



بررسی خصوصیات آنتی اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی عسل های استان مازندران در مقایسه با نمونه های تجاری

راضیه رضوی^۱، رضا اسماعیل زاده کناری^{۲*}

۱-محقق پسادکتری گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۲-استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۶

کلمات کلیدی:

هیدروکسی متیل فورفورال،

فنول،

گلوکز،

فروکتوز.

شهرت، قیمت و تقاضای بالا برای عسل به عنوان یک ماتریکس پیچیده از مواد مغذی با خاصیت آنتی اکسیدانی، احتمال تقلب در آن را افزایش داده است. در این پژوهش ۱۲ نمونه عسل طبیعی از مزارع عسل استان مازندران جمع آوری شدند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی اکسیدانی آنها با ۱۲ نمونه عسل تجاری خریداری شده از فروشگاه های شهر ساری مقایسه گردید. نمونه های عسل از نظر میزان pH، اسیدیته، رطوبت، خاکستر، هدایت الکتریکی، هیدروکسی متیل فورفورال، محتوای ساکارز، گلوکز، فروکتوز، نسبت فروکتوز به گلوکز، اندیس رفراکت، ویسکوزیته، مقدار ترکیبات فنولی کل و خاصیت آنتی اکسیدانی با هم مقایسه شدند. نتایج نشان داد از نظر میانگین pH، اسیدیته، فنول کل، رطوبت، هدایت الکتریکی و خاکستر تقریباً تمام نمونه های طبیعی و تجاری در محدوده استاندارد قرار داشت. مقدار ساکارز و هیدروکسی متیل فورفورال در هیچ یک از نمونه های تجاری در محدوده استاندارد قرار نداشت. تنها سه نمونه عسل طبیعی مقدار ساکارز کمتر از ۵ درصد داشتند. ۱۰ نمونه عسل طبیعی هیدروکسی متیل فورفورال کمتر از ۴۰ داشتند. اگرچه مجموع قندهای احیاءکننده در نمونه های عسل طبیعی و تجاری تفاوت معنی دار آماری ($p < 0.05$) نداشت اما تمام نمونه های عسل طبیعی و سه نمونه عسل تجاری نسبت فروکتوز به گلوکز بالاتر از ۰/۹ داشتند. با توجه به کیفیت پایین تر عسل های تجاری، پیشنهاد می شود سازمان های نظارتی، توجه بیشتری به واحدهای تولید کننده این محصول داشته باشند.

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.230

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.137.15.5

* مسئول مکاتبات:

reza_kenari@yahoo.com

۱- مقدمه

عسل به عنوان ماده شیرین طبیعی که توسط زنبورها *Apis mellifera* از شهد گیاهان یا ترشحات بخش‌های زنده گیاهان تولید می‌شود، تعریف می‌شود. به این ترتیب که زنبورها آن‌ها را جمع‌آوری می‌کنند و با مواد خاصی ترکیب و تبدیل به عسل می‌کنند [۱]. عسل حدود ۸۰ درصد کربوهیدرات (۳۵ درصد گلوکز، ۴۰ درصد فروکتوز و ۵ درصد ساکارز) و ۲۰ درصد آب دارد و یک منبع فوق العاده انرژی محسوب می‌شود. عسل همچنین حاوی بیش از ۲۰۰ نوع ترکیب شامل آمینواسیدها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنزیم‌ها، اسیدهای آلی و ترکیبات فنولی است [۲، ۳].

ارزش تغذیه‌ای، افزایش تقاضا و قیمت بالای عسل این محصول را هدف اصلی تقلبات با اهداف تجاری قرار داده است. تقلب عسل می‌تواند با افزودن مواد خارجی مانند ملاس، نشاسته، شربت گلوکز، ساکارز، آب و قند اینورت یا با تغییر در پارامترهای فیزیکوشیمیایی رخ دهد. ارزیابی اصالت عسل عمدتاً بر روی تشخیص افزودن قندها متمرکز شده است، زیرا ثابت شده است که این نوع تقلب یکی از رایج‌ترین موارد است [۴]. اصالت عسل از نظر تجاری و جنبه‌های سلامتی اهمیت زیادی دارد. تشخیص تقلب در عسل به دلیل تنوع طبیعی زیاد عسل که ناشی از تفاوت در گونه‌های گیاهی، بلوغ، محیط، فراوری و روش‌های نگهداری می‌باشد، دشوار است.

عسل تقلبی فواید غذایی و دارویی کمتری در مقایسه با عسل خالص دارد و ممکن است خواص فیزیکی و شیمیایی آن مانند ضریب شکست، محتوای رطوبت، مواد جامد کل محلول، چگالی، وزن مخصوص، اثر موئینگی، کشش سطحی و مقدار pH با عسل خالص تفاوت داشته باشد. برای مثال عسل خالص دارای رفتار نیوتنی است، در حالی که عسل تقلبی رفتار سودوپلاستیک غیر نیوتنی از خود

نشان می‌دهد که به خوبی با مدل قانون توان مطابقت دارد. مطالعه خواص فیزیکوشیمیایی عسل در سال‌های اخیر افزایش یافته است، زیرا این پارامترها برای فرآیند صدور گواهینامه تضمین کیفیت عسل، مهم هستند [۵]. امروزه سودجویان با گمراه کردن مصرف کنندگان سعی در فروش محصولات تقلبی و کسب درآمدهای هنگفت دارند، لذا لازم است تلاش‌های لازم برای آگاه کردن مصرف کنندگان از کیفیت عسل انجام شود. تا کنون مطالعه‌ای بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی اکسیدانی عسل‌های استان مازندران که از مزارع جمع‌آوری شده‌اند و مقایسه آن با نمونه‌های تجاری انجام نشده است. لذا این مطالعه با هدف مقایسه کیفی عسل‌های تجاری و طبیعی استان مازندران انجام خواهد شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

عسل‌های طبیعی در فصل بهار از مناطق مختلف استان مازندران جمع‌آوری شدند. عسل‌های تجاری از فروشگاه خریداری شدند (جدول ۱). کلیه مواد شیمیایی از شرکت سیگما آلدْرِیچ آمریکا تهیه شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- اندازه‌گیری pH و اسیدیته

pH نمونه‌های مختلف عسل با روش پتانسیومتری و در دمای °C ۲۰ با استفاده از pH متر (Model 654, Metrohm, Switzerland) تعیین گردید. اندازه‌گیری اسیدیته با خنثی کردن محلول عسل (۷۵ mL آب مقطر بدون دی اکسید کربن حاوی ۱۰ گرم عسل) در مقابل سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال انجام شد [۶].

