



مروری نظام‌مند بر مخاطرات ناشی از مصرف عسل و حد مجاز آن‌ها علیرغم خصوصیات مفید تغذیه‌ای و شفافیت آن

مسعود کاظمی نیا^۱، حمیدرضا شعبانی خنار^۲، احسان عالی^۳، رزاق محمودی^{۴*}

۱- دانشجوی دکتری بهداشت و کنترل کیفیت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- دانش‌آموخته کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی خزر، محمودآباد، مازندران، ایران.

۳- استادیار گروه فارماکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

۴- استاد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، مرکز تحقیقات میکروب شناسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

آلودگی‌های محیطی و تقلباتی که در حین تولید عسل رخ می‌دهد، می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را به مخاطره بی‌اندازد بنابراین در این مطالعه بر آن شدم، عوامل مؤثر بر کیفیت و ایمنی عسل را از هم تفکیک کنیم تا با شناسایی و کنترل این عوامل، کیفیت و ایمنی عسل حفظ گردد. در مطالعه مروری نظام‌مند حاضر، اطلاعات لازم با مراجعه به پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct, Pub Med, Elsevier, Google Scholar, SID, MagIran, Civilica, سازمان جهانی بهداشت، سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد بر اساس کلیدواژه‌های عسل، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کیفیت، ایمنی، سلامت عمومی، فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی طی ۱۰ سال اخیر جمع‌آوری گردید. عواملی که بر کیفیت عسل تاثیر گذارند شامل میزان کربوهیدرات‌ها (نسبت فروکتوز به گلوکز)، پرولین، اسید گلوکونیک، اسیدسیتریک، رطوبت، خاکستر (به‌خصوص پتاسیم)، ۵-هیدروکسی متیل فورفورال (5-HMF)، فعالیت دیاستازی (آلفا و بتا آمیلاز)، رنگ، هدایت‌الکتریکی، pH، اسیدیته و عواملی که بر ایمنی (بی‌خطری) عسل تاثیر گذارند شامل فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی می‌باشند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل میزان کربوهیدرات‌ها، پرولین، اسید گلوکونیک، اسیدسیتریک، رطوبت، خاکستر، 5-HMF، فعالیت دیاستازی، رنگ، هدایت‌الکتریکی، pH، اسیدیته فقط بر کیفیت عسل تاثیر گذارند و تهدیدی بر سلامت مصرف‌کننده نیستند. اما فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی علاوه بر کیفیت عسل، ایمنی و سلامت مصرف‌کننده را نیز به مخاطره می‌اندازد؛ بنابراین فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی نسبت به خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت بهداشتی عسل و سلامت عمومی مصرف‌کننده را بیشتر به مخاطره می‌اندازند. در نتیجه شناسایی و کنترل فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی در عسل نسبت به خصوصیات فیزیکوشیمیایی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۲

کلمات کلیدی:

عسل،

ایمنی،

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی،

فلزات سنگین،

باقی‌مانده‌های دارویی.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.371

* مسئول مکاتبات:

r.mahmodi@yahoo.com

۱- مقدمه

Civilica, MagIran, SID, Elsevier, Direct جهانی بهداشت (WHO¹) و سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO²) طی ۱۰ سال اخیر (۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸) جمع‌آوری گردید.

معیارهای ورود و خروج به مطالعه: مقالات انگلیسی و فارسی که به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کیفیت، ایمنی، سلامت عمومی، فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی موجود در عسل پرداخته‌اند وارد مطالعه گردید و مقالات نامرتبط که خارج از این اهداف بودند، حذف گردید.

۳- نتایج و بحث

از بین ۵۸۳ مقاله گردآوری شده ۱۶۴ مقاله مرتبط باهدف مطالعه بود، موردبررسی قرار گرفت. علت عدم انتخاب سایر مقاله‌ها، دور بودن از هدف مطالعه و پرهیز از ذکر منابع تکراری بود. ترکیبات موثر بر کیفیت و ایمنی عسل عبارتند از قند، فوران، پروتئین، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و ترکیبات فنولی می‌باشند و همچنین ترکیباتی دیگری نظیر فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی که از طریق آلودگی محیطی و عدم آگاهی پرورش‌دهندگان زنبورعسل وارد عسل می‌گردند. در ادامه در مورد ویژگی‌های این ترکیبات، عوامل تاثیر گذار بر میزان آن‌ها و حدود مجازی که باید در تولید عسل دارا باشند تا محصولی باکیفیت و ایمن حاصل گردد می‌پردازیم [۳ و ۱۲-۱۴].

۳-۱- ترکیبات شیمیایی موجود در عسل

بیش از ۲۰۰ ترکیب در عسل وجود دارد [۱۵] ولی ترکیب عمده آن شکر، آب و سایر مواد از جمله پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها (ویتامین B6، تیامین، نیاسین، ریبوفلاوین و اسید پنتوتنیک)، موادمعدنی (کلسیم، مس، آهن، منیزیم، منگنز، فسفر، پتاسیم، سدیم و روی)، رنگ‌دانه‌ها، ترکیبات فنولیک و ترکیبات فرار می‌باشد [۳ و ۱۶]. هر یک از ترکیبات نامبرده شده دارای خصوصیات متمایزی می‌باشند که از آن‌ها می‌توان جهت تایید کیفیت و ایمنی عسل استفاده کرد.

عسل از گذشته تاکنون به‌عنوان یک ماده‌ی غذایی طبیعی مغذی استفاده می‌شود [۱]. میزان تولید سالانه عسل در جهان حدود ۱/۴۰ میلیون تن برآورد شده است. قاره آسیا بزرگ‌ترین تولیدکننده عسل است و حدود ۴۰٪ از عسل جهان را تامین می‌کند [۲]. این ماده باارزش به‌طور عمده از کربوهیدرات و سایر ترکیبات نظیر آنزیم‌ها، آمینواسیدها، اسیدهای آلی، کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها، موادمعدنی و مواد معطر تشکیل شده است و همچنین سرشار از فلاونوئیدها و اسیدهای فنولی است که خواص ضد میکروبی و دارویی عسل را موجب می‌شوند. از مهم‌ترین خواص دارویی عسل می‌توان به عملکرد ضد اکسیدانی، ضد التهابی، ضد باکتریایی و ضد قارچی (کپک و مخمر) اشاره کرد [۳-۹]. در بسیاری از فرهنگ‌ها از عسل به‌عنوان یک ماده‌ی غذایی شفابخش یاد شده است [۱].

بالا بودن تقاضا جهت مصرف عسل طبیعی و همچنین بالا بودن قیمت عسل طبیعی موجب شده است که سودجویان اقدام به تولید عسل صنعتی کنند و آن را تحت عنوان عسل طبیعی وارد بازار مصرف کنند [۱۰] از این رو تعیین معیارهایی که بتواند ایمنی و کیفیت عسل را تضمین کند، لازم و ضروری است. تا این که مصرف‌کنندگان بتوانند با اطمینان عسل را مصرف کنند و تجارت آن در بازارهای داخلی و خارجی نیز امکان‌پذیر باشد [۱۱]؛ بنابراین در این مطالعه بر آن شدیم تا به توصیف ترکیباتی که به‌صورت عمدی یا غیرعمدی در عسل حضور دارند بپردازیم تا با رعایت حدود قابل قبول برای این ترکیبات کیفیت، ایمنی و سلامت مصرف‌کننده حفظ گردد.

۲- مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری نظام‌مند اطلاعات مورد نیاز با استفاده از کلیدواژه‌های عسل، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کیفیت، ایمنی، سلامت عمومی، فلزات سنگین، باقی‌مانده‌های دارویی، Honey، Safety، Quality، Physicochemical Properties، Pharmaceutical و Heavy metals، Public health residues با جست‌وجو در پایگاه‌های Pub Med، Science

1. World Health Organization: (WHO)
2. Food and Agriculture Organization

۳-۱-۱- کربوهیدرات

قندهای موجود در عسل شامل منوساکاریدها (۷۵٪)، دی ساکارید (۱۰-۱۵٪) و مقدار کمی از سایر قندها می باشند. قند موجود در عسل دارای خصوصیت انرژی زایی، ایجاد غلظت و جذب رطوبت می باشد [۱۷]. نوع کربوهیدرات موجود در عسل به طور عمده تحت تاثیر پوشش گیاهی می باشد. عوامل تاثیر گذار دیگر شامل شرایط جغرافیایی، آب و هوایی، تولید و نحوه نگهداری می باشد [۱۸ و ۱۹]. میزان گلوکز و فروکتوز و نسبت بین آنها می تواند شاخص مفیدی برای طبقه بندی کیفی عسل باشد [۲۰]. رایج ترین تقلب در عسل می توان به افزودن شیرین کننده های ارزان نظیر شربت چغندر قند، شربت نیشکر، شربت ذرت، شربت با فروکتوز، شربت با مالتوز بالا و تغذیه زنبور عسل با ساکارز اشاره کرد است [۱۰]. در اکثر موارد کربوهیدرات اصلی عسل از نظر میزان فراوانی، فروکتوز می باشد. به جز در برخی از عسل های حاصل از گل کلزا و قاصدک که ممکن است گلوکز از فروکتوز بیشتر باشد، بنابراین این امر تایید کننده اثر پوشش گیاهی بر نوع کربوهیدرات موجود در عسل می باشد [۱۸]. قندهای شناسایی شده در عسل عبارتند از منوساکاریدها و دی ساکاریدهایی نظیر فروکتوز، گلوکز، ساکارز، مالتوز، ایزومالتوز، مالتولوز، رامنوز، تورانوز، ترهالوز، نایجروبیوز، مالتوترانوز، ملیبیئوز، کوچیبیوز، نایجروز، پالاتینوز، رافینوز و ارلوز [۲۱] و تری ساکاریدهایی نظیر مالتوتریئوز و ملزیتوز می باشد. دی ساکاریدها و تری ساکاریدها مانند ساکارز و مالتوتریئوز با واکنش آنزیمی به منوساکاریدها هیدرولیز می گردند. به طور کلی حضور انواع کربوهیدرات در عسل به صورت تری ساکارید، دی ساکارید و منوساکارید جای اشکال نیست [۱۷]. کربوهیدرات های موجود در عسل طی نگهداری دچار تغییر می شوند، هر چه مدت زمان و دمای نگهداری افزایش یابد این تغییر بیشتر می شود پس لازم است جهت حفظ کیفیت عسل به مدت زمان و دمای محیط نگهداری توجه شود. البته با توجه به نوع منطقه جغرافیایی و شرایط آب و هوایی، دمای مناسب نگهداری جهت نگهداری عسل می تواند متفاوت باشد [۲۲].

