Food Hygiene, Vol. 13, No. 49, Spring 2023

"Research article" **DOI: 10.30495/JFH.2023.1982705.1395**

Determination of lead and cadmium contents in autumn and spring honey in Delfan, Lorestan

Ghasemian Yadeghari, R.[1], Karamibonari, A.R.[2*], Movassagh, M.H.[3]

1. Graduated in Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
2. Assistant Professor, Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran
3. Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran

[*]Corresponding author: pharmakarami@yahoo.com
(Received: 2023/4/13 Accepted: 2023/6/23)

Abstract

Among the environmental pollutants, heavy metals are very dangerous for human health. The present study aimed to determine the amount of lead and cadmium in the fall of 2017 and spring of 2018 kinds of honey in Lorestan. Sixty honey samples were collected randomly from the central, Kakavand and Kaveh areas of Delfan city of Lorestan. The samples were analyzed by flame atomic absorption spectrometry. Lead and cadmium were determined in all samples. The maximum levels of lead and cadmium in samples were 32.2 and 0.32 µg/kg respectively. The mean concentration of lead in spring and autumn honey in the central part was 21.57 ± 2.84 and 28.83 ± 2.47, in Kakavand was 10.8 ± 1.3 and 13.66 ± 1.89 and in Khaveh was 7.72 ± 1.76 and 16.44 ± 1.55 µg/kg respectively. In Khaveh, the amount of lead in the honey sampled during spring was significantly lower than in other areas ($p<0.05$). The mean concentration of cadmium in spring and autumn honey in the central part was 0.13 ± 0.02 and 0.26 ± 0.03, in Kakavand was 0.11 ± 0.014 and 0.18 ± 0.02 and in Khaveh was 0.04 ± 0.02 and 0.08 ± 0.01 µg/kg respectively. The amount of cadmium in the spring honey of Khaveh was significantly lower than in other areas ($p<0.05$). Due to lower levels of lead and cadmium in the spring and autumn samples produced in Delfan city, compared to international standards, it could be concluded that consumption of these honey is safe, in terms of lead and cadmium metals.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Honey, Lead, Cadmium, Delfan Lorestan

«مقاله پژوهشی»
DOI: 10.30495/JFH.2023.1982705.1395

بررسی میزان سرب و کادمیوم در عسل‌های بهاره و پاییزه شهرستان دلفان لرستان

میزان سرب و کادمیوم در عسل‌های دلفان

رامین قاسمیان‌یادگاری[۱]، امیررضا کرمی‌بناری[۲*]، محمدحسین موثق[۳]

۱- دانش‌آموخته دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
۲- دکتری تخصصی فارماکولوژی دامپزشکی، استادیار گروه دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
۳- دکتری تخصصی بهداشت مواد غذایی، دانشیار گروه دامپزشکی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران
*نویسنده مسئول مکاتبات: pharmakarami@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱/۲۴ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۴/۲)

چکیده

در میان آلاینده‌های محیطی، فلزات سنگین برای سلامتی انسان خیلی خطرناک می‌باشند. هدف مطالعه حاضر تعیین میزان سرب وکادمیوم در عسل‌های پاییز ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷ در لرستان بود. ۶۰ نمونه عسل از نواحی مرکزی، کاکاوند و خاوه شهرستان دلفان لرستان به صورت تصادفی جمع‌آوری و سپس توسط دستگاه اسپکتوفتومتر جذب اتمی شعله آنالیز شدند. سرب وکادمیوم در تمامی نمونه‌ها تشخیص داده شد. بیشترین سطح سرب و کادمیوم در نمونه‌ها به ترتیب ۳۲/۲ و ۰/۳۲ میکروگرم بر کیلوگرم بود. میانگین غلظت سرب در عسل‌های بهاره و پاییزه به ترتیب دربخش مرکزی ۲/۸۴ ± ۲۱/۵۷ و۲/۴۷ ± ۲۸/۸۳، کاکاوند۱/۳± ۱۰/۸ و ۱/۸۹± ۱۳/۶۶ و خاوه۱/۷۶ ± ۷/۷۲ و ۱/۵۵ ± ۴۴ /۱۶میکروگرم بر کیلوگرم بود. میزان سرب درعسل‌های بهاره خاوه بطور معنی داری پایین تر از سایر نواحی بود ($p<$ ۰/۰۵). میانگین غلظت کادمیوم در عسل بهاره و پاییزه در بخش مرکزی ۰/۰۲ ± ۰/۱۳ و۰/۰۳ ± ۰/۲۶ در کاکاوند۰/۰۱۴ ± ۰/۱۱ و۰/۰۲ ± ۰/۱۸ و در خاوه۰/۰۲ ± ۰/۰۴ و ۰/۰۱ ± ۰/۰۸ میکروگرم بر کیلوگرم به‌ترتیب بود. میزان کادمیوم درعسل‌های بهاره خاوه بطور معنی داری پایین‌تر از سایر نواحی بود ($p<$ ۰/۰۵). با توجه به کمتر بودن متوسط مقادیر سرب وکامیوم در نمونه‌های عسل پاییزه و بهاره در شهرستان دلفان نسبت به حد استانداردهای بین‌المللی، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که مصرف این عسل‌ها از لحاظ فلزات سنگین سرب وکادمیوم خطری درپی ندارد.