Table 1. The origin of the studied samples

The origin of the commercial sample	Sample code	The origin of the natural sample	Sample code
Isfahan province	C1	Sari city	N1
Isfahan province	C2	Sari city	N2
Hamedan province	C3	Sari city	N3
Isfahan province	C4	Sari city	N4
Isfahan province	C5	Noor city	N5
Markazi province	C6	Savadkuh city	N6
Khorasan-Razavi province	C7	Neka city	N7
Alborz province	C8	Qaemshahe city	N8
Isfahan province	C9	Amol city	N9
Khorasan-Razavi province	C10	Ramsar city	N10
Tehra province	C11	Savadkuh city	N11
Alborz province	C12	Behshahr city	N12

۲-۲-۲- اندیس رفراکتیو و ویسکوزیته

اندیس رفراکت نمونه‌های مختلف عسل با استفاده از رفراکتومتر رومیزی (Atago NAR-Series, Tokyo, Japan) در دمای °C ۲۵ اندازه گیری شد [۷]. ویسکوزیته نمونه‌های مختلف عسل در دمای °C ۲۰ و اسپیندل شماره ۱۸ با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (RV DV-II+ pro, Brookfield, Inc, USA) در ۱۰۰ rpm قرائت شد [۸].

۲-۲-۳- مقدار کل ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی

برای اندازه گیری مقدار کل ترکیبات فنولی، ۱۰۰ µL از محلول ۱۰ درصد w/v عسل تهیه شد و با ۱۰۰ µL از محلول ۵۰ درصد فولین سیوکالتیو و ۲ mL محلول سدیم کربنات ۲ درصد وزنی/حجمی ترکیب شد. بعد از ۳۰ دقیقه جذب آن‌ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر قرائت شد. نتایج به

صورت mg GA/100 g عسل گزارش گردید. برای اندازه-گیری فعالیت آنتی اکسیدانی، ۰/۵ mL محلول عسل (۲/۵ درصد وزنی/حجمی) با ۱ mL محلول DPPH متانولی mmol ۰/۰۶ ترکیب شد. بعد از گذشت ۱۵ دقیقه، جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد و بر اساس رابطه ۱ فعالیت آنتی اکسیدانی محاسبه گردید [۹]:

$$(1) \quad 100 \times \frac{[A_c - A_s]}{A_c} = \text{درصد مهار}$$

در این رابطه A_c و A_s به ترتیب جذب شاهد و نمونه است.

۲-۲-۴- اندازه‌گیری رطوبت، هدایت الکتریکی و خاکستر

رطوبت نمونه‌های مختلف عسل با استفاده از عدد به دست آمده از رفراکتومتر رومیزی (Atago NAR-Series, Tokyo, Japan) در دمای °C ۲۵ و با استفاده از روش AOAC به شماره ۹۶۹،۳۸ اندازه گیری شد [۱۰]. برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول ۲۰ درصد عسل با توجه به ماده خشک تهیه شد و با استفاده از دستگاه هدایت سنج (Oakton, TDS 6 Acorn, Vernon Hills, IL, USA) هدایت الکتریکی در دمای °C ۲۵ قرائت شد [۷]. مقدار خاکستر بر اساس هدایت الکتریکی و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲ محاسبه شد [۱۱].

۲-۲-۵- اندازه‌گیری هیدروکسی متیل فورفورال

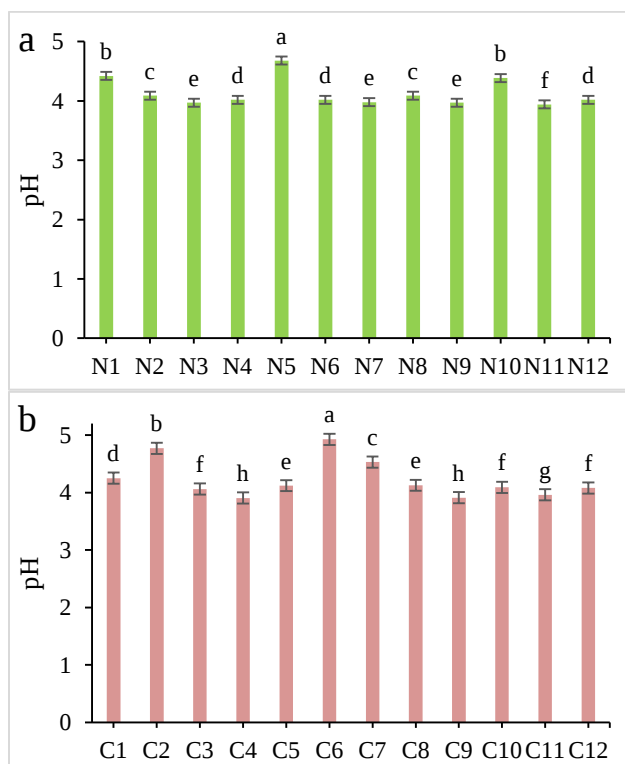
برای اندازه‌گیری مقدار هیدروکسی متیل فورفورال، ابتدا محلول نمونه‌های عسل با استفاده از کاریز ۱ و ۲ شفاف شد. سپس سدیم بی سولفیت و آب مقطر به ترتیب به محلول شاهد و نمونه اضافه شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۲۸۴ و ۳۳۶ نانومتر قرائت شد. میزان هیدروکسی متیل فورفورال از رابطه ۲ محاسبه گردید [۱۱]:

$$(2) \quad 149.7 \times 5 \times D / W \times (\text{اختلاف عدد جذب در}$$

طول موج‌های ۲۸۴ و ۳۳۶ نانومتر) = هیدروکسی متیل فورفورال

گروپوسیلا-کانستانتینسکو و همکاران (۲۰۲۰) مقدار pH عسل را در محدوده ۳/۵ تا ۴/۲ گزارش نمودند [۶].

اسیدیته پارامتری برای نشان دادن تازگی عسل می‌باشد. اسیدیته می‌تواند در صورت تخمیر بیشتر شود. در صورت تقلب با اضافه کردن شکر، اگر اسید مورد استفاده خنثی نشود، عسل می‌تواند به شدت اسیدی شود. در صورت خنثی شدن بیش از حد، عسل خنثی تا قلیایی می‌شود [۶]. نتایج مربوط به اسیدیته نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۱c و ۱d نشان داده شده است. اسیدیته نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۸/۸۵ meq/kg تا ۱۳/۶۸ meq/kg و اسیدیته نمونه‌های تجاری در محدوده ۱۴/۹۳ meq/kg تا ۲۳/۹۱ meq/kg متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، بیشینه اسیدیته استاندارد عسل meq/kg ۴۰ می‌باشد. بر این اساس تمام نمونه‌های تجاری و طبیعی از نظر میزان اسیدیته در محدوده استاندارد قرار داشتند.



در این رابطه D ضریب رقت (حجم محلول نهایی تقسیم بر ده) و W وزن نمونه بر حسب گرم است.

