مقاله پژوهشی

ارزیابی خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی تعدادی از فلزات سنگین در اثر مصرف کشمش تولیدی شهر ملایر

عیسی سلگی[1*]، تارخ خدادادی[2]

۱-دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر ۲-دانشجوی دکتری آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر

***نویسنده مسئول:** ملایر، کیلومتر ۴ جاده اراک، دانشگاه ملایر، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، گروه محیطزیست، تلفن: ۳۳۳۳۹۸۴۱-۰۸۱، فاکس: ۳۳۳۳۹۸۴۴-۰۸۱، پست الکترونیک: e.solgi@yahoo.com

دریافت:۹۸/۳/۸ پذیرش: ۹۸/۶/۱۸

چکیده

مقدمه: *آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین، یکی از خطرات جدی تهدیدکننده‌ی سلامت مصرف‌کنندگان است؛ به‌طوری که برخی از این عناصر خاصیت سرطان‌زایی داشته و بعضی دیگر باعث آسیب به اندام‌های مختلف بدن می‌شوند. پژوهش حاضر با هدف تعیین خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی تعدادی از فلزات سنگین به‌دنبال مصرف کشمش شهر ملایر انجام گرفت.*

روش کار: *جهت انجام مطالعه‌ی حاضر، تعداد ۵۰ نمونه از کشمش‌های سلطانی (Sultanu) (۱۳نمونه)، طلایی (۱۲ نمونه)، سایه‌خشک (۱۳ نمونه) و آفتاب‌خشک (۱۲ نمونه) تولید شده به روش سنتی و صنعتی تهیه و میزان فلزات سنگین کادمیوم، سرب، نیکل، مس، روی و آرسنیک موجود در آن‌ها به روش جذب اتمی اسپکتروفتومتری با کوره گرافیتی اندازه‌گیری و نتایج، تحلیل و بررسی گردید. ارزیابی کمی ریسک با استفاده از روش سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا صورت گرفت.*

یافته‌ها: *بر اساس یافته‌های به‌دست آمده، میانگین غلظت آرسنیک، مس و نیکل در نمونه‌های کشمش به ترتیب ۰/۰۶±۰/۱۷ (مقدار مجاز ۰/۱)، ۰/۰۹±۳/۰۷ (مقدار مجاز ۰/۳) و ۰/۹۹±۴/۷۲ mg/kg (مقدار مجاز ۰/۵) بود. بالاترین غلظت میانگین فلزات سنگین مربوط به کشمش‌های سلطانی و طلایی بود. بالاترین میزان جذب روزانه (EDI)، نسبت خطر غیرسرطانی (THQ) و ریسک سرطان‌زایی (CR) به عنصر نیکل تعلق داشت.*

نتیجه‌گیری: *براساس یافته‌ها، میانگین غلظت عناصر آرسنیک، مس و نیکل در نمونه‌های کشمش بالاتر از حد مجاز توصیه‌شده توسط کمیسیون مشترک سازمان جهانی بهداشت و فائو (FAO/WHO) بود. میزان EDI تمامی عناصر در تمامی نمونه‌ها کم‌تر از مقادیر قابل‌تحمل روزانه‌ی موقت پیش‌نهاد شده توسط FAO/WHO برای افزودنی‌های مواد غذایی (JECFA) و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بود؛ در نتیجه، مصرف آن‌ها در درازمدت اثرات غیرسرطان‌زایی خاصی برای مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند، در حالی‌که می‌تواند اثرات سرطان‌زایی داشته باشد.*

گل واژگان: *فلزات سنگین، کشمش، شهر ملایر، ریسک سرطان، مقدار جذب روزانه*

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها از اجزای مهم رژیم غذایی انسان هستند؛ زیرا غنی از پروتئین، کربوهیدرات، مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر می‌باشند. بنابراین آلودگی این محصولات به‌طور کلی، به‌ویژه آلودگی با فلزات سنگین، از مهم‌ترین جنبه‌های تضمین کیفیت مواد غذایی است [۱]. ایمنی مواد غذایی یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشت عمومی در سراسر جهان است. به‌دلیل افزایش خطر آلودگی مواد غذایی به آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین و سموم، مساله‌ی ایمنی مواد غذایی اخیرا توجه محققان را به خود جلب کرده است [۲]. از میان عناصر سمی مختلف، فلزات سنگین و متالوئیدها، به‌علت ماهیت همه‌جایی، سمیت، عدم تجزیه‌پذیری بیولوژیکی، نیمه‌عمر طولانی و تجمع زیستی که ورود آن‌ها به بدن انسان را تسهیل می‌کند، بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند [۳-۴].

کشمش غنی از آهن، پتاسیم، کلسیم، ویتامین B، فیبر و آنتی‌اکسیدان‌ها و عاری از چربی و کلسترول است؛ هم‌چنین سطح فروکتوز بالایی دارد که به

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

راحتی قابل‌هضم است [۵-۷]. برای تبدیل انگور به کشمش از فرآیندهای مختلفی مانند خشک‌شدن با نور خورشید (آفتاب‌خشک)، خشک‌شدن با مواد شیمیایی مانند دی‌اکسیدگوگرد (کشمش سلطانی[1])، خشک‌شدن با آون پس از افزودن کربنات‌پتاسیم (کشمش طلایی) [۸]، خشک‌شدن در هوای آزاد و سایه (سایه‌خشک) و یا خشک‌شدن مکانیکی در آون استفاده می‌شود [۸-۱۱] که ممکن است سبب آلودگی کشمش گردد.

امنیت غذایی به‌صورت یک نظریه و روش مدون، برای اولین بار در کنفرانس بین‌المللی تغذیه در سال ۱۹۹۲ مطرح شد و به‌عنوان یکی از استراتژی‌های مهم در برخورد با سوءتغذیه و گرسنگی و امنیت غذایی خانوار مورد تاکید و تصویب قرار گرفت و در نهایت در سال ۱۹۹۶، در اجلاس جهانی غذا، برای آخرین بار بدین شرح تعریف شد: «امنیت غذایی یعنی این که همه‌ی مردم در تمامی ایام به غذای کافی، سالم و مغذی، دسترسی فیزیکی و اقتصادی داشته باشند و غذای در دسترس، نیازهای یک رژیم تغذیه‌ای سازگار با ترجیحات آن را برای یک زندگی سالم و فعال فراهم سازد» [۱۲].

یکی از مسائل مهم محیط‌زیستی که امروزه به آن توجه ویژه‌ای شده، تجمع فلزات سنگین مانند کادمیوم، نیکل، سرب و ... در خاک‌های کشاورزی و متعاقب آن آلوده‌شدن مواد غذایی است که از آغاز انقلاب صنعتی تا کنون شدت یافته است. جذب فلزات سنگین به‌وسیله‌ی گیاه در اراضی کشاورزی، یکی از روش‌های عمده و غیرمستقیم ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی انسان است [۱۳-۱۴]. بنابراین یکی از دلایل اصلی مواجهه‌ی انسان با فلزات سنگین، مسیر خاک- محصول- غذا[2] است [۱۵]. این فلزات، آلاینده‌های پایداری هستند و از پیامدهای پایداری آن‌ها، بزرگ‌نمایی زیستی[3] در زنجیره‌ی غذایی است؛ به‌طوری که در نتیجه‌ی این فرآیند، مقدار آن‌ها در زنجیره غذایی می‌تواند تا چندین برابر آب یا هوا افزایش یابد [۱۶]. مطالعات صورت‌گرفته نشان داده که این فلزات سمی در ارگان‌های مختلف بدن تجمع پیدا کرده و نهایتا باعث نارسایی و خطراتی برای بدن انسان می‌شوند[۱۷]. این خطرات به دو گروه عمده‌ی سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی تقسیم می‌شوند[۱۱، ۱۸-۱۹].

در میان عناصر سنگین، فلزات کادمیوم، سرب، نیکل، مس، آرسنیک و روی، به‌دلیل نیمه‌عمر طولانی در بدن انسان و دیگر حیوانات و سمی‌بودن زیاد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند [۲۰]. هم‌چنین به دلیل اثرات سرطان‌زایی و نوروتوکسیک فلزات سنگین، حتی در مقادیر بسیار اندک، توجه ویژه‌ای در سراسر جهان به این مسئله معطوف گردیده است [۲۱].

تجمع طولانی‌مدت این عناصر در بدن، به‌دنبال مصرف مواد غذایی آلوده ممکن است اثرات مزمنی روی کلیه و کبد گذاشته، موجب اختلال در فرآیندهای بیوشیمیایی شود که در نهایت می‌تواند به بیماریهای قلبی-عروقی، عصبی، کلیوی و مشکلات استخوانی بیانجامد [۲۲]. تکنیک‌های تحلیلی مدرن و ابزارهای فوق‌العاده حساس برای اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل محتویات فلزی، حتی در سطوح ppb، در سال‌های اخیر توانسته‌اند اختلالات مرتبط با مصرف فلزات سنگین را جستجو و کشف نموده و سپس اثرات سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی آن‌ها را بر اندام‌های مختلف بررسی نمایند [۲۳]. جهت بررسی اثرات غیرسرطان‌زایی این فلزات، از چندین روش مانند شاخص مزمن مصرف روزانه (CDI)[4] یا مقدار مصرف روزانه (EDI)[5]، مقدار مصرف هفتگی (EWI)[6] و نسبت خطر (THQ)[7] استفاده می‌شود. هم‌چنین، جهت ارزیابی اثرات سرطان‌زایی آن‌ها، از شاخص خطر سرطان‌زایی (CR)[8] استفاده می‌شود [۲۴]. در زمینه‌ی بررسی آلودگی مواد غذایی، میوه‌ها و سبزی‌ها، مغزها و بعضا کشمش به فلزات سنگین، مطالعات متعددی در سراسر جهان انجام شده است. Çolak (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی وضعیت آلودگی خاک کشت و محصول کشمش ناحیه سولتانا در ترکیه پرداخت [۱۱]. مطالعه‌ی Calisir وAkman (۲۰۰۷) روی میزان عناصر سنگین در انواع کشمش تولیدی ترکیه نشان داد که میانگین میزان سرب و مس در نمونه‌ها، بالاتر از حدود مجاز سازمان جهانی بهداشت بود [۲۵]. بررسی کیفیت انواع میوه‌های خشک شده، از جمله کشمش، در مطالعه‌یJeszka-Skowron و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که میزان مایکوتوکسین و فلزات سنگین در میوه‌های بررسی‌شده پایین بود [۲۶]. بررسی ریسک سلامت جمعیت به علت جذب عناصر به‌دنبال مصرف محصولات غذایی مختلف در مطالعه‌ای توسط Zheng و همکاران(۲۰۰۷) در شهر Huludao چین نشان داد که مقدار HI در هر دو گروه سنی کودکان و بزرگسالان بالاتر از ۱ بود [۲۷]. بررسی پتانسیل خطر فلزات سنگین ورودی به بدن انسان در اثر مصرف سه محصول ذرت، سیب‌زمینی و گندم در استان همدان توسط خیرآبادی و همکاران(۱۳۹۴) نشان داد که پتانسیل خطرپذیری غیرسرطانی (THQ) عناصر بررسی شده (کروم، منگنز، آهن، کادمیوم، روی، نیکل و مس) به تنهایی کمتر از ۱ و این شاخص برای کل عناصر بررسی شده بالاتر از ۱ بود [۲۳].

