



## مقایسه خصوصیات کیفی عسل تولیدی در استان‌های سیستان و بلوچستان و قزوین با تأکید بر کاربرد آنها در تشخیص تقلب عسل

امیرمهدی نوری<sup>۱</sup>، غلامحسین حقایق<sup>۲</sup>، سید محمد احمدی<sup>۳\*</sup>، محمد امین میری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲- دکتری، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳- دکتری، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۴- دکتری، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>کیفیت عسل می تواند بسته به عواملی نظیر منشأ گیاهی، منطقه جغرافیایی، روش تولید و نگهداری متفاوت باشد. با تعیین ویژگی‌های کیفی عسل می‌توان از سطح کیفی و همچنین وجود تقلب در آن اطمینان حاصل نمود. در این پژوهش برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و میکروبی ۱۴ نوع عسل استان‌های سیستان و بلوچستان و قزوین (شش نمونه عسل طبیعی و یک نمونه عسل تقلبی از هر استان) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان قند احیاء کننده نمونه‌های عسل طبیعی اختلاف معنی داری با هم ندارند. بالاترین میزان معنی دار ساکارز به نمونه‌های عسل تقلبی و کمترین میزان به نمونه‌های گون-یونجه دیال آباد قزوین و کنار چابهار تعلق داشت. میزان رطوبت نمونه‌های طبیعی عسل در محدوده ۵/۱۲ تا ۱۷/۲۱ درصد متغیر بود. فعالیت دیاستازی نمونه‌های عسل تقلبی صفر و کمترین آن در بین نمونه‌های عسل طبیعی برای گون-آویشن طارم قزوین با ۰۹/۸ DN اندازه‌گیری شد. مقدار هیدروکسی‌متیل‌فورفورال در نمونه‌های طبیعی در محدوده ۹/۳ تا ۸۰/۷ و برای نمونه‌های تقلبی ۳۴۱ و ۲۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (به ترتیب زابل و قزوین) اندازه‌گیری شد. بالاترین و کمترین نسبت فروکتوز به گلوکز بترتیب به نمونه عسل کنار چابهار (۲۲/۱) و خارشتر زابل (۶۹/۰) بدست آمد. بطورکلی عسل‌های استان سیستان و بلوچستان از ویسکوزیته بالاتری در مقایسه با نمونه‌های استان قزوین برخوردار بودند. بعلاوه، بیشترین میزان آلودگی مخمر اسموفیلیک و کپک به عسل‌های تقلبی تعلق داشت. بر اساس نتایج این تحقیق، کیفیت نمونه‌های عسل بسته به موقعیت جغرافیایی و منشأ گیاهی می‌تواند بطور معنی داری متفاوت باشد. همچنین برخی از شاخص‌های کیفی عسل مخصوصاً میزان ساکارز، فعالیت دیاستازی و محتوای هیدروکسی‌متیل‌فورفورال می‌توانند به عنوان ابزارهای مفید جهت تشخیص تقلب این محصول مورد استفاده قرار گیرد.</p>	<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۱۶</p> <p>کلمات کلیدی:</p> <p>زابل، عسل، رطوبت، مخمرهای اسموفیلیک، فعالیت دیاستازی.</p> <p>DOI: 10.22034/FSCT.19.130.329 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.130.25.4</p> <p>* مسئول مکاتبات: smahmadi@uoz.ac.ir</p>

## ۱- مقدمه

تقلبات مربوط به عسل را ارائه کنیم و همچنین سطح کیفی آن را به عنوان یک ماده غذایی طبیعی جهت مصرف‌کننده مشخص نمائیم. از طرفی تحقیقی در خصوص بررسی کیفیت عسل‌های تولید شده در منطقه سیستان و استان قزوین وجود ندارد. لذا هدف از این تحقیق بررسی کیفیت عسل‌های استان‌های سیستان و بلوچستان و قزوین بود که نتیجه آن علاوه بر آشکار کردن تأثیر منطقه جغرافیایی بر کیفیت عسل و شناسایی شاخص‌های کشف تقلبات محصول مذکور، زمینه معرفی عسل‌های مرغوب این دو استان را نیز فراهم می‌نماید که این خود سبب رونق تولید و افزایش ارزش افزوده این محصول در سطح ملی خواهد بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۱-۲- روش کار

۱۴ نمونه عسل استان‌های سیستان و بلوچستان و قزوین (شش نمونه عسل طبیعی و یک نمونه عسل تقلبی از هر استان)، تولید فصل بهار سال ۱۴۰۰ تهیه شدند. نمونه‌ها تحت شرایط مناسب در بطری شیشه‌ای ۵۰۰ گرمی بسته بندی و به آزمایشگاه منتقل و در تاریکی نگهداری شدند (اسامی نمونه‌های عسل مورد بررسی در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد). ویژگی‌های کیفی نمونه‌های عسل با استفاده از آزمون‌های ذیل بررسی گردید.

### ۲-۲- آزمون‌ها

#### ۱-۲-۲- آزمون تعیین فعالیت دیاستازی (DN)

فعالیت دیاستازی با استفاده از اسپکتروفتومتر<sup>۱</sup> (چین، ۲۰۰۰) بر اساس سنجش مقدار جذب محلول نشاسته و عسل در حمام آب با دمای ۴۰ درجه سانتیگراد در طول موج ۶۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نمودار جذب بر حسب زمان ترسیم گردید و زمان لازم ( $T_x$ ) برای رسیدن به مقدار جذب ۰/۲۳۵ تعیین گردید. سپس فعالیت دیاستازی با تقسیم عدد ۳۰۰ بر زمان اشاره شده، محاسبه گردید [۸].

#### ۲-۲-۲- آزمون هیدروکسی متیل فورفورال

ابتدا ۵ گرم از هر یک از نمونه‌های عسل توزین و با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد، سپس از مخلوط به دست آمده ۲ گرم درون فالكون منتقل و به آن ۹ میلی‌لیتر محلول سود ۰/۱۰ مول برلیتر اضافه گردید و به مدت ۳ دقیقه توسط همزن مخلوط شد. pH محلول توسط مقدار مناسبی از هیدروکلریک اسید تنظیم و سپس یک میلی‌لیتر از هرکدام از محلول‌های کارباز ۱ و ۲ به آن اضافه شد. محلول حاصل به مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. فاز شفاف رویی فیلتر شد. سپس میزان جذب محلول پس از افزودن بی‌سولفیت سدیم در طول موج‌های ۲۸۴ و ۳۳۶ نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار هیدروکسی متیل فورفورال بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم عسل طبق فرمول ذیل محاسبه گردید (۸).

عسل یک ماده غذایی طبیعی بوده که به وسیله زنبور عسل تولید می‌شود و به طور عمده شامل ترکیباتی چون کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، مواد معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، لیپیدها، فنولیک‌اسیدها و کارتنوئیدها می‌باشد [۱]. عسل به عنوان افزودنی در صدها ماده غذایی از جمله در فرآورده‌های غلات به عنوان شیرین‌کننده، نرم‌کننده بافت و ایجاد طعم و مزه مطلوب کاربرد دارد [۲]. عملکرد بیولوژیکی عسل شامل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی، بهبود زخم و فعالیت‌های ضد التهابی آن برای چندین قرن شناخته شده است. عسل دارای اثرات مهارکنندگی بر روی حدود ۶۰ گونه باکتری می‌باشد. فعالیت ضد میکروبی عسل به اسمولاریته بالا، فعالیت پراکسید هیدروژن و همچنین فاکتورهایی نظیر اسیدیته بالا، وجود ترکیبات فنلی، لیزوزیم و ... مرتبط می‌باشد [۳].

زنبورداری و تولید کندوی عسل یکی از شغل‌های با سابقه تاریخی در ایران است به طوری که در تمام فصول سال فعالیت‌های مربوط به پرورش زنبور عسل در سراسر کشور مشهود است [۴]. سهم ایران از تولید جهانی عسل ۲/۲ درصد است و با تولید سالانه حدود ۸۲ هزار تن جایگاه رتبه هفتم جهان را در اختیار دارد [۲]. مطالعات نشان داده است که روش تولید، شرایط نگهداری، منبع شهد (تک‌گل یا چندگل) میزان رسیدن، فصل برداشت و منطقه جغرافیایی بر کیفیت و خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل موثر است [۵]. شرایط آب و هوایی متنوع ایران باعث ایجاد عسل‌های مختلف از جنبه‌های حسی، ارگانولپتیکی و فیزیکوشیمیایی می‌گردد [۴].

علاوه بر این امروزه با توجه به مدیریت غلط برخی زنبورستانها از جمله فرآوری نامطلوب عسل و همچنین گران قیمت بودن عسل موجب سود جوئی برخی از افراد شده که در نتیجه کاهش ارزش تغذیه‌ای و کیفیت نامناسب این ماده غذایی را به دنبال داشته است، گاهی اوقات اجباراً یا عمداً عسل از تغذیه مصنوعی زنبوران با محلول آب و شکر و یا شیر انگور و توت تهیه می‌شود و گاهی به صورت صددرصد تقلبی به بازار عرضه میگردد [۴]. در واقع عسل به عنوان یک ماده غذایی ارزشمند و گران قیمت و مفید همواره در معرض انواع تقلبات می‌باشد [۶] که این خود به یکی از عوامل مهم پایین بودن مصرف سرانه عسل در کشور تبدیل شده است [۲]. بررسی کیفیت و تقلبات موجود در عسل‌های عرضه شده در شهرستان شیراز توسط قیصری و حمیدیان شیرازی (۱۳۸۷) آشکار نمود که ۳۱ درصد نمونه‌های مورد بررسی تقلبی هستند [۷].

