DOI: 10.22092/vj.2020.128700.1668
شماره ۱۳۱ تابستان ۱۴۰۰
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی عسل زنبورعسل کوچک (*Apis florea*) در مناطق جنوبی کشور

• **شبنم پری چهره (نویسنده مسئول)**
بخش زنبور عسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
• **غلامحسین طهماسبی**
بخش زنبور عسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
• **پژواک خاکی**
بخش میکروب شناسی، موسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
• **محمد بابایی**
بخش ژنتیک و اصلاح نژاد دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۹-۰۹-۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۲۶-۰۱-۱۳۹۹
Email: sh.pariichehreh@gmail.com

چکیده

عسل، فراورده اصلی صنعت زنبورداری است و فرم تغلیظ‌شده‌ای از قند است که نه تنها به عنوان یک شیرین‌کننده یا منبع غذایی استفاده می‌شود، بلکه با توجه به خواص دارویی و درمانی، مصارف پزشکی متعددی نیز دارد. زنبورعسل کوچک یکی از دو گونه اصلی زنبورعسل موجود در ایران می‌باشد که سهم بسیاری در تولید عسل ایران دارد. با این حال مطالعه‌ای تا کنون در رابطه با بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل تولید شده توسط این زنبور در ایران انجام نشده است. در این پژوهش کیفیت تعدادی از نمونه‌های عسل تولید شده در نواحی مختلف کشور شامل بوشهر، چابهار، دزفول، ایرانشهر، جهرم، جیرفت و رودان از نقطه نظر اسیدیته، pH، رطوبت، درصد ساکارز، گلوکز، فروکتوز، پرولین، دیاستاز، خاکستر و هیدروکسی متیل فورفورال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که متوسط میزان اسیدیته، pH، رطوبت، ساکارز، فروکتوز، گلوکز، پرولین، دیاستاز، خاکستر و هیدروکسی متیل فورفورال عسل زنبورعسل کوچک به ترتