

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 خوارسگان

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

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، فنقال، 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 می‌شود. 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

فولیک عسل افزایش یافته است و علت آن نقش بالقوه این ترکیبات به عنوان نشانگرهای بیوشیمیابی برای تصدیق منشا جغرافیایی و خواص آنتی اکسیدانی عسل می‌باشد^[۳]. این ترکیبات از واکنش‌های اتوکسیداسیون جلوگیری کرده و اثر مهارکنندگی روی رادیکال‌های آزاد با مکانیسم‌های مختلف دارند^[۹] و مقدار آن‌ها به طور گستردگی بسته به متابع گل، فصل و عوامل محیطی متفاوت می‌باشد. منشأ گیاهی عسل بیشترین تأثیر را بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی آن دارد درحالی که فراوری 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 فسادگی مواد غذایی را مهار کند^[۱۰].

Bertoncelj و همکاران (۲۰۱۱) فعالیت آنتی اکسیدانی حسی و فیزیکوشیمیابی ۷ نوع عسل منطقه اسلوونی مانند هدايت الکتریکی، رطوبت، اسیدیته آزاد، مقدار پروولین، پروتئین، مقدار فولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنوع گستردگی در میان انواع عسل‌ها از نظر ویژگی‌های مورد بررسی وجود دارد. مقادیر کمتر پارامترهای آنالیز شده مربوط به عسل‌های روشن مانند عسل اقاچی، 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 فیزیکوشیمیابی آنالیز شده می‌تواند مبنایی برای طبقه‌بندی انواع عسل در اختیار قرار دهد^[۱۱].

Socha و همکاران (۲۰۱۰) فعالیت آنتی اکسیدانی و پروفایل اسیدهای فولیک ۷ نوع عسل مناطق مختلف لهستان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار کل اسیدهای فولیک عسل‌های مختلف لهستان ۱۵۰/۰۴ ۴/۶ 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].

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^[۴,۳,۲]. در سال‌های اخیر بیش از ۲۰۰ ترکیب در عسل شناسایی شده است^[۱,۵]. عسل یک محلول فوق اشباع قندی است که فروکتوز و گلوكز مواد اصلی تشکیل دهنده آن می‌باشند. عسل همچنین حاوی مواد معدنی، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه آزاد، آنزیم‌ها و ویتامین‌ها می‌باشد. دامنه گستردگی از ترکیبات جزئی نیز در عسل وجود دارد که بسیاری از آن‌ها دارای خواص آنتی اکسیدانی می‌باشند. این ترکیبات شامل اسیدهای فولیک و فلاونوئیدها، برخی آنزیم‌ها (گلوكز 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^[۱]. 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 فیزیکوشیمیابی آن مانند ویسکوزیته، جذب رطوبت^۱ 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 مزمم مانند سرطان، بیماری‌های قلب و عروق و دیابت جلوگیری می‌کنند. عسل دارای انواع آنتی اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی شامل گلوكز اکسیداز، کاتالاز، L-آسکوربیک اسید، فلاونوئیدها، اسیدهای فولیک، کارتتوئیدها، 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

1. Hydroscopicity

۳-۲-۲- 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[۴].

۴-۲-۲- 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 فتالین 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) [۱۴]:

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

در معادله بالا:

N = نرمالیته سود مصرفی

V = میلی لیتر سود مصرفی

V = میلی لیتر سود مصرفی شاهد

W = وزن نمونه به گرم

۵-۲-۲- 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 بدست آمد[۱۵]:

$$\text{وزن آب} / \text{وزن عسل} = \text{چگالی ویژه}$$

۶-۲-۲- 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[۴].

۷-۲-۲- اندازه گیری میزان قند

محتوای قند کل و قندهای احیاء کننده بر اساس روش Lyne تعیین گردید[۱۴].

