Archive of SID

مطالعه‌ی مقادیر برخی فلزات سنگین در عسل‌های تولیدی استان چهار محال و بختیاری

حمداله مشتاقی‌بروجنی[۱]، الهام خلیلی‌صدرآباد[۲*] مجتبی بنیادیان[۱] و آلاله وکیل‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۲۶

چکیده

عسل شهد گل‌ها و گیاهان است که توسط زنبور عسل تولید می‌شود. عسل به عنوان شاخصی برای تشخیص میزان آلودگی‌های محیطی استفاده می‌شود. با توجه به گسترش و صنعتی شدن شهرها، میزان سه عنصر فلزی در عسل‌های پنج منطقه‌ی چهار محال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت. مقدار سه فلز جیوه، سرب و کادمیوم با استفاده از دستگاه پتانسیومتری برای ۷۵ نمونه عسل آنالیز گردید. نتایج بیان کننده‌ی عدم وجود عنصر جیوه در تمامی نمونه‌های مورد مطالعه بود. میزان کادمیوم در عسل‌های لردگان (۶/۵۸ میکروگرم در کیلوگرم) به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بالاتر از سایر مناطق بود. عسل‌های مناطق اردل و ارجنک به ترتیب با میزان ۲۳ و ۲۲/۱۱ میکروگرم در کیلوگرم حاوی مقادیر بالاتری سرب بودند. کم‌ترین میزان کادمیوم و سرب به ترتیب در عسل‌های مناطق اردل (۰/۰۸ میکروگرم در کیلوگرم) و لردگان (۸/۹۰ میکروگرم در کیلوگرم) بود. با توجه به کم‌تر بودن متوسط مقادیر عناصر سرب، کادمیوم و جیوه در نمونه‌ی عسل‌های تولید شده در استان چهار محال و بختیاری نسبت به حد استاندارد جهانی، می‌توان بیان نمود که مصرف عسل‌های تولیدی این استان، از نظر وجود فلزات سنگین، برای سلامت و بهداشت عمومی خطری در پی ندارد. اما با صنعتی شدن این منطقه در آینده‌ای نه چندان دور، توجه بیش‌تری در کنترل آلودگی با فلزات سنگین نیاز می‌باشد.

کلمات کلیدی: عسل، سرب، جیوه، کادمیوم، دستگاه پتانسیومتری

مقدمه

تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد، با توجه به محدود بودن منابع طبیعی و به گونه‌ای که محیط زیست کم‌ترین تأثیر را متحمل گردد، یکی از مهم‌ترین مباحث در جهان به شمار می‌رود (Duruibe et al. 2007). عسل ماده‌ی مغذی است که دارای خواص درمانی ارزشمندی است (Bilandžić et al. 2011). ماده‌ای شیرین که از شهد گل‌ها و گیاهان معطر و شفابخش توسط زنبور عسل (*Apis mellifera*) پس از مکیدن، تغلیظ و تغییر شکل دادن، ساخته شده و به عنوان یک غذای خوشمزه و کامل در دسترس انسان قرار می‌گیرد (Bilandžić et al. 2011, Silva et al. 2009). این ماده حاوی فروکتوز (۲۵ تا ۴۵ درصد)، گلوکز (۲۵ تا ۳۷ درصد)، مالتوز (۲ تا ۱۲ درصد)، ساکارز (۰/۵ تا ۳ درصد) (Ioannidou et al. 2005)، ۱۸ درصد آب، مقادیر کمی پروتئین و مواد معدنی از ۰/۰۴ درصد (عسل روشن) تا ۰/۲ درصد (عسل تیره) است. این ترکیبات باتوجه به گونه‌ی گیاهی، آب و هوا، شرایط جغرافیایی، شرایط محیطی و همچنین روش زنبورداران در تولید عسل متغیر است (da C Azeredo et al. 2003). امروزه فلزات سنگین از مهم‌ترین منابع آلوده کننده می‌باشند و مشکل جدی برای سلامت عموم

[۱] دانشیار گروه بهداشت مواد غذایی و کنترل کیفی، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد

[۲*] استادیار مرکز تحقیقات بیماری‌های مشترک انسان و دام، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

