مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۵۲۳ تا ۵۳۴

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی فلزات سنگین در میوه‌های سیب و زردآلوی باغ‌های شهرستان‌های زنجان و ماهنشان استان زنجان در سال ۹۵

محمد هادی دهقانی[۱]، غلامرضا جاهد خانیکی[۱]، رمضان فلاح[۲]، نرگس خدامرادی وطن[۱،*]، لیلا تابنده[۳]
۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲- دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران
۳- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۲۲
تاریخ ویرایش: ۹۶/۱۰/۱۲
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۹
تاریخ انتشار: ۹۶/۱۲/۱۶

واژگان کلیدی: سیب، زردآلو، فلزات سنگین، زنجان

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
ngkh.858@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: فلزات سنگین از عناصر سمی هستند که می‌توانند وارد غذا شوند و بر سلامتی افرادی که غذاهای آلوده را مصرف می‌کنند اثر بگذارند. مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت فلزات سنگین در میوه و برآورد میزان مواجهه با فلزات سنگین از طریق مصرف میوه انجام گردید.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی- مقطعی با انجام نمونه برداری تصادفی تعداد ۶۰ نمونه (۳۵ نمونه میوه سیب و ۲۵ نمونه میوه زردآلو) از باغ‌های اطراف شهرهای زنجان و ماهنشان در سال ۹۵ گرفته شد و غلظت عناصر سرب، کادمیوم، روی و مس با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل آماری نیز با نرم افزار SPSS صورت پذیرفت.

یافته‌ها: میانگین غلظت عناصر در نمونه‌ها به ترتیب: فلز سرب (۰/۱۲۱ mg/kg wet weight)، کادمیوم (۰/۰۵۲ mg/kg wet weight)، روی (۱۰/۶۳ mg/kg dry weight) و مس (۴/۹۹ mg/kg dry weight) بود. میانگین غلظت فلز سرب در سیب و زردآلو به ترتیب ۰/۱۷ و ۰/۰۵۷ mg/kg wet weight، کادمیوم ۰/۰۸ و ۰/۰۰۳ mg/kg wet weight، روی ۹/۱۵ و ۱۲/۷ mg/kg dry weight، مس ۴/۴ و ۵/۸۳ mg/kg dry weight به‌دست آمد. ۲۸/۳ درصد از نمونه‌ها آلودگی به سرب، ۱۳/۳ درصد آلودگی به کادمیوم و ۳/۳ درصد آلودگی به روی داشتند، آلودگی به مس بیشتر از حد مجاز دیده نشد. غلظت عناصر در شهر زنجان بیشتر از ماهنشان بود. غلظت سرب و کادمیوم در میوه سیب بالاتر از زردآلو و روی و مس در زردآلو بیشتر از سیب بود.

نتیجه‌گیری: آلودگی به فلزات سنگین غالبا در نمونه‌های متعلق به باغ‌های اطراف کارخانه‌ها و معادن سرب و روی دیده شد. ولی با مصرف این میوه‌ها مطابق با سرانه اعلام شده در استاندارد ملی، ریسک ابتلا به بیماری‌های غیر سرطانی وجود ندارد.

Please cite this article as: Dehghani MH, Jahed Khaniki GR, Fallah R, Khodamoradi Vatan N, Tabande L. Determination of heavy metals in apples and apricots in Zanjan and Mahneshan gardens in 2016. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;10(4):523-34.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

مقدمه

ایمنـی مواد غذایی یک نگرانی عمده در جهان اسـت. در طی چنـد دهه گذشته افزایش تقاضا از ایمنی مواد غذایی، منجر به تحقیقات بیشـتر در زمینه خطر مرتبـط با مصرف مواد غذایی آلوده به آفت‌کش‌ها، فلزات سـنگین و یا سموم شده است (۱). فلزات سـنگین از عناصر سمی هسـتند که می‌توانند وارد غذا شوند و بر سلامتی افرادی که غذاهای آلوده را مصرف می‌کنند اثر بگذارند (۲). به‌طور کلی یک رژیم غذایی غنی از میوه‌ها که منابع خوبی از ویتامین ث، کاروتنوییدها، مواد معدنی (بخصوص منیزیم و پتاسیم) و انواع مختلفی از آنتی اکسیدان‌ها و فیبرها (پکتین) هسـتند، نقش محافظت‌کننـده در برابر بیماری‌های مزمـن و دژنراتیو مانند سـرطان‌ها و بیماری‌های قلبی عروقی دارنـد (۳). اما ایـن گیاهان حاوی فلزات ضـروری و همچنین فلزات سمی، در طیف وسیعی از غلظت هستند. در مورد فلزات سنگین نقش‌های مثبت و منفی در زندگی انسان گزارش شده اسـت. برخی مانند کادمیوم، سرب و جیوه از آلاینده‌های مهم مواد غذایی هستند و ممکن است مهمترین مشکل برای محیط زیست در نظر گرفته شوند در حالی‌که برخی دیگر مانند آهن، روی و مس برای انجام واکنش‌های بیوشیمیایی ضروری هستند (۴). سـرب از دیر باز، به‌عنوان یک سم متابولیک شناخته شده است، برخی علایم مسمومیت با سرب، خستگی شدید، رخوت، ناراحتی‌های خفیف شکمی و کم خونی اسـت (۵). البته حتی فلزات سنگین با اثرات مفید هم در مقادیر بالا مضر هستند (۶). افزایـش مقدار مس در بدن حیوانات و انسـان موجب تخریب کبد، کلیـه و مغز شده که منجر به مخاطـرات خونی می‌شود (۷). دریافت فلزات سـنگین می‌تواند باعث اختلال در عملکرد عصبی، آسـیب به کلیه‌ها، کبد و سـایر اندام‌های حیاتی گردد (۸). فلزات سـنگین پس از ورود به بـدن، در بافت‌هایی مانند چربـی، عضلات، اسـتخوان‌ها و مفاصل رسـوب کرده و تجمع می‌یابنـد که این امر باعث بروز بیماری‌هـا و عوارض متعددی در بدن می‌گردد. این فلزات می‌توانند باعث توسـعه و گسترش عفونت‌هـای ویروسـی، باکتریایـی و قارچی شونـد، همچنین می‌توانند جایگزین سـایر املاح و مـواد معدنی مورد نیاز بدن گردند (۹). منابع فلزات سـمی در محیط زیست، سوخت‌های فسـیلی، منابع اسـتخراج معادن، فاضلاب‌هـای شهری و دفع زباله‌ها در محیط زیست است. همچنین محیط زیست می‌تواند به دلیل اسـتفاده از سموم کشاورزی، آفت کش‌ها، علف کش‌ها و کودهـا به فلزات آلوده شود. این فلزات به دلیل تجزیه ناپذیر بودن در محیط پایدارند و وارد زنجیره غذایی می‌شوند. با توجه به اینکه انسان برای حیات خود نیاز به غذا دارد، بنابراین مسیر اصلی ورود فلزات سـنگین به بدن انسان از طریق مصرف مواد غذایی آلوده است (۱۰).

