصر غیرضروری و سمی می‌تواند به اثر بر سیستم عصبی، پوکی استخوان، اختلال در عملکرد کلیه‌ها و ریه و ابتلا به فشار خون بالا اشاره کرد^{۱۰-۱۲}. از عوارض جذب بیش از حد مجاز عنصر کروم بویژه کروم ۶ ظرفیتی در بدن می‌توان به سوزش و خارش در مخاط گوارشی، التهاب کلیه، نکرورز کبدی، مشکلات تنفسی، خونریزی داخلی، سرطان دستگاه گوارش و در نهایت مرگ اشاره کرد^{۱۳}. از اثرات تجمع بیش‌تر از حد مجاز مس بعنوان یک عنصر غذایی ضروری برای زیست‌مندان در بافت‌های بدن می‌توان به اختلال در سیستم اعصاب مرکزی، صدمات مویرگی، ناراحتی‌های شدید مخاطی، صدمات کلیوی-کبدی، کم‌خونی، افزایش کلسترول، بروز بیماری ویلسون و نیز گاهی مرگ اشاره کرد^{۱۴،۱۵}.

هر ساله حدود ۳۰٪ از شهروندان کشورهای توسعه‌یافته به بیماری‌های ناشی از مصرف بیش از اندازه مواد غذایی گرفتار می‌شوند. این در حالی است که میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های حاصل از آلودگی مواد غذایی در کشورهای در حال توسعه، سالانه ۲/۲ میلیون نفر برآورد شده است^{۱۶}. لذا، با توجه به این مساله و نیز ماهیت بین‌المللی اهمیت روز افزون غذا، در سال‌های اخیر، توجه عموم مردم و بویژه ارگان‌های نظارتی در بخش غذا بصورت جدی به مقوله ایمنی غذا و تضمین کیفیت آن معطوف شده است^{۱۷}.

هدف از ارزیابی مخاطره (Risk Assessment) بعنوان بخشی از تجزیه و تحلیل خطر (Risk Analysis)، ارایه تحلیل کمی یا کیفی در مورد احتمال آسیب ناشی از قرار گرفتن در معرض یک ماده شیمیایی از طریق تماس پوستی (Dermal Contact)، تنفس (Inhalation) و بویژه بلع (Ingestion) است. در این خصوص، لازمه ارزیابی مخاطره سلامت ناشی از قرار گرفتن انسان در معرض مواد غذایی آلوده، شناسایی، جمع‌آوری و ادغام اطلاعات در مورد خطرات سلامت و همچنین روابط بین قرار گرفتن در معرض ماده غذایی آلوده،

قلع و کادمیم در کنسرو کیلکا و ماهی تن^{۳۲}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر آرسنیک، روی، سرب، کادمیم، مس و نیکل در برنج و سبزیجات^{۳۳}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر آرسنیک، روی، سرب، قلع، کادمیم، مس و نیکل در سوهان^{۳۴}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر روی، سرب و مس در فرآورده‌های گوشتی فرآوری شده^{۳۵}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر آرسنیک، آهن، باریم، جیوه، روی، سرب، قلع، کادمیم، کبالت، کروم، مس و منگنز در خاویار^{۳۶}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر سرب، کادمیم و کروم در بیسکویت، چیپس سیبزمینی، شکلات و شیرینی جات سنتی^{۱۸} اشاره کرد.

در حال حاضر، مواد غذایی از جمله انواع شکلات، آب‌نبات، بیسکویت و شیرینی جات اعم از سنتی و غیر سنتی از غذاهای رایج، مورد علاقه و پرمصرف توسط همه رده‌های سنی و بویژه کودکان هستند^{۱۸}. در این خصوص، محصولات نان برنجی و کاک بعنوان دو شیرینی سنتی مشهور شهر کرمانشاه با ماندگاری زیاد در حجم انبوه تولید و به بازار مصرف سراسر کشور عرضه می‌شوند. از آنجا که احتمال آلودگی مواد اولیه این محصولات از جمله آرد برنج و گندم به فلزات سنگین محتمل است، و همچنین آلودگی محصولات طی فرآیند تولید نیز محتمل است، این تحقیق با هدف تعیین محتوی و ارزیابی مخاطره سلامت فلزات سنگین سرب، کادمیم، کروم و مس در نان برنجی و کاک عرضه شده در بازار مصرف شهر کرمانشاه در سال ۱۳۹۷ انجام یافت.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی (Descriptive Study)، از مواد آزمایشگاهی با خلوص بالا استفاده شد. بدین صورت که برای هضم نمونه‌ها از نیتریک اسید ۶۵٪ و هیدروکلریک اسید ۳۰٪ ساخت شرکت مرک آلمان، آب دوبار تقطیر، کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲، آون، ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم

دوز و اثرات جانبی است. از این رو، برای تعیین مخاطره‌های طولانی‌مدت مواد شیمیایی بر مصرف‌کنندگان مواد غذایی آلوده، نسبت به برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه یا EADI (Estimated Average Daily Intakes) عناصر اقدام می‌شود^{۲۶، ۲۷}. همچنین شاخص مخاطره سلامت یا HI (Health Index) را می‌توان از نسبت EADI هر عنصر به جذب روزانه قابل قبول یا ADI (Acceptable Daily Intakes) آن عنصر محاسبه کرد. بدین صورت که مقادیر شاخص مخاطره سلامت کوچک‌تر از یک بیان‌گر آن است که مصرف ماده غذایی اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده نداشته است و بالعکس^{۱۳، ۱۸}.

تاکنون در خصوص تعیین مخاطره سلامت ناشی از مصرف مواد غذایی بواسطه قابلیت خطر آفرینی فلزات سنگین چندین مطالعه در ایران و سایر کشورها انجام شده است، که از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به بررسی مخاطره سلامت مصرف چای بواسطه پتانسیل خطر آرسنیک، سرب، کادمیم و کروم^{۱۳}؛ تعیین مخاطره غیرسرطانی آرسنیک و روی در مرکبات^{۱۹}؛ تعیین مخاطره سلامت روی، سرب، کادمیم، کروم، مس و نیکل در گندم^{۲۰}؛ تعیین مخاطره سلامت آهن، روی، سرب، کادمیم و کروم در برخی ادویه‌جات^{۲۱-۲۳}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت تجمع عناصر جیوه، سرب، کادمیم، کروم و مس در کیوی^{۲۴}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت تجمع عناصر آرسنیک، آلومینیوم، روی و مس در گیاهان دارویی بادرنجبویه و گل‌گاوزبان^{۲۵}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت روی، سرب، کادمیم و مس در نان مصرفی^{۲۶}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت آرسنیک و روی در انواع روغن مصرفی^{۲۷}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت روی، کادمیم، کرم و نیکل در عسل^{۲۸}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت روی، سرب، کادمیم و مس در سویا^{۲۹}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت آلومینیوم و مس در انواع آبمیوه صنعتی^{۳۰}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت روی، سرب، کادمیم و مس در انواع محصولات لبنی^{۳۱}؛ تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر روی، جیوه، سرب، سلنیوم،

و دستگاه هاضم با دمای قابل تنظیم تا ۲۲۰ درجه سانتی گراد استفاده شد.