۲-۲-۶- اندازه‌گیری میزان قند

برای اندازه‌گیری میزان کل قندهای احیاءکننده از روش فهلینگ مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲ استفاده شد. مقدار کل قندهای احیاءکننده محاسبه شد. درصد گلوکز با استفاده از روش یدومتری و تیتراسیون محلول نمونه عسل تهیه شده از آزمون قندهای احیاءکننده به دست آمد. درصد فروکتوز از تفاوت مقدار قندهای احیاءکننده منهای مقدار گلوکز محاسبه گردید. درصد ساکارز با ضرب کردن اختلاف قندهای احیاءکننده قبل و بعد از هیدرولیز در ضریب ۰/۹۵ محاسبه گردید [۱۱].

۲-۳- تجزیه تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به آزمون‌های مختلف با استفاده از آزمون دانکن و روش آنوای یک طرفه انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ با یکدیگر مقایسه شدند و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- pH و اسیدیته

عسل حاوی آمینواسید و اسیدهای آلی است که به آن ماهیت اسیدی می‌بخشد [۶]. نتایج مربوط به pH نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۱a و ۱b نشان داده شده است. pH نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۳/۹۴ تا ۴/۶۸ و pH نمونه‌های تجاری در محدوده ۳/۹۱ تا ۴/۹۲ متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، حداقل pH استاندارد عسل ۳/۵ می‌باشد. بر این اساس تمام نمونه‌های طبیعی و تجاری در محدوده استاندارد قرار داشتند.

و همکاران (۲۰۱۶) مقدار اندیس رفاکت عسل‌های کشور رومانی را ۱/۴۸۴۰ تا ۱/۴۹۹۰ گزارش نمودند. اندیس رفاکت وابسته به محتوی مواد جامد و مقدار آب عسل می‌باشد [۱۲].

۳-۳- ویسکوزیته

نتایج مربوط به ویسکوزیته نمونه‌های مختلف عسل در جدول ۲ نشان داده شده است. ویسکوزیته نمونه‌های عسل طبیعی از ۳۴۸ تا ۱۱۱۷ و ویسکوزیته نمونه‌های تجاری از ۱۹۴۰۰ °cP تا ۸۶۰۸۸ °cP متغیر بود. گروپوسیل-کانستانتینسکو و همکاران (۲۰۲۰) مقدار ویسکوزیته نمونه‌های مختلف عسل را در محدوده ۲۴۰ °cP تا ۸۸۶۰ °cP گزارش نمودند [۶]. رمزی و همکاران (۲۰۱۵) ویسکوزیته عسل‌های مختلف را ۵۹۰۰ °cP تا ۴۵۵۰۰ °cP گزارش نمودند [۸]. بین میزان رطوبت و ویسکوزیته نمونه‌های عسل همبستگی منفی وجود داشت به طوریکه با افزایش میزان رطوبت عسل، ویسکوزیته کاهش یافت. بلای و همکاران (۲۰۱۷) اثرات رطوبت و فعالیت آبی را بر ویسکوزیته عسل مورد بررسی قرار دادند و اعلام نمودند که با افزایش مقدار رطوبت عسل، ویسکوزیته آن کاهش می‌یابد. این می‌تواند به دلیل تمایل اجزای جامد متصل به مولکول‌های آب باشد که باعث کاهش فاز مایع عسل می‌شود. در نتیجه، ویسکوزیته عسل با کاهش رطوبت در نرخ برش متفاوت افزایش می‌یابد [۱۰].

Sample code	Viscosity (cP)	Total phenolic (mg/100g)	DPPH radical scavenging (%)	Sample code	Viscosity (cP)	Total phenolic (mg/100g)	DPPH radical scavenging (%)
N1	111 ^{7a}	21.17 ^{ab}	15.0 ^{2a}	C1	1940 ^{0k}	10.3 ^{6a}	12.9 ^{4a}

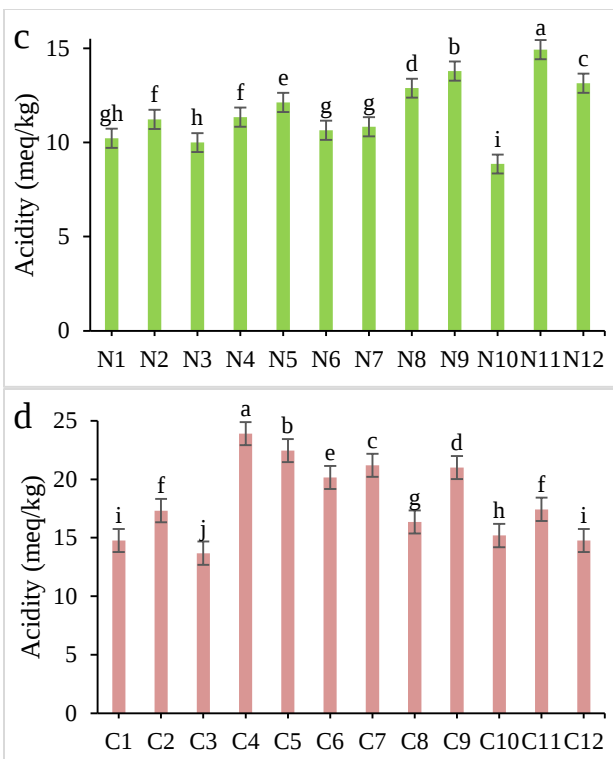


Fig. 1. pH and acidity of different honey samples. a) and b) pH of natural and commercial honey samples, respectively. c) and d) acidity of natural and commercial honey samples, respectively.

۳-۲- اندیس رفاکتیو

روش رفاکت پرکاربردترین روش است زیرا انجام آن آسان است و می‌توان آن را به آسانی تکرار کرد. اندیس رفاکت پارامتری است که مقدار آن با مقادیر سایر پارامترها مانند محتوای آب، مواد جامد، کل مواد جامد محلول و وزن مخصوص مرتبط و وابسته است. هر چه اندیس رفاکت بیشتر باشد، میزان رطوبت کمتر است. مقادیر کم رطوبت از تخمیر عسل جلوگیری می‌کند و باعث افزایش ماندگاری و همچنین زمان نگهداری می‌شود [۷]. اندیس رفاکت نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۱/۴۸۶۵ تا ۱/۴۸۸۰ و برای عسل‌های تجاری ۱/۴۸۶۰ تا ۱/۴۹۲۰ به دست آمد. رمزی و همکاران (۲۰۱۵) مقدار اندیس رفاکت عسل‌های طبیعی را بین ۱/۴۸۶۷ تا ۱/۴۸۹۵ گزارش نموده اند که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر همراستا می‌باشد [۸]. سطحی

بالاتر از نمونه‌های عسل تجاری (۹۶/۱۵ تا ۱۲/۹۶ درصد) بود (جدول ۲). بین میزان ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی عسل‌ها همبستگی مثبت وجود داشت و با افزایش میزان ترکیبات فنولی، خاصیت آنتی اکسیدانی عسل افزایش یافت. خاصیت آنتی اکسیدانی عسل به آمینواسیدهای آزاد و مقدار کل ترکیبات فنولی عسل بستگی دارد [۱۵]. اتمانی و همکاران (۲۰۲۱) مقدار ترکیبات فنولی عسل‌های جمع آوری شده الجزایر را در محدوده ۶۴ mg E GA/100 g تا ۲۰۰ گزارش نمودند. همچنین آن‌ها فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌ها را با روش‌های مهار رادیکال آزاد ABTS، DPPH، شلات کنندگی آهن و قدرت احیاء کنندگی اندازه‌گیری نمودند. نتایج آن‌ها نشان دهنده افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی عسل با افزایش مقدار کل ترکیبات فنولی بود [۹]. ارتباط مثبت معنی دار بین میزان ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است [۱۶-۱۸].