بررسـی‌های محدود انجام شده نشـان می‌دهد که در باغ‌های اطراف کارخانه‌های فرآوری سرب و روی استان زنجان، افزایش غلظت عناصر سـنگین مثل سـرب، روی و کادمیوم در برگ و میوه‌ها دیده می‌شود و شکایت‌های متعددی در محاکم قضایی مبنی بـر تاثیر این کارخانه‌ها بر آلودگی میوه‌ها به دلیل تخلیه پسماندهای کارخانه‌های سرب و روی در اطراف باغ‌های مجاور به کارخانه‌ها صورت گرفته اسـت و ضروری است که تحقیقات جامعی در این باره صورت گیرد. هدف از این مطالعه، دستیابی به تصویر کلی از نظر وجود فلزات سـنگین در میوه‌های سـیب و زردآلـوی تولیدی اسـتان به دلیل سـطح زیر کشـت بالا در مناطق مورد بررسی و مصرف غالب جمعیت از این دو نوع میوه اسـت تا بتوان ضمن تعیین برآورد دقیق‌تری از وضعیت موجود آلاینده‌هـا، تحقیقات آینده را با هدف رفع مشـکلات مربوط به این عناصر و آلاینده‌ها، به نحو شایسته‌ای سامان بخشید. اشاره به این نکته ضروری اسـت که حداکثر غلظت مجاز فلز سـرب و کادمیوم در اسـتاندارد ملی ایران که برابر با اسـتاندارد اعلام شده توسـط کمیته مشترک سـازمان خواربار و کشاورزی ملل متحـد (FAO) و سـازمان بهداشت جهانی (WHO) اسـت برای میوه‌های دانه‌دار (سیب) و میوه‌های هسته‌دار (زردآلو) به ترتیـب ۰/۱ و ۰/۰۵ mg/kg wet weight (۱۱) و حداکثـر غلظت مجاز روی و مس در اسـتاندارد اعلام شده توسط کمیته مشـترک سـازمان خواربار و کشـاورزی ملل متحد و سازمان بهداشـت جهانی به ترتیـب ۶۰ و ۴۰ mg/kg dry weight است (۱۲، ۱۳).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

مواد و روش‌ها

ایـن مطالعه توصیفی– مقطعی از خرداد سـال ۱۳۹۵ آغاز شد و تـا تاریـخ دی ماه ۹۵ به طول انجامید. غلظت عناصر سـرب و کادمیـوم بـر حسـب (mg/kg wet weight) (به جهت سـهولت در مقایسه با اسـتاندارد ملی) و غلظت روی و مس بر حسب (mg/kg dry weight) (به جهت سهولت در مقایسه با اسـتاندارد FAO/WHO) محاسـبه گردید. نمونه میوه از باغ‌هایی با سـطح عمده زیر کشت برداشته شد. نمونه‌ها در کل از ۶۰ بـاغ و به صـورت تصادفی به این صـورت گرفته شد که از چندین قسـمت هر بـاغ و از هر درخـت در جهات مختلف میـوه برداشت شد، میوه‌ها با هـم مخلوط و یک نمونه تصادفی گرفته شد، در آزمایشـگاه هم از قسمت‌های مختلف میوه برش زده شـد و برش‌ها با هم مخلوط و یـک نمونه کاملا تصادفی و مرکب بدست آمد. تعداد نقاط نمونه‌برداری بر مبنای سطح زیر کشـت میوه‌های مذکور در نظر گرفته شد. به دلیل بالاتر بودن سـطح زیر کشت میوه سیب نسـبت به زردآلو در زنجان تعداد نمونه سیب بیشتر و به علت بالاتر بودن سطح زیر کشت زردآلو نسـبت به سـیب در ماهنشـان تعداد نمونه زردآلوی بیشتری گرفته شد. به این صورت که تعداد ۳۵ نمونه سـیب (۲۵ نمونه زنجـان و ۱۰ نمونه ماهنشـان) و ۲۵ نمونـه زردآلو (۱۵ نمونه ماهنشان و ۱۰ نمونه زنجان) جمع آوری گردید. نمونه‌گیری از میوه‌ها صرفا در زمان رسیدگی کامل میوه و زمان برداشت آنها توسط باغداران و ارائه آنها به بازار میوه و تره بار صورت گرفت. به‌منظـور جلوگیری از هدر رفتن رطوبـت میوه‌های برداشتی، آنهـا در داخل نایلون‌های پلی اتیلنـی ذخیره و پس از زدن بر چسـب، به آزمایشـگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، نمونه‌ها با آب مقطـر شستشـو و در آون با دمای ۶۰ الی ۶۵°C خشـک و با آسـیاب برقی پـودر شدند. سـپس ۱g از نمونه‌های میوه را به‌صـورت مجزا، داخل ظـروف ۱۰۰ mL ریخته و ۱۵ mL از مخلوط سه اسید (اسـیدنیتریک با درجه خلوص ۷۰ درصد، اسـید پرکلریدریک ۶۵ درصد و اسید سـولفوریک ۷۰ درصد) به نسـبت ۱:۱:۵ اضافه شد. سـپس مخلوط‌ها در دمای ۸۰°C هضم شدند، تا اینکه محلول شفافی به‌دسـت آمد و با استفاده از آب مقطـر به حجم ۵۰ mL رسـانده شد و محلول‌ها، جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین آماده شدند (۱۴).

