تعیین غلظت فلزات سنگین سرب ،کادمیوم و نیکل در زردآلوی خشک شده (*Prunuse armeniaca linnaeus*) به دو روش آفتابی و تیزابی عرضه شده در بازارهای شهر تهران

فاطمه باقری[۱]، چنگیز اسفندیاری[۲*]، پریسا زیارتی[۳]،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم دارویی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران- ایران
۲- استادیاردانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران- ایران
۳- استادیارمرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، واحد علوم دارویی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران- ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۸)

چکیده

در این مطالعه غلظت ۳ فلز سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در زردآلوی خشک آفتابی و تیزابی عرضه شده در بازارهای شهر تهران اندازه گیری شد. پس از آماده سازی نمونه ها ، غلظت فلزات مذکور با سه تکرار توسط دستگاه جذب اتمی شعله مورد آنالیز قرار گرفتند و اعداد بدست آمده با استاندارد های بین المللی از لحاظ آلودگی مقایسه شدند. نتایج حاصل ازمیانگین غلظت فلزات سنگین نمونه های برگه زردآلو نشان داد که میانگین غلظت سرب نمونه ها در محدوده (۲/٦۰- ۰/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم) و میانگین غلظت سرب تمامی نمونه ها به غیر از نمونه آفتابی B با مقدار (۲/٦۰میلی گرم در کیلوگرم) پایین تر از حد استاندارد وزارت کشاورزی آمریکا (۲میلی گرم در کیلوگرم) بود. میانگین غلظت کادمیوم نمونه ها در محدوده(۰/۱۲٤- ۰/۰۵۷ میلی گرم در کیلوگرم) ارزیابی شد که همگی در حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی(۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم) قرار داشتند. البته در مورد نمونه آفتابی B با مقدار(۰/۱۲٤میلی گرم در کیلوگرم) به مقدار ناچیز بالاتر بود. میانگین غلظت نیکل نمونه ها در محدوده(٤/۸۷–۰/۸۳ میلی گرم در کیلوگرم) ارزیابی شد که همه نمونه ها به غیر از نمونه تیزابی A با مقدار(۰/۸۳میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر از حد استاندارد مشترک سازمان های بهداشت جهانی و خواروبار جهانی (۰/۸میلی گرم در کیلوگرم) بود. با مقایسه بین نمونه های آفتابی و تیزابی می توان به این نتیجه رسید که غلظت تمامی فلزات سنگین مورد سنجش (سرب، کادمیوم و نیکل) در نمونه های آفتابی بالاتر از غلظت این فلزات در نمونه های تیزابی می باشد.

کلید واژگان: فلزات سنگین، برگه زردآلو، سرب، کادمیوم، نیکل

*مسئول مکاتبات: changiz.esfandyari@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

