بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی ۱۰ نمونه عسل گیاهی مختلف

ریحانه خلفی[۱]، سید امیرحسین گلی[۲*]، محمد بهجتیان اصفهانی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- مدرس دانشگاه آزاد خوراسگان

(تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۸)

چکیده

عسل یک ماده شیرین طبیعی است که به وسیله زنبورهای عسل از شهد گل‌ها (عسل شهد)، ترشحات بخش‌های زنده گیاهان یا مواد دفعی حشرات ناشی از مکیدن بخش زنده گیاهان (عسل عسلک) تولید می‌شود. هدف از این تحقیق تعیین ترکیبات و بررسی خواص فیزیکوشیمیایی ۱۰ نمونه عسل گیاهی طبیعی (گشنیز، شوید، کنار، آویشن، جعفری، قنقال، گون، یونجه، گون گز و بهارنارنج) بود. بدین منظور آزمون‌های فیزیکوشیمیایی مانند رطوبت، مواد جامد محلول، اسیدیته، چگالی ویژه، ویسکوزیته و مواد قندی کل بر روی نمونه‌های عسل انجام شد. همچنین مقدار کل ترکیبات فنولیک با استفاده از معرف فولین سیوکالتو و فعالیت آنتی اکسیدانی با روش DPPH ارزیابی شد. با توجه به نتایج می‌توان گفت عسل شوید به دلیل داشتن کمترین مقدار رطوبت در بین نمونه‌های عسل ویسکوزترین عسل محسوب می‌شود. بنابراین نسبت به سایر نمونه‌ها مدت ماندگاری بیشتری در طول انبارداری دارد. بیشترین و کمترین میزان ساکارز به ترتیب مربوط به عسل شوید و گون گز بود. بنابراین عسل گون گز به دلیل داشتن ساکارز کمتر بهترین و رسیده ترین عسل محسوب می شود. عسل کنار دارای بیشترین ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد، عسل بهارنارنج دارای کمترین ترکیبات فنولیک و عسل گون دارای کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت عسل کنار در بین ۱۰ نمونه عسل دارای ارزش تغذیه‌ای بالاتری است. ضریب همبستگی بالا بین ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی نشان می‌دهد که این ترکیبات مسئول اصلی رفتار آنتی اکسیدانی عسل می‌باشند.

کلید واژگان: ترکیبات فنولیک، خاصیت آنتی اکسیدانی، عسل

* مسئول مکاتبات: amirgoli@cc.iut.ac.ir

۱- مقدمه

عسل یک ماده شیرین طبیعی است که به وسیله زنبورهای عسل از شهد گل‌ها (عسل شهد)، ترشحات بخش‌های زنده گیاهان و یا مواد دفعی حشرات که ناشی از مکیدن بخش زنده گیاهان (عسل عسلک) می‌باشد، تولید می‌شود [۱]. ترکیب عسل نسبتاً متفاوت است و در درجه اول بستگی به منبع گل دارد. با این حال برخی از عوامل خارجی مانند عوامل فصلی و زیست محیطی و نحوه فراوری عسل نیز دخیل هستند[٤،۳،۲]. در سال-های اخیر بیش از ۲۰۰ ترکیب در عسل شناسایی شده است[۵،۱]. عسل یک محلول فوق اشباع قندی است که فروکتوز و گلوکز مواد اصلی تشکیل دهنده آن می‌باشند. عسل همچنین حاوی مواد معدنی، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه آزاد، آنزیم‌ها و ویتامین‌ها می-باشد. دامنه گسترده‌ای از ترکیبات جزئی نیز در عسل وجود دارد که بسیاری از آن‌ها دارای خواص آنتی اکسیدانی می‌باشند. این ترکیبات شامل اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها، برخی آنزیم‌ها(گلوکز اکسیداز، کاتالاز) و اسیدهای آمینه می‌باشند[۳]. برخی از این ترکیبات از شهد یا گرده وارد عسل شده و بقیه آن‌ها توسط زنبور در طول فرآیند تولید عسل تشکیل می‌شوند [٦]. لازم به ذکر است که ترکیب عسل تا حد زیادی بستگی به منشأ گیاهی آن دارد که به ندرت در مطالعات تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود[۳]. ترکیب عسل به نوبه خود خواص فیزیکوشیمیایی آن مانند ویسکوزیته، جذب رطوبت[1] و متبلور شدن را تحت تاثیر قرار می‌دهد[۷].

آنتی اکسیدان‌ها که از فعال‌ترین ترکیبات فیزیولوژیکی در عسل می‌باشند، در حفاظت از موجودات زنده در برابر آسیب اکسیداتیو نقش مهمی دارند و از بروز انواع بیماری‌های مزمن مانند سرطان، بیماری‌های قلب و عروق و دیابت جلوگیری می‌کنند. عسل دارای انواع آنتی اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی شامل گلوکز اکسیداز، کاتالاز، L- آسکوربیک اسید، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک ، کارتنوئیدها، اسیدهای آلی، آمینواسیدها و پروتئین‌ها می‌باشد[۸]. پلی فنول‌ها گروه مهم دیگری از ترکیبات موثر در خواص ظاهری و عملکردی عسل می‌باشند. اگرچه مطالعات بر روی عسل، زنبورعسل و ترکیبات اصلی عسل حدود صد سال پیش شروع شده است اما در سال‌های اخیر توجه به ترکیبات فنولیک عسل افزایش یافته است و علت آن نقش بالقوه این ترکیبات به عنوان نشانگرهای بیوشیمیایی برای تصدیق منشا جغرافیایی و خواص آنتی اکسیدانی عسل می‌باشد[۳]. این ترکیبات از واکنش‌های اتواکسیداسیون جلوگیری کرده و اثر مهارکنندگی روی رادیکال‌های آزاد با مکانیسم‌های مختلف دارند [۹] و مقدار آن‌ها به طور گسترده‌ای بسته به منابع گل، فصل و عوامل محیطی متفاوت می‌باشد. منشأ گیاهی عسل بیشترین تأثیر را بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی آن دارد درحالی که فرآوری و نگهداری عسل به مقدار جزئی در این مورد موثرند[۲]. عسل همچنین می‌تواند از پیشرفت واکنش‌های اکسیداسیون در غذاها مانند قهوه‌ای شدن آنزیمی میوه‌ها و سبزیجات و اکسیداسیون چربی در گوشت جلوگیری کند و رشد پاتوژن‌های ناشی از موادغذایی و عوامل فسادزای مواد غذایی را مهار کند[۱۰].