واژه‌های‌کلیدی: عسل، سرب، کادمیوم، دلفان لرستان

مقدمه

عسل از گذشته به عنوان یک ماده غذایی و هم به عنوان دارو در درمان بیماری‌ها استفاده شده است. عسل حاوی کربوهیدرات، پروتئین، آمینواسید، ویتامین، مواد معدنی و آنتی اکسیدان‌ها می‌باشد (Ediriweera and Premarathna, 2012). عسل با منشاء محیطی و از طریق پرورش ونگهداری زنبور عسل آلوده می‌گردد. از عوامل محیطی می‌توان به فلزات سنگین که از مراکز ذوب فلزات، ضایعات پخش شده در محیط، عملیات متالوژی و استخراج فلزات، سرب ناشی از سوختن بنزین، اقدامات نامناسب تولید کنندگان عسل در هنگام تولید، استفاده از کودهای حاوی کادمیوم، حشره‌کش های حاوی فلزات سنگین، اشاره نمود که در دراز مدت آثار زیان باری تولید می‌نمایند. تعیین میزان فلزات سنگین در عسل برای کنترل کیفیت عسل به عنوان یک ماده غذایی با ارزش اهمیت فراوان دارد (Pohl, 2009). نتایج مطالعه‌ای در زنجان بر روی عسل‌های تصفیه شده، تصفیه نشده و موم دار استان زنجان نشان داد که میزان سرب در سه نوع عسل کمتر از حد استاندارد و میزان قلع در عسل‌های تصفیه نشده و تصفیه شده ، کمتر از حد استاندارد و در عسل موم دار نزدیک به میزان استاندارد بود (Nabilou *et al.*, 2017). مطالعه‌ای بر روی عسل‌های استان چهار محال و بختیاری نشان داد که میزان سرب، کادمیوم و جیوه در نمونه‌ی عسل‌های تولید شده دراین استان از حد استاندارد جهانی پایین بود (Moshtaghi *et al.*, 2018 Boroujeni). مطالعه‌ای بر روی گرده‌های عسل و زنبوران بالغ زنبورداری‌های استان تهران نشان داد که سرب و کادمیوم و کبالت در نمونه‌ها کم‌تر از حد تشخیص دستگاهی بود (Bahreyni *et al.*, 2006). در تحقیقی نشان دادند که نمونه‌های عسل در ترکیه حاوی مس، کادمیوم، منگنز، آهن، منیزیم ونیکل بودند ولی مقدار آن‌ها کم‌تر از حد مجاز بود (Özlem, 2005 and Erbilir). نتایج مطالعه بر روی عسل‌های کنیا نشان داد که میزان فلز سرب از حد استاندارد بالاتر بود (*et al.*, Mbiri 2011). سرب عوارض سمی متعددی مانند کاهش قدرت یادگیری و حافظه، ضایعات کلیوی وکبدی، کاهش انتقال پیام عصبی، تخریب غشای میلین وسلول شوان در اعصاب محیطی دارد. جدیدترین نظریه نحوه اثر سمی سرب را از طریق برهم زدن تعادل آنتی‌اکسیدان مطرح می‌کند. به دنبال مصرف سرب تولید رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد که باعث آسیب به پروتیین‌ها وچربی‌های غشا و اسیدهای نوکلئیک می‌شود (Kermanian *et al.*, 2008). مطالعات نشان داده که کادمیوم باعث اختلالات کبدی و کلیوی در انسان و حیوانات آزمایشگاهی می‌شود (and Bagh, 2008 Ahmadizadeh). در مطالعه‌ای نشان داده شد که کادمیوم در دوزهای مختلف از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع موجب آسیب در کبد، کلیه و روده می‌گردد. کادمیوم از طریق ایجاد پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع موجب اختلال درمتابولیسم لیپیدها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه می‌شود. این فلز باعث کاهش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله گلوتاتیون می‌گردد (Ahmadizadeh and Bagh, 2008). براساس قوانین موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران میزان دریافت قابل تحمل روزانه (Permissible PTDI = Tolerable Daily Intake) بر حسب میلی گرم