از ۸۵۰,۰۰۰ تن کشمش تولید سالانه‌ی جهان، ۱۴۰,۰۰۰تن در ایران تولید می‌شود. هم‌چنین، حدود ۵۰درصد از ۲۵۰,۰۰۰تن انگور تولید سالیانه‌ی استان همدان، به کشمش تبدیل می‌شود. در این میان،

[1] Sultanu raisin
[2] Soil-crop-food
[3] Biomagnification
[4] Chronic Daily Intake
[5] Estimated Daily Intake
[6] Estimated Weekly Intake
[7] Target Hazard Quotient
[8] Carcinogenic Risk

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

شهرستان ملایر با تولید ۲۰,۰۰۰تن انگور در سال و برخورداری از ۷۲۳هکتار تاکستان، یکی از بزرگترین مزاکر تولید انگور در ایران است [۲۸]. لذا، نظر به این‌که شهر ملایر یکی از قطب‌های تولید کشمش در ایران است و با توجه به اهمیت مصرف کشمش و این‌که بر اساس بررسی محققین، تا کنون هیچ تحقیقی پیرامون آلودگی کشمش‌های تولید شده در این شهر به فلزات سنگین و پتانسیل خطر آن‌ها برای مصرف‌کنندگان انجام نشده، هدف از مطالعه‌ی حاضر بررسی آلودگی کشمش‌های صادراتی تولیدشده در کارگاه‌ها و کارخانه‌های ملایر در سال ۱۳۹۶ به فلزات سنگین (کادمیوم، سرب، نیکل، مس، روی و آرسنیک) و ارزیابی پتانسیل خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی آن‌ها برای مصرف‌کنندگان بود.

روش کار

منطقه‌ی مورد مطالعه و نمونه‌برداری

مطالعه‌ی حاضر در شهرستان ملایر از توابع استان همدان، با موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی انجام گردید. بدین منظور، در سال ۱۳۹۶ تعداد ۳۰ نمونه از چهار نوع کشمش تولیدی کارخانجات سطح شهرستان ملایر مستقر در شهرک صنعتی و حاشیه این شهرستان و تعداد ۲۰ نمونه نیز از کارگاه‌های تولید کشمش به روش سنتی حاضر در سطح شهر، جمع‌آوری گردید. چهار نوع کشمش بررسی‌شده از انواع سلطانی، طلایی، سایه‌خشک و آفتاب‌خشک بودند که در دو نوع اخیر بدون افزودن هیچ‌گونه ماده‌ی شیمیایی، انگور در سایه و آفتاب به کشمش تبدیل می‌شود؛ در حالی‌که در انواع طلایی و سلطانی به ترتیب با افزودن کربنات‌پتاسیم و دی‌اکسیدگوگرد اقدام به خشک‌کردن انگور و تبدیل آن به کشمش می‌شود [۸-۱۱]. جهت تهیه‌ی نمونه‌های مناسب و مجزا، هنگام نمونه‌برداری از هر کارگاه یا کارخانه بین ۵ تا ۱۰ نمونه‌ی ۲۰۰گرمی کشمش برداشت و ترکیب شد؛ به‌طوری‌که یک نمونه‌ی کاملا همگن ۱ تا ۲ کیلوگرمی به‌دست آمد. نمونه‌های یک کیلویی در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل گردید.

آنالیز نمونه‌ها

در آزمایشگاه، مقدار g۲ از هر نمونه با ترازوی دیجیتالی ساخت شرکت Citizen آمریکا با دقت ۰/g۰۰۰۱ وزن و در ۲۰ mL مخلوط اسیدنیتریک (۷۰٪) و اسیدپرکلریک (۶۵٪) با نسبت ۱:۴ در لوله‌های مخصوص هضم ریخته شد و ابتدا به مدت ۱ ساعت در دمای C۴۰° و سپس برای هضم نهایی، به مدت ۳ ساعت در دمای C۱۴۰° قرار داده شد تا محلول شفافی به دست آمد؛ پس از خنک‌شدن در دمای اتاق، ابتدا با استفاده از کاغذ صافی واتمن ۴۲ µm، نمونه‌ها صاف شده و سپس با استفاده از آب مقطر به حجم mL ۲۵ رسانده و در یخچال نگهداری شد [۲۹]. پیش از استفاده، تمام پلاستیک‌ها و ظروف شیشه‌ای ابتدا در محلول ۱۰درصد اسیدنیتریک خیسانده و سپس با آب مقطر شسته شد. تمامی معرف‌ها، $HClO_4$ وHNO_3 مورد استفاده در هضم و اندازه‌گیری، از گرید آنالیتیکال بوده و از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

در نهایت، آنالیز نمونه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیتی[9] YOUNGLIN AAS 8020 ساخت کشور کره جنوبی مجهز به کوره‌ی گرافیتی، شعله، سیستم تولید هیدرید و لامپ دوتریوم انجام شد [۳۰]. درصد بازیابی عناصر ۹۰٪ تا ۹۵٪ بود. به‌منظور به حداکثر رساندن صحت نتایج، کلیه‌ی اندازه‌گیری‌ها سه‌بار تکرار شد. هم‌چنین برای کنترل کیفیت داده‌ها، نمونه‌های شاهد به‌همراه نمونه‌های دیگر تهیه گردید. حد تشخیص دستگاه (LOD)[10] برای عناصر کادمیوم، سرب، نیکل، مس، روی و آرسنیک به ترتیب برابر ۰/۰۶، ۰/۰۱۹، ۰/۰۲۴، ۰/۰۲۲، ۰/۰۴۷ و ۰/۰۵ و مقدار حد کمی دستگاه (LOQ)[11] به ترتیب برابر ۰/۱۹، ۰/۰۶۲، ۰/۰۷۳، ۰/۰۶۷، ۰/۱۴۵ و ۰/۱۴ بود. جهت رسم منحنی کالیبراسیون، از محلول‌های استاندارد در غلظت‌های مختلف، تهیه‌شده از محلول استاندارد مادر[12] با غلظت ppm ۱۰۰۰ استفاده شد. هم‌چنین جهت اعتبارسنجی و اطمینان از روش کار، از نمونه‌های شاهد همراه با هر گروه نمونه استفاده گردید که عدم آشکارسازی ترکیبات مداخله‌گر و خطی‌بودن منحنی کالیبراسیون، حاکی از توانایی روش در به‌دست آوردن نتایج متناسب با غلظت بود.

ارزیابی خطر سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی

پتانسیل خطر سرطان‌زایی فلزات سنگین وارد شده به بدن انسان به‌دنبال مصرف کشمش، تخمین EDI یا CDI و THQ و هم‌چنین برآورد CR[13] با استفاده از معادلات ۱ تا ۳، بر اساس میزان سرانه مصرف ملی (میانگین مصرف روزانه‌ی کشمش برای بزرگ‌سالان) به مقدار g ۵۷/۵ (IRIS 2010) به ازای هر نفر در روز، محاسبه گردید [۳۳-۳۱، ۲]. به دلیل نبود استانداردی برای مصرف سرانه‌ی کشمش در کودکان، از محاسبات مربوطه چشم‌پوشی گردید.

معادله ۱:

$$EDI = \frac{C \times Cons}{BW}$$

که در آن:

CDI یا EDI: مقدار تخمینی جذب روزانه (مزمن) فلز سنگین بر حسب mg/kg وزن بدن در روز

[9] Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer
[10] Limit of Detection
[11] Limit of Quantification
[12] Stock standard
[13] Carcinogenic Risk

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

C: غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های غذا (mg/g)
Cons: مصرف کشمش (گرم در روز)
BW: وزن بدن (بر اساس استاندارد سازمان حفاظت و محیط زیست آمریکا (USEPA)، ۷۰ کیلوگرم برای بزرگسالان فرض شده است.) [۳۴].

پس از برآورد EDI و EWI فلزات سنگین مربوطه در اثر مصرف کشمش، این مقادیر با PTDI و PTWI فلزات سنگین مقایسه و نتایج ارائه گردید.

هم‌چنین، به‌منظور برآورد و ارزیابی THQ، از معادله‌ی ۲ استفاده گردید. این معادله جهت اندازه‌گیری اثرات بهداشتی غیرسرطان‌زایی آلاینده‌های شیمیایی بر سلامتی انسان استفاده می‌شود و از نسبت در معرض قرارگیری یک آلاینده به دوز مرجع آن به‌دست می‌آید.

معادله‌ی ۲:
$$THQ = \frac{CDI}{RfD}$$

که در آن:

RfD[14]= دوز مرجع مزمن (خوراکی) آلاینده بر حسب $mg.kg^{-1}day^{-1}$ که برای عناصر کادمیوم، سرب، نیکل، مس، روی و آرسنیک به ترتیب برابر با ۰/۰۰۱، ۰/۰۳۶، ۰/۰۲۰، ۰/۰۴۰، ۰/۳۰۰ و ۰/۰۰۳ می‌باشد [۳۵].

در این معادله، در صورتی‌که THQ<۱ باشد، ماده شیمیایی(فلز سنگین) دارای اثرات سوءبهداشتی بر مصرف‌کنندگان است و در صورتی‌که THQ>۱ باشد، به احتمال زیاد مصرف درازمدت ماده شیمیایی عاری از اثرات قابل‌ملاحظه‌ی بهداشتی بر مصرف‌کنندگان است. هم‌چنین، به منظور ارزیابی اثرات تجمعی همه‌ی فلزات سنگین بررسی‌شده در نمونه کشمش‌های تولیدی، مقدار THQ کل یا HI نیز برآورد و محاسبه گردید[۳۲-۳۳].

بر اساس استانداردهای EPA [۲۶]، امید به زندگی یا تعداد سال‌هایی که یک فرد در معرض آلاینده‌های خطرناک قرار می‌گیرد، برابر با ۷۰ است که در محاسبات مربوط به اثرات سرطان‌زایی و غیرسرطان‌زایی اعمال می‌گردد. نظر به این‌که برای ارزیابی ریسک سرطان در یک فرد، بایستی تمامی عواملی که وی در طول زندگی با آن‌ها مواجه می‌شود را لحاظ نمود، به‌منظور ارزیابی اثرات سرطان‌زایی ناشی از مواجهه با فلزات سنگین سرطان‌زای مورد مطالعه (سرب، کادمیوم، نیکل و آرسنیک) از طریق بلع، مقدار CR بر اساس EPA و از طریق معادله‌ی ۳ محاسبه شد. در این معادله، CR خطر سرطان‌زایی و CSF[15] فاکتور شیب سرطان برای ماده‌ی مورد نظر (در این‌جا فلزات سنگین) است [۳۱، ۳۶-۳۷].

