بررسی و مقایسه خصوصیات رئولوژیکی، آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عسل طبیعی با انواع عسل های تقلبی

اشرف فلاحی[۱]، اورنگ عیوض زاده[۲*]، محمدرضا اسحاقی[۲]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران.

۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران.

چکیده

عسل یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های زنبور عسل می‌باشد که دارایارزش تغذیه‌ای بالا و خواص مفید دارویی فراوان می‌باشدو انجام انواع تقلب در عسل سبب نگرانی‌هایی در کنترل کیفیت این محصول شده است. در تحقیق حاضر نمونه عسل طبیعی(A_1) با نمونه‌های تقلبی آن به ترتیب با مقادیر ۱۰٪ جایگزینی با پودر ساکاروز (A_2)، ۲۰٪ جایگزینی با پودر ساکاروز (A_3) و ۳۰٪ جایگزینی با پودر ساکاروز(A_4) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز در محدوده ۶۲/۸۰- ۷۷/۵۱ گرم درصد، قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز در محدوده ۱/۶۱ تا ۲۲ درصد، نسبت فروکتوز به گلوکز ۰/۷۴ تا ۱/۰۳، خاکستر در محدوده ۰/۰۴ درصد، هدایت الکتریکی در محدوده ۰/۲۰-۰/۲۱ درصد، دیاستاز در محدوده ۱۱/۴۷ تا ۲۰/۲۵ (DN)، هیدروکسی متیل فورفورال ۲/۲۸ تا ۶۲میلی‌گرم در کیلوگرم و پرولین در محدوده ۱۵۸ تا ۷۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز، رطوبت، اسیدیته، فروکتوز، گلوکز، نسبت فروکتوز به گلوکز، پرولین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش و میزان قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز، دیاستاز، هیدروکسی متیل فورفورال و ویسکوزیته نمونه ها به طور معنی‌داری افزایش یافت($P<0.05$).در تحقیق حاضر کلیه فاکتورهای مورد بررسی به جز میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز، نسبت فروکتوز به گلوکز و میزان هیدروکسی متیل فورفورالدر محدوده استاندارد قرار داشتند و نمی‌تواند جهت تشخیص تقلب افزودن ساکاروز به عسل مفید واقع شود.

کلید واژگان: عسل، تقلب، ساکاروز، آنتی اکسیدانی، هیدروکسی متیل فورفورال

*مسئول مکاتبات: orang_eyvazzadeh@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

۱- مقدمه

طبق تعریف کمسیون کدکس مواد غذایی[1]، عسل یک ماده غذایی شیرین طبیعی ساخته شده از شهد گل‌ها یا ترشحات بخش‌های زنده گیاهان یا مواد دفعی حشرات مکنده گیاه بر روی بخشهای زنده گیاه است که توسط زنبور عسل جمع آوری، تبدیل و با مواد خاص زنبور عسل ترکیب و در کندوی عسل انبار میشود تا دوره رسیدن را طی کند [۱]. عسل باید حاوی حداقل۶۰٪ قندهای احیا کننده و رطوبت آن نباید بیشتراز ۲۱٪ باشد. ترکیب عسل بیشتر تحت تاثیر نوع گل‌هایی که زنبور عسل استفاده کرده است و همین‌طور شرایط منطقه ای و اقلیمی قرار می‌گیرد[۲]. عسل حاوی ۶۰-۸۰٪ گلوکزو فروکتوز به عنوان مونو ساکاریدهای عمده، ۷-۱۰٪ مالتوز و ساکارز به عنوان مهم‌ترین دی‌ساکاریدها، مالزیتوز تری ساکارید اصلی و همچنین حاوی سایر اولیگو ساکاریدهایی با وزن مولکولی پایین میباشد. علاوه براین ها، آنتی‌اکسیدان‌ها (نظیر پینوسمبرین[2]، پینوبانکسین[3]، کرایسیتین[4] وگالاجین[5]، اسیدها عمدتا گلوکونیک اسید[6]، پروتئینها، مواد معدنی، فلاونوئیدها، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها هم در عسل یافت می‌شوند. بنابراین عسل به عنوان یک غذای سالم که برای سلامتی مفید است استفاده می‌شود. بیشتر عسل‌ها محلول‌های فوق اشباعی از فروکتوز و گلوکز با pH پائین در محدوده ۳/۴-۶/۱ هستندکه تمایل به کریستالیزاسیون خودبخودی در دمای اتاق دارند و این امر باعث جذب کمتر مصرف کننده می‌شود. علاوه بر این، در بیشتر حالت‌ها، کریستالیزاسیون عسل باعث افزایش رطوبت فاز مایع می‌شود که این امر بطور طبیعی باعث تکثیر سلول‌های مخمر و تخمیر محصول می‌شود. این امر همچنین باعث خورده شدن آسان ظروف فلزی می‌شود. تمامی این ویژگی‌ها باعث دردسر انبارداری و حمل و نقل عسل می‌شوند[۳]. عسل خاصیت ضدباکتری ایی دارد و امروزه از عسل برای درمان سرفه، تقویت حافظه، درمان زخم‌ها و از بین بردن باکتری‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک ها استفاده می‌شود. اجزای اصلی عسل کربوهیدرات های ساده و آب هست و به همین دلیل انجام تقلب در عسل با افزودن پودرهای قندی ارزان قیمت به صورت تجاری متداول است. چنین عملییک نگرانی مهم در کنترل کیفیت این محصول می‌باشد. با توجه به قیمت بالای عسل طبیعی واعتقاد به خواص درمانی و ارزش تغذیه‌ای عسل، برخی از افراد فرصت طلب و سودجو اقدام به تقلب و تولید عسل‌های دست‌ساز می‌نمایند که این تقلب به طور عمده به صورت شهد عسل می‌باشد. بنابراین با مقایسه ویژگی‌های رئولوژیکی، آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عسل طبیعی با انواع عسل های تقلبی می‌توان از خواص مفید دارویی‌عسل طبیعی بهره جست. Ayansola وAdedoyin در سال ۲۰۱۱به بررسی ویژگی های مختلف همچون رطوبت، خاکستر، مواد جامد کل، اسیدیته، مقدار گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و هیدروکسی متیل فورفورال عسل‌های عرضه شده به بازار جنوب غربی نیجریه را مورد بررسی قرار دادند. تمامی پارامترها به جز میزان ساکاروز و هیدروکسی متیل فوفورال در محدوده استاندارد قرار داشتند و این مساله تقلب عسل در برخی از کشورهای جنوب غربی نیجریه را به اثبات رساند. علاوه بر بالا بودن هیدروکسی متیل فوفورالکه نشانه ای از عملیات حرارتی بر روی نمونه‌های عسل و کاهش اثرات تغذیه‌ای و داروئی آن‌ها می باشد، محتوای ساکاروز بالا نشان‌دهنده تقلب عسل با پودر شکر بوده و انجام تقلب در عسل های عرضه شده به بازار در جنوب غربی نیجریه را تایید می‌کند[٤]. El-Bialee و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (ضریب شکست، رطوبت، مواد جامد محلول، دانسیته، وزن مخصوص، خاصیت موئینگی، کشش سطحی و pH) و رئولوژیکی نمونه های عسل خالص و تقلبی با اضافه کردن ٤ ماده مختلف نشاسته، گلوکز، آب مقطر و ملاس، بیان نمودندکه تفاوت‌هایی در ویژگی‌های عسل‌های تقلبی و خالص وجود دارد که با انجام این آزمون‌ها می‌توان پی به وجود آن‌ها برد[۵]. فرهادیان و هنرور (۱۳۹۷) امکان تشخیص تقلبات

1. Codex Alimentarius Commission
2. Pinosembrin
3. Pinoboxin
4. Kristin
5. Galajin
6. Gluconic acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

عسل با استفاده از مدل‌سازی ماشین‌های برداری پشتیبان بررسی کردند. بدین منظور از پودر گلوکز و پودر شکر به عنوان دو شیرین کننده رایج در تقبات عسل با درصدهای مختلف جایگزینی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ استفاده شد و خصوصیات مختلف فیزیکوشیمیایی عسل‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جایگزینی پودر شکر و پودر گلوکز در غلظت‌های مختلف منجر به افزایشpH، رطوبت و درجه پلاریزاسیون تیمارها نسبت به عسل خالص شد[٦]. Saif-Ur-Rehman و Maqboil(۲۰۰۸) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و خصوصیات رنگی عسل‌های پاکستانی و همچنین تاثیر تقلب با پودر شکر بر ویژگی‌های عسل، بیان نمودند که pH در نمونه‌های تقلبی بالاتر از نمونه‌های خالص بود. عسل‌های تقلب شده با آب یا محلول‌های قندی اشباع هدایت الکتریکی بیشتری نسبت به عسل‌های خالص داشتند. همچنین ضریب شکست در عسل های تقلبی کمتر و مقدار رطوبت آن‌ها بالاتر بود[۷]. هدف ازتحقیق حاضر بررسی و مقایسه خصوصیات رئولوژیکی، آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی عسل طبیعی با انواع عسل های تقلبی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

نمونه عسل طبیعی خالص از تولید کنندگان عمده عسل (شرکت تعاونی تولیدی پرورش زنبور عسل نحلمیهن(عسل مدا) و شکر از شرکت قند و شکر کرج (ایران) تهیه گردید.