برای تهیه نمونه‌ها، با در نظر گرفتن محدودیت‌های زمانی و مالی، پس از مراجعه به اتحادیه صنف قنادان کرمانشاه نسبت به شناسایی پرفروش‌ترین برندهای شیرینی جات سنتی اقدام و برای انجام مطالعه از هفت برند تجاری نان برنجی و کاک هر کدام ۳ نمونه و در مجموع ۴۲ نمونه (شامل ۲۱ نمونه نان برنجی و ۲۱ نمونه کاک) خریداری و به آزمایشگاه منتقل شد.

در این مطالعه برای هضم نمونه‌ها با هدف تعیین محتوی عناصر در آن‌ها از روش مرجع مندرج در کتاب روش‌های استاندارد (Standard Methods) استفاده شد. بدین صورت که یک گرم از هر نمونه شیرینی را به لوله پلی اتیلنی منتقل و با ۱۲ میلی لیتر مخلوط نیتریک اسید و هیدروکلریک اسید به نسبت حجمی ۸:۴ ترکیب و مخلوط حاصل بمدت یک ساعت تا ۸۰ و سپس سه ساعت تا ۱۳۰ درجه سانتی گراد در دستگاه هاضم تا حصول اطمینان از انجام عمل هضم حرارت داده شد. پس از خنک شدن مخلوط، پنج میلی لیتر آب دوبار تقطیر به آن افزوده شد و مخلوط با کاغذ صافی واتمن ۴۲ فیلتر و با ۲۵ میلی لیتر آب دوبار تقطیر رقیق شد^{۳۸،۳۷،۱۸}. در نهایت پس از ساخت محلول مادر (استوک) و محلول‌های استاندارد نمک عناصر در رقت‌های مدنظر و کالیبره کردن دستگاه طیف‌سنج نشری پلاسمای جفت‌شده القایی (Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry) مدل ES-710 ساخت شرکت Varian، محتوی سرب، کادمیم، کروم و مس به ترتیب در طول موج‌های ۲۲۰/۳۵۳، ۲۲۶/۵۰۲، ۲۶۷/۷۱۶ و ۳۲۷/۳۹۵ نانومتر در سه تکرار خوانده شد. از طرفی محدودیت‌های تشخیص یا LOD (Limits of Detection) هر عنصر از رابطه $3 \times \text{LOD}$ (بلانک) و محدودیت‌های کمی یا LOQ (Limits of Quantification) برای هر عنصر نیز از رابطه $3 \times \text{LOD}$ محاسبه شد^{۲۳}. نتایج نشان داد که مقادیر LOD برای عناصر سرب،

کادمیم، کروم و مس (میلی گرم در کیلوگرم) به ترتیب برابر با ۰/۰۱۵، ۰/۰۰۹، ۰/۰۶۰ و ۰/۰۴۸ و مقادیر LOQ این عناصر نیز به ترتیب برابر با ۰/۰۴۱، ۰/۰۲۶، ۰/۱۸ و ۰/۱۴۰ میلی گرم در کیلوگرم بوده است.

در این پژوهش، برآورد مصرف روزانه (Estimated Daily Intake)، شاخص خطر (Target Hazard Quotient) و شاخص خطر کل (Total Target Hazard Quotient) هر عنصر به ترتیب توسط روابط ۱ تا ۳ محاسبه شد^{۳۱}:

$$EDI = \frac{C \times F}{W} \quad (1)$$

در رابطه ۱:

"C" بیانگر میانگین غلظت تجمع یافته هر عنصر در ماده غذایی مورد مطالعه بر حسب میلی گرم در کیلوگرم است. "F" نشان‌دهنده میانگین مصرف سالانه شیرینی جات مورد مطالعه توسط هر فرد است که در این پژوهش برابر با ۰/۰۰۱۴ کیلوگرم در روز (۵۱۱ گرم در سال) و "W" نیز بیانگر میانگین وزن بدن است که در این پژوهش به ترتیب ۷۰ و ۱۵ کیلوگرم برای بزرگسالان و کودکان در نظر گرفته شده‌اند.

$$THQ = \frac{EDI}{RfD} \quad (2)$$

در رابطه ۲:

"EDI" نشان‌دهنده برآورد مصرف روزانه هر عنصر بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در روز و "RfD" نیز بیانگر دوز مرجع هر عنصر بر حسب میلی گرم در کیلوگرم در روز است که برای سرب، کادمیم، کروم و مس به ترتیب برابر با ۰/۰۰۳۵ و ۰/۰۰۱، ۱/۵۰ و ۰/۰۴ تعیین شده است. لازم بذکر است مقادیر $THQ < 1$ بیانگر آن است که خطری بابت مصرف ماده غذایی، فرد مصرف‌کننده را تهدید نخواهد کرد.

$$TTHQ = THQ (\text{toxicant } 1) + THQ (\text{toxicant } 2) + THQ (\text{toxicant } n) \quad (3)$$

در رابطه ۳:

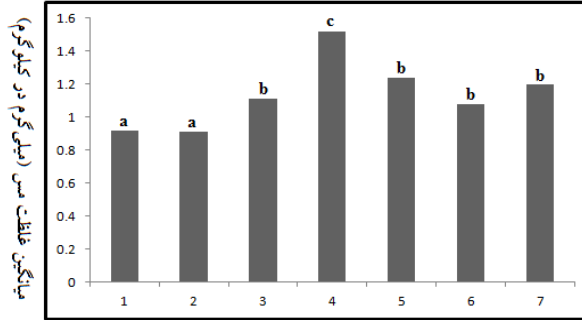
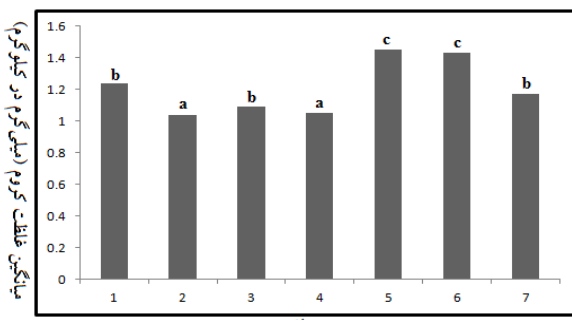
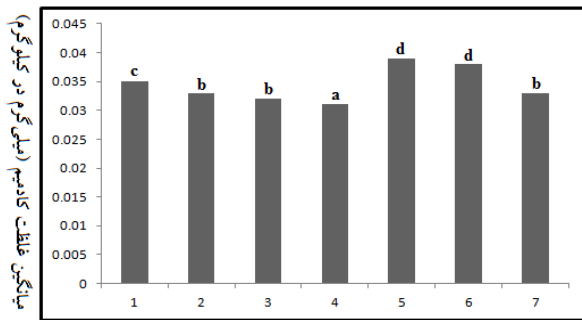
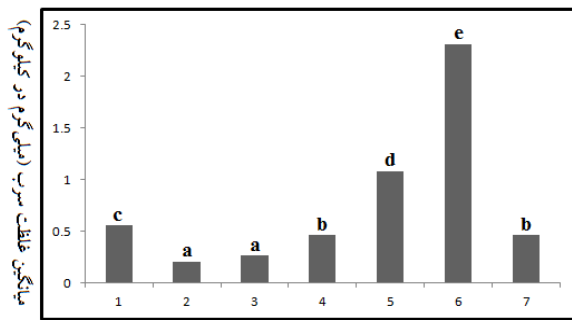
"toxicant n" بیانگر عنصر مورد مطالعه است.