E-mail: khalili.elham@gmail.com (نویسنده‌ی مسئول)

[۳] دانش‌آموخته‌ی دکترای حرفه‌ای، دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد

www.SID.ir

Archive of SID

محسوب می‌شوند (Duruibe et al. 2007). تأثیر فلزات روی انسان متعدد بوده و عمده‌ترین آن مربوط به بروز اختلالات عصبی است. فلزات همچنین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می‌گردند. مثلاً در صورت کمبود روی در مواد غذایی کادمیوم جایگزین آن می‌گردد. به طور کلی اختلالات عصبی، انواع سرطان‌ها، فقر مواد مغذی، چاقی، اختلالات تنفسی و قلبی-عروقی، آسیب به کبد، کلیه‌ها و مغز، آلرژی و آسم، اختلالات غدد درون ریز، عفونت‌های ویروسی مزمن، اختلال در عملکرد آنزیم‌ها، کم خونی، خستگی، سردرد و سرگیجه، تضعیف سیستم ایمنی بدن، تخریب ژن‌ها، پیری زودرس، اختلالات پوستی، کاهش حافظه، بی‌اشتهایی، التهاب مفاصل، پوکی استخوان و در موارد حاد مرگ از نتایج ورود فلزات به بدن انسان می‌باشد. از طرفی خاصیت سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در گیاهان و جانوران و نیز ورود آن‌ها به زنجیره‌ی غذایی خطرات ناشی از آن‌ها را دو چندان ساخته و تأثیرات اکولوژیکی زیاد به وجود می‌آورد (Singh et al. 2010). در کنار تمامی خواص مفید این ماده غذایی، می‌توان از عسل به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری آلودگی محیطی مانند آلودگی به آفت کش‌ها، رادیونوکلئید و فلزات سنگین (Celli and Maccagnani 2003) مانند کادمیوم، سرب، کروم، آرسنیک، جیوه و نیکل استفاده کرد. بنابراین حضور فلزات سنگین در عسل می‌تواند برای مصرف کنندگان نگران کننده و خطرناک باشد (Leblebici and Aksoy 2008). برخی از آلودگی‌ها با فلزات سنگین منشاء انسانی دارد مانند آلودگی‌های صنعتی، ضایعات کارخانجات، سرب آزاد شده از بنزین در بزرگراه‌ها، مواد شیمیایی کشاورزی و ذوب آهن (Bogdanov et al. 2007). سازمان‌های مختلفی مانند کدکس، آژانس جهانی حفاظت محیط زیست، سازمان غذا و داروی آمریکا و سازمان بهداشت جهانی خط مشی‌هایی را برای دریافت روزانه‌ی فلزات سنگین بیان نموده‌اند.

در سال‌های اخیر با توجه به افتتاح صنایعی مانند فولاد شهرکرد، فولاد فرخشهر و بروجن، سیمان لردگان و شهرکرد، پتروشیمی لردگان و گچ لردگان نگرانی‌های در رابطه با ایجاد آلودگی زیست محیطی ایجاد شده است. در کنار این عوامل توسعه و پیشرفت شهری و رهاسازی فاضلاب این کارخانجات به مناطق مورد مطالعه، بررسی میزان عناصر فلزی سنگین در عسل تولیدی در این منطقه لازم است. بنابراین، در مطالعه‌ی حاضر، میزان فلزات سنگین سرب، کادمیوم و جیوه در عسل پنج منطقه در چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت. هدف این بررسی تعیین این عناصر در عسل‌های عرضه شده در استان چهارمحال و بختیاری و مقایسه‌ی آن با میزان استاندارد است.

مواد و روش کار

در فصل تابستان با مراجعه به زنبورداری‌های ۵ منطقه واقع در استان چهارمحال و بختیاری، به طور تصادفی از کندوهای عسل هر کدام از مناطق ارجنک، لردگان، کوهرنگ، اردل و سامان ۱۵ نمونه‌ی عسل (در مجموع ۷۵ نمونه) اخذ گردید و مورد آزمون قرار گرفتند. در این مطالعه سعی شد مناطقی که در تولید عسل استان پیشرو بوده و یا در مجاورت صنایع تولیدی هستند، نمونه‌برداری صورت گیرد. تمامی نمونه‌های عسل تا زمان انجام آزمون در ظروف تمیز در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد (Bilandžić et al. 2011).