۲- ۲- مواد آزمایشگاهی

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۳- مواد و روش‌ها

نمونه عسل طبیعی خالص پس از تهیه در شرایط معمولی به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های دیگر نیز با جایگزین کردن ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد پودر ساکاروز تهیه شدو پودر به صورت مستقیم جایگزین عسل شدو یک نمونه نیز به عنوان شاهد (عسل خالص) در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد آزمون در جدول ۱ ارائه شده است.

Table 1 introducing the tested sampless in the research

Treatments	Description
A_1	Control sample (natural honey without sucrose powder)
A_2	Natural honey with 10% replacement with sucrose
A_3	Natural honey with 20% replacement with sucrose
A_4	Natural honey with 30% replacement with sucrose

۲-٤- آزمون ها

۲-٤-۱- آزمون های فیزیکوشیمیایی

رطوبت عسل مطابق با روش استاندارد AOAC به شماره ۹٦۹/۳۸ و توسط دستگاه رفراکتومتر مدل DR- A1 ساخت شرکتTAGO ژاپن[۸]، pH مطابق با روش استاندارد AOACبه شماره ۹٦۹/۳۸ [۸]،اسیدیته مطابق با روش استانداردملی به شماره ۹۲ [۹]، خاکستر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲[۹] و مقدار ساکاروز روش تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲ و توسط تیتراسیون تعیین شد [۹].

۲-٤-۱-۱- تعیین قندهای احیا

قندهای احیا مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲ به روش لین‌آینون توسط روش احیاء مس دو ظرفیتی $Cu(oH)_2$حاصل از ترکیب محلول های فهلینگ A و B توسط قندهای احیاء کننده و تبدیل آن به مس یک ظرفیتی Cu_2O تعیین شد [۹].

۲-٤-۱-۲- هدایت الکتریکی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

با استفاده از کنداکتومتر انجام شد. بدین منظور ۲۰ گرم نمونه عسل در آب مقطر حل شد و سپس به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. هدایت الکتریکی محلول با استفاده از سل دستگاه هدایت سنج در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد قرائت شد [۹].

۲-٤-۱-۳- نسبت فروکتوز به گلوکز

از محلول نمونه عسل آزمون قند با پیپت حبابدار، ۲۵ میلی‌لیتر برداشت شده و در ارلن مخصوص۲۵۰ میلی‌لیتری درب دار ریخته شد. به کمک پوار و پیپت حبابدار، ۲۰ میلیلیتر ید یک دهم نرمال و ۵ میلی‌لیتر محلول سود نیم نرمال افزوده شد. ارلن به مدت ۱۵ دقیقه در جای تاریکی قرار گرفت، سپس به آن ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک اضافه و بلافاصله میزان ید با تیوسولفات سدیم با استفاده از محلول شناساگر چسب نشاسته یک درصد تیتر شد. زمانی که رنگ محلول فوق نارنجی کمرنگ شد، چند قطره محلول شناساگر چسب نشاسته به آن اضافه شده و تیتراسیون تا بی‌رنگ شدن کامل ادامه یافت. بطور همزمان یک آزمون شاهد با۲۵ میلیلیتر آب مقطر انجام شد. از تفاوت تیتراسیون تیوسولفات سدیم مصرفی نمونه و شاهد (D) با استفاده از رابطه ۲، مقدارگرم درصد گلوکز بدست آمد [۹].

W= وزن نمونه عسل(یک گرم)

D= تفاوت تیتراسیون تیوسولفات سدیم مصرفی نمونه و شاهد

= درصد گرم گلوکز

$$\frac{9/01\times 250\times 100\times D}{25\times W\times 1000}$$

رابطه (۲)

= مقدار فروکتوز

مقدارگلوکز – مقدار قندهای احیا کننده قبل از هیدرولیز

۲-٤-۱-٤- اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی به روش مهار رادیکال آزاد DPPH

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عسل در حضور رادیکال آزاد ۲و۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازین (DPPH)به روش اسپکتروفتومتری انجام شد. مقدار ۱/۲۵ میلی‌لیتر از محلول عسل ۰/۰۵ گرم بر میلی‌لیتر حل شده در آب مقطر با ۱/۵ میلی لیتر محلول متانولیDPPH (۰/۰۰٤ ٪) مخلوط و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای محیط و در تاریکی نگهداری شد. سپس جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر در برابر متانول-آب ۱:۱ به عنوان شاهد قرائت شد. نمونه شاهد طبق روش بالا تهیه شد با این تفاوت که به جای محلول عسل ۱/۲۵ میلی‌لیتر متانول با ۱/۵ میلی‌لیتر محلول DPPH مخلوط شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عسل به صورت درصد بازدارندگی و بر اساس رابطه ۳ بیان گردید[۱۰].

های آزاد=درصد به دام اندازی رادیکال

رابطه (۳) [{Ablank-Asample/Ablank}]×۱۰۰

۲-٤-۲- ویژگی های رئولوژیکی عسل

بدین منظور نمونه های عسل به مدت ۱ ساعت در حمام آب با دمای ۵۵ درجه سانتیگراد جهت حذف کریستال‌ها قرار داده شد. سپس جهت اطمینان از حذف کامل حباب‌های هوا نمونه‌های حرارت دیده به مدت ٤۸ ساعت در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد نگهداری شد. نمونه‌های عسل از نظر ویژگی های رئولوژیکی در محدوده سرعت برشی ۱/۰٤۵ تا ٤۱/۸ بر ثانیه و در دماهای ۱۰، ۱۵،۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتیگراد با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد و با اسپیندل شماره ۷ که قطر ۳/۱ میلی متر داشت، با یکدیگر مقایسه شدند[۹].

۲-٤-۳- فعالیت آنزیم دیاستاز

یک محلول ۵۰٪ درصد عسل را با آب مقطر تهیه کرده، ۱۰میلیلیتر از این محلول را به اضافه یک میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱٪ را به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم ٤۵°C قرار داده سپس آنرا باید (یک گرم ید، ۲۰ گرم یدور پتاسیم و۳۰۰ میلیلیتر آب مقطر) مخلوط نموده و با نمونه شاهد که به همین ترتیب ولی بدون حرارت دادن تهیه شده از نظر رنگ مقایسه گردید. اگر عسل دارای فعالیت دیاستازی بود ایجاد رنگ سبز زیتونی یا قهوه ای نموده ولی اگر عسل طبیعی نبوده یا زیاد حرارت دیده باشد رنگ آبی تولید مینماید [۱،۹].

۲-٤-٤- پرولین

این سنجش به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر و با استفاده انجام و از معرف نینهیدرین، اسید فرمیک وپروپانل انجام شد. پس از رنگ پذیری میزان جذب در طول موج۵۱۰ نانومتر تعیین شد. به علت نوسانات جذب، میانگین محلول استاندارد پرولین در هر گروه از آزمون با سه تکرار محاسبه گردید[۱۱].

۲-٤-۵-هیدروکسی متیل فورفورال

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

حدود۱گرم عسل در مقداری آب مقطر حل و به بالن ژوره۵۰ میلی لیتری منتقل شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول کاریز (۱)(فروسیانور پتاسیم در آب)و ۰/۵ میلی لیتر از محلول کاریز (۲) (استات روی در آب مقطر)به آن اضافه شد و پس از همزدن به حجم ۵۰ میلی لیتر رسید. محلول با استفاده از کاغذ صافی صاف شده و ۱۰ میلی لیتر اول آن دور ریخته شد. در دو لوله آزمایش ۵ میلی لیتر محلول عسل ریخته شد و به یکی از لوله ها ۵ میلی لیتر آب مقطر (نمونه) و به لوله دیگر ۵ میلی لیتر محلول ۰/۲ درصد متابی سولفیت سدیم (شاهد) اضافه شد. جذب محلول ها با یک اسپکتروفتومتر UV-Visibleدر طول موج ۲۸٤ و ۳۳٦ نانومتر تعیین شد و مقدار HMF به دست آمد[۸].

$$HMF\ (mgKg/)=(A284-A336)\times 149.7\times 5\times (D/W)$$

که در آن D فاکتور رقیق سازی وWوزن نمونه عسل می‌باشد.