۱- مقدمه

باگسترش شهرنشینی و توسعه صنعت، آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین به یک مشکل جهانی تبدیل شده است [۱]. اصطلاح فلزات سنگین یک اصطلاح عمومی در مورد گروهی از فلزات و شبه فلزات (فلزوئید ها) با چگالی اتمی بیشتر از ٤ یا ٥ گرم در سانتی متر مکعب نسبت به آب است که در درجه حرارت اتاق خاصیت فلزی دارند [۲]. در جدول تناوبی این فلزات در گروه ۳ تا ١٦ (مس تا بیسموت) و در تناوب ٤ و٤ به بعد قرار دارند [۳]. مانند آلوده کننده های آلی دچار تخریب و فرسایش از طریق شیمیایی یا فرآیندهای زیستی در طبیعت نمی شوند [٤]، بنابراین جزء آلوده کننده های پایدار محیط زیست هستند [۲]. فلزات سنگین می توانند از راه های مختلف مانند زنجیره غذایی، تماس پوستی و یا استنشاق وارد بدن انسان شوند و از آنجایی که بیشتر از ۹۰ درصد آلاینده ها از طریق زنجیره غذایی منتقل می شوند از اهمیت بیشتری برخوردار است [٥]. از دلایل خطر آفرین بودن فلزات سنگین، قدرت تجمع زیستی آن ها است به این مفهوم که آن ها قادرند در سیستم بدن موجود زنده تجمع یابند و غلظت آن ها به مرور زمان و با تماس بیشتر با آلاینده ها افزایش یابد [٦]. سرب یکی از مهمترین فلزات سنگین سمی است [۲]. مهم ترین راه ورود سرب به بدن تنفس و بعد از آن گوارش می باشد [۳]. از علایم مسمومیت حاد سرب می توان به سردرد، فشار خون بالا، خستگی، تهوع، بی اشتهایی، اسهال و افسردگی اشاره کرد که با افزایش مدت زمان در معرض قرار گیری می تواند باعث ضعف، کم خونی، نقص مادرزادی، جنون، آسیب مغزی، آسیب کلیوی و حتی مرگ شود [۷]. کادمیوم یک عنصر بسیار سمی است که حضور آن در محیط زیست بیشتر بدلیل فعالیت های انسانی است [۸]. عمدتاً از دو راه استنشاق و خوردن باعث مسمومیت می شود.کادمیوم جذب شده باعث آسیب برگشت ناپذیر به اندام های حیاتی از جمله: کلیه، استخوان و دستگاه تنفسی می شود [۹]. راه های ورود نیکل به بدن انسان از طریق هوا، آشامیدن آب، خوردن غذا وکشیدن سیگار است [۱۰]. مکانیسم اثر این عنصر از طریق ایجاد اتصالات غیر برگشتی با ماکرومولکول های ضروری و حیاتی می باشد و به همین علت موجب اختلال در فعالیت بیولوژیکی سلول ها می شود [۱۱]. هنگامی که فلزات سنگین در آب، خاک و هوا پراکنده شوند می توانند در محصولات زراعی تجمع یابند. میوه ها می توانند سطح بالایی از فلزات سنگین را در بخش های خوراکی خود ذخیره کنند [٥]. زردآلو با نام علمی (*Prunuse armeniaca linnaeus*) از خانواده (*Rosaceae*) یکی از میوه های خوشمزه در مناطق معتدل می باشد [۱۲]. زردآلو علاوه برداشتن رنگ جذاب و طعم خوب، منبع بتاکاروتن، اسیدآسکوربیک، کربوهیدرات ها، ویتامین ها، مواد معدنی (آهن-پتاسیم) و فیبر است و یک منبع غنی از آنتی اکسیدان به شمار می آید که از آن برای درمان برخی از بیماری ها مثل خونریزی، یبوست، ناباروری، تنظیم فشارخون، التهاب چشم و اسپاسم عضلات استفاده می کنند [۱۳]. با توجه به درصد رطوبت بالای زردآلو در موقع برداشت، فاصله زمانی کوتاه برداشت و همچنین حساسیت بالای این میوه نسبت به نگهداری در فرم تازه آن، این محصول باید سریعاً توسط یکی از روش های نگهداری، فرآوری شود [١٤]. استفاده از زردآلو به صورت های مختلف از جمله: میوه تازه، میوه خشک ،کنسرو، مربا، آبمیوه، پوره برای غذای کودک، سرکه [١٥]، انجماد و تولید لواشک است [١٦]. در اثر کاهش آب موجود در زردآلو در طی فرآیند خشک کردن، میوه خشک شده طعم بهتری به خود می گیرد [۱۷]. فرآیند خشک کردن زردآلو در ایران عمدتاً به صورت سنتی(آفتابی) انجام می شود [۱۸]. این روش دارای معایبی از جمله سرعت پایین فرآیند تولید و در نتیجه افزایش سطح آلودگی های میکروبی، رشد کپک ها، رنگ و شکل نامطلوب است [١٤]. برای حل این مشکل، زردآلو را قبل از خشک کردن، با دی اکسید گوگرد تماس می دهند زیرا دی اکسید گوگرد ضمن داشتن خواص ضد میکروبی، باعث کاهش سرعت واکنش های قهوه ای شدن آنزیمی و غیرآنزیمی در حین خشک کردن و ذخیره سازی می شود. بنابراین، عمر مفید زردآلو گسترش یافته و رنگ طبیعی آن به خوبی حفظ می شود [۱۲]. داوری نژاد و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی غلظت عناصر سمی و خطرناک درنمونه های تازه و خشک ۹ گونه زردآلوی زراعی که از باغ های مجارستان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

خریداری شده بود پرداختند و بیان نمودند که غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در نمونه های خشک (۰/۵ و ۰/۰٤ میلی گرم در کیلوگرم) بیشتر از نمونه های تازه (۰/۲ و ۰/۰۱ میلی گرم در کیلوگرم) بودند، اما به طورکلی غلظت فلزات سرب و کادمیوم در هر دو نوع نمونه خشک و تازه کمتر از حداکثر مجاز وزارت کشاورزی آمریکا (USDA)[1] یعنی (۱ و ۲/۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن) بود [۱۹]. سارا کُگلو و همکاران(۲۰۰۹) به بررسی فلزات سنگین چند نوع برگه زردآلو در ترکیه پرداختند و بیان نمودند که غلظت سرب و نیکل در نمونه ها (۳/۷۷ -۰/۷۲ و ۵/۸۳- ۲/۳۰ میکروگرم در گرم) بیشتر از حد توصیه شده سازمان بهداشت جهانی (WHO)[2] با سرب (۰/۰۰٤ میلی گرم در کیلوگرم از وزن بدن) و نیکل(۳۰۰-۱۰۰ میکروگرم در گرم در روز) بود[۲۰]. ممکن است برخی از عوامل محیطی بعد از چیدن زردآلو تا پایان مرحله ی خشک کردن باعث افزایش غلظت برخی از فلزات سنگین مثل سرب، کادمیوم و نیکل شود. این مطالعه به منظور تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در دو نوع زردآلوی خشک آفتابی و تیزابی خریداری شده از بازارهای شهر تهران و مقایسه ی آنها با یکدیگر و با استانداردهای مجاز جهانی، تعیین روش مناسب خشک کردن زردآلو و بررسی علت زیاد بودن فلزات سنگین مذکور در این دو نوع برگه ی زردآلو انجام شد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