Beatriz و همکاران (۲۰۱۱) خواص آنتی اکسیدانی ۱۴ عسل مکزیکی و عصاره مтанولی آنها را با روش‌های DPPH و ABTS و FRAP مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار کل اسیدهای فنولیک در محدوده ۱۱۴۲/۹-۲۸۳/۹ 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 می‌باشد[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

۱-۲- مواد

عسل‌های گون، گون گز و قنال 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) تهییه شد.

۲-۲- آزمایشات فیزیکوشیمیایی عسل

۱-۲-۲- 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[۱۴].

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[۴]:

$$\text{رطوبت} - ۱۰۰ = \text{کل مواد جامد}$$

$$[(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}})/A_{\text{blank}}] \times 100 = \text{درصد به دام انداختن}$$

رادیکال آزاد

۳-۲- آنالیز آماری نتایج

کلیه آنالیزهای فیزیکوشیمیابی نمونه‌های عسل در سه تکرار انجام گرفت. تعزیزه و تحلیل نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیابی با استفاده از طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین نمونه‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪ با استفاده از نرم افزار آماری Statistix8 انجام شد. به منظور بررسی همیستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیابی 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

۱- رطوبت و کل مواد جامد

مقدار رطوبت یک معیار خوب برای بررسی کیفیت عسل می‌باشد^[۹] و برای افزایش مدت ماندگاری عسل در طول انبارداری بسیار مهم است^[۱۶]. میزان رطوبت و کل مواد جامد نمونه‌های عسل در جدول ۱ نشان داده شده است. این میزان به ترتیب در محدوده ۱۴/۳-۱۶ و ۸۴-۸۵/۷ 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 (۱۴/۳٪) بود و تفاوت قابل توجهی با سایر نمونه‌ها داشت. از طرفی عسل یونجه دارای بیشترین میزان رطوبت (۱۶٪) 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 ۱۴/۱۳-۱۱/۵۹ درصد گزارش کردند^[۲۰]. ساکسنا و همکاران^(۲۰۱۰) کل مواد جامد ۷ نمونه عسل هندی را در محدوده ۷۸/۴-۸۲/۸ درصد گزارش کردند^[۴]. نتایج به دست آمده نشان دهنده توانایی انبارداری خوب این عسل‌ها می‌باشد^[۲۱] زیرا رطوبت بالا می‌تواند باعث تخمیر نامطلوب عسل در طول انبارداری به علت تاثیر مخمرهای اسموفیلیک و تشکیل اتیل الکل و دی اکسید کربن شود. الكل نیز می‌تواند به اسید استیک و آب اکسید شده و باعث طعم ترش در عسل گردد^[۲۲]. رطوبت زیاد همچنین می-

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 ۴ 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 اسپکتروفوتومتر (اسپکتروفوتومتر دو پرتویی ماوراء بنفش- مرئی از شرکت کام اسپک مدل ام ۳۵۰، ساخت انگلستان) در طول موج ۷۶۰ 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^[۱۶، ۲].

۲-۹-۲- اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی

فعالیت آنتی اکسیدانی عسل در حضور رادیکال آزاد ۱۰-۱ دی فنیل-۲-پیکریل هیدرازیل (DPPH) به روش اسپکتروفوتومتری 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 کترول 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]:

گلوکونیک، پیرویک، مالیک و سیتریک (در تعادل با لاكتون‌های متانظر 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 می‌باشد[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].

۴- چگالی ویژه

میزان چگالی ویژه عسل‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. این میزان در محدوده ۱/۴۲۱۹-۱/۴۵۳۴ بود. عسل کنار دارای بیشترین میزان چگالی ویژه (۱/۴۵۳۴) بود ولی تفاوت چشمگیری با عسل‌های قنال و بهارنارنج نشان نداد. عسل گشنیز دارای کمترین میزان چگالی ویژه (۱/۴۲۱۹) بود و تفاوت معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. در تمامی نمونه‌ها دانسته نمونه‌های عسل بالاتر از دانسته آب بود. اوجموخ و همکاران (۲۰۰۷) چگالی ویژه ۱۱ نمونه عسل الجزایر را در محدوده ۱/۴۰۰۵-۱/۴۰۰۹ 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.