۲-۵- اندازه گیری کپک و مخمر

برای این منظور از محیط کشت انتخابی مشخص شد و بر حسب تعداد کلنی های فرضی، مقدار معینی از نمونه را در سطح پلیت‌های پیش ریخته کشت داده می شود. سپس پلیت‌ها در شرایط هوازی در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ روز گرمخانه‌گذاری شد و به مدت دو روز در معرض نور غیر مستقیم قرار داده شد. در مرحله بعد تعداد کپک و مخمر در گرم فرآورده از روی تعداد کلنی‌ها یا جوانه‌های ظاهر شده در پلیت های منتخب در محدوده رقت‌های دارای بهترین درجه محاسبه شدند[۱۲].

۲-٦- روش آماری

به منظور بررسی ویژگی‌های کمی داده ها با توجه به وجود ٤ تیمار و۳ تکرار از آنالیز واریانس یک طرفه و همچنین جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵٪ به منظور بررسی معنی دار بودن نتایج حاصله استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری توسط نرم افزارversion 20 SPSSانجام پذیرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excelاستفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی نتایج آزمون‌های انجام شده روی نمونه های عسل

۳-۱-۱- ارزیابی نتایج قندهای احیا کننده قبل از هیدرولیز

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت($P<0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز حداقل ٦۵ گرم درصد باید باشد [۹]. که در تحقیق حاضر در محدوده ٦۲/۸۰- ۷۷/۵۱ گرم درصد بود و تنها برای نمونه A_4 (۷۰٪ عسل طبیعی+ ۳۰٪ پودر ساکاروز) در محدوده استاندارد قرار نداشت و می‌توان بیان نمود اندازه‌گیری قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز می‌تواند روشی موثر در تشخیص تقلب افزودن ساکاروز در مقادیر ۳۰ درصد و بالاتر از آن باشد. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین مقند احیاکننده قبل از هیدرولیز ۷٦/۰٦ درصد بود و در محدوده استاندارد قرار داشت[۱۳]. محمودی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی کیفیت بهداشتی و تقلبات عسل های تولیدی مناطق مختلف ایر بیان نمودند که میزان قندهای احیا کننده درعسل منطقه آذربایجان در فصول مختلف متفاوت بوده و در فصل تابستان به بالاترین میزان میرسد[۱٤]. هنرور و فرهادیان (۱۳۹٤) در بررسی تاثیر جایگزینی غلظت های مختلف پودر گلوکز و پودر ساکاروز بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی عسل بیان نمودند که عسل‌های تقلبی جایگزین شده با این دو پودر حاوی درصدهای قندهای احیاکننده قبل و بعد از هیدرولیز کمتری نسبت به نمونه عسل خالص بودند[٦].

۳-۱-۲- ارزیابی نتایج قندهای احیا کننده بعد از هیدرولیز

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز نمونه ها به طور معنی‌داری افزایش یافت($P<0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

۳-۱-۳- ارزیابی نتایج ساکاروز

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان ساکاروز نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت($P<0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، میزان قند ساکاروز نمونه های عسل می‌بایست حداکثر ۵ درصد باشد [۹]. که در تحقیق حاضر در محدوده ۱/۶۱ تا ۲۲ درصد بود و تنها برای نمونه A_1 (عسل طبیعی فاقد پودر ساکاروز)، در محدوده استاندارد قرار داشت و می توان بیان نمود اندازه‌گیری میزان ساکاروز می‌تواند روشی موثر در تشخیص تقلب افزودن ساکاروز باشد. محتوای ساکاروز به دست آمده برای نمونه‌های شکری و تقلبی بیشتر ازحد مجاز تعیین شده توسط استاندارد (بیشینه۵) بود. ساکاروز و قند اینورت پارامترهای مهمی برای تفکیک نمونه‌های عسل از یکدیگر می‌باشند. ترکیبات متفاوت قندها در نمونه‌های عسل طبیعی به ترکیبات شیمیایی متفاوت دانه‌های گرده، گیاهان و گل‌هایی که توسط زنبور عسل استفاده گردیده است، نسبت داده میشود. همانطور که مشاهده می‌شود در مواردی که تغذیه زنبور با ساکاروز و مشتقات آن صورت گیرد، نمونه های عسل دارای میزان ساکاروز بیشتر و رطوبت کمتر نسبت به عسل طبیعی هستند[۱٤]. در مطالعه Gulerوهمکاران (۲۰۰۷) عسلی که توسط تغذیه‌ی بیش از حد با شیره شکر (ساکاروز) تولید شد حاوی مقادیر ساکاروز کمتری از حداکثر مجاز استاندارد بود. آنها توضیح دادند که ۹۵ درصد ساکاروز در دسترس، توسط آنزیم اینورتاز تولیدی زنبورهای کارگر به گلوکز و فروکتوز تبدیل می‌گردد. این نتیجه اشاره بر این دارد که ساکاروز شاخص قابل اعتمادی برای تشخیص عسل خالص از عسل تولید شده توسط تغذیه زنبور با شیره شکرنیست [۱۵]. به طور کلی محتوای ساکاروز بالاتر را می‌توان به تغذیه دهی بیش از حد زنبورهای عسل با شربت ساکاروز، تقلبی شدن، و یا برداشت زودتر از موعد عسل که در آن ساکاروز هنوز به طور کامل به گلوکز و فروکتوز تبدیل نشده است، نسبت داد تعدادی از عسل‌های با منشأ گلیکسان مانند بانکسیا، مرکبات، هدیساروم، مدیکاگووروبینیا حاوی تا ۱۰ درصد ساکاروز می باشند، در حالی که تا۱۵ درصد ساکاروز برای عسل هایلاواندولا گزارش شده است[۱٦]. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین ساکاروز نمونه ها ۰/۵۱ درصد بود و در محدوده استاندارد قرار داشت [۱۷]. Ayansola و Adedoyin (۲۰۱۱) در بررسی ویژگی‌های مختلف همچون رطوبت، خاکستر، مواد جامد کل، اسیدیته، مقدار گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و هیدروکسی متیل فورفورال عسل های عرضه شده به بازار جنوب غربی نیجریه بیان نمودند که میزان ساکاروز بالاتر از حد استاندارد بود و این مساله تقلب عسل در برخی از کشورهای جنوب غربی نیجریه را به اثبات رساند[٤].

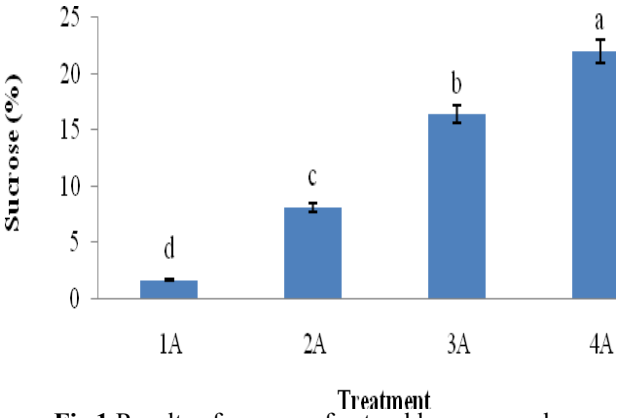

Fig 1 Results of sucrose of natural honey samples and all types of artificial honey
Different letters indicate a significant difference ($p\leq0.05$).

(A_1): control (natural honey without sucrose powder),
(A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder,
(A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder,
(A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

۳-۱-٤- ارزیابی نتایج رطوبت

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان رطوبت نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، میزانرطوبت نمونه‌های عسل می‌بایست حداکثر ۲۰ درصد باشد[۹]. که در تحقیق حاضر در محدوده ۱۳ تا ۱٦درصد قرار داشت و برای تمامی نمونه ها در محدوده استاندارد بود و می‌توان بیان نمود اندازه‌گیریمیزان ساکاروز نمی‌تواند روشی موثر در تشخیص تقلب افزودن ساکاروز باشد. به طور کلی محتوای آب عسل بستگی به فصل برداشت، درجه رسیدگی در کندو، منابع گیاهی و همچنین شرایط

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]
[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

آب و هوایی و جغرافیایی و ترکیب عسل دارد. این پارامتر برای عمر انبارمانی عسل درطی نگهداری و همچنین برای ویژگی‌های فرآوری آن به طور قابل توجهی مهم می باشد[۲]. در عسل های تازه، محتوای آب شاخصی از درجه رسیدگی و روش نگهداری آن می باشد[۱۷]. به طور کلی مقادیر بالای رطوبت در عسل موجب تخمیر، فساد، از دست دادن طعم و کاهش کیفیت عسل میگردد. با توجه به بررسی صورت گرفته و در نظر گرفتن استاندارد ملی ایران (حداکثر۲۰ درصد) همگی نمونه ها در محدوده استاندارد قرار داشتند، لذا جهت تشخیص تقلب این فاکتور کمکی در این تحقیق به ما نکرد[۹].