به منظور پردازش آماری داده‌ها از ویرایش ۱۹ نرم‌افزار

یافته‌ها

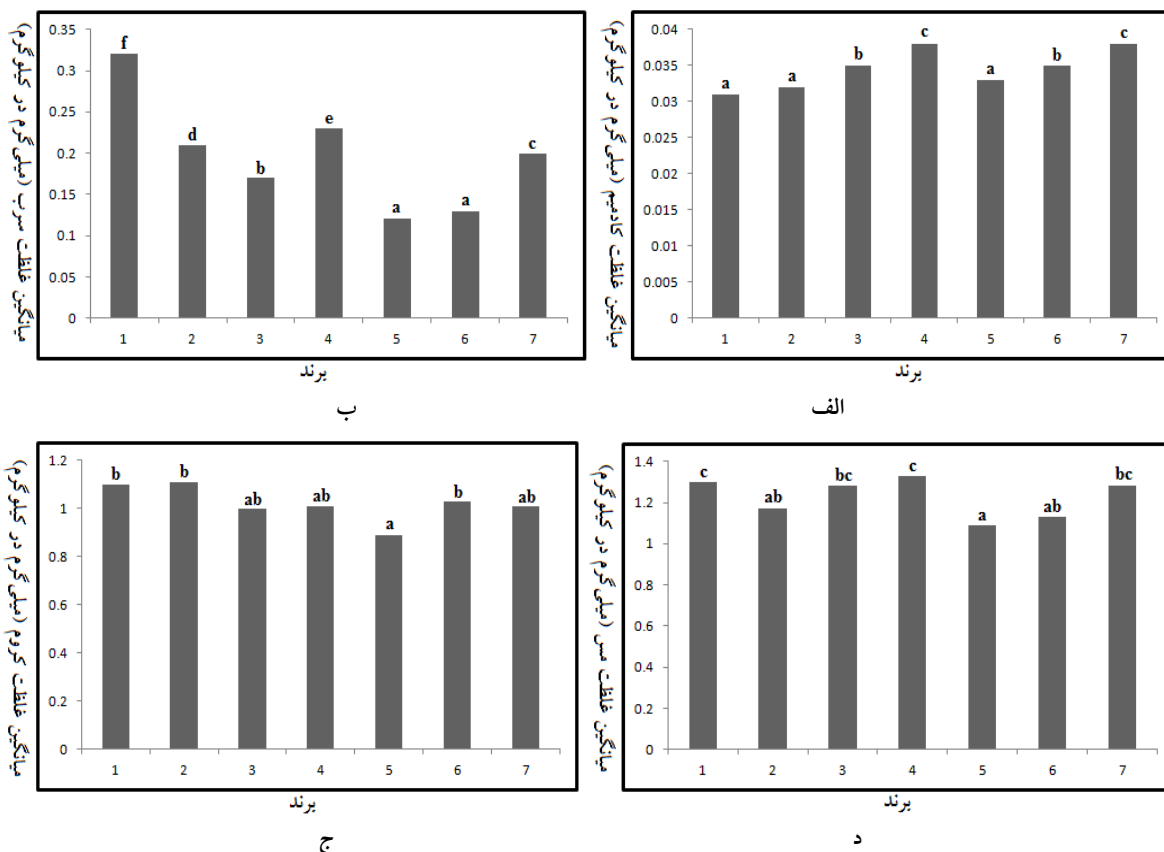
مقادیر مربوط به میانگین غلظت عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس در نمونه‌های نان برنجی و کاک و همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه به منظور گروه‌بندی آماری برندهای مختلف شیرینی‌جات از حیث میانگین غلظت تجمع‌یافته عناصر به ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ ارایه شده است. مندرجات نمودارهای ۱ و ۲ بیان‌گر آن است که میانگین غلظت عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) در نمونه‌های نان برنجی به ترتیب برابر با $0.738 \pm$ و 0.770 ، $0.003 \pm$ ، 0.034 ، $0.172 \pm$ و $1/21$ و $0.210 \pm$ و $1/14$ میانگین غلظت این عناصر در نمونه‌های کاک نیز به ترتیب برابر با $0.68 \pm$ ، $0.200 \pm$ ، $0.003 \pm$ ، $0.35 \pm$ و $1/02$ و $0.94 \pm$ بوده است.

آماره SPSS استفاده شد. به این صورت که برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk)، برای مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی با بیشینه رواداری (Maximum Permissible Limits) سازمان بهداشت جهانی (به ترتیب 0.200 ، 0.050 ، $1/30$ و $10/0$ میلی‌گرم در کیلوگرم برای سرب، کادمیم، کروم و مس) از آزمون تی تک نمونه‌ای (One Sample T Test) و به منظور مقایسه میانگین غلظت عناصر مورد ارزیابی بین برندهای مختلف شیرینی‌جات و همچنین بررسی همبستگی بین میانگین غلظت تجمع‌یافته عناصر در نمونه‌ها نیز به ترتیب از آزمون‌های تحلیل واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و چند دامنه‌ای دانکن (Duncan Multiple Range Test) و همچنین همبستگی پیرسون (Pearson's Correlation Coefficient) استفاده شد.



نمودار ۱: میانگین غلظت سرب (الف)، کادمیم (ب)، کروم (ج) و مس (د) در برندهای مختلف نان برنجی

حروف غیر مشترک (a, b, c و ...) در هر ستون، بیان‌گر تفاوت معنی‌دار آماری ($p < 0.05$) بین برندهای مختلف نان برنجی از حیث میانگین مقادیر عناصر بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) است.



نمودار ۲: میانگین غلظت سرب (الف)، کادمیم (ب)، کروم (ج) و مس (د) در برندهای مختلف کاک

حروف غیر مشترک (a, b, c و ...) در هر ستون، بیانگر تفاوت معنی‌دار آماری ($p < 0/05$) بین برندهای مختلف کاک از حیث میانگین مقادیر عناصر بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) است.

برنجی و کاک نشان داد که توزیع مقادیر همه عناصر از چولگی (Skewness) و کشیدگی (Kurtosis) نرمال برخوردار بوده است. از طرفی نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نیز نشان داد که با توجه به سطح معنی‌داری بزرگ‌تر از 0/05، همه داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار بوده‌اند.

نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار آماری ($p < 0/05$) بین میانگین محتوی عناصر سرب، کادمیم و مس در نمونه‌های نان برنجی با بیشینه رواداری WHO بود. بدین صورت که میانگین محتوی سرب بزرگ‌تر و میانگین محتوی کادمیم و مس کوچک‌تر از بیشینه رواداری

نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد که بین برخی از برندهای نان برنجی و همچنین کاک از حیث میانگین غلظت تجمع‌یافته عناصر مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار آماری ($p < 0/05$) وجود داشته است. بعنوان مثال در نمونه‌های نان برنجی، بین برند ۱ با سایر برندها از حیث میانگین غلظت تجمع‌یافته سرب اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. در حالی که بین برندهای ۲ با ۳ و یا بین برندهای ۴ با ۷ از این حیث اختلاف معنی‌دار آماری ($p > 0/05$) وجود نداشت (نمودارهای ۱ و ۲).