Bertoncelj و همکاران (۲۰۱۱) ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی ۷ نوع عسل منطقه اسلوونی مانند هدایت الکتریکی،رطوبت، اسیدیته آزاد، مقدار پرولین، پروتئین، مقدار فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنوع گسترده‌ای در میان انواع عسل‌ها از نظر ویژگی-های مورد بررسی وجود دارد. مقادیر کمتر پارامترهای آنالیز شده مربوط به عسل‌های روشن مانند عسل اقاقیا، عسل linden و عسل به دست آمده از چندگل و مقادیر بالاتر مربوط به عسل‌های تیره تر مانند عسل‌های شاه بلوط، شاه درخت (fir)، صنوبر و... است. همچنین ثابت شد که نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی آنالیز شده می‌تواند مبنایی برای طبقه بندی انواع عسل در اختیار قرار دهد[۱۱].

Socha و همکاران (۲۰۱۰) فعالیت آنتی اکسیدانی و پروفایل اسیدهای فنولیک ۷ نوع عسل مناطق مختلف لهستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار کل اسیدهای فنولیک عسل‌های مختلف لهستان ۱۵/۰٤-٤/٤٦ میلی گرم گالیک اسید در هر ۱۰۰ گرم از محصول متفاوت است. همبستگی خطی معنی داری بین مقدار فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره عسل در واکنش با رادیکال‌های DPPH و ABTS وجود داشت. عسل گندم سیاه بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی را به نمایش گذاشت در حالی که عسل کلزا پایین ترین مقادیر را در این رابطه داشت[۱۲].

1. Hydroscopicity

Beatriz و همکاران (۲۰۱۱) خواص آنتی اکسیدانی ۱٤ عسل مکزیکی و عصاره متانولی آن‌ها را با روش‌های DPPH، ABTS و FRAP مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار کل اسیدهای فنولیک در محدوده ۱۱٤۲/۹-۲۸۳/۹ میلی گرم گالیک اسید به ازای هر کیلوگرم عسل بود. عسل گل اکالیپتوس و شکوفه پرتقال نشان دادند که منابع خوبی از ترکیبات آنتی اکسیدانی می‌باشند[۱۳].

هدف از انجام این تحقیق تعیین ترکیبات و بررسی و مقایسه عسل‌های گیاهان مختلف ایرانی از لحاظ ویژگی‌های متعدد فیزیکوشیمیایی مانند رطوبت، مواد جامد محلول، اسیدیته، چگالی ویژه، ویسکوزیته، میزان کل قند و همچنین میزان ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد تا بتوان از این بابت عسل‌های مختلف را طبقه بندی نموده و ویژگی‌های هر عسل به طور کامل مشخص شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

عسل‌های گون، گون گز و قنقال از شهرستان شهرکرد (استان چهار محال بختیاری)، عسل‌های شوید، جعفری و گشنیز از منطقه جعفرآباد (استان اصفهان)، عسل کنار از برازجان (استان بوشهر)، عسل بهارنارنج از شیراز (استان فارس)، عسل آویشن از دماوند (استان تهران) و عسل یونجه از بهارستان (استان اصفهان) تهیه شد.

۲-۲- آزمایشات فیزیکوشیمیایی عسل

۲-۲-۱- اندازه گیری رطوبت

برای اندازه گیری رطوبت نمونه‌های عسل از دستگاه رفرکتومتر DR201-95 مدل کروس ساخت کشور آلمان در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد استفاده شد[۱٤].

۲-۲-۲- اندازه گیری کل مواد جامد

پس از به دست آوردن مقدار رطوبت به روش رفرکتومتری، کل مواد جامد توسط فرمول زیر محاسبه گردید[٤]:

رطوبت – ۱۰۰ = کل مواد جامد

۲-۲-۳- اندازه گیری مواد جامد محلول در آب

درجه بریکس نمونه‌های عسل به وسیله دستگاه رفرکتومتر DR201-95 مدل کروس ساخت کشور آلمان در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرائت گردید[٤].

۲-۲-٤- اندازه گیری اسیدیته آزاد

۱۰ گرم از نمونه عسل در ۷۵ میلی لیتر آب مقطر دو بار تقطیر حل شد، سپس محلول در مجاورت شناساگر فنول فتالئین تا ظهور رنگ ارغوانی و باقی ماندن آن به مدت ۱۰ ثانیه و یا با کمک pH متر تا رسیدن به pH ۸/۳ با سود ۰/۱ نرمال تیتر گردید. آزمایش شاهد برای آب مقطر و شناساگر انجام شد. سپس اسیدیته بر حسب اکی والان در کیلوگرم توسط فرمول زیر محاسبه گردید (یا میزان اسیدیته آزاد از حاصلضرب تفاوت سود مصرفی نمونه و شاهد در ۱۰ بدست آمد) [۱٤]:

$$\text{اسیدیته} = \frac{1000 \times N(V-V)}{W}$$

در معادله بالا:

N= نرمالیته سود مصرفی

V= میلی لیتر سود مصرفی

V= میلی لیتر سود مصرفی شاهد

W= وزن نمونه به گرم

۲-۲-۵- اندازه گیری چگالی ویژه

یک پیکنومتر ۱۰ میلی لیتری که قبلاً به وزن رسیده بود یک بار با نمونه عسل و بار دیگر با آب مقطر پر گردید و توزین شد.سپس چگالی ویژه توسط فرمول زیر از تقسیم وزن عسل به وزن آب به دست آمد[۱۵]:

وزن آب / وزن عسل = چگالی ویژه

۲-۲-٦- اندازه گیری ویسکوزیته

ابتدا نمونه‌های عسلی که دارای تبلور بودند با حرارت دهی به عسل غیر بلوری تبدیل شدند. سپس توسط ویسکومتر بروکفیلد (مدل DV-II ساخت کشور آمریکا) و با استفاده از اسپیندل شماره ۷، در سرعت ۵۰ دور در دقیقه ویسکوزیته نمونه‌ها در دمای محیط پس از ۳۰ ثانیه قرائت گردید[٤].

۲-۲-۷- اندازه گیری میزان قند

محتوای قند کل و قندهای احیاء کننده بر اساس روش Lyne-Eynon تعیین گردید[۱٤].

۲-۲-۸- اندازه گیری مقدار کل ترکیبات فنولیک

مقدار کل ترکیبات فنولیک موجود در عسل به روش فولین – سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت. ۲/۵ گرم از هر نمونه عسل در ۲۵ میلی لیتر آب مقطر حل و توسط کاغذ فیلتر واتمن ٤ فیلتر شد. ۰/۵ میلی لیتر از این محلول با ۲/۵ میلی لیتر از معرف فولین – سیوکالتو ۰/۲ نرمال مخلوط گردید و به مدت ۵ دقیقه تکان داده شد. پس از آن ۲ میلی لیتر سدیم کربنات ۰/۷ مولار به محلول اضافه گردید و به مدت ۲ ساعت در دمای محیط و در تاریکی نگهداری شد. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (اسپکتروفتومتر دو پرتویی ماوراء بنفش- مرئی از شرکت کام اسپک مدل ام ۳۵۰، ساخت انگلستان) در طول موج ۷٦۰ نانومتر در برابر نمونه شاهد قرائت گردید. برای تهیه نمونه شاهد به جای ۲/۵ گرم عسل، ۲/۵ گرم متانول خالص برداشته شد و بقیه مراحل طبق روش بالا انجام گرفت.