بنابراین با توجه به اهمیت عسل به عنوان ماده غذایی پرنانرژی و نیز استفاده‌های آن در درمان بیماری‌ها و نیز به عنوان ماده خوش طعم‌کننده در داروها و غیره، لزوم شناخت خصوصیات کیفی این ماده غذایی با ارزش، واضح و مبرهن است [۷]. در واقع با اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی عسل‌های مختلف می‌توان مطمئن‌ترین روش‌ها را برای تشخیص

محاسبه گردید.

$$S_1 = \frac{F \times 250 \times 100 \times 100}{W \times V \times 50 \times 1000}$$

که  $F$  و  $V$  و  $W$  همان شاخص های آزمون قبلی هستند. برای محاسبه درصد ساکارز، اختلاف قندهای احیاء کننده قبل و بعد از هیدرولیز در ضریب ۹۵/۰ ضرب شد [۹].

#### ۲-۲-۷- آزمون نسبت فروکتوز به گلوکز

۲۵ میلی لیتر از محلول عسل حل شده به درون ارلن مایر درب دار ۲۵۰ میلی لیتری منتقل و ۲۰ میلی لیتر محلول ید ۱/۰ نرمال و سپس ۵ میلی لیتر از سود ۵/۰ نرمال به آن اضافه گردید. محتول ارلن به مدت ۱۵ دقیقه در جای تاریک قرار داده شد و سپس به آن ۵ میلی لیتر اسید سولفوریک ۲ نرمال اضافه گردید و بلافاصله زیادی ید با تیوسولفات سدیم ۱/۰ نرمال با استفاده از محلول چسب نشاسته تیترا شد... یک نمونه شاهد نیز همزمان با ۲۵ میلی لیتر آب مقطر در نظر گرفته شد. درصد گلوکز و فروکتوز با استفاده از فرمول های ذیل محاسبه گردید [۹].

$$\text{درصد گلوکز} = \frac{250 \times 9/1 \times D \times 100}{25 \times W \times 1000}$$

$D$ : تفاوت تیتراسیون تیوسولفات سدیم مصرفی نمونه و شاهد،  
 $W$ : وزن نمونه عسل بر حسب گرم

= مقدار فروکتوز

(مقدار گلوکز - مقدار قندهای احیاء کننده قبل از هیدرولیز)

#### ۲-۲-۸- آزمون رطوبت

مقدار رطوبت بر اساس روش رفاکتومتری و با استفاده از رفاکتومتر (Atago, ATC, Japan) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد با قرائت اندیس شکست و سپس عدد متناظر آن بر طبق جدول مربوطه تعیین گردید (۹).

#### ۲-۲-۹- آزمون خاکستر

برای تعیین خاکستر نمونه های عسل، مقدار ۵ گرم نمونه عسل در کوره الکتریکی به مدت ۵ ساعت سوزانده شد و پس از سرد شدن توزین گردید [۸].

#### ۲-۲-۱۰- آزمون ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه های عسل در محدوده ی سرعت برشی او ۵ و ۲۰ دور بر دقیقه و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد، مدل RVDV-II+pro مجهز به اسپندل شماره ۷ با قطر ۳/۱ میلی متر مورد بررسی قرار گرفت (۴).

#### ۲-۲-۱۱- آزمون شمارش مخمرهای اسموفیلیک

این آزمون مطابق با دستورالعمل استاندارد ملی ۳۱۹۶ انجام شد [۱۰].

#### ۲-۲-۱۲- آزمون شمارش کپک

این آزمون مطابق با دستورالعمل استاندارد ملی ۳-۱۰۸۹۹ انجام شد [۱۱].

#### ۲-۲-۱۳- آزمون حسی

در این آزمون، ویژگی های حسی نمونه های عسل توسط ۵ نفر از افراد آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیاب ها در

$$HMF = (A_{284} - A_{336}) \times 129/7 \times 5 \times ( \text{ضریب رقت تقسیم بر وزن} )$$

#### ۲-۲-۳- آزمون پی اچ (pH)

مقدار pH نمونه های عسل با استفاده از pH متر دیجیتالی (Romania, HI2211) در یک محلول ۱۰ درصد وزنی حجمی از نمونه عسل اندازه گیری و گزارش گردید [۸].

#### ۲-۲-۴- آزمون اسیدیته

اسیدیته به روش خنثی سازی محلول عسل (۱۰ گرم عسل در ۷۵ میلی لیتر آب مقطر) با استفاده از سود یک دهم نرمال تا رسیدن به pH ۳/۸ (با استفاده از pH متر) انجام شد و میزان سود مصرفی در محاسبه مقدار اسیدیته بر حسب میلی اکی والان بر کیلوگرم عسل گزارش گردید [۸].

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

$N$  = غلظت سود بر حسب نرمالیه؛  $V$  = میلی لیتر سود مصرفی؛

$V'$  = میلی لیتر سود مصرفی شاهد؛  $W$  = وزن نمونه بر حسب گرم

#### ۲-۲-۵- آزمون قندهای احیاء کننده قبل از هیدرولیز

قند احیاء کننده و غیر احیاء کننده و نسبت فروکتوز به گلوکز بر طبق روش لین اینون اندازه گیری شد. اگر از نمونه ی عسل در یک بشر کوچک به دقت توزین و سپس در مقداری آب مقطر حل شد و در بالن ژوژه ۲۵۰ میلی لیتری با آب مقطر به حجم رسانده شد و سپس از این محلول در یک بورت ۵۰ میلی لیتری ریخته شد. ۵ میلی لیتر از هر کدام یک از محلول های فهلینگ A و B به درون ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری انتقال داده شد و تیتراسیون مطابق روش عیارسنجی انجام شد. درصد قندهای احیاء کننده با فرمول ذیل محاسبه گردید [۹].

$$S = \frac{F \times 250 \times 100}{V \times W \times 1000}$$

$S$  = قندهای احیاء کننده در صد گرم نمونه عسل؛  $F$  = عیار فهلینگ؛  
 $V$  = میلی لیتر مصرفی بورت؛  $W$  = وزن نمونه عسل (۱ گرم)؛  
۱۰۰۰ = تبدیل میلی گرم به گرم

#### ۲-۲-۶- اندازه گیری قندهای احیاء کننده بعد از

#### هیدرولیز ( $S_1$ ) و ساکارز

۵۰ میلی لیتر از محلول عسل حل شده به درون یک بالن منتقل و به آن ۲ میلی لیتر اسید کلریدریک غلیظ اضافه گردید و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شد (۳ دقیقه تکان داده شد و ۷ دقیقه ثابت ماند). سپس محلول سرد شد و در حضور معرف فنل فتالین ابتدا با سود غلیظ و سپس با سود ۱/۰ نرمال خنثی گردید و بعد با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. در مرحله بعد این محلول به بورت ۵۰ میلی لیتری منتقل گردید. ۵ میلی لیتر از هر یک از محلول های فهلینگ به ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتر و بعد ۲۵ میلی لیتر از محلول بورت به آن اضافه شد و تا رسیدن حجم محتوی ارلن به ۴۵ میلی لیتر، آب مقطر اضافه گردید و تیتراسیون در حالت جوش ادامه یافت. درصد  $S_1$  طبق فرمول زیر

خصوص و ویژگی‌های رنگ، عطر و بو، مزه، کف و حالت فیزیکی نمونه‌های عسل با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای بصورت کیفی قضاوت نمودند [۱۲].

### ۲-۳- طرح آماری

همه اندازه‌گیری‌ها در ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده براساس طرح‌های کاملاً تصادفی و میانگین صفات کمی با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد [۱۳].

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- فعالیت دیاستازی (DN)

آنالیز آماری نشان داد اختلاف معنی‌داری بین فعالیت دیاستازی نمونه‌های عسل مورد بررسی وجود دارد. طبق جدول ۱، فعالیت دیاستازی نمونه‌های عسل طبیعی در دامنه ۱۱/۸ تا ۶/۱۱ (DN) قرار داشت که نشان می‌دهد که همگی در محدوده مجاز استاندارد عسل ایران قرار دارند (۴). نمونه‌های عسل گون-یونجه دیال‌آباد قزوین، کنار چابهار، چند گیاه خاش و سیاهدانه مشکین قزوین بترتیب با ۸۰/۱۱، ۶/۱۱، ۲/۱۱ و ۱۰/۱۱ DN بالاترین و عسل‌های خارشر زابل (۲۶/۸)، گون رازمیان قزوین (۱۵/۸) و عسل گون-آویشن طارم قزوین (۰۹/۸) به ترتیب کمترین میزان فعالیت دیاستازی را دارا بودند. Tosi و همکاران در سال ۲۰۰۸، مقدار فعالیت دیاستازی عسل گیاه سیاهدانه را ۲/۱۱ گزارش نمودند [۱۴] که تقریباً با میزان فعالیت دیاستازی عسل سیاهدانه مشکین قزوین در تحقیق حاضر یکسان بود. بر اساس مطالعات قبلی، نوع گیاه مورد استفاده توسط زنبور عسل تأثیر بسزایی بر میزان فعالیت دیاستازی عسل دارد [۱۵]. البته باید توجه داشت که شرایط نگهداری و همچنین حرارت زیاد در حین استخراج عسل می‌تواند موجب کاهش فعالیت یا حتی نابودی این آنزیم گردد [۱۶ و ۴] مقادیر پایین عدد دیاستازی در برخی نمونه‌ها را میتوان به تیمار حرارتی شدید و یا شرایط نگهداری نسبت داد.