نتایج بررسی نرمال بودن مقادیر عناصر در نمونه‌های نان

وجود داشته است. در حالی که در نمونه‌های کاک بین هیچ کدام از عناصر همبستگی معنی دار آماری وجود نداشت. نتایج برآورد مقادیر EDI و THQ ناشی از مصرف نان برنجی و کاک در جدول ۱ ارایه شده است. با استناد به نتایج مندرج در جدول ۱ و در نظر گرفتن نرخ فعلی مصرف شیرینی جات توسط افراد، از آن جا که مقادیر شاخص خطر عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس در نمونه‌های نان برنجی و کاک برای کودکان و بزرگسالان کوچک تر از یک بوده است، لذا خطری بابت مصرف این محصولات متوجه افراد نخواهد بود. از طرفی مقادیر شاخص خطر کل برای نان برنجی ($2/57 \times 10^{-2}$ و $5/29 \times 10^{-3}$ به ترتیب برای کودکان و بزرگسالان) و برای کاک ($1/10 \times 10^{-2}$ و $2/33 \times 10^{-3}$ به ترتیب برای کودکان و بزرگسالان) نیز بیان گر عدم بروز خطر برای افراد در صورت مصرف نان برنجی و کاک است.

بود. از طرفی میانگین محتوی کروم با بیشینه رواداری اختلاف معنی دار آماری نداشت ($p > 0/05$). این در حالی است که میانگین محتوی همه عناصر کادمیم، کروم و مس در نمونه‌های کاک با بیشینه رواداری WHO اختلاف معنی دار آماری داشته و در همه موارد از رهنمود WHO کوچک تر بود. علاوه بر این، میانگین محتوی سرب در نمونه‌های کاک با بیشینه رواداری اختلاف معنی دار آماری نداشت.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون به منظور بررسی همبستگی بین میانگین مقادیر عناصر در نمونه‌های نان برنجی و کاک نشان داد که در نمونه‌های نان برنجی بین عناصر سرب و کادمیم و سرب و کروم با ضریب همبستگی به ترتیب برابر با $0/762$ و $0/819$ در سطح معنی داری کوچک تر از $0/05$ ($0/024$ و $0/046$) و همچنین بین عناصر کادمیم و کروم با ضریب همبستگی برابر با $0/967$ در سطح معنی داری کوچک تر از $0/01$ ($0/000$) همبستگی مثبت و معنی دار آماری

جدول ۱: مقادیر EDI و THQ ناشی از مصرف نان برنجی و کاک

عنصر	میانگین غلظت (mg/kg)	EDI کودکان (mg/kg/day)	EDI بزرگسالان (mg/kg/day)	THQ کودکان	THQ بزرگسالان
نان برنجی					
سرب	0/770	$7/19 \times 10^{-5}$	$1/54 \times 10^{-5}$	$2/00 \times 10^{-2}$	$4/00 \times 10^{-3}$
کادمیم	0/034	$3/17 \times 10^{-6}$	$6/80 \times 10^{-7}$	$3/00 \times 10^{-3}$	$7/00 \times 10^{-4}$
کروم	1/21	$1/13 \times 10^{-4}$	$2/42 \times 10^{-5}$	$7/53 \times 10^{-5}$	$1/610 \times 10^{-5}$
مس	1/14	$1/00 \times 10^{-4}$	$2/28 \times 10^{-5}$	$2/66 \times 10^{-3}$	$5/70 \times 10^{-4}$
کاک					
سرب	0/200	$1/87 \times 10^{-5}$	$4/00 \times 10^{-6}$	$5/00 \times 10^{-3}$	$1/00 \times 10^{-3}$
کادمیم	0/035	$3/27 \times 10^{-6}$	$7/00 \times 10^{-7}$	$3/00 \times 10^{-3}$	$7/00 \times 10^{-4}$
کروم	1/02	$9/52 \times 10^{-5}$	$2/00 \times 10^{-5}$	$6/35 \times 10^{-5}$	$1/36 \times 10^{-5}$
مس	1/23	$1/15 \times 10^{-4}$	$2/46 \times 10^{-5}$	$2/87 \times 10^{-3}$	$6/15 \times 10^{-4}$

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین غلظت عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس در نمونه‌های نان برنجی به ترتیب برابر با ۰/۷۷۰، ۰/۰۳۴، ۱/۲۱ و ۱/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و میانگین غلظت این عناصر (میلی‌گرم در کیلوگرم) در نمونه‌های کاک نیز به ترتیب برابر با ۰/۲۰۰، ۰/۰۳۵، ۱/۰۲ و ۱/۲۳ بوده است (نمودارهای ۱ و ۲). از طرفی میانگین محتوی عنصر سرب در نمونه‌های نان برنجی از بیشینه رواداری WHO (۰/۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بزرگ‌تر بود. در این خصوص می‌توان اذعان کرد از آن‌جا که نمونه‌های نان برنجی و کاک از برندهای مشابه خریداری شده‌اند، لذا تجاوز میانگین محتوی سرب در نمونه‌های نان برنجی از بیشینه رواداری WHO را نمی‌توان با فرآیند تولید و یا برخی از مواد اولیه مورد استفاده در تهیه این محصولات همچون آب، روغن، شکر، هل، گلاب و تخم‌مرغ مرتبط دانست و احتمالاً این موضوع با ماده اولیه اصلی مورد استفاده در تهیه نان برنجی یعنی آرد برنج مرتبط بوده است. در این رابطه نتایج مطالعه Mohammadi و همکاران نیز که میانگین غلظت عنصر سرب در انواع برنج ایرانی و وارداتی عرضه شده در بازار مصرف شهر کرمانشاه را به ترتیب با ۸/۶۶ و ۸/۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بزرگ‌تر از حد مجاز FAO گزارش کردند^{۲۹}، مویب این تحلیل است. نتایج پژوهشی مشابه نشان داد که میانگین محتوی عناصر سرب، کادمیم و کروم در شیرینی‌جات سنتی کماج و شیرمال عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان به ترتیب برابر با ۳/۶۶، ۰/۰۲۰ و ۰/۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است. در این مطالعه، پژوهشگر تجاوز میانگین محتوی سرب در نمونه‌های مورد ارزیابی از بیشینه رواداری WHO را با آلودگی آرد گندم مورد استفاده در تهیه محصولات مرتبط دانست^{۱۸}. Iwegbue و همکاران نیز میانگین محتوی عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس در محصولات دونات و کیک اسفنجی عرضه شده در بازار مصرف جنوب نیجریه را