برای رسم منحنی استاندارد، محلول‌های اسید گالیک با غلظت-های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ قسمت در میلیون در متانول تهیه شدند و ۰/۵ میلی لیتر از این محلول‌ها به جای نمونه برداشته شد و بقیه مراحل طبق روش بالا انجام گردید. با توجه به غلظت محلول‌های استاندارد و جذب‌های به دست آمده، منحنی استاندارد رسم شد. مقدار کل ترکیبات فنولیک از روی معادله خط رسم شده برای اسید گالیک، بر مبنای اسید گالیک به صورت میلی گرم در ۱۰۰ گرم عسل بیان گردید[۱٦،۲].

۲-۲-۹- اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی

فعالیت آنتی اکسیدانی عسل در حضور رادیکال آزاد ۱و۱- دی فنیل-۲- پیکریل هیدرازیل (DPPH) به روش اسپکتروفتومتری انجام گرفت. مقدار ۱/۲۵ میلی لیتر از محلول عسل (۰/۰۲۵ گرم بر میلی لیتر) حل شده در آب مقطر با ۱/۵ میلی لیتر محلول متانولی DPPH (۹۰ میکروگرم بر میلی لیتر) مخلوط شد و پس از ۵ دقیقه جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر در مقابل متانول- آب ۱:۱ به عنوان شاهد قرائت گردید. نمونه کنترل طبق روش بالا تهیه شد با این تفاوت که به جای محلول عسل، ۱/۲۵ میلی لیتر متانول با ۱/۵ میلی لیتر محلول DPPH مخلوط شد. فعالیت آنتی اکسیدانی در عسل به صورت درصد بازدارندگی بیان شد و با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید[۱۸،۱۷]:

$$\text{درصد به دام انداختن رادیکال آزاد} = [\ (A_{blank} - A_{sample})/A_{blank}\ ] \times ۱۰۰$$

۲-۳- آنالیز آماری نتایج

کلیه آنالیزهای فیزیکوشیمیایی نمونه‌های عسل در سه تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی با استفاده از طرح کاملا تصادفی و مقایسه میانگین نمونه‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪ با استفاده از نرم افزار آماریStatistix8 انجام شد. به منظور بررسی همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی و رسم نمودار خوشه‌ای از نرم افزار SPSS Ver ۱۷ استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت و کل مواد جامد

مقدار رطوبت یک معیار خوب برای بررسی کیفیت عسل می-باشد[۹] و برای افزایش مدت ماندگاری عسل در طول انبارداری بسیار مهم است[۱۹]. میزان رطوبت و کل مواد جامد نمونه‌های عسل در جدول ۱ نشان داده شده است. این میزان به ترتیب در محدوده ۱٦-۱٤/۳ و ۸٥/۷-۸٤ درصد بود. همه نمونه‌های عسل مقدار رطوبت زیر ۲۰ درصد که حداکثر رطوبت ذکر شده در استاندارد کدکس می‌باشد را نشان دادند. عسل شوید دارای کمترین میزان رطوبت (۱٤/۳٪) بود و تفاوت قابل توجهی با سایر نمونه‌ها داشت. از طرفی عسل یونجه دارای بیشترین میزان رطوبت (۱٦٪) بود ولی تفاوت معنی داری با عسل‌های آویشن، بهارنارنج و گشنیز نداشت. ابراهیم خلیل و همکاران (۲۰۱۲) مقدار رطوبت ۵ نمونه عسل الجزایری را در محدوده ۱٤/۱۳- ۱۱/۵۹ درصد گزارش کردند[۲۰]. ساکسنا و همکاران (۲۰۱۰) کل مواد جامد ۷ نمونه عسل هندی را در محدوده ۸۲/۸-۷۸/٤ درصد گزارش کردند[٤]. نتایج به دست آمده نشان دهنده توانایی انبارداری خوب این عسل‌ها می‌باشد[۲۱] زیرا رطوبت بالا می-تواند باعث تخمیر نامطلوب عسل در طول انبارداری به علت تاثیر مخمرهای اسموفیلیک و تشکیل اتیل الکل و دی اکسید کربن شود. الکل نیز می‌تواند به اسید استیک و آب اکسید شده و باعث طعم ترش در عسل گردد[۲۲]. رطوبت زیاد همچنین می-

تواند کریستالیزاسیون را در برخی از انواع عسل تسریع کند و فعالیت آبی آن را تا مقداری که برخی از مخمرها بتوانند در آن رشد کنند افزایش دهد[۲۱]. در نتیجه مقدار رطوبت پایین عسل یک عامل مهم کمک کننده به ثبات آن در برابر تخمیر و تبلور در طی نگهداری می‌باشد[۲۳]. رطوبت بالای عسل نشان دهنده برداشت زودرس یا برداشت تحت شرایط رطوبت بالا است[۲٤]. مقدار رطوبت عسل بستگی به عوامل مختلفی مانند فصل برداشت، عوامل آب و هوایی[۲۵]، درجه رسیدگی در کندو[۲٦]، نوع گل، موقعیت جغرافیایی[۷]، مقدار رطوبت گیاه اصلی[۱۳]، روش‌های فرآوری و شرایط نگهداری عسل دارد[۱۱].

۳-۲- مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول یا درجه بریکس نمونه‌های عسل در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار این پارامتر در بین نمونه-های عسل در محدوده ۸۳/٦-۸۲ درصد بود. عسل‌های یونجه و آویشن دارای کمترین میزان مواد جامد محلول (۸۲٪) بودند ولی اختلاف چشمگیری با نمونه‌های عسل بهارنارنج، گشنیز، کنار، گون گز و گون نداشتند. عسل شوید دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول (۸۳/٦٪) بود و اختلاف معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. ساکسنا و همکاران (۲۰۱۰) مقادیر مواد جامد محلول ۷ نمونه عسل هندی را در محدوده ۸۰/٤-۷٦/۲ درصد گزارش کردند[٤]. مقدار مواد جامد محلول تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله نوع گل، موقعیت جغرافیایی و زمان رسیدگی است[۷]. مقادیر غیر طبیعی درجه بریکس ممکن است شاخص قابل اطمینانی برای تشخیص تقلب در عسل باشد[۲۲].