در این مطالعه، از ٦ برند تجاری پرمصرف: ۳نمونه تیزابی،۳نمونه آفتابی، مجموعاً ٥٤ نمونه که هر یک با سه بار تکرار پذیری از نظر محتوای فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل بر حسب میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک، آنالیز و مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه های برگه ی زردآلو به صورت تصادفی ازچند مغازه و از برندهای مختلف شهر تهران در سال ۹۵ ، هر کدام به میزان ۵۰۰ گرم خریداری و توسط کیسه هایی از جنس پلی اتیلن به آزمایشگاه منتقل و در دمای اتاق تا زمان شروع آزمایشات نگه داری شدند. استاندارد های سرب، کادمیوم و نیکل نیز با خلوص تجزیه ای از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه ی خلوص تجزیه ای از شرکت مرک مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- آماده سازی نمونه

ابتدا تمامی ظروف با استفاده از محلول اسید نیتریک ۱۰٪ (حجمی/حجمی) اسید شویی شده ، سپس با آب مقطر دیونیزه شستشوداده و خشک شدند. نمونه ها را نیز در آون(مدل OC55، ساخت ایران) با دمای ۸۰-٦۰ درجه سانتیگراد خشک نموده، بعد از خنک شدن با آسیاب برقی به خوبی آسیاب کرده و پس از عبور از یک صافی به محصولی همگن تبدیل شدند.

۲-۲-۲- ارزیابی فلزات سنگین

حدود ۲ گرم از نمونه ی پودر شده خشک، توسط ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم(مدل 1S-213 ، ساخت آلمان) وزن و داخل بوته چینی تمیز و خشک منتقل گردید. بعد از این مرحله به نمونه ی موجود در بوته چینی، ۱۰ میلی لیتر از مخلوط هاضم ۱:۳ اسیدنیتریک ٦٥٪ و اسیدپرکلریک غلیظ افزوده و بعد از گذشت ٤٨ ساعت، روی هات پلیت (مدل MS300HS ، ساخت کره) تا زمان شفاف شدن محلول (هضم کامل) در معرض حرارت قرار گرفت. نمونه های شفاف شده پس از سرد شدن در دمای اتاق با ۱۰ میلی لیتر مخلوط ۱:۱ هیدروکلریک اسید و آب، اسیدی شده و از طریق سرنگ و صافی سر سرنگی(۰/٤٥ میکرون) به یک محلول عاری از ذرات تبدیل گردیدند. محتویات در بالون ۵۰ میلی لیتر و با آب دیونیزه به حجم رسانده شد و برای تجزیه شیمیایی و خواندن با دستگاه طیف سنجی جذب اتمی (مدلShimadzo AA680، ساخت ژاپن) منتقل شدند [۲۱]. شرایط عملیاتی استاندارد برای تجزیه و تحلیل فلزات سنگین با استفاده از دستگاه طیف سنجی جذب اتمی در جدول ۱ آورده شده است.

1. United States Department of Agriculture
2. World Health Organization

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

Table 1 Standard operating conditions for the analysis of heavy metals using atomic absorption spectrometry

Metals	Wavelength (nm)	Lamp current (mA)	Slit width (mm)	Flame
Pb	283.312	5	1.0	
Cd	228.86	4	0.3	Air-acetylene
Ni	232. 03	4	0.15	

۲-۲-۳- روش تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به نمونه های مورد سنجش، برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری SPSS 16 و همچنین به منظور مقایسه میانگین داده ها و تشخیص معنی دار بودن آنها از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه[1] (ANOVA) و آزمون دانکن[2] با سطح ($P<0.05$) استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

جهت تعیین میزان آلودگی زردآلوهای خشک به فلزات سنگین، بایستی میزان غلظت عناصر با یک استاندارد شناخته شده مقایسه شود. بهترین نوع مقایسه، مقایسه با استانداردهای موجود برای همان منطقه است. سازمان استاندارد ملی ایران هیچ حد مجاز و استانداردی برای بیشینه غلظت فلزات سنگین در میوه های خشک نداشت، به همین دلیل میزان غلظت فلزات سنگین در این مطالعه با حد مجاز بین المللی سازمان بهداشت جهانی(WHO)، وزارت کشاورزی آمریکا(USDA) و سازمان خوار و بار جهانی (FAO)[3] از لحاظ آلودگی مقایسه شدند. در جدول۲حد مجاز بین المللی برای فلزات سرب، کادمیوم و نیکل در نمونه های میوه های خشک آورده شده است[۲۴-۲۲].