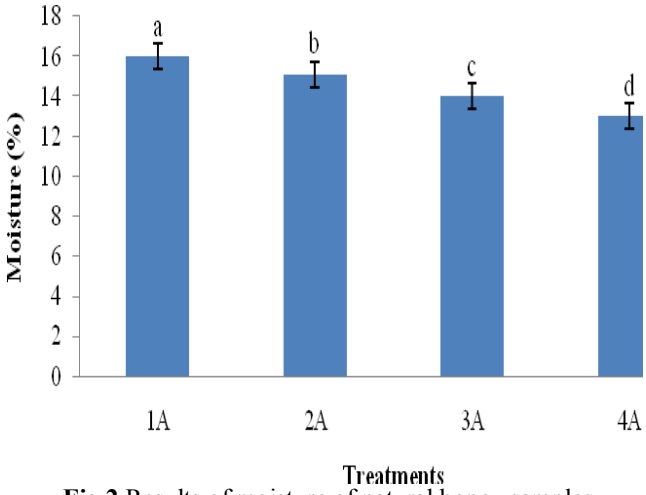

Fig 2 Results of moisture of natural honey samples and all types of artificial honey
Different letters indicate a significant difference ($p \leq 0.05$).

(A_1): control (natural honey without sucrose powder),
(A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder,
(A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder,
(A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین رطوبت ۱۸/۰۱درصد بود و در محدوده استاندارد قرار داشت[۱۳]. محمودی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی کیفیت بهداشتی و تقلبات عسل‌های تولیدی مناطق مختلف ایرانبیان نمودند که نمونه‌های عسل از نظر میزان رطوبت در فصول مختلف تغییر چندانی نکرده است و میزان رطوبت عسل منطقه گرمسار از حد استاندارد جهانی کمتر بوده و نشان دهنده کیفیت خوب عسل است. زیرا میزان بالای آن باعث تخمیر و فساد می شود[۱٤].

هنرور و فرهادیان (۱۳۹٤) نیز در بررسی تاثیر جایگزینی غلظت‌های مختلف پودر گلوکز و پودر ساکاروز بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی عسل بیان نمودند که جایگزینی پودر شکر و پودر گلوکز در غلظت‌های مختلف منجر به کاهش رطوبت تیمارها نسبت به عسل خالص شد[٦].

۳-۱-۵- ارزیابی نتایج pH و اسیدیته

نتایج تحقیق حاضر(جدول ۲) نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان pH نمونه ها افزایش یافت هر چند که از لحاظ آماریمعنی‌دار نبود ($p>0.05$). همچنین اسیدیته نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$). این فاکتور مبین میزان اسیدی بودن محیط عسل است که در مواقع تغذیه زنبورها با محلول شکر جهت هیدرولیز راحت، به محلول شکر، اسید سیتریک اضافه می‌کنند که این کار اسیدیته آزاد عسل را بالا می‌برد. مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، میزان pH نمونه‌های عسل می‌بایست حداقل ۳/۵ و میزان اسیدیته آزاد می‌بایست حد اکثر ٤۰میلی اکی والان در کیلوگرم باشد [۹].در تحقیق حاضر pH نمونه ها در محدوده ۳/۹۱ تا ٤/۰۵ و اسیدیته آن‌ها در محدوده ۱۷/٤۸تا ۳۳/۱۱ بود و pHو اسیدیته کلیه تیمارها در محدوده استاندارد قرار داشت. محققان اذعان نموده اند که pH عسل مستقیماً به اسیدیته آزاد آن مربوط نمی‌باشد که این به خاطر عمل بافری اسیدهای مختلف و مواد معدنی موجود است[۱۸]. pH عسل تحت تأثیر شرایط استخراج و نگهداری بوده و این تغییرات بر بافت، پایداری و زمان انبارمانی آن اثر می‌گذارد. مقدار به دست آمده برای عسل تقلبی کمتر از حد استاندارد بود که می‌تواند به علت استفاده از اسید جهت هیدرولیز باشد. البته مقدار پایین‌تر از حد استاندارد در عسل های طبیعی نیز می‌تواند به دلیل برداشت زودتر از موعد عسل از کندو باشد که در این هنگام به علت بالاتر بودن میزان رطوبت ممکن است عسل دچار تخمیر اسیدی گشته و بر میزان اسیدیته آن افزوده و در نهایت با نزول pH همراه است[۱۹]. اسیدیته عسل به علت حضور اسیدهای آلی، عمدتاً اسید گلوکونیک، اسید پیرویک، اسیدمالئیکو اسید سیتریک در تعادل با لاکتون‌های متناظر یا استرهای داخلی خود، و یونهای غیر آلی مانند فسفات، سولفات و کلرید می باشد. اسیدیته لاکتون به عنوان شاخص اسیدیته ذخیره است زمانی که عسل به صورت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]
[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

قلیایی در می‌آید در حالی‌که اسیدیته کل شامل مجموع اسیدیته های آزاد و لاکتونی می‌باشد مقادیر قابل قبول اسیدیته گویای فقدان تخمیر نامطلوب در نمونه‌ها میباشد[۲۰]. در کل عسل صرفنظر از منشأ جغرافیایی متنوع خود، دارای یک طبیعت اسیدی می‌باشد[۱٦]. اسیدهای موجود در عسل باعث مزه خاص آن شده و احتمالا مانع رشد میکروب‌ها می‌شوند، اسید غالب که در عسل وجود دارد، اسید گلوکونیک است که از تاثیر آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی گلوکز تولید می‌شود. درحین این واکنش پراکسید هیدروژن نیز تولید می‌شود که باعث جلوگیری از فساد آن طی زمان رسیدن می‌شود. ناپایداری مشاهده شده در اسیدیته انواع عسل طبیعی، به اختلافات مربوط به فصل برداشت و منشأ گیاهی عسل نسبت داده می‌شود[۲۱]. رمزی و همکاران (۱۳۹٤) در مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی عسل‌های طبیعی با عسل‌های شکری و تقلبی بیان نمودند که مقدار به دست آمده برای عسل تقلبی کمتر از حد استاندارد بود که به علت استفاده از اسید جهت هیدرولیز ساکاروز نسبت داده شد[۲۲]. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین pH و اسیدیته نمونه ها ٤/٤٧، ٦/٢٦ میلی اکی والان بر کیلوگرم بود و در محدوده استاندارد قرار داشت[۱۳]. محمودی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی کیفیت بهداشتی و تقلبات عسل های تولیدی مناطق مختلف ایرانبیان نمودند که نمونه های عسل از نظر میزان pH در فصول مختلف تغییر چندانی نکرده است و میزان اسیدیته عسل منطقه گرمسار بالاست که بستگی به نوع گل و شهد مورد استفاده زنبو عسل دارد[۱٤]. هنرور و فرهادیان (۱۳۹٤) در بررسی تاثیر جایگزینی غلظت‌های مختلف پودر گلوکز و پودر ساکاروز بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی عسل بیان نمودند که جایگزینی پودر شکر و پودر گلوکز در غلظت‌های مختلف منجر به افزایش pH تیمارها نسبت به عسل خالص شد[٦]. Saif-Ur-Rehman و Maqboil (۲۰۰۸) در بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و خصوصیات رنگی عسل های پاکستانی و همچنین تاثیر تقلب با پودر شکر بیان نمودند که pH در نمونه های تقلبی بالاتر از نمونه های خالص بود[۷].