غلظت عناصر سنگین مس، روی، کادمیوم و سرب در میوه‌های تحت مطالعه، با اسـتفاده از دسـتگاه جـذب اتمی شعله (مدل Avanta P از کمپانیGBC، سـاخت کشور استرالیا) تعیین شد. انـدازه گیری‌های مس، روی، کادمیوم و سـرب به ترتیب در طـول موج‌هـای ۳۲۴/۷، ۲۱۳/۹، ۲۲۸/۸ و ۲۱۷ nm بوده و عـرض شـکاف برای مـس و روی ۰/۵، سـرب ۱ و کادمیوم ۰/۵ nm تنظیـم شد. به‌منظور برآورد غلظت عناصر براسـاس وزن تر، باید ماده خشـک هر نوع میوه را به‌دسـت آورد. به این منظور از هر نوع میوه تازه در سه تکرار، مقداری برداشته و پس از توزین در آون در دمای ۱۰۵ °C به مدت ۲۴ h گذاشته شد و ماده خشک به‌دست آمد.

حد تشـخیص دسـتگاه جذب اتمی مورد اسـتفاده بر حسـب mg/L بـرای عناصر مـس، روی، کادمیوم و سـرب به ترتیب ۰/۰۲۷، ۰/۰۱۴، ۰/۰۰۸ و ۰/۰۴ محاسبه شد. همچنین، جهت کنترل دقـت و تکرارپذیـری روش، درصد انحراف اسـتاندارد نسبی محاسبه شد که برای عناصر مس، روی، کادمیوم و سرب به ترتیب برابر با ۱/۴، ۲/۳، ۰/۸۵ و ۱/۶ درصد به دست آمد.

میـزان مواجهه مردم منطقـه از طریق مصرف ایـن میوه‌ها با استفاده از معادلات ۱ و ۲ محاسبه گردید:

میزان دریافت روزانه ملی، برای تخمین بیشینه رواداری فلزات سنگین به شرح زیر استفاده می‌گردد (۱۱):

(۱)

میـزان دریافت روزانه ملی= سـرانه مصرف ملی آن محصول * بیشینه رواداری فلز سنگین برای هر محصول

بیشینه رواداری فلز سنگین بر حسب mg/kg wet weight و سرانه مصرف ملی محصول بر حسب kg/day است.

این پارامتر، تخمینی از مقدار مصرف قابل تحمل موقتی روزانه (Provisional Tolerable Daily Intake (PTDI)) آلاینده مورد نظر (فلز سـنگین) در مدت طولانی اسـت که از

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

تقسیم بیشینه نظری میزان دریافت روزانه ملی بر میانگین وزن بدن شخص بالغ ۶۰ kg محاسبه می‌شود و به‌عنوان درصدی از مقدار قابل تحمل موقتی روزانه آلاینده مورد نظر (فلز سنگین) بیان شده که نباید از PTDI اعلام شده در استاندارد ملی ایران بالاتر گردد. در مرحله بعد برای میوه‌های مذکور، احتمال خطرپذیری و مواجهه با بیماری‌ها (Hazard quotient) با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$HQ=Intake/RfD \quad (۲)$$

که در آن:

HQ (Hazard quotient): احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیرسرطانی

Intake: مقدار ورود عناصر سنگین به دستگاه گوارش انسان بر حسب mg/kg bw/day

RfD (Oral reference dose): حداکثر غلظتی از عنصر است که برای انسان مشکلی ایجاد نمی‌کند و مقدار آن برای سرب، کادمیوم، روی و مس به ترتیب برابر با ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۱، ۰/۳ و ۰/۰۴ mg/kg bw/day است.

اگر مقدار HQ کمتر از یک به‌دست آمد مصرف کننده از اثرات سوء بیماری‌های غیرسرطانی در محدوده امن قرار دارد و اگر بیشتر از یک شود احتمال تاثیرات بیماری غیرسرطانی با افزایش مقدار HQ افزایش می‌یابد (۱۵). آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت. ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد. سپس از آزمون تی تست (t-test) برای عنصر مس که داده‌ها دارای توزیع نرمال بود و از آزمون من ویتنی (Man-whithny) برای سرب و کادمیوم و روی، که داده‌ها دارای توزیع نرمال نبودند، استفاده گردید.

یافته‌ها

آنالیز داده‌ها به این صورت انجام شد که ابتدا در کل نمونه‌ها که برابر با ۶۰ نمونه بود آنالیز انجام گرفت. سپس آنالیز در نمونه‌های دو شهرستان به صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن متغیر نوع میوه انجام شد. همچنین آنالیز داده‌ها در دو نوع میوه به صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن متغیر شهرستان انجام شد و نهایتا در آنالیز داده‌ها هم متغیر شهرستان و هم نوع میوه مدنظر قرار گرفت. بنابراین تعداد نمونه‌های ثبت شده در جدول بنا به اینکه بر چه اساسی آنالیز شده است متغیر است.