۵-۳- رطوبت

نتایج مربوط به رطوبت نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۲a و ۲b نشان داده شده است. رطوبت نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۱۹/۵ تا ۲۰/۱ و رطوبت نمونه‌های تجاری در محدوده ۱۷/۹ تا ۲۰/۳ متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، بیشینه رطوبت استاندارد عسل ۲۰ درصد وزنی می‌باشد. بر این اساس دو نمونه تجاری و سه نمونه طبیعی از نظر میزان رطوبت در محدوده استاندارد قرار نداشتند. رمزی و همکاران (۲۰۱۵) مقدار رطوبت چهار نمونه عسل با منشاء جنگل، کوهستان، آفتابگردان و عشقه را در محدوده ۱۵/۳ تا ۱۹/۹ درصد گزارش نمودند. رطوبت عسل بستگی به پارامترهای متعددی از قبیل فصل برداشت، درجه بلوغ کندو، مقدار رطوبت گیاه اصلی و فاکتورهای آب و هوایی دارد. حداقل و حداکثر رطوبت گزارش شده برای عسل به ترتیب ۱۰/۶ و ۲۹ درصد می‌باشد که مربوط

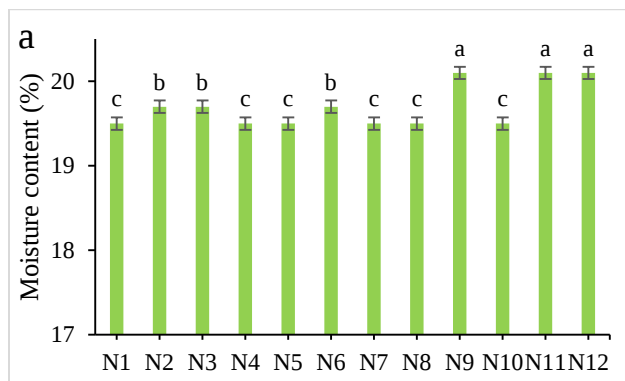
12.3 _{6^a}	10.1 _{2^a}	24700 _j	C2	13.0 _{2^d}	12.47 _h	875 ^d	N2
10.3 _{8^c}	6.32 _e	55668 _d	C3	13.6 _{6^c}	13.51 _g	920 ^c	N3
11.5 _{1^b}	8.66 _c	66810 _c	C4	13.8 _{6^c}	14.36 _f	112 _{0^a}	N4
11.7 _{4^b}	9.04 _b	39600 _g	C5	14.8 _{8^b}	20.65 _{bc}	111 _{2^a}	N5
12.0 _{5^a}	10.0 _{1^a}	31793 _i	C6	13.2 _{5^c}	13.03 _g	905 ^c	N6
11.8 _{9^b}	9.35 _b	35400 _h	C7	13.7 _{5^c}	14.02 _f	100 _{0^b}	N7
9.15 _d	3.21 _h	48190 _f	C8	13.9 _{2^c}	16.25 _e	949 ^b _c	N8
11.2 _{5^b}	8.31 _c	86088 _a	C9	14.1 _{2^b}	18.17 _d	348 ^g	N9
10.1 _{1^c}	4.54 _g	53180 _{de}	C10	15.1 _{3^a}	22.35 _a	980 ^b ₀	N10
11.0 _{3^b}	7.86 _d	73220 _b	C11	14.3 _{5^b}	19.32 _{cd}	520 ^f ₁	N11
10.2 _{5^c}	5.19 ^f	50250 _{ef}	C12	14.0 _{5^b}	17.13 _{de}	690 ^e ₂	N12

Different letters in each column indicate statistically significant differences at $p < 0.05$.

۴-۳- فنول کل و خاصیت آنتی اکسیدانی

نتایج مربوط به میزان ترکیبات فنولی عسل‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان ترکیبات فنولی کل در عسل‌های طبیعی در محدوده ۱۲/۴۷ تا ۲۲/۳۵ و در عسل‌های تجاری ۳/۲۱ mg/100g تا ۱۰/۳۶ بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، کمینه ترکیبات فنولی کل ۰/۰۳ mg/mL می‌باشد که تمام نمونه‌های طبیعی و تجاری در محدوده استاندارد قرار داشتند. کن و همکاران (۲۰۱۵) مقدار ترکیبات فنولی عسل را بین ۱۶ g تا ۱۲۰ گزارش نمودند که با میزان ترکیبات فنولی نمونه‌های عسل طبیعی مطابقت دارد [۱۳]. تفاوت در میزان ترکیبات فنولی عسل مرتبط با منطقه جغرافیایی و گیاه-شناسی آن‌ها می‌باشد [۸، ۱۴]. میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در نمونه‌های عسل طبیعی (۱۳/۰۲ تا ۱۵/۱۳ درصد)

محدوده ۰/۰۹ تا ۰/۳۶ و خاکستر نمونه‌های تجاری در محدوده ۰/۱۳ تا ۰/۴۲ متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، بیشینه خاکستر استاندارد عسل ۰/۶ درصد وزنی می‌باشد. بر این اساس تمام نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری در محدوده استاندارد قرار داشتند. آلبو و همکاران (۲۰۲۱) مقدار خاکستر نمونه‌های عسل جمع آوری شده از شرق اندونزی را در محدوده ۰/۰۳ تا ۰/۲۲ درصد گزارش نمودند [۷] که مطابق با پژوهش حاضر است.



به عسل خانگی و آکاسیا می‌باشد [۸]. بلای و همکاران (۲۰۱۷) مقدار رطوبت نمونه‌های مختلف عسل را در محدوده ۱۴/۷۹ تا ۲۰/۵۴ درصد گزارش نمودند [۱۰].