Table 2 international Limit for concentration of heavy metals lead, cadmium and nickel in dry fruits

Metals	World limit (mg/kg)	Recommended by
Lead	2	(USDA)
Cadmium	0.1	(WHO)
Nickel	0.8	(FAO/WHO)

1. One-way analysis of variance
2. Duncan test
3. Food and Agriculture Organization

۳-۱- بررسی غلظت فلز سنگین سرب

طبق جدول ۳ میانگین غلظت سرب از (۲/۶۰ میلی گرم در کیلوگرم) در نمونه آفتابی B تا (۰/۵۷ میلی گرم در کیلوگرم) در نمونه آفتابی C متغیر بوده است. میانگین غلظت سرب تمامی نمونه ها به غیر از نمونه آفتابی B با مقدار (۲/۶۰ میلی گرم در کیلوگرم) پایین تر از حد استاندارد USDA جدول۲ بود، که می توان گفت از نظر سلامت قابل قبول هستند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده ها نشان داد که حداقل و حداکثر میانگین غلظت سرب به ترتیب مربوط به نمونه آفتابی C و نمونه آفتابی B بود که بین نمونه ها اختلاف آماری معنی داری ملاحظه شد($P<0.05$). در نمونه های آفتابی غلظت سرب بیشتر از نمونه های تیزابی بود($P<0.05$). سرب از راه های مختلف مانند: اضافه کردن به بنزین برای بهبود وضعیت اکتان آن، استفاده در کود و آفت کش های مورد استفاده برای اهداف کشاورزی می تواند باعث آلودگی انسان شود[۲۵]. کمیته تخصصی FAO/WHO میزان قابل تحمل روزانه (PTDI)[4] سرب بر مبنای وزن بدن یک فرد بالغ(۶۰ کیلوگرم) را (۲۱۴ میکروگرم) اعلام کرده است [۲۶].

از آنجایی که سرب به راحتی در گیاهان و محصولات کشاورزی قابل انتقال نیست، می توان پیش بینی کرد که سرب موجود در نمونه های مختلف از رسوب جو نشات گرفته اند. این نیز ممکن است به علت انتشار سرب در اثر سوخت خودرو در نزدیکی مناطق کشاورزی باشد [۲۷].

آلدجین و همکاران (۲۰۱۱) نیز غلظت سرب نمونه های خرمای منطقه مناخ[5] عربستان را بالاتر از حد مجاز اعلام نمودند و دلیل آن را به افزایش صنعتی سازی ، توسعه غیرقانونی مناطق شهری و

4. Provisional tolerable daily intake
5. Manakh

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

وجود صنایع مختلف (سیمان، چینی، پلاستیک و چوب) در مجاورت با منطقه مذکور نسبت دادند[۲۸]. محققان سطوح بالای سرب در مواد غذایی را به مصرف زیاد سوخت سرب خودروهای جاده ای نیز نسبت داده اند که به وسیله هوا در محیط پراکنده شده و بر روی سطح خاک و گیاهان رسوب می کند. کلاک (۲۰۱۲) به بررسی غلظت ۲۱عنصر در ۲۱۲ نمونه خاک کشت و۳۳ عنصر در۸۲ نمونه کشمش سلطانی پرداخت. غلظت سرب و کادمیوم (۰/۰۴۶– ۰/۰۵ و ۰/۲۳– ۰/۰۴ میلی گرم در کیلوگرم) در کشمش از بقیه عناصر بیشتر بود اما زیر حد توصیه شده انجمن استاندارد غذا اروپا (EC)[1] با سرب و کادمیوم (۰/۲ و ۰/۰۵ میلی گرم در کیلوگرم) بود. او علت آلودگی کشمش های سلطانی به فلزات سنگین را، خشک کردن انگور در کنار جاده ها و نزدیک به ایستگاه های سوخت اعلام نمود [۲۹].