Table 2 Results of reducing sugars before and after hydrolysis,sucrose, moisture, pH, aciditiyof natural honey samples and all types ofartificial honey

Acidity (meq.kg-1)	pH	Reducing sugars After hydrolysis (g/100)	Reducing sugars before hydrolysis (g/100)	Treatments
33.11±0.03[a]	3.91±0.01[a]	79.20±0.04[a]	77.51 ± 0.07[a]	A_1
32.56 ±0.05[a]	4.02±0.02[a]	84.14±0.05[b]	75.60±0.05[b]	A_2
25.19±0.09[b]	4.04±0.03[a]	85.00±0.06[c]	67.70±0.09[c]	A_3
17.48 ±0.07[c]	4.05±0.02[a]	85.80±0.07[d]	62.80±0.05[d]	A_4

Different letters indicate a significant difference ($p \leq 0.05$).
(A_1): control (natural honey without sucrose powder), (A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder, (A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder, (A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

۳-۱-٦- ارزیابی نتایج فروکتوز

نتایج تحقیق حاضر (جدول ۳) نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان فروکتوز نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$). طبق یافته‌های محققان، بیشترین قندهای محلول در نمونه‌های عسل شامل قندهای احیاء کننده می‌باشند. قندهای احیاء کننده که عمدتاً شامل گلوکز و فروکتوز می‌باشند، اجزای عمده و اصلی تشکیل دهنده عسل می‌باشند[۲۳]. رمزی و همکاران (۱۳۹٤) در مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی عسل‌های طبیعی با عسل‌های شکری و تقلبی بیان نمودند که بیشترین مقدار قند احیا کننده مربوط به نمونه عسل شکری و کمترین مقدار مربوط به نمونه عسل آفتابگردان بود[۲۲].

۳-۱-۷- ارزیابی نتایج گلوکز

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان گلوکز نمونه ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$).

۳-۱-۸- ارزیابی نتایج نسبت فروکتوز به گلوکز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، نسبت فروکتوز به گلوکز نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت($P<0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، نسبت فروکتوز به گلوکز می‌بایست حداقل ۰/۹ باشد [۹]. در تحقیق حاضر برای نمونه‌های مورد بررسی، نسبت فروکتوز به گلوکز ۰/۷٤ تا ۱/۰۳ بود و برای نمونه‌هایA_3 (۸۰٪ عسل طبیعی+ ۲۰٪ پودر ساکاروز) و A_4 (۷۰٪ عسل طبیعی+ ۳۰٪ پودر ساکاروز) در محدوده استاندارد قرار نداشت. بنابراین می‌توان بیان نمود که روش مذکور می‌تواند روشی موثر در تشخیص تقلب افزودن ساکاروز در مقادیر بالای ۱۰٪ ساکاروز باشد. اگر عسلی از ساکاروز به دست آمده باشد بعد از هیدرولیز قندهای آن، نسبت فروکتوز به گلوکز در آن ۰/۹یا یک نمی‌شود و بنابراین پس از بررسی، نسبت مذکور تغییر می کند و فروکتوز به گلوکز تبدیل می شود و این نسبت کمتر می شود، اما در عسل طبیعی این نسبت پایین نمی آید. عسل با نسبت بالای فروکتوز به گلوکز به دلیل تغییر حالت اشباع گلوکز، برای مدت زمان‌های طولانی‌تری مایع باقی می ماند. نسبت واقعی فروکتوز به گلوکز در هر عسل خاص، به مقدار قابل توجهی به منبع شهد بستگی دارد. نسبت فروکتوز به گلوکز همچنین می‌تواند بر طعم عسل نقش داشته باشد زیرا فروکتوز شیرین تر از گلوکزمی باشد[۲۲]. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین نسبت فروکتوز به گلوکز ۱/۲۰، بود و در محدوده استاندارد قرار داشت[۱۳].

۳-۱-۹- ارزیابی نتایج خاکستر

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان خاکستر نمونه ها افزایش یافت هر چند که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($p>0.05$). محتوای خاکستر عسل پارامتری می‌باشد که برای تعیین منشأ گیاهی (گل، مخلوط یا عسلک) آن بکار می‌رود[۱٦]. به طور کلی خاکستر یک عامل کیفی و متمایزکننده عسل‌های مختلف از عسلک (عسل با منشاء حشرات) می باشد. میزان خاکستر عسل (عسل با منشاء گیاهی) نسبت به میزان خاکستر عسلک کمتر است. در حال حاضر، این معیار با هدایت الکتریکی جایگزین شده است. اختلافات موجود در محتوای مواد معدنی عسل عموماً بستگی به خاکی دارد که گیاه تولید کننده شهد در آن مستقر شده است. همچنین تنوع در محتوای خاکستر عسلها به فرآیندهای برداشت، تکنیکهای زنبورداری و مواد جمع آوری شده توسط زنبورها در طی جستجوی شهد نسبت داده شده است[۲].مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، میزان خاکسترمی‌بایست حداکثر ۰/٦ باشد [۹]. که در تحقیق حاضر برای تمامی تیمارهای مورد بررسی در محدوده ۰/۰٤ درصد به دست آمد و در محدوده استاندارد قرار داشت. بنابراین می توان بیان نمود که اندازه‌گیری خاکستر نمی‌تواند روش مناسبی جهت تشخیص تقلب افزودن ساکاروز در عسل باشد. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین خاکستر۰/۲٤ درصد بود و در محدوده استاندارد قرار داشت[۱۳]. محمودی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی کیفیت بهداشتی و تقلبات عسل‌های تولیدی مناطق مختلف ایرانبیان نمودند که نمونه‌های عسل از نظر میزان خاکستر در فصول مختلف تغییر چندانی نکرده است[۱٤].

Table 3 Results of Fructose, Glucose , Fructose/ Glucose, Ash of natural honey samples and all types of adulterated honey

Ash (٪)	Fructose/ Glucose (٪)	Glucose (%)	Fructose (%)	Treatments
0.04 ± 0.00^a	1.03 ± 0.05^a	39.11 ± 0.07^a	40.45 ± 0.09^a	A_1
0.04 ± 0.00^a	0.95 ± 0.03^a	38.74 ± 0.06^a	36.86 ± 0.10^b	A_2
0.04 ± 0.00^a	0.78 ± 0.02^a	37.84 ± 0.06^b	29.80 ± 0.09^c	A_3
0.04 ± 0.00^a	0.74 ± 0.05^a	36.80 ± 0.03^a	26.76 ± 0.07^d	A_4

Different letters indicate a significant difference ($p\leq0.05$).
(A_1): control (natural honey without sucrose powder), (A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder, (A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder, (A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

۳-۱-۱۰- ارزیابی نتایج هدایت الکتریکی

نتایج تحقیق حاضر (نمودار۳) نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها وجود نداشت ($p>0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی های عسل، میزان هدایت الکتریکی می بایست حداکثر ۰/۸ میلی زیمنس بر سانتیمتر باشد [۹]. که در تحقیق حاضر برای تیمارهای مورد بررسی در محدوده ۰/۲۰-۰/۲۱ میلی‌زیمنس بر سانتیمتر به دست آمد و در محدوده استاندارد قرار داشت. بنابراین می‌توان بیان نمود که اندازه گیری هدایت الکتریکی نمی‌تواند روش مناسبی جهت تشخیص تقلب افزودن ساکاروز در عسل باشد. هدایت الکتریکی عسل به طور نسبتاً زیادی مربوط به غلظت نمک‌های معدنی (خاکستر کل)، اسیدهای آلی و پروتئین ها می‌باشد. این پارامتر بر اساس نوع منشأ گل، بسیار تغییر پذیر بوده و در تمایز عسل‌های با منشأ گل‌های متفاوت مهم می‌باشد[۲٤]. افزایش محتوای خاکستر در نمونه‌های عسل همراه با افزایش هدایت الکتریکی رابطه خطی هدایت الکتریکی میباشد[۲۰]. رابطه خطی هدایت الکتریکی با خاکستر در نمونه‌های عسل طبیعی از ضریب تبیین برخوردار است وجود چنین وابستگی بسیار نزدیک بین هدایت الکتریکی و محتوای خاکستر توسط سایر محققین نیز گزارش شده است[۱٦، ۲۰]. امروزه جهت تشخیص عسل از عسلک نیز هدایت الکتریکی به جای خاکستر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این معیار به خاکستر و اسید موجود در عسل بستگی دارد. هر چه میزان این مواد بیشتر باشد هدایت الکتریکی بیشتر است. هدایت الکتریکی برای تشخیص عسل‌های تک گل از یکدیگر و تمیز عسلک از عسل استفاده می‌شود[۲٤]. رمزی و همکاران (۱۳۹٤) در مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی عسل‌های طبیعی با عسل های شکری و تقلبی بیان نمودند که میزان خاکستر نمونه‌های عسل مورد مطالعه در محدوده تعیین شده توسط استاندارد عسل ایران قرار داشتند. همچنین بیشترین مقدار هدایت الکتریکی برای عسل که دارای بیشترین اسیدیته آزاد می‌باشد، به دست آمد. افزایش محتوای خاکستر در نمونه‌های عسل همراه با افزیش هدایت الکتریکی می‌باشد[۲۰]. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های عسل استان گلستان بیان نمودند که میانگین هدایت الکتریکی۰/۷۹ میلی‌زیمنس بر سانتیمتر بود و در محدوده استاندارد قرار داشت[۱۳].