۳-۶- هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی نشان دهنده خاصیت یک ماده عمومی برای هدایت جریان الکتریکی است. در عسل، مستقیماً تحت تأثیر منشاء گیاهی شهد و همچنین سایر مولکول‌های معدنی یا آلی مانند یون‌ها، اسیدهای آلی و پروتئین‌ها است که می‌توانند به عنوان الکترولیت عمل کنند [۱۹]. نتایج مربوط به هدایت الکتریکی نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۲c و ۲d نشان داده شده است. هدایت الکتریکی نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۰/۳۰ تا ۰/۷۷ و هدایت الکتریکی نمونه‌های تجاری در محدوده ۰/۳۶ mS/cm تا ۰/۸۷ متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، بیشینه هدایت الکتریکی استاندارد عسل ۰/۸ mS/cm می‌باشد. بر این اساس تمام نمونه‌های عسل طبیعی از نظر هدایت الکتریکی در محدوده استاندارد قرار داشتند و تنها چهار نمونه تجاری در محدوده استاندارد قرار نداشتند. آلبو و همکاران (۲۰۲۱) مقدار هدایت الکتریکی عسل‌های شرق اندونزی را در محدوده ۰/۱۳ تا ۰/۵۰ mS/cm گزارش نمودند [۷].

۳-۷- خاکستر

خاکستر و هدایت الکتریکی صفاتی هستند که برای تمایز عسل طبیعی از عسل تقلبی استفاده می‌شوند. مقدار خاکستر توسط عناصر ماکرو و میکرو عسل بدست می‌آید که تحت تأثیر ترکیب شهد جمع آوری شده قرار می‌گیرند. مواد معدنی ترکیبات تغذیه‌ای مهمی هستند که در سلامت و رفاه مصرف کنندگان نقش دارند [۷]. نتایج مربوط به خاکستر نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۲e و ۲f نشان داده شده است. خاکستر نمونه‌های عسل طبیعی در

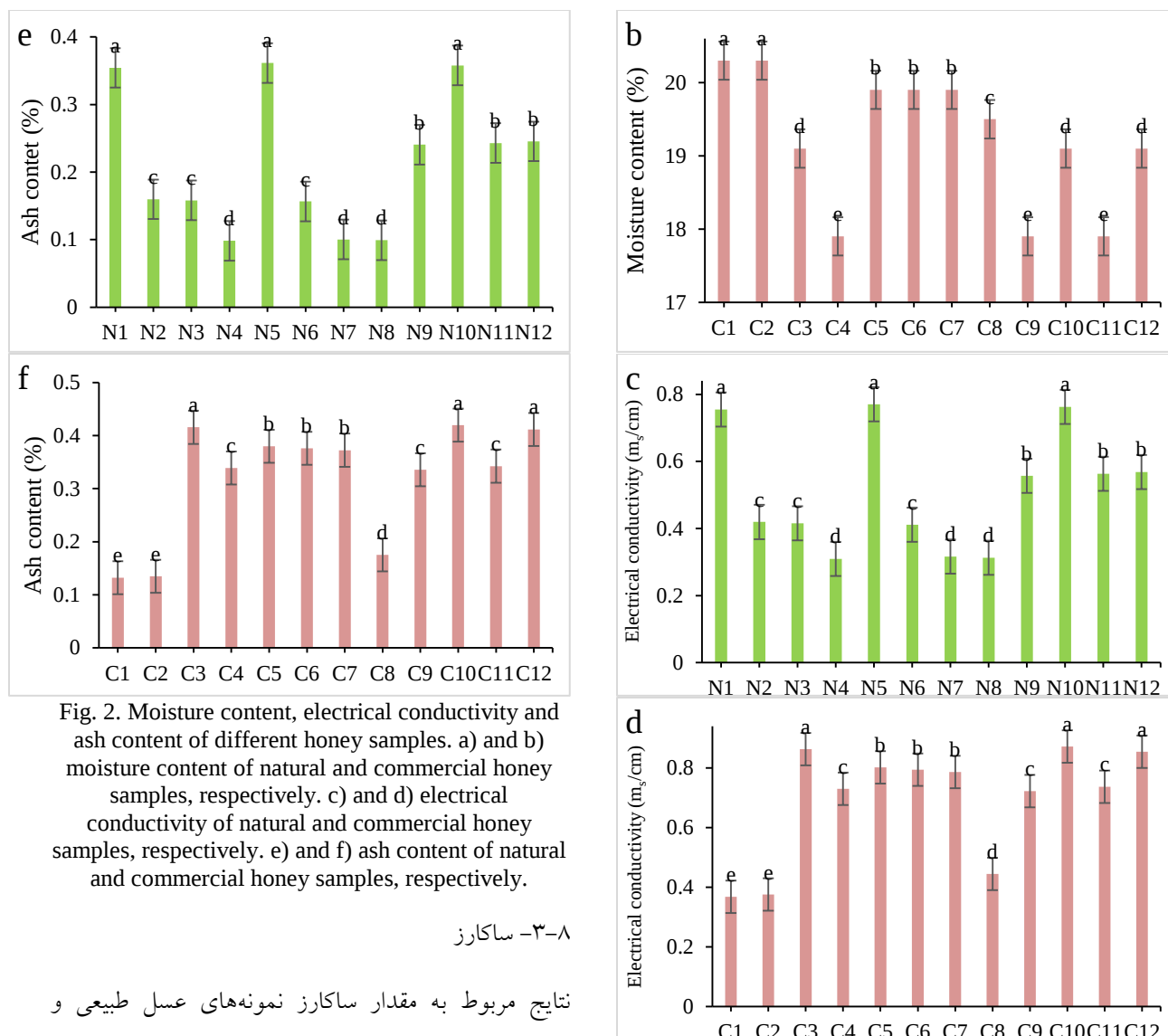
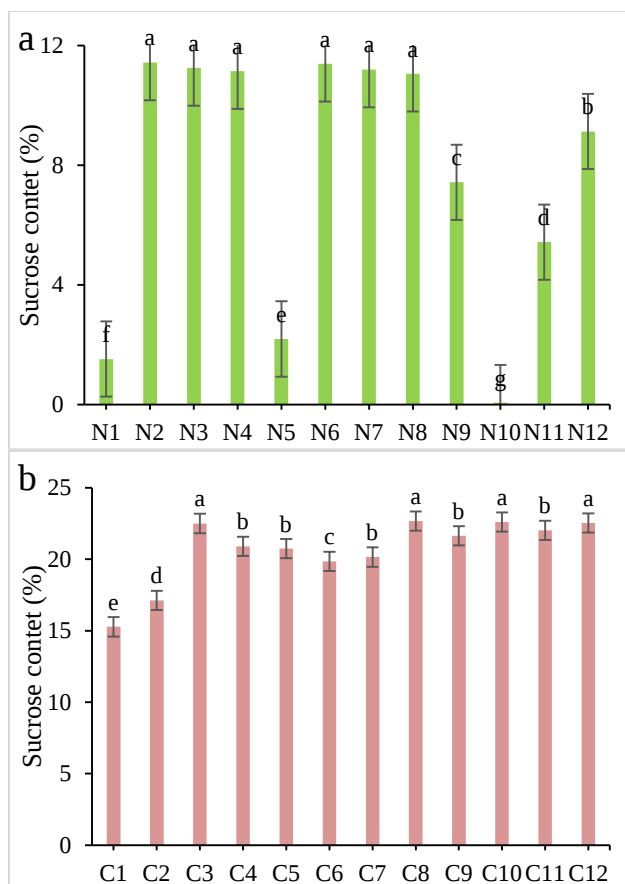


Fig. 2. Moisture content, electrical conductivity and ash content of different honey samples. a) and b) moisture content of natural and commercial honey samples, respectively. c) and d) electrical conductivity of natural and commercial honey samples, respectively. e) and f) ash content of natural and commercial honey samples, respectively.