۳-۲- بررسی غلظت فلز سنگین کادمیوم

نتایج جدول ۳ نشان داد که نمونه آفتابی C و نمونه تیزابیC دارای کمترین میانگین غلظت کادمیوم بوده اند. همچنن بالاترین میانگین غلظت کادمیوم در نمونه آفتابیB ملاحظه شد که به طور معنی داری بالاتر از نمونه های دیگر بود *(P<0.05)*. میانگین غلظت کادمیوم نمونه ها در محدوده (۰/۱۲٤–۰/۰۵۷ میلی گرم در کیلوگرم) بود که همگی در حد استاندارد WHO جدول ۲ قرار داشتند. البته در مورد نمونه آفتابی B با مقدار(۰/۱۲٤ میلی گرم در کیلوگرم) به مقدار ناچیز بالاتر بود. در نمونه های آفتابی غلظت کادمیوم بیشتر از نمونه های تیزابی بود و بین نمونه ها اختلاف آماری معنی داری ملاحظه شد*(P<0.05)*. علت آن را می توان به روش خشک کردن آفتابی نسبت داد که با روش مذکور احتمالاً آلودگی با خاک یا آلاینده ها وجود داشته که منجر به افزایش غلظت کادمیوم شده است. محققان آلودگی سرب و کادمیوم در محصولات کشاورزی را به خاطر نزدیکی زمین کشاورزی به خیابان های پر تردد و انتقال از طریق اتمسفر دانسته اند [۳۰]. منابع مهم ورود کادمیوم به محصولات کشاورزی شامل آلودگی از طریق خاک آلوده، آب آبیاری، کاربرد لجن فاضلاب در کشاورزی، کاربرد کودهای آلی و آلودگی اتمسفری می باشد [۳۱]. کادمیوم به راحتی از طریق ریشه گیاهان جذب می شود، زیرا ارتباطی بین غلظت کادمیوم در خاک و غلظت آن در گیاهان رشد کرده در خاک وجود دارد [۲۷]. مطابق استانداردهای کدکس میزان کادمیوم قابل تحمل هفتگی (PTWI)[2] ، (۰/۰۰۷ میلی گرم در کیلوگرم) وزن بدن می باشد [۳۲]. زهور و همکاران (۲۰۰۳) غلظت فلزات سنگین را در زردآلوی پاکستان اندازه گرفتند. غلظت فلزات سرب، کادمیوم و نیکل نمونه ها (۱/٦٦–۱/٦۱، ۰/۲۱– ۰/۰۹و۷/۵۰–۵/٤۰ میلی گرم در کیلوگرم) بود [۳۳]. ستار و همکاران (۱۹۸۹) غلظت فلزات سنگین را درمیوه های خشک و ادویه جات پاکستان اندازه گیری کردند. غلظت سرب و کادمیوم در زردآلوی خشک (۰/۳۲ و ۰/۱۰ میکروگرم در گرم) بود [۳۰]. سویلاک (۲۰۱۳) میزان غلظت ۹ فلزسنگین را در میوه های خشک ارگانیک خریداری شده از بازارهای شهر قیصریه(ترکیه) را تعیین کردند که زیر حد مجاز بود[۳٤]. فانگ و همکاران (۲۰۱۰) غلظت آرسنیک و ۹ فلز دیگر را در۱۲۰نمونه کشمش از مناطق مختلف سین کیانگ اندازه گیری کردند. در برخی نمونه ها غلظت فلزات کادمیوم و سرب (۰/۰۱و ۰/۰۱٤ میلی گرم در کیلوگرم) بود که از حداکثر توصیه شده WHO یعنی کادمیوم و سرب (۰/۰۰۳ و ۰/۰۱ میلی گرم در کیلوگرم) بیشتر بود و مصرف آنها در انسان باعث بیماری می شد [۳۵]. ال بگرمی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی غلظت فلزات سنگین(سرب، مس، روی، کبالت، نیکل وکادمیوم) در ۲۵۰ نمونه از میوه و سبزی تولید شده شهر مصراته پرداختند و به این نتایج رسیدند که غلظت فلزات سنگین در تمام میوه ها و سبزیجات پایین تر و غلظت سرب و کادمیوم در انبه (۱/۸۲ و ۰/۳٦ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر از حد استاندارد FAO/WHO با غلظت سرب و کادمیوم (۰/۳ و ۰/۲ میلی گرم در کیلوگرم) بود [۲٦].

۳-۳- بررسی غلظت فلز سنگین نیکل

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده ها در جدول ۳ نشان داد که حداقل و حداکثر میانگین غلظت نیکل به ترتیب مربوط به نمونه تیزابی A و نمونه آفتابی A بوده است ، که بین نمونه ها اختلاف معنی داری ملاحظه شد*(P<0.05)*. میانگین غلظت نیکل نمونه ها در محدوده (٤/۸۷ – ۰/۸۳ میلی گرم در کیلوگرم) بوده اند که

1. European Community

2. provisional tolerable weekly intake

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

همه نمونه ها به غیر از نمونه تیزابی A با مقدار (۰/۸۳ میلی گرم در کیلوگرم) بالاتر از حد استاندارد FAO/WHO در جدول۲ بود. در نمونه های آفتابی غلظت نیکل بیشتر از نمونه های تیزابی بود و بین آن ها اختلاف معنی داری مشاهده شد *(P<0.05)*. براساس توصیه WHOحد مجاز نیکل، ۳۰۰-۱۰۰ میکروگرم در گرم در روز بیان شده است [۳۶]. بالا بودن غلظت فلزات سنگین را می توان به استفاده از کودهای معدنی و آفت کش ها، آبیاری با آب آلوده، حمل و نقل و معدن کاری نسبت داد که می توانند باعث آلودگی میوه ها و سبزیجات شوند [۱۹]. در این تحقیق علاوه بر دلایل ذکر شده ، طولانی بودن زمان خشک کردن در روش آفتابی سبب انتقال بیشتر فلز نیکل از طریق محیط و جو به نمونه ها می شود. پِری یر و روزن (۱۹۷۷) غلظت فلزات سنگین موجود در سبزیجات شهری را نسبت به سبزیجات رشد یافته در مناطق روستایی به علت آلودگی خاک و هوا، بیشتر اعلام کردند [۳۷]. آلتوندِج و توزن (۲۰۱۱) به بررسی غلظت ۱۲فلز سنگین در٦ گونه میوه خشک که از فروشندگان شهرساکاریا (ترکیه) خریداری شده بود پرداختند. غلظت فلز سنگین نیکل (۲/۱۳- ۱/۵۱ میکروگرم در گرم) در زردآلوی خشک بود که نتایج بدست آمده در تجزیه وتحلیل نمونه های مواد غذایی پایین تر از حد مجاز WHO بود [۳۸]. ساراکُگلو و همکاران (۲۰۰۹) دلیل افزایش غلظت فلزات سنگین در نمونه های زردآلو از باغ های شهر قیصریه را، محیط کشت گونه های مورد بررسی اعلام کردند و بیان داشتند نمونه هایی که در مناطق دور از ترافیک رشد کرده اند دارای آلودگی کمتری هستند [۲۰]. میانگین غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در نمونه های زردآلوی خشک تیزابی و آفتابی جمع آوری شده شهر تهران، به ترتیب بر اساس وزن خشک در جدول ۳ آورده شده است.