۳-۳- اسیدیته

مقادیر اسیدیته عسل‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده است. این میزان در محدوده ۲۷-۱۳ میلی اکی والان در کیلوگرم عسل بود. بیشترین میزان اسیدیته مربوط به عسل شوید بود که با سایر نمونه‌ها تفاوت معنی دار داشت. عسل کنار دارای کمترین میزان اسیدیته بود و اختلاف معنی داری با عسل بهارنارنج نداشت ولی با سایر نمونه‌ها تفاوت چشمگیری نشان داد. فانگیو و همکاران (۲۰۱۰) مقادیر اسیدیته ۳۳ نمونه عسل آرژانتینی را در محدوده ۲۸/۷-۱٦/٦۲ میلی اکی والان در کیلوگرم گزارش کردند[۲۷]. اسیدیته عطر و طعم عسل را تحت تاثیر قرار می‌دهد[۹] که ممکن است به علت حضور اسیدهای آلی در عسل به ویژه اسیدهای گلوکونیک، پیرویک، مالیک و سیتریک (در تعادل با لاکتون‌های متناظر با آن‌ها یا استرهای داخلی) و یون‌های غیر آلی مانند فسفات، سولفات و کلرید باشد[۲۲]. تنوع اسیدیته نمونه‌های عسل ممکن است به علت تنوع در این ترکیبات با توجه به فصل استخراج باشد[۲۳]. نوع گل نیز در میزان اسیدیته موثر می-باشد[۱۳]. حداکثر مقدار مجاز اسیدیته آزاد تعیین شده توسط کدکس ۵۰ میلی اکی والان در کیلوگرم می‌باشد[۲۸]. هیچ یک از نمونه‌های عسل مورد آزمایش بیش از حد مجاز اسیدی نبودند. این پارامتر ممکن است به عنوان یکی از شاخص‌های طراوت و تازگی عسل در نظر گرفته شود[۲۱].

۳-٤- چگالی ویژه

میزان چگالی ویژه عسل‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. این میزان در محدوده ۱/٤٥۳٤-۱/٤۲۱۹ بود. عسل کنار دارای بیشترین میزان چگالی ویژه (۱/٤٥۳٤) بود ولی تفاوت چشمگیری با عسل‌های قنقال و بهارنارنج نشان نداد. عسل گشنیز دارای کمترین میزان چگالی ویژه (۱/٤۲۱۹) بود و تفاوت معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. در تمامی نمونه‌ها دانسیته نمونه‌های عسل بالاتر از دانسیته آب بود. . اوچموخ و همکاران (۲۰۰۷) چگالی ویژه ۱۱ نمونه عسل الجزایری را در محدوده ۱/٤٥۰٥-۱/٤۰۰۹ گزارش کردند[۱۹]. به طور کلی نمونه‌های عسل با رطوبت بالا دارای چگالی ویژه کمتری می‌باشند[۲۳]. ولی این ارتباط در این مطالعه مشاهده نشد. چگالی ویژه همچنین با افزایش دما کاهش می‌یابد[۲۹]، بنابراین چگالی ویژه نمونه‌ها در یک دمای یکسان (دمای آزمایشگاه) اندازه گیری شد.

۳-۵- ویسکوزیته

مقادیر ویسکوزیته نمونه‌های عسل در جدول ۲ نشان داده شده است. این میزان در محدوده ۵۷۱۲۰-۱۷۷٦۰ سانتی پویز بود. عسل شوید و گشنیز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ویسکوزیته بودند. همه‌ی نمونه‌ها با یکدیگر تفاوت معنی دار داشتند. ساکسنا و همکاران (۲۰۱۰) مقادیر ویسکوزیته ۷ نمونه عسل هندی را در محدوده ۸۵۰۰-۱۱٤۰ سانتی پویز گزارش کردند[٤]. تفاوت در ویسکوزیته به عوامل مختلفی مانند منبع گرده، مقدار رطوبت و ترکیبات شیمیایی از جمله حضور کلوئیدها و کریستال‌های غالب بستگی دارد[۷]. با کاهش مقدار آب نمونه‌های عسل، میزان ویسکوزیته افزایش می‌یابد[٤].

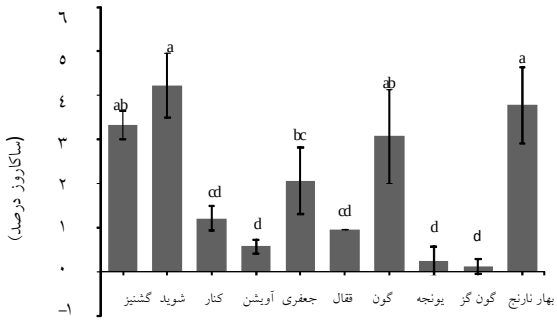
بنابراین عسل شوید که دارای کمترین میزان رطوبت است از بیشترین میزان ویسکوزیته برخوردار می‌باشد و عسل‌های یونجه و آویشن که دارای بالاترین میزان رطوبت هستند، ویسکوزیته پایینی دارند. حضور مونوساکاریدها و دی ساکاریدها نیز با توجه به این موضوع که دی ساکاریدها با جرم مولکولی مشابه مونوساکاریدها کمک بیشتری به ویسکوزیته می‌کنند، یک عامل مهم می‌باشد. اثر تغییر یک درصد رطوبت بر روی ویسکوزیته برابر اثر ۳/۵ درجه سانتی گراد تغییر دما بر روی این پارامتر می‌باشد. کاهش مقدار ویسکوزیته عسل بر اثر دما به کاهش اصطکاک مولکولی و همچنین نیروی هیدرودینامیکی نسبت داده شده است[۷].

۳-٦- میزان قند

ترکیبات قندی اجزای اصلی هر نوع عسل می‌باشند[۹]. مقادیر قندهای احیاکننده قبل و بعد از هیدرولیز نمونه‌های عسل در جدول ۳ و ساکارز در شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار قندهای احیا کننده نمونه‌های عسل قبل و بعد از هیدرولیز به ترتیب در محدوده ۷۸/۸-۷۰ درصد و ۸۲/۸-۷۳/۳ درصد بود. اختلاف این دو قند، میزان ساکارز نمونه‌های عسل را تعیین می‌کند. بیشترین میزان قند احیاکننده قبل از هیدرولیز مربوط به عسل یونجه بود ولی اختلاف چشمگیری با عسل‌های شوید و قنقال نداشت. عسل گشنیز دارای کمترین میزان قند احیاکننده قبل از هیدرولیز بود و تفاوت معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. بیشترین میزان قند بعد از هیدرولیز مربوط به عسل شوید بود که تفاوت معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. عسل کنار دارای کمترین میزان قند بعد از هیدرولیز بود ولی تفاوت معنی داری با عسل گشنیز نداشت. میزان ساکارز نمونه‌های عسل در محدوده ٤/٢-٠/١ درصد بود. عسل شوید دارای بیشترین میزان ساکارز بود ولی با عسل‌های بهارنارنج، گشنیز وگون تفاوت معنی داری نداشت. کمترین میزان ساکارز مربوط به عسل گون گز بود ولی اختلاف چشمگیری با عسل‌های یونجه، آویشن، قنقال و کنار نشان نداد. گومز و همکاران (۲۰۱۰) میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز و ساکارز ۵ نمونه عسل پرتغالی را به ترتیب در محدوده ٦٧/٧-٧٣/٧ درصد و ٣/٤-٩/٧ درصد گزارش کردند[۲۱]. داده‌ها نشان داد که اکثر قندهای محلول در نمونه‌های عسل، قندهای احیاکننده می‌باشند[٤]. همه نمونه‌های مورد آزمایش دارای قندهای احیاکننده بالاتر از ٦٥ درصد و مقدار ساکارز کمتر از ۵ درصد که حداکثر حد مجاز تعیین شده توسط استاندارد کدکس می‌باشد، بودند[۲۸]. مقادیر کم ساکارز می‌تواند به فعالیت آنزیم اینورتاز نسبت داده شود زیرا مقدار ساکارز می‌تواند در طی ذخیره سازی به علت حضور این آنزیم کاهش یابد[۱۹]. بنابراین می‌توان گفت عسل به طور کامل رسیده است[۷]. غلظت بالای ساکارز (بیش از ۵ درصد) عسل می‌تواند به دلایلی مانند تغذیه بیش از حد زنبور عسل با شربت ساکارز و یا برداشت زودهنگام عسل باشد که در این صورت ساکارز به طور کامل توسط فعالیت آنزیم اینورتاز به گلوکز و فروکتوز تبدیل نمی‌شود. میزان ساکارز همچنین یکی از شاخص‌های مهم تعیین تقلب در عسل می‌باشد و در صورتی که مقدار ساکارز عسل بیش از ۵ درصد باشد، علامت اضافه کردن شکر به آن است[٤].