معادله‌ی ۳:
$$CR=EDI\times CSF$$

هم‌چنین، شاخص خطر ابتلا به سرطان بین 10^{-6} (خطر ابتلا به سرطان در طول زندگی انسان ۱ به ۱,۰۰۰,۰۰۰) و 10^{-4} (خطر ابتلا به سرطان در طول زندگی انسان ۱ به ۱۰,۰۰۰) نشان‌دهنده‌ی فاصله‌ای از خطرات احتمالی پیش‌بینی‌شده برای عوامل ایجادکننده‌ی سرطان است. بنابراین، مواد شیمیایی دارای فاکتور خطر کمتر از 10^{-6}، به‌عنوان مواد شیمیایی نگران‌کننده درنظر گرفته نمی‌شوند [۳۸-۴۰]. محاسبات مربوطه، براساس پیش‌فرض‌های استاندارد پیش‌نهاد شده توسط USEPA انجام گردید. به‌طوری‌که طبق این استاندارد، میزان CSF برای عناصر کادمیوم، سرب، نیکل، مس، روی و آرسنیک به ترتیب برابر با ۰/۳۸، ۰/۰۰۸۵، ۰/۸۴، ۰، ۰ و $1/05\ mg.kg^{-1}day^{-1}$ بود [۳۸].

طبق طبقه‌بندی IARC[16] (آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان)، آرسنیک و ترکیبات معدنی آن، ترکیبات نیکل و کادمیوم و ترکیبات آن، عناصر سرطان‌زای کلاس I هستند. هم‌چنین ترکیبات سرب (آلی) جزء کلاس A۲ سرطان‌زاها هستند؛ درحالی‌که Cu و Zn در هیچ گروهی طبقه‌بندی نشده‌اند [۴۱].

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری شامل میانگین، حداکثر، حداقل، ضریب همبستگی، چولگی و کشیدگی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 25 و Office Excel 2010 انجام شد. نرمال‌بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی شد که به‌دلیل غیرنرمال بودن آن‌ها، به‌منظور آنالیز آماری غلظت فلزات سنگین در انواع کشمش، از آزمون آماری کروسکال-والیس و به‌منظور ارزیابی همبستگی میان غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های کشمش، از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید. میانگین غلظت عناصر در انواع کشمش با شاخص‌های استاندارد ملی و بین‌المللی نیز مقایسه شد.

یافته‌ها

تمامی ۵۰ نمونه کشمش جمع‌آوری‌شده از سطح شهرستان ملایر (۳۰ نمونه از کارخانجات صنعتی و ۲۰ نمونه از کارگاه‌های محلی و خانگی (سنتی) از نظر میزان فلزات سنگین و کمیاب آرسنیک، کادمیوم، مس، نیکل، سرب و روی مورد آنالیز و ارزیابی قرار گرفتند. هم‌چنین، غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری‌شده با مقادیر حداکثر مجاز آن‌ها تعیین‌شده توسط موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران[17] (IRIS) [۳۱]، کمیسیون مشترک سازمان غذا و کشاورزی و سازمان جهانی بهداشت[18] (FAO/WHO) [۴۲] و جامعه اروپایی (EC)[19] [۱۱] مقایسه گردید (جدول ۱).

[14] Reference Dose
[15] Carcinogenic Slope Factor
[16] International Agency for Research on Cancer
[17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran (IRIS)
[18] The Joint Commission of the Food and Agriculture Organization and the World Health Organization
[19] European Community

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

جدول ۱: توصیف آماری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های کشمش صادراتی شهرستان ملایر و مقایسه‌ی میانگین فلزات سنگین نمونه‌ها با حدود مجاز استانداردهای ملی و بین‌المللی

آماره/ نام فلز	سرب	نیکل	کادمیوم	مس	آرسنیک	روی
تعداد نمونه	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
میانگین	۰/۰۸±۰/۰۳	۴/۷۲±۰/۹۹	ND	۳/۰۷±۰/۰۹	۰/۱۷±۰/۰۶	۲/۲۵±۰/۸۹
کم‌ترین	۰/۰۶	۱/۸۶	ND	۰/۷۱	۰/۱۲	۱/۱۴
بیش‌ترین	۰/۲	۶/۰۲	ND	۷/۷۵	۰/۴۰	۶/۵۳
میانه	۰/۰۶	۴/۴۰	–	۳/۰۰	۰/۱۴	۲/۱۰
مد	۰/۰۶	۴/۰۲	–	۲/۶۴	۰/۱۲	۲/۱۰
واریانس	۰/۰۱	۰/۶۴	–	۰/۸۰	۰/۰۱	۰/۸۰
چولگی	۲/۰۵	−۰/۵۰	–	۲/۳۸	۱/۷۳	۲/۶۵
کشیدگی	۴/۲۸	۱/۵۳	–	۱۵/۲۳	۳/۲۲	۹/۶۵
FAO/WHO	۰/۱	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۲۰
IRIS	۰/۱	--	۰/۰۵	--	--	--
(EC)	۰/۲	--	۰/۰۵	--	--	--
درصد نمونه‌های در سطح مجاز	۸۰/۷۷	۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۰۰/۰۰	۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
درصد نمونه‌های بالاتر از سطح مجاز	۱۹/۳۳	۱۰۰/۰۰	۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۰۰/۰۰

ND: غلظت‌های ناچیز و کمتر از ۰/۰۶ mg/kg

با توجه به جدول۱، محدوده‌ی غلظت عناصر روی ۶/۱–۵۳/۱۴، سرب ۰/۰۶–۰/۲۰، نیکل ۱/۸۶–۶/۰۲، مس ۰/۷۱–۷/۷۵، و آرسنیک ۰/۱۲–۰/۴۰ mg/kg به‌دست آمد و غلظت کادمیوم کم‌تر از حد تشخیص دستگاه بود. هم‌چنین، ترتیب غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ها به‌صورت نیکل > مس > روی > آرسنیک > سرب > کادمیوم بود.

با توجه به جدول۱، میانگین غلظت آرسنیک در نمونه‌ها (۱۲/۴–۰/۰) ۰/۰±۱۷/۰۶ mg/kg بود. غلظت آرسنیک در همه‌ی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از مقادیر مجاز توصیه شده (۰/۱ mg/kg) توسط WHO/FAO (۲۰۱۱) در سبزی‌ها و گیاهان خوراکی (P <۰/۰۵) بود.

بر این اساس، غلظت کادمیوم در تمام نمونه‌ها کم‌تر از حد تشخیص دستگاه (۰/۰۶ ppm) و هم‌چنین کم‌تر از حد مجاز توصیه‌شده توسط FAO/WHO [۴۲] و در حدود مجاز IRIS (۲۰۱۰) [۳۱] و EC [۱۱] (P <۰/۰۵) بود.

با توجه به جدول۱، میانگین غلظت مس در نمونه‌های کشمش موردبررسی ۳/۰±۰۷/۰۹ mg/kg (۷۱/۷۵–۰/۷)، میانگین غلظت نیکل ۴/۰±۷۲/۹۹ mg/kg (۸۶/۰۲–۱/۶)، میانگین غلظت سرب ۰/۰۳±۰/۰۸ (۰۲/۰۶–۰/۰) و میانگین غلظت روی ۲/۰±۲۵/۸۹ mg/kg (۱۴/۲۵–۱/۶) بود.

جدول ۲ میانگین غلظت عناصر بررسی‌شده را در انواع کشمش نشان می‌دهد. بر این اساس، در بیش‌تر نمونه‌های بررسی‌شده، میانگین غلظت فلزات سنگین در کشمش‌های طلایی و سلطانی بیش از حد مجاز اعلام‌شده توسط FAO/WHO [۴۲] بود، در حالی‌که میانگین غلظت این فلزات در کشمش‌های آفتاب‌خشک و سایه‌خشک کم‌تر از حد مجازFAO/WHO بود.

جدول ۲: غلظت فلزات در انواع کشمش و مقایسه با استانداردها بر اساس نوع کشمش

نام استاندارد				نوع کشمش									
				سایه خشک			آفتاب خشک			سلطانی			طلایی		
FAO/WHO	EC	IRIS	میانگین	بیش‌ترین	کم‌ترین	میانگین	بیش‌ترین	کم‌ترین	میانگین	بیش‌ترین	کم‌ترین	میانگین	بیش‌ترین	کم‌ترین	نام عنصر
۰/۱	—	—	۰/۱۱	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۱۳	آرسنیک
۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۵	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	کادمیوم
۰/۳	—	—	۲/۹۷	۴/۱۳	۰/۷۱	۳/۶۲	۷/۷۵	۲/۶۳	۲/۷۲	۳/۵۹	۱/۰۸	۳/۴۳	۳/۸۶	۲/۸۱	مس
۰/۵	—	—	۴/۶۰	۵/۹۰	۴/۰۳	۴/۷۳	۶/۰۰	۳/۹۰	۴/۷۲	۶/۰۳	۱/۸۶	۵/۲۱	۸/۷۵	۴/۸۱	نیکل
۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۰۹	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۶۳	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۴۰	۰/۱۵	۰/۰۶	سرب
۲۰	—	—	۱/۹۰	۳/۵۸	۱/۱۴	۲/۴۰	۳/۵۸	۱/۵۸	۲/۵۰	۶/۵۳	۱/۴۶	۲/۷۸	۷/۹۱	۱/۷۲	روی

ND: غلظت‌های ناچیز و کمتر ازmg/kg ۰/۰۶

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

بر اساس جدول ۲، غلظت عنصر آرسنیک در انواع کشمش سایه‌خشک، آفتاب‌خشک، سلطانی و طلایی به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۱۴، ۰/۱۵ و ۰/۱۷ mg/kg بود؛ به‌طوریکه بیش‌ترین غلظت مربوط به کشمش طلایی و کم‌ترین، مربوط به کشمش سایه‌خشک بود.

غلظت میانگین عنصر مس در کشمش‌های آفتاب‌خشک، طلایی، سایه‌خشک و سلطانی به ترتیب ۳/۶۲، ۳/۴۳، ۲/۹۷ و ۲/۷۲ mg/kg بود. به‌طوری‌که ترتیب غلظت مس در انواع کشمش به‌صورت سلطانی< سایه‌خشک < طلایی< آفتاب‌خشک بود.