بر کیلوگرم وزن بدن برای سرب و کادمیوم به‌ترتیب ۰/۰۰۳۶، ۰/۰۰۱ است (ISIRI, 12968/1993). هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان سرب و کادمیوم در عسل‌های بهاره و پاییزه شهرستان دلفان لرستان بود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، تعداد ۶۰ نمونه عسل پاییزه و بهاره از کندوهای مختلف بخش‌های مرکزی، کاکاوند و خاوه شهرستان دلفان لرستان درپاییز ۱۳۹۶ و بهار۱۳۹۷ بصورت تصادفی جمع آوری شد. تمامی نمونه‌های عسل تا زمان انجام آزمون در ظروف مناسب در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد (Moshtaghi Boroujeni *et al.*, 2018). جهت آماده‌سازی نمونه‌ها، ۱۰ گرم از هر نمونه عسل به طور دقیق در کروزه‌هایی از جنس کوارتز که از قبل در محلول اسید کلریدریک ۵ درصد غوطه ور شده بود، ریخته و به آن روغن زیتون اضافه شد و سپس روی صفحه داغ قرار گرفت تا آب آن تبخیر گردد. در مرحله بعد نمونه‌ها به کوره منتقل و در دمای ۵۵۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت حرارت داده شد و خاکستر تهیه گردید. بعد از خارج‌سازی نمونه‌ها از کوره به خاکستر به دست آمده ۲۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ مولار اضافه شد و روی صفحه داغ حرارت داده شد تا خاکستر کاملا در اسید حل شود. سپس نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل شد تا خنک شوند و در نهایت با اسید کلریدریک ۲ مولار به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد (Moshtaghi Boroujeni *et al.*, 2018). اندازه‌گیری سرب و کادمیوم با دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی شعله (Varian 240FS, Agilent, USA) انجام گرفت (Pohl, 2009).

برای رسم منحنی کالیبراسیون از محلول‌های با غلظت مشخص استفاده شد و میزان جذب نوری نمونه‌های عسل، اندازه گرفته شد و براساس منحنی کالیبراسیون، غلظت عناصر سرب و کادمیوم در محلول نمونه تعیین شد.

روش تجزیه وتحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری میزان سرب وکادمیوم در عسل از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون توکی استفاده شد. برای آنالیزهای آماری از نرم افزار SPSS نسخه۲۲ استفاده شد.

یافته‌ها

جدول (۱) نتایج مربوط به توزیع سرب و کامیوم درنمونه‌های عسل را نشان می‌دهد. میزان سرب در عسل‌های پاییزه بخش مرکزی شهرستان دلفان بیشترین مقدار ۲۸/۸۳ میکروگرم برکیلوگرم که به‌طور معنی‌داری (p <۰/۰۵) بالاتر از سایر مناطق بود. کم‌ترین میزان سرب ۷/۷۲ میکروگرم برکیلوگرم بود که در عسل‌های بهاره بخش خاوه شهرستان دلفان مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) پایین تر از سایر مناطق بود. همچنین میزان کادمیوم در عسل‌های پاییزه بخش مرکزی شهرستان دلفان بیشترین مقدار۰/۲۶ میکروگرم برکیلوگرم بود که به‌طور معنی داری (p<۰/۰۵) بالاتر از سایر موارد بود . کم‌ترین میزان کادمیوم ۰/۰۴ میکروگرم برکیلوگرم بود که در عسل‌های بهاره بخش خاوه شهرستان دلفان مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری (p<۰/۰۵) پایین‌تر از سایر مناطق بود. میزان فلز سرب در عسل‌های مورد مطالعه از حد استاندارد مجاز (۳۰۰

میکروگرم بر کیلوگرم) و همچنین میزان فلز کادمیوم در عسل‌های مورد مطالعه از حد استاندارد مجاز (۳۰ میکروگرم برکیلوگرم) پایین تر می باشد (Codex, 2000).