۳-۷- مقدار کل ترکیبات فنولیک

مقادیر کل ترکیبات فنولیک در جدول٤ آورده شده است. این میزان در محدوده ۵۵/۷۳-۱۹/۰۱ میلی گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم عسل بود. عسل کنار و بهارنارنج به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان ترکیبات فنولیک بودند و تفاوت معنی داری با یکدیگر و سایر نمونه‌ها داشتند. دانگ و همکاران (۲۰۱۱) میزان ترکیبات فنولیک ۳۳ نمونه عسل چینی را در محدوده ۱۰/٤۳ در عسل اقاقیا تا ١٤٩/٦ میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم در عسل Red date گزارش کردند[۸]. اسیدهای فنولیک گروه مهمی از ترکیبات موثر در خواص ظاهری و عملکردی عسل می‌باشند که دارای خواص درمانی نیز هستند[۲].



شکل ۱ میزان ساکارز نمونه‌های عسل، حروف غیر مشترک بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول **۱** میزان رطوبت و مواد جامد کل و محلول نمونه‌های عسل

نوع عسل	رطوبت (درصد)	کل مواد جامد(درصد)	مواد جامد محلول(درصد)
گشنیز	۱۵/۶^{abc}	۸٤/٤^{cde}	۸۲/۲^{cd}
شوید	۱٤/۳^{e}	۸۵/۷^{a}	۸۳/٦^{a}
کنار	۱۵/۵^{bc}	۸٤/۵^{cd}	۸۲/۳^{cd}
آویشن	۱۵/۹^{ab}	۸٤/۱^{de}	۸۲/۰^{d}
جعفری	۱۵/٤^{cd}	۸٤/٦^{bc}	۸۲/۵^{c}
قنقال	۱۵/۰^{d}	۸۵/۰^{b}	۸۳/۰^{b}
گون	۱۵/۵^{bc}	۸٤/۵^{cd}	۸۲/٤^{cd}
یونجه	۱٦/۰^{a}	۸٤/۰^{e}	۸۲/۰^{d}
گون گز	۱۵/۱^{d}	۸٤/۹^{b}	۸۲/٤^{cd}
بهارنارنج	۱۵/۷^{abc}	۸٤/۳^{cde}	۸۲/۲^{cd}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲ برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه های عسل

نوع عسل	اسیدیته(میلی اکی والان در کیلوگرم)	چگالی ویژه	ویسکوزیته(سنتی پویز)
گشنیز	۱۸/۰^{d}	۱/٤۲۱۹^{e}	۱۷۷٦۰^{j}
شوید	۲۷/۰^{a}	۱/٤۳٤۸^{cd}	۵۷۱۲۰^{a}
کنار	۱۳/۰^{e}	۱/٤۵۳٤^{a}	۳۱۲۸۰^{d}
آویشن	۲۳/۵^{b}	۱/٤۳۲۷^{d}	۲۵۷٦۰^{f}
جعفری	۱۸/۰^{d}	۱/٤۳۵۰^{cd}	۳۰۷۲۰^{e}
قنقال	۲۳/۰^{b}	۱/٤٤۹۷^{ab}	٤۰۲٤۰^{b}
گون	۲۲/۰^{bc}	۱/٤۳۸۹^{cd}	۲۳۰٤۰^{i}
یونجه	۱۹/۵^{cd}	۱/٤٤۱۷^{bc}	۲۳٤٤۰^{h}
گون گز	۲۳/۰^{b}	۱/٤۳۷۷^{cd}	۳۳۲۰۰^{c}
بهارنارنج	۱٤/۵^{e}	۱/٤٤۹۰^{ab}	۲٤۵٦۰^{g}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول **۳** میزان قند نمونه های عسل

نوع عسل	قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز(٪)	قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز(٪)
گشنیز	۷۰/۰^{g}	۷۳/۳^{f}
شوید	۷۸/٦^{ab}	۸۲/۸^{a}
کنار	۷۲/۱^{f}	۷۳/۳^{f}
آویشن	۷۷/۲^{cd}	۷۷/۸^{de}
جعفری	۷٤/٦^{e}	۷٦/٦^{e}
قنقال	۷۸/۱^{abc}	۷۹/۰^{bc}
گون	۷٦/۹^{d}	۸۰/۰^{b}
یونجه	۷۸/۸^{a}	۷۹/۰^{bc}
گون گز	۷۷/۷^{bcd}	۷۷/۸^{de}
بهارنارنج	۷٤/٦^{e}	۷۸/٤^{cd}

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

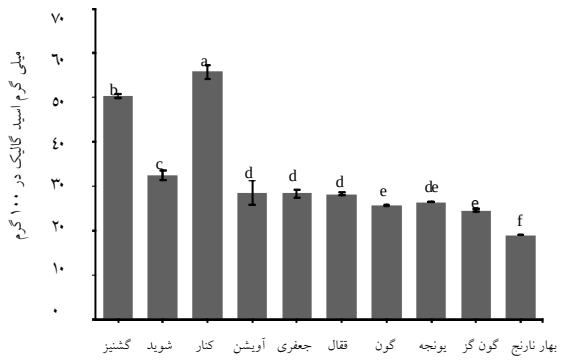
غلظت و نوع مواد پلی فنولیک عسل متغیر است [٤] و به شدت تحت تاثیر نوع گل، منشا جغرافیایی و ویژگی‌های آب و هوایی محل تولید می‌باشد[١]. تعیین مقدار ترکیبات فنولیک عسل می‌تواند یک پارامتر خوب برای ارزیابی کیفیت و پتانسیل درمانی آن باشد[١٩] که با توجه به نتایج به دست آمده عسل کنار با داشتن ٥٥/٧ میلی گرم اسید گالیک در ١٠٠ گرم عسل از این بابت دارای کیفیت بهتری نسبت به سایر نمونه‌های عسل بود.