با توجه به نتایج جدول ۲، بالاترین غلظت عنصر نیکل مربوط به کشمش طلایی با میانگین ۵/۲۱ mg/kg و کم‌ترین مربوط به کشمش سایه‌خشک با میانگین ۴/۶۰ mg/kg بود. ترتیب غلظت نیکل در انواع کشمش به‌صورت زیر بود:

(۴/۶۰ mg/kg) سایه‌خشک< (۴/۷۲ mg/kg) سلطانی< (۴/۷۳ mg/kg) آفتاب‌خشک< (۵/۲۱ mg/kg) طلایی

بر اساس نتایج، غلظت سرب و روی در کشمش‌های سایه‌خشک، آفتاب‌خشک، سلطانی و طلایی به ترتیب (۰/۰۹، ۱/۹۰)، (۰/۱۰، ۲/۴۰)، (۰/۱۲، ۲/۵۰)، و (۰/۴۰، ۲/۷۸) بود. در حالی‌که غلظت عنصر کادمیوم در تمامی کشمش‌های بررسی‌شده کم‌تر از حد تشخیص دستگاه بود.

به‌منظور بررسی اختلاف معنی‌دار میان میانگین غلظت عناصر کادمیوم، سرب، نیکل، روی، مس و آرسنیک در نمونه‌های کشمش، از آزمون یک‌طرفه‌ی کروسکال-والیس استفاده شد (جدول ۳).

جدول۳: مقایسه‌ی میانگین غلظت فلزات در انواع کشمش بر اساس آزمون کروسکال-والیس

	As	Cd	Zn	Cu	Ni	Pb
آماره‌ی آزمون	۵/۶۱۶	۰/۰۰۰	۸/۷۱۳	۹/۵۷۹	۴/۰۱۸	۸/۳۹۵
درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳
P-value	۰/۱۳۲	۱/۰۰	۰/۰۳۳	۰/۰۲۳	۰/۲۶	۰/۰۳۹

غلظت فلزات سنگین واردشده به بدن انسان بالغ به‌دنبال مصرف کشمش‌های مورد مطالعه، به روش EDI با استفاده از معادله شماره ۱ برآورد شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه گردیده است. بر این اساس، میزان EDI عناصر As، Cd، Pb، Cu، Zn و Ni در کشمش طلایی به‌ترتیب ۲/۶۶، ۲/۲۹، ۰/۳۸، ۰/۰۰، ۰/۱۶ و ۰/۳۸، در کشمش سلطانی به ترتیب ۲/۴۰، ۲/۶۰، ۰/۱۱، ۰/۰۰، ۰/۱۴ و ۰/۵۲، در کشمش آفتاب‌خشک به ترتیب ۲/۳، ۳/۴۷، ۰/۰۹، ۰/۰۰، ۰/۱۳ و ۰/۵۳ و در کشمش سایه‌خشک به ترتیب ۱/۸۲، ۲/۹۰، ۰/۱۰، ۰/۰۰، ۰/۱۰ و ۰/۴۴ بود.

جدول ۴: مقایسه‌ی مقادیر EDI و EWI با مقادیر استاندارد مصرف موقت روزانه و هفتگی در اثر مصرف کشمش برای یک شخص ۷۰ کیلوگرمی

نام عنصر / نوع کشمش		روی	مس	سرب	کادمیوم	آرسنیک	نیکل
طلایی		۲/۶۶	۲/۲۹	۰/۳۸	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۳۸
سلطانی		۲/۴	۲/۶۰	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۱۴	۰/۵۲
آفتاب‌خشک		۲/۳	۳/۴۷	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۱۳	۰/۵۳
سایه‌خشک		۱/۸۲	۲/۹۰	۰/۱	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۴۴
میانگین کل	EDI	۰/۲۲	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۴۵
	EWI	۱/۵۴	۲/۳	۰/۵۶	۰/۰۰	۱/۱۸	۳/۱۵
PTDI (ISIR, 2010)*		a	a	۳/۶۰	۱/۰۰	۲/۱۰	a
PTDI (JECFA, 2000)*		۱۰۰۰	۵۰۰	۳/۵۷	۱/۰۰	۲/۱۴	a
PTWI (ISIR, 2010)*		a	a	۲۵/۲	۷/۰۰	۱۴/۷۰	a
PTWI (JECFA, 2000)*		۷۰۰۰	۳۵۰۰	۲۴/۹۹	۷/۰۰	۱۴/۹۸	a

a. استانداردی برای این عنصر وضع نشده

* (µg/kg bw.d)

بیش‌ترین مقدار EDI ورودی به بدن انسان به‌دنبال مصرف انواع کشمش‌های تولیدی در شهر ملایر مربوط به نیکل و کم‌ترین مربوط به کادمیوم بود. هم‌چنین طبق جدول۴، بالاترین میزان EDI برای همه‌ی عناصر سنگین به‌دنبال مصرف کشمش آفتاب‌خشک و کم‌ترین آن به‌دنبال مصرف کشمش سایه‌خشک بود. به‌صورت کلی، میزان EDI و EWI همه‌ی فلزات سنگین مطالعه‌شده، پایین‌تر از میزان EDI تعیین‌شده توسط IRIS و FAO/WHO بود.

برای محاسبه‌ی ریسک خطر غیرسرطان‌زایی بر اساس ورود فلزات سنگین به‌دنبال مصرف کشمش، مقدار THQ از

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

طریق معادله‌ی ۲ محاسبه و نتایج در نمودار۱ ارائه شد. بر اساس این نمودار، میزان THQ برای عناصر روی، سرب، نیکل، مس، کادمیوم و آرسنیک ناشی از مصرف کشمش سایه‌خشک به ترتیب ۰/۳، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۴، ۰/۰ و ۰/۴، کشمش آفتاب‌خشک به ترتیب ۰/۰۲۵، ۰/۳۰۰، ۰/۵۰۰، ۰/۳۰۰، ۰/۰۰۰ و ۰/۴۵۰، کشمش طلایی به ترتیب ۰/۷، ۰/۱، ۰/۵، ۰/۲، ۰/۰ و ۰/۰ و کشمش سلطانی به ترتیب ۰/۴۰، ۰/۳۰، ۰/۴۰، ۰/۲۰، ۰/۰۰ و ۰/۴۵ به‌دست آمد. مقدار HI برای کشمش سلطانی، طلایی، آفتاب‌خشک و سایه‌خشک به ترتیب برابر با ۱/۸۱، ۱/۵۱، ۱/۵۲ و ۱/۶۱ بود.

خطر سرطان‌زایی عناصر کادمیوم، سرب، نیکل و آرسنیک در جدول ۵ فهرست شده است. میزان CR برای عناصر سرب، نیکل، آرسنیک و کادمیوم به ترتیب برابر با ۶/۸E-۰۴، ۳/۷۸E-۰۱، ۲/۴E-۰۱ و ۰/۰۰ بود.

جدول۵: ریسک سرطان‌زایی فلزات سمی موجود در کشمش بر اساس نوع کشمش و میانگین غلظت فلز در کل کشمش‌ها

	ریسک سرطان‌زایی ناشی از مصرف انواع کشمش				
نام فلز	طلایی	سلطانی	سایه‌خشک	آفتاب‌خشک	کل کشمش‌ها
نیکل	۳۱/۹۲ E*-۲	۴۳/۶۸ E-۲	۳۶/۹۶ E-۲	۴۴/۵۲ E-۲	۳/۷۸ E-۱
آرسنیک	۲/۴ E-۱	۲/۱ E-۱	۱/۵ E-۱	۱/۹۵ E-۱	۲/۴ E-۱
کادمیوم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
سرب	۳/۲۳ E-۳	۹/۳۵ E-۴	۸/۵ E-۴	۷/۶۵ E-۴	۶/۸ E-۴
(ریسک سرطان‌زایی کل)	۵۶/۲۴ E-۲	۶۴/۷۷ E-۲	۵۲/۰۵ E-۲	۶۵/۰۰ E-۲	۶۱/۸۷ E-۲

* E برابر است با ۱۰ به توان

بحث

با توجه به این‌که هیچ‌گونه استانداردی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران جهت عناصر روی، نیکل، مس و آرسنیک در گیاهان، سبزی‌ها و میوه‌ها ارائه نشده، لذا مقادیر به‌دست آمده از بررسی نمونه‌های کشمش در این مطالعه با استانداردهای ارائه شده توسط FAO/WHO [۴۲] مقایسه گردید. جداول ۱ نشان می‌دهد که بر اساس استاندارد FAO/WHO، ۱۰۰/۰۰٪ نمونه‌های کشمش حاوی مقادیر مجاز Zn بودند. همان‌طور که جداول ۱ و ۲ نشان می‌دهد، مقادیر غلظت میانگین عنصر روی در کل نمونه‌های کشمش معادل ۰/۸۹±۲/۲۵ mg/kg و پایین‌تر از حد مجاز ۲۰ mg/kg تعیین شده توسط FAO/WHO بود. با توجه به جدول ۲، در میان کشمش‌های بررسی‌شده، بالاترین میانگین مربوط به کشمش طلایی با میانگین ۲/۷۸ mg/kg و پایین‌تر از حد تعیین شده توسط FAO/WHO بود. با این حال، غلظت روی در نمونه سبزی‌های بررسی‌شده توسط Sharma و همکاران [۴۳] بین ۲۵/۲ تا ۹۴/۳ ppm و بالاتر از حد مجاز تعیین‌شده توسط FAO/ WHO (۲۰ppm) بود. در حالی‌که نتایج مطالعه‌ی حاضر مشابه نتایج Radwan and Salama [۴۴] در مصر است که میزان روی در میوه‌ها و سبزی‌ها را mg/kg ۹/۲۰ و در محدوده مجاز FAO/WHO گزارش کرد. با توجه به این‌که طبق بررسی‌های انجام‌شده، مسمومیت عنصر روی در بدن زمانی اتفاق می‌افتد که مقدار این عنصر بالاتر از مقادیر مجاز باشد؛ می‌توان چنین نتیجه گرفت که مقادیر به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر، هیچ‌گونه اثر سمی بر سلامتی مصرف‌کنندگان ندارد.