۳-۱-۲- فوران^۳

اگر عسل در دمای بالا یا مدت طولانی نگهداری شود پنتوزها و هگزوزها به آهستگی تحت تاثیر واکنش انولیزیشن^۴ قرار می گیرند و به سرعت سه مولکول آب از آنها حذف شده و به ترکیبات نامطلوبی مانند فورانها تبدیل می شوند [۲۳]. اصلی ترین فورفورال تشکیل شده در عسل فورانها می باشند که از پنتوزها مشتق می شود. ترکیب مهم دیگر 5-HMF^۵ می باشد که از هگزوزهایی مانند گلوکز و فروکتوز مشتق می شود. از 5-HMF می توان به عنوان نشانگر عملیات حرارتی در مواد غذایی نظیر عسل استفاده شود [۲۴] و همچنین الکل فورفوریل که نوعی فوران است به عنوان یک شاخص برای فرآیند حرارتی و نگهداری طولانی مدت در نظر گرفته می شود. در کل فورانها به عنوان نشانگر خوبی برای سنجش کیفیت عسل در نظر گرفته نمی شود، اگرچه می توانند به عنوان نشان دهنده ای از بین رفتن تازگی عسل تحت تاثیر دمای بالا و یا نگهداری طولانی مدت باشند [۲۵].

۳-۱-۳- پروتئین

محتوای پروتئین عسل با توجه به گونه زنبور عسل می تواند متفاوت باشد به این صورت که عسل حاصل از زنبور عسل گونه ای آپیس سرانا شامل ۰/۱۰-۳/۳۰٪ پروتئین است در حالی که عسل حاصل از زنبور عسل گونه ای آپیس ملیفرا شامل ۱/۶۰-۲/۲۰٪ پروتئین است [۲۶]. نوع آمینواسیدهای موجود در عسل به گونه ای زنبور عسل و پوشش گیاهی بستگی دارند [۱۵ و ۲۷]؛ اما منبع اصلی پروتئین عسل، دانه گرده است. آمینواسیدها ۱٪ از ترکیبات عسل را تشکیل می دهند [۲۸]. اسید آمینه غالب در عسل پرولین است [۲۹]. پرولین ۵۰-۸۵٪ از کل آمینواسیدهای عسل را تشکیل می دهد [۲۹] و به عنوان معیاری جهت تشخیص کیفیت رسیدگی عسل استفاده می شود. حد مجاز پرولین برای عسل طبیعی حداقل ۱۸۰ mg/kg است، البته بسته به گونه زنبور عسل و نوع پوشش گیاهی این مقدار می تواند متغیر باشد [۳۰]. فرآیند تصفیه در دمای ۵۵°C به مدت یک ساعت موجب کاهش پرولین در نمونه های عسل می شود و همچنین فرآیندهایی با دمای بیشتر و طولانی تر، منجر به کاهش بیشتر پرولین می شوند [۳۱]. علاوه

3. Furan (C4H4O)
4. enolization
5. 5-hydroxymethylfurfural

عسل اسید گلوکونیک است که حاصل فعالیت آنزیم گلوکز اکسیدازی است که زنبورعسل در طی فرآیند رسیدن و کامل شدن آن را تولید می‌کند [۳۵]. علاوه بر اسید گلوکونیک، اسیدسیتریک نیز در عسل وجود دارد. حضور اسید گلوکونیک و اسیدسیتریک به‌عنوان یک ویژگی قابل‌اعتماد می‌تواند جهت تایید طبیعی بودن عسل به کار رود، ولی غلظت معینی از آن‌ها جهت سنجش به‌عنوان معیار استاندارد برای عسل طبیعی بیان نگردید و فقط به حضور آن‌ها در عسل طبیعی اکتفا می‌شود [۳۶]. اسیدهای لولینیک و فرمیک نیز در عسل وجود دارند که از 5-HMF مشتق می‌شوند به این صورت که 5-HMF پس از واکنش‌های متوالی با دو مولکول آب پیوند داده، تولید یک مولکول اسید لولینیک و یک مولکول اسید فرمیک می‌کند و موجب افزایش غلظت اسیدیته آزاد در عسل می‌شود [۳۹].

تعداد ۳۵ نمونه عسل در اسپانیا نمونه‌گیری شده و تحت فرآیند حرارتی قرار نگرفته بودند در طول ۳۰ ماه نگهداری، اسیدیته آزاد آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. تمام نمونه‌ها در دمای اتاق نگهداری و در هر ۵ ماه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. اسیدیته آزاد در طول ۱۵ ماه نگهداری ثابت باقی می‌ماند و تنها به مقدار کمی در طی این مدت نگهداری، افزایش اسیدیته در آن‌ها رخ داد. بعد از ۲۰ ماه اکثر نمونه‌های عسل یک افزایش ثابت در اسیدیته آزاد را نشان دادند که دلیل آن رها شدن اسیدهای متصل به سایر ترکیبات موجود در عسل بود. در طول تخمیر توسط مخمرهای حاضر در عسل، کربوهیدرات‌ها و الکل به اسید تبدیل می‌شوند [۳۹] بنابراین فعالیت میکروبی می‌تواند در کاهش pH تاثیر گذار باشد. از این روی در صورت پایین بودن بیش از حد pH می‌توان به آلودگی میکروبی مشکوک بود.

در زمان نگهداری مواد غذایی از جمله عسل برای اطمینان از حفظ کیفیت عسل، فرآیند حرارتی باید به‌طور موثر اعمال شود، چراکه اگر آلودگی میکروبی رخ دهد منجر به تخمیر قندها و تشکیل اسیدهای فرار ۲ تا ۱۲ کربن (کوتاه زنجیر) می‌شود که می‌تواند کیفیت عسل و خواص حسی (رنگ و طعم) را کاهش دهد [۴۰].

۳-۱-۵- مواد معدنی

مواد معدنی متنوعی در انواع عسل شناسایی شده است که شامل پتاسیم، منیزیم، کلسیم، آهن، فسفر، سدیم، منگنز، ید، روی، لیتیم، کبالت، نیکل، کادمیوم، مس، باریوم، کروم، سلیسیم،

بر پرولین، آمینواسیدهای دیگری در عسل وجود دارند که عبارت‌اند از اسید گلوتامیک، اسید اسپارتیک، گلوتامین، هیستیدین، گلیسین، تیروزین، بتا-آلانین، آرژنین، آلانین، اسید کامینوبوتیریک، تیروزین، والین، متیونین، سیستئین، ایزولوسین، لوسین، تریپتوفان، فنیل آلانین، اورنیتین، لیزین، سرین، اسپاراژین و آلانین می‌باشند [۲۸ و ۳۲] که رایج‌ترین آن‌ها اسید گلوتامیک، آلانین، فنیل آلانین، تیروزین، لوسین و ایزولوسین می‌باشد [۳۳]. آنزیم‌هایی مانند اینورتاز، آلفا و بتا گلوکوزیداز، کاتالاز، اسید فسفاتاز، دیاستاز و گلوکز اکسیداز بخش کوچکی از پروتئین موجود در عسل می‌باشند. دیاستازها یک گروه از آنزیم‌های آمیلولیتیک هستند که شامل آلفا و بتا آمیلاز می‌باشد. آلفا آمیلاز و بتا آمیلاز با تجزیه زنجیره‌ی نشاسته به ترتیب تولید دکسترین و مالتوز می‌کنند [۲۷]. آنزیم دیگر موجود در عسل گلوکز اکسیداز است که گلوکز را به گلوکونولاکتون تبدیل کرده و در ادامه به اسید گلوکونیک و هیدروژن پراکسید تبدیل می‌کند که هیدروژن پراکسید خاصیت ضدباکتریایی دارد، آنزیم‌های ذکر شده در عسل طبیعی حضور دارند ولی در عسلی که از ساکارز به‌صورت مصنوعی تهیه می‌شود حضور ندارند بنابراین می‌توانند به‌عنوان معیاری جهت سنجش صحت عسل طبیعی به کار روند [۳۴].

۳-۱-۴- اسیدهای آلی

اکثر عسل‌ها اسیدیته کمی دارند که ناشی از وجود تقریباً ۰/۵٪ از اسیدهای آلی در آن‌ها می‌باشد [۳۵]. کربوهیدرات موجود در عسل منشا این اسیدهای آلی می‌باشد که توسط آنزیم‌های ترشح شده توسط زنبورعسل، زمانی که شهد را به عسل تبدیل می‌کنند و یا به‌طور مستقیم از شهد، مشتق می‌شوند. اسیدهای آلی موجود در عسل با توجه به پوشش گیاهی و یا منطقه جغرافیایی متغیر می‌باشند [۳۶]. برخی از اسیدهای آلی عسل که در مناطق مختلف جهان شناسایی شدند عبارت‌اند از: اسید اسپارتیک، اسید بوتیریک، اسیدسیتریک، اسیداستیک، فرمیک، فوماریک، گالاکترونیک، فرمیک، گلوکونیک، گلوتامیک، گلوکتاریک بوتیریک، گلیوکسیلیک، ۲-هیدروکسی بوتیریک، آلفا هیدروکسی گلوکتاریک، ایزوسیتریک، اکتوگلوکتاریک، لاکتیک، مالیک، مالونیک، متیل مالونیک، ۲-کسوپنتانوئیک، پروپیونیک، آمینازپیرویک، کوئینیک، شیکیمیک، سوکسینیک، اسید تارتاریک، اگزالیک و چندین مورد دیگر می‌باشد [۳۶-۳۸]. اسید غالب در

۰/۰۴٪ در عسل‌های روشن تا ۰/۲۰٪ در عسل تیره‌رنگ متغیر می‌باشد. تیرگی رنگ عسل با میزان محتوای موادمعدنی رابطه‌ی مستقیمی دارد [۳].