همانطور که انتظار می‌رفت عسل‌های تقلبی فاقد فعالیت آنزیمی دیاستازی بودند در واقع فعالیت دیاستازی تنها شاخصی بود که مقدار آن در نمونه‌های مذکور صفر اندازه‌گیری شد. لذا با توجه به وجود اختلاف زیاد بین فعالیت دیاستازی نمونه‌های عسل طبیعی و نمونه‌های عسل تقلبی، این شاخص می‌تواند جهت تشخیص تقلب در این محصول مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه عدم وجود فعالیت دیاستازی صرفاً به معنی تقلبی بودن عسل و یا بیش از حد حرارت دیدن عسل نیست [۴]. این نتایج با یافته‌های رمزی و همکاران مطابقت داشت [۴].

### ۳-۲- میزان هیدروکسی متیل فورفورال

مقادیر هیدروکسی متیل فورفورال و فعالیت دیاستازی دو فاکتور

مهم برای مشخص کردن تازگی یا کهنگی و تقلب در عسل می‌باشند [۱۷]. نتایج تحقیق حاضر نیز (جدول ۱) نشان داد که این آزمون همانند آزمون فعالیت دیاستازی، می‌تواند معیاری خوبی در تشخیص تقلب در عسل باشد چرا که مقادیر این شاخص در نمونه‌های عسل طبیعی در محدوده ۹/۳ تا ۸/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم قرار داشت که با استاندارد عسل (بیشینه ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) مطابقت داشت در حالیکه این شاخص برای نمونه‌های تقلبی زابل و قزوین به ترتیب ۳۴۱ و ۲۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شد که اختلاف زیادی با نمونه‌های طبیعی و حتی مقدار مجاز استاندارد داشتند. در تحقیقات انجام شده بر روی عسل‌های منطقه‌ی پاتاگونیا در کشور آرژانتین، میزان هیدروکسی‌متیل‌فورفورال عسل‌های مورد بررسی بین صفر تا ۷/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است [۱۸]. این شاخص برای نمونه‌های عسل استان آذربایجان شرقی به ترتیب برای اهر، تبریز و کلیبر ۳/۱۵، ۴/۳۸ و ۴/۳۷ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است [۱۷]. در این تحقیق، نمونه عسل کنار چابهار (با ۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) دارای کمترین مقدار هیدروکسی‌متیل‌فورفورال نسبت به سایر نمونه‌ها بود که می‌توان گفت این نمونه عسل از نظر محتوی ترکیب مضر هیدروکسی‌متیل‌فورال از کیفیت بالایی برخوردار است [۱۸]. رمزی و همکاران میزان هیدروکسی متیل فورفورال نمونه‌های عسل طبیعی استان گلستان را بین ۳/۵ تا ۶/۱۰ و نمونه شکر و تقلبی را به ترتیب ۶/۹ و ۵/۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری کردند که مقدار هیدروکسی متیل فورفورال نمونه تقلبی خیلی بیشتر از مقدار مجاز استاندارد بود و قابل مقایسه با مقدار اندک هیدروکسی متیل فورفورال حاصل از اثر حرارت بر قندهای عسل یا نگهداری طولانی مدت عسل نمی‌باشد این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت [۴].

به طور کلی یک نشانه‌ی فرآوری خوب عسل بعد از برداشت از کندو، میزان هیدروکسی متیل فورفورال در عسل می‌باشد. میزان این ترکیب در عسل تازه عملاً یا وجود ندارد و یا در مقادیر بسیار ناچیز حضور دارد، در حالیکه میزان آن در عسل‌های حرارت دیده، نگهداری شده در شرایط نامساعد دمایی یا مخلوط شده با شربت اینورت (تقلبی شدن) بسیار بالاست. به همین دلیل اندازه‌گیری هیدروکسی متیل فورفورال یکی از پارامترهای مهم در عسل می‌باشد که به طور گسترده برای تعیین طبیعی بودن و حرارت ندیدن عسل به کار گرفته میشود [۱۷]. برخی از عسل‌های تجاری در منطقه‌ی گوآدالاجارا در مکزیک به دلیل گرما دیدن بیش از حد در فرآیند بسته‌بندی، سطح هیدروکسی‌متیل‌فورفورال بالاتر از حد قابل قبول داشتند [۱۹]. بنابراین با دقت در فرآوری عسل پس از برداشت از کندو می‌توان میزان این شاخص کیفی بسیار مهم را در آن در حد پائینی حفظ

مربوط باشد. البته مقدار pH پایینتر از حد استاندارد در عسل‌های طبیعی نیز می‌تواند بدلیل برداشت زودتر از موعد عسل از کندو اتفاق بیفتد که در این حالت به علت بالاتر بودن میزان رطوبت ممکن است عسل دچار تخمیر اسیدی گشته و بر میزان اسیدیته آن افزوده شود که در نهایت با نزول pH همراه است [۴].

Bath و Singh (۱۹۹۹) گزارش نمودند که حرارت دادن عسل می‌تواند منجر به افزایش اسیدیته کل، اسیدیته آزاد و میزان لاکتون و در نتیجه کاهش pH و به دنبال آن تغییر مزه عسل به سمت مزه‌های اسیدی و ترش گردد [۲۳].

### ۳-۴- اسیدیته

اسیدیته یکی از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت عسل است. میزان اسیدیته در عدم رشد میکروب‌ها در عسل موثر است. فعالیت میکروب‌ها در عسل باعث افزایش اسیدیته و ایجاد طعم نامطلوب در آن می‌شود [۱۷]. مشابه نتایج آزمون pH، کمترین مقادیر اسیدیته به نمونه‌های عسل تقلبی تعلق داشت (جدول ۱).

اسیدیته عسل به علت حضور اسیدهای آلی، عمدتاً اسید گلوکونیک، اسید پیروویک، اسید مالئیک و اسید سیتریک در تعادل با لاکتون‌های متناظر یا استرهای داخلی خود، ویون‌های غیرآلی مانند فسفات، سولفات و کلرید می‌باشد [۲۴]. در کل، عسل صرف نظر از منشأ جغرافیایی متنوع خود، دارای یک طبیعت اسیدی می‌باشد. آنالیز همبستگی صفات، تأثیر دو عامل قند کاهنده (۸۳۱/۰-) و خاکستر (۸۶/۰) را بر میزان اسیدیته نشان می‌دهد (جدول ۳) که این شاخص‌ها به ترتیب بیشترین تأثیر مثبت و منفی را بر این شاخص کیفی دارند [۲۵]. بر خلاف مقادیر pH که در آن نمونه‌های عسل تقلبی دارای مقادیر کمتر از استاندارد بودند، مقادیر اسیدیته کلیه نمونه‌های مورد بررسی در محدوده ۹/۱۳ تا ۷۹/۱۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم قرار داشت که کمتر از حداکثر مجاز تعیین شده در استاندارد عسل بود (۴۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم). رمزی و همکاران مقادیر اسیدیته کل نمونه‌های عسل استان گلستان را بین ۵/۱۳ تا ۶/۳۸ گزارش نمودند. مقادیر قابل قبول اسیدیته گویای فقدان تخمیر نامطلوب در نمونه‌ها می‌باشد [۴]. همچنین آنها کمترین اسیدیته را برای نمونه عسل تقلبی (۵/۱۳) گزارش کردند. این نتایج با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد [۴]. بر اساس نتایج فوق می‌توان گفت که اسیدیته نمی‌تواند در شناسایی تقلب در عسل سودمند باشد با این وجود همانطور که در ابتدای بحث نیز بیان شد این شاخص می‌تواند در تشخیص میزان آلودگی عسل مفید باشد چرا که مقادیر اسیدیته بالا گویای تخمیر نامطلوب در این محصول می‌باشد [۲۴]. نتایج این تحقیق همچنین آشکار نمود که همانند یافته‌های قبلی، ارتباط مستقیمی بین pH و اسیدیته آزاد نمونه‌های عسل وجود ندارد که این به خاطر عمل بافری اسیدهای مختلف و مواد معدنی موجود می‌باشد

نمود و از کاهش کیفیت این محصول با ارزش جلوگیری نمود. البته باید متذکر شد که عوامل متنوعی در تشکیل هیدروکسی‌متیل‌فورفورال نقش دارند در واقع علاوه بر تیمار حرارتی، شرایط نگهداری، ترکیب عسل، pH و منابع گیاهی نیز تأثیرگذار می‌باشند [۱۷ و ۱۹].