٣-٨- فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش ١و١- دی فنیل- ٢- پیکریل هیدرازیل

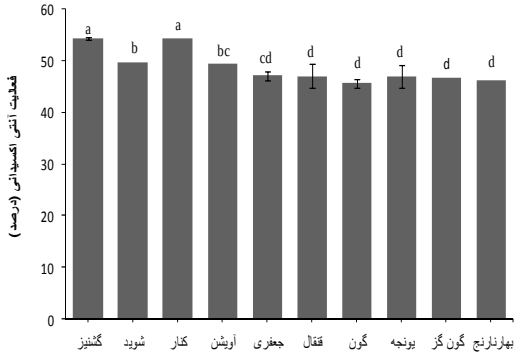
نتایج این آزمون به صورت فعالیت نسبی در برابر کنترل ارزیابی گردید. درصد فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های عسل در جدول ٤ نشان داده شده است. این میزان در محدوده ٥٤/٢٦-٤٥/٦٤ درصد بود. نتایج نشان می‌دهد که همه‌ی نمونه‌ها دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بودند. عسل کنار دارای بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی بود. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی این عسل اختلاف چشمگیری با عسل گشنیز نداشت ولی با سایر نمونه‌ها دارای تفاوت معنی دار بود. کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به عسل گون بود. این عسل اختلاف معنی داری از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی با عسل‌های جعفری، قنقال، یونجه، گون گز و بهار نارنج نداشت. سوشا و همکاران (٢٠١١) فعالیت آنتی اکسیدانی ٧ نمونه عسل لهستانی را در محدوده ١٨/٢١ درصد برای عسل کلزا تا ٤٦/٤ درصد برای عسل گندم سیاه گزارش کردند [١٢]. فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌های طبیعی ممکن است به حضور بسیاری از مواد مختلف مانند آنزیم‌ها، محصولات واکنش مایلارد، اسیدهای آلی، اسیدهای فنولیک، فلاوونوئیدها، اسیدهای آمینه، پپتیدها، اسید آسکوربیک و مواد شبه کاروتنوئیدی نسبت داده شود. تفاوت در فعالیت آنتی اکسیدانی بین انواع عسل به علت تفاوت مقدار آنتی اکسیدان‌های عسل به خصوص میزان ترکیبات فنولیک می‌باشد و به شدت وابسته به تعداد گروه‌های هیدروکسیل متصل به حلقه بنزن این ترکیبات است چون این گروه‌ها دهنده الکترون می‌باشند[١٢]. بنابراین میزان بالای فعالیت آنتی اکسیدانی عسل-های کنار وگشنیز می‌تواند به علت میزان بالای ترکیبات فنولیک آن‌ها باشد. گونه‌های بسیار واکنش پذیر مانند پلی فنول‌ها در گیاهان به عنوان آنتی اکسیدان و عوامل حفاظتی در برابر آسیب‌های مختلف عمل می‌کنند. بنابراین ممکن است نقش مهمی در کنترل واکنش‌های اکسیداتیو در بدن انسان ایفا کنند [٢]. ظرفیت آنتی اکسیدانی عسل نیز مانند سایر خصوصیات به منابع گل که اغلب وابسته به عوامل فصلی و محیط زیست بوده[٣٠] و همچنین روش فراوری عسل بستگی دارد[٣١].

٣-٩- همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی

همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی مختلف نمونه‌های عسل در جدول ٥ نشان داده شده است. یک همبستگی معکوس بین ویسکوزیته و مقدار رطوبت عسل وجود داشت که ضریب همبستگی آن برابر ٠/٩٠٦ بود. این نشان دهنده این است که میزان ویسکوزیته تحت تاثیر مقدار آب قرار دارد و با افزایش مقدار آب، میزان ویسکوزیته عسل کاهش می‌یابد[٤]. همبستگی بالایی نیز بین فعالیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنولیک یافت شد. ضریب همبستگی بالا بین ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی (٠/٩٥٥) نشان می‌دهد که ترکیبات پلی فنولیک یکی از ترکیبات اصلی مسئول رفتار آنتی اکسیدانی عسل می‌باشند. این ترکیبات به طور قابل توجهی به فعالیت آنتی اکسیدانی کمک می-کنند ولی با وجود این، به نظر می‌رسد که فعالیت آنتی اکسیدانی به علت فعالیت ترکیبی فنولیک‌ها، فلاوونوئیدها، پپتیدها، اسیدهای آلی، آنزیم‌ها، محصولات واکنش مایلارد و ... باشد[٣٢]. همه محصولات گیاهی ترکیبات فنولیک مشابهی ندارند و همه فنولیک‌ها دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی مشابهی نیستند. بنابراین نوع ترکیبات فنولیک (نه کمیت آن‌ها) به عنوان عامل اصلی تعیین کننده ظرفیت آنتی اکسیدانی مواد غذایی عمل می کند. فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات پلی فنولیک عمدتا به دلیل خاصیت اکسید و احیاکنندگی آن‌ها می‌باشد[٤]. دانگ و همکاران (٢٠١١) گزارش کردند که همبستگی بالایی بین فعالیت مهار رادیکال DPPH و ترکیبات فنولیک (٠/٨٩) وجود دارد. آن‌ها بیان کردند که تغییر در فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌ها به علت ماهیت کمی و کیفی ترکیبات فنولیکی عسل می‌باشد[٨].



شکل **۲** میزان کل ترکیبات فنولیک نمونه‌های عسل، حروف غیر مشترک بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۳ میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های عسل، حروف غیر مشترک بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ٤ همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی

	رطوبت	ویسکوزیته	ترکیبات فنولیک	فعالیت آنتی اکسیدانی
رطوبت	۱			
ویسکوزیته	۰/۹۰٦**	۱		
ترکیبات فنولیک	۰/۰۰٤	-۰/۰٦٦	۱	
فعالیت آنتی اکسیدانی	۰/۰۲۸	-۰/۰۵۸	۰/۹۵۵**	۱

** .همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۱

۳-۱۰- طبقه بندی نمونه‌های عسل بر اساس خواص فیزیکوشیمیایی

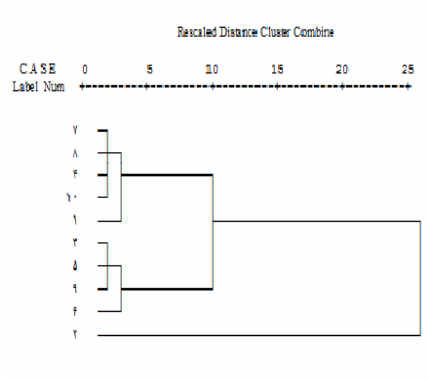
دندوگرام نمونه‌های عسل مطابق با آنالیز خوشه‌ای بر اساس خواص فیزیکوشیمیایی در شکل زیر نشان داده شده است.