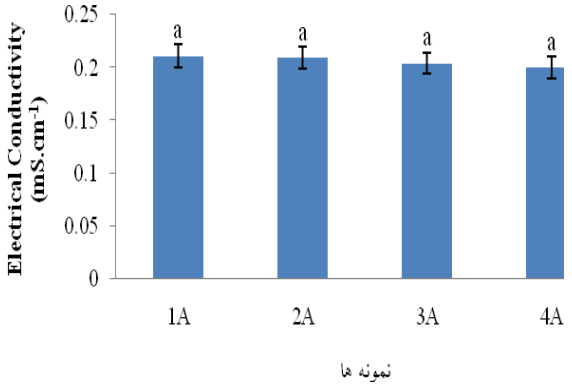

Fig 3 Results of electrical conductivityof natural honey samples and all types of artificial honey Different letters indicate a significant difference ($p\leq0.05$).

(A_1): control (natural honey without sucrose powder), (A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder, (A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder, (A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

۳-۱-۱۱- ارزیابی نتایج دیاستاز

نتایج تحقیق حاضر (نمودار٤) نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان دیاستاز نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<0.05$). مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، میزان فعالیت دیاستازی بر حسب واحد دیاستاز (DN) نمونه‌های عسل می‌بایست حداقل ۳ باشد [۹]. که در تحقیق حاضر برای تیمارهای مورد بررسی در محدوده ۱۱/٤۷ تا ۲۰/۲۵ (DN) به دست آمد و در محدوده استاندارد قرار داشت. فعالیت دیاستاز(DN) یک فاکتور کیفی است که در اثر ماندگاری عسل و حرارت تغییر می‌کند و نشانگر تازه بودن یا حرارت دادن عسل می‌باشد. حداقل استاندارد میزان فعالیت دیاستاز ۸ است. اگر عسل دارای فعالیت دیاستازی باشد، رنگ سبز زیتونی یا قهوه‌ای در مخلوط ظاهر می‌شود. اگر عسل را زیاد حرارت داده باشند و یا طبیعی نباشد، رنگ آبی حاصل می‌شود. در کنترل روزانه و طولانی مدت انستیتو آنالیز عسل(IHA)در۹۲٪ عسل های فرآوری نشده و بیش از ۸۸ ٪ عسل‌های فله میزان DN بیشتر از ۸ بوده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]
[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

در هنگام قرائت نتیجه دیاستاز باید در نظر داشت که برخی از عسل‌های تک گل بطور طبیعی دارای فعالیت دیاستازی پایین هستند[۲٤]. کامکار و خدابخشیان (۱۳۹٦) در بررسی میزان ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌رادیکالی و آنتی‌اکسیدانی عسل سبلان بیان نمودند که فعالیت دیاستازی تمام نمونه‌ها به جز یک نمونه شماره ۱ منفی شد[۲۵].

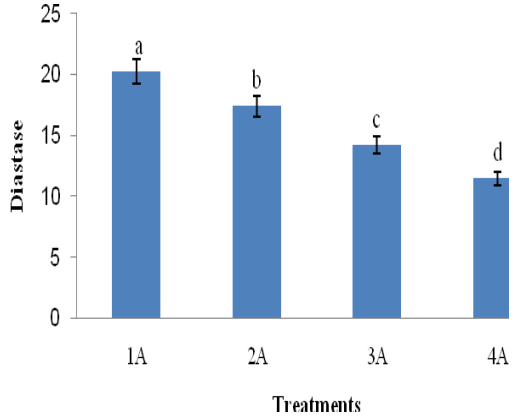

Fig 4 Results of Diastaseof natural honey samples and all types of artificial honey
Different letters indicate a significant difference ($p \leq 0.05$).

(A_1): control (natural honey without sucrose powder),
(A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder,
(A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder,
(A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

۳-۱-۱۲- ارزیابی نتایج هیدروکسی متیل فورفورال

نتایج تحقیق حاضر (نمودار۵) نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان دیاستاز نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0.05$). که در تحقیق حاضر برای تیمارهای مورد بررسی در محدوده ۲/۲۸ تا ٦۲(DN) به دست آمد و تنها برای نمونه A_4(۷۰٪ عسل طبیعی+ ۳۰٪ پودر ساکاروز) در محدوده استاندارد قرار نداشت و می‌توان بیان نمود اندازه‌گیری میزان هیدروکسی متیل فورفورال می‌تواند روشی موثر در تشخیص تقلب افزودن ساکاروز در مقادیر ۳۰ درصد و بالاتر از آن باشد. HMF در عسل تازه، عملاً یا وجود ندارد و یا در مقادیر بسیار ناچیز حضور دارد، در حالی که در عسل‌های حرارت دیده، نگهداری شده در شرایط نامساعد دمایی یا مخلوط شده با پودر اینورت (تقلبی شدن) مقادیر زیادی از آن وجود دارد. در مورد عسل طبیعی حرارت دیده، مثبت است. به منظور تسهیل فرآیند و حفظ کیفیت خوب، عسل تازه عموما حرارت داده می‌شود. اما، تیمار حرارتی بیش از اندازه، منجر به شکل‌گیری هیدروکسی متیل فورفورآلدئید گشته و از کیفیت عسل می‌کاهد. HMF می‌تواند در اثر واکنش میلارد (حرارت دادن قندهای کاهنده در حضور مواد پروتئینی) یا از طریق آبگیری تحت شرایط اسیدی ایجاد گردد. HMF نشانه‌ای از عملیات حرارتی بر روی نمونه‌های عسل و کاهش اثرات تغذیه‌ای و داروئی آن‌ها می‌باشد [۲٤]. رمزی و همکاران (۱۳۹٤) در مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی عسل‌های طبیعی با عسل‌های شکری و تقلبی بیان نمودند که بیشترین مقادیر به دست آمده برای نمونه‌های طبیعی و نمونه شکری مطابق با مقدار نامبرده در استاندارد عسل طبیعی و نمونه شکری مطابق با مقدار نامبرده در استاندارد عسل ایران (بیشینه مقدار ٤۰ میلی گرم در کیلوگرم) بودند. محتوای HMF عمدتاً به عنوان شاخصی از تازگی نمونه های عسل می‌باشد. عوامل متنوعی در شکل گیریHMF نقش دارند، به طوری‌که تیمار حرارتی عسل تنها عامل تأثیرگذار باشد، بلکه درجه حرارت، مدت زمان حرارت‌دهی، شرایط نگهداری، ترکیب عسل، pH و منابع گیاهی و گل نیز نقش دارند[۲۲]. رمزی و همکاران (۱۳۹٤) در مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی عسل‌های طبیعی با عسل‌های شکری و تقلبی بیان نمودند که میزان HMF نمونه‌های تقلبی ۳۵۰/۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد که بسیار بیشتر از مقدار مجاز تعیین شده توسط استاندارد عسل بود و قابل مقایسه با مقدار اندک هیدروکسی متیل فورفورال تولیدی در اثر حرارت دیدن قندهای عسل یا نگهداری طولانی مدت عسل نبود. همچنین نمونه‌ی عسل عشقه به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار آنزیم دیاستاز و هیدروکسی متیل فورفورال بود که به علت مدت زمان ماندگاری کمتر این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها نسبت داده شد. کامکار و خدابخشیان (۱۳۹٦) در بررسی میزان ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌رادیکالی و آنتی‌اکسیدانی عسل سبلان بیان نمودند که نتیجه تست هیدروکسی متیل فورفورال تمام نمونه‌ها مثبت بود [۲۵].Ayansola andAdedoyin, (2011) در بررسی ویژگی‌های مختلف همچون رطوبت، خاکستر، مواد جامد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]
[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

کل، اسیدیته، مقدار گلوکز، فروکتوز، ساکاروز و هیدروکسی متیل فورفورال عسل‌های عرضه شده به بازار جنوب غربی نیجریه بیان نمودند که HMF نمونه‌ها در محدوده استاندارد نبود و این مساله تقلب عسل در برخی از کشورهای جنوب غربی نیجریه را به اثبات رساند[٤].