جدول ۱- میانگین غلظت عناصر به تفکیک شهر و نوع میوه(mg/kg)

فلز	شهر	میوه	تعداد	میانگین	کمترین غلظت	بیشترین غلظت
سرب	زنجان	سیب	۲۵	۰/۲۲ ± ۰/۳۳	nd	۱/۱۸
		زردآلو	۱۰	۰/۰۸ ± ۰/۱۴	nd	۰/۴۵
	ماهنشان	سیب	۱۰	۰/۰۱۴ ± ۰/۰۴	nd	۰/۱۵
		زردآلو	۱۵	۰/۰۴ ± ۰/۰۵	nd	۰/۱۶
	کل نمونه ها		۶۰	۰/۱۲۱ ± ۰/۲۴	nd	۱/۱۸
کادمیوم	زنجان	سیب	۲۵	۰/۱۲ ± ۰/۴۳	nd	۲/۱۸
		زردآلو	۱۰	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۱	nd	۰/۰۴
	ماهنشان	سیب	۱۰	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۲	nd	۰/۰۷
		زردآلو	۱۵	nd	nd	nd
	کل نمونه ها		۶۰	۰/۰۵۲ ± ۰/۲۸۳	nd	۲/۱۸

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

ادامه جدول ۱- میانگین غلظت عناصر به تفکیک شهر و نوع میوه(mg/kg)

فلز	شهر	میوه	تعداد	میانگین	کمترین غلظت	بیشترین غلظت
روی	زنجان	سیب	۲۵	۱۱/۴۴ ± ۱۸/۰۶	۰/۶	۶۸/۴
		زردآلو	۱۰	۱۰/۲ ± ۵/۱۸	۱/۶	۲۱/۲
	ماهنشان	سیب	۱۰	۳/۴ ± ۲/۰۷	۰/۵	۵/۸
		زردآلو	۱۵	۱۴/۴ ± ۲/۹۴	۹/۵	۲۰
	کل نمونه ها		۶۰	۱۰/۶۳ ± ۱۲/۳۳	۰/۵	۶۸/۴
مس	زنجان	سیب	۲۵	۴/۹۲ ± ۲/۸۶	۰/۸	۱۰/۶
		زردآلو	۱۰	۵/۹ ± ۵/۷۸	۱/۲	۱۹/۵
	ماهنشان	سیب	۱۰	۳/۰۹ ± ۲/۵۷	۰/۵	۸/۴
		زردآلو	۱۵	۵/۸ ± ۲/۰۹	۲/۶	۱۰
	کل نمونه ها		۶۰	۴/۹۹ ± ۳/۳۷	۰/۵	۱۹/۵

nd: مخفف ناچیز و غیر قابل اندازه‌گیری است.

با توجه به جدول ۱ بیشترین غلظت سرب و کادمیوم و روی در میوه سیب زنجان و بیشترین غلظت مس در زردآلوی زنجان دیده شد. همچنین میانگین غلظت سرب و کادمیوم در میوه سیب زنجان بیشترین و میانگین غلظت روی و مس به ترتیب در زردآلوی ماهنشان و زردآلوی زنجان بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد.

جدول ۲- میانگین مقدار دریافت روزانه عناصر در نمونه‌های مورد بررسی (mg/kg bw/day)

نوع میوه	سرانه مصرف(kg/day)	نام شهر	سرب میانگین دریافت	کادمیوم میانگین دریافت	روی میانگین دریافت	مس میانگین دریافت
سیب	۰/۱۱۶۷	ماهنشان	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۸۷	۰/۰۰۰۷۹
		زنجان	۰/۰۰۰۴۲	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۱۳
زردآلو	۰/۰۳۳۴	ماهنشان	۰/۰۰۰۰۲	nd	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۴۷
		زنجان	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۸۳	۰/۰۰۰۴۸
		*حدود مجاز	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۱	۱	۰/۵

*PTDI: حداکثر میزان دریافت قابل تحمل موقتی روزانه

با توجه به جدول ۲ میانگین دریافت فلز روی از طریق مصرف دو نوع میوه تحت بررسی بیشترین و میانگین دریافت فلز کادمیوم کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

بحث

در ایـن مطالعـه نتایج نشـان داد که غلظت سـرب در ۱۳/۴ درصد از نمونه‌های زردآلوی ماهنشـان، ۵۲ درصد از نمونه‌های سـیب زنجان و ۳۰ درصد از نمونه‌هـای زردآلوی زنجان بالاتر از اسـتاندارد ملی و غلظت کادمیوم در ۱۰ درصد از نمونه‌های سـیب ماهنشان و ۲۸ درصد از نمونه‌های سیب زنجان بالاتر از اسـتاندارد ملی بود. غلظت روی نیـز در ۸ درصد از نمونه‌های سیب زنجان بالاتر از استاندارد FAO/WHO بود.