جهت آماده سازی نمونه‌ها، ۱۰ گرم از هر نمونه عسل به طور دقیق در کروزه‌هایی از جنس کوارتز که از قبل در محلول اسید کلریدریک ۵ درصد غوطه‌ور شده بود، ریخته و به آن روغن زیتون اضافه شد و سپس روی صفحه‌ی داغ قرار داده تا آب عسل تبخیر شد. حرارت دادن نمونه‌ها تا زمانی به طول انجامید که عسل به شکل زغال درآمد. سپس نمونه‌ها به کوره منتقل شد و در دمای ۵۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت حرارت داده

www.SID.ir

Archive of SID

تا نمونه‌های عسل کاملاً سوزانده شده و خاکستر به دست آمد. در ادامه، کروزه‌ها را از کوره خارج کرده تا خنک شوند. خاکستر حاصل بایستی کاملاً سفید باشد و فاقد ذرات جامد سیاه باشد. در مواردی که ذرات جامد و سیاه دیده شد، نمونه‌ها در کوره باقی ماند، تا جایی که تلالؤ خاکستری و سپس سفید پیدا کردند. پس از خارج کردن نمونه‌ها از کوره، به خاکستر به دست آمده ۲۵ cc اسید کلریدریک ۲ مولار اضافه شد و روی صفحه‌ی داغ حرارت داده تا خاکستر کاملاً در اسید حل شد. سپس نمونه‌ها به دیسکاتور منتقل شده تا خنک شوند و در انتها با اسید کلریدریک ۲ مولار به حجم ۵۰cc رسانده شد (Lo Coco et al. 2003).

اندازه گیری سرب و کادمیوم با روش آنالیز پتانسیومتری[1] (مدل دستگاه Steroglass-ION3-Italia) در دانشگاه شهرکرد، دانشکده‌ی دامپزشکی انجام شد. الکترود دستگاه را با آب مقطر کاملاً شسته، خشک کرده و سپس با محلول Plating ($HgCl_2$ در اسید کلریدریک ۲ مولار) الکترود دستگاه را ملغمه[2] گذاری نموده و این کار بعد از اندازه‌گیری چند نمونه دوباره انجام شد، به طوری که بعد از انجام Plating سطح الکترود را لایه‌ای یکنواخت از جیوه پوشاند. به ۱۵cc از نمونه‌ی آماده شده، ۱cc محلول Plating اضافه نموده و نتایج ۳ بار پیاپی توسط دستگاه خوانده شد. سپس استاندارد سرب و کادمیوم ($HgCl_2$ در اسید کلریدریک ۲ مولار) را به میزان ۰/۱cc با غلظت ۱۰ میکروگرم بر کیلوگرم به نمونه اضافه کرده و نتیجه مجدداً قرائت شد (do Nascimento et al. 2005).

جهت اندازه‌گیری جیوه، ابتدا دستگاه شسته شده و سپس دستگاه با محلول Plating ملغمه‌گذاری یا روکش‌دار شد. سپس نمونه‌ی حاوی خاکستر عسل به اضافه‌ی اسید کلریدریک ۲ مولار و ۱cc محلول Plating (Au) را به دستگاه پتانسیومتر وارد نموده و پس از آنالیز نمونه توسط دستگاه و ۳ دور قرائت نتیجه، محلول استاندارد جیوه با غلظت ۱ میکروگرم بر کیلوگرم اضافه گردید و نتیجه مجدداً قرائت شد (do Nascimento et al. 2005).

برای آنالیز آماری نمونه‌ها از نرم‌افزار SAS و از رویه‌ی آماری تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون آماری فیشر (LSD) استفاده شد. تفاوت‌های به دست آمده در سطح P<۰/۰۵، معنی‌دار در نظر گرفته شدند.