به ترتیب برابر با ۱/۷۵، ۰/۶۰۰، ۱۵/۳ و ۵/۵۵ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند. در این پژوهش هم مشابه مطالعه حاضر، میانگین غلظت سرب از بیشینه رواداری WHO بزرگ‌تر بوده است. در این پژوهش نیز تجاوز میانگین محتوی عنصر سرب در نمونه‌های مورد ارزیابی از بیشینه رواداری WHO با آلودگی مواد اولیه و فرآیند تولید محصولات نسبت داده شد^{۴۰}. Salama و Radwan میانگین محتوی عناصر سرب، کادمیم و مس در انواع بیسکویت عرضه شده در بازار مصرف مصر را به ترتیب برابر با ۰/۱۲۶، ۰/۰۱۳ و ۰/۷۸۷ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند^{۴۱}. نتایج پژوهش Naqvi و همکاران نیز نشان داد که محتوی عناصر سرب، کادمیم و مس (میلی‌گرم در کیلوگرم) در انواع شیرینی‌جات عرضه شده در بازار مصرف شهر کراچی به ترتیب از ۰/۳۲۰ تا ۳/۵۴، ۰/۱۶۲ تا ۶/۹۸ و ۰/۱۰۸ تا ۴/۰۷ متغیر بوده است. در پژوهش این افراد نیز مشابه نتایج پژوهش حاضر میانگین محتوی سرب از بیشینه رواداری WHO بزرگ‌تر بوده است که این موضوع را با آلودگی مواد اولیه و فرآیند تولید محصولات مرتبط دانسته‌اند^{۴۲}. از طرفی Cuadrado و همکاران میانگین محتوی عناصر سرب، کادمیم و مس در انواع بیسکویت عرضه شده در بازار مصرف شهر مادرید را به ترتیب برابر با ۰/۰۲۶، ۰/۰۰۸ و ۰/۹۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند^{۴۳}.

نتایج محاسبه شاخص خطر عناصر سرب، کادمیم، کروم و مس در شیرینی‌جات نان برنجی و کاک (جدول ۱) نشان داد که مقادیر این شاخص برای هر دو گروه مصرف‌کننده کودک و بزرگسال کوچک‌تر از یک بوده است و لذا، بر اساس نرخ مصرف فعلی شیرینی‌جات و رعایت مصرف کنترل‌شده این فرآورده‌ها، اثر سوء بهداشتی افراد را تهدید نخواهد کرد. در موارد مشابه، نتایج پژوهشی که با هدف تعیین مخاطره سلامت برخی عناصر در شیرینی‌جات سنتی کماج و شیرمال عرضه شده در بازار مصرف شهر همدان انجام یافت، نشان داد که شاخص مخاطره سلامت سرب، کادمیم و کروم در این

و در همه موارد کوچکتر از یک بوده است. از طرفی، شاخص مخاطره سلامت سرب، کادمیم و مس در سوهان تولد شده با کره حیوانی برای کودکان به ترتیب برابر با $۲/۶۴ \times ۱۰^{-۵}$ ، $۲/۸۳$ و $۳/۸۲ \times ۱۰^{-۴}$ و برای بزرگسالان نیز به ترتیب برابر با $۵/۶۵ \times ۱۰^{-۵}$ ، $۶/۰۷ \times ۱۰^{-۶}$ و $۸/۳۵ \times ۱۰^{-۵}$ و برای این فرآورده غذایی نیز کوچکتر از یک بوده است. لذا، مصرف سوهان برای افراد اعم از کودک و بزرگسال فاقد مخاطره بوده است.^۳ از آنجا که تاکنون تعداد معدودی مطالعه در خصوص ارزیابی مخاطره سلامت مصرف شیرینی جات سنتی با تاکید بر قابلیت خطرآفرینی فلزات سنگین در ایران و سایر کشورها انجام شده است، لذا مقایسه نتایج مربوط به محاسبه شاخص خطر مصرف سایر مواد غذایی با شیرینی جات سنتی در جدول ۲ ارائه شده است.

فرآورده‌ها برای کودکان به ترتیب برابر با $۲/۹۵ \times ۱۰^{-۲}$ ، $۷/۸۱ \times ۱۰^{-۴}$ و $۷/۶۶ \times ۱۰^{-۶}$ و برای بزرگسالان نیز به ترتیب برابر با $۶/۳۲ \times ۱۰^{-۳}$ ، $۱/۶۷ \times ۱۰^{-۴}$ و $۱/۶۵ \times ۱۰^{-۶}$ و در همه موارد کوچکتر از یک بوده است. از طرفی، نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که هرچند میانگین محتوی سرب در نمونه‌ها از بیشینه رواداری WHO بزرگتر بوده است، اما، مقادیر محاسبه شده شاخص HRI برای محصولات کماج و شیرمال کوچکتر از یک و مصرف این فرآورده‌ها برای افراد اعم از کودک و بزرگسال فاقد مخاطره بوده است.^{۱۸} از طرفی Mohammadi و همکاران در پژوهشی که با هدف تعیین مخاطره سلامت برخی عناصر در سوهان بعنوان شیرینی سنتی قم انجام یافت، گزارش کردند که شاخص مخاطره سلامت سرب، کادمیم و مس در سوهان تولد شده با روغن گیاهی برای کودکان به ترتیب برابر با $۲/۹۲ \times ۱۰^{-۴}$ ، $۳/۴۰ \times ۱۰^{-۵}$ و $۵/۲۴ \times ۱۰^{-۴}$ و برای بزرگسالان نیز به ترتیب برابر با $۶/۲۲ \times ۱۰^{-۵}$ ، $۷/۲۶ \times ۱۰^{-۶}$ و $۱/۱۲ \times ۱۰^{-۴}$