۵- ویسکوزیته

مقادیر ویسکوزیته نمونه‌های عسل در جدول ۲ نشان داده شده است. این میزان در محدوده ۵۷۱۰-۱۷۷۶۰ 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 ۱۱۴۰-۸۵۰۰ سانتی پویز گزارش کردند[۴]. تفاوت در ویسکوزیته به عوامل مختلفی مانند منبع گرده، مقدار رطوبت و ترکیبات شیمیایی از جمله حضور کلورئیدها و کریستالهای غالب بستگی دارد[۷]. با کاهش مقدار آب نمونه‌های عسل، میزان ویسکوزیته افزایش می‌یابد[۴].

تواند کریستالیزاسیون را در برخی از انواع عسل تسريع کند و فعالیت آبی آن را تا مقداری که برخی از مخمرها بتواتند 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[۲۴]. مقدار رطوبت عسل بستگی به عوامل مختلفی مانند فصل برداشت، عوامل آب و هوایی[۲۵]، درجه رسیدگی در کندو[۲۶]، نوع گل، موقعیت جغرافیایی[۷]، مقدار رطوبت گیاه اصلی[۱۳]، روش‌های فرآوری و شرایط نگهداری عسل دارد[۱۱].

۲-۳- مواد جامد محلول

میزان مواد جامد محلول یا درجه بریکس نمونه‌های عسل در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار این پارامتر در بین نمونه‌های عسل در محدوده ۸۲-۸۳/۶ درصد بود. عسل‌های یونجه و آویشن دارای کمترین میزان مواد جامد محلول (۰/۸۲) بودند ولی اختلاف چشمگیری با نمونه‌های عسل بهارنارنج، گشنیز، کنار، گون گز و گون نداشتند. عسل شوید دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول (۰/۸۳/۶) بود و اختلاف معنی داری با سایر نمونه‌ها داشت. ساکسنا و همکاران (۲۰۱۰) مقادیر مواد جامد محلول ۷ نمونه عسل هندی را در محدوده ۷۶/۲-۸۰/۴ درصد گزارش کردند[۴]. 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].

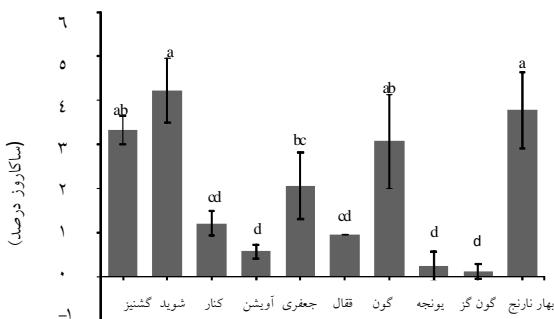
۳-۳- اسیدیته

مقادیر اسیدیته عسل‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده است. این میزان در محدوده ۱۳-۲۷ 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 ۱۶/۶۲-۲۸/۷ 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

ساکاراز کمتر از ۵ درصد که حداقل حد مجاز تعیین شده توسط استاندارد کدکس می‌باشد، بودند.^[۲۸] مقادیر کم ساکاراز می‌تواند به فعالیت آنزیم اینورتاز نسبت داده شود زیرا مقدار ساکاراز 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 ساکاراز (بیش از ۵ درصد) عسل می‌تواند به دلایلی مانند تغذیه بیش از حد زنبور عسل با شربت ساکاراز و یا برداشت زودهنگام عسل باشد که در این صورت ساکاراز به طور کامل توسط فعالیت آنزیم اینورتاز به گلوكز و فروکتوز تبدیل نمی‌شود. میزان ساکاراز همچنین یکی از شاخص‌های مهم تعیین تقلب در عسل می‌باشد و در صورتی که مقدار ساکاراز عسل بیش از ۵ درصد باشد، علامت اضافه کردن شکر به آن است.^[۴]