نتایج جدول ۳ وجود یک همبستگی مثبت بسیار بالا بین میزان هیدروکسی‌متیل‌فورفورال و پارامترهای قند احیاءکننده، ساکارز و همچنین رطوبت (به ترتیب ۹۷۵/۰، ۹۸۱/۰ و ۰/۶۶۲) را در سطح معنی‌داری ۱ درصد نشان می‌دهد. به طوری که با افزایش میزان پارامترهای مذکور، مقدار این شاخص در نمونه‌های عسل افزایش یافته است. مثلاً در عسل‌های تقلبی به دلیل وجود حداکثر میزان رطوبت، ساکارز و قند‌های احیاءکننده سطح زیادی از تولید هیدروکسی‌متیل‌فورفورال را شاهد هستیم [۲۱]. در صورتی که با کاهش این شاخص‌ها در عسل‌های گون-یونجه دیال‌آباد قزوین و کنارچابهار، پایین‌ترین محتوای هیدروکسی‌متیل‌فورفورال وجود داشت. با توجه به عدم معنی‌داری قند احیاءکننده در نمونه‌های طبیعی به نظر می‌رسد میزان رطوبت تأثیر بیشتری در تولید هیدروکسی‌متیل‌فورفورال عسل دارد چراکه عسل خارشتر علی‌رغم دارا بودن بالاترین میزان ساکارز در بین نمونه‌های طبیعی اما بدلیل رطوبت پائین‌تر، از میزان هیدروکسی‌متیل‌فورفورال کمتری (۳۵/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در مقایسه با اغلب نمونه‌هایی که ساکارز پائین‌تری دارند، برخوردار بود.

### ۳-۳- پی‌اچ (PH)

نتایج (جدول ۱) نشان داد که نمونه‌های عسل مورد بررسی دارای pH اسیدی هستند. استاندارد جهانی pH عسل را بین ۲/۳ تا ۵/۴ تعیین کرده است [۲۲]. بر این اساس بجز دو نمونه عسل تقلبی بقیه نمونه‌ها در رنج استاندارد جهانی قرار داشتند. در بین نمونه‌های عسل طبیعی مورد بررسی بیشترین میزان pH مربوط به عسل یونجه قاقازان قزوین با میانگین ۹/۳ و کمترین آن به نمونه‌های عسل خارشتر زابل و گون-آویشن طارم قزوین (هر دو با pH ۳/۳) تعلق داشت. به طور کلی نمونه‌های عسل استان قزوین از pH پائین‌تری در مقایسه با نمونه‌های عسل استان سیستان و بلوچستان برخوردار بودند. میانگین شاخص کیفی pH عسل‌های منطقه‌ی پاتاگونیا<sup>۱</sup> در کشور آرژانتین (۷/۴) گزارش شده است [۱۸]. رمزی و همکاران میزان pH عسل‌های استان گلستان را بین ۱۲/۳ تا ۹۱/۳ گزارش کردند (۴) که مشابه تحقیق حاضر کمترین مقدار به عسل تقلبی تعلق داشت. همچنین میانگین pH نمونه‌های عسل اهر، تبریز و کلیبر به ترتیب ۸۲/۳، ۷۲/۳ و ۷۸/۳ گزارش شده است که در بین آنها عسل کنار و عسل بهارنارنج به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار pH را به خود اختصاص دادند [۱۷]. مقادیر پائین pH در نمونه‌های تقلبی می‌تواند به علت استفاده از اسید جهت هیدرولیز ساکارز

جغرافیایی بر میزان ساکارز تاثیرگذار باشد. نتایج مشابه توسط رمزی و همکاران گزارش شده است آنها میزان ساکارز نمونه های عسل جنگل، کوهستان، آفتابگردان و عشقه را به ترتیب ۷/۲، ۸۸/۰، ۴، ۷/۱ گزارش کردند در صورتیکه محتوای ساکارز نمونه های شکری و تقلبی تحقیق آنها به ترتیب ۱/۶ و ۱۰ درصد یعنی بیشتر از حد مجاز استاندارد بود [۴]. در تحقیقی دیگر درصد ساکارز نمونه های عسل آذربایجان شرقی شامل نمونه های عسل تبریز و کلیبر به ترتیب ۰۳/۳ و ۱۱/۳ درصد گزارش شده است که بطور معنی داری از میزان ساکارز بالاتری در مقایسه با نمونه های اهر (۵۳/۲ درصد) برخوردار بودند [۱۷]. میزان ساکارز نمونه های عسل کشور لهستان با منشأ گل یکسان مرکبات مانند بانکسیا، هدیسااروم، مدیکاگو، روبینیا، حداکثر ۱۰ درصد و برای عسل های لاواندولا، ۱۵ درصد گزارش شده است [۲۵]. ترکیب متفاوت قندها در نمونه های عسل طبیعی به ترکیبات شیمیایی متفاوت دانه های گرده، گیاهان و گل هایی که توسط زنبور عسل استفاده گردیده است، نسبت داده می شود [۴].

Guler و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه شان نتیجه گرفتند که اضافه کردن شیره شکر (ساکارز) به جیره غذایی زنبور عسل تأثیر چندانی بر درصد ساکارز عسل ندارد. بطوریکه میزان ساکارز نمونه های عسلی که به این شیوه تولید شده بودند، پائین تر از حداکثر مجاز تعیین شده در استاندارد بود. آن‌ها دلیل این پدیده را اینگونه توجیه نمودند که ۹۵ درصد ساکارز در دسترس، توسط آنزیم اینورتاز تولیدی زنبورهای کارگر به گلوکز و فروکتوز تبدیل می‌گردد [۲۷]. این مطالب دلالت بر این دارد که میزان ساکارز شاخص قابل اعتمادی برای تشخیص عسل خالص از عسل تولید شده توسط تغذیه زنبور با شیره شکر نیست. به طور کلی محتوای زیاد ساکارز را می‌توان به تغذیه بیش از حد زنبور عسل با شربت ساکارز، تقلبی شدن، و یا برداشت زودتر از موعد عسل که در آن ساکارز هنوز به طور کامل به گلوکز و فروکتوز تبدیل نشده است، نسبت داد. در اکثر موارد زمانی که شیرابه قند به مقدار زیادی استفاده شود زنبور توانایی نخواهد داشت تا تمامی این قندها را به قندهای احیاءکننده تبدیل کند و در نتیجه در آنالیز چنین عسلهایی مقدار ساکارز بیشتری وجود دارد. البته در اثر امتزاج مستقیم شیرابه قندی غلیظ نیز ممکن است شاهد بالا بودن مقدار ساکارز باشیم [۱۷].

### ۳-۷- نسبت فروکتوز به گلوکز

مشابه نتایج آزمون ساکارز، دامنه تغییرات نسبت فروکتوز به گلوکز نمونه های عسل نیز زیاد بود به طوری که عسل های

[۲۶]. به عنوان مثال می توان به مقادیر اسیدیته و pH نمونه های عسل یونجه قاقازان قزوین (به ترتیب ۶/۱۷ و ۹/۳) و گون رازمیان قزوین (به ترتیب ۸/۱۹ و ۴/۳) اشاره نمود. ضریب همبستگی پایین این دو شاخص (۳۳۶/۰) بدون معنی داری، جدول ۳) گویای این مطلب است.

### ۳-۵- قندهای احیاء کننده

قندهای احیاءکننده عسل که عمدتاً شامل گلوکز و فروکتوز می‌باشند، اجزای عمده و اصلی تشکیل دهنده عسل می‌باشند (۱۵). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین میزان قند احیاءکننده به نمونه های عسل تقلبی قزوین و زابل به ترتیب با ۴/۸۲ و ۹۲/۸۱ درصد تعلق دارد که به طور معنی داری با سایر نمونه های عسل مورد بررسی اختلاف نشان می داد. کمترین میزان قند احیاءکننده به عسل گون-آویشن طارم و گون رازمیان قزوین تعلق داشت اما اختلاف معنی داری در بین نمونه های عسل طبیعی دو استان مشاهده نشد. همچنین میزان قند احیاءکننده تمامی نمونه های عسل با مقادیر استاندارد عسل ایران که کمینه آن را ۶۵ گرم در ۱۰۰ گرم تعیین کرده است، مطابقت داشت [۹]. رمزی و همکاران در بررسی ۴ نمونه عسل طبیعی استان گلستان و همچنین ۲ نمونه عسل تقلبی و نمونه شکری، بیشترین مقدار قند احیاء کننده را برای نمونه عسل شکری و کمترین مقدار را برای نمونه عسل آفتابگردان گزارش کردند در حالیکه بر خلاف نتایج این تحقیق، در مطالعه آنها بین میزان قند احیاء کننده نمونه تقلبی با کلیه نمونه های طبیعی اختلاف معنی داری نداشت [۴].