جدول(۱) – مقایسه میزان غلظت سرب وکادمیوم در عسل‌های بهاره و پاییزه سه بخش شهرستان دلفان (µg/kg)

مناطق مورد مطالعه	میزان سرب میانگین±خطای استاندارد	میزان کادمیوم میانگین±خطای استاندارد
عسل بهاره بخش مرکزی دلفان	۲۱/۵۷ ± ۲/۸۴^{e}	۰/۱۳ ± ۰/۰۲^{c}
عسل پاییزه بخش مرکزی دلفان	۲۸/۸۳ ± ۲/۴۷^{f}	/۲۶ ± ۰/۰۳ ^{e}
عسل بهاره بخش کاکاوند دلفان	۱۰/۸ ± ۱/۳^{b}	۰/۱۱ ± ۰/۰۱۴^{bc}
عسل پاییزه بخش کاکاوند دلفان	۱۳/۶۶ ± ۱/۸۹^{c}	۰/۱۸ ± ۰/۰۲^{d}
عسل بهاره بخش خاوه دلفان	۷/۷۲ ± ۱/۷۶^{a}	۰/۰۴ ± ۰/۰۲^{a}
عسل پاییزه بخش خاوه دلفان	۱۶/ ۴۴ ± ۱/۵۵^{d}	۰/۰۸ ± ۰/۰۱^{b}
ارزش p	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

حروف غیر متشابه نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

بحث ونتیجه‌گیری

عسل یک ماده غذایی با ارزش می‌باشد و شناسایی و تعیین فلزات سنگین مثل سرب وکادمیوم در آن اهمیت فراوانی دارد. میزان حداکثر مجاز سرب در عسل براساس کدکس الیمنتاریوس (Codex Alimentarius Commission) ۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم و کادمیوم۳۰ میکروگرم بر کیلوگرم می باشد (Codex, 2000). در عسل‌های مورد مطالعه، عسل پاییزه بخش مرکزی دلفان بیشترین مقدارمیانگین سرب ۲۸/۸ میکروگرم بر کیلوگرم وکمترین مقدار، مربوط به عسل بهاره بخش خاوه دلفان۷/۷ میکروگرم بر کیلوگرم بود. همچنین در مطالعه حاضر عسل پاییزه بخش مرکزی دلفان با میانگین مقدار ۰/۲۶ میکروگرم بر کیلوگرم بالاترین مقدار کادمیوم و عسل بهاره بخش خاوه نورآباد با میانگین مقدار ۰۴/ میکروگرم برکیلوگرم کمترین مقدارمیانگین کادمیوم را در میان عسل‌های مورد مطالعه داشتند. نتایج یک مطالعه نشان داد که میانگین سرب وکادمیوم در عسل‌های استان چهارمحال وبختیاری به ترتیب ۲۳ و۶ میکروگرم بر کیلوگرم بود (Moshtaghi Boroujeni *et al.*, 2018) که از میانگین کل سرب ۱۶/۵ و کادمیوم ۰/۱۳ میکروگرم بر کیلوگرم یافت شده در این منطقه در مطالعه حاضر بالاتر می باشد. نتایج یک بررسی در استان اردبیل نشان داد که میانگین باقی‌مانده سرب ۹۳۵ و کادمیم ۵۳ میکروگرم در هر کیلوگرم عسل‌های این استان بود (Aghamirlou *et al.*, 2015) که از میانگین کل سرب و کادمیوم یافت شده در این منطقه در مطالعه حاضر بالاتر می باشد. در یک مطالعه بر روی عسل‌های مختلف عرضه شده در بازار ایران میانگین باقی مانده سرب وکادمیم به ترتیب۱۱۰ و ۳۹۰ میکروگرم بر کیلوگرم بر کیلوگرم بود (Akbari *et al.*, 2012) که از میانگین کل سرب و کادمیوم یافت شده در این منطقه در مطالعه حاضر بالاتر می باشد. در یک

بررسی در جنوب وشرق کشور ترکیه میزان باقی‌مانده سرب وکادمیوم در عسل‌های این مناطق کمتر از ۱ میکروگرم بر کیلوگرم بود (Kilic Altun *et al.*, 2017). که از میانگین کل سرب یافت شده در این منطقه پایین تر می باشد. نتایج یک بررسی بر روی عسل‌ها در کرواسی نشان داد که میزان آلودگی با سرب وکادمیوم به ترتیب ۲۱۵ و ۴ میکروگرم بر کیلو گرم بود (*et al.*, 2011 Bilandzic) که از میانگین کل سرب و کادمیوم مطالعه حاظر بالاتر می باشد. نتایج یک مطالعه در نیوزلند نشان داد که میزان باقی‌مانده سرب وکادمیوم در عسل‌ها به ترتیب ۱۷ و ۱۴۹ میکروگرم بر کیلوگرم بود (*et al.*, Vanhanen 2011) که از میانگین کل سرب و کادمیوم مطالعه حاظر بالاتر می باشد. در یک مطالعه دیگر در آناتولی مرکزی ترکیه میزان باقی‌مانده سرب وکادمیوم در عسل‌های ترکیه به ترتیب۱۵۰۰ و ۲۴۰ میکرو گرم بر کیلوگرم تعیین گردید (Leblebici and Aksoy, 2008) که از میانگین کل سرب و کادمیوم یافت شده در این منطقه در مطالعه حاضر بالاتر می باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان میانگین سرب و کادمیوم در عسل‌های تولید شده در بخش‌های مختلف شهرستان دلفان از نتایج مطالعات بررسی شده کمتر می‌باشد. مطالعات نشان داده که با فاصله گرفتن از مناطق دارای صنایع آلاینده و مناطق مسکونی، غلظت فلزات سنگین در عسل کاهش می‌یابد. در مناطق نزدیک به اماکن مسکونی، به علت وجود منابعی مثل فاضلاب‌های خانگی فلزات سنگین بیشتری وجود دارد. گیاهانی که در مناطق آلوده رشد می‌نمایند مقدار فلزات سنگین بالایی دارند (Demirezen and Aksoy, 2005).