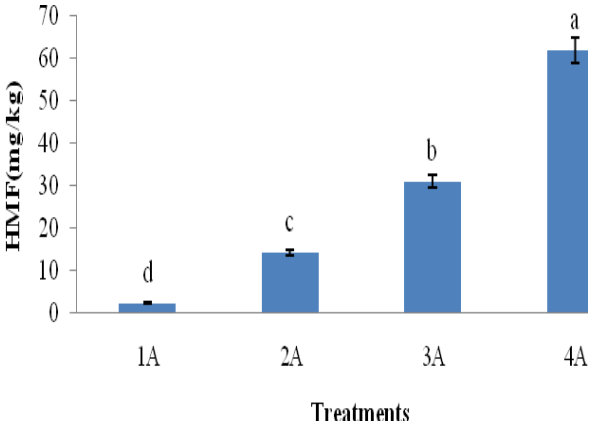

Fig 5 Results of Hydroxymethylfurfural of natural honey samples and all types of artificial honey Different letters indicate a significant difference ($p \leq 0.05$).
(A_1): control (natural honey without sucrose powder),
(A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder,
(A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder,
(A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

۳-۱-۱۳- ارزیابی نتایج پرولین

نتایج تحقیق حاضر (جدول٤) نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان پرولین نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت($P<0.05$). میزان پرولین عسل نشانگر رسیده بودن و طبیعی بودن عسل است و میزان پایین آن نشانگر نارس بودن یا تغذیه دستی کندو با شکر است. برای عسل خالص ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پرولین میزان حداقلی است که برای آزمایشگاه‌های کنترل پذیرفته شده است. به هر حال باید در نظر داشت که بسته به نوع عسل میزان پرولین تفاوت زیادی خواهد داشت. در حاضر میزان ۱۵۸ تا ۷۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم بود و تنها برای نمونه A_4(۷۰٪ عسل طبیعی+ ۳۰٪ پودر ساکاروز) در محدوده استاندارد قرار نداشت و می‌توان بیان نمود اندازه‌گیری میزان پرولین می‌تواند روشی موثر در تشخیص تقلب افزودن ساکاروز در مقادیر ۳۰ درصد و بالاتر از آن باشد. وجود اسید آمینه پرولین در عسل به عنوان مهم‌ترین ویژگی بیوشیمیایی آن می‌باشد. نمونه عسلی که حاوی۱۰۰mg پرولین در ۱۰۰۰ گرم عسل می‌باشد، دارای تقلب با سوکروز است. نظر به این‌که اسیدهای آمینه عسل بطور ویژه متاثر از گرده میباشند، زمانی‌که زنبور از محلول‌های سوکروز در تهیه عسل تغذیه شود میزان گرده و ترکیبات پروتئینی ناشی از گیاهان در عسل کاهش یافته و میزان پرولین از حد معمول پایین‌تر بوده که بیانگر تقلب می باشد. به عنوان مثال در یک تحقیق عسلی که از شکوفه ها به دست آمده بود در ۱۰۰۰ گرم عسلmg ۲۲۰ پرولین داشت که این نمونه نیز دارای تقلب با سوکروز بودو منجر به تشکیل پرولین فراتر از حد استاندارد گشت. اهمیت پرولین در تشخیص نمونه‌های عسل طبیعی و مصنوعی در مطالعات پیشین تاکید شده است[٢٦].

۳-۱-۱٤- ارزیابی نتایج ویسکوزیته

نتایج تحقیق حاضر (جدول٤) نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، ویسکوزیته نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0.05$)که علت این امر را می‌توان به کاهش رطوبت عسل با افزایش پودر ساکاروز نسبت داد. عسل سیالی آروماتیک و ویسکوز می‌باشد. آگاهی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل در فرآوری، حمل و نقل و نگهداری آن سودمند و اطلاعات مربوط به رفتار رئولوژیکی آن از لحاظ بهبود کیفیت محصول تولید شده، محاسبه انرژی مورد نیاز، انتخاب تجهیزات مناسب و برنامه‌ریزی فرآیند تولید محصول حائز اهمیت است. خصوصیات رئولوژیکی عسل به عوامل مختلفی از جمله ترکیب شیمیایی، دما و مقدار و اندازه کریستال‌ها وابسته است. ویسکوزیته عسل تابعی از مقدار رطوبت، دما و ترکیب شیمیایی آن می‌باشد اغلب انواع عسل از خود رفتار نیوتنی(n=۱) نشان می‌دهند[۲۷].Recondo و همکاران (۲۰۱۰) ویسکوزیته عسل خالص و محلول فوق اشباع ساکاروز را در محدوده‌ی دمایی ۵- تا ۷۰ درجه سانتیگراد مورد مطالعه قرار دادند[۲۸]. با توجه به نتایج و نمودارهای بدست آمده، تمام نمونه‌ها از خود رفتار نیوتنی نشان داده و ویسکوزیته آنها با افزایش دما کاهش یافت. هنرور و فرهادیان (۱۳۹٤) در بررسی تاثیر جایگزینی غلظت‌های مختلف پودر گلوکز و پودر ساکاروز بر خصوصیات کیفی و فیزیکوشیمیایی عسل بیان نمودند که عسل‌های تقلبی جایگزین شده با این دو پودر ویسکوزیته پائین‌تری نسبت به نمونه عسل خالص دارا بودند[٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]
[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

۵-۱-۱۵- ارزیابی نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی

IC50 غلظتی از عصاره که منجر به مهار ۵۰٪ رادیکال DPPH شود، IC50 نامیده می‌شود [۲۹]. نتایج تحقیق حاضر (جدول٤) نشان داد که با افزایش مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($P<0.05$) کاهش یافت (افزایش IC50). محققان اذعان نموده‌اند که مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان موجود در عسل فنول‌ها باشند. این ترکیبات به دلیل ماهیت آنتی‌اکسیدانی طبیعی نقش مهمی در تغذیه انسان داشته و اسیدهای فنلی و فلاونوئیدها می‌توانند به عنوان بیومارکر در تعیین منشا عسل استفاده شوند. همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی از جمله گلوکز اکسیداز، کاتالاز، آسکوربیک اسید، فنولیک اسیدها، فلاونوییدها، آمینواسیدها و پروتئین‌ها نیز در عسل بیان شده است[۳۰]. کامکار و خدابخشیان (۱۳۹٦) در بررسی میزان ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌رادیکالی و آنتی‌اکسیدانی عسل سبلان میزان ترکیبات فنولیک را ۴۱/۵۸-۱۵/۷۱ میلی‌گرم معادل اسید گالیک در ۱۰۰ گرم عسل، محتوای تام فلاونوئیدی را ۱۳/۲-۳/۸ معادل کوئرسیتین در ۱۰۰ گرم عسل، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH را ۹٤/۲۵-۲۳/۱۹ درصد گزارش نمودند و در نهایت اعلام نمودند که با توجه به اینکه نمونه‌های مورد آزمون فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی از خود نشان دادند[۲۵].

Table 4 Results of Proline, Antioxidant properties, Viscosity of natural honey samples and all types of artificial honey

Viscosity (Cp)	Antioxidant properties (µl %)	Proline (%)	Treatments
98.66 ±0.08^{c}	16.89 ±0.04^{d}	7.28 ±0.02^{a}	A_1
164.0±0.06^{b}	19.02±0.03^{c}	6.32 ±0.05^{b}	A_2
177.0±0.05^{b}	21.30±0.07^{b}	4.53±0.07^{c}	A_3
826.0±0.04^{a}	23.00±0.09^{a}	1.58 ±0.09^{d}	A_4

Different letters indicate a significant difference ($p\leq0.05$).
(A_1): control (natural honey without sucrose powder), (A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder, (A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder, (A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

۵-۱-۱٦- ارزیابی نتایج آزمون های میکروبی

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲، در ارتباط با ویژگی‌های عسل، می‌بایست جمعیت کپک و مخمر در نمونه‌های مورد بررسی کمتر از ۱۰۰CFU/gr باشد [۹].