۷-۳- مقدار کل ترکیبات فنولیک

مقادیر کل ترکیبات فنولیک در جدول ۴ آورده شده است. این میزان در محدوده ۱۹۰۱-۵۵۷۳ 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 ۱۰/۴۳ در عسل افاقیا تا ۱۴۹/۶ 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 ساکاراز نمونه‌های عسل، حروف غیر مشترک بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

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 $\frac{3}{5}$ 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]

۶-۳- 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 ساکاراز در شکل ۱ نشان داده شده است. مقدار قندهای احیا کننده نمونه‌های عسل قبل و بعد از هیدرولیز به ترتیب در محدوده $70\text{-}78/8$ -۸۲/۸ درصد و $73/3\text{-}82/8$ درصد بود. اختلاف این دو قند، میزان ساکاراز نمونه‌های عسل را تعیین می‌کند. بیشترین میزان قند احیاکننده قبل از هیدرولیز مربوط به عسل یونجه بود ولی اختلاف چشمگیری با عسل‌های شوید و قنصال 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 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 ساکاراز نمونه‌های عسل در محدوده $0/۱\text{-}4/۰$ درصد بود. عسل شوید دارای بیشترین میزان ساکاراز بود ولی با عسل‌های بهارنارنج، گشنیز و گون تفاوت معنی داری نداشت. کمترین میزان ساکاراز مربوط به عسل گون گز بود ولی اختلاف چشمگیری با عسل‌های یونجه، آویشن، قنصال و کنار نشان نداد. گومز و همکاران (۲۰۱۰) میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز و ساکاراز ۵ نمونه عسل پرتعالی را به ترتیب در محدوده $67/7\text{-}73/7$ -۶ درصد و $3/4\text{-}9/7$ درصد گزارش کردند.^[۲۱] داده‌ها نشان داد که اکثر قندهای محلول در نمونه‌های عسل، قندهای احیاکننده می‌باشند.^[۴] همه نمونه‌های مورد آزمایش دارای قندهای احیاکننده بالاتر از ۶۵ درصد و مقدار

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}	۸۴/۴ ^{cde}	۸۲/۲ ^{cd}
شوید	۱۴/۳ ^e	۸۵/۷ ^a	۸۳/۷ ^a
کنار	۱۵/۵ ^{bc}	۸۴/۵ ^{cd}	۸۲/۳ ^{cd}
آویشن	۱۵/۹ ^{ab}	۸۴/۱ ^{de}	۸۲/۰ ^d
جعفری	۱۵/۴ ^{cd}	۸۴/۷ ^{bc}	۸۲/۵ ^c
قندال	۱۵/۰ ^d	۸۵/۰ ^b	۸۳/۰ ^b
گون	۱۵/۵ ^{bc}	۸۴/۵ ^{cd}	۸۲/۴ ^{cd}
یونجه	۱۶/۰ ^a	۸۴/۰ ^e	۸۲/۰ ^d
گون گز	۱۵/۱ ^d	۸۴/۹ ^b	۸۲/۴ ^{cd}
بهارنارنج	۱۵/۷ ^{abc}	۸۴/۳ ^{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 نمونه‌های عسل

نوع عسل	اسیدیته(میلی اکی والان در کیلوگرم)	چگالی ویژه	ویسکوزیته(ستی پویز)
گشنیز	۱۸/۰ ^d	۱/۴۲۱۹ ^e	۱۷۷۶۰ ^j
شوید	۲۷/۰ ^a	۱/۴۳۴۸ ^{cd}	۵۷۱۲۰ ^a
کنار	۱۳/۰ ^e	۱/۴۵۳۴ ^a	۳۱۲۸۰ ^d
آویشن	۲۳/۵ ^b	۱/۴۳۲۷ ^d	۲۵۷۶۰ ^f
جعفری	۱۸/۰ ^d	۱/۴۳۵۰ ^{cd}	۳۰۷۲۰ ^e
قندال	۲۳/۰ ^b	۱/۴۴۹۷ ^{ab}	۴۰۲۴۰ ^b
گون	۲۲/۰ ^{bc}	۱/۴۳۸۹ ^{cd}	۲۳۰۴۰ ⁱ
یونجه	۱۹/۵ ^{cd}	۱/۴۴۱۷ ^{bc}	۲۳۴۴۰ ^h
گون گز	۲۳/۰ ^b	۱/۴۳۷۷ ^{cd}	۳۳۲۰۰ ^c
بهارنارنج	۱۴/۵ ^e	۱/۴۴۹۰ ^{ab}	۲۴۵۶۰ ^g