با توجه به وجود کارخانه‌ها و کارگاه‌های فرآوری متعدد سـرب و روی از جملـه شهـرک تخصصـی روی در جنـوب زنجـان، شرکت ملی فرآورده‌های سـرب و روی ایـران در شرق زنجان و همچنیـن وجود معـدن و کارخانه فرآوری سـرب و روی در شهرسـتان ماهنشـان از جمله معـدن سـرب و روی انگوران، احتمال آلودگی محصولات کشـاورزی به فلزات سنگین وجود دارد. ایـن آلودگـی می‌توانـد از طـرق مختلف ماننـد خاک، آب، رسـوبات جـوی و ... اتفاق افتـد. در مطالعه‌ای که بر روی خاک‌های ماهنشـان، زنجان و دیگر شهرستان‌های استان انجام شده اسـت غیر از چنـد نمونه خاک که در مجـاورت کارخانه سـرب و روی بوده است، سـایر نقاط آلودگی به عناصر سنگین نداشته‌اند (۱۶). همچنین در بررسـی فلزات سـنگین در ذرات راسـب شونده از هوای شهر زنجان، ترتیب نزولی ترسیب فلزات بـه شکـل، کروم < کادمیوم < سـرب < روی، بوده اسـت که وجـود صنایع و معادن وابسـته به سـرب و روی عامل آلودگی ذرات راسـب شونده به فلزات سـنگین، بخصوص سرب و روی شناخته شده اسـت. همچنین یک ضریب همبسـتگی بالا بین دو فلز سـرب و روی وجود داشته اسـت که بالا بودن ترسـیب این دو فلـز، به‌علت یک منبع انسان‌سـاز (فعالیت کارخانجات و صنایع وابسـته به سـرب و روی) در استان دانسته شده است (۱۷). در این مطالعه میانگین فلز سرب در میوه‌های شهرستان ماهنشان، از اسـتاندارد ملی بسیار پایین‌تر بود و اختلاف آن از اسـتاندارد در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. این در حالی بود که میانگین غلظت سـرب در نمونه‌های شهرستان زنجان بالاتر از حد استاندارد بود ولی اختلاف آن از استاندارد، از نظر آماری در سـطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. در ضمن اختلاف میانگین سرب در دو شهرسـتان مورد مطالعه معنی‌دار بود. همچنین میانگین غلظت فلز سـرب در میوه سـیب (مجموع نمونه‌های زنجان و ماهنشان) علاوه بر اینکه از استاندارد ملی بالاتر بود، در مقایسه بـا مطالعه‌ای که در لهسـتان بر روی میوه سـیب انجام شد و میانگین فلز سـرب ۰/۰۷۸ mg/kg wet weight بدسـت آمد نیز بالاتر بود (۳). با بررسـی نقاط آلوده از نظر فلز سـرب نتایج نشان دادند که نمونه‌های آلوده مربوط به باغ‌های اطراف کارخانه‌ها و کارگاه‌های فرآوری سـرب و روی و مسـیر حرکت ماشین‌هـای حمل خـاک از معدن به سـمت کارخانه فرآوری سـرب و روی بوده اسـت. با توجه به اینکه پسماندهای حاصل از اسـتخراج فلزات سـنگین نیز حاوی درصدی از انواع فلزات سنگین است و معمولا در مناطقی نزدیک به کارخانه به صورت رو بـاز تلنبـار می‌شوند، آلودگی خـاک و آب و هوا خصوصا در اطراف کارخانه‌های صنعتی دور از انتظار نیسـت. در مطالعه‌ای که بـر روی خاک‌های اطراف شهرک صنعتی زنجان انجام شد، خاک‌های منطقه آلودگی به فلز روی، سرب و کادمیوم داشته‌اند ولـی غلظت کل نیکل و مـس در خاک‌های منطقـه، کمتر از حـد مجاز جهانی ایـن عناصر بوده اسـت (۱۸). Tabandeh و همـکاران علـت غلظت بالای عناصر سـرب، کادمیوم و روی را در بافـت گیاهی بـا وجود پایین بودن ایـن عناصر در خاک در منطقه‌ای نزدیـک به شهرک تخصصی زنجان، گرد و غبار و رسوبات جوی دانستند (۱۹). در این مطالعه علت پایین‌تر بودن میانگین فلز سـرب در شهرسـتان ماهنشان نسـبت به زنجان، قرار گرفتن باغ‌های عمـده میوه در فاصله ای دورتر از معدن و کارخانه فرآوری سرب و روی است.

در بین فلزات سـنگین، کادمیوم از عناصر با تحرک بالا اسـت کـه به راحتی جذب گیاهان شـده و به اندام‌های هوایی منتقل می‌شـود (۲۰). طبق تحقیقـات، اکثر پسـاب‌های صنعتی در استان زنجان، حاوی کادمیوم و سرب است. بطوری‌که کادمیوم، یکی از محصولات جنبی کارخانه‌های فرآوری سـرب و روی در این اسـتان اسـت. وجود غلظت بالای فلزات سنگین در خاک بعضی از مزارع حاکی از آلودگی خاک این مزارع توسط فاضلاب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

خروجـی کارخانه اسـت (۱۶، ۲۱). میانگین فلـز کادمیوم در سیب و زردآلوی شهرستان ماهنشان از حد مجاز اعلام شده در استاندارد ملی پایین‌تر بود. این در حالی بود که میانگین غلظت کادمیوم فقط در میوه سیب شهرستان زنجان بالاتر از حد مجاز اعلام شده در استاندارد ملی بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌تـوان علت پایین بودن میانگین فلـز کادمیوم در نمونه‌های شهرسـتان ماهنشـان نسبت به شهرسـتان زنجان را، به دورتر بودن باغات میوه شهرسـتان ماهنشان از معدن و کارخانه‌های فرآوری سرب و روی نسبت داد. در مطالعه‌ای که مقادیر عناصر سـنگین در خاک و گیـاه در دو منطقه صنعتی آلوده با منطقه شهری غیر آلوده مقایسـه شد، غلظت کادمیوم به جز کاسـنی در سایر سـبزیجات در منطقه صنعتی بیشتر از منطقه شهری بود (۲۲). میانگین غلظت فلز کادمیوم در میوه سـیب و زردآلو (مجمـوع نمونه‌های زنجان و ماهنشـان) بـه ترتیب ۰/۰۸۸ و ۰/۰۰۳ mg/kg wet weight اسـت کـه میانگین کادمیوم در میوه سـیب علاوه بر اینکه از اسـتاندارد ملی بالاتر است، در مقایسـه با مطالعه‌ای که در لهسـتان بر روی میوه سیب انجام شد و میانگین فلز کادمیـوم ۰/۰۰۹ mg/kg wet weight بدست آمد نیز بالاتر است (۳). همچنین در کل نمونه‌ها، تعداد ۸ نمونه میوه آلوده به کادمیوم وجود داشت که ۷ نمونه متعلق به شهرسـتان زنجان بود و این ارتبـاط از نظر آماری، معنی‌دار بود. لازم به ذکر است که کل ۸ نمونه آلوده در میوه سیب دیده شد و در میوه زردآلو هیچ موردی بالاتر از حدود مجاز دیده نشد و این ارتباط، از نظر آماری معنی‌دار بود و دلیل آن، تفاوت‌های ژنتیکـی و مدت زمان در معرض آلودگـی قرار گرفتن به دلیل زمان رسیدن متفاوت این دو نوع میوه است.