نتایج

در جدول ۱، مقدار میانگین سرب، کادمیوم و جیوه ۷۵ نمونه‌ی عسل مناطق ارجنک، لردگان، کوهرنگ، اردل و سامان نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، میزان سرب در عسل‌های مناطق اردل و ارجنک به ترتیب ۲۳ و ۲۲/۱۱ میکروگرم در کیلوگرم به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بالاتر از سرب در بقیه‌ی عسل‌ها به دست آمده است. عسل مناطق سامان و کوهرنگ به ترتیب با مقادیر ۱۶/۵۹ و ۱۳/۴۴ میکروگرم در کیلوگرم در جایگاه دوم از لحاظ میزان سرب قرار گرفتند. کم‌ترین میزان سرب در عسل‌های منطقه‌ی لردگان مشاهده شد که به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) پایین‌تر از سایر مناطق بود.

برطبق نتایج به دست آمده در مطالعه‌ی حاضر، عسل منطقه‌ی لردگان با میزان ۶/۵۸ میکروگرم بر کیلوگرم به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) حاوی مقادیر بالاتری کادمیوم بود. عسل مناطق اردل، کوهرنگ و سامان به ترتیب با مقادیر ۰/۰۸، ۰/۱۳ و ۰/۱۹ میکروگرم در کیلوگرم حاوی کم‌ترین میزان کادمیوم بودند.

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در میان تمامی عسل‌های پنج منطقه‌ی مورد مطالعه، مقادیر جیوه کم‌تر از حد تشخیص دستگاه بود.

1- Potentiometric Stripping Analysis
2- plated

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مقادیر سرب، کادمیوم و جیوه در ۷۵ نمونه‌ی عسل مناطق مختلف شهرکرد (بر اساس میکروگرم بر کیلوگرم)

مناطق مورد مطالعه	سرب	کادمیوم
	انحراف معیار±میانگین (حداکثر- حداقل)	انحراف معیار±میانگین (حداکثر- حداقل)
لردگان	^{d}۸/۹۰±۲/۱۸ (۵/۱۴ -۱۲/۲۴)	^{a}۶/۵۸±۱/۵۶ (۴/۶۲-۸/۹)
ارجنک	^{a}۲۲/۱۱±۳/۸۸ (۱۵/۷۴ -۲۸/۵۴)	^{b}۵/۳۰±۰/۹۲ (۳/۸۷-۶/۴۲)
سامان	^{b}۱۶/۵۹±۱/۶۸ (۱۴/۳۲ -۱۸/۶۵)	^{c}۰/۱۹±۰/۰۴ (۰/۱۱-۰/۲۸)
کوهرنگ	^{c}۱۳/۴۴±۳/۵۰ (۸/۴۱ -۱۶/۶۷)	^{c}۰/۱۳±۰/۰۳ (۰/۰۹-۰/۱۹)
اردل	^{a}۲۳±۳/۳۵ (۱۷/۷۶ -۲۶/۶۶)	^{c}۰/۰۸±۰/۰۴ (۰/۰۲-۰/۱۷)
میانگین کلی	۱۶/۸۰	۲/۴۵

حروف انگلیسی نامتشابه در هر ستون نشان‌گر معنی‌دار بودن اختلاف مقادیر فلزات در نمونه‌ها است.

بحث

عسل یکی از پیچیده‌ترین مواد غذایی است که در طبیعت تولید می‌شود و تنها عامل شیرین‌کننده‌ای است که انسان‌ها می‌توانند بدون هیچ فرآیندی، از آن استفاده کنند. از آن جایی که نقش بیولوژیکی عسل دریافتی توسط بدن در ارتباط با آلودگی با املاح سنگین حائز اهمیت است، بنابراین شناسایی و تعیین مقادیر فلزات سنگین هم چون سرب، کادمیوم و جیوه در عسل و فرآورده‌های آن بسیار ارزشمند خواهد بود. با توجه به وجود مطالعات محدود در رابطه با اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین در عسل‌های تولیدی در ایران بر آن شدیم که، مقادیر سرب، کادمیوم و جیوه در عسل‌های ۵ منطقه از استان چهارمحال و بختیاری را مورد بررسی قرار دهیم. میزان حداکثر مجاز سرب در عسل بر اساس اتحادیه‌ی اروپا در حدود ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم و برای بقیه‌ی فلزات سنگین مقداری تعیین نشده است. میزان جیوه در استاندارد کشور چین حدود ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم تخمین زده شده است (Bogdanov 2006). در استاندارد ایران حد مجازی برای میزان فلزات سنگین در عسل تعیین نشده است.