بر این اساس نمونه‌های عسل به طور کلی در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند. قرار گرفتن نمونه‌های عسل در هر گروه نشان دهنده این واقعیت است که از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی شبیه به هم بوده‌اند. گروه اول شامل عسل‌های گون، یونجه، آویشن، بهار نارنج و گشنیز و گروه دوم شامل عسل‌های کنار، جعفری، گون گز، قنقال بود. گروه سوم فقط شامل عسل شوید بود. این نشان دهنده این است که عسل شوید از نظر خواص فیزیکو شیمیایی نسبت به سایر نمونه‌های عسل متفاوت بود.

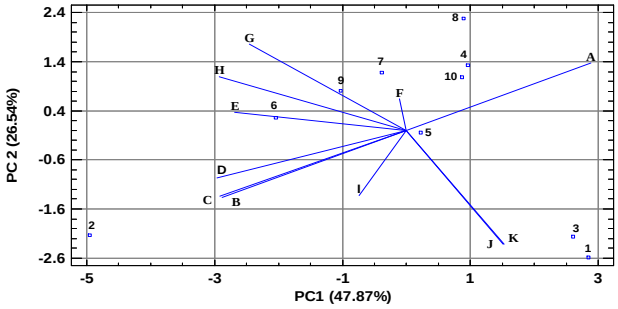
همچنین تحلیل مولفه های اصلی (PCA) برای طبقه بندی نمونه های عسل و نیز تعیین بهترین پارامترها برای این طبقه بندی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج PCA در شکل زیر نشان داده شده است.

بر این اساس ، دو مولفه‌ی اصلی (PC1 و PC2) ٪۷٤/٤۱ واریانس کل را تشکیل دادند. مولفه‌ی اول شامل پارامترهای رطوبت، کل مواد جامد، مواد جامد محلول، ویسکوزیته، اسیدیته و قندهای احیاکننده قبل و بعد از هیدرولیز و مولفه‌ی دوم شامل کل ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی بود. این پارامترها موثرتر از بقیه پارامترها (چگالی ویژه و ساکارز) بوده و برای طبقه بندی نمونه های عسل به کار می روند.

بر اساس مولفه‌ی اول (PC1) نمونه های عسل در سه گروه اصلی قرار گرفتند. گروه اول فقط شامل عسل شوید، گروه دوم شامل عسل های گشنیز و کنار و گروه سوم شامل عسل های آویشن، جعفری، قنقال، گون، یونجه، گون گز و بهارنارنج بود. بر اساس مولفه‌ی دوم (PC2) نمونه های عسل در دو گروه مجزا قرار گرفتند. گروه اول شامل عسل های شوید، گشنیز و کنار و گروه دوم شامل بقیه‌ی عسل ها یعنی آویشن، جعفری، قنقال، گون، یونجه، گون گز و بهارنارنج بود.



شکل ٤ دندوگرام نمونه‌های عسل مطابق با آنالیز خوشه‌ای بر اساس خواص فیزیکوشیمیایی (١–عسل گشنیز، ٢–عسل شوید، ٣–عسل کنار، ٤–عسل آویشن، ٥–عسل جعفری، ٦–عسل قنقال، ٧–عسل گون، ٨–عسل یونجه، ٩–عسل گون گز، ١٠–عسل بهارنارنج)



شکل ٥ تحلیل مولفه های اصلی (PCA) نمونه های عسل (١–عسل گشنیز، ٢–عسل شوید، ٣–عسل کنار، ٤–عسل آویشن، ٥–عسل جعفری، ٦–عسل قنقال، ٧–عسل گون، ٨–عسل یونجه، ٩–عسل گون گز، ١٠–عسل بهارنارنج) (A– رطوبت، B– کل مواد جامد، C– مواد جامد محلول، D– ویسکوزیته، E– اسیدیته، F– چگالی ویژه، G– قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز، H– قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز، I– ساکارز، J– کل ترکیبات فنولیک، K– فعالیت آنتی اکسیدانی)

٤– نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکوشیمیایی تنوع گسترده‌ای را در میان انواع عسل‌های مورد آزمایش نشان داد. عسل شوید به دلیل داشتن کمترین مقدار رطوبت در بین نمونه‌های عسل ویسکوزترین عسل محسوب می‌شود. بنابراین نسبت به سایر نمونه‌ها مدت ماندگاری بیشتری در طول انبارداری دارد. عسل کنار دارای بیشترین ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد درحالی که عسل بهارنارنج کمترین ترکیبات فنولیک و عسل گون کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی را دارند. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان گفت عسل کنار در بین ١٠ نمونه عسل دارای ارزش تغذیه‌ای بالاتری است. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نمونه‌های عسل مورد آزمایش حاوی مقادیر فراوان ترکیبات فنولیک می‌باشند که به عنوان آنتی اکسیدان‌های موثر طبیعی عمل می‌کنند. در واقع ضریب همبستگی بالا بین ترکیبات فنولیک تعیین شده به روش فولین–سیوکالتو و فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری شده در برابر رادیکال آزاد DPPH نشان دهنده این است که این ترکیبات یکی از ترکیبات مسئول رفتار آنتی اکسیدانی عسل می‌باشند. در پایان می‌توان گفت منشا گیاهی، جغرافیایی، نوع گل و ... می‌تواند تاثیر به سزایی در میزان و نوع ترکیبات عسل و در نتیجه خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای آن داشته باشد.

٦– منابع

[1] Escuredo, O., L. R. Silva, P. Valentão, M. C. Seijo, and P. B. Andrade, (2012), Assessing Rubus honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity, Food Chemistry, 130, 671-678.

[2] Alvarez-Suarez, J. M., S. Tulipani, D. Díaz, Y. Estevez, S. Romandini, F. Giampieri, E. Damiani, P. Astolfi, S. Bompadre, and M. Battino, (2010), Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds, Food and Chemical Toxicology, 48, 2490-2499.

[3] Alvarez-Suarez, J. M., S. Tulipani, S. Romandini, E. Bertoli, and M. Battino, (2010), Contribution of honey in nutrition and human health: a review, Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism, 3, 15-23.

[4] Saxena, S., S. Gautam, and A. Sharma, (2010), Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys, Food Chemistry, 118, 391-397.

[5] Alvarez, L. M., (2011), Honey proteins and their interaction with polyphenols, Faculty of Mathematic and Sciences, Brock University, 1-93.

[6] Sant'Ana, L. D. O., J. P. Sousa, F. B. Salgueiro, M. C. A. Lorenzon, and R. N. Castro, (2012), Characterization of monofloral honeys with multivariate analysis of their chemical profile and antioxidant activity, Journal of food science, 77, C135-C140.

[7] Ram, A. K., (2011), Production of Spray-dried Honey Powder and Its Application in Bread, Agricultural and Mechanical College,Louisiana State University, 1-83.