### ۳-۶- ساکارز

مقادیر ساکارز نمونه های عسل مورد بررسی (جدول ۱) آشکار نمود که میزان این قند به عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده عسل می‌تواند بسیار متغیر باشد ( $p > 0/05$ ) به طوری که این شاخص در عسل های تقلبی زابل و قزوین به ترتیب ۳/۱۱ و ۱/۱۰ درصد اندازه گیری شد که بیشتر از حد مجاز استاندارد (بیشینه ۵ درصد) بود. در واقع مقادیر ساکارز نمونه های عسل تقلبی بیش از ۳ برابر ساکارز اغلب نمونه های عسل طبیعی بود. نتایج همچنین آشکار نمود که بین سایر نمونه های عسل دو استان نیز از نظر میزان ساکارز اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که عسل خارشتر زابل با میزان ساکارز ۴/۷۱ درصد بالاترین مقدار این قند را به خود اختصاص داد و در رده بعدی نمونه خارگز (۸۹/۲ درصد) و گون-آویشن طارم قزوین (۸۱/۲ درصد) قرار داشتند. همچنین نتایج نشان داد که نمونه های عسل با کمترین میزان ساکارز در هر دو استان وجود دارند یعنی نمونه گون-یونجه دیال آباد قزوین و کنار چابهار به ترتیب با ۰۹/۲ و ۱۲/۲ درصد ساکارز. این نتایج نشان می دهد که نوع گل مورد تغذیه می تواند بیشتر از منطقه

- 1 Banksia Cuneata
- 2 Hedysarum
- 3 Medicago
- 4 Robinia
- 5 Lavandula

گون-یونجه دیال آباد قزوین (۲/۱) و کنار چابهار (۲۲/۱) بیشترین و عسل خارشتر زابل کمترین مقدار (۶۹/۰) این شاخص را به خود اختصاص دادند که نشان از وجود بیش از ۵۰ واحد تغییر این شاخص در بین نمونه های عسل طبیعی داشت. همچنین نتایج نشان داد که عسل تقلبی زابل و قزوین (به ترتیب ۵۲/۰ و ۴۹/۰) کمترین میزان این شاخص را در بین نمونه ها دارا هستند (جدول ۱). حد قابل قبول این شاخص بر اساس استاندارد عسل ایران حداقل ۹/۰ تعیین شده است [۹]. بنابراین نمونه های عسل خارشتر زابل و عسل های تقلبی دارای مقادیر غیر استاندارد بودند. این نتایج با یافته های رمزی و همکاران که میزان این شاخص را برای نمونه های عسل طبیعی استان گلستان در محدوده استاندارد و برای نمونه عسل تقلبی کمترین مقدار (۵۶/۰) را گزارش کرده اند [۴]، مطابقت داشت. حسین پناهی و امامی فر در سال ۱۳۹۹، میانگین نسبت فروکتوز به گلوکز در نمونه های عسل شهرستان های سمنان، سقز و قروه را به ترتیب ۱۶/۱، ۲۶/۱ و ۱/۲۷ گزارش کردند [۲۸]. نسبت فروکتوز به گلوکز در عسل، به مقدار قابل توجهی به منبع شهد بستگی دارد [۲۰ و ۴]. ضرایب همبستگی صفات (جدول ۳) نشان می دهد یک همبستگی مثبت قوی (۹۲۶/۰ در ۱ درصد معنی داری) بین این پارامتر و فعالیت دیاستازی نمونه های عسل وجود دارد. بطور کلی نتایج این تحقیق و نتایج رمزی و همکاران [۴] نشان داد که با افزایش فعالیت دیاستازی، نسبت فروکتوز به گلوکز نمونه های عسل افزایش می یابد بطوریکه در تحقیق حاضر با نزدیک شدن مقادیر فعالیت دیاستازی نمونه های عسل به عدد ۹ (به عنوان مثال عسل آفتابگردان سوگاه الموت قزوین)، نسبت فروکتوز به گلوکز به مقادیر بیش از ۱ گرایش داشته است اگرچه این یک قاعده کلی نبود (جدول ۱). مقدار فروکتوز به مقدار گلوکز نشان دهنده توانایی عسل به کریستالیزه شدن (شکرک زدن) است. سرعت کریستالیزه شدن هنگامیکه این نسبت از ۳/۱ تجاوز کند، کم و هنگامیکه این نسبت از ۱ کمتر باشد، زیاد می شود [۲].

### ۳-۸- رطوبت

رطوبت تنها معیاری کیفی عسل است که در تجارت جهانی باید به اندازه کافی باشد. بیشترین میزان رطوبت تعیین شده در طرح جدید استاندارد عسل، ۲۱ درصد می باشد [۲]. نتایج آزمون رطوبت نشان داد که منطقه جغرافیایی اثر معنی داری بر رطوبت نمونه های عسل دارد. به طور کلی نمونه های عسل استان قزوین (میانگین ۵/۱۶) از میزان رطوبت بالاتری در مقایسه با نمونه های استان و بلوچستان (میانگین ۴/۱۵) بودند به گونه ای که عسل گون-آویشن طارم قزوین با میزان رطوبت ۲۱/۱۷ درصد و عسل خارشتر زابل با میزان رطوبت ۵/۱۲ درصد به ترتیب از بالاترین و کمترین میزان رطوبت در بین نمونه های عسل طبیعی برخوردار

بودند. در واقع رطوبت تمامی نمونه های عسل از حد استاندارد جهانی کمتر بود که نشان دهنده کیفیت خوب نمونه های مورد بررسی می باشد. رطوبت عسل با توانایی آن به مقاومت در برابر تخمیر و کریستالیزاسیون طی نگهداری ارتباط دارد و با کاهش رطوبت، زمان ماندگاری افزایش پیدا می کند [۱۷]. بشارتی و همکاران شاخص های کیفی نمونه های عسل آذربایجان شرقی را بررسی کردند. آنها میانگین درصد رطوبت نمونه های عسل کلبر را ۶/۱۷ درصد اندازه گیری کردند که بطور معنی داری بالاتر از نمونه های عسل تبریز و اهر بود [۱۷] و همچنین از میانگین رطوبت نمونه های عسل طبیعی این تحقیق مخصوصاً استان سیستان و بلوچستان (۴/۱۵ درصد) بیشتر می باشد همانطور که در ابتدا نیز ذکر گردید یک دلیل مهم این اختلافات می تواند به شرایط دمایی متفاوت مناطق جغرافیایی نسبت داده شود. عموماً با توجه به منشأ جغرافیایی. محتوای رطوبت عسل های مختلف از مقدار کمیته ۶/۱۰ درصد [۲۰] تا بیشینه ۲۹ درصد [۳۰] فرق می کند. همانطور که در جدول ۱ می توان مشاهده نمود میزان رطوبت تمامی نمونه های عسل حتی نمونه های عسل تقلبی در محدوده استاندارد (حداکثر ۲۰ درصد) قرار داشتند. مشابه تحقیق حاضر، میزان رطوبت عسل های استان گلستان و حتی نمونه تقلبی در محدوده استاندارد گزارش شده است. لذا به نظر می رسد که این شاخص نمی تواند کمکی جهت تشخیص تقلب عسل بشمار آید [۴]. محتوای رطوبت عسل بستگی به فصل برداشت، درجه رسیدگی در کندو، منابع گیاهی، ترکیب شیمیایی و همچنین شرایط آب و هوایی و موقعیت جغرافیایی دارد [۲۹]. نتایج تحقیق حاضر هم اثبات نمود که منطقه جغرافیایی تنها عامل موثر بر رطوبت نیست چرا که عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین (با میزان رطوبت ۵/۱۵ درصد) از محتوای رطوبت کمتری در مقایسه با نمونه های عسل استان سیستان و بلوچستان (بجز نمونه عسل خارشتر زابل) برخوردار بود. میزان همبستگی درصد رطوبت با قند احیاء کننده و ساکارز به ترتیب ۶۳۸/۰ و ۵۵۵/۰ در سطح معنی داری ۵ درصد (جدول ۳) این ادعا را تایید می کند.

### ۳-۹- خاکستر

محتوای خاکستر نمونه ها از ۰۲/۰ درصد وزنی برای عسل تقلبی قزوین تا ۴۱/۰ درصد وزنی برای عسل گون رازمیان قزوین متغیر بود (جدول ۱) که نشان می دهد که اولاً تمامی این مقادیر در محدوده استاندارد عسل ایران قرار دارند (حداکثر ۶/۰ درصد) و همچنین نشانگر فقدان تقلب احتمالی ناشی از ملاس می باشد [۲۴]. در بین نمونه های عسل، نمونه های خارگز زابل، عسل خارشتر زابل، آفتابگردان سوگاه الموت قزوین و گون رازمیان قزوین به ترتیب با میزان خاکستر ۳۲/۰، ۳۵/۰، ۳۸/۰ و ۴۱/۰ در مقایسه با سایر نمونه ها از مقادیر درصد خاکستر بالاتری

دو نمونه عسل کوهستان و تقلبی حاوی مقادیر رطوبت یکسان هستند، اما در تمام دماها مقدار ویسکوزیته نمونه تقلبی بیشتر از ویسکوزیته نمونه عسل کوهستان می باشد، آنها نتیجه گرفتند که ویسکوزیته عسل علاوه بر دما و رطوبت به ترکیبات موجود در آن، نظیر درصد ساکارز بستگی دارد [۴]. بنابراین بر اساس این مطالب میتوان بیان کرد که غلظت مقدار مواد جامد محلول یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر ویسکوزیته می باشد [۳۴ و ۴].