جدول ۲: مقایسه نتایج محاسبه شاخص خطر مصرف محصولات و فرآورده‌های غذایی مختلف

منبع	شاخص خطر عنصر مورد ارزیابی						محل مطالعه	محصول/فرآورده
	مس (بزرگسال)	مس (کودک)	کروم (بزرگسال)	کروم (کودک)	کادمیم (بزرگسال)	کادمیم (کودک)		
۶	$۵/۱۶ \times ۱۰^{-۴}$	$۲/۴۱ \times ۱۰^{-۳}$	-	-	-	-	ایران	مرکیات
۱۳	-	-	$۱/۸۰ \times ۱۰^{-۳}$	$۸/۳۰ \times ۱۰^{-۳}$	$۲/۰۵ \times ۱۰^{-۳}$	$۹/۶۰ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	چای سیاه
۱۳	-	-	$۱/۸۰ \times ۱۰^{-۳}$	$۸/۳۹ \times ۱۰^{-۳}$	$۲/۱۷ \times ۱۰^{-۳}$	$۱۰/۱ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	چای سبز
۱۸	-	-	$۵/۸۳ \times ۱۰^{-۶}$	$۵/۸۳ \times ۱۰^{-۶}$	$۸/۵۰ \times ۱۰^{-۵}$	$۳/۹۷ \times ۱۰^{-۴}$	ایران	بیسکویت
۱۸	-	-	$۴/۰۰ \times ۱۰^{-۶}$	$۱/۸۷ \times ۱۰^{-۵}$	$۸/۳۹ \times ۱۰^{-۵}$	$۳/۹۱ \times ۱۰^{-۴}$	ایران	چینیس سیب‌زمینی
۱۸	-	-	$۲/۳۵ \times ۱۰^{-۶}$	$۱/۱۰ \times ۱۰^{-۵}$	$۱/۱۰ \times ۱۰^{-۵}$	$۵/۱۴ \times ۱۰^{-۴}$	ایران	شکلات
۲۱ و ۲۳	-	-	$۱/۵۸ \times ۱۰^{-۴}$	$۷/۴۰ \times ۱۰^{-۴}$	$۵/۲۸ \times ۱۰^{-۳}$	$۲/۴۶ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	دارچین
۲۱ و ۲۳	-	-	$۲/۳۵ \times ۱۰^{-۴}$	$۱/۱۰ \times ۱۰^{-۳}$	$۷/۳۴ \times ۱۰^{-۳}$	$۳/۴۲ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	فلفل سیاه
۲۱ و ۲۳	-	-	$۵/۸۷ \times ۱۰^{-۴}$	$۲/۷۴ \times ۱۰^{-۳}$	$۶/۱۶ \times ۱۰^{-۴}$	$۲/۸۸ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	فلفل قرمز
۲۲	-	-	-	-	$۳/۸۷ \times ۱۰^{-۳}$	$۱/۸۱ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	زردچوبه
۲۲	-	-	-	-	$۱/۲۳ \times ۱۰^{-۳}$	$۵/۷۵ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	هل
۲۲	-	-	-	-	$۱/۵۵ \times ۱۰^{-۳}$	$۷/۲۶ \times ۱۰^{-۳}$	ایران	کاری
۲۴	$۵/۵۱ \times ۱۰^{-۲}$	-	$۱/۲۸ \times ۱۰^{-۴}$	-	$۱/۳۳ \times ۱۰^{-۲}$	-	چین	کیوی
۲۵	$۶/۱۲ \times ۱۰^{-۶}$	$۲/۸۵ \times ۱۰^{-۵}$	-	-	-	-	ایران	بادرنجیویه
۲۵	$۳/۶۷ \times ۱۰^{-۶}$	$۱/۸۱ \times ۱۰^{-۵}$	-	-	-	-	ایران	گل‌گاوزبان
۲۶	$۴/۵۰ \times ۱۰^{-۱}$	$۲۱/۵ \times ۱۰^{-۱}$	-	-	۱۱۰×۱۰^{-۱}	۵۰۰×۱۰^{-۱}	ایران	انواع نان
۲۸	-	-	$۱/۹۰ \times ۱۰^{-۵}$	$۸/۹۰ \times ۱۰^{-۵}$	$۱/۰۲ \times ۱۰^{-۴}$	$۴/۷۷ \times ۱۰^{-۴}$	ایران	عسل
۲۹	$۱/۶۳ \times ۱۰^{-۲}$	$۷/۶۱ \times ۱۰^{-۲}$	-	-	$۵/۱۰ \times ۱۰^{-۵}$	$۲/۳۸ \times ۱۰^{-۴}$	ایران	سویا

آبمیوه تجاری	ایران	-	-	$3/60 \times 10^{-1}$	$7/70 \times 10^{-2}$	-	-	$2/01 \times 10^{-3}$	$1/72 \times 10^{-2}$	۴۴ و ۳۰
کره پاستوریزه	ایران	$5/76 \times 10^{-2}$	$1/23 \times 10^{-2}$	$7/69 \times 10^{-3}$	$1/65 \times 10^{-3}$	-	-	$1/45 \times 10^{-3}$	$3/10 \times 10^{-4}$	۳۱
پنیر پاستوریزه	ایران	$3/40 \times 10^{-2}$	$7/29 \times 10^{-3}$	$6/49 \times 10^{-3}$	$1/39 \times 10^{-3}$	-	-	$9/13 \times 10^{-3}$	$1/96 \times 10^{-3}$	۳۱
کنسرو ماهی	ایران	$5/04 \times 10^{-3}$	$1/08 \times 10^{-3}$	$2/08 \times 10^{-3}$	$4/46 \times 10^{-4}$	$3/23 \times 10^{-5}$	$6/93 \times 10^{-6}$	$4/73 \times 10^{-4}$	$1/01 \times 10^{-4}$	۴۵ و ۳۲
سوسیس	ایران	$5/64 \times 10^{-3}$	$1/21 \times 10^{-3}$	-	-	-	-	$2/39 \times 10^{-3}$	$5/14 \times 10^{-4}$	۳۵
ژامبون	ایران	$4/65 \times 10^{-3}$	$9/94 \times 10^{-4}$	-	-	-	-	$1/85 \times 10^{-3}$	$3/98 \times 10^{-4}$	۳۵
خاویار	ایران	$8/66 \times 10^{-1}$	$1/86 \times 10^{-1}$	$1/44 \times 10^{-4}$	$3/10 \times 10^{-4}$	$5/20 \times 10^{-11}$	$1/11 \times 10^{-11}$	$1/03 \times 10^{-8}$	$2/21 \times 10^{-9}$	۳ و ۳۶
دونات	نیجریه	-	$1/00 \times 10^{-3}$	-	$1/00 \times 10^{-1}$	-	$1/00 \times 10^{-3}$	-	$1/00 \times 10^{-1}$	۳۹
کیک اسفنجی	نیجریه	-	$2/00 \times 10^{-3}$	-	$2/00 \times 10^{-1}$	-	$1/90 \times 10^{-3}$	-	$1/70 \times 10^{-1}$	۳۹
آویشن شیرازی	ایران	$1/80 \times 10^{-3}$	$3/83 \times 10^{-4}$	$1/05 \times 10^{-4}$	$2/25 \times 10^{-5}$	-	-	-	-	۴۶
بنفشه	ایران	$1/22 \times 10^{-3}$	$2/61 \times 10^{-4}$	$1/83 \times 10^{-4}$	$3/91 \times 10^{-4}$	-	-	-	-	۴۶
پونه	ایران	$1/71 \times 10^{-3}$	$3/67 \times 10^{-4}$	$6/39 \times 10^{-1}$	$1/37 \times 10^{-5}$	-	-	-	-	۴۶
عناب	ایران	$9/13 \times 10^{-3}$	$1/96 \times 10^{-4}$	$5/94 \times 10^{-5}$	$1/27 \times 10^{-1}$	-	-	-	-	۴۶
ماهی	ایران	-	$9/28 \times 10^{-3}$	-	$12/46 \times 10^{-3}$	-	$4/52 \times 10^{-3}$	-	-	۴۷
شیر خام (فله‌ای)	ایران	$9/48 \times 10^{-3}$	$2/03 \times 10^{-3}$	$3/34 \times 10^{-4}$	$7/16 \times 10^{-5}$	-	-	$2/21 \times 10^{-4}$	$4/73 \times 10^{-5}$	۴۸
شیر پاستوریزه	ایران	$7/26 \times 10^{-3}$	$1/55 \times 10^{-3}$	$8/70 \times 10^{-3}$	$1/87 \times 10^{-3}$	-	-	$6/09 \times 10^{-3}$	$4/93 \times 10^{-5}$	۴۸

نتیجه گیری

سلامت مصرف‌کنندگان و همچنین ایمنی غذایی توصیه می‌شود. از طرفی هرچند در این مطالعه با توجه به بودجه و زمان محدود نسبت به مطالعه خطر سلامت چهار عنصر در انواع معدودی از شیرینی‌جات سنتی اقدام شد، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی نسبت به تعیین کنترل فرآیند تولید و از طرفی ارزیابی محتوی و شاخص خطر سایر ترکیبات آلاینده آلی و غیرآلی در مواد اولیه و محصولات و فرآورده‌های غذایی حاصل از آن‌ها و بویژه دیگر انواع تنقلات پر مصرف نیز اقدام شود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محیط‌زیست مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات است. نویسندگان از حوزه معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه بدلیل فراهم کردن امکانات اجرای مطالعه تشکر و قدردانی می‌کنند.