نتایج مطالعات متعدد در ایران و دیگر کشورها در جدول ۲ آمده است. بر خلاف مطالعات Toporcák و همکاران در سال ۱۹۹۲، Pohl و همکاران در سال ۲۰۰۹، Bilandžić و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Bogdanov و همکاران در سال ۲۰۰۶، در مطالعه‌ی حاضر جیوه در عسل‌های مورد بررسی یافت نشد و مصرف این عسل‌ها برای عموم بی‌خطر می‌باشد . در مطالعه‌ای در فرانسه مشابه تحقیق حاضر، جیوه در نمونه‌ی عسل‌های مورد مطالعه گزارش نشد (Devillers et al. 2002).

در میان عسل‌های مورد مطالعه، عسل مناطق اردل و ارجنک به ترتیب با میزان ۲۳ و ۲۲/۱۱ میکروگرم بر کیلوگرم حاوی مقادیر بالاتری سرب بودند که این تفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

از لحاظ آماری معنی‌دار (P<۰/۰۵) تلقی شد. عسل منطقه‌ی لردگان با میزان ۸/۹۰ میکروگرم در کیلوگرم حاوی کم‌ترین میزان سرب بود. در مطالعاتی که در نیوزلند در سال ۲۰۱۱ انجام شد، سرب یافته شده در عسل این مناطق کم‌تر از مطالعه‌ی حاضر گزارش شد (Vanhanen et al. 2011). مقادیر سرب در این مطالعه از مقادیر به دست آمده در مطالعات Leblebici و همکاران در سال ۲۰۰۸، Caroli و همکاران در سال ۱۹۹۹، Bilandžić و همکاران در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲، Bogdanov و همکاران در سال ۲۰۰۷ و حداکثر مقدار در مطالعه‌ی Muñoz و همکاران در سال ۲۰۰۶، بسیار پایین-تر (جدول ۲) است.

در بررسی حاضر عسل‌های منطقه‌ی لردگان با میزان ۶/۵۸ میکروگرم در کیلوگرم بالاترین مقدار کادمیوم را داشت و این تفاوت با کادمیوم در عسل سایر مناطق از لحاظ آماری معنی‌دار بود. نمونه‌های عسل مناطق اردل، کوهرنگ و سامان در مطالعه‌ی حاضر کم‌ترین مقادیر کادمیوم را داشتند.

حداکثر مقادیر کادمیوم در عسل‌های مطالعه‌ی حاضر از گزارشات Leblebici و همکاران در سال ۲۰۰۸، Bogdanov و همکاران در سال ۲۰۰۷ و Vanhanen و همکاران در سال ۲۰۱۱ کم‌تر مشاهده شد، در حالی که در مطالعات Bilandžić و همکاران در سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۱، Muñoz و همکاران در سال ۲۰۰۶، Caroli و همکاران در سال ۱۹۹۹ و Devillers و همکاران در سال ۲۰۰۲ مقدار کادمیوم نسبت به این مطالعه کم‌تر اندازه‌گیری شده است.

در مطالعاتی که در ایران صورت گرفته، مشخص شد که مقادیر سرب در مطالعات Akbari و همکاران در سال ۲۰۱۲، Mohammadi Aghamirlou در سال ۲۰۱۵، Saghaei و همکاران در سال ۲۰۰۹ که به ترتیب در عسل‌های مناطق بازار ایران، اردبیل، ارومیه و کردستان صورت گرفت، بالاتر از میزان سرب (جدول ۲) در این مطالعه اندازه‌گیری شده است. در عسل‌های مورد بررسی توسط Samimi و همکاران در سال ۲۰۰۱ سرب شناسایی نشد.