آرسنیک و نقره می‌باشند. حد مجاز برخی از فلزات سنگین در جدول ۱ ذکر گردید [۳] و همچنین در جدول ۲ مطالعات صورت در خصوص ارزیابی فلزات سنگین در نقاط مختلف جهان ارایه گردید. محتوای موادمعدنی در عسل از محدوده

Table 1 Accepted limit of heavy metals in honey [3]

Heavy metal	Limit (ppm)	Heavy metal	Limit (ppm)
Pb	1.00	Cu	5.00
Cd	0.10	Fe	5.00
Mn	1.00	Hg	0.05
Zn	5.00	As	1.00

Table 2 Heavy metals in honey in different parts of the world

Region	unit	Zn	Mn	Fe	Cu	Cd	Pb	Less reported
Europe / France [41]	ppm	1.34	3.68	11.03	0.30	0.15	0.79	-*
Europe / Italy [42]	ppm	-	-	3.10	5.00	0.25	0.10	-
Europe / Italy [43]	ppm	0.17 to 8.12	-	-	0.19 to 2.97	0.01 to 0.27	0.10 to 1.53	-
Europe / Italy [44]	ppm	58.80	68.70	67.10	6.20	0.07	0.40	Cr 0.06
Europe / Bosnia and Herzegovina [45]	ppm	0.18 to 1.38	-	0.29 to 0.92	0.09 to 0.18	-	-	-
Europe / Turkey [46]	ppm	-	0.03	0.36	-	0.32	-	Mn 10.45
Europe / Turkey [47]	ppm	0.15 to 5.39	0.02 to 1.56	0.57 to 8.74	0.01 to 0.80	0.09 to 0.24	0.02 to 1.50	Ni 0.03 to 1.44
Africa / Nigeria [48]	ppm	63.40	3.00	220.60	21.00	-	-	-
America / Argentina [49]	ppb	-	-	-	-	0.20 to 1.37	4.60 to 30.50	-
America / Chile [50]	ppm	0.66	0.53	1.45	0.01	0.01	0.02	Ni 0.17
Asia / Iran / Ardabil [51]	ppm	2.03	-	-	-	-	0.06	As 0.08
Asia / Iran / East Azerbaijan [51]	ppm	6.84	-	-	-	-	0.12	As 0.11
Asia / Iran / West Azerbaijan [51]	ppm	4.38	-	-	-	-	0.08	As 0.16
Asia / Iran / Tehran [52]	ppm	2.93	6.16	2.29	0.08	0.08	0.50	Hg 0.35
Asia / Iran / Tehran [53]	ppm	0.05	-	-	0.00	-	-	-
Asia / Iran / Urmia [54]	ppm	26.50	0.10	-	-	-	0.10	AS 0.00
Asia / Iran / Arak [55]	ppm	-	-	-	-	0.02	-	As 4.28

*Not reported

Table 3 Medicinal residues in honey in different parts of the world

Area (unit) Antibiotics	Iran / Qazvin [2] (µg/kg)	America / America [56] (µg/kg)	Iran / Ardabil [57] (µg/kg)	Iran / Ardabil [57] (µg/kg)	America / Canada [58] (µg/kg)	Asia / India [59] (µg/kg)
Method	ELYSA	LC-MS/MS	ELYSA	HPLC	LC-MS/MS	HPLC
Chloramphenicol	0.10 to 0.30	2.49 to 7.88	-	-	-	-
Chlortetracycline	-*	2 to 3.47	-	-	-	-
Ciprofloxacin	-	1.89 to 6.64	-	-	-	-
Danofloxacin	-	1.55 to 6.67	-	-	-	-
Difloxacin	-	2.28 to 4.12	-	-	-	-
Doxycycline	-	1.10 to 6.89	-	-	-	-
Enrofloxacin	0.60 to 72.10	2.19 to 5.05	-	-	-	-
Fumagillin	-	3.37 to 6.00	-	-	-	-
Lincomycin	-	6.26 to 9.85	-	-	-	-
Oxytetracycline	-	2.13 to 3.74	5.32 to 369. 10	2.10 to 120.60	-	-
Sarafloxacin	-	2.07 to 2.59	-	-	-	-
Streptomycin	-	1.20 to 7.05	-	-	-	3.00 to 43.00
Sulfathiazole	-	1.44 to 7.43	-	-	-	-
Ampicillin	-	-	-	-	-	26.00 to 48.00
Tetracycline	0.01 to 0.05	1.40 to 1.72	-	-	-	-
Tylosin	1.00 to 17.30	1.41 to 7.03	-	-	10.00 to 100.00	-
Penicillin	0.20 to 25.80	-	-	-	-	-
Gentamicin	0 to 5.20	-	-	-	-	-
Sulfonamide	0 to 0.03	-	-	-	-	-
Lincomycin	-	-	-	-	2.00 to 5.00	-

*Not reported

۳-۱-۶- ویتامین‌ها

کیفیت و ایمنی عسل تاثیر گذار باشند. این آلاینده‌های موجود در هوا، آب، خاک و گیاهان توسط زنبورعسل به کندو منتقل می‌شود. از طرف دیگر آفت‌کش‌ها و آنتی‌بیوتیک‌هایی که جهت کنترل آلودگی در کندو و درمان زنبورعسل به کار می‌روند می‌توانند به عسل راه یابند و عوارض جانبی نامطلوب خود را در مصرف‌کننده ایجاد کنند [۶۱]. محتوای خاکستر (مواد معدنی) عسل بستگی به نوع گیاهی دارد که زنبورعسل شهد را از آن جمع‌آوری می‌کند ولی به‌طور دقیق‌تر محتوای عناصر جزئی موجود در عسل بستگی به نوع خاکی دارد که گیاه در آن روئیده است [۱۵ و ۶۲]. این امر موجب تشخیص منشأ گیاهی یک عسل خاص می‌شود [۳]. برخی از مواد معدنی اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آنزیم‌هایی هستند که برای تعدادی از واکنش‌های متابولیکی در بدن انسان ضروری می‌باشند بنابراین باید از طریق رژیم غذایی مانند مصرف عسل، تامین گردند [۶۳]. مواد معدنی که به‌طور

ویتامین‌های موجود در عسل ناچیز است ولی منبع خوبی از ویتامین‌های گروه B است (B1, B2, B3, B5, B6, B8 و B9). به‌طور کلی نوع و میزان ویتامین‌های موجود در عسل به دانه‌های گرده بستگی دارند [۶۰]. ویتامین C تقریباً در تمام انواع عسل یافت می‌شود و مهم‌ترین ویژگی آن اثر ضداکسیدانی می‌باشد. ویتامین C یک شاخص ناپایدار است زیرا نسبت به اکسیداسیون شیمیایی و آنزیمی بسیار آسیب‌پذیر است و میزان این آسیب‌پذیری با توجه به عوامل مختلف از جمله نور، اکسیژن و گرما می‌تواند افزایش یابد [۱۳].

۳-۲- آلودگی‌های محیطی

عسل طبیعی در محیط تولید می‌شود پس آلودگی‌های محیطی نظیر آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، مواد رادیواکتیو و میکروب‌ها (باقی‌مانده‌های دارویی جهت کاهش بار میکروبی) می‌توانند بر

مونسنین، استریتومایسین و انروفلوکساسین اشاره کرد. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در برخی از کشور مانند کشورهای عضو اتحادیه اروپا غیرقانونی است [۶۸]. باقی‌مانده‌های دارویی دارای نیمه‌عمر نسبتاً طولانی هستند و مصرف ناخواسته آن‌ها توسط انسان موجب عوارض نامطلوبی از قبیل واکنش‌های آلرژیک، اختلال در سیستم haemopoietic و مقاومت میکروبی می‌شود [۱۲]. در مطالعات صورت گرفته در ایران گزارش گردید که باقی‌مانده‌های دارویی در عسل بیش از استانداردهای تعیین شده است [۲] و [۵۷ و ۶۹]. به‌طور کلی حضور باقی‌مانده‌های دارویی در مواد غذایی می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را تهدید کند پس نظارت بر باقی‌مانده‌های دارویی در مواد غذایی چون عسل ضروری به نظر می‌رسد تا نگرانی جامعه را در خصوص ایمن بودن عسل برطرف سازد.

۳-۳- ترکیبات فنولی

ترکیبات فنولی را می‌توان به دودسته‌ی غیر فلاونوئیدی (اسید فنولیک) و فلاونوئیدی (فلاون، فلاونول، فلاوانون‌ها، فلاونول، آنتوسیانیدین، ایزوفلاون و کالکون‌ها) تقسیم‌بندی کرد [۷۰]. این ترکیب‌ها دارای یک حلقه آروماتیک با یک یا چند گروه هیدروکسیل در ساختار خود می‌باشند [۷۱].

ترکیبات فنولی موجود در عسل عبارتند از اسید وانیلیک، اسید کافیک، اسید سیرینجیک، اسید کوماریک، اسید فرولیک، کوئرستین، کامفرول، میریستین، پینوبانکسین، پینوکمترین، کیرسین، اسید الاژیک، گالانجین، ۳-هیدروکسی اسید بنزوئیک، اسید کلروژنیک، ۴-هیدروکسی بنزوئیک اسید، اسید رزمارینیک، اسید گالیک، هسپرتین، بنزوات و ترکیبات دیگر می‌باشند [۷۲ و ۷۳].

هنگامی که زنبور عسل جمع‌آوری شهد را انجام می‌دهد فلاونوئیدها به‌عنوان ترکیبات فعال زیستی می‌توانند از گیاهان به عسل منتقل شوند [۷۴]. بیشترین خاصیت عملکردی فلاونوئیدها در عسل مربوط به فعالیت ضداکسیدانی آن‌ها است [۷۵]. فعالیت ضداکسیدانی ترکیبات فنولی می‌تواند موجب کاهش تشکیل رادیکال‌های آزاد و یا به دام انداختن آن‌ها شود همچنین می‌تواند لیپید غشاء سلول‌ها را در برابر اکسیداسیون محافظت کنند [۷۶].

ناچیز در عسل موجودند شامل کادمیوم، کروم، مس و سرب [۶۴] و بیشترین میزان مربوط به پتاسیم است به‌طوری‌که یک‌سوم از محتوای ماده معدنی کل را تشکیل می‌دهد [۳ و ۶۵]. برخی از فلزات سنگین نظیر آرسنیک، سرب، جیوه و کادمیوم اگر از حد مجاز تجاوز کنند فعالیت سمی پیدا می‌کنند. سازمان بهداشت جهانی و سازمان غذا و کشاورزی به‌طور مشترک حداکثر سطح قابل قبول برای آرسنیک را $15 \mu\text{g}/\text{kg}$ و برای سرب، جیوه و کادمیوم را به ترتیب ۰.۲۵، ۵ و $7 \mu\text{g}/\text{kg}$ اعلام کرده است. افزایش غلظت عناصر ذکرشده در نمونه‌های عسل، بیشتر در حومه‌ی مناطق صنعتی مشاهده می‌شود. ارزیابی میزان عناصر معدنی سمی موجود در عسل به لحاظ تایید ایمن بودن آن و اثرهای نامطلوبی که بر سلامت مصرف‌کننده دارند، دارای اهمیت ویژه‌ای است [۶۴ و ۶۶]. عناصر معدنی برخلاف ویتامین‌ها و آمینواسیدها، در اثر قرار گرفتن در برابر گرما، نور، عوامل اکسیدکننده، شرایط اسیدی و قلیایی و یا عوامل دیگر تخریب نمی‌شوند در واقع به‌نوعی تخریب ناپذیرند [۶۷] بنابراین نمی‌توان از طریق فرآیند حرارتی مقادیر آن‌ها را کاهش داد تنها راه کنترل عناصر معدنی سمی در عسل، قرار دادن کندو دور از مناطق صنعتی است [۶۳].