### ۳-۱۱- آلودگی مخمرهای اسموفیلیک و کپک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بسته به موقعیت جغرافیایی اختلاف معنی داری در میزان آلودگی کپک و مخمر نمونه های عسل وجود دارد (جدول ۱). بر اساس نتایج بیشترین میزان آلودگی مخمر اسموفیلیک مربوط به عسل تقلبی زابل با میانگین ۸ عدد و کمترین آن مربوط به عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین، عسل کلزا ایرانشهر، عسل کنار چابهار و عسل یونجه خاش با میانگین ۳ عدد در ۱۰ گرم نمونه مشاهده شد. آنالیز شمارش کپک نیز نشان داد که محیط عسل برای رشد کپک ها در مقایسه با مخمرهای اسموفیلیک مساعدتر است به طوری که برخلاف تعداد مخمرهای اسموفیلیک، تعداد کپک ها در نمونه های تقلبی به طور بسیار معنی داری بیشتر از نمونه های طبیعی عسل بود. مخمرها می توانند قندها، الکل ها و اسیدهای ارگانیک را جهت تامین انرژی مورد نیازشان متابولیزه کنند اما کپک ها توانایی بیشتری در تجزیه اکثر مواد غذایی و حتی مواد معدنی دارند به همین دلیل محیطی چون عسل برای فعالیت کپک ها مساعدتر است. در این تحقیق حداکثر میزان کپک برای عسل تقلبی قزوین و در رده بعدی عسل تقلبی زابل (بترتیب ۵۲ و ۴۷ کلنی در گرم) و کمترین آن مربوط به عسل های گون-یونجه دیال آباد قزوین و کنار چابهار (به ترتیب ۶ و ۸ کلنی در گرم) تعیین شد.

بررسی اثر همبستگی صفات (جدول ۳) نشان می دهد که مهمترین عوامل بازدارنده بر میزان رشد مخمر و کپک نمونه های عسل، فعالیت دیاستاز (۰/۸۹۳- و ۰/۹۶۶-)، نسبت فروکتوز به گلوکز (۰/۸۵۴- و ۰/۹۱۳-) به ترتیب برای مخمر و کپک بودند. بنابراین می توان گفت دلیل بار میکروبی پائین نمونه های عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین، و عسل کنار چابهار عمدتاً فعالیت دیاستاز و نسبت فروکتوز به گلوکز بالا بود در صورتی که نمونه های عسل تقلبی به دلیل مساعد نبودن پارامترهای مذکور از میزان آلودگی بسیار بالاتری برخوردار بودند. بشارتی و همکاران دلیل کیفیت میکروبی بهتر نمونه های شهر تبریز و کلیبر را نسبت به نمونه های اهر را میزان بالاتر مواد جامد محلول نسبت دادند. علاوه بر این، آنها دلیل دیگر این پدیده را به اسیدیته بالای نمونه های مذکور مرتبط دانسته اند [۱۷] در صورتیکه نتایج این تحقیق نشان می دهد (جدول ۱ و ۳) اسیدیته از عوامل تأثیرگذار

برخوردار بودند. میانگین خاکستر نمونه های عسل کشور پرتغال ۰/۳ درصد (۳۱) و میانگین مقدار خاکستر نمونه های عسل کشور الجزایر ۰/۶ درصد گزارش شده است [۳۲]. اختلافات موجود در محتوای مواد معدنی عسل عموماً بستگی به خاکی دارد که گیاه تولیدکننده شهد در آن مستقر شده است [۲۹]. همچنین تنوع در محتوای خاکستر عسل ها را نیز می توان به فرآیندهای برداشت، تکنیک های زنبورداری و مواد جمع آوری شده توسط زنبورها در طی جستجوی شهد گیاهان نسبت داد [۳۳]. در تحقیق حاضر کمترین میزان خاکستر در نمونه های تقلبی مشاهده شد که با توجه به تأثیر منشا گیاهی در میزان خاکستر عسل قابل انتظار می باشد. این نتایج با نتایج رمزی و همکاران که کمترین میزان خاکستر را در نمونه تقلبی و به دنبال آن در نمونه شکری اندازه گیری نمودند [۴]، مطابقت دارد.

### ۳-۱۰- ویسکوزیته

نتایج آزمون ویسکوزیته حاکی از آن بود که اولاً کلیه نمونه های عسل از نوع سیال نیوتنی می باشند چراکه ویسکوزیته آنها در سرعت برش های مختلف ثابت بود (اشکال نمایش داده نشد). عموماً عسل یک سیال نیوتنی می باشد [۳۴]. ثانیاً بطور کلی نمونه های عسل استان سیستان و بلوچستان دارای ویسکوزیته معنی دار بالاتری در مقایسه با نمونه های استان قزوین هستند. ویسکوزیته عسل به عوامل مختلفی از جمله میزان رطوبت، دما و ترکیبات موجود در آن بستگی دارد بطوریکه با افزایش محتوای آب و دما به میزان قابل توجهی کاهش می یابد [۳۴]. نمونه عسل خارشتر با کمترین میزان رطوبت (۵/۱۲ درصد) بالاترین ویسکوزیته (۵/۳۹) را در بین نمونه های عسل طبیعی دارا بود. در واقع با کاهش میزان رطوبت ویسکوزیته افزایش می یابد این امر به دلیل تأثیر پلاستیسیته و رقیق سازی آب در فرآورده های غذایی است که باعث کاهش اصطکاک بین مولکولی می شود [۴].

با این وجود، نتایج بدست آمده (جدول ۱) آشکار نمود که مطلب فوق یک قاعده کلی نیست. به عنوان مثال نمونه های تقلبی زابل و قزوین علی رغم دارا بودن بیشترین میزان رطوبت (۸/۱۸ و ۱۹/۱۹ درصد به ترتیب) از بالاترین میزان ویسکوزیته یعنی به ترتیب ۴۶ و ۴۱ برخوردار بودند. همبستگی مثبت بسیار بالای قند احیاءکننده و ساکارز (۰/۷۹۷ و ۰/۹۱۷) به ترتیب در مقابل همبستگی پائین ۱۹۵/۰ رطوبت این مطلب را تأیید می کند. برعکس مهمترین عاملی که در میزان کاهش ویسکوزیته تأثیر دارد عامل نسبت فروکتوز به گلوکز می باشد (۰/۹۱۹-). مثال بارز آن عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین می باشد که علی رغم رطوبت کمتر دارای ویسکوزیته کمتری در مقایسه با عسل یونجه خاش بود. این مشاهدات توسط سایر پژوهشگران نیز مشاهده شده است [۳۵]. رمزی و همکاران دریافته اند که علی رغم اینکه



اصلی در میزان بار میکروبی نمونه های عسل نمی باشد.

**Table 1** Comparison of physicochemical, microbial and rheological characteristics of honey samples

Honey sample	Reducing sugar content (%)	pH	Sucrose content (%)	Moisture content (%)	Diastase activity (DN)	HMF (mg/kg)	Fructose/glucose ratio	Acidity (meq/kg)	Ash (%)	Viscosity (pa.s)	Osmophilic yeast (100 gr)	Mold (1 gr)
Sunflower honey of Sogah Alamut Qazvin	71.17± 2.8B	3.7± 0.02CD	2.62± 0.02F	17.01± 0.04D	8.8± 0.03G	6.11± 0.03CDE	1.09± 0.02B	18.1± 0.03B	0.38± 0.01AB	17.5± 0E	4± 1BC	23± 3CD
Astragalus honey of Razmian of Qazvin	69.3± 2.08B	3.4± 0.03F	2.79± 0.03E	17.1± 0.05CD	8.15± 0.04I	6.4± 0.01CDE	0.92± 0.02C	19.8± 0.04A	0.41± 0.02A	17.6± 0D	5± 1BC	27± 2C
Astragalus-Thymus honey of tarum Qazvin	69± 1B	3.3± 0.02G	2.81± 0.01D	17.21± 0.01C	8.09± 0.04I	7.8± 0.05C	0.88± 0.03C	19.85± 0.05A	0.24± 0.01EF	16.8± 0J	5± 1BC	22± 1E
Counterfeit sample of Qazvin	81.92± 1.08A	3.1± 0.03H	10.1± 0.01B	19.1± 0.02A	0±0J	280±3B	0.49± 0.02E	14.4± 0.04I	0.02± 0.002H	41.5± 0B	6± 1AB	52± 1A
Meshkin Qazvin nigella-sativa honey	71.66± 1.52B	3.53± 0.03E	2.22± 0.9I	15.9± 0.05G	11.1± 0.03C	4.9± 0.02DE	1.16± 0.02AB	17.1± 0.05E	0.25± 0.01EF	17.2± 0G	3± 1C	12± 1Hi
Alfalfa honey of qaqazan qazvin	71.66± 2.51B	3.9± 0.02A	2.51± 0.01GH	16.7 ±0.05E	10.4± 0.05D	5.7± 0.04CDE	1.1 ± 0.01B	17.6± 0.05D	0.28± 0.03DE	16.9± 0I	4±1BC	18± 1EF
Astragalus-alfalfa samples of Diyalabad Qazvin	71.89± 1.52B	3.52± 0.02E	2.09± 0.01J	15.5± 0.05H	11.8± 0.038A	4.1± 0.050E	1.2± 0.02A	16.7± 0.05G	0.22± 0.02FG	16.7± 0K	3± 1C	6± 1J
Rapeseed honey of iranshahr	71± 2B	3.65± 0.03D	2.49± 0.03H	15.9± 0.02G	10.3± 0.02D	5.6± 0.05CDE	1.105± 0.05B	16.9± 0.05F	0.19± 0.01G	15.9± 0M	3± 1C	13± 1GH
Ziziphus honey of Chabahar	71± 2.64B	3.68± 0.03CD	2.12± 0.02J	15.6± 0.05H	11.6± 0.02B	3.9± 0.05E	1.22± 0.02A	16.5± 0.05H	0.21± 0.01FG	17.1± 0H	3± 1C	8± 1iJ
Alfalfa honey of Khash	71.15± 1.8B	3.8± 0.02B	2.44± 0.03H	16.6± 0.02E	9.03± 0.02F	7.56± 0.04CD	1.1± 0.01B	19.9± 0.03A	0.36± 0.02BC	17.4± 0F	3± 1C	17± 2FG
Multi-plant honey of Khash	71± 2B	3.74±0. 04BC	2.57± 0.02FG	15.6± 0.02E	11.2± 0.05C	6.06± 0.02CDE	1.09± 0.02B	17.88± 0.03C	0.28± 0.02DE	16.9± 0I	4± 1BC	17± 2FG
thorn-tamarisk honey of Zabol	70.04± 0.02B		2.89± 0.01D	16.4± 0.05F	10.1± 0.05E	7.17± 0.04CD	1.11± 0.02B	17.89± 0.04C	0.35± 0.02B	16.5± 0L	4± 1BC	22± 1DE
Alhagi honey of Zabol	70.24± 0.02B		4.47± 0.03C	12.5± 0.03I	8.26± 0.05H	5.35± 0.21CDE	0.69± 0.05D	17.79± 0.02A	0.32± 0.01CD	39.5± 0C	4± 1BC	23± 2CD
Counterfeit samples of Zabol	82.4± 0.02A		11.3± 0.05A	18.81± 0.023	0± 0J	341± 2A	0.52± 0.02E	13.9± 0.03·J	0.03± 0.002D	46.5± 0A	8± 1A	47± 2B