مقادیر کادمیوم در مطالعات Samimi و همکاران در سال ۲۰۰۱، Akbari و همکاران در سال ۲۰۱۲، Mohammadi Aghamirlou و همکاران در سال ۲۰۱۵ به ترتیب با مقادیر ۰/۰۲۷، ۰/۳۹ و ۰/۰۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بالاتر از این مطالعه گزارش شد. در مطالعات Bahreyni و همکاران در سال ۲۰۰۶ مقادیر سرب و کادمیوم در نمونه‌های عسل، گرده و بدن زنبوران بالغ زنبورداری‌های استان تهران کم‌تر از حد تشخیص گزارش شد . در تحقیق حاضر همانند مطالعه‌ی بحرینی و همکاران جیوه در نمونه‌های عسل یافت نشد. بر خلاف مطالعه‌ی حاضر در تحقیقات Saghaei و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Mohammadi Aghamirlou و همکاران در سال ۲۰۱۵ مقادیر جیوه به ترتیب ۴/۷۸ و ۳/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم (جدول ۲) بود.

مشخص شده است که با فاصله گرفتن از مناطق مسکونی، غلظت فلزات در عسل کاهش پیدا می‌کند. همچنین در مطالعه‌ی حاضر مشخص شد که مناطق نزدیک به اماکن مسکونی، به دلیل وجود منابعی مانند فاضلاب‌های خانگی و تراکم بیش‌تر زائدات، دارای فلزات سنگین بیش‌تری هستند . همچنین گیاهانی که در این مناطق رشد می‌کنند، تحت تأثیر این آلودگی‌ها قرار می‌گیرند و مقدار فلزات سنگین در گیاهان این مناطق افزایش می‌یابد (Demirezen and Aksoy 2005) . در مطالعه‌ی حاضر هم این موضوع تأیید شد، بدین معنی که عسل‌های منطقه‌ی ارجنک به دلیل نزدیک بودن به مرکز استان و مجاورت با صنایع آلاینده در مقایسه با سایر مناطق مورد مطالعه هم کادمیوم و هم سرب بالاتری داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: مقایسه‌ی مقادیر میانگین سرب، کادمیوم و جیوه‌ی عسل در مطالعه‌ی حاضر و سایر مطالعات برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم

مطالعه حاضر و سایرین	سرب	کادمیوم	جیوه
مطالعه حاضر	۰/۰۲۳	۰/۰۰۶	یافت نشد
صمیمی، ساوه، ۲۰۱۱	یافت نشد	۰/۰۲۷	--
اکبری، ایران، ۲۰۱۲	۰/۱۱	۰/۳۹	۳/۰۳
محمدی آقامیرلو، اردبیل، ۲۰۱۵	۰/۹۳۵	۰/۰۵۳	--
سقائی، ارومیه، ۲۰۰۹	۰/۰۴	--	--
پیران، سنندج، ۱۳۹۲	۰/۰۹۵	--	--
صادقی، کردستان، ۲۰۱۲	--	--	۴/۷۸
بحرینی، تهران، ۲۰۰۶	--	کمتر از حد تشخیص	کمتر از حد تشخیص
Toporcák، اسلواکی، ۱۹۹۲	-- ---	-- ---	۰/۲۱۲ (مناطق آلوده) ۰۰۳/ (مناطق غیرآلوده)
Bilandžić، کرواسی، ۲۰۱۲	۰/۲۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶
Bilandžić، کرواسی، ۲۰۱۱	۰/۰۶۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲
Bogdanov، سوئیس، ۲۰۰۷	۰/۰۴۱	۰/۷۴	--
Devillers، فرانسه، ۲۰۰۲	یافت نشد	یافت نشد	یافت نشد
Vanhanen، نیوزلند، ۲۰۱۱	۰/۰۱۷	۰/۱۴۹	--
Muñoz، اسپانیا، ۲۰۰۶	۰/۱۲۱	۰/۰۰۱	--
Caroli، ایتالیا، ۱۹۹۹	۰/۱۸۶	۰/۰۰۰۷	--
Leblebici، ترکیه، ۲۰۰۸	۱/۵	۰/۲۴	--