روی یکی از عناصر ضروری بسیار مهم است که نقش اساسی در فعالیت‌های فیزیولوژیک و متابولیک بسیاری از ارگانیسم‌ها دارد. ولی آلودگی بالا به روی می‌تواند برای ارگانیسـم‌ها سمی باشد (۲۳). میانگین روی در هر دو نوع میوه و در هر دو شهرسـتان پایین‌تـر از حد مجاز اعلام شده در اسـتاندارد FAO/WHO بـود. در مطالعـه Rahmani و همکاران مشـاهده شد که با وجـود بالا بـودن میزان عناصر سـنگین از جملـه، کادمیوم و روی (آلودگی زیاد) و مـس (آلودگی کم) در خاک‌های آبیاری شده با پسـاب صنعتی شرکت ذوب آهـن اصفهان، غلظت این عناصر در گیاه برگ مو و میوه انگور در محدوده غلظت معمول قـرار داشـت (۲۴). میانگین غلظت فلز روی در میوه سـیب و زردآلو (مجموع نمونه‌های زنجان و ماهنشـان) هر دو با اختلاف معنی‌دار از سـطح اسـتاندارد در سـطح ۵ درصـد، پایین‌تر از اسـتاندارد بود و در مقایسـه با مطالعه‌ای که در نیجریه و مصر بر روی میوه سـیب انجام شـد و میانگین فلـز روی به ترتیب ۰/۰۴۵ و ۱/۳۶ mg/kg dry weight بدسـت آمد بالاتر بود (۱، ۴). همچنین میانگین فلز روی در میوه زردآلو در مقایسه با مطالعه Zahir و همکاران (۱/۵۴۳ µg/g) بالاتر بود (۲۵). در ضمن تعداد ۲ نمونه میوه سیب آلوده دیده شد که هر دو مورد متعلق به زنجان و در نزدیکی شهرک صنعتی روی قرار داشتند. در بررسـی Rahmani غلظت عنصر آهن در نمونه‌های شسته نشـده بالاتر از نمونه‌های شسـته شده بود و برای سایر عناصر در مـواردی غلظت عناصر سـنگین در نمونه‌های شسـته شده بالاتر بود که علت آن را فرونشسـت ذرات مواد جامد حاوی این عناصر از هوا بر سطح اندام هوایی گیاه به دلیل نزدیکی به منبع آلاینده (صنعت ذوب آهن) دانست (۲۴).

نتایـج مطالعه حاضر بیانگـر این بود که میانگین و بیشـترین غلظـت فلز مـس در هر دو نـوع میوه و در هر دو شهرسـتان پایین‌تـر از حد مجاز اعلام شده در اسـتاندارد FAO/WHO بوده و حتی در نمونه‌های نزدیک کارخانه‌های سرب و روی هم آلودگی به فلز مس دیده نشد. در مطالعه‌ای که میزان تجمع فلز مس در گیاهان اطراف معدن مس بررسی شد با افزایش فاصله از کارخانه غلظت فلز مس به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این نتیجه به میکروفیلتر تعبیه شده در دودکش معدن نسبت داده شد و بیان گردید که به‌علت جذب ذرات درشت فلز مس توسط میکروفیلتر، این ذرات که سـنگین هستند و در فاصله کمتری از دودکش نشست می‌کنند توانایی خروج از دودکش را ندارند، ولی ذرات ریزتر به علت عدم توانایی جذب توسـط میکروفیلتر، از دودکش خارج شده و چون سـبک هستند در فاصله دورتری نشسـت می‌کنند (۲۶). همچنیـن میانگین غلظت فلز مس در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

میوه سیب و زردآلو (مجموع نمونه‌های زنجان و ماهنشان) به ترتیب ۴/۴ و۵/۸۳ mg/kg dry weight بود. نتایج این مطالعه در مقایسه با مطالعه‌ای که در نیجریه و مصر بر روی میوه سیب انجام شد و میانگین غلظت فلز مس به ترتیب ۰/۰۰۳ و ۱/۴۷ mg/kg dry weight بدست آمد، بالاتر بود (۱، ۴). میانگین غلظت فلز مس در میوه زردآلو در مقایسه با مطالعه Zahir که میانگین آن در میوه زردآلو ۱/۴۲۰ µg/g بود، بالاتر بود (۲۵). نتایج بررسی مس در این مطالعه با مطالعه Hong-yang و همکاران که غلظت آرسنیک، آهن و مس را در نمونه‌های خاک منطقه‌ای در مجاورت معدن اندازه‌گیری نمودند، مشابه نبود. آنها نشان دادند که غلظت فلز مس موجود در خاک، بالاتر از استاندارد EPA بوده است (۲۶).

در این مطالعه ترتیب نزولی میانگین غلظت عناصر به این صورت به‌دست آمد: کادمیوم< سرب < مس < روی

در مطالعه‌ای که در رومانی بر روی آبمیوه‌های صنعتی از جمله آبمیوه سیب و زردآلو صورت گرفت نیز ترتیب نزولی میانگین غلظت عناصر همانند مطالعه حاضر بود (۲۷). روی و مس از عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه است که قابلیت جذب از طریق ریشه و اندام‌های هوایی (ساقه و برگ) را دارد بنابراین بالا بودن مقادیر میانگین روی و مس نسبت به سرب و کادمیوم که از عناصر سمی و غیرضروری برای گیاه هستند، به علت تمایل گیاه به جذب آنها امکان پذیر است. از طرفی با توجه به تفاوت‌های ژنتیکی و اینکه زردآلو جزء میوه‌های هسته‌دار بوده و هسته جاذب قوی عناصر ضروری همچون روی و مس است بالا بودن مقادیر عناصر ضروری در زردآلو نسبت به سیب که از میوه‌های دانه‌دار بوده و نسبت به میوه‌های هسته‌دار قدرت جذب پایین‌تری دارد دور از انتظار نیست. در مطالعه انجام شده در رومانی بر روی آبمیوه نیز غلظت مس و روی در آبمیوه زردآلو بیشتر از آبمیوه سیب بود (۲۷). اما در بررسی حاضر مقادیر میانگین غلظت فلز سرب و کادمیوم در میوه سیب بالاتر از زردآلو بود، که علاوه بر بحث تفاوت‌های ژنتیکی در جذب عناصر مختلف، با توجه به اینکه زمان رسیدن میوه زردآلو اواخر خرداد و زمان رسیدن سیب اواخر شهریور است، میوه سیب زمان طولانی‌تری در تماس با آلودگی‌های جوی و گرد و غبار موجود در هوا قرار می‌گیرد بنابراین این اختلاف در مقادیر فلزات سرب و کادمیوم را می‌توان به مدت زمان طولانی که میوه سیب در معرض آلودگی جوی و گرد و غبار آلوده به این فلزات تا زمان رسیدن سپری می‌کند نسبت داد.