این پژوهش با هدف ارزیابی شاخص خطر مصرف شیرینی‌جات سنتی کرمانشاه با تاکید بر قابلیت خطرآفرینی سرب، کادمیم، کروم و مس در سال ۱۳۹۷ انجام یافت. با توجه به مقادیر محاسبه شده شاخص خطر شیرینی‌جات نان برنجی و کاک که برای هر دو گروه کودکان و بزرگسالان کوچکتر از آستانه خطر (یک) بود، استفاده از این محصولات با نرخ مصرف فعلی، عواقب مخاطره‌آمیز بهداشتی برای افراد بدنبال نخواهد داشت. اما از آن‌جا که میانگین غلظت سرب در نمونه‌های نان برنجی با $0/770$ میلی‌گرم در کیلوگرم از حد مجاز ($0/200$ میلی‌گرم در کیلوگرم) تجاوز کرده بود و در نظر گرفتن قابلیت پایداری و تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت‌های بدن، استفاده طولانی‌مدت از این قبیل فرآورده‌ها می‌تواند به بروز عوارض سوء بهداشتی منجر شود. از این‌رو، نسبت به پایش دوره‌ای مقادیر تجمع‌یافته آلاینده‌های دیرپا در مواد غذایی قبل از عرضه به بازار مصرف به منظور حفظ

References

1. Malakootian M, Nekoie Moghdam M, Jannati A, et al. Determination of lead levels in candy, chocolate and chewing gum existent in Kerman in 2009 and compare it's by FDA standard: A short report. J Rafsanjan Univ Med Sci 2012; 11(2): 179-84 (In Persian).
2. 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): 119-24.
3. Sobhanardakani S. Potential health risk assessment of heavy metals via consumption of caviar of Persian sturgeon. Mar Pollut Bull 2017; 123(1-2): 34-8.
4. Sobhanardakani S. Ecological and human health risk assessment of heavy metals content of atmospheric dry deposition, a case study: Kermanshah, Iran. Biol Trace Elem Res 2019; 187(2): 602-10.
5. Järup L. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull 2003; 68: 167-82.
6. Rezaei Raja O, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of citrus contaminated with heavy metals in Hamedan City, potential risk of Al and Cu. Environ Health Eng Manage J 2016; 3(3): 131-5.
7. Sobhanardakani S, Jafari SM. Assessment of heavy metals (Cu, Pb and Zn) in different tissues of common carp (*Cyprinus carpio*) caught from Shirinsu Wetland, Western Iran. J Chem Health Risk 2014; 4(2): 47-54.
8. Sobhanardakani S, Maanijou M, Asadi H. Investigation of Pb, Cd, Cu and Mg concentrations in groundwater resources of Razan Plain. Sci J Hamadan Univ Med Sci 2014; 21(4): 319-29 (In Persian).
9. Muhammad S, Tahir Shah M, Khan S. Health risk assessment of heavy metals and their source apportionment in drinking water of Kohistan region, northern Pakistan. Microchem J 2011; 98(2): 334-43.
10. Özcan MM, AL Juhaimi FY. Determination of heavy metals in bee honey with connected and not connected metal wires using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP–AES). Environ Monit Assess 2012; 184: 2373-5.
11. Hosseini SV, Sobhanardakani S, Kolangi Miandare H, et al. Determination of toxic (Pb, Cd) and essential (Zn, Mn) metals in canned tuna fish produced in Iran. J Environ Health Sci Eng 2015; 13: 59.
12. Sabzevari E, Sobhanardakani S. Analysis of selected heavy metals in indoor dust collected from city of Khorramabad, Iran: A case study. Jundishapur J Health Sci 2018; 10(3): e67382.
13. Aghelan N, Sobhanardakani S. Health risk assessment of consumption of tea marketed in Hamadan City, potential risk of As, Pb, Cd and Cr. Sci J Hamadan Univ Med Sci 2016; 23(1):65-74 (In Persian).
14. Bakirdere S, Yaman M. Determination of lead, cadmium and copper in roadside soil and plants in Elazig, Turkey. Environ Monit Assess 2008; 136(1-3): 401-10.
15. Sobhanardakani S, Tizhosh M. Determination of Zn, Pb, Cd and Cu contents in raw milk from Khorram-Abad dairies. J Food Hyg 2016; 6(2):43-50 (In Persian).
16. Lee S, Kim Y-Y, Lee Y, et al. Rrice P_{1B}-type heavy-metal ATPase, OsHMA9, is a metal efflux protein. Plant Physiol 2007; 145(3): 831-42.
17. Hedayatifar R, Falahi E, Bbirjandi M. Determination of cadmium and lead levels in high consumed rice (*Oryza Sativa* L.) cultivated in Lorestan province and its comparison with national standards. Yafteh 2011; 12 (4): 15-22 (In Persian).
18. Sobhanardakani S. Heavy metals health risk assessment through consumption of some foodstuffs marketed in city of Hamedan, Iran. Caspian J Environ Sci 2019; 17(2): 175-83.
19. Sobhanardakani S, Taghavi L. Non-carcinogenic risk assessment of As and Zn in citrus marketed in Hamedan City. J Res Environ Health 2016; 2(3): 237-44 (In Persian).
20. Zeng X, Wang Z, Wang J, et al. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of wheat grown in Tianjin sewage irrigation area. Ecotoxicology 2015; 24(10): 2115-24.
21. Azarshab Z, Sobhanardakani S. Study of health risk assessment of Fe and Cr content in some spices marketed in Hamedan city in 2015. Razi J Med Sci 2016; 23(9): 28-34 (In Persian).
22. Varmazyar L, Sobhanardakani S. The risk assessment of Pb and Cd through consuming spices. Sci J Sch Pub Health Inst Publ Health 2017; 15(2): 185-95 (In Persian).
23. Azarshab Z, Sobhanardakani S. Health risk assessment of heavy metals (Zn and Cd) via consumption of cinnamon, black Pepper and chili marketed in city of Hamedan. Tabriz Univ Med Sci Health Serv 2018; 40(5): 7-14 (In Persian).
24. Guo J, Yue T, Li X, et al. Heavy metal levels in kiwifruit orchard soils and trees and its potential health risk assessment in Shaanxi, China. Environ Sci Pollut Res 2016; 23(14): 14560-6.
25. Barki Vandi N, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of heavy metals (As, Al, Zn and Cu) in lemon balm and borage marketed in Hamedan City. J Sabzevar Univ Med Sci 2017; 24(4):265-71 (In Persian).
26. Kianpoor S, Sobhanardakani S. Health risk assessment of heavy metal concentrations in bread marketed in city of Hamedan. J Innov Food Sci Technol 2019; 11(3): 87-94 (In Persian).
27. Sobhanardakani S. Health risk assessment of As and Zn in canola and soybean oils consumed in Kermanshah, Iran. J Adv Environ Health Res 2016; 4(2): 62-7.
28. Sobhanardakani S, Kianpour M. Heavy metal levels and