به طور کلی مقدار فلزات سنگین در عسل مشکل‌زا نبوده و به دلیل فیلترینگی که توسط زنبورها صورت می‌گیرد، مقدار فلزات سنگین موجود در عسل، به صورت قابل توجهی نسبت به زنبور عسل کم‌تر است (Bogdanov 2006) . با توجه به کم‌تر بودن متوسط مقادیر عناصر سرب، کادمیوم و جیوه در نمونه‌ی عسل‌های تولید شده در استان چهارمحال و بختیاری نسبت به حد استاندارد جهانی، می‌توان بیان نمود که مصرف عسل‌های تولیدی این استان، از نظر وجود فلزات سنگین، برای سلامت و بهداشت عمومی خطری در پی ندارد اما بایستی هشدار داد که با صنعتی شدن این منطقه در آینده‌ای نه چندان دور، خطر افزایش مقادیر این فلزات می‌تواند تهدیدی برای سلامت عمومی باشد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه شهرکرد و در آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده‌ی دامپزشکی انجام شده است که بدین وسیله از همکاری مسئولان دانشکده و آزمایشگاه تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Akbari, B.; Gharanfoli, F.; Khayyat, M.H.; Khashyarmanesh, Z.; Rezaee, R. and Karimi, G. (2012). Determination of heavy metals in different honey brands from Iranian markets. food addit contam part b surveil, Food Additives and Contaminants, Part B, Surveillance, 5: 105-11.

Bahreyni, R.; Mirhadi, S.A.; Javaheri, S.D. and Talebi, M. (2006). the survey on situation of heavy metals in honey, pollen, and adult bees of tehran province apiaries. Journal of Agriculture, 15: 247-252.

Bilandžić, N.; Dokić, M.; Sedak, M.; Kolanović, B.S.; Varenina, I.; Končurat, A. et al. (2011). Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. Food Chemistry, 128: 1160-1164.

Bilandžić, N.; Dokić, M.; Sedak, M.; Varenina, I.; Kolanović, B.S.; Končurat, A.; Simiá, B. et al. (2012). content of five trace elements in different honey types from Koprivnica-križevci county. Slovenian Veterinary Research, 49(4): 167-175.

Bogdanov, S. (2006). Contaminants of bee products. Apidologie, 37: 1-18.

Bogdanov, S.; Haldimann, M.; Luginbuhl, W. and Gallmann, P. (2007). Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. Bee World, 46: 269-275.

Caroli, S.; Forte, G.; Iamiceli, A.L. and Galoppi, B. (1999). Determination of essential and potentially toxic trace elements in honey by inductively coupled plasma-based techniques. Talanta, 50: 327-336.

Celli, G. and Maccagnani, B. (2003). Honey bees as bioindicators of environmental pollution. Bulletin of Insectology, 56: 137-139.

Da C Azeredo, L.; Azeredo, M.A.A.; de souza, S.R. and Dutra, V.M.L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. Food Chemistry, 80: 249-254.

Demirezen, D. and Aksoy, A. (2005). Determination of heavy metals in bee honey using by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (icp-oes). Gazi University Journal of Science, 18: 569-575.

Devillers, J.; Dore, J.; Viel, C.; Marenco, M.; Poirier-Duchene, F.; Galand, N. et al. (2002). typology of french acacia honeys based on their concentrations in metallic and nonmetallic elements. honey bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals, 248.

Do Nascimento, P.C.; Bohrer, D.; de Carvalho, L.M.; Caon, C.E.; Pilau, E.; Vendrame, Z.B. and Stefanello, R. (2005). Determination of cadmium, lead and thallium in highly saline hemodialysis solutions by potentiometric stripping analysis (PSA). Talanta, 65: 954-959.

Duruibe, J.; Ogwuegbu, M.O.C. and Egwurugwu, J.N. (2007). heavy metal pollution and human biotoxic effects. International Journal of Physical Sciences, 2: 112-118.

Ioannidou, M.; Zachariadis, G.; Anthemidis, A. and Stratis, J.A. (2005). Direct determination of toxic trace metals in honey and sugars using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Talanta, 65: 92-97.

Leblebici, Z. and Aksoy, A. (2008). Determination of heavy metals in honey samples from central anatolia using plasma optical emission spectrofotometry (ICP-OES). Polish Journal of Environmental Studies, 17: 549-555.