با توجه به غیر صنعتی بودن استان لرستان و عدم وجود شهرک صنعتی فعال وکارخانه‌های صنعتی در شهرستان دلفان پائین بودن میزان سرب و کادمیوم در عسل‌های تولید قابل توجیه می‌باشد.

سپاسگزاری

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه دوره دکتری حرفه‌ای دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر می‌باشد. نگارندگان بدین وسیله از همکاری جناب آقای دکتر مسعود مشهدی اکبر بوجار برای تعیین باقیمانده فلزات سنگین تقدیر و تشکر می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

منابع

- Aghamirlou, H. M., 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 Environmental Health Science and Engineering, 13: 1-8.
- Ahmadizadeh, M. and Bagh PA, R. (2008). The preventive effect of vitamin E on Cadmium chloride-induced toxicity in rat liver and kidney. Jundishapur Scientific Medical Journal, 6(4): 404-413. [In Persian]

- 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 Additives and Contaminants, Part B, 5(2): 105-111.
- 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 Agricultural Science (University of Tabriz), 15(4): 247-252. [In Persian]
- Bilandzic, N., Dokic, M. and Sedak, M. (2011). Determination of trace elements in Croatian. Food Chemistry, (128): 1160–1164.
- Codex Alimentarius Commission. (2000). The draft revised codex standard for honey. CX/S 00/3/ 1999. Food and Agriculture Organization: Rome, Italy.
- 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.
- Ediriweera, E. and Premarathna, N. (2012). Medicinal and cosmetic uses of bee's honey a review. Ayu , 33 (2): 178-82.
- Erbilir, F. and Ozlem, E. (2005). Determination of heavy metals in honey in Kahramanmaras city, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 109(1-3):181-187.
- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (ISIRI), (1993). Food and feed-maximum limit of heavy metals.1st revision, ISIRI No. 12968. [In Persian].
- Kermanian, F., Mahdizadeh, M., Mahmoudian, A. R., Markazi Moghadam, N. and Kermanian, M. (2008). Evaluation of lead acetate side effects on rat hippocampus and the effects of vitamin C on These. Anatomical Sciences Journal, 6(23): 345 – 351.
- Kilic Altun, S., Dinc, H., Paksoy, N., Temamogullari, F. K. and Savrunlu, M. (2017). Analyses of mineral content and heavy metal of honey samples from south and east region of Turkey by using ICP-MS. International Journal of Analytical Chemistry, 6391454.
- 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.
- Mbiri, A. Onditi, A. Oyaro, N. and Murago, E. (2011). Determination of essential and heavy metals in Kenyan honey by atomic absorption and emission spectroscopy, Journal of Agriculture and Technology, 13(1): 107-113.
- Moshtaghi Boroujeni, H., Khalili Sadrabad, E., Bonyadian, M., and Vakil Zadeh, A. (2018). Study of some heavy metals in honey produced in Chahar-mahale-Bakhtiary province. Iranian Veterinary Journal, 14(1): 62-69.
- Nabilou, S., Motallebi, A. and Sheikhloie, H. (2017). Determination of lead and tin contents in refined, unrefined and beeswax honey in Zanjan province. Journal of Food Hygiene, 7(28): 63-69. [In Persian].
- Pohl, P. (2009). Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. Trends in Analytical Chemistry, 28(1):117-128.
- Vanhanen, L. P., Emmertz, A. and Savage, G. P. (2011). Mineral Analysis of Mono-Floral New Zealand Honey. Food Chemistry, 128: 236-240.