Mean ± SD (standard deviation) within a column with the same letters are not significantly different at p &lt; 0.05

### ۳-۱۳- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نشان داد که ویژگی های حسی نمونه های عسل بسته به موقعیت جغرافیایی می تواند با یکدیگر متفاوت باشد. نامطلوب ترین عسل ها از نظر شاخص عطر و بو، عسل تقلبی قزوین و عسل خارشتر زابل بود در حالیکه نمونه های عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین و عسل کنار چابهار بسیار مطلوب بودند. تاکنون بیش از ۶۰۰ نوع ترکیب مختلف با وزن مولکولی پایین و در غلظت های بسیار کم نظیر مونوترین ها، ترپنوئیدها، ترپن ها، ترکیبات فنلی، مشتقات بنزن، الکل ها، کتون ها، آلدئیدها، استرها و ترکیبات حلقوی هیدروکربنی در عسل شناسایی شده که عطر و بوی عسل ها بسته به غلظت و آستانه بوی این ترکیبات دارد [۳۶]. مواد معطر عسل به منشأ گیاهی، شرایط آب و هوایی و نحوه فرآوری زنبور عسل وابسته است علاوه بر این برخی از ترکیبات معطر عسل در

نتیجه فعالیت باکتری های پروبیوتیک موجود در آن تولید می شوند. در عسل خارشتر بو و مزه به دلیل خاصیت گیاه است که به خودی خود بوی چندان خوبی ندارد. اما بوی نامطلوب عسل تقلبی قزوین ممکن است به دلیل فعالیت بالای میکروبی آن باشد [۳۷]. نتایج پارامتر مزه عسل ها نشان داد که عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین و عسل کنار چابهار دارای مزه بسیار مطلوب است. یک دلیل خوش طعمی دو عسل مذکور می تواند به نسبت فروکتوز به گلوکز بالا [۴] و آلودگی میکروبی پائین نسبت داده شود. روشن ترین رنگ در نمونه عسل کلزا ایران شهر و با رنگ زرد مایل به سفید و تیره ترین رنگ نیز در نمونه عسل گون-آویشن طارم قزوین (قهوه ای تیره) مشاهده گردید. رنگ عسل با محل تغذیه زنبورهای عسل، پوشش گیاهی منطقه زنبورستان، نوع گل و... در ارتباط است. رنگ عسل می تواند با گذشت زمان و قرار گرفتن در معرض گرما تغییر کند و در دمای بالاتر تیره شود.

Table 2 Sensory attributes of honey samples

Honey sample	Appearance	Color	Flavor	Smell	Foam
Sunflower honey of Sogah Alamut Qazvin	Viscous	Brown	Desirable	Desirable	-
Astragalus honey of Razmian of Qazvin	viscous	Brown	Desirable	Desirable	-
Astragalus-Thymus honey of tarum Qazvin	Semi viscous	Dark Brown	Desirable	Desirable	-
Counterfeit sample of Qazvin	Very viscous	Brown	Undesirable	Undesirable	-
Meshkin Qazvin nigella- sativa honey	viscous	Brown	Desirable	Desirable	-
Alfalfa honey of qaqazan qazvin	Semi viscous	Light Brown	Desirable	Desirable	-
Astragalus-alfalfa samples of Diyalabad Qazvin	viscous	Brown	Very desirable	Very desirable	-
Rapeseed honey of iranshahr	Semi viscous	Yellow to white	Desirable	Desirable	-
Ziziphus honey of Chabहार	viscous	Brown with a white streak	Very desirable	Very desirable	+
Alfalfa honey of Khash	chunky	Gold	Desirable	Desirable	-
Multi-plant honey of Khash	chunky	Gold	Desirable	Desirable	-
thorn -tamarisk honey of Zabol	chunky	Gold	Desirable	Desirable	-
Alhagi honey of Zabol	Very viscous	Light Brown	Undesirable	Undesirable	-
Counterfeit samples of Zabol	Very viscous	Brown	Desirable	Desirable	-

#### ۴- نتیجه گیری کلی

نشان داد که نمونه‌های استان سیستان و بلوچستان از میزان فعالیت بالاتری برخوردارند اما بیشترین فعالیت دیاستازی برای عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین به میزان ۸/۱۱ DN اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق نشان داد که براساس ویژگی‌های کیفی عسل گون-یونجه دیال آباد قزوین و کنار چابهار از بهترین عسل‌های این دو استان به حساب می‌آیند. در پایان همانطور که رمزی و همکاران [۴] نتیجه‌گیری نمودند که برای تشخیص عسل تقلبی از عسل خالص، انجام آزمایش‌های ساکارز، تعیین نسبت فروکتوز به گلوکز، فعالیت دیاستازی و هیدروکسی متیل فورفورال ضروری است. نتایج این تحقیق به روشنی آشکار نمود که شاخص‌های خاکستر، نسبت فروکتوز به گلوکز، ویسکوزیته و مخصوصاً میزان ساکارز، فعالیت دیاستازی و محتوای هیدروکسی متیل فورفورال می‌تواند ابزارهای بسیار مهمی در تشخیص تقلب محصول باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که کیفیت عسل بسته به موقعیت جغرافیایی و منشأ گیاهی می‌تواند متفاوت باشد. به طور کلی عسل‌های استان قزوین از میزان رطوبت و اسیدیته بالاتری برخوردار بودند در حالیکه عسل‌های استان سیستان و بلوچستان از میزان ساکارز، فعالیت دیاستازی، pH و همچنین ویسکوزیته بیشتری برخوردار بودند. با این وجود نتایج نشان داد که نوع منشأ گیاهی تغذیه‌کننده زنبور عسل هم می‌تواند نقش مهمی در میزان شاخص‌های کیفی عسل طبیعی داشته باشد به عنوان مثال اگرچه نمونه‌های عسل سیستان و بلوچستان به طور معنی‌داری از میزان ساکارز بالاتری برخوردار بودند اما عسل کنار چابهار با میزان ۱۲/۲ درصد در رتبه بعد از عسل گون یونجه دیال آباد (۰۹/۲) دارای کمترین میزان ساکارز در کل نمونه‌های مورد بررسی بود. در مورد فعالیت دیاستازی نیز اگرچه آنالیز آماری

Table 3 Correlation coefficients between quality characteristics of honey samples

	Reducing sugar content	Sucrose content	Moisture content	Diastase activity	HMF	Fructose/glucose ratio	pH	Acidity	Ash	Osmophilic yeast	Mold
Sucrose content	0.942***										
Moisture content	0.638*	0.555*									
Diastase activity	-0.879***	-0.962***	-0.636*								
HMF	0.975***	0.981***	0.662*	-0.939***							
Fructose/glucose ratio	-0.726***	-0.899***	-0.366*	0.926***	-0.814***						
pH	-0.591*	-0.754***	-0.266 <sup>ns</sup>	0.773*	-0.694*	0.857***					
Acidity	-0.831***	-0.678***	-0.505 <sup>ns</sup>	0.529 <sup>ns</sup>	-0.762***	0.336 <sup>ns</sup>	0.336 <sup>ns</sup>				
Ash	-0.838***	-0.766***	-0.469 <sup>ns</sup>	0.658*	-0.814***	0.563*	0.588*	0.860***			
Osmophilic yeast	0.739***	0.873***	0.648*	-0.893***	0.856***	-0.854***	-0.721***	-0.447 <sup>ns</sup>	-0.543*		
Mold	0.804***	0.914***	0.648*	-0.996***	0.875***	-0.913***	-0.712***	-0.446 <sup>ns</sup>	-0.528 <sup>ns</sup>	0.897***	
Viscosity	0.797***	0.917***	0.195 <sup>ns</sup>	-0.857***	0.837***	-0.919***	-0.773***	-0.497 <sup>ns</sup>	-0.631*	0.747***	0.804***

ns, \* and \*\* indicate non-significant, and significant at 5% and 1% probability levels respectively.