بر اساس FAO/WHO [۴۲] و IRIS [۳۱]، حد مجاز سرب در سبزی‌ها و گیاهان مصرفی انسان، ۰/۱ mg/kg و طبق EC ۰/۲ mg/kg است. با توجه به این‌که سرب عنصری سمی است و بدون تاثیرگذاری بر گیاهان می‌تواند در آن‌ها تجمع یافته، بر سلامتی مصرف‌کننده اثر نهد [۴۵]، لذا در مطالعه‌ی حاضر میزان سرب در نمونه‌های کشمش، اندازه‌گیری و محاسبه گردید. میانگین غلظت سرب در مطالعه‌ی حاضر برابر ۰/۰۸±۰/۰۳ mg/kg بود (جدول ۲) که پایین‌تر از حدود مجاز قابل‌قبول توسط FAO/WHO [۴۲]، IRIS [۳۱] و EC [۱۱] است. در مطالعه‌ی حاضر بر اساس جدول ۱، محتوای سرب در ۸۰/۷۷٪ نمونه‌ها در حد مقادیر توصیه‌شده توسط FAO/WHO [۴۲]، IRIS [۳۱] و EC [۱۱] (P <۰/۰۵) و در ۱۹/۳۳٪ بالاتر از حدود توصیه‌شده بود. بالاترین میانگین غلظت سرب در نمونه‌های بررسی‌شده مربوط به کشمش طلایی ۰/۴ mg/kg بود که بالاتر از حدود استاندارد FAO/WHO [۴۲]، IRIS [۳۱] و EC [۱۱] است (جدول ۲). در مطالعه‌ی Gebrekidan و همکاران [۴۶]، غلظت سرب در نمونه‌های میوه معادل ۴-۳ mg/kg بود که ۳۰ تا ۴۰ برابر بیش‌تر از مقادیر مجاز FAO/WHO [۴۲] و ۲۰-۱۵ برابر بیش‌تر از مقادیر مجاز EC [۱۱] است. هم‌چنین، Türkdoğan و همکاران [۴۷] در مطالعه‌ای در ترکیه دریافتند که سطوح سرب در نمونه‌های میوه حدود ۴۰ برابر حد مجاز EC بود. Akrida-Demertzi و همکاران [۴۸] در مطالعه‌ای میزان عناصر کمیاب را کشمش‌های کشور یونان بررسی کرده و نشان دادند که میانگین سرب آن‌ها برابر با ۰/۰۷۶ mg/kg و بسیار کمتر از حدود خطر برای سلامتی انسان بود. نتایج مطالعه‌ی Calisir و Akman [۲۵] روی کشمش‌های ترکیه نشان داد که میزان میانگین سرب در نمونه‌های موردمطالعه mg/kg ۰/۰۵۶ (۱۲/۳۵۹-۰/۰) بود. همچنین Dabeka و همکاران [۴۹] در

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

بررسی آلودگی کشمش‌های فروخته‌شده در کانادا دریافتند که میانگین سرب کشمش‌های ترکیه‌ای برابر ۰/۹۳ (۳/۰-۱/۰۵۶) و میانگین ۵ نمونه کشمش از کشورهای استرالیا، آفریقای جنوبی، ایران، مکزیک و شیلی برابر با ۰/۰۰۸۵ mg/kg (۰/۰۱۰-۰/۰۰۵) بود که از حیث آلودگی، نمونه‌های اخیر سالم‌تر بودند.

با توجه به این‌که طبق استاندارد FAO/WHO، حد مجاز غلظت نیکل ۰/۵ mg/kg است، داده‌های مطالعه‌ی حاضر نشان داد که میانگین غلظت کل نیکل در نمونه‌های کشمش برابر با ۹۹mg/kg۰/±۴/۷۲ بوده، که این غلظت بالاتر از حد مجاز تعیین‌شده است و میانگین مقدار نیکل در ۱۰۰٪ نمونه‌های آزمایش‌شده ۹/۴۵ برابر سطح مجاز مشخص‌شده توسط FAO/WHO است (P <۰/۰۵). هم‌چنین، بالاترین غلظت میانگین (mg/kg ۵/۲۱) و بالاترین غلظت اندازه‌گیری‌شده (۸/۷۵ mg/kg) مربوط به کشمش طلایی بود. نتایج مطالعه‌ی حاضر مشابه نتایج Gebrekidan و همکاران [۴۶] در شمال غربی اقیانوس اطلس و مطالعه‌ی Türkdoğan و همکاران [۴۷] در منطقه ون ترکیه بود. طبق تحقیق Gebrekidan و همکاران، غلظت نیکل در سبزی‌ها و میوه‌های شمال غربی اقیانوس اطلس به ترتیب ۲۳/۵ و ۲۸/۲ mg/kg و طبق تحقیق Türkdoğan و همکاران، غلظت نیکل در سبزی‌ها و میوه‌های ناحیه‌ی وان ۵ برابر استاندارد EC بود.

مقایسه غلظت میانگین مس (۳/۰±۰۷/۰۹ mg/kg) در نمونه‌های کشمش با حد مجاز استاندارد FAO/WHO نشان داد که این میزان بالاتر از حدود مجاز جهانی (۰/۳ mg/kg) است (جدول ۱). به‌طوری‌که میانگین غلظت مس در ۱۰۰٪ نمونه‌ها حدود ۱۰/۲۳ برابر بیش‌تر از مقادیر توصیه‌شده توسط FAO/WHO بود (P <۰/۰۵). هم‌چنین، طبق نتایج جدول ۲، بالاترین غلظت میانگین (۳/۶۲ mg/kg) و بالاترین غلظت اندازه‌گیری‌شده‌ی مس (۷/۷۵ mg/kg) مربوط به کشمش آفتاب‌خشک بود. نتایج مطالعه‌ی حاضر مشابه نتایج به‌دست آمده از تحقیق Olalla و همکاران [۵۰] روی انگورهای کشور اسپانیا (با میانگین غلظت مس mg/kg ۰/۵۱۵ و بالاتر از استاندارد)، Bagdatlioglu و همکاران [۵۱] روی میوه‌ها و سبزی‌های مانیسا در ترکیه (۰/۰۱ تا ۵/۶۷ mg/kg)، Türkdoğan و همکاران [۴۷] (۷۰ mg/kg) در سبزی‌ها و میوه‌های منطقه‌ی ون و Sattar و همکاران [۵۲] در پاکستان با میانگین غلظت مس ۲/۹ تا ۱۳/۹mg/kg در آجیل و کشمش و بالاتر از حد استاندارد بود.

طبق گزارش‌های IRIS [۳۱]، FAO/WHO [۴۲] و EC [۱۱]، حد مجاز غلظت کادمیوم برای سبزی‌ها و گیاهان به ترتیب برابر با ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ mg/kg است. در مطالعه‌ی حاضر، میزان کادمیوم بسیار کم و پایین‌تر از حد تشخیص دستگاه و بنابراین، پایین‌تر از حدود مجاز تعیین‌شده توسط استانداردهای ملی و بین‌المللی بود؛ نتایج این مطالعه مشابه مطالعه‌ی Colak [۱۱] روی کشمش‌های کشور ترکیه با غلظت میانگین کادمیوم۰/۰۴ mg/kg و مخالف مطالعه‌ی Akrida-Demertzi و همکاران [۴۸] روی کشمش‌های کشور یونان با میانگین غلظت۰/۱۳ mg/kg و مطالعه‌ی Sattar و همکاران [۵۲] در پاکستان با میانگین غلظت ۰/۰۹ تا۰/۶۶ mg/kg در آجیل و کشمش و بالاتر از حدود استاندارد FAO/ WHO [۴۲]، IRIS [۳۱] و EC [۱۱] بود.

بالاترین حد مجاز تعیین‌شده برای عنصر خطرناک آرسنیک توسط FAO/WHO برابر با ۰/۱ mg/kg است. لذا طبق مطالعه‌ی حاضر، میانگین کل غلظت آرسنیک در نمونه‌های کشمش ۱۷/۰۶ mg/kg±۰/۰ و بالاترین میانگین آن در نمونه‌های کشمش طلایی معادل ۰/۱۷ mg/kg بود که بالاتر از حد مجاز تعیین‌شده توسط FAO/WHO است. نتایج مطالعه‌ی حاضر مشابه مطالعه‌ی Colak [۱۱] روی کشمش است که میانگین غلظت آرسنیک را ۱۳/۱ mg/kg±۰/۰ گزارش کرد و علت آن را صنعتی بودن محل رشد انگور و تولید کشمش بیان نمود. مطالعه Das و همکاران [۵۳] در بنگلادش روی سبزی‌ها نشان داد که آرسنیک در برخی سبزی‌ها مانند سیب‌زمینی بسیار بالاتر از مقادیر مجاز تعیین‌شده توسط FAO/WHO، یعنی ۰/۰۷ تا ۱/۳۹ mg/kg بود که محققین علت این آلودگی را آب‌یاری گیاهان با آب آلوده به آرسنیک اعلام کردند. با این‌حال، در مطالعه‌ی Abbas و همکاران در سند پاکستان [۵۴]، مقدار آرسنیک در تمام سبزی‌ها کمتر از حد مجاز FAO/WHO بود.

با توجه به نتایج جدول ۲، غلظت اکثر فلزات سنگین در کشمش‌های فرآوری‌شده به روش صنعتی بالاتر از نمونه‌های تولیدشده به روش سنتی بود؛ این مساله می‌تواند به‌دلیل استفاده از مواد شیمیایی در فرآوری این محصول (کربنات‌پتاسیم در کشمش طلایی و دی‌اکسید گوگرد در کشمش سلطانی) باشد. این نتیجه مشابه مطالعه‌ی Colak [۱۱] در ترکیه است که مقدار فلزات سنگین در کشمش‌های طلایی بیش‌تر از کشمش‌های تولیدشده به روش طبیعی بود؛ وی هم‌چنین اعلام نمود که میزان فلزات سنگین در نمونه‌های کشمش طلایی پس از شست‌وشو با مواد پاک‌کننده کاهش یافت.

به‌منظور تعیین تفاوت آماری میان غلظت فلزات سنگین در چهار نوع کشمش بررسی شده، از آزمون کروسکال-والیس استفاده شد (جدول۳)، بر این اساس، هیچ‌گونه اختلاف معناداری میان غلظت عناصر Cd ،Ni و As در کشمش‌های مطالعه‌شده مشاهده نشد (P >۰/۰۵). با این حال غلظت فلزات Cu, Pb و Zn در چهار نوع کشمش، اختلاف قابل‌توجهی داشت (P <۰/۰۵).