مقدار دریافت روزانه عناصر از طریق مصرف سیب و زردآلو در دو شهر تحت بررسی، برای یک فرد ۶۰ kg نیز محاسبه گردید که پایین‌تر از PTDI اعلام شده در استاندارد ملی و کمیته مشترک FAO/WHO بود. همچنین با توجه به اینکه مقدار دریافت روزانه این عناصر از مقدار oral reference dose پایین‌تر است، در نتیجه مقدار HQ کمتر از یک به‌دست آمد و احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیر سرطانی وجود ندارد. بررسی میزان دریافت روزانه عناصر سنگین در انواع مواد غذایی صورت گرفته است. نتایج مطالعه‌ای که بر روی تخم مرغ‌های عرضه شده در شهر تهران صورت گرفت و میزان دریافت روزانه عناصر سنگین از طریق مصرف تخم مرغ محاسبه گردید، نشان داد که میزان دریافت روزانه فلزات، کمتر از ۱ درصد حداکثر میزان دریافت قابل تحمل روزانه بود (۲۸). همچنین در مطالعه‌ای که بر روی سبزیجات در ۶ منطقه شهر زنجان صورت گرفت، غلظت کادمیوم، روی و سرب در همه سبزیجات تحت مطالعه، بالاتر از محدوده مجاز برای مصرف انسان و میزان دریافت قابل تحمل موقتی روزانه برای کادمیوم و سرب، کمتر از استاندارد ملی ایران بود و بیان شد که استفاده طولانی مدت و مصرف بالای سبزیجات (بیشتر از ۰/۰۵۸ kg/day) در استان زنجان می‌تواند عواقب خطرناکی بر سلامتی بگذارد (۱۹). مطالعه حاضر نشان داد که با مصرف این میوه‌ها به مقدار ذکر شده احتمال خطرپذیری به بیماری‌های غیر سرطانی وجود ندارد ولی این احتمال وجود دارد که افرادی با مصرف بیش از سرانه مصرف و یا استفاده انحصاری از میوه‌های یک باغ آلوده در معرض خطر قرار گیرند. همچنین به‌علت ورود فلزات سنگین از طریق سایر مواد غذایی مصرفی روزانه، باید سعی شود از مواد غذایی با غلظت فلزات سنگین پایین‌تر در سبد غذایی روزانه استفاده نمود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

نتیجه‌گیری

آلودگی به فلزات سنگین غالبا در نمونه‌های متعلق به باغ‌های اطراف کارخانه‌ها و معادن سرب و روی دیده شد. بنابراین می‌توان به تاثیر نقاط آلوده‌کننده بر آلودگی میوه‌ها به فلزات سنگین اذعان نمود. همچنین با مصرف این میوه‌ها مطابق با سرانه اعلام شده در استاندارد ملی، ریسک ابتلا به بیماری‌های غیر سرطانی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه با عنوان "بررسی فلزات سنگین در میوه‌های سیب و زردآلوی باغ‌های شهرستان‌های زنجان و ماهنشان استان زنجان در سال ۹۵" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۹۵ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران اجرا شده است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق ۹۳۱۲۴۳۹۰۰۳ است.

منابع

1. Radwan MA, Salama AK. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food and Chemical Toxicology. 2006;44(8):1273-78.
2. Mohammadpourfard I, Shariatifar N, Jahed-Khaniki GR, Ebadi-Fathabad E. Determination of heavy metals in apricot (Prunus armeniaca) and almond (Prunus amygdalus) oils. Iranian Journal of Health Sciences. 2015;3(1):18-24.
3. Krejpcio Z, Sionkowski S, Bartela J. Safety of fresh fruits and juices available on the Polish market as determined by heavy metal residues. Polish Journal of Environmental Studies. 2005;14(6):877.
4. Sobukola O, Adeniran O, Odedairo A, Kajihausa O. Heavy metal levels of some fruits and leafy vegetables from selected markets in Lagos, Nigeria. African Journal of Food Science. 2010;4(6):389-93.
5. Samarghandi M.R, KarimpourM, Sadri GH.H. A studyof Hamadan,s vegetables heavy metalsirrigated with water polluted to these metals, Iran, 1996. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2000;7(1):45-53 (in Persian).
6. Coco FL, Monotti P, Cozzi F, Adami G. Determination of cadmium and lead in fruit juices by stripping chronopotentiometry and comparison of two sample pretreatment procedures. Food Control. 2006;17(12):966-70.
7. Zafarzadeh A, Rahimzadeh H. Concentration of cadmium, lead, zinc and copper in the cucumber and tomatoe in Northern Iran. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2015;17(1) (in Persian).
8. Tang J, Huang Z, Pan X-D. Exposure assessment of heavy metals (Cd, Hg, and Pb) by the intake of local foods from Zhejiang, China. Environmental Geochemistry and Health. 2014;36(4):765-71.
9. Dacera DDM, Babel S. Removal of heavy metals from contaminated sewage sludge using Aspergillus niger fermented raw liquid from pineapple wastes. Bioresource Technology. 2008;99(6):1682-89.
10. Cherfi A, Abdoun S, Gaci O. Food survey: Levels and potential health risks of chromium, lead, zinc and copper content in fruits and vegetables con-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