- potential health risk assessment in honey consumed in west of Iran. *Avicenna J Environ Health Eng* 2016; 3(2): e7795.
29. Sobhanardakani S, Shiravand S, Jameh Bozorgi S. Health risk assessment of heavy metals (Cd, Cu, Pb and Zn) in soybean marketed in Hamedan City, Iran. *Ann Mil Health Sci Res* 2016; 14(3): e11464.
 30. Sobhanardakani S, Shahmoradi B, Jahangard A. Assessment of contents and health risk of aluminum and copper through consumption of commercial fruit juices. *Ann Mil Health Sci Res* 2017; 15(4): e68743.
 31. Ghafari HR, Sobhanardakani S. Contamination and health risks from heavy metals (Cd and Pb) and trace elements (Cu and Zn) in dairy products. *Iran J Health Sci* 2017; 5(3): 49-57.
 32. Sobhanardakani S. Tuna fish and common kilka: Health risk assessment of metal pollution through consumption of canned fish in Iran. *J Consum Prot Food Saf* 2017; 12(2): 157-63.
 33. Liang Y, Yi X, Dang Z, et al. Heavy metal contamination and health risk assessment in the vicinity of a Tailing Pond in Guangdong, China. *Int J Environ Res Publ Health* 2017; 14(12): 1557.
 34. Mohammadi MJ, Yari AR, Saghadzadeh M, et al. A health risk assessment of heavy metals in people consuming Sohan in Qom, Iran. *Toxin Rev* 2018; 37(4): 278-86.
 35. Sobhanardakani S. Analysis of contamination levels of Cu, Pb and Zn and population health risk via consumption of processed meat products. *Jundishapur J Health Sci* 2018; 10(1): e14059.
 36. Sobhanardakani S, Tayebi L, Hosseini SV. Health risk assessment of arsenic and heavy metals (Cd, Cu, Co, Pb, and Sn) through consumption of Caviar of *Acipenser persicus* from Southern Caspian Sea. *Environ Sci Pollut Res* 2018; 25(3): 2664-71.
 37. Abellan GB, de Santiago IG, Marquina AD, et al. Macroelements content in nougat, A traditional Spanish sweet. *J Food Compos Anal* 2000; 13: 265-73.
 38. Gopalani M, Shahare M, Ramteke DS, et al. Heavy metal content of potato chips and biscuits from Nagpur City, India. *Bull Environ Contam Toxicol* 2007; 79: 384-7.
 39. Mohammadi P, Poursadeghiyan M, Yarmohammadi A, et al. Evaluation of lead and cadmium levels of Iranian and imported rice in Kermanshah, 2016 (Iran). *Arch Hyg Sci* 2018; 7(2): 106-111.
 40. Iwegbue CMA, Nwozo SO, Overah CL, et al. Concentrations of selected metals in some ready-to-eat-foods consumed in Southern Nigeria: Estimation of dietary intakes and target hazard quotients. *Turk J Agri Food Sci Technol* 2013; 1(1): 1-7.
 41. Salama AK, Radwan MA. Heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) contents in some foodstuffs from the Egyptian market. *Emir J Food Agr* 2005; 17(1): 34-42.
 42. Naqvi II, Saeed Q, Farrukh MA. Determination of trace metals (Co, Cu, Cd, Pb, Fe, Ni and Mn) in selected sweets of different shops of Karachi City by atomic absorption spectroscopy. *Pak J Biol Sci* 2004; 7(8): 1355-9.
 43. Cuadrado C, Kumpulainen J, Carbajal A, et al. Cereals contribution to the total dietary intake of heavy metals in Madrid, Spain. *J Food Compos Anal* 2000; 13: 495-503.
 44. Ghasemkhani H, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of consumption of commercial fruit juices marketed in Hamedan City based on potential risk of Zn and Cd. *J Neyshabur Univ Med Sci* 2016; 4(2): 32-40 (In Persian).
 45. Sobhanardakani S, Hosseini SV, Tayebi L. Heavy metals contamination of canned fish and related health implications in Iran. *Turk J Fish Aquat Sci* 2018; 18(8): 951-7.
 46. Karimi M, Tayebi L, Sobhanardakani S. Pb and Cd in medicinal plants (Case study: Shirazi thyme, sweet violet, pennyroyal and jujube). *J Kermanshah Univ Med Sci* 2016; 20(3): 111-6.
 47. Miri M, Akbari E, Amrane A, et al. Health risk assessment of heavy metal intake due to fish consumption in the Sistan region, Iran. *Environ Monit Assess* 2017; 189: 583.
 48. Sobhanardakani S. Human health risk assessment of Cd, Cu, Pb and Zn through consumption of raw and pasteurized cow's milk. *Iran J Publ Health* 2018; 47(8): 1172-80.

Health risk Assessment of Traditional Pastries Marketed in City of Kermanshah in 2019 with Emphasis on Potential Risk of Pb, Cd, Cr and Cu

Fatemeh Farrokhi¹, Soheil Sobhanardakani^{*2}, Lobat Taghavi³

1. MS.c Graduated in Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Ph.D. in Environmental Science, Associate Professor, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran.
3. Ph.D. in Environmental Science, Associate Professor, Department of the Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*E-mail: s_sobhan@iauh.ac.ir

Received: 22 Jul. 2020; Accepted: 19 Sep. 2020

ABSTRACT

Background & Objective: Traditional pastries are the favorite common food items of people at all ages, especially children who consume them in large amounts. Since raw materials and manufacturing processes may be the main sources of contamination of foodstuffs by hazardous compounds particularly toxic heavy metals, this study was conducted to health risk assessment of Pb, Cd, Cr and Cu through consumption of two famous traditional pastries (i.e. "Nan-e Berenji" and "Kak") which marketed in city of Kermanshah in 2019.

Materials and Methods: After the purchase of 21 samples of each pastry of seven popular brands and acid digestion of the samples according to standard methods, the content of studied elements was determined using inductively coupled plasma- optical emission spectrometer (ICP-OES) in 3 replicates. Also, all statistical analyses were performed using the SPSS software.

Results: Based on the results the mean contents of Pb, Cd, Cr and Cu (mg/kg) in Nan-e Berenji samples were 0.770, 0.034, 1.21 and 1.14, respectively, while the mean contents of elements in Kak samples were 0.200 for Pb, 0.035 for Cd, 1.02 for Cr and 1.23 mg/kg for Cu. Besides, the results obtained showed that TTHQ values were 2.57×10^{-2} and 5.29×10^{-3} for children and adults, respectively, who consuming Nan-e Berenji and were 1.1×10^{-2} and also 2.33×10^{-3} , respectively, for children and adults who consuming Kak. Also, the mean contents of Pb in Nan-e Berenji samples were higher than the WHO maximum permissible limits (MPL). Besides, THQ values were within the safe limits (THQ < 1), and there is no potential health risk for adults and children via the consumption of analyzed traditional pastries.

Conclusion: According to the results of the current study, the controlled consumption of traditional pastries under the current consumption rate hasn't an adverse effect on the consumer's health. While, the mean contents of Pb in Nan-e Berenji samples were higher than the MPL, and due to the persistent and bioaccumulation potential of heavy metals in the body tissues, regular periodic monitoring of the content of toxic metals in popular foodstuffs for maintaining human health and achieve food security is recommended.

Keywords: Food security, Maximum permissible limits, Target hazard quotient, Traditional pastries, Heavy metals