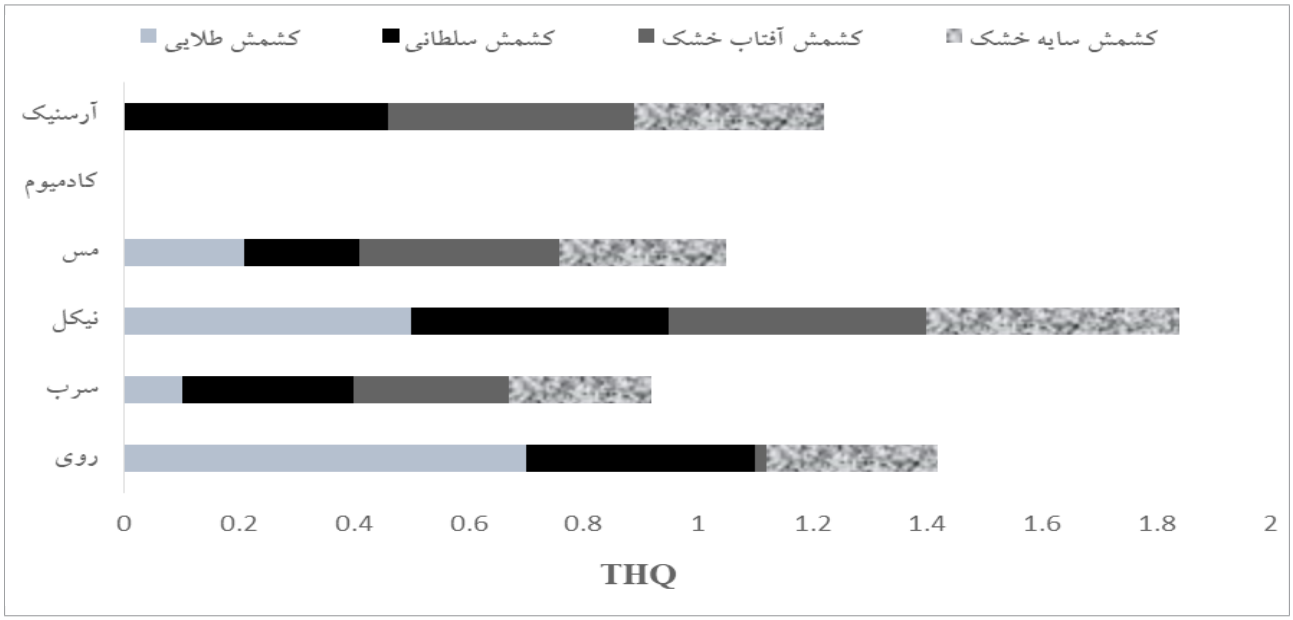
بر اساس نتایج جدول ۴، میزان EDI تمام فلزات سنگین بررسی‌شده در کشمش‌های مورد مطالعه شهر ملایر کم‌تر از مقادیر PTDI و PTWI پیشنهادشده توسط FAO/WHO برای افزودنی‌های مواد غذایی (JECFA)[20] و

[20] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

ISIR بـود؛ بنابرایـن، مصـرف ایـن کشـمش‌ها هیـچ مشـکلی بـرای سـلامت انسـان در کوتاه‌مـدت و درازمـدت ایجـاد نمی‌کنـد. نتایـج مطالعـه‌ی حاضـر مشـابه مطالعـه‌ی Dabeka و همـکاران [۴۹] روی کشـمش‌های وارداتـی کانـادا اسـت کـه در آن میـزان EDI و EWI همـه‌ی نمونه‌هـا پایین‌تـر از مقادیـر PTDI و PTWI تعیین‌شـده توسـط FAO/WHO بـود.

در مطالعـه‌ی حاضـر، میـزان THQ در نمونه‌هـای کشـمش سایه‌خشـک بـرای عناصـر روی، سـرب، نیـکل، مـس، کادمیـوم و آرسـنیک بـه ترتیـب ۰/۳، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۴، ۰/۰ و ۰/۴، در کشـمش آفتاب‌خشـک بـه ترتیـب ۰/۰۲۵، ۰/۳۰۰، ۰/۵۰۰، ۰/۳۰۰، ۰/۰۰۰ و ۰/۴۵۰، در کشـمش طلایـی بـه ترتیـب ۰/۷، ۰/۱، ۰/۵، ۰/۲، ۰/۰ و ۰/۰ و در کشـمش سـلطانی بـه ترتیـب ۰/۴۰، ۰/۳۰، ۰/۴۰، ۰/۲۰، ۰/۰۰ و ۰/۴۵ بـود و ایـن بدیـن معنـی اسـت کـه میـزان مواجهـه هـر یـک از آلاینده‌هـای فلـزی فـوق بـرای هـر نـوع کشـمش کم‌تـر از دوز مرجـع آن بـوده؛ بـه عبـارت بهتـر، مقـدار عناصـر فلـزی مربوطـه در کشـمش‌های ملایـر، از حداکثـر سـطح آلایندگـی پیش‌نهـادی EPA کم‌تـر بـود؛ ایـن مقادیـر در نمـودار شـماره‌ی ۱ نشـان داده شـده اسـت. عـلاوه بـر آن، مقـدار HI بـرای کشـمش سـلطانی، طلایـی، آفتاب‌خشـک و سایه‌خشـک بـه ترتیـب ۱/۸۱، ۱/۵۱، ۱/۵۲ و ۱/۶۱ بـود. بـر ایـن اسـاس، مقـدار THQ بـرای همـه‌ی عناصـر بررسی‌شـده پایین‌تـر از ۱ و در محـدوده ایمـن و قابل‌قبـول بـرای مصرف‌کننـدگان قـرار داشـت و بالاتریـن میـزان THQ در میـان عناصـر مربوطـه مربـوط بـه نیـکل و روی و بالاتریـن آن مربـوط بـه نـوع سـلطانی بـود. به‌صـورت کلـی، مقـدار HI بـرای انـواع کشـمش بالاتـر از ۱ بـود (نمـودار ۱).



نمودار ۱: احتمال خطرپذیری غیرسرطانی ناشی از قرار گرفتن در معرض عناصر موجود در انواع کشمش

میـزان CR مواجهـه بـا چهـار عنصـر کادمیـوم، سـرب، نیـکل و آرسـنیک به‌دنبـال مصـرف کشـمش در بزرگ‌سـالان در جـدول ۵ نشـان داده شـده اسـت. بـا توجـه بـه جـدول ۵، ایـن میـزان بـرای عناصـر نیـکل، آرسـنیک و مجمـوع عناصـر بررسی‌شـده بسـیار بالاتـر از ۱×۱۰^{-۴} بـرای انـواع کشـمش بررسی‌شـده بـود؛ در حالی‌کـه ریسـک سـرب کمـی بالاتـر از ۱×۱۰^{-۴} بـود. در ایـن میـان، میـزان خطـر کادمیـوم به‌دنبـال مصـرف کشـمش بـرای انـواع کشـمش بررسی‌شـده برابـر صفـر بـود. هم‌چنیـن، بالاتریـن میـزان CR در میـان کشـمش‌ها و عناصـر بـه ترتیـب مربـوط بـه کشـمش سـلطانی و عنصـر نیکل و پایین‌تریـن مربـوط بـه کشـمش طلایـی و عنصـر کادمیـوم بـود. مقایسـه‌ی مقادیـر ایـن جـدول بـا مقادیـر حداکثـر ریسـک قابل‌قبـول پیشـنهادی توسـط EPA، برابـر $۱۰^{-۴}$ و $۱۰^{-۶}$ [۳۸-۴۰]، نشـان‌دهنده‌ی ریسـک سـرطان‌زایی سـرب، نیـکل و آرسـنیک به‌دنبـال مصـرف کشـمش بـود. بـه عبـارت بهتـر، بـروز سـرطان در اثـر مواجهـه بـا عناصـر سـرب، نیـکل و آرسـنیک به‌دنبـال مصـرف کشـمش بیـش از ۱ مـورد بـه ازای هـر ۱,۰۰۰,۰۰۰ نفـر در گـروه سـنی بزرگ‌سـال بـود. بـا ایـن حـال، همان‌طـور کـه در جـدول ۵ مشـخص اسـت، رابطـه‌ی ریسـک سـرطان‌زایی در عناصـر بررسی‌شـده به‌صـورت سرب>نیکل>آرسـنیک اسـت؛ درحالی‌کـه ایـن میـزان در کشـمش‌های مطالعه‌شـده به‌صـورت سایه‌خشک>طلایی>سلطانی>آفتاب‌خشـک بـود. نتایـج مطالعـه‌ی حاضـر، مخالـف مطالعـه‌ی Fang و همـکاران [۵۵] در منطقـه‌ی Hetian کشـور چیـن اسـت کـه نشـان داد هیچ‌گونـه خطـر سـرطان‌زایی در اثـر مصـرف کشـمش‌های ایـن منطقـه بـرای مصرف‌کننـدگان وجـود نـدارد.

در مطالعـه‌ی Onyedikachi و همـکاران [۲۴] در منطقـه‌ی Ishiagu استان Ebonyi کشـور نیجریـه، برخـی فلـزات موجـود در سـبزی‌های کاشته‌شـده در اطـراف و داخـل ایـن اسـتان مـورد بررسـی قـرار گرفـت. بـر اسـاس نتایـج آن‌هـا، خطـر سـرطان‌زایی سـرب برابـر بـا $۷/۵۱ E-۰۵$ بـرای Ishiagu و $۲/۴۶ E-۰۶$ بـرای ناحیـه‌ی Umudike بـود؛ ایشـان علـت

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

رونـد روبـه رشـد بـروز سـرطان در ایـن مناطـق را مصـرف محصـولات زراعـی کاشته‌شـده آلـوده بـه سـرب و کادمیـوم در اطـراف معـادن نواحـی تحـت مطالعـه اعـلام نمودنـد. در مطالعـه‌ی Zheng و همـکاران در چیـن، پتانسـیل خطـر سـرطان از طریـق ورود خوراکـی سـرب بـرای بزرگ‌سـالان و کـودکان بـه ترتیـب 8×10^{-5} و 3×10^{-4} بـرآورد شـد؛ ایشـان نتیجـه گرفتنـد کـه طیـف گسـترده‌ای از جمعیـت، به‌صـورت بالقـوه در معـرض سـرطان قـرار دارنـد [۲۷].

نتیجه‌گیری

طبـق نتایـج حاصـل از تحقیـق حاضـر، بیش‌تریـن میانگیـن غلظـت عناصـر آرسـنیک، نیـکل، سـرب و روی در کشـمش طلایـی و بالاتریـن غلظـت عنصـر مـس، در کشـمش آفتاب‌خشـک دیـده شـد. در مقایسـه، میانگیـن غلظـت کادمیـوم در تمـام کشـمش‌ها کمتـر از حـد تشـخیص دسـتگاه بـود.

بـا توجـه بـه حـد مجـاز غلظـت فلـزات سـنگین در گیاهـان و سـبزی‌ها (بـر اسـاس اسـتاندارد FAO/WHO، حـد مجـاز فلـزات سـنگین بـرای عناصـر Pb، Cu، Cd، Zn، As و Ni بـه ترتیـب برابـر بـا ۰/۱، ۲۰، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۱ mg/kg است) حـدود ۱۰۰٪ نمونه‌هـای کشـمش در دامنـه‌ی آلودگـی بـه نافلـز آرسـنیک بودنـد. تمامـی نمونه‌هـا، فاقـد آلودگـی در دامنـه‌ی فلـز روی بودنـد؛ از نظـر محققیـن، میـزان روی موجـود در نمونه‌هـای کشـمش، پایین‌تـر از محـدوده‌ی مجـاز تعیین‌شـده‌ی FAO/WHO بـود. بـا توجـه بـه پایین‌بـودن مقادیـر کادمیـوم موجـود در نمونه‌هـای کشـمش، طبـق اسـتاندارد IRIS، FAO/WHO و EC، تمامـی نمونه‌هـای کشـمش از نظـر آلودگـی بـه ایـن فلـز در محـدوده‌ی ایمـن بـرای مصرف‌کننـدگان بودنـد. بالابـودن میانگیـن غلظـت مـس نسـبت بـه اسـتاندارد، نمونه‌هـای کشـمش را از ایـن نظـر آلـوده نشـان داد. در مقایسـه بـا اسـتاندارد FAO/WHO، ۱۰۰٪ نمونه‌هـای کشـمش دارای آلودگـی بالاتـر از حـد مجـاز بـرای فلـز نیـکل بودنـد؛ درحالی‌کـه غلظـت میانگیـن فلـز سـرب بسـیار پایین‌تـر از حـدود مجـاز آلودگـی بـود.