Table 3 Mean of heavy metals concentration of lead, cadmium and nickel in dried apricot samples based on dry weight of Tehran city in 1395

samples (dried apricots)	Lead (mg/kg Dw)± SD	Cadmium (mg/kg Dw)± SD	Nickel (mg/kg Dw)± SD
A sulfur dried	0.94 ± 0.02^{d}	0.063 ± 0.001^{d}	0.83 ± 0.06^{e}
B sulfur dried	0.97 ± 0.01^{d}	0.069 ± 0.001^{c}	1.16 ± 0.05^{d}
C sulfur dried	1.09 ± 0.05^{c}	0.059 ± 0.002^{e}	1.72 ± 0.03^{c}
A sun dried	1.58 ± 0.06^{b}	0.105 ± 0.003^{b}	4.87 ± 0.32^{a}
B sun dried	2.60 ± 0.03^{a}	0.124 ± 0.002^{a}	2.89 ± 0.05^{b}
C sun dried	0.57 ± 0.02^{e}	0.057 ± 0.001^{e}	1.51 ± 0.08^{c}

Different lowercase letters in each column show significant differences between (*P<0.05*).

٤- نتیجه گیری

در این پژوهش غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل در ۳ نمونه برگه زردآلوی خشک شده به روش تیزابی و ۳ نمونه برگه زردآلوی خشک شده به روش آفتابی بررسی گردید. طبق نتایج، نمونه آفتابیC دارای کمترین میانگین غلظت کادمیوم و سرب بوده است و میانگین غلظت کادمیوم و سرب نمونه آفتابی B بالاتر از نمونه های دیگر بود. بیشترین آلودگی با فلزات سنگین به ترتیب شامل نیکل، سرب و کادمیوم بود. میانگین غلظت نیکل در بیشتر نمونه ها بالاتر از حد مجاز FAO/WHO بود. میانگین غلظت کادمیوم و سرب در تمام نمونه ها به غیر از نمونه آفتابی B پایین تر از حدود مجاز بین المللیWHOو USDA بود. با مقایسه بین نمونه های آفتابی و تیزابی می توان به این نتیجه رسید که غلظت تمامی فلزات سنگین مورد سنجش (سرب، کادمیوم و نیکل) در نمونه های آفتابی بالاتر از غلظت این فلزات در نمونه های تیزابی بود. آلودگی بیشتر نمونه های آفتابی نسبت به تیزابی ممکن است به سبب هم جوار بودن صنایع مختلف، معدن کاری، مصرف زیاد سوخت سرب خودروهای جاده ای به محل خشک کردن نمونه ها و طولانی بودن زمان خشک کردن آفتابی نسبت به روش تیزابی باشد که به وسیله هوا فلزات سنگین در محیط پراکنده شده و بر سطح نمونه ها رسوب می کنند. به همین دلیل بهتر است از روش خشک کردن تیزابی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

برای انواع میوه ها استفاده گردد تا سلامتی انسان با مصرف آن ها به خطر نیفتد. همچنین نظارت بر محتوای فلزات سنگین در میوه های خشک و تازه باید بیشتر شود زیرا سلامت انسان با مصرف میوه ها و سبزیجات به طور مستقیم تحت تاثیر قرار می گیرد.

۵- منابع

[1] Malakootian, M., & Khashi, Z. 2014. Heavy metals contamination of drinking water supplies in southeastern villages of Rafsanjan plain: survey of arsenic, cadmium, lead and copper. Journal of Health in The Field, 2, 1-9.

[2] Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. C., & Egwurugwu, J .N. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects . International Journal of Physical Sciences , 2, 112-118.

[3] Rezaei, A. 2016. The role of heavy metals on human health. Second International Conference on Recent Findings in Chemistry and Chemical Engineering, Tehran, International Confederation of Inventions World (IFIA). University of Applied Science.

[4] Fu, J., Zhou, Q., Liu, J., Liu, W., Wang, T., Zhang, Q., & Jiang, G. 2008. High levels of heavy metals in rice (Oryza sativa L.) from a typical E-waste recycling area in southeast China and its potential risk to human health. Chemosphere, 71, 1269-1275.