## ۵- سپاسگزاری

تحقیق حاضر با حمایت مالی تحت پژوهانه به شماره-UOZ-GR-8232 توسط دانشگاه زابل اجرا شده است. از دانشگاه زابل بابت حمایت مالی از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۶- منابع

- [12] Lim, J. 2011. Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food quality and preference*, 22(8), 733-747.
- [13] Nasehi, B., Mortazavi S.A., and Razavi, S.M.A. 2015. Investigation on enthalpy changes in Iranian flat breads and Baguette during storage. *Iranian food science and technology research journal*, 1, 65-71 [in Persian].
- [14] Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M., and Lucero H. 2008. Honey diastase activity modified by heating. *Food chemistry*, 106, 883-887.
- [15] Kucuk, M., Kolaylı, S., Karaoglu, S., Ulusoy, E., Baltacı, C., and Candan, F. 2007. Biological activities and chemical composition of three honey of different types from anatolia. *Food chemistry*, 100(2), 526-534.
- [16] Khaniki, J., and Kamkar A. 2015. A survey of physicochemical properties of produced honey in Garmsar City in 2003. *Iranian journal of food science and technology*, 1, 35-41 [in Persian].
- [17] Besharati, M., Alirezalu, K., Nemati, Z., and Yaghoubi, M. 2019. Evaluation of physicochemical and quality properties of honeys from east azarbaijan region. *Journal of food science and technology (Iran)*, 102(17), 93-102 [in Persian].
- [18] Aloisi P. 2010. Determination of quality chemical parameters of honey from Chubut (argentinean patagonia). *Chilean journal of agricultural research*, 70, 640-647.
- [19] Mondragon-Cortez, P.M., Guatemala-Morales, G.M., and Arriola-Guevara, E.A. 2019. Properties of some commercial honeys available in mexican market: effect of overheating on quality of the packaged honey. *Journal of food quality and hazards control*, 6, 93-100.
- [20] Ajlouni, S., and Sujirapinyokul, P. 2009. Hydroxy methyl furfuraldehyde and amylase contents in australian honey. *Food chemistry*, 119, 1000-1005.
- [21] Kaufman, T., Eichenlaub, E., and Angel, M. 1985. Topical acidification promotes healing of experimental partial thickness skin burns: A randomized double-blind preliminary study. *Burns*, 12, 84-90.
- [22] Codex Alimentarius. 2001. Commission codex standard for honey, Codex stan, 2th edition, 109-111, [In Persian].
- [23] Bath, P.K., and Singh, N.A. 1999. comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey. *Food Chemistry*, 67, 389-397.
- [24] Silva, L.R., Videira, R., Monteiro, A.P., Valentao, P., and Andrade, P.B. 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical journal*, 93, 73-77.
- [25] Saxena, S., Gautam, S., and Sharma, A. 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some indian honeys. *Food chemistry*, 118, 391-397.
- [26] Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K., and Bawa, A.S. 2003. Physicochemical properties and estimation of mineral content in honey
- [1] Boussaid A. *et al.* 2018. Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry*, 11, 265-274.
- [2] Khanbabaie, H., Khezri, M., Bahmani H.R., and Salehi S. 2018. The effect of storage time and container on physicochemical parameter of kurdistan honey. *Journal of veterinary research*, 73(4), 427-434 [in Persian].
- [3] Kamkar, A., and Khodabakhshian, S. 2017. Determination of the total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of Sabalan Honey, *Journal of veterinary research*, 72(1), 53-61[in Persian].
- [4] Ramzi, M., Kashaninejad, M., SadeghiMahoona, A.R., and Razavi, S.M.A. 2015. Comparison of physico-chemical and rheological characteristics of natural honeys with adulterated and sugar honeys, *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(4), 392-407.
- [5] Hashemi, B. 2002. Comprehensive honey therapy: Drug and drug bee treatments. first edition, (P. 22-25). Farhangejame Publication [In Persian].
- [6] Parichehreh Sh., and tahmasbi, Gh. 2020. Evaluation of physicochemical characteristics of *Apis florea* honey in some southern provinces of Iran, *Veterinary researches & biological products*, 131, 121-135
- [7] Gheisari, H.R., and Hamidian Shirazi, A.R. 2018. Comparison and evaluation of physicochemical properties and adulterations in produced honeys of Shiraz province in different seasons, *The iranian food science and technology research journal*, 4(2), 57-69 [in Persian].
- [8] AOAC. 2005. Official methods of analysis, the association of analytical Chemists, Arlington. VA.
- [9] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2020. Honey: Specifications and test methods. ISIRI no 92. 3rd revision, Karaj: ISIRI. [In Persian].
- [10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2015. Microbiology of food and animal feeding stuffs -Osmophilic yeasts - Enumeration method. ISIRI no 3196. 1th revision, Karaj: ISIRI. [In Persian].
- [11] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2013. Microbiology of food and animal feeding stuffs -enumeration of Yeast and mould-Colony count techni in products with water activity Less than or equal to 0.60. ISIRI no 10899-3. 1th revision, Karaj: ISIRI. [In Persian].

- [32] Ouchemoukh, S., Louaileche, H., and Schweitzer, P. 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some algerian honey. *Food control*, 18,52-58.
- [33] Finola, M.S., Lasagno, M.C., and Marioli, J.M. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food chemistry*, 100, 1649-1653.
- [34] Yanniotis, S., Skaltsi, S., and Karaburnioti, S. 2006. Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *Journal of food engineering*, 72, 372-377.
- [35] Oroian, M., Amariei, S., Escriche, I., and Gutt, G. 2011. Rheological aspects of spanish honeys. *Food bioprocess technol.*, DOI 10.1007/s11947-011-0730-4.
- [36] Khalil, M.I., Sulaiman, S.A., and Boukraa, L. 2010. Antioxidant properties of honey and its role in preventing health disord. *The open nutraceuticals journal*, 3, 6-16.
- [37] Moumeh. B., Garrido, M., Diaz, P., Penaranda, I., and Linares, M. 2020. Chemical analysis and sensory evaluation of honey produced by honeybee colonies fed with different sugar pastes. *Food chemistry*, 00, 1-9.
- produced from different plants in northern india. *Journal of food composition and analysis*, 16, 613-619.
- [27] Guler, A., Bakan, A., Niset, C., and Yavuz, O. 2007. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose syrup. *Food chemistry*, 105(3), 1119-1125.
- [28] Emamifar, A., and Hosseinpanahi, S. 2019. Physicochemical and sensorial properties of honeys produced at kurdistan province. *Journal of food science and technology (Iran)*, 102(17), 69-81.
- [29] Omafuvbe, B.O., and Akanbi, O.O. 2009. Microbiological and physicochemical properties of some commercial nigerian honey. *African journal of microbiology research*, 3 (12), 891-896.
- [30] Junzheng, P., and Changying, J. 1998. General rheological model for natural honeys in china. *Journal of food engineering*, 36, 165-168.
- [31] Mendes, E., Proenca, E.B., Ferreira, I.M., and Ferreira, M.A. 1998. Quality evaluation of portuguese honey. *Carbohydrate polymer*, 37(3), 219-223.



## Comparison of quality characteristics of honey produced in Sistan and Baluchistan and Qazvin provinces with emphasis on their use in detecting honey adulteration

Noori, A. M. <sup>1</sup>, Haghaiegh, G.H. <sup>2</sup>, Ahmadi, S. M. <sup>3\*</sup>, Miri, M. A. <sup>4</sup>

1. MSc student of department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran..
2. Ph.D., assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
3. Ph.D., assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.
4. Ph.D., assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2022/ 08/ 01  
Accepted 2022/ 10/08

#### Keywords:

Zabol,  
Honey,  
Moisture content,  
Osmophilic yeasts,  
Diastase activity.

**DOI:** 10.22034/FSCT.19.130.329  
**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.130.25.4

\*Corresponding Author E-Mail:  
smahmadi@uoz.ac.ir

The honey quality can vary based on various factors such as plant origin, geographical area, production method and storage. By determining the quality characteristics of honey, it is possible to ensure the quality level as well as the existence of fraud in it. In this study, some physico-chemical, rheological and microbiological characteristics of 14 types of honey of Sistan and Baluchistan and Qazvin provinces (six natural honey samples and one counterfeit honey sample from each province) were investigated. The results indicated that there was no significant difference between amounts of reducing sugar of natural honey samples. The highest significant sucrose value belonged to the counterfeit samples and Diyalabad Qazvin and Ziziphus honey of Chabahar had the lowest values. Moisture content of samples varied from 12.5 to 17.21%. Diastase activity of counterfeit samples was zero and Astragalus-Thymus of Tarom Qazvin with 08.09 DN had the lowest diastase activity among the natural honey samples. HMF content of natural samples was in the range of 3.9 to 7.80 mg/kg whereas for Zabol and Qazvin counterfeit honey was measured 341 and 280 mg/kg respectively. The highest and lowest fructose to glucose ratio was obtained for the samples of Ziziphus of Chabahar (1.22) and Alhagi honey of Zabol (0.69). In general, Sistan and Baluchistan samples had the higher viscosity compared to Qazvin province's ones. Furthermore, the highest contamination of osmophilic yeasts and mold belonged to counterfeit honeys. According to the results of this study, the quality of honey can vary significantly depending on the geographical location and plant origin. Also, some quality indicators of honey, especially the amount of sucrose, diastase activity and hydroxymethylfurfural content can be used as useful tools to detect the adulteration of the product.