بـا توجـه بـه این‌کـه EDI تمـام فلـزات سـنگین بررسی‌شـده در کشـمش‌های مـورد مطالعـه‌ی شـهر ملایـر، کم‌تـر از PTDI و PTWI پیش‌نهادشـده توسـط FAO/WHO بـرای افزودنی‌هـای مـواد غذایـی (JECFA)[۲۱] و ISIR بـود، بنابرایـن مصـرف ایـن کشـمش‌ها هیـچ مشـکلی بـرای سـلامت انسـان در کوتاه‌مـدت و درازمـدت ایجـاد نمی‌کنـد. هم‌چنیـن، مقایسـه‌ی EDI فلـزات سـنگین در اثـر مصـرف کشـمش‌های مطالعـه شـده‌ی شـهر ملایـر بـا مطالعـات سـایر نقـاط جهـان، حاکـی از کم‌تربـودن EDI در ایـن مطالعـه نسـبت بـه آن‌هـا اسـت. اگرچـه میانگیـن کل نمونه‌هـای کشـمش بـرای برخـی فلـزات سـنگین ماننـد نیـکل، مـس و آرسـنیک بالاتـر از حـد مجـاز و اسـتانداردهای ملـی و بین‌المللـی بـود، ولـی تخمیـن مقـدار EDI کشـمش‌های مطالعه‌شـده، حاکـی از خطـر کـم ایـن عناصـر بـرای مصرف‌کننـدگان اسـت؛ بـا ایـن حـال، بـا توجـه بـه ایـن کـه ایـن عناصـر از طریـق سـایر محصـولات نیـز وارد بـدن می‌شـوند، لـذا کل غلظـت عناصـر مربوطـه ممکـن اسـت از حـد مجـاز بالاتـر رود.

بـر اسـاس نتایـج به‌دسـت آمـده، شـاخص خطرپذیـری غیرسـرطانی بـرای همـه‌ی عناصـر فـوق بـرای گـروه سـنی بزرگ‌سـال کمتـر از ۱ و احتمـال بـروز اثـرات، کـم بـود؛ هرچنـد میـزان خطرپذیـری کل عناصـر و خطرپذیـری کل انـواع کشـمش بـالا بـوده و می‌توانـد احتمـال بـروز عـوارض غیرسـرطانی را در مجمـوع بـالا ببـرد. مقایسـه‌ی مقادیـر محاسـباتی ریسـک سـرطان در اثـر مصـرف انـواع کشـمش نشـان داد کـه ایـن مقادیـر بالاتـر از اسـتاندارد پیش‌نهـادی EPA اسـت. بـر ایـن اسـاس، نیـکل دارای بالاتریـن اثـرات غیرسـرطان‌زایی و هم‌چنیـن بالاتریـن ریسـک ایجـاد سـرطان در اثـر مصـرف کشـمش اسـت؛ بنابرایـن، بایـد اقدامـات لازم جهـت تعییـن منابـع ورودی ایـن فلـز و کنتـرل آن انجـام شـود و کشـمش‌ها به‌لحـاظ منبـع ورود عناصـر بـه داخـل آن‌هـا و حـذف یـا کاهـش ایـن منابـع آلاینـده، تحـت پایـش همیشـگی قرارگیرنـد.

از آن‌جـا کـه کشـمش‌های تولیدشـده در شـهر ملایـر، از تاکسـتان‌های بـا فواصـل مختلـف از بزرگراه‌هـا و جاده‌هـای اصلـی به‌دسـت می‌آیـد، تاثیـر بزرگراه‌هـا و وسـایل نقلیـه بـر میـزان ایـن عناصـر در نمونه‌هـای کشـمش نیـز محتمـل بـه نظـر نمی‌رسـد. لـذا، غلظـت فلـزات سـنگین در نمونه‌هـای کشـمش مطالعه‌شـده در ملایـر می‌توانـد تحـت تاثیـر سـایر عوامـل ماننـد روش پـردازش کشـمش در محـل تولیـد، آلودگـی خـاک تاکسـتان‌ها بـه عوامـل شـیمیایی و صنعتـی، کـود شـیمیایی، آفت‌کش‌هـا، آب آب‌یـاری، فرونشسـت ریزگردهـای حـاوی عناصـر سـنگین و سـایر فاکتورهـا قـرار گیـرد.

افزایـش غلظـت نیـکل، آرسـنیک و مـس در نمونه‌هـای کشـمش نسـبت بـه مقادیـر مجـاز اسـتاندارد FAO/WHO و IRSI می‌توانـد بـه دلیـل اسـتفاده غیرمعمـول از کودهـای شـیمیایی، اسـتفاده از فاضلاب‌هـای صنعتـی در آب‌یـاری مـزارع و اسـتفاده از لجـن فاضـلاب و کمپوسـت زباله‌ی شـهری بـه عنـوان کـود و آفت‌کش‌هـای شـیمیایی بـرای کنتـرل بیماری‌هـای گیاهـی باشـد کـه منجـر بـه ورود ایـن فلـزات بـه خـاک، گیاهـان و در نهایـت سـبزی‌ها و محصـولات باغـی می‌گـردد.

کاربرد در تصمیم‌های مرتبط با سیاست‌گذاری در نظام سلامت

بـا توجـه بـه بررسـی‌های انجام‌شـده توسـط محققیـن، پیـش از ایـن هیـچ پژوهشـی در زمینـه‌ی وضعیـت کشـمش‌های تولیـدی در کشـور، به‌خصـوص شهرسـتان ملایـر، از نظـر آلودگـی بـه فلـزات سـنگین انجـام نشـده

[21] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

بـود و نظـر بـه این‌کـه فلـزات سـنگین بـا تجمـع در بـدن سـبب عـوارض متفاوتـی ماننـد سـرطان، مشـکلات قلبـی و عروقـی، بیماری‌هـای کلیـوی، اختـلالات عصبـی و تولیدمثـل و اختـلالات رشـد و نمـو می‌شـوند، پژوهـش حاضـر، داده‌هـای پایـه‌ای در مـورد امنیـت غـذایی و سـلامت مصرف‌کننـدگان بـرای دو وزارت‌خانـه‌ی مرتبـط (کشـاورزی و بهداشـت) و سـازمان حفاظـت محیط‌زیسـت از نظـر میـزان غلظـت فلـزات سـنگین فراهـم مـی‌آورد. هم‌چنیـن، آمـوزش کشـاورزان در اسـتفاده‌ی صـحیح از کودهـای شـیمیایی و جای‌گزینـی آن‌هـا بـا کودهـای آلـی می‌توانـد از ایـن قبیـل آلودگی‌هـا در محصـولات زراعـی بکاهـد. از طرفـی، بـرای حفـظ بازارهـای بین‌المللـی کشـمش تولیـدی و صـادرات آن، ایمن‌بـودن ایـن مـاده خوراکـی بسـیار مهـم اسـت. آلودگـی بـا فلـزات سـنگین، یکـی از مـوارد عدم‌ایمنـی کشـمش اسـت کـه می‌توانـد سـبب بی‌اعتمـادی مصرف‌کننـدگان بـه ایـن محصـول و آثـار زیان‌بـار بلندمـدت بـرای کشـور شـود. انجـام پژوهش‌هـای این‌چنینـی می‌توانـد بـه شناسـایی منابـع آلودگـی کشـمش و اقـدام جهـت رفـع آن‌هـا کمـک کنـد.

تشکر و قدردانی

ایـن مقالـه حاصـل طـرح تحقیقاتـی (۵-۱-۸۴/۱۹۸) پژوهشـکده‌ی انگـور و کشـمش دانشـگاه ملایـر اسـت. نویسـندگان بدین‌وسـیله از پژوهشـکده‌ی مذکـور جهـت تامیـن هزینه‌هـای ایـن تحقیـق سـپاس‌گزاری می‌کننـد.

References

1- Radwan MA, Salama AK. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food Chem. Toxicol. 2006; 44(8):1273-78.
2- Shaheen N, Irfan NM, Khan IN, Islam S, Islam MS, Ahmed MK. Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh. Chemosphere. 2016; 152:431-8.
3- Yang J, Lv F, Zhou J, Song Y, Fei L. Health Risk Assessment of Vegetables Grown on the Contaminated Soils in Daye City of Hubei Province, China. Sustainability. 2017; 9(11):2141-55.
4- Khan S, Cao Q, Zheng YM, Huang YZ, Zhu YG. Health risk of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with waste water in Beijing, China. Environ. Pollut. 2008; 152(3):686–92.
5- Karadeniz F, Durst RW, Wrolstad RE. Polyphenolic composition of raisins. J Agric Food Chem. 2000; 48(11):5343-50.
6- Yeung CK, Glahn RP, Wu X, Liu RH, Miller DD. In vitro iron bioavailability and Antioxidant activity of raisins. J Food Sci. 2003; 68(2):701-705.
7- Zhao B, Califford A, Hall III. Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. Food Chem. 2008; 108(2):511-518.
8- Fabani MP, Baroni MV, Luna L, Lingua MS, Monferran MV, Panos H, et al. Changes in the phenolic profile of Argentinean fresh grapes during production of sun-dried raisins. J Food Compos Anal. 2017; 58:23-32.
9- Ziarati P, Moshiri IM, Sadeghi P, Mohammadi S. Grape Pomace Flour (Vitis spp.) from Shiraz in South of Iran by High Trace Mineral Elements as Food Supplements. SF Drug Del Res J. 2017; 1(1): 1-9.
10- Sharma S, Prasad FM. Accumulation of Lead and Cadmium in Soil and Vegetable Crops along Major Highways in Agra (India). E-J Chem. 2010; 7(4):1174-83.
11- Çolak M. Heavy metal concentrations in sultana-cultivation soils and sultana raisins from Manisa (Turkey). Environ Earth Sci. 2012; 67(3):695–712.
12- Rahbar F, Mobini Dehkordi A. A New Approach to the Food Security Strategy (From Sustainable Food Supply). Journal of Economic Research. 2004; 4(14):1-18. (In Persian).
13- Issaks E, Srivastava R. an introduction to applied geostatistics. 3rd ed. New York: Oxford University Press; 1989:540-65.
14- Jing J, Logan TJ. Effect of sewage sludge cadmium concentration on Chemical extractability and plant uptake. J Environ Quall. 1991; 21(1):73-81.
15- Fu J, Zhou Q, Liu J, Liu W , Wang T, Zhang Q, et al. High levels of heavy metals in rice from a typical e-Waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere. 2008; 71(7):1269-75.
16- Parvaneh V. Quality control and chemical tests of food.1st ed. Tehran: Tehran University Press; 2013: 325. (In Persian)
17- Sheikh al-Islam R. From Nutrition to Food Safety. [Cited 2018 October 6]. 2005. Available from: http:// www.salamatiran.com.
18- Aung LH, Jenner JF. Detection of 2, 4, 6-trichloroanisole in microorganism-free irradiated raisins by solid-phase microextraction and GC-MS. J Stored Prod Res. 2004; 40(4):451-459.
19- Juan C, Zinedine A, Moltó JC, Idrissi L, Mañes J. Aflatoxins levels in dried fruits and Nuts from Rabat-Salé area, Morocco. Food Control. 2008; 19(9):849-853.
20- 20- Sarkar B. Heavy metals in the environment.2nd ed. New York: Marcel Dekker Press; 2002:1-20.
21- Sathawara NG, Parikh DJ, Agarwal YK. Essentail heavy metals in environmental samples from western India. Bul Environ Contam Toxicol. 2004; 73(4):756-61.
22- Jarup L. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull. 2003;68(1):167-82.
23- Khirabadi H, Afioni M, Aiobi SH, Sofianian A. Risk Assessment of Heavy Metals in Soil and Crops of Major Edible in Hamadan Province, Journal of Water and Soil Science. 2015;19(74):27-37(In Persian).
24- Onyedikachi UB, Belonwu DC, Wegwu MO. Human health risk assessment of heavy metals in soils and commonly consumed food crops from quarry sites located at Isiagwu, Ebonyi State. Ovidius Univ Ann Chem. 2018; 29(1):8-24.
25- Calisir F, Akman S. Survey of lead and copper in Turkish raisins. Food Addit Contam. 2007; 24(9):960-68.
26- Jeszka-Skowron M, Zgoła-Grześkowiak A, Stanisz E,