۸-۳- ساکارز

نتایج مربوط به مقدار ساکارز نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۳a و ۳b نشان داده شده است. مقدار ساکارز نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۰/۰۶ تا ۱۱/۴۴ و مقدار ساکارز نمونه‌های تجاری در محدوده ۱۵/۲۷ تا ۲۲/۶۶ درصد متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، بیشینه مقدار ساکارز استاندارد عسل ۵ درصد وزنی می‌باشد. بر این اساس تنها سه نمونه عسل طبیعی از نظر میزان ساکارز در محدوده استاندارد ساکارز قرار داشتند. مقدار ساکارز تمام نمونه‌های عسل تجاری خارج از محدوده استاندارد بود. بونتا و همکاران (۲۰۲۰) مقدار ساکارز نمونه‌های مختلف عسل را بین ۰/۰ تا ۱۴/۸۴ درصد گزارش نمودند [۲۰].



۹-۳- هیدروکسی متیل فورفورال

اندازه‌گیری HMF برای ارزیابی کیفیت عسل استفاده می‌شود. به طور کلی در عسل تازه وجود ندارد، محتوای آن در طول تهیه و نگهداری افزایش می‌یابد. سپس تخمین تازگی عسل و از آنجاییکه در جریان هیدرولیز اسیدی ساکارز تشکیل می‌شود، می‌تواند مفید باشد. وجود سطوح بالای این ترکیب احتمال تقلب در عسل با شربت اینورت را مطرح می‌کند [۲۱]. نتایج مربوط به مقدار هیدروکسی متیل فورفورال نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۳c و ۳d نشان داده شده است. مقدار هیدروکسی متیل فورفورال نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۲۵/۱۱ تا ۴۳/۲۵ و مقدار هیدروکسی متیل فورفورال نمونه‌های تجاری در محدوده ۹۵/۳۲ تا ۱۸۳/۵ متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، بیشینه مقدار هیدروکسی متیل فورفورال استاندارد عسل ۴۰ mg/kg می‌باشد. بر این اساس تنها دو نمونه عسل طبیعی از نظر میزان هیدروکسی متیل فورفورال در محدوده استاندارد قرار داشتند. مقدار هیدروکسی متیل فورفورال تمام نمونه‌های عسل تجاری خارج از محدوده استاندارد بود. موهوبی-تافینیه و همکاران (۲۰۱۸) مقدار هیدروکسی متیل فورفورال در نمونه‌های عسل الجزایر را در محدوده ۱۱/۰۴ mg/Kg تا ۸۲/۰ گزارش نمودند [۲۱]. در پژوهش دیگر مخلوفی و همکاران (۲۰۲۰) مقدار هیدروکسی متیل فورفورال را بین ۰/۵ تا ۱۲۳/۹۸ گزارش نمودند [۲۲] و عسل‌های طبیعی در پژوهش حاضر در این محدوده قرار داشتند.

نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۴e و ۴f نشان داده شده است. نسبت فروکتوز به گلوکز نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۰/۹۶ تا ۱/۳۱ و نسبت فروکتوز به گلوکز نمونه‌های تجاری در محدوده [۲۰] ۰/۵۱ تا ۳/۰۸ درصد متغیر بود. مطابق با استاندارد ملی ایران، کمینه نسبت فروکتوز به گلوکز استاندارد عسل ۰/۹ می‌باشد. بر این اساس تمام نمونه‌های عسل طبیعی و سه نمونه عسل تجاری از نظر نسبت فروکتوز به گلوکز در محدوده استاندارد قرار داشتند. بونتا و همکاران (۲۰۲۰) مقدار فروکتوز، گلوکز و نسبت فروکتوز به گلوکز نمونه‌های مختلف عسل را به ترتیب در محدوده ۳۰/۷۴ تا ۴۴/۱۶ درصد، ۲۴/۸۴ تا ۴۲/۳۰ درصد و ۰/۸۷ تا ۱/۶۸ گزارش نمودند [۲۰] که مطابق با مقادیر به دست آمده برای عسل‌های طبیعی در پژوهش حاضر است.

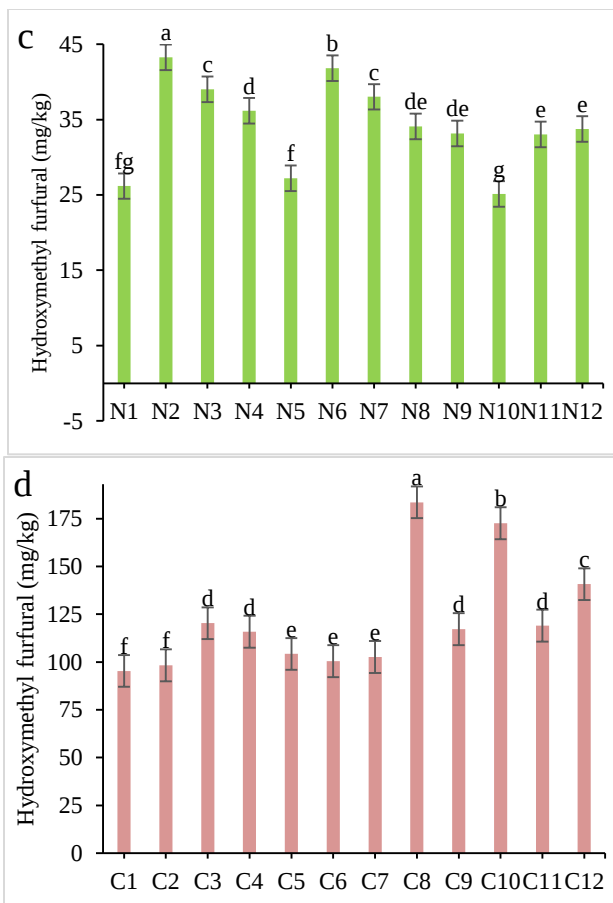
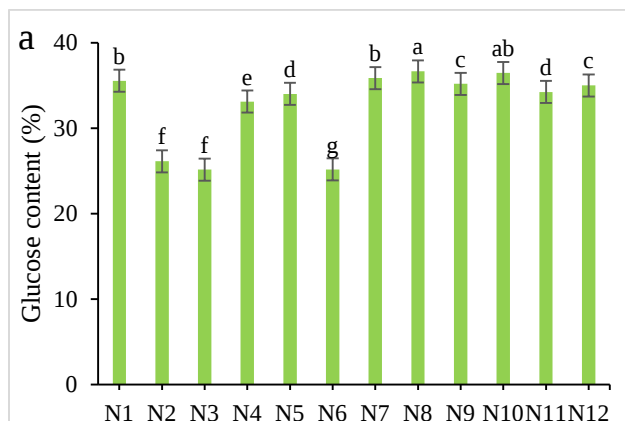


Fig. 3. Sucrose content, and hydroxymethyl fufural of different honey samples. a) and b) Sucrose content of natural and commercial honey samples, respectively. c) and d) hydroxymethyl fufural of natural and commercial honey samples, respectively.