۳-۲-۱- باقی‌مانده‌های دارویی در عسل

جهت درمان بیماری‌های میکروبی موجود در کندوی زنبور عسل استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های متنوع به‌شدت رایج است پس حضور گسترده و متنوع آنتی‌بیوتیک‌ها در عسل جای تعجب ندارد. استفاده گسترده از آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به تجمع باقی‌مانده آن‌ها در عسل و کاهش ایمنی آن می‌گردد در نتیجه امر بازاریابی را مشکل‌تر می‌کند [۱۲].

علت اصلی حضور باقی‌مانده‌های آنتی‌بیوتیکی در عسل کمبود دانش زنبورداران و تولیدکنندگان عسل طبیعی می‌باشد که در خصوص عوارض نامطلوب باقی‌مانده‌های دارویی (نظیر ایجاد مقاومت دارویی و حساسیت) بر سلامت مصرف‌کنندگان آگاهی لازم را دارا نیستند در نتیجه موجب استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها شده و در نهایت منجر به تجمع آنتی‌بیوتیک‌ها در محصول نهایی می‌گردد که سلامت مصرف‌کننده را به خطر می‌اندازد [۱۴]. همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است برخی از آنتی‌بیوتیک‌های که در حال حاضر در پرورش زنبور عسل استفاده می‌شود می‌توان به تتراسایکلین، اریترومایسین، لینکومایسین،

ممکن است با واکنش‌هایی نظیر میلارد [۲۴ و ۸۱]، تخمیر، اکسیداسیون و فرآیندهای حرارتی مرتبط باشند [۲۴]. واکنش میلارد با تخریب آمینواسیدهای ضروری مانند لیزین، آرژنین و هیستیدین منجر به کاهش ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی می‌شود [۶۷]. واکنش استرکر نیز همانند میلارد منجر به از دست رفتن آمینواسیدهای ضروری می‌شود با این تفاوت که واکنش استرکر منجر به تیره شده رنگ مواد غذایی نخواهد شد [۸۲]. رنگ تیره در عسل ممکن است در طول دوره‌ی نگهداری افزایش یابد که می‌تواند به دمای نگهداری و یا ترکیبات موجود به‌خصوص موادمعدنی در عسل مرتبط باشد [۸۳].

هیدروکربن‌ها واکنش‌پذیری کمی دارند اما در اثر از دست دادن رطوبت دچار کاهش غلظت می‌شوند و بر خواص فیزیکی عسل تاثیر می‌گذارند. واکنش‌های اکسیداسیون که ممکن است در طول نگهداری رخ دهد هیدروکربن را به مولکول‌های کوچک‌تر مانند الکل‌ها (اتانول) تبدیل می‌کند که به‌شدت فرار هستند [۲۴ و ۸۰]. آلدئیدها و کتون‌های مختلف می‌توانند توسط اکسیداسیون اسیدهای چرب در عسل تشکیل شوند به‌خصوص اسید لینولئیک و اسید لینولئیک که ممکن است منجر به گسترش عطر و طعم نامطبوع شوند [۲۴ و ۸۰]. برخی از اسیدهای آلی نظیر اسید هگزا دکانویک، کتون‌ها و بنزن‌ها مانند ۲-هیدروکسی-۲-پروپانول، اسید بوتانویک، الکل بنزیل و ۲-فنیل اتانول موجود در عسل تازه به‌تدریج با افزایش دما و زمان نگهداری افزایش می‌یابند [۲۵]. باین‌حال اسیدهایی با وزن مولکولی کم مانند اسید پروپانویک و ۲-متیل پروپانویک در طول چند ماه نگهداری ناپدید می‌شوند دلیل این امر زنجیره کربنی کوتاه آن‌ها است که عمل تبخیر شدن را تسهیل می‌کند [۲۴]. ترکیبات فرار موجود در عسل بیشتر بر روی طعم و خواص فیزیکی‌شیمیایی اثرگذارند و دخالتی در ایمنی عسل ندارند. از این روی نمی‌توان از آن‌ها به‌عنوان معیاری جهت کنترل ایمنی عسل استفاده کرد.

۳-۶- معیارهای تشخیص کیفیت عسل

قوانین مربوط به تولید عسل به‌منظور یکسان کردن فرآیند تولید و اطمینان از مصرف عسل باکیفیت و ایمن تدوین شده است. کیفیت عسل در سطح بین‌المللی توسط کدکس تعریف شده است. این استانداردها به‌منظور تولید عسلی باکیفیت نسبتاً یکسان توسط

اعمال فرآیند حرارت صنعتی (پاستوریزاسیون) بر عسل سبب کاهش ترکیبات فنولی می‌گردد [۱۸] بنابراین چنین برداشت می‌شود که فرآیند حرارتی منجر به کاهش خاصیت ضداکسیدانی عسل می‌گردد.

۳-۴- ترکیبات فرار

عطروطعم عسل تا حد زیادی به ترکیبات فرار موجود در آن وابسته است، سایر عوامل موثر در عطر و طعم می‌توان به شهد، شرایط تولید و نگهداری، منطقه جغرافیایی و پوشش گیاهی اشاره کرد [۷۷].

بیش از ۴۰۰ ترکیب فرار مختلف در عسل شناسایی شده است و برخی از آن‌ها به‌عنوان نشانگر عسل تجاری استفاده می‌شوند. ترکیبات ۳،۹-اپوکسی، ۱-متادینو، تی-۸-متان اکسید و ۱،۲-دیول به‌عنوان شاخص‌های عسل حاصل از لیمو پیشنهاد شده‌اند و ترکیبات دی‌کتون‌ها، ترکیبات گوگردی و آلکان‌ها از ویژگی‌های عسل حاصل از اکالیپتوس و هگزانال و هپتانال ترکیبات اصلی فرار موثر در عطر عسل حاصل از اسطوخودوس می‌باشند [۷۷ و ۷۸].

ترکیبات فراری که در غلظت‌های بسیار پایین در عسل موجود می‌باشند به گروه مونوترپن‌ها، نوریسوپرنوئید، سسکوئیترپن‌ها، مشتقات بنزن و در مقادیر کمتر به الکل‌ها، استرها، اسیدهای چرب، کتون‌ها، ترپن‌ها و آلدئیدها تعلق دارند [۷۹]. گروه‌های متیل با الکل از جمله ۳-متیل-۳-بوتن-۱-اول و ۲-متیل-۲-بوتن-۱-اول ایجادکننده‌ی تازگی در عسل می‌باشند [۷۷].

ترکیب‌های فرار تنها در عسل‌های خاص یافت می‌شوند و می‌توانند به‌عنوان عاملی جهت تشخیص عسل‌های مناطق مختلف به کار روند [۲۴] ولی این ویژگی همواره قابل اطمینان نیست زیرا میزان ترکیبات فرار عسل در طول نگهداری و یا فرآیند صنعتی دچار تغییرات کمی و کیفی متفاوتی می‌شوند [۲۴ و ۸۰].

۳-۵- ثبات ترکیبات موجود در عسل

عسل حاوی چندین ترکیب شیمیایی است که انتظار می‌رود تغییراتی در آن‌ها در طول دوره‌ی نگهداری رخ دهد. برخی از این تغییرها در ویژگی‌های تغذیه‌ای و حسی تاثیر گذار هستند که

از محصول‌های حاصل از تجزیه قندها می‌توان به ۲-استیل فوران [۸۹]، ایزومالتول [۹۰]، ۳ و ۵-دی هیدروکسی ۲-متیل، ۶ و ۵-۴ دیدروپیران و مالتول اشاره کرد که این ترکیب‌ها موجب تغییرهایی در طعم، رنگ و بو در عسل می‌گردند [۹۱] بنابراین تغییرات صورت گرفته در نوع کربوهیدرات، همواره بر کیفیت عسل تاثیر گذارند و به ایمنی آن لطمه نمی‌زند.

۳-۶-۲ - رطوبت و فعالیت آبی

رطوبت یکی از ویژگی‌های بسیار مهمی است که بر خواص فیزیکی عسل مانند غلظت، تبلور، رنگ، طعم، مزه، وزن مخصوص، حلالیت و ماندگاری تاثیر گذار است. آب دومین ترکیب عمده‌ی تشکیل‌دهنده عسل است از ۱۵ تا ۲۱ گرم در ۱۰۰ گرم متغیر است و این تفاوت می‌تواند ناشی از تنوع در منشا گیاهی مورد مصرف زنبورعسل، سطح رسیدگی به دست‌آمده در کندو، روش‌های فرآیند و شرایط نگهداری و آب‌وهوایی باشد [۶۵]. در مجموع میزان رطوبت در عسل نباید بیش از ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم باشد [۱۱ و ۱۵].

تنوع در میزان رطوبت در عسل می‌تواند به علت تفاوت در رطوبت نسبی منطقه جغرافیایی و یا فصولی باشد که زنبورعسل اقدام به تولید عسل می‌کند. در فصل بارانی نسبت به فصل خشک فرآیند تخمیر کمتر صورت می‌گیرد. رطوبت موجود در عسل می‌تواند در طول فرآیند تولید همانند شرایط نگهداری نامناسب افزایش یابد چراکه عسل تمایل به جذب رطوبت دارد و رطوبت را از محیط اطراف خود جذب می‌کند که دلیل عمده آن بالا بودن محتوای کربوهیدرات عسل است [۳۵].

تبلور گلوکز در عسل منجر به کاهش مواد جامد محلول و افزایش میزان مواد بی‌شکل محلول و در نتیجه موجب افزایش فعالیت آبی (water activity: a_w) خواهد شد. a_w عسل به طور معمول بین ۰/۵۰ تا ۰/۶۵ می‌باشد که مقادیر بالاتر از ۰/۶۰ آستانه‌ای بحرانی برای فعالیت میکروبی می‌باشد زیرا در a_w بالاتر از ۰/۶۰ احتمال رشد میکروبی‌های عامل فساد وجود دارد و در صورت رشد موجب به خطر افتادن ایمنی عسل می‌گردند. اگرچه هیچ محدودیتی در خصوص میزان a_w توسط استانداردها وجود ندارد با این حال a_w نقش بسیار مهمی در کیفیت و ایمنی عسل دارد زیرا عسل حاوی مخمرهای اسموپیلی بوده که در a_w بالا فعال شده و با عمل تخمیر موجب تشکیل اتیل الکل و دی‌اکسید کربن شده

زنبورعسل و همه روش‌هایی که در فرآیند تولید عسل دخیل هستند نظیر نحوه‌ی تولید و فرآیندهای صنعتی اعمال می‌شود [۱۱].

۳-۶-۱- کربوهیدرات

منوساکاریدها رایج‌ترین کربوهیدرات موجود در عسل می‌باشند، ۶۵-۸۰٪ از مواد جامد محلول را تشکیل می‌دهند. فروکتوز (۳۸/۵٪) و گلوکز (۳۱٪) کربوهیدراتی می‌باشند که در غلظت‌های بالاتری در عسل موجود هستند. نسبت بین فروکتوز و گلوکز در عسل طبیعی ۲ به ۱ است و این نسبت تا حد زیادی به منبع شهدی که عسل از آن حاصل می‌شود بستگی دارد. این نسبت به علت حلالیت پایین تر گلوکز در مقایسه با فروکتوز در آب به عنوان معیاری برای تشخیص تقلب استفاده می‌شود [۱۸ و ۱۹ و ۲۱].

حداقل میزان قندهای احیا برای عسل تهیه‌شده از گل (عسل طبیعی) توسط کمیته‌ی کدکس ۶۰ گرم در ۱۰۰ گرم تعیین شد [۱۱]. به طور کلی محتوای قندی عسل متأثر از پوشش گیاهی منطقه و شرایط آب و هوایی می‌باشد [۱۹].

علاوه بر تجزیه و تحلیل قند احیا، مقدار ساکارز و ویژگی بسیار مهمی در ارزیابی رسیدگی عسل است. تجزیه و تحلیل محتوای ساکارز در عسل باهدف شناسایی هرگونه تقلب در آن صورت می‌گیرد و میزان بالای ساکارز در عسل ممکن است نشان‌دهنده‌ی انواع تقلب نظیر اضافه کردن شیرین‌کننده‌های ارزان نظیر شربت چغندر قند و شربت نیشکر به عسل و یا تغذیه طولانی مدت زنبورعسل با شربت ساکارز باشد و همچنین نشانه‌ای از برداشت زودهنگام باشد که مشخص می‌کند ساکارز به‌طور کامل به فروکتوز و گلوکز تبدیل نشده است، هم‌اکنون این عوامل کیفیت عسل تولیدی را کاهش می‌دهد [۱۰ و ۱۵ و ۱۹]. با توجه به این عوامل کمیته کدکس حداکثر مقدار ۵ گرم ساکارز در ۱۰۰ گرم عسل طبیعی را بی‌مشکل می‌داند [۱۱].

مطالعه‌های مختلف روش‌های متنوعی را برای طبقه‌بندی و تعیین کیفیت عسل معرفی نمودند [۸۴-۸۷] ولی مشخص شد که نسبت گلوکز به فروکتوز، میزان گلوکز کل و میزان آب، شاخص‌های مناسب‌تری از هر ویژگی دیگر به منظور ارزیابی کیفیت عسل می‌باشند [۸۸].

هدایت الکتریکی آن در مقایسه با عسل خالص تغییرهایی به وجود می‌آید که این تغییرات با در نظر گرفتن نوع پوشش گیاهی و میزان موادمعدنی عسل می‌تواند متغیر باشد [۹۴].

هرچند که کمیته کدکس استاندارد برای مقدار خاکستر تعریف نکرده است با این حال مقدار خاکستر در عسل به طور متوسط ۰/۱۷٪ (وزنی/وزنی) و میزان حداقل و حداکثر آن بین ۰/۰۲ تا ۰/۱۳٪ (وزنی/وزنی) می‌باشد [۹۱ و ۹۵]. محتوای موادمعدنی بالاتر منجر به تیره‌تر شدن و داشتن عطر و طعم قوی‌تر عسل می‌شود که برای مصرف‌کنندگان مطلوب‌تر است [۱۵ و ۳۵]. معمولاً یک همبستگی مثبت بین رنگ، محتوای موادمعدنی و هدایت الکتریکی در عسل وجود دارد [۳۵]. هدایت الکتریکی عسل تحت تاثیر محتوای خاکستر، اسیدیته، حضور یون، اسیدهای آلی و پروتئین‌ها می‌باشد [۶۵]؛ بنابراین محتوای بالای موادمعدنی منجر به افزایش در هدایت الکتریکی می‌شود. این مورد اغلب به عنوان شاخصی در کنترل کیفیت و اصالت عسل استفاده می‌شود [۳۵]. استانداردها مقدار حداکثر ۸۰۰ مترمکعب بر سانتی‌متر را برای هدایت الکتریکی توصیه نموده‌اند [۱۱].

۳-۶-۵- رنگ

اولین ویژگی جذاب عسل برای مصرف‌کننده می‌باشد بنابراین این ویژگی از لحاظ تجاری بسیار حائز اهمیت است به طوری که عسل با رنگ روشن در نظر مصرف‌کنندگان جذاب‌تر است. تنوع رنگ در عسل از نارنجی، زرد تا سبز است. عسل رزماری سبزرنگ ولی عسل آویشن نارنجی‌رنگ و عسل نعنای پس از عسل اکالیپتوس دارای بالاترین قرمزی است [۹۶]. رنگ و عطر و طعم عسل به طور عمده به عواملی چون پوشش گیاهی، منطقه جغرافیایی، شرایط آب و هوایی و گونه زنبور عسل بستگی دارد و همچنین عوامل دیگری چون فرآیند تولید، بسته‌بندی و زمان نگهداری می‌توانند بر رنگ عسل تاثیر گذار باشند [۱۸ و ۱۹]. رنگ عسل می‌تواند از قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای مایل به مشکی متغیر باشد، رایج‌ترین رنگ، زرد روشن مایل به قرمز یا سبز است. در بسیاری از کشورها قیمت عسل بر اساس رنگ تعیین می‌شود که این موضوع بیانگر ارزشمند بودن رنگ عسل است. به طور کلی عسل‌های با رنگ روشن‌تر دارای بازاریابی بیشتری می‌باشند اگرچه عسل تیره در بعضی نواحی، مصرف‌کنندگان خاص خود را دارا است [۹۷]. رنگ عسل از نظر کمیته کدکس

در نهایت کیفیت عسل را تغییر می‌دهند ولی تغییرات حسی و ظاهری قابل توجهی در آن رخ نمی‌دهد [۱۵ و ۱۹ و ۶۵].

۳-۶-۳- اسیدیته و pH

اگرچه حدود pH تاکنون توسط کمیته تنظیم مقررات تعیین نشده است ولی این مقدار برای عسل بین ۳/۳۲-۴/۵۰ می‌باشد که اسیدیته طبیعی عسل در نظر گرفته می‌شود و مانع از رشد اکثر میکروب‌ها به خصوص باکتری‌های بیماری‌زا می‌شود در حالی که pH بهینه برای اکثر میکروب‌ها بین ۷/۲۰-۷/۴۰ است [۳۵]. با تعیین میزان pH می‌توان به تقلب در عسل پی برد. افزودن شربت ذرت با فروکتوز بالا در مقایسه با عسل خالص، افزایش قابل توجهی در مقدار pH نشان می‌دهد [۹۲] بنابراین بالا بودن میزان pH می‌تواند بیانگر تقلب در عسل باشد.

اسیدیته آزاد یک ویژگی مهم جهت تشخیص فساد در عسل است [۸۱]. کمیته کدکس حداکثر میزان اسیدهای آزاد موجود در عسل را ۵۰ meq/kg تعیین کرده است. مقادیر بالاتر ممکن است در اثر تخمیر قندها به اسیدهای آلی باشد. با این حال منطقه‌ی جغرافیایی (نوع پوشش گیاهی) و فصل برداشت می‌تواند اسیدیته عسل را تحت تاثیر قرار دهد [۱۱ و ۱۹]. اسیدیته عسلی که زنبورهای آن از یک گیاه شهد خود را تهیه می‌کنند به طور معمول بالاتر از این حد تعیین شده است که نشان‌دهنده تاثیر پوشش گیاهی بر میزان اسیدیته است [۹۳].

۳-۶-۴- خاکستر و رسانایی الکتریکی

محتوای خاکستر معیاری از وجود موادمعدنی در عسل است. میزان موادمعدنی در عسل به خاکی که گیاه در آن رشد می‌کند بستگی دارد. محتوای موادمعدنی ممکن است نشان‌دهنده آلودگی زیست‌محیطی یا منطقه جغرافیایی باشد [۳۵]. همچنین می‌تواند به عنوان یک معیار برای ارزیابی کیفیت و ایمنی عسل مورد استفاده قرار گیرد. به این صورت که به طور معمول سهم عمده‌ای از محتوای موادمعدنی موجود در عسل متعلق به پتاسیم است، محتوای آن بین ۲۰۰-۹۰۰ ppm متغیر است و سایر موادمعدنی در مقادیر کمتری وجود دارند [۹۳]. از محتوای پتاسیم می‌توان جهت تشخیص تقلب در عسل استفاده کرد. اگر با افزودن گلوکز (به طور مصنوعی) در عسل تقلب صورت گیرد، محتوای پتاسیم آن کمتر از ۲۰۰ ppm را نشان می‌دهد و همچنین در

می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای ارزیابی زمان نگهداری و دما استفاده شود زیرا فعالیت دیاستازی ممکن است در طول مدت نگهداری و یا در زمانی که محصول در برابر حرارت بالاتر از 60°C قرار گیرد کاهش یابد [۶۵]. فعالیت دیاستازی به فعالیت آنزیمی α و β -آمیلاز موجود در ۱ گرم عسل که می‌تواند ۰/۱۰ گرم نشاسته را در دمای 40°C و به مدت ۱ ساعت هیدرولیز کند اطلاق می‌شود، واحد آن Göthe می‌باشد. حداقل مقدار فعالیت دیاستازی ۸ واحد Göthe است [۱۱]. میزان فعالیت دیاستازی عسل ممکن است متفاوت باشد این تفاوت می‌تواند ناشی از سن و نوع زنبور عسل، دوره جمع‌آوری شهد، میزان شهد و میزان کربوهیدرات شهد باشد [۱۰۷]. عسل با محتوای آنزیمی پایین از شهدهای تازه در اوایل بهار حاصل می‌شود. این عسل‌ها فعالیت دیاستازی کمتری دارند که به دلیل غلظت کمتر شهد و میزان کربوهیدرات بالاتر می‌باشد [۱۰۸]. عسل با فعالیت دیاستازی کم، زمانی به وجود می‌آید که زنبور عسل به‌صورت مصنوعی با شربت نیشکر یا چغندر قند تغذیه شده باشد [۱۰۹] بنابراین از فعالیت دیاستازی می‌توان برای تشخیص تقلب استفاده کرد به‌نوعی مکمل فرآیند تشخیص تقلبی است که از طریق افزودن ساکارز صورت می‌گیرد.