[5] Nie, J. Y., Kuang, L. X., Li, Z. X., Xu, W. H., Wang, C., Chen, Q. S., Li, A., Zhao, X. B., Xie, H. Z., Zhao, D. Y., Wu, Y. L., & Cheng, Y. 2016. Assessing the concentration and potential health risk of heavy metals in China's main deciduous fruits . Journal of Integrative Agriculture, 15, 1645–1655.

[6] Kazem Zadeh Khoyi, J., Noori, A., & Pourang, N. 2012. Investigation and measurement of heavy metals of nickel, lead, copper, manganese, zinc, cadmium and vanadium in edible vegetables in south of Tehran refinery. Environmental research, 3, 65-74.

[7] Jan, A. T., Azam, M., Siddiqui, K., Ali, A., Choi, I., & Rizwanul Haq, Q. M. 2015. Heavy Metals and Human Health: Mechanistic Insight into Toxicity and Counter Defense System of Antioxidants. International journal of Molecular sciences, doi: 10.3390/ijms 161226183.

[8] Barbeoch, L., Leonhardt, N., Vavasseur, A., & Forestier, C. 2002. Heavy metal toxicity: cadmium permeates through calcium channels and disturbs the plant water status. The Plant Journal, 32, 539–548.

[9] Bernard, A. 2008. Cadmium & its adverse effects on human health. Indian J Med Res, 128, 546-557.

[10] ATSDR. 2005. Toxicological Profile for Nickel. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology, Clifton Road, NE, Atlanta, Georgia.

[11] Yadollahi Baghloi, M., & Sassanian, N. 2014. The presence of heavy metals in food and its effect on human health. Third National Food Security Conference, Savadkuh Branch, Islamic Azad University, Savadkuh, 4, 96 -102.

[12] Ming, W., Linyan, Z., Hongbo, S., Jianyong, Y., Bin, W., Yaru, L., Le, Z., Fengbin, C., Zhidong, W., Meixu, G., & Shurong, L. 2014. Electron beam irradiation of sun-dried apricots for quality maintenance. Radiation Physics and Chemistry , 97,126-133.

[13] Wani, S. M., Jan, N., Wani, T. A., Ahmad, M., Masoodi, F. A., & Gani, A. 2015. Optimization of antioxidant activity and total polyphenols of dried apricot fruit extracts(*Prunus armeniaca* L.) using response surface methodology. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, http ://dx.doi.org/10.1016 /j. jssas .03.006.

[14] Mesbahi, K., Ganji Moghadam, I., Nikkhah, Sh., & Asgharzadeh, A. 2014. Phenological, morphological and pomological characteristics of some apricot genotypes and effects of pre-treatment and drying method on the quality of their dried fruits. Journal of Planting and Seed, 2-30, 153-167.

[15] Zhebentyayeva, T., Ledbetter, C., Burgos, L., & Llácer, G. 2012. Apricots . doi:10.1007/978-1-4419-0763-9_12.

[16] Coskun, A. L., Turkyilmaz, M., Aksu, O. T., Koc, B. E., Yemis, O., & Ozkan, M. 2013. Effect of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. Food Chemistry, 141, 3670-3680.

[17] Chang, S. K., Alasalvar, C., & Shahidi, F. 2016. Review of dried fruits: Phytochemicals