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

Waśkiewicz A. Potential health benefits and quality of dried fruits: goji fruits, cranberries and raisins. Food Chem. 2017; 221 (15):228-236

27- Zheng N, Wang Q, Zheng D. Health risk of Hg, Pb, Cd, Zn, and Cu to the inhabitants around Huludao Zinc Plant in China via consumption of vegetables. Sci. Total Environ. 2007; 383(1-3):81-89.

28- Nouri, H. Moisture Analysis on Precipitation Days During vitis vinifera Growth in Hamedan Province Vineyards. Ijfas Journal. 2013; 2(S2):1356-62.

29- Jia L, Wang W, Li Y, Yang L. Heavy metals in soil and crops of an intensively farmed area: a case study in Yucheng City, Shandong Province, China. Int J Environ Res Public Health. 2010; 7(2):395-412.

30- Mirzaei M, Marofi S, Solgi E, Abbasi M, Karimi R. Evaluation of Heavy Metal Contamination Ecological Risk in a Food-Producing Ecosystem. Journal of Health Research in Community. 2017; 3(2): 1-16(In Persian).

31- Food and Feed. Maximum limit of heavy metals, Institute of Standard and Industrial Research of Iran. Iranian National Standard; July 2013: 5p. Publication Number: 12968. (in Persian)

32- Aghili F, Khoshgoftarmanesh A. H, Afyuni M, and Schulin R. Health Risks of Heavy Metals through Consumption of Greenhouse Vegetables Grown in Central Iran. Hum. Ecol. Risk Assess. 2009; 15 (5): 999–1015.

33- Mesdaghinia AR, Nasseri S, Hadi M. Assessment of Carcinogenic Risk and Non-Carcinogenic Hazard Quotient of Chromium in Bottled Drinking Waters in Iran. Iran J Health & Environ. 2016; 9(3):347-358.

34- USEPA. Methodology for deriving ambient water quality criteria for the protection of human health. Washington DC: United States Environmental Protection Agency; October 2000: 185pp. Publication Number: EPA-822-B-00-004.

35- Nkpaa K.W, Patrick-Iwuanyanwu K.C, Wegwu M.O, Essien E. B. Health risk assessment of hazardous metals for population via consumption of seafood from Ogoniland, Rivers State, Nigeria; A case study of Kaa, B-Dere, and Bodo City. Environ. Monit. Assess. 2016; 188(9):1-10.

36- US EPA. Hudson River PCBs reassessment RI/FS, Phase 2 Human Health Risk Assessment. Scope of work, Region II, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. 290 Broadway New York. N.Y; July 1998:33pp. Publication Number: 10007.

37- ATSDR (Agency for toxic substance and disease registry). Public health assessment and health consultation. CENEX supply and marketing, Incorporated, Quicy, Grant County, Washington: 2010.

38- Demirezen D, Aksoy A. Heavy metal levels in vegetables in Turkey are within safe limits for Cu, Zn, Ni and exceeded for Cd and Pb. J Food Qual. 2006; 29(30):252–265.

39- Liu CW, Liang CP, Huang FM. Assessing the human health risks from exposure of inorganic arsenic through oyster (Crassostreagigas) consumption in Taiwan. Science.Total Environ. 2007; 361:57–66.

40- US EPA. Regional Screening level (RSL) for chemical contaminant at superfound sites, U.S. Environmental Protection Agency; March 2015: 176pp. Publications Number: epa02154.

41- IARC (International Agency for Research on Cancer). Agents Classified by the IARC Monographs; July 2019:102pp. Publications Number: 112.

42- Joint FAO/WHO Food Standard Programme, Codex Alimentarius Commission, 24th Session Geneva, Switzerland; July 2001:300pp. Publications Number: 112.ALINORM 01/12A.

43- Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. Heavy metals in vegetables collected from production and market sites of a tropical urban area of India. Food Chem Toxicol. 2009; 47(3):583-91.

44- Radwan MA, Salama AK. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food Chem-Toxicol. 2006; 44(8):1273-78.

45- Marais AD, Blackhurst D. Do heavy metals counter the potential health benefits of wine? Journal of Endocrinology, Metabolism and Diabetes of South Africa. 2009; 14(2):77-79.

46- Gebrekidan A, Weldegebriel Y, Hadera A, Van der Bruggen B. Toxicological assessment of heavy metals accumulated in vegetables and fruits grown in Ginfel River near Sheba Tannery, Tigray, Northern Ethiopia. Ecotoxicol Environ Saf. 2013; 95(1):171-78.

47- Türkdoğan MK, Kilicel F, Kara K, Tuncer I, Uygan I. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. Environ Toxicol Pharmacol. 2003; 13(3):175-79.

48- Akrida-Demertzi K, Demertzis P.G, Koutinas A.A. pH and Trace-Elements Content in Raisin Extract Industrial-Scale Alcoholic Fermentation. Biotechnol and Bioeng. 1988; (31):666-9.

49- Dabeka R.W, McKenzie A.D, Pepper K. Lead contamination of raisins sold in Canada. Food Addit and Contam. 2002; 19 (1):47-54.

50- 50- Olalla M, Fernandez J, Cabrera C, Navarro M, Gimenez R, Lopez M.C. Nutritional Study of Copper and Zinc in Grapes and Commercial Grape Juices from Spain. J. Agric. Food Chem. 2004; 52(9): 2715−20.

51- Bagdatlioglu N, Nergiz C, Ergonul PG. Heavy metal levels in leafy vegetables and some selected fruits. J Verbr Lebensm. 2010; 5(3-4):421–28.

52- Sattar A, Wahid M, Durrani S.H. Concentration of selected heavy metals in spices, dry fruits and plant nuts. Plant Food Hum Nutr. 1989; 39(3):279-86.

53- Das HK, Mitra AK, Sengupta PK, Hossain A, Islam F, Rabbani GH. Arsenic concentrations in rice, vegetables and fish in Bangladesh: A preliminary study. Environ Int. 2004; 30(3):383–87.

54- Abbas M, Parveen Z, Iqbal M, Riazuddin, Iqbal S, Ahmad M, et al. Monitoring of Toxic Metals (Cadmium, Lead, Arsenic and Mercury) in Vegetables of Sindh, Pakistan. Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology. 2010; 6(2):60-65.

55- Fang Y.L, Zhang A, Wang H, Li H, Zhang Z.W, Chen S.X, et al. Health risk assessment of trace elements in Chinese raisins produced in Xinjiang province. Food Control. 2010; 21(5):732-39.

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]

Carcinogenic and Non-Carcinogenic Risk Assessment of Some Heavy Metals Due to Consumption of Raisin Produced in Malayer City

Eisa solgi[1]*, Tarokh khodadadi[2]

[1]*Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University*
[2]*Ph.D. Student of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University*

Abstract

Introduction: The contamination of agricultural products to heavy metals possesses one of the serious health hazards to consumers, as some of these elements have carcinogenic properties and others can cause damage to various organs of the human body.

Objectives: The purpose of this study was to determine the carcinogenic and non-carcinogenic risk of some heavy metals due to the consumption of raisin produced in Malayer city.

Methods: For the purpose of this study, 50 raisin samples including Sultanu raisin (13 samples), Golden raisin (12 samples), Shade-dried raisin (13 samples), and Sun-dried raisin (12 samples) were collected from industrially and traditionally produced raisin. Then, heavy metals including cadmium, lead, nickel, copper, zinc, and arsenic were measured in the samples by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry. The quantitative risk assessment was conducted based on the United States Environmental Protection Agency method.

Results: According to the obtained results, the mean concentrations of arsenic, copper, and nickel in raisin samples were 0.17 ± 0.06 (accepted level 0.1), 3.07 ± 0.09 (accepted level 0.3), and 4.72 ± 0.99 (accepted level 0.5) mg/kg. The highest average concentration of heavy metals was related to Sultanu and Golden raisins. The highest estimated daily intake (EDI), target hazard quotient (THQ), and carcinogenic risk (CR) belonged to the nickel element.

Conclusion: The results showed that the mean concentrations of As, Ni, and Cu in raisin samples were higher than the level recommended by the FAO/WHO. The EDI level of all elements in all types of raisin was less than the provisional tolerable daily intake (PTDI) proposed by the FAO/WHO and Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) and the Iranian Institute for Standard and Industrial Research (IRIS). Thus, their long-term uses do not have any specific non-carcinogenic effect on consumers while they can possess carcinogenic effects.

Keywords: Heavy Metals; Raisin; Malayer City; Cancer Risk; Contamination; EDI

Please cite this article as follows:

Solgi E, Khodadadi T. Evaluation of Carcinogenic and Non-Carcinogenic Risk Assessment of Some Heavy Metals Due to Consumption of Produced Raisin in Malayer City. Hakim Health Sys Res. 2019; 22(3): 199-211.

***Corresponding Author:** Associated Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, 4th Kilometer of Malayer-Arak Rd., Malayer, Iran. Tel: +98-8133339841, Fax: +98-8133339844, Email: e.solgi@yahoo.com

[Downloaded from hakim.tums.ac.ir on 2024-09-28]