۳-۷- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی عسل در نقاط مختلف جهان

جدول ۴ مطالعه‌های صورت گرفته در مورد ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی عسل در قاره‌های مختلف را نشان می‌دهد. عسل قاره‌های مختلف داده‌های تا حدودی مشابهی در مورد میزان قند احیا را نشان می‌دهند. عسل‌های اروپایی، آسیایی و آمریکایی مقادیری بیشتر از مقادیر تعیین شده برای میزان رطوبت توسط کدکس را ارائه نموده‌اند. از نظر اسیدیته، عسل اکثر قاره‌ها دارای مقادیری کمتر از مقادیر تعیین شده توسط کدکس بوده‌اند. قاره آفریقا و آسیا دارای کمترین میزان اسیدیته در مقایسه با قاره اروپا و آمریکا بود. اکثر قاره‌ها دارای مقادیری بالاتر از حدود مجاز ارائه شده توسط کمیته کدکس برای هدایت الکتریکی بوده‌اند. از نظر 5-HMF قاره آفریقا و آمریکا دارای بالاترین مقادیر بوده اما با این حال اکثر قاره‌ها دارای مقادیر 5-HMF کمتر از حد تعیین شده بوده‌اند. تعداد کمی از مطالعه‌ها مقادیر به‌دست آمده در

باید نزدیک به قهوه‌ای تیره باشد [۹۸] البته این موضوع همواره الزامی نیست به این دلیل که باگذشت زمان، علاوه بر تغییرات شیمیایی، تغییرهای فیزیکی هم در عسل به وجود می‌آید که منجر به تغییرهایی در عطر و طعم و تیره‌تر شدن رنگ می‌شود.

۳-۶-۶- هیدروکسی متیل فورفورال

5-HMF محصول واکنش میلارد است، بسته به غلظت آن می‌تواند زمانی که عسل در معرض فرآیند حرارتی قرار می‌گیرد و یا برای زمان طولانی نگهداری می‌شود تبدیل به ترکیبات فرار و یا سمی گردد. علاوه بر آن 5-HMF می‌تواند در اثر از دست دادن رطوبت در محلول شربت در شرایط اسیدی نیز تولید شود [۲۵] از همین روی 5-HMF به‌عنوان یکی از نشانه‌های فساد در عسل به کار رود [۱۹]. استانداردهای کدکس حداکثر مقدار mg/kg ۴۰ را برای عسل‌های فرآوری شده و مقدار حداکثر mg/kg ۸۰۰ را برای عسل‌های با منشا آب‌وهوای گرمسیری اعلام کرده است. به‌طور معمول 5-HMF توسط تجزیه منوساکاریدها یا واکنش میلارد در هنگامی که عسل حرارت داده شود و یا برای مدت طولانی نگهداری گردد تشکیل می‌شود. اگر درجه حرارت فرآیند حرارتی و زمان نگهداری افزایش یابد، غلظت 5-HMF به‌طور معناداری افزایش می‌یابد. با این حال 5-HMF به‌تنهایی نمی‌تواند برای تعیین شدت فرآیند حرارتی مورد استفاده قرار گیرد چراکه عوامل دیگر از جمله نوع و میزان کربوهیدرات، وجود اسیدهای آلی، pH، رطوبت، a_w و منبع گل می‌تواند میزان 5-HMF را تحت تاثیر قرار دهند؛ بنابراین محتوای 5-HMF نمی‌تواند به‌تنهایی نشانه‌ای از گرمای بیش‌ازحد یا نامناسب بودن شرایط نگهداری باشد، همچنین عواملی چون قرار گرفتن تحت شرایط اسیدی و به دنبال آن دهیدراته شدن قندها سبب افزایش میزان 5-HMF می‌شود که این واکنش‌ها می‌تواند در دماهای پایین نیز رخ دهند [۱۹ و ۲۵].

۳-۶-۷- فعالیت دیاستازی

دیاستازها (α و β -آمیلاز) آنزیم‌هایی می‌باشند که به‌طور طبیعی در عسل وجود دارند. محتوای دیاستاز به منشا گل و شرایط جغرافیایی عسل بستگی دارد. نقش آن تجزیه مولکول نشاسته و تبدیل آن به مخلوطی از مالتوز (دی‌ساکارید) و مالتوتریئوز (تری‌ساکارید) می‌باشد [۹۹]. فعالیت دیاستازی مشابه 5-HMF

مورد فعالیت دیاستازی را گزارش کرده‌اند باین حال قاره اروپا دارای بالاترین مقادیر از این جهت بوده و نمونه‌های عسل قاره آمریکا دارای مقادیر کمتری از حداقل تعیین شده توسط کدکس بوده است [۱۱].

Table 4 Physicochemical properties of honey in different parts of the world

Continent / Country	Sugar (g / 100 g)			Humidity (g / 100 g)	Acidity (meq/kg)	Electrical conductivity (μS/cm)	5-HMF (mg/kg)	Diastasis activity (Göthe)
	fructose	Glucose	Sucrose					
Europe / Spain[30]	37/75 to 41/40	28/80 to 37/30	0/15 to 1/43	15/40 to 1/43	20/10 to 35/20	0/24 to 0/99	15/00 to 5/36	11/50 to 45/80
Europe / Italy [43]	36/00 to 41/00	31/00 to 35/00	0/00 to 1/00	20/00 to 35/00	-*	-	-	-
Europe / Spain, Romania and the Czech Republic [100]	39/30 to 49/20	26/80 to 38/30	0/60 to 2/20	15/30 to 17/50	-	0/17 to 0/80	3/30 to 23/40	8/70 to 19/10
Europe / Portugal[101]	-	-	-	13/60 to 19/20	12/05 to 25/40	-	-	-
Europe / Greece [35]	-	-	-	10/47 to 20/47	22/31 to 41/45	0/81 to 1/75	-	-
Europe / Turkey[19]	29/80 to 44/49	25/93 to 35/98	2/85 to 8/44	7/99 to 17/40	3/86 to 30/42	-	0/00 to 4/12	-
Asia / Iran[102]	-	-	-	14/60 to 19/50	13/00 to 18/00	-	-	-
Asia / Iran / Maragheh [31]	38/42	38/29	-	14/40	10/43	-	-	-
Asia / Iran / Takab[31]	35/71	38/73	-	14/73	11/66	-	-	-
Asia / Iran / Bijar [31]	34/91	39/49	-	14/43	10/10	-	-	-
Asia / Iran / Zanjan [31]	35/08	40/93	-	14/53	13/80	-	-	-
Asia / Iran / Hamedan[31]	36/37	38/77	-	15/06	12/40	-	-	-
Asia / Iran / Shiraz [103]	-	-	3/98	15/95	11/25	0/13	13/76	-
Asia / India [104]	43/30 to 65/50	-	0/40 to 8/80	17/20 to 21/60	-	0/33 to 0/94	-	-
Africa / Morocco [95]	39/44 to 42/42	29/25 to 33/08	0/47 to 1/89	14/64 to 18/59	10/69 to 30/74	0/31 to 1/12	7/16 to 30/43	6/05 to 19/10
Africa / Tunisia[96]	35/75 to 37/84	31/07 to 36/58	4/60	17/27 to 19/80	7/11 to 27/20	0/39 to 0/89	12/70 to 27/43	-
America / Argentina [105]	67/70 to 73/50	-	0/40 to 5/60	14/10 to 18/80	-	0/41 to 0/99	5/25 to 13/40	-
America / Uruguay [106]	-	-	-	16/60 to 18/61	-	0/41 to 0/99	5/25 to 13/40	-
America / Brazil [24]	33/30 to 38/60	21/00 to 36/65	0/12 to 0/50	17/10 to 20/50	23/60 to 45/50	-	-	2/80 to 7/40

*Not reported

۴- نتیجه گیری

حفظ سلامت مصرف‌کننده موجب تعیین معیارهایی برای تشخیص عسل باکیفیت و ایمن می‌شود. این معیارها بر پایه‌ی خواص فیزیکوشیمیایی ترکیبات موجود در عسل و آلاینده‌های خارجی استوار هستند که به‌صورت عمدی و غیرعمدی در عسل موجود هستند. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی که جهت بررسی کیفیت عسل باید مورد ارزیابی قرار گیرند شامل میزان قند، رطوبت، اسیدیته، خاکستر، هدایت‌الکتریکی، رنگ، 5-HMF و فعالیت دیاستازی می‌باشد. فوران‌های موجود در عسل نشانگر خوبی برای سنجش کیفیت عسل به‌حساب نمی‌آیند اگرچه ممکن است نشان‌دهنده‌ی از بین رفتن تازگی عسل به دلیل قرار گرفتن در معرض دمای بالا و یا نگهداری طولانی‌مدت باشند ولی نباید برای سنجش کیفیت عسل مورد استفاده قرار گیرند. همان‌طور که مشخص شد تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفیت عسل را به کاهش می‌دهند و تهدیدی بر سلامت مصرف‌کننده نیستند. مهم‌ترین عوامل تاثیر گذار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل پوشش گیاهی، گونه زنبورعسل، شرایط جغرافیایی و شرایط نگهداری می‌باشد و با توجه به اینکه تغییر در عوامل ذکر شده گریزناپذیر است پس گزارش نتایج متفاوت در مورد خصوصیات فیزیکوشیمیایی در مطالعات مختلف قابل انتظار است. جهت تایید کیفیت بهداشتی عسل باید بر آلودگی‌های خارجی از قبیل فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی به‌خصوص آنتی‌بیوتیک‌ها تمرکز کرد زیرا این عوامل به‌طور جدی با سلامت مصرف‌کننده مرتبط هستند. از همین روی فلزات سنگین و باقی‌مانده‌های دارویی به‌عنوان آلودگی خارجی خطرناک محسوب می‌شوند و به‌عنوان معیارهای اصلی جهت کنترل ایمنی عسل باید مورد ارزیابی قرار گیرند. مطالب بیان‌شده می‌تواند در جهت افزایش کیفیت و ایمنی عسل تولیدی کاربردی باشد و با رعایت موازین بیان‌شده کیفیت و ایمنی عسل تولیدی و سلامت مصرف‌کننده حفظ می‌شود.