نتایج تحقیق حاضر (جدول۵) نشان داد که در تمامی عسل‌های مورد بررسی کمتر از ۱۰CFU/gr بدست آمد و نشان دهنده کیفیت میکروبی آن ها بود

Table 5 Results of mold and yeast natural honey samples and all types of artificial honey

(Mold and Yeast) CFU/gr	Treatments
9±0.3^{a}	A_1
6 ± 0.2^{c}	A_2
4 ± 0.4^{d}	A_3
8± 0.5^{b}	A_4

Different letters indicate a significant difference ($p\leq0.05$).
(A_1): control (natural honey without sucrose powder), (A_2): 90% natural honey + 10% sucrose powder, (A_3): 80% natural honey + 20% sucrose powder, (A_4): 70% natural honey + 30% sucrose powder

٤- نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزودن مقادیر مختلف پودر ساکاروز، میزان قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز، رطوبت،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

اسیدیته، فروکتوز، گلوکز، نسبت فروکتوز به گلوکز، پرولین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، نمونه‌ها به طورمعنی‌داری کاهش و میزان قندهای احیاکننده بعد از هیدرولیز، دیاستاز، هیدروکسی متیل فورفورال و ویسکوزیته نمونه‌ها به طورمعنی‌داری افزایش یافت($P<0.05$). در تحقیق حاضر کلیه فاکتورهای مورد بررسی به جز میزان قندهای احیا کننده قبل از هیدرولیز، نسبت فروکتوز به گلوکز و میزان هیدروکسی متیل فورفورال در محدوده استاندارد قرار داشتند و نمی‌تواند جهت تشخیص تقلب افزودن ساکاروز به عسل مفید واقع شود.

۵- منابع

[1] Anonymous, 2001. Codex Standard, 12-1981, Rev.1 1987, Rev. 2. Published by Codex Alimentarius Commission Standards, 1-8.

[2] Finola, M. S., Lasagno, M. C., & Marioli, J. M. 2007. Microbiological and chemical characterisation of honeys from central Argentina. Food Chemistry, 100,4, 1649-1653.

[3] Zheng-Wei, C., Li-Juan, S., Wei, C.,Da-Wen, S. 2008. Preparation of dryhoney by microwave-vacuum drying. Journalof Food Engineering, 84: 582-590.

[4] Ayansola, A. O., Adedoyin, D. B. 2012. Physico-Chemical Evaluation Of The Authenticity of Honey Marketed in Southwestern Nigeria. Journal of Basic and Applied Science Research, 1, 12, 3339- 3344.

[5] El-Bialee, N. M., & Sorour, M. A. 2011. Effect of adulteration on honey properties. Journal of Applied Science on Technology, 6, 2, 15-21

[6] Farhadian, Z., Honarvar, M. 1397. Investigating the Possibility of Detecting Honey Using the Modeling of Vector Vector Machines, Journal of Food Science and Technology of Iran, 15, 74,271-263.

[7] Saif-Ur-Rehman, Z. F. K., Maqbool, T.2008. Physical and spectroscopiccharacterization of Pakistani honey. Ciencia e investigación agraria, 35, 2,199-204.

[8] Anonymous1995. AOAC, Official Methods of Analysis, In K. Helrich (Ed.) Arlington, VA, USA. Association of official Analytical Chemists, Inc.

[9] Anonymous, 2007. Honey Features and Methods of Testing. Publication of Institute of Standards and Industrial Research of Iran, National Iranian Standard No. 92.

[10] Vela, L., de Lorenzo, C., Perez, R.A. 2007. Antioxidant capacity of Spanish honeys and its correlation with polyphenol content and other physicochemicalproperties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, 3, 1069-1075.

[11] Anonymous. 2002. DIN 10754: Determination Of Proline Content Of Honey (foreign standard)

[12] Anonymous, 2008. Microbiology of food and animal feed - Comprehensive method for counting molds and yeasts, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, No. 10899.

[13] Jalilian, H., BeikZadeh, D., Chaychi ,M.1392. Study of physicochemical properties of honey samples in Golestan province. Journal of Food Science and Technology. 6,2,73-80

[14] Mahmoudi.R., Farhoudi, K., Paktermeni , M. 1392. A Survey on the Health Quality and Risk of Production Honey in Different Regions of Iran, 21st National Congress of Food Science and Technology, Shiraz, Shiraz University.

[15] Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C., and Yavuz, O. 2007. Determination of important biochemicalproperties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (Saccharum officinarum L.)syrup. Food Chemistry. 105 ,3, 1119-1125.

[16] Saxena S. Sharma., A, Gautam, S. 2010. Physical properties antioxidant and biochemical some Indian Honeys. Food chemistry. 2,118, 397-391.

[17] Juszczak, L., Socha, R., Ro_znowski, J., Fortuna, T. and Nalepka, K. 2009. Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. Food Chemistry, 113,1, 538–542.

[18] Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K., Bawa, A.S. 2003. Physico-chemical properties andestimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

India. Journal of Food Composition and Analysis, 16,1, 613–619.

[19] Sujirapinyokul, P. Ajlouni, S. 2010. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. Food Chemistry, 119,2, 1000–1005.

[20] Silva,L.R., Escuredo, O., Valentao,P., Seijo, M.C., Andrade, P.B. 2009. Assessing Rubus Honey Value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. Food Chem. 130, 1, 671-678.

[21] Perez- Arquillué, C., Conchello, P., Ariño, A., Juan, T. and Herrera, A. 1994. Quality evaluation of Spanish rosemary (Rosmarinus officinalis) honey. Food Chemistry, 51,2, 207-210

[22] Ramzi, M., Kashani Nejad, M., Sadeghi Mahounk, A.R., Razavi, S.M. 1394. Comparison of physicochemical characteristics and rheological behavior of natural honey with sugar beet and counterfeit honey. Iranian Journal of Food Science and Technology. 11,4, 407-392.

[23] Kücük M, Kolayli S, Karaoglu S, Ulusoy E, Baltaci C, Candan F.2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food Chemistry.100,2,526–34.

[24] Terrab, A., Recamales, A.F., Hernanz, D. and Heredia, F.J. 2004. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. Food Chemistry, 88,1, 537-542.

[25] Kamkar, A., Jahed Khaniki, Gh.R., Golestani, M.A., Zygham Monfared, M.M. 2012. Evalu-ation of physico- chemical properties of distributed honeys inTehran city. Vet J (Pajouhesh &Sazandegi). 95,1, 10-17

[26] Basoglu, F. N., Sorkun, K., Loker, M.,Dogan, C. & Wetherilt, H. 1996. Saf vesahte ballarin ayirt edilmesinde fiziksel,kimyasal ve palinolojik kriterlerinsaptanmasi. Gida, 21,2, 67–73

[27] 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,119,1,167–172.

[28] Recondo M. P., Elizalde B. E., Buera M. P.2006. Modelling temperature dependence of honey viscosity and of related supersaturated model carbohydrate systems. Journal of Food Engineering, 77,1,126–134.

[29] Adams RP. 2002. Identification of essential oils components by gas chromatography quadrupole mass spectroscopy. Illinois, USA: Allured publishing Corporation.

[30] Zuhair, A. Y, Mohd., S, Makpol., K. Y, Mohd., S. H.2011. Antioxidant Capacities and Total Phenolic contents of Two Types of Malaysian Honey. Molecules, 16, 3, 6378-6383.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]

Evaluation of Rheological, Antioxidant and Antimicrobial Properties of Natural Honey Compared to Artificial Honey

Fallahi, A. [1], Eyvaz Zadeh, O. [2*], Eshaghi, M. [2]

1. MSC Graduated, Department of Food Science and Technology, Varamin Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
2. Assistant Professor, Department of of Food Science and Technology, Varamin Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Honey is one of the most important bee products that have a high nutritional value and many beneficial drug properties.And perform a variety of fraud in honey because of concerns over quality control of the product.In the present study, the Honey Tree (A_1) sample with its counterfeit samples was compared with 10% substitution with sucrose powder (A_2), 20% replacement with sucrose powder (A_3) and 30% replacement with sucrose powder (A_4), respectively. The results of this study showed that the amount of reducing sugars before hydrolysis in the range of 77.51-62.8 g%, the reducing sugars after hydrolysis in the range of 1.61 to 22%, the ratio of fructose to glucose from 0.44 to 0.33, 1, ash in the range of 0.04%, electrical conductivity in the range of 0.21-0.20%, diastase in the range of 11.47 to 20.25 (DN), Hydroxymethylfurfural (HMF) 2. 28 to 62 mg / kg. By adding different amounts of sucrose powder, the amount of reducing sugars before hydrolysis, moisture, acidity, fructose, glucose, fructose to glucose ratio, proline, antioxidant activity, samples decreased significantly and the amount of reducing sugars after hydrolysis, Diasteric, hydroxymethylfurfural and viscosity of the samples increased significantly ($P<0.05$). In the present study, all the factors studied, except for the amount of pre-hydrolysis regenerative sugars, fructose-glucose ratio and hydroxymethylfurfural ratio were within the standard range and could not be useful for detecting cheating the addition of sucrose to honey.

Key words: Honey, Artificial, Sucrose, Antioxidant properties, Hydroxymethylfurfural (HMF)

*Corresponding Author E-Mail Address: orang_eyvazzadeh@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2023-05-30]

[DOI: 10.52547/fsct.17.104.177]