sumed in Algeria. Food and Chemical Toxicology. 2014;70:48-53.
11. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Food & Feed – Maximum limit of heavy metals (Amendment No.1). Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Islamic Republic of Iran; 2012. Report No.: ISIRI 12968 (in Persian).
12. FAO, WHO. Codex Alimentarius Commission: Procedural Manual. 19th ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization; 2010.
13. FAO, WHO. Codex Alimentarius Commission: Procedural Manual. 24th ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization; 2015.
14. Moore PD, Chapman SB. Methods in Plant Ecology. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publication; 1986.
15. USEPA. Integrated risk information system (IRIS). Washington DC: United States Environmental Protection Agency; 2006.
16. Tabande L, Taheri M. Evaluation of exposure to heavy metals Cu, Zn, Cd and Pb in vegetables grown in the olericultures of Zanjan Province's fields. Iranian Journal of Health and Environment. 2016;9(1):41-56 (in Persian).
17. Mehrasbi M, Sekhawatju M, Hasanalizadeh AS, Ramezanzadeh Z. Study of heavy metals in the atmospheric deposition in Zanjan, Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;2(4):240-49 (in Persian).
18. Safari Y, Delavar MA, Esfandiarpour Borujeni I, Salehi MH, Oliaie HR. Assessment of heavy metals using pollution load index in Zanjan Zinc Industrial Town Area. Electronical Journal of Soil Management and Sustainable Production. 2016;6(2):119-33 (in Persian).
19. Tabande L, Taheri M. Assessment of pollution and relationship between heavy metals concentration in soil and leafy vegetables in Zanjan Province. Iranian Journal of Soil Research. 2016;30(1):49-60 (in Persian).
20. Yang J, Guo H, Ma Y, Wang L, Wei D, Hua L. Genotypic variations in the accumulation of Cd exhibited by different vegetables. Journal of Environmental Sciences. 2010;22(8):1246-52.
21. Golchin A, Esmailee M, Tookasi M. Sources of soil contaminants and heavy metals in crops and garden Zanjan Province. Zanjan: Management and Planning Organization of Zanjan; 2005 (in Persian).
22. Fytianos K, Katsianis G, Triantafyllou P, Zachariadis G. Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2001;67(3):0423-30.
23. Soumya S, Nair BR. Assessment of heavy metals in Averrhoa bilimbi and A. carambola fruit samples at two developmental stages. Environmental Monitoring and Assessment. 2016;188(5):291. https://doi.org/10.1007/s10661-016-5298-z.
24. Rahmani HR. Effluent quality of Zob-Ahan Company and its effects on irrigated grape fields. Journal of Environmental Sciences. 2008;5(1):135-44 (in Persian).
25. Zahir E, Naqvi II, Uddin SM. Market basket survey of selected metals in fruits from Karachi City (Pakistan). Journal of Basic and Applied Sciences. 2009;5(2):47-52.
26. Hong-Yan R, Zhuang D-F, Singh A, Jian-Jun P, Dong-Sheng Q, Run-He S. Estimation of As and Cu contamination in agricultural soils around a mining area by reflectance spectroscopy: A case study. Pedosphere. 2009;19(6):719-26.
27. Dehelean A, Magdas DA. Analysis of mineral and heavy metal content of some commercial fruit juices by inductively coupled plasma mass spectrometry. The Scientific World Journal. 2013;2013. http://dx.doi.org/10.1155/2013/215423.
28. Abbasi Ki S, Jahed Khaniki G, Shariatifar N, Naz-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

mara S, Akbarzadeh A. Contamination of chicken eggs supplied in Tehran by heavy metals and calculation of their daily intake. Journal of Health in the Field. 2017;2(4):44-51 (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Determination of heavy metals in apples and apricots in Zanjan and Mahneshan gardens in 2016

MH Dehghani[1], GR Jahed Khaniki[1], R Fallah[2], N Khodamoradi Vatan[1,*], L Tabande[3]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Faculty of Medical Sciences, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

3- Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, Shiraz, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 14 October 2017

Revised: 2 January 2018

Accepted: 9 January 2018

Published: 7 March 2018

Key words: Apple, Apricot, Heavy metals, Zanjan

***Corresponding Author:**

ngkh.858@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: Heavy metals are toxic and can enter the food and thus the health of people who consume these kinds of foods may be affected. The aim of this study was to investigate the concentration of heavy metals in fruits and to estimate the exposure level of heavy metals by fruit consumption.

Materials and Methods: In this descriptive cross-sectional study, 60 samples (35 samples of apple fruit and 25 apricot fruit samples) were randomly collected from gardens around Zanjan and Mahneshan city in 2016. The concentration of Pb, Cd, Zn, and Cu were determined by atomic absorption spectrometer. Statistical analysis was done with SPSS software.

Results: The average concentration of the elements in the samples was as follows: Pb (0.121 mg/kg wet weight), Cd (0.052 mg/kg wet weight), Zn (10.63 mg/kg dry weight), and Cu (4.99 mg/kg dry weight). The average lead concentration in apple and apricot was, respectively, 0.17 and 0.057 mg/kg wet weight, cadmium 0.08 and 0.003 mg/kg wet weight, zinc 9.15 and 12.7 mg/kg dry weight, Copper 4.4 and 5.583 mg/kg dry weight. Furthermore, it was found that 28.3% of the samples were contaminated with Pb, 13.3% with Cd and 3.3% with Zn. Cu contamination was not detected above permitted concentration. The concentrations of heavy metals in Zanjan were more than Mahneshan and the concentrations of Pb and Cd in the apple samples were higher than the apricot samples but the concentration of Zn and Cu in the apricot samples were higher than the apple samples.

Conclusion: Heavy metals pollution was found in samples belonging to the gardens around the factories and mines of lead and zinc. However, there is no risk of non-cancerous diseases with the use of these fruits in accordance with the national standard declared per capita.

Please cite this article as: Dehghani MH, Jahed Khaniki GR, Fallah R, Khodamoradi Vatan N, Tabande L. Determination of heavy metals in apples and apricots in Zanjan and Mahneshan gardens in 2016. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;10(4):523-34.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-05-15]