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

جدول ۳ میزان قند نمونه‌های عسل

نوع عسل	قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز(%)	قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز(%)
گشنیز	۷۰/۰ ^g	۷۳/۳ ⁱ
شوید	۷۸/۷ ^{ab}	۸۲/۸ ^a
کنار	۷۷/۱ ^f	۷۳/۳ ^f
آویشن	۷۷/۲ ^{cd}	۷۷/۸ ^{de}
جعفری	۷۴/۶ ^e	۷۶/۶ ^e
قندال	۷۸/۱ ^{abc}	۷۹/۰ ^{bc}
گون	۷۶/۹ ^d	۸۰/۰ ^b
یونجه	۷۸/۸ ^a	۷۹/۰ ^{bc}
گون گز	۷۷/۷ ^{bcd}	۷۷/۸ ^{de}
بهارنارنج	۷۴/۶ ^e	۷۸/۴ ^{cd}

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

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 [۲]. ظرفیت آنتی اکسیدانی عسل نیز مانند سایر خصوصیات به منابع گل که اغلب وابسته به عوامل فصلی و محیط زیست بوده [۳۰] و همچنین روش فراوری عسل بستگی دارد [۳۱].

۹-۳ همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیابی

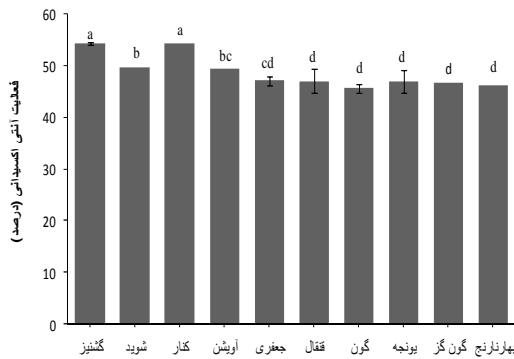
همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیابی مختلف نمونه‌های عسل در جدول ۵ نشان داده شده است. یک همبستگی معکوس بین ویسکوزیته و مقدار رطوبت عسل وجود داشت که ضریب همبستگی آن برابر 0.906 بود. این نشان دهنده این است که میزان ویسکوزیته تحت تاثیر مقدار آب قرار دارد و با افزایش مقدار آب، میزان ویسکوزیته عسل کاهش می‌یابد [۴]. همبستگی بالایی نیز بین فعالیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنولیک یافت شد. ضریب همبستگی بالا بین ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی (0.955) 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 می‌کنند ولی با وجود این، به نظر می‌رسد که فعالیت آنتی اکسیدانی به علت فعالیت ترکیبی فنولیک‌ها، فلاونونوئیدها، پیتیدها، اسیدهای آلی، آنزیم‌ها، محصولات واکنش مایلارد و ... باشد [۳۲]. 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 می‌کند. فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات پلی فنولیک عمدها به دلیل خاصیت اکسید و احیاکنندگی آن‌ها می‌باشد [۴]. دانگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که همبستگی بالایی بین فعالیت مهار رادیکال DPPH و ترکیبات فنولیک (0.89) وجود دارد. آن‌ها بیان کردند که تغییر در فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌ها به علت ماهیت کمی و کیفی ترکیبات فنولیکی عسل می‌باشد [۸].