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

,antioxidant efficacies, and health benefits. Journal of Functional Foods, 21, 113-132.
[18] Salehizadeh, P., Bassiri, A., & Mizani, M. 2011. The effect of drying air temperature on the quality of dried apricots using convection oven. Food Technology & Nutrition , 8, 88-98.
[19] Davarynejad, G. H., Vatandoost, S., Soltész, M., Nyéki, J., Szabó, Z. & Nagy, P. T. 2010. Hazardous element content and consumption risk of 9 apricot cultivars. International Journal of Horticultural Science, 16, 61-65.
[20] Saracoglu, S., Tuzen, M., & Soylak, M. 2009. Evaluation of trace element contents of dried apricot samples from Turkey. Journal of Hazardous Materials, 167, 647–652.
[21] Official method of Analysis. (AOAC) 2000. J. Association of official analytical chemist (AOAC) Washington, D.C. 17th Edition.
[22] Huong, B., & Ward, M. 2013 . Technical Regulations on Mycotoxin and Heavy Metals MRLs in Foods. GAIN Report Number: VM3070, USDA Foreign Agricuitural Service.
[23] Ali, M. H. H., & Al-Qahtani, K. M. 2012. Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits in Saudi Arabian markets. Egyptian Journal of Aquatic Research, 38, 31-37.
[24] Shaheen, N., Md. Irfan, N., Nourin Khan, I., Islam, S., Islam M. S., & Ahmed, M. K. 2016. Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh. Chemosphere, 152, 431-438.
[25] WHO(World Health Organization). 2010. Childhood Lead Poisoning. 1211, Geneva,1-69.
[26] Elbagermi, M. A., Edwards, H. G. M., & Alajtal, A. I. 2012. Monitoring of Heavy Metal Content in Fruits and Vegetables Collected from Production and Market Sites in the Misurata Area of Libya. International Scholarly Research Network(ISRN), doi: 10.5402/2012/827645.
[27] Zahir, E., Imam Naqvi, I., & Mohi Uddin, S. 2009. Market basket survey of selected metals in fruits from Krachi city (Pakistan). Journal of Basic and Applied Sciences, 5, 47-52.
[28] Aldjain, I., Al-Whaibi, M., Al-Showiman, S., & Siddiqui , M. 2011. Determination of heavy metals in the fruit of date palm growing at different locations of Riyadh. Saudi Journal of Biological Sciences, 18, 175–180.
[29] Colak, M. 2012. Heavy metal concentrations in sultana-cultivation soils and sultana raisins from Manisa (Turkey). Environ Earth Sci, 67, 695–712.
[30] Sattar, A., Wahid, M., & Durrani, S.K. 1989. Concentration of selected heavy metals in spices, dry fruits and plant nuts. Plant Foods for Human Nutrition, 39, 279–286.
[31] Cheraghi, M., Aryaei Nejad, N., & Lorestani, B. 2012. Investigation of Heavy Metals Concentration in Strawberry Crops (Case Study: Agricultural Land of Sanandaj Province). Journal of Food Health, 2(3), 69-80.
[32] Givianrad, M. H., Sadeghi, T., Larijani, K., & Hosseini, S. E. 2011. Determination of cadmium and lead in lettuce, mint and leek cultivated in different sites of southern Tehran. Food Technology & Nutrition, 8, 38-43.
[33] Zahoor, A., Jaffar, M., & Saqib, M. 2003. Elemental distribution in summer fruits of Pakistan. Nutr. Food Sci, 33, 203–207.
[34] Soylak, M., Cihan, Z., & Yilmaz, E. 2013. Heavy metal contents of organically produced, harvested,and dried fruit samples from Kayseri, Turkey. Environ Monit Assess, doi: 10.1007/s10661-012-2741-7.
[35] Fang, Y. L., Zhang, A., Wang, H., Li, H., Zhang, Z. W., Chen, S. X., & Luan, L. Y. 2010. Health risk assessment of trace elements in Chinese raisins produced in Xinjiang province. Food Control, 21, 732–739.
[36] WHO(World Health Organization). 1994. Quality Directive of Potable Water. second ed, Geneva, 197.
[37] Preer, J. R. S., & Rosen, W. 1977. Trace substances in environmental health. Univ Missouri Press, Columbia, 399-405.
[38] Altundag, H., & Tuzen, M. 2011. Comparison of dry, wet and microwave digestion methods for the multi element determination in some dried fruit samples by ICP-OES. Food and Chemical Toxicology, 49,2800–2807.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]

Determination of Heavy Metals including Lead, Cadmium and Nickel Remained in Dried Apricots *(Prunuse armeniaca linnaeus)* in the sunny and spicy form in Tehran Markets

Bagheri , F. [1], Esfandyari, Ch. [2*], Ziarati, P. [3]

1. M. Sc. in Food Science & Technology, Pharmaceutical Sciences Branch ,Islamic Azad university , Tehran-Iran (IAUPS).
2. Assistant Professor of the College of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran-Iran.
3. Assistant Professor of the Nutrition & Food Sciences Research Center, Pharmaceutical Sciences Branch ,Islamic Azad university , Tehran-Iran (IAUPS).

(Received: 2017/09/05 Accepted:2018/07/30)

In this study, the concentration of three heavy metals including lead, cadmium and nickel in dried apricots (sun dried and sulfur dried) supplied in Tehran's markets were determined. After preparing samples, the concentrations of these metals were analyzed with three replications by flame atomic absorption spectrometer (FAAS) and the numbers obtained with the international standards have been compared in terms of pollution. The results of the average concentration of heavy metals in the apricot leaf samples showed that the average lead concentration of the samples was (0.57-2.60 mg/kg) and the mean lead concentration of all specimens except the amount of sun dried sample B was(2.60 mg/kg) lower than the United States Department of Agriculture standard (2 mg / kg). The average cadmium concentration of the samples was in the range of (0.057-0.124 mg/kg), all of them were in the World Health Organization standard(0.1 mg/kg). However, the amount of sun dried sample B (0.124 mg/kg) was slightly higher than standard. The average concentration of nickel in all studied samples were in the range of (0.83- 4/87 mg/kg) that all samples except the sulfur dried sample A with the amount of (0.83 mg/kg) was higher than joint standard of the Food and Agriculture Organization and World Health Organization(0.8 mg/kg). By comparing the sundried and sulfur dried samples, it can be concluded that concentrations of heavy metals (lead, cadmium and nickel) in the sun dried samples are higher than those of these metals in the specimens spit.

Key words: Heavy metals, Dried apricot, Lead, Cadmium, Nickel

*Corresponding Author: Changiz.esfandyari@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-26]