۱۰-۳- گلوکز، فروکتوز و نسبت فروکتوز به گلوکز

نتایج مربوط به مقدار گلوکز نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۴a و ۴b نشان داده شده است. مقدار گلوکز نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۲۵/۱۷ تا ۳۶/۶۵ درصد و مقدار گلوکز نمونه‌های تجاری در محدوده ۱۸/۹۵ تا ۵۲/۴۹ درصد متغیر بود. نتایج مربوط به مقدار فروکتوز نمونه‌های عسل طبیعی و تجاری به ترتیب در شکل ۴c و ۴d نشان داده شده است. مقدار فروکتوز نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۲۴/۵۰ تا ۴۳/۲۲ و مقدار فروکتوز نمونه‌های تجاری در محدوده ۱۸/۵۴ تا ۷۷/۰۱ درصد متغیر بود. نتایج مربوط به نسبت فروکتوز به گلوکز

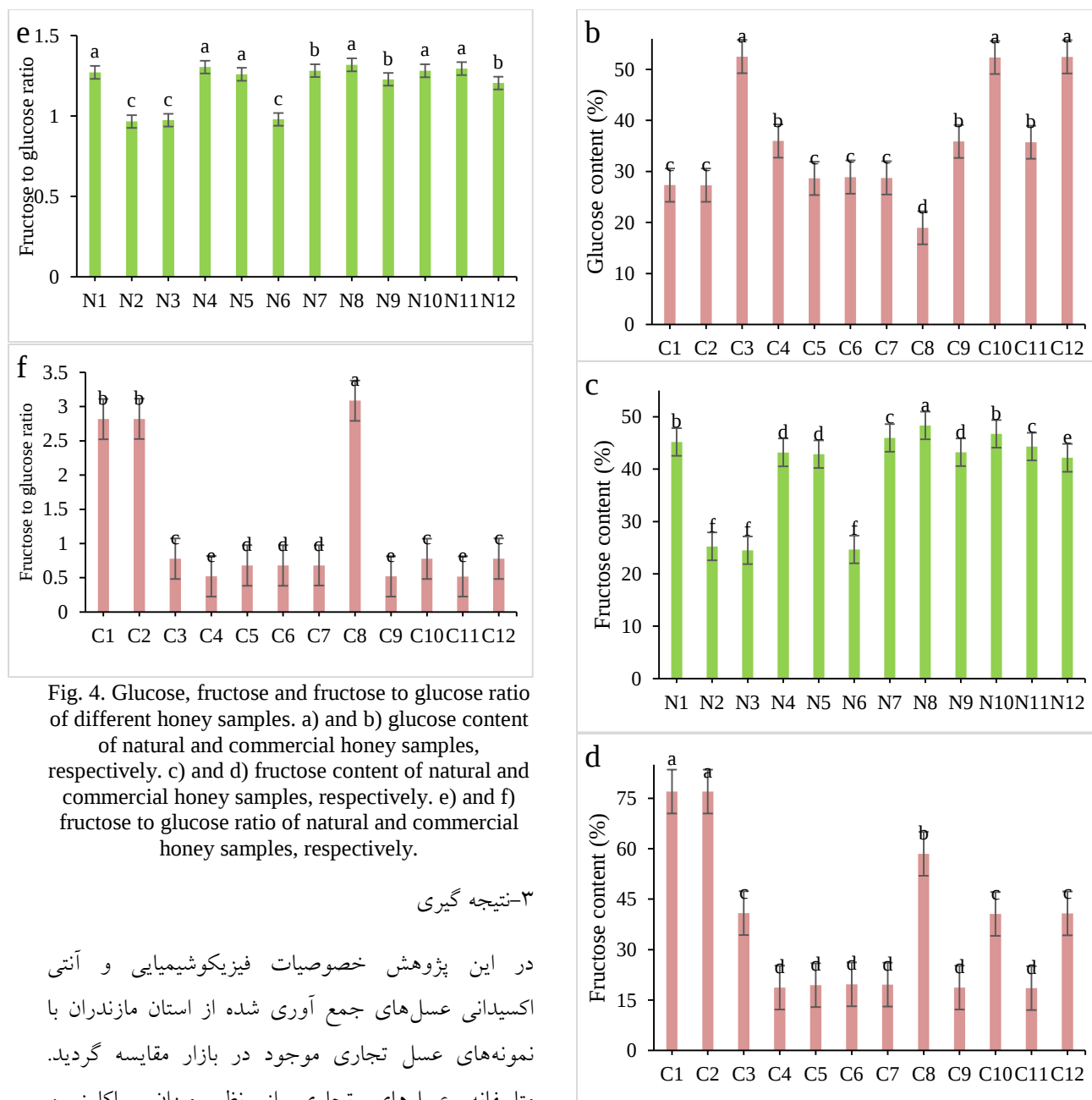


Fig. 4. Glucose, fructose and fructose to glucose ratio of different honey samples. a) and b) glucose content of natural and commercial honey samples, respectively. c) and d) fructose content of natural and commercial honey samples, respectively. e) and f) fructose to glucose ratio of natural and commercial honey samples, respectively.

۳-نتیجه گیری

در این پژوهش خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی اکسیدانی عسل‌های جمع آوری شده از استان مازندران با نمونه‌های عسل تجاری موجود در بازار مقایسه گردید. متأسفانه عسل‌های تجاری از نظر میزان ساکارز و هیدروکسی متیل فورفورال در محدوده استاندارد قرار نداشتند. عسل‌های طبیعی جمع آوری شده از مزارع استان مازندران از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی اکسیدانی مطلوب بودند که این امر گرایش مصرف کننده به استفاده از عسل‌های سنتی غیرتجاری را بیشتر می‌کند. لازم است سازمان‌های ذیربط نظارت بیشتری بر کیفیت محصول عسل داشته باشند تا افراد بتوانند با اطمینان از محصولات

عسل مورد توجه قرار بگیرد، پژوهش‌های آتی می‌تواند بر روی یافتن آزمون‌های سریع جهت شناسایی تقلبات عسل متمرکز شود.