[8] Dong, R., Y. Zheng, and B. Xu, (2013), Phenolic profiles and antioxidant capacities of Chinese unifloral honeys from different botanical and geographical sources, Food and Bioprocess Technology, 6, 762-770.

[9] Isla, M. I., A. Craig, R. Ordoñez, C. Zampini, J. Sayago, E. Bedascarrasbure, A. Alvarez, V. Salomón, and L. Maldonado, (2011), Physico chemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina, LWT-Food Science and Technology, 44, 1922-1930.

[10] Sert, D., N. Akin, and E. Dertli, (2011), Effects of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage, International Journal of Dairy Technology, 64, 99-107.

[11] Bertoncelj, J., T. Golob, U. Kropf, and M. Korošec, (2011), Characterisation of Slovenian honeys on the basis of sensory and physicochemical analysis with a chemometric approach, International Journal of Food Science and Technology, 46, 1661-1671.

[12] Socha, R., L. Juszczak, S. Pietrzyk, D. Gałkowska, T. Fortuna, and T. Witczak, (2011), Phenolic profile and antioxidant properties of Polish honeys, International Journal of Food Science & Technology, 46, 528-534.

[13] Rodriguez, B. A., S. Mendoza, M. H. Iturriga, and E. Castaño-Tostado, (2012), Quality parameters and antioxidant and antibacterial properties of some Mexican honeys, Journal of Food Science, 77, C121-C127.

[14] ISIRI 92, (1386), Honey-Specification and test methods, 6th Revision, Institute of Standards and Industial Research of Iran, Tehran, 1-24.

[15] Saxena, S., S. Gautam, and A. Sharma, (2010), Microbial decontamination of honey of Indian origin using gamma radiation and its biochemical and organoleptic properties Journal of Food Science, 75, M19-M27.

[16] Meda, A., C. E. Lamien, M. Romito, J. Millogo, and O. G. Nacoulma, (2005), Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity, Food Chemistry, 91, 571-577.

[17] Ávila, M., A. G. Crevillén, M. C. González, A. Escarpa, L. V. Hortigüela, C. de Lorenzo Carretero, P. Martín, and R. Ana, (2006), Electroanalytical approach to evaluate antioxidant capacity in honeys: proposal of an antioxidant index, Electroanalysis, 18, 1821-1826.

[18] Vela, L., C. de Lorenzo, and R. A. Perez, (2007), Antioxidant capacity of Spanish honeys and its correlation with polyphenol content and other physicochemical properties, Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, 1069-1075.

[19] Ouchemoukh, S., H. Louaileche, and P. Schweitzer, (2007), Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys, Food Control, 18, 52-58.

[20] Khalil, M. I., M. Moniruzzaman, L. Boukraâ, M. Benhanifia, M. A. Islam, M. N. Islam, S. A. Sulaiman, and S. H. Gan, (2012), Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey, Molecules, 17, 11199-11215.

[21] Gomes, S., L. G. Dias, L. L. Moreira, P. Rodrigues, and L. Estevinho, (2010), Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal, Food and Chemical Toxicology, 48, 544-548.

[22] Viuda-Martos, M., Y. Ruiz-Navajas, J. M. Zaldivar-Cruz, V. Kuri, J. Fernández-López, Á. A. Carbonell-Barrachina, and J. Pérez-Álvarez, (2010), Aroma profile and

physico□chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico, International Journal of Food Science and Technology, 45, 1111-1118.

[23] Nanda, V., B. Sarkar, H. Sharma, and A. Bawa, (2003), Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India, Journal of Food Composition and Analysis, 16, 613-619.

[24] Ajlouni, S., and P. Sujirapinyokul, (2010), Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey, Food Chemistry, 119, 1000-1005.

[25] Kukurova, K., J. Karovičová, G. Greif, Z. Kohajdová, and J. Lehkoživová, (2006), Determination of 5-hydroxymethylfurfural after Winkler and by the HPLC method for authentication of honey, Chemical Papers, 60, 186-191.

[26] Gulfraz, M., F. Iftikhar, M. Imran, A. Zeenat, S. Asif, and I. Shah, (2011), Compositional analysis and antimicrobial activity of various honey types of Pakistan, International Journal of Food Science and Technology, 46, 263-267.

[27] Fangio, M. F., M. O. Iurlina, and R. Fritz, (2010), Characterisation of Argentinean honeys and evaluation of its inhibitory action on Escherichia coli growth, International Journal of Food Science and Technology, 45, 520-529.

[28] Codex Alimentarius, (2001), Revised codex standard for honey, Codex stan 12-1981.

[29] Oroian, M., (2013), Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different honey types at different temperatures, Journal of Food Engineering, 119, 167–172.

[30] Silici, S., O. Sagdic, and L. Ekici, (2010), Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys, Food Chemistry, 121, 238-243.

[31] Pichichero, E., L. Canuti, and A. Canini, (2009), Characterisation of the phenolic and flavonoid fractions and antioxidant power of Italian honeys of different botanical origin, Journal of the Science of Food and Agriculture, 89, 609-616.

[32] Bertoncelj, J., U. Doberšek, M. Jamnik, and T. Golob, (2007), Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, Food Chemistry, 105, 822-828.

Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of 10 different botanical honeys

Khalafy, R. [1], Goli, S. A. H. [2*], Behjatian Isfahani, M. [3]

1.- M.Sc. graduated, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
2. Assistant Professor of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
3. Lecturer of Khorasgan branch of Islamic Azad University
(Received: 93/2/23 Accepted: 93/7/8)

Honey is a natural sweet substance produced by honeybees from the nectar of plants (nectar honey), secretion of living parts of plants or secretion of plant-sucking insects (honeydew honey). The aim of this study was determination of composition and evaluation of physicochemical properties of 10 honey samples (Coriander, Dill, Ziziphus, Thyme, Parsley, Qnqal, Astragal, Alfalfa, Tamarisk and Orange blossom honeys) collected from different regions of Iran especially Isfahan. Therefore physiochemical tests such as moisture content, total soluble solids, acidity, specific gravity, viscosity and total sugars on honey samples was done. Also the total amount of phenolic compounds using Folin-Ciocalteu reagent and antioxidant activity by DPPH method was evaluated. According to the obtained results, it can be concluded that Dill honey is the most viscous honey because of the lowest moisture content among honey samples. Thus, it has the longer shelf life compared to other samples during the storage. Ziziphus honey had the highest phenolic compounds and antioxidant activity while Orange blossom honey had the lowest phenolic compounds and Astragal honey possessed the lowest antioxidant activity. Thus it can be said that Ziziphus honey had the highest nutritional value among 10 samples of honey. High correlation coefficients between phenolic compounds and antioxidant activity indicated that these compounds are main responsible for the antioxidant properties of honey.

Keywords: Antioxidant properties, Honey, Phenolic compounds

* Corresponding Author E-Mail Address: amirgoli@cc.iut.ac.ir