۵- تشکر و قدرانی

در پایان از زحمات آقایان دکتر روح‌اله کلهر و محمدرضا پژوهی الموتی که در انجام این مطالعه مروری نظام‌مند ما را یاری نمودند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

۶- مابع

- [1] Bogdanov S. The book of honey. Bee Product Science. 2009;46:269-75.
- [2] Mahmoudi R, Norian R, Pajohi-Alamoti M. Antibiotic residues in Iranian honey by ELISA. International Journal of Food Properties. 2014;17(10):2367-73.
- [3] Alqarni AS, Owayss AA, Mahmoud AA, Hannan MA. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. Journal of Saudi Chemical Society. 2014;18(5):618-25.
- [4] Katirae F, Mahmodi R, Mardani K, Babaei E. Antifungal activity of Iranian honeybees against *Candida*, *Aspergillus* species and *Trichophyton rubrum*. Journal of Food Processing and Preservation. 2014;38(5):2078-82.
- [5] Mahdavi Omran S, Maliji G, Sefidgar SAA, Yosefi MR, Haji Ahmadi M, Moosavi SJ, et al. Effect of honey from north of Iran on candida albicans. Journal of Babol University of Medical Sciences. 2009;10(5):15-22.
- [6] Ghotaslou R, Saghati H, Dehnad A, Salahi Eshlaghi B. Antibacterial Effects of Azerbaijan honey on *Pseudomonas aeruginosa* biofilm. Iranian Journal of Medical Microbiology. 2016;9(4):40-6.
- [7] Oduwole O, Udoh EE, Oyo-Ita A, Meremikwu MM. Honey for acute cough in children. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2018;1(4):1-90.
- [8] Combarros-Fuertes P, Estevinho LM, Dias LG, Castro JM, Tomás-Barberán FA, Tornadizo ME, et al. Bioactive Components and Antioxidant and Antibacterial Activities of Different Varieties of Honey: A Screening Prior to Clinical Application. Journal of agricultural and food chemistry. 2018;67(2):688-98.
- [9] Karasawa K, Haraya S, Okubo S, Arakawa H. Novel assay of antibacterial components in manuka honey using lucigenin-chemiluminescence-HPLC. Analytica chimica acta. 2017;954:151-8.
- [10] Puscas A, Hosu A, Cimpoiu C. Application of a newly developed and validated high-performance thin-layer chromatographic

- [22] Rybak-Chmielewska H. Changes in the carbohydrate composition of honey undergoing during storage. *Journal of Apicultural Science*. 2007;51(1):39-47.
- [23] Chernetsova ES, Morlock GE. Assessing the capabilities of direct analysis in real time mass spectrometry for 5-hydroxymethylfurfural quantitation in honey. *International Journal of Mass Spectrometry*. 2012;314:22-32.
- [24] Moreira RF, De Maria CA, Pietroluongo M, Trugo LC. Chemical changes in the volatile fractions of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food chemistry*. 2010;121(3):697-704.
- [25] Barra MPG, Ponce-Díaz MC, Venegas-Gallegos C. Volatile compounds in honey produced in the central valley of Ñuble province, Chile. 2010;70(1):75-84.
- [26] Won S-R, Li C-Y, Kim J-W, Rhee H-I. Immunological characterization of honey major protein and its application. *Food Chemistry*. 2009;113(4):1334-8.
- [27] Sak-Bosnar M, Sakač N. Direct potentiometric determination of diastase activity in honey. *Food chemistry*. 2012;135(2):827-31.
- [28] Hermosín I, Chicón RM, Cabezudo MD. Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chemistry*. 2003;83(2):263-8.
- [29] Iglesias MT, Martín-Álvarez PJ, Polo MC, de Lorenzo C, González M, Pueyo E. Changes in the free amino acid contents of honeys during storage at ambient temperature. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2006;54(24):90-104.
- [30] Manzanares AB, García ZH, Galdón BR, Rodríguez ER, Romero CD. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain. *LWT-Food Science and Technology*. 2014;55(2):572-8.
- [31] Nemati F, Honarvar M, Taghavizad R, Ezzatpanah H, Seif Hs, Hemaci A. The effect of honey processing on the proline content. *Journal of food technology and nutrition fall*. 2011;8(4):57-64.
- [32] Rebane R, Herodes K. A sensitive method for free amino acids analysis by liquid chromatography with ultraviolet and mass spectrometric detection using precolumn method to control honey adulteration. *Journal of Chromatography A*. 2013;1272:132-5.
- [11] Alimentarius C. Codex Standard 12, Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. Vol. 11. 2001.
- [12] Fuselli S, García DLRS, Gende L, Eguaras M, Fritz R. Inhibition of *Paenibacillus* larvae employing a mixture of essential oils and thymol. *Revista Argentina de microbiología*. 2005;38(2):89-92.
- [13] León-Ruiz V, Vera S, González-Porto AV, San Andrés MP. Analysis of water-soluble vitamins in honey by isocratic RP-HPLC. *Food Analytical Methods*. 2013;6(2):488-96.
- [14] Reybroeck W. Residues of antibiotics and sulphonamides in honey on the Belgian market. *Apiacta*. 2003;38:23-30.
- [15] Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Seijo MC. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*. 2013;138(2):851-6.
- [16] Ciulu M, Solinas S, Floris I, Panzanelli A, Pilo MI, Piu PC, et al. RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey. *Talanta*. 2011;83(3):924-9.
- [17] Kamal MA, Klein P. Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi journal of biological sciences*. 2011;18(1):17-21.
- [18] Escuredo O, Dobre I, Fernández-González M, Seijo MC. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food chemistry*. 2014;149:84-90.
- [19] Tornuk F, Karaman S, Ozturk I, Toker OS, Tastemur B, Sagdic O, et al. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*. 2013;46:124-31.
- [20] Kaškonienė V, Venskutonis P, Čeksterytė V. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. *LWT-Food Science and Technology*. 2010;43(5):801-7.
- [21] De La Fuente E, Ruiz-Matute A, Valencia-Barrera R, Sanz J, Castro IM. Carbohydrate composition of Spanish unifloral honeys. *Food Chemistry*. 2011;129(4):1483-9.

- Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002;50(21):5998-6007.
- [42] Antonescu C, Mateescu C. Environmental pollution and its effects on honey quality. Romanian Biotechnological Letters. 2001;6:371-80.
- [43] Sanna G, Pilo MI, Piu PC, Tapparo A, Seeber R. Determination of heavy metals in honey by anodic stripping voltammetry at microelectrodes. Analytica Chimica Acta. 2000;415(1):165-73.
- [44] Taddia M, Musiani A, Schiavi S. Determination of heavy metals in honey by Zeeman electrothermal atomic absorption spectrometry. Annali di chimica. 2004;94(1-2):107-11.
- [45] Mujić I, Alibabić V, Jokić S, Galijašević E, Jukić D, Šekulja D, et al. Determination of pesticides, heavy metals, radioactive substances, and antibiotic residues in honey. Pol J Environ Stud. 2011;20:719-24.
- [46] Erbilir F, Erdoğan Ö. Determination of heavy metals in honey in Kahramanmaraş City, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment. 2005;109(1):181-7.
- [47] Leblebici Z, Aksoy A. Determination of heavy metals in honey samples from Central Anatolia using plasma optical emission spectrophotometry (ICP-OES). Pol J Environ Stud. 2008;17(4):549-55.
- [48] Adebisi F, Akpan I, Obiajunwa E, Olaniyi H. Chemical/physical characterization of Nigerian honey. Pakistan Journal of Nutrition. 2004;3(5):278-81.
- [49] Frazzoli C, D'Ilio S, Bocca B. Determination of Cd and Pb in Honey by SF-ICP-MS: Validation Figures and Uncertainty of Results. Analytical Letters. 2007;40(10):1992-2004.
- [50] Fredes C, Montenegro G. Heavy metal and other trace elements contents in honey bee in Chile. Cien. Inv. Agr.(in English) 33 (1): 50-58. Ciencia e Investigación Agraria. 2006;33(1):50-8.
- [51] Mahmoudi R, Mardani K, Rahimi B. Analysis of heavy metals in honey from north-western regions of Iran. Journal of Chemical Health Risks. 2015;5(4).
- [52] Akbari B, Gharanfoli F, Khayyat MH, Khashyarmanesh Z, Rezaee R, Karimi G. Determination of heavy metals in different derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate: Application to the honey analysis. Analytica chimica acta. 2010;672(1):79-84.
- [33] Di Girolamo F, D'Amato A, Righetti PG. Assessment of the floral origin of honey via proteomic tools. Journal of proteomics. 2012;75(12):3688-93.
- [34] Won S-R, Lee D-C, Ko SH, Kim J-W, Rhee H-I. Honey major protein characterization and its application to adulteration detection. Food Research International. 2008;41(10):952-6.
- [35] Karabagias IK, Badeka A, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. Food chemistry. 2014;146:548-57.
- [36] Mato I, Huidobro JF, Simal-Lozano J, Sancho MT. Rapid determination of nonaromatic organic acids in honey by capillary zone electrophoresis with direct ultraviolet detection. Journal of agricultural and food chemistry. 2006;54(5):1541-50.
- [37] Cherchi A, Spanedda L, Tuberoso C, Cabras P. Solid-phase extraction and high-performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. Journal of Chromatography A. 1994;669(1-2):59-64.
- [38] Nozal M, Bernal J, Gómez L, Higes M, Meana A. Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bees. Apidologie. 2003;34(2):181-8.
- [39] Cavia MM, Fernández-Muiño MA, Alonso-Torre SR, Huidobro JF, Sancho MT. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. Food chemistry. 2007;100(4):1728-33.
- [40] Jurado-Sánchez B, Ballesteros E, Gallego M. Gas chromatographic determination of 29 organic acids in foodstuffs after continuous solid-phase extraction. Talanta. 2011;84(3):924-30.
- [41] Devillers J, Dore J, Marengo M, Poirier-Duchene F, Galand N, Viel C. Chemometrical analysis of 18 metallic and nonmetallic elements found in honeys sold in France.