غلظت و نوع مواد پلی فنولیک عسل متغیر است [۴] و به شدت تحت تاثیر نوع گل، منشا جغرافیابی و ویژگی‌های آب و هوای محل تولید می‌باشد [۱]. تعیین مقدار ترکیبات فنولیک عسل می‌تواند یک پارامتر خوب برای ارزیابی کیفیت و پتانسیل درمانی آن باشد [۱۹] که با توجه به نتایج به دست آمده عسل کنار با داشتن $55/7$ میلی گرم اسید گالیک در 100 گرم عسل از این بابت دارای کیفیت بهتری نسبت به سایر نمونه‌های عسل بود.

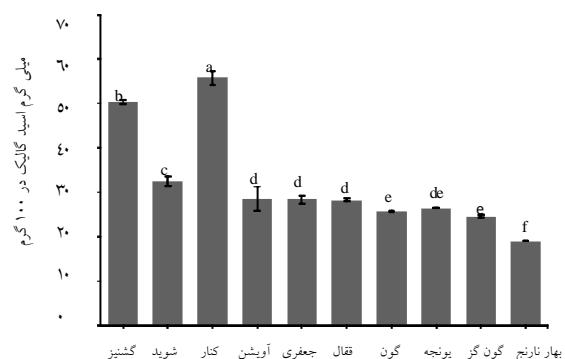
۹-۴ فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از روش

۹-۴-۱ دی فنیل - ۲ - پیکریل هیدرازیل

نتایج این آزمون به صورت فعالیت نسبی در برابر کنترل ارزیابی گردید. درصد فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های عسل در جدول ۴ نشان داده شده است. این میزان در محدوده $45/64-54/26$ درصد بود. نتایج نشان می‌دهد که همه 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، قنال، یونجه، گون گز و بهار نارنج نداشت. سوشا و همکاران (۲۰۱۱) فعالیت آنتی اکسیدانی 7 نمونه عسل لهستانی را در محدوده $18/21$ درصد برای عسل کلزا $7/4$ درصد برای عسل گندم سیاه گزارش کردند [۱۲]. فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌های طبیعی ممکن است به حضور بسیاری از مواد مختلف مانند آنزیم‌ها، محصولات واکنش مایلارد، اسیدهای آلی، اسیدهای فنولیک، فلاونونوئیدها، اسیدهای آمینه، پیتیدها، اسید آسکوربیک و مواد شبه کاروتونوئیدی 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 گروههای دهنده الکترون می‌باشند [۱۲]. بنابراین میزان بالای فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌های کنار و گشنیز می‌تواند به علت میزان بالای ترکیبات فنولیک آن‌ها باشد. گونه‌های بسیار واکنش پذیر مانند پلی فنول‌ها در



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



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

جدول ۴ همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیابی

فعالیت آنتی اکسیدانی	ترکیبات فنولیک	ویسکوزیته	روطوت	روطوت
۱	۰/۹۵۵**	-۰/۰۵۸	-۰/۰۲۸	۰/۰۰۶*
۱	۱	-۰/۰۶۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷**
۱				۰/۰۱*

**. همبستگی معنی دار در سطح ۰/۰۱

بر این اساس، دو مولفه‌ی اصلی (PC1 و PC2) بر این اساس کل را تشکیل دادند. مولفه‌ی اول شامل پارامترهای رطوبت، کل مواد جامد، مواد 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 نمونه‌های عسل به کار می‌روند.

بر اساس مولفه‌ی اول (PC1) نمونه‌های عسل در سه گروه اصلی قرار گرفتند. گروه اول فقط شامل عسل شوید، گروه دوم شامل عسل‌های گشنیز و کنار و گروه سوم شامل عسل‌های آویشن، جعفری، قنال، گون، یونجه، گون گز و بهار نارنج بود. بر اساس مولفه‌ی دوم (PC2) نمونه‌های عسل در دو گروه مجزا قرار گرفتند. گروه اول شامل عسل‌های شوید، گشنیز و کنار و گروه دوم شامل بقیه عسل‌ها یعنی آویشن، جعفری، قنال، گون، یونجه، گون گز و بهار نارنج بود.