Lo Coco, F.; Ceccon, L.; Ciraolo, L. and Novelli, V. (2003). Determination of cadmium (II) and zinc (II) in olive oils by derivative potentiometric stripping analysis. Food Control, 14: 55-59.

Mohammadi Aghamirlou, H.; Khadem, M.; Rahmani, A.; Sadeghian, M.; Mahvi, A.H.; Akbarzadeh, A. et al. (2015). Heavy metals determination in honey samples using inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. Journal of Evironmental Health Science and Engineering, 13, 39.

Muñoz, E. and Palmero, S. (2006). determination of heavy metals in honey by potentiometric stripping analysis and using a continuous flow methodology. Food Chemistry, 94: 478-483.

Pohl, P. (2009). determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. trac Trends in Analytical Chemistry, 28: 117-128.

Sadeghi, A.; Mozafari, A.A.; Bahmani, R.; Shokri, K. (2012). Use of honeybees as bio-indicators of environmental pollution in the Kurdistan province of Iran. Journal of Apicultural Science, 56: 83-88.

Saghaei, S.; Ekici, H.; Demirbas, M.; Yarsan, E. and Tumer, I. (2009). Determination of the metal Contents of honey Samples from Orumieh in Iran. Kafkas Universitesi Faculty of Veterinary Medicine, 18(2): 281-284.

www.SID.ir

Archive of SID

Samimi, A.; Ebrahimi Maymand, O. and Mehrtabatabaei, M. (2001). Determination of cadmium and arsenic pollution by bee honey based on the study on Ja'far abad area from Saveh city from Iran. Water and Geoscience, 199-202.

Silva, L.R.; Videira, R.; Monteiro, A.P.; Valentão, P. and Andrade, P.B. (2009). Honey from Luso region (Portugal): physicochemical characteristics and mineral contents. Microchemical Journal, 93: 73-77.

Singh, A.; Sharma, R.K.; Agrawal, M. and Marshall, F.M. (2010). Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. Food and Chemical Toxicology, 48: 611-619.

Toporcák, J.; Legáth, J.; Kul'ková, J. (1992). levels of mercury in samples of bees and honey from areas with and without industrial contamination. Veterinarni Medicina, 37: 405-412.

Vanhanen, L.P.; Emmertz, A. and Savage, G.P. (2011). Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. Food Chemistry, 128: 236-240.

www.SID.ir

Archive of SID

Study of some heavy metals in honey produced in Chahar-Mahale-Bakhtiary province

Moshtaghi Boroujeni, H.[1]; Khalili Sadrabad, E.[2]; Bonyadian, M.[1] and Vakil Zadeh, A.[3]

Received: 15.09.2016 Accepted: 16.05.2017

Abstract

Honey is the nectar of living flowers which produced by honey bees (*Apis mellifera*). Honey could be used as an environmental pollution indicator and because of developing and industrialization of cities, levels of three metal elements were investigated in five regions of Chahar-mahale-Bakhtiary province. The amounts of cadmium, lead and mercury of 75 honey samples were analyzed by potentiometric analyses. According to the results, mercury was not detected in any of the samples. Cadmium level was determined significantly higher ($P<0.05$) in Lordegan honey (6.58 µg/kg) compared to other honeys. Honeys of Ardal and Arjenk contained higher levels of lead with amount of 23 and 22.11 µg/kg respectively. The lowest amount of cadmium and lead were reported in Ardal (0.08 µg/kg) and Lordegan (8.90 µg/kg) regions, respectively. Due to lower levels of lead, cadmium and mercury in the honey samples produced in the Chahar-mahale-Bakhtiary province, compared to international standards, it could be concluded that consumption of these honeys is safe, in terms of heavy metals. However, by industrialization of Chahar-mahale-Bakhtiary in recent years, more attention must be given in controlling the metal contaminations.

Key word: Honey, Lead, Mercury, Cadmium, Potentiometric analysis

1- Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2- Assistant Professor, Zoonotic Diseases Research Center, Sahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3- DVM Graduated from Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
Corresponding Author: Khalili Sadrabad, E., E-mail: khalili.elham@gmail.com

www.SID.ir