- from commercial bee honeys. *Food Chemistry*. 2012;134(1):392-6.
- [64] Ajtony Z, Bencs L, Haraszi R, Szigeti J, Szoboszlai N. Study on the simultaneous determination of some essential and toxic trace elements in honey by multi-element graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Talanta*. 2007;71(2):683-90.
- [65] Yücel Y, Sultanog P. Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience*. 2013;1:16-25.
- [66] Bilandžić N, Đokić M, Sedak M, Kolanović BS, Varenina I, Končurat A, et al. Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. *Food Chemistry*. 2011;128(4):1160-4.
- [67] Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR. *Química de alimentos de Fennema*: Artmed Editora; 2009.
- [68] Reybroeck W, Daeseleire E, De Brabander HF, Herman L. Antimicrobials in beekeeping. *Veterinary microbiology*. 2012;158(1):1-11.
- [69] Mahmoudi R, Pakbin B. An Overview of the Hazards and Management Strategies for Antibiotic Residue in Honey. *Int J Food Nutr Saf*. 2015;6(3):1-9.
- [70] Fossen T, Andersen ØM. Spectroscopic techniques applied to flavonoids. *Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications*. 2006:37-142.
- [71] Pyrzynska K, Biesaga M. Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2009;28(7):893-902.
- [72] Alvarez-Suarez JM, Giampieri F, González-Paramás AM, Damiani E, Astolfi P, Martínez-Sánchez G, et al. Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*. 2012;50(5):1508-16.
- [73] Trautvetter S, Koelling-Speer I, Speer K. Confirmation of phenolic acids and flavonoids in honeys by UPLC-MS. *Apidologie*. 2009;40(2):140-50.
- [74] Silici S, Sagdic O, Ekici L. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys. *Food Chemistry*. 2010;121(1):238-43.
- [75] Suárez-Luque S, Mato I, Huidobro JF, Simal-Lozano J. Capillary zone honey brands from Iranian markets. *Food Additives and Contaminants: Part B*. 2012;5(2):105-11.
- [53] Bahreyni R, Mirhadi S, Javaheri S, Talebi M. The survey on situation of heavy metals in honey, pollen and adult bees of tehran province apiaries. *Journal of agricultural science (university of tabriz)*. 2006;15(4):247-252.
- [54] Ru Q-M, Feng Q, He J-Z. Risk assessment of heavy metals in honey consumed in Zhejiang province, southeastern China. *Food and chemical toxicology*. 2013;53:256-62.
- [55] Samimi A, Maymand OE, MEHRTABATABAEI M. 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*. 2001:199-2.
- [56] Lopez MI, Pettis JS, Smith IB, Chu P-S. Multiclass determination and confirmation of antibiotic residues in honey using LC-MS/MS. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;56(5):1553-9.
- [57] Mahmoudi R, Moosavy M, Norian R, Kazemi S, Nadari MRA, Mardani K. Detection of oxytetracycline residues in honey samples using ELISA and HPLC methods. *Pharmaceutical Sciences*. 2014;19(4):145.
- [58] Thompson TS, Noot DK, Calvert J, Pernal SF. Determination of lincomycin and tylosin residues in honey by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Rapid communications in mass spectrometry*. 2005;19(3):309-16.
- [59] Solomon RJ, Santhi VS, Jayaraj V. Prevalence of antibiotics in nectar and honey in South Tamilnadu, India. *Integrative Biosciences*. 2006;10(3):163-7.
- [60] Bonté F, Desmoulière A. Le miel: origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*. 2013;52(531):18-21.
- [61] Bogdanov S. Contaminants of bee products. *Apidologie*. 2006;37(1):1-18.
- [62] Madejczyk M, Baralkiewicz D. Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Analytica Chimica Acta*. 2008;617(1):11-7.
- [63] Pohl P, Stecka H, Greda K, Jamroz P. Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn

- [85] Tosun M. Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotope ratio analysis method. *Food chemistry*. 2013;138(2):1629-32.
- [86] Chen Q, Qi S, Li H, Han X, Ouyang Q, Zhao J. Determination of rice syrup adulterant concentration in honey using three-dimensional fluorescence spectra and multivariate calibrations. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2014;131:177-82.
- [87] Wang S, Guo Q, Wang L, Lin L, Shi H, Cao H, et al. Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography. *Food chemistry*. 2015;172:669-74.
- [88] Kukurova K, Karovièová J, Kohajdova Z, Bilikova K. Authentication of honey by multivariate analysis of its physico-chemical parameters. *Journal of Food & Nutrition Research*. 2008;47(4).
- [89] Wang Y, Juliani HR, Simon JE, Ho C-T. Amino acid-dependent formation pathways of 2-acetylfuran and 2, 5-dimethyl-4-hydroxy-3 [2H]-furanone in the Maillard reaction. *Food chemistry*. 2009;115(1):233-7.
- [90] Ota M, Kohmura M, Kawaguchi H. Characterization of a new Maillard type reaction product generated by heating 1-deoxymaltulosyl-glycine in the presence of cysteine. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2006;54(14):5127-31.
- [91] Jelen H. *Food flavors: chemical, sensory and technological properties*: CRC Press; 2011.
- [92] Ribeiro RdOR, Mársico ET, da Silva Carneiro C, Monteiro MLG, Júnior CC, de Jesus EFO. Detection of honey adulteration of high fructose corn syrup by Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1 H NMR). *Journal of Food Engineering*. 2014;135:39-43.
- [93] Alves A, Ramos A, Gonçalves MM, Bernardo M, Mendes B. Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. *Journal of food composition and analysis*. 2013;30(2):130-8.
- [94] Nikolova K, Panchev I, Sainov S, Gentscheva G, Ivanova E. Selected physical properties of lime bee honey in order to discriminate between pure honey and honey electrophoresis method for the simultaneous determination of cations in honey. *Journal of Chromatography A*. 2005;1083(1):193-8.
- [76] Sghaier MB, Skandrani I, Nasr N, Franca M-GD, Chekir-Ghedira L, Ghedira K. Flavonoids and sesquiterpenes from *Teucrium ramosissimum* promote antiproliferation of human cancer cells and enhance antioxidant activity: a structure-activity relationship study. *environmental toxicology and pharmacology*. 2011;32(3):336-48.
- [77] Castro-Vázquez L, Díaz-Maroto M, Pérez-Coello M. Aroma composition and new chemical markers of Spanish citrus honeys. *Food Chemistry*. 2007;103(2):601-6.
- [78] Radovic B, Careri M, Mangia A, Musci M, Gerboles M, Anklam E. Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. *Food Chemistry*. 2001;72(4):511-20.
- [79] Pontes M, Marques J, Câmara J. Screening of volatile composition from Portuguese multifloral honeys using headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-quadrupole mass spectrometry. *Talanta*. 2007;74(1):91-103.
- [80] Kaškonienė V, Venskutonis PR, Čeksterytė V. Composition of volatile compounds of honey of various floral origin and beebread collected in Lithuania. *Food Chemistry*. 2008;111(4):988-97.
- [81] Moreira RF, De Maria CA, Pietrolungo M, Trugo LC. Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food chemistry*. 2007;104(3):1236-41.
- [82] Oetterer M, D'ARCE MABR, SPOTO M. *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*: Editora Manole Ltda; 2006.
- [83] Vaikousi H, Koutsoumanis K, Biliaderis CG. Kinetic modelling of non-enzymatic browning in honey and diluted honey systems subjected to isothermal and dynamic heating protocols. *Journal of food engineering*. 2009;95(4):541-50.
- [84] M Camina J, G Pellerano R, J Marchevsky E. Geographical and botanical classification of honeys and apicultural products by chemometric methods. A review. *Current Analytical Chemistry*. 2012;8(3):408-25.

- Honey In Garmsar City In 2003. Iranian journal of food science and technology. 2005; 2 (1):35-41.
- [103] Gheysari H, Hamidian Sa. Comparison and evaluation of physicochemical properties and adulterations in produced honeys of Shiraz province in different seasons. Iranian food science and technology research journal. 2009; 4 (2): 57-69.
- [104] Saxena S, Gautam S, Sharma A. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. Food Chemistry. 2010;118(2):391-7.
- [105] Isla MI, Craig A, Ordoñez R, Zampini C, Sayago J, Bedascarrasbure E, et al. Physico chemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina. LWT-Food Science and Technology. 2011;44(9):1922-30.
- [106] Corbella E, Cozzolino D. Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. LWT-Food Science and Technology. 2006;39(5):534-9.
- [107] Oddo LP, Piazza MG, Pulcini P. Invertase activity in honey. Apidologie. 1999;30:57-66.
- [108] Antoñ S, Denisow B. Nectar production and carbohydrate composition across floral sexual phases: contrasting patterns in two protandrous Aconitum species (Delphinieae, Ranunculaceae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2014;209(9):464-70.
- [109] Guler A, Kocaokutgen H, Garipoglu AV, Onder H, Ekinci D, Biyik S. Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C 3 and C 4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. Food chemistry. 2014;155:155-60.
- adulterated with glucose. International Journal of Food Properties. 2012;15(6):1358-68.
- [95] Chakir A, Romane A, Barbagianni N, Bartoli D, Ferrazzi P. Major and trace elements in different types of Moroccan honeys. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2011;5(223-231).
- [96] Boussaid A, Chouaibi M, Rezig L, Hellal R, Donsi F, Ferrari G, et al. Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. Arabian Journal of Chemistry. 2014;11(2):265-274.
- [97] Tuberoso CIG, Jerković I, Sarais G, Congiu F, Marijanović Z, Kuš PM. Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE chromaticity coordinates. Food chemistry. 2014;145:284-91.
- [98] GAMbaro A, Ares G, Gimenez A, Pahor S. Preference mapping of color of Uruguayan honeys. Journal of Sensory Studies. 2007;22(5):507-19.
- [99] Ahmed M, Djebli N, Aissat S, Khiati B, Meslem A, Bacha S. In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. Asian Pacific journal of tropical biomedicine. 2013;3(10):816-21.
- [100] Juan-Borrás M, Domenech E, Hellebrandova M, Escriche I. Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. Food Research International. 2014;60:86-94.
- [101] Karabournioti S, Zervalaki P. The effect of heating on honey HMF and invertase. Apiacta. 2001;36(4):177-81.
- [102] Jahed Kgr, Kamkar A. A Survey Of Physico-Chemical Properties Of Produced



A systematic review of the risk factors of honey consumption and their limit despite the beneficial nutritional properties and healing

Kazeminia, M.¹, Shabani khenar, H.², Aali, E.³, Mahmoudi, R.^{4*}

1. PhD Student of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. MSc., of Food Science and Technology, Dept. of Food Science and Technology, University of Khazar, Mahmoud Abad, Mazandaran, Iran.
3. Assistant Professor Pharmacology, Faculty of Medicine, Dept. of Pharmacology, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
4. Professor Food Safety and Hygiene, Mediacal Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received 2019/05/19 Accepted 2021/06/12</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Honey, Safety, Physicochemical Properties, Heavy metals, Pharmaceutical residues.</p> <hr/> <p>DOI: 10.52547/fsct.18.116.371</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: r.mahmodi@yahoo.com</p>	<p>Honey is a natural product containing water and different complex compounds such as proteins, sugars, amino acids, vitamins, and minerals. Environmental contaminations and fraud that occur during honey production, endangers consumer health. The aim of this study, investigate and identify the factors that are deliberately or unintentionally present in honey in order to control these factors, the quality of honey and consumer health to be maintained. In the current review study the information achieved by referring to the databases Pubmed, Science Direct, Elsevier, Google Scholar, SID, MagIran, Civilica, World Health Organization, United Nations Food and Drug Administration collected based on keywords honey, physicochemical properties, hygienic quality, public health, heavy metals and pharmaceutical residues during the last 10 years. Factors affecting the hygienic and safety of honey include carbohydrates (fructose-glucose ratio), proline, gluconic acid, citric acid, moisture, ash (especially potassium), 5-hydroxymethylfurfural, diastase activity (alpha and beta amylase), color, electrolytic conductivity, pH, acidity, heavy metals, and pharmaceutical residues. Physicochemical properties, although affecting the quality of honey but not a threat to consumer health, but heavy metals and residual medicines, in addition to honey quality, also endanger consumer health; thus, heavy metals, and pharmaceutical residues, in comparison to physicochemical properties, affect the hygienic quality of honey and public health. Thus heavy metals and pharmaceutical residues than physicochemical properties, the honey quality and consumers public health more endanger. As a result, the identification and control of heavy metals and pharmaceutical residues in honey is more important than physicochemical properties.</p>