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

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

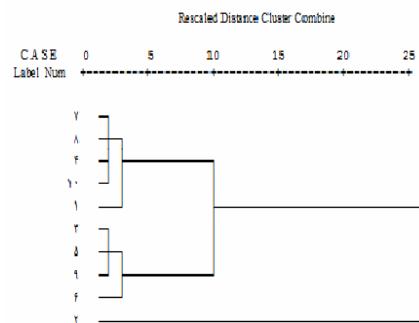
بر این اساس نمونه‌های عسل به طور کلی در ۳ گروه مجزا قرار گرفتند. قرار گرفتن نمونه‌های عسل در هر گروه نشان دهنده این واقعیت است که از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیابی شبیه به هم بوده‌اند. گروه اول شامل عسل‌های گون، یونجه، آویشن، بهار نارنج و گشنیز و گروه دوم شامل عسل‌های کنار، جعفری، گون گز، قنال بود. گروه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

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

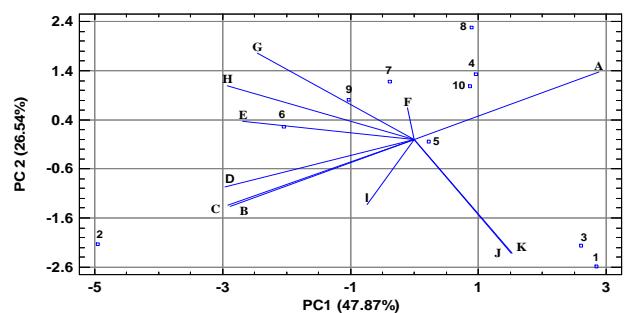
عسل گون کمترین فعالیت آنتی اکسیدانی را دارند. بنابراین با توجه به نتایج می‌توان گفت عسل کنار در بین ۱۰ نمونه عسل دارای ارزش غذیه‌ای بالاتری است. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که نمونه‌های عسل مورد آزمایش حاوی مقادیر فراوان ترکیبات فنولیک می‌باشند که به عنوان آنتی اکسیدان‌های موثر طبیعی عمل می‌کنند. در واقع 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، جغравایی، نوع گل و ... می‌تواند تاثیر به سزایی در میزان و نوع ترکیبات عسل و در نتیجه خصوصیات فیزیکوшیمیایی و غذیه‌ای آن داشته باشد.

۶- 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. Diaz, 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.



شکل ۴ دندوگرام نمونه‌های عسل مطابق با آنالیز خوشبای بر اساس خواص فیزیکوшیمیایی (۱-عسل گشنیز، ۲-عسل شوید، ۳-عسل کنار، ۴-عسل آویشن، ۵-عسل جعفری، ۶-عسل قنقال، ۷-عسل گون، ۸-عسل یونجه، ۹-عسل گون گز، ۱۰-عسل بهارنارنج)



شکل ۵ تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) نمونه‌های عسل (۱-عسل گشنیز، ۲-عسل شوید، ۳-عسل کنار، ۴-عسل آویشن، ۵-عسل جعفری، ۶-عسل قنقال، ۷-عسل گون، ۸-عسل یونجه، ۹-عسل گون گز، ۱۰-عسل جامد، ۱۱-عسل بهارنارنج) (A)-Rطوبت، (B)-کل مواد جامد، (C)-مواد محلول، (D)-ویسکوزیته، (E)-اسیدیته، (F)-چگالی ویژه، (G)-احیاکننده قبل از هیدرولیز، (H)-قدنهای احیاکننده بعد از هیدرولیز، (I)-ساقاراز، (J)-کل ترکیبات فنولیک، (K)-فعالیت آنتی اکسیدانی)

۴- نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکوшیمیایی تنوع گستردگی 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 ابزارداری دارد. عسل کنار دارای بیشترین ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی می‌باشد در حالی که عسل بهارنارنج کمترین ترکیبات فنولیک و

- [14] ISIRI 92, (1386), Honey-Specification and test methods, 6th Revision, Institute of Standards and Industrial 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 [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.

- 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.
- physicochemical 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

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