عسل تجاری استفاده کنند و از خواص سلامت بخش عسل بهره مند شوند. با توجه به اینکه میزان ساکارز و هیدروکسی متیل فورفورال می‌تواند به عنوان شاخص کیفی در محصول

۵- منابع

- [1] Roshan, A.-R. A., Gad, H. A., El-Ahmady, S. H., Abou-Shoer, M. I., Khanbash, M. S., & Al-Azizi, M. M. (2017). Characterization and discrimination of the floral origin of sidr honey by physicochemical data combined with multivariate analysis. *Food Analytical Methods*, 10(1), 137-146.
- [2] Aljohar, H. I., Maher, H. M., Albaqami, J., Al-Mehaizie, M., Orfali, R., Orfali, R., & Alrubia, S. (2018). Physical and chemical screening of honey samples available in the Saudi market: An important aspect in the authentication process and quality assessment. *Saudi pharmaceutical journal*, 26(7), 932-942.
- [3] Mphahlele, R. R., Fawole, O. A., Makunga, N. P., & Opara, U. L. (2016). Effect of drying on the bioactive compounds, antioxidant, antibacterial and antityrosinase activities of pomegranate peel. *BMC complementary and alternative medicine*, 16(1), 1-12.
- [4] Honrado, M., Lopes, A. R., Pinto, M. A., & Amaral, J. S. (2022). A novel real-time PCR coupled with high resolution melting analysis as a simple and fast tool for the entomological authentication of honey by targeting *Apis mellifera* mitochondrial DNA. *Food research international*, 161, 111761.
- [5] Ciursa, P., & Oroian, M. (2021). Rheological behavior of honey adulterated with agave, maple, corn, rice and inverted sugar syrups. *Scientific reports*, 11(1), 1-11.
- [6] Groșilă-Constantinescu, D., Popa, G., Vișan, V., Mărgărit, G. L., Toma, R., & Barba, D. (2020). Comparative study of the quality of traditional honey and industrial honey. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 24(1), 50-54.
- [7] Albu, A., Radu-Rusu, C.-G., Pop, I. M., Frunza, G., & Nacu, G. (2021). Quality assessment of raw honey issued from eastern Romania. *Agriculture*, 11(3), 247.
- [8] Ramzi, M., Kashaninejad, M., Salehi, F., Mahoonak, A. R. S., & Razavi, S. M. A. (2015). Modeling of rheological behavior of honey using genetic algorithm-artificial neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system. *Food bioscience*, 9, 60-67.
- [9] Otmani, A., Amessis-Ouchemoukh, N., Birinci, C., Yahiaoui, S., Kolayli, S., Rodríguez-Flores, M. S., . . . Ouchemoukh, S. (2021). Phenolic compounds and antioxidant and antibacterial activities of Algerian honeys. *Food bioscience*, 42, 101070.
- [10] Belay, A., Haki, G. D., Birringer, M., Borck, H., Addi, A., Baye, K., & Melaku, S. (2017). Rheology and botanical origin of Ethiopian monofloral honey. *LWT*, 75, 393-401.
- [11] ISIRI, Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI), (2019).
- [12] Stihl, C., Chelarescu, E. D., Duliu, O., & Toma, L. (2016). Characterization of Romanian honey using physico-chemical parameters and the elemental content determined by analytical techniques. *Rom. Rep. Phys*, 68, 362-369.
- [13] Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., & Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141.
- [14] Flores, M. S. R., Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2015). Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of Quercus pyrenaica honeydew honeys. *Food Chemistry*, 166, 101-106.
- [15] Alisi, C. S., Ojiako, O. A., Igwe, C. U., Ujowundu, C. O., Anugweje, K., & Okwu, G. N. (2012). Antioxidant content and free radical scavenging activity of honeys of *Apis mellifera* of Obudu cattle ranch. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 2(4), 164.
- [16] Gül, A., & Pehlivan, T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi journal of biological sciences*, 25(6), 1056-1065.
- [17] Benlyas, M., Alem, C., & Filali-Zegzouti, Y. (2016). Evaluation of antioxidant, antibacterial and antifungal activities of eleven monofloral honey samples collected from Morocco. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(3), 299-306.

- [18] Shamsudin, S., Selamat, J., Sanny, M., Abd. Razak, S.-B., Jambari, N. N., Mian, Z., & Khatib, A. (2019). Influence of origins and bee species on physicochemical, antioxidant properties and botanical discrimination of stingless bee honey. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 239-264.
- [19] Machado De-Melo, A. A., Almeida-Muradian, L. B. d., Sancho, M. T., & Pascual-Maté, A. (2018). Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 57(1), 5-37.
- [20] Bonta, V., Dezmirean, D., Marghitas, L., Urcan, A., & Bobis, O. (2020). Sugar spectrum, hydroxymethylfurfural and diastase activity in honey: a validated approach as indicator of possible adulteration. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*.
- [21] Mouhoubi-Tafnine, Z., Ouchemoukh, S., Bey, B. M., Louaileche, H., & Tamendjari, A. (2018). Effect of storage on hydroxymethylfurfural (HMF) and color of some Algerian honey. *International Food Research Journal*, 25(3), 1044-1050.
- [22] Makhoulfi, C., Taïbi, K., & Ait Abderrahim, L. (2020). Characterization of invertase and diastase activities, 5-hydroxymethylfurfural content and hydrogen peroxide production of some Algerian honeys. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 44(5), 1295-1302.



Scientific Research

Investigating the antioxidant and physicochemical properties honeys from Mazandaran province in comparison to commercial samplesRazie Razavi¹, Reza Esmaeilzadeh Kenari^{2*}

1- Postdoctoral researcher of food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Department of food science and technology, Faculty of agricultural engineering, Sari, Iran

2- * professor of Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Department of food science and technology, Faculty of agricultural engineering, Sari, Iran

ABSTRACT

The reputation, price and high demand for honey as a complex matrix of nutrients with antioxidant properties have increased the possibility of adulteration. In this study, 12 samples of natural honey were collected from the farms of Mazandaran province, and their physicochemical and antioxidant properties were compared with 12 commercial honey samples purchased from market in Sari. Honey samples were compared for pH, acidity, moisture, and ash content, electrical conductivity, hydroxymethyl furfural, sucrose content, glucose, fructose, fructose to glucose ratio, refractive index, viscosity, content of total phenolic compounds and antioxidant activity. The results showed that average pH, acidity, total phenol, moisture, electrical conductivity and ash, almost all natural and commercial samples were within the standard range. The sucrose content and hydroxymethylfurfural in none of the commercial samples was within the standard range. Only three natural honey samples had sucrose content less than 5%. Ten samples of natural honey had less than 40 % hydroxymethylfurfural. Although total reducing sugars in natural and commercial honey samples had no statistically significant difference ($p < 0.05$), all of the natural honey samples and three commercial honey samples had fructose to glucose ratio higher than 0.9. Considering the lower quality of commercial honeys, it is suggested that the inspection organizations pay more attention to the production units of this product.

ARTICLE INFO**Article History:**

Received: 2022/12/6

Accepted : 2022/12/7

Keywords:

hydroxymethylfurfural,
phenol,
glucose,
fructose

DOI: 10.22034/FSCT.20.137.230**DOR:** 20.1001.1.20088787.1402.20.137.15.5

*Corresponding Author E-Mail:
reza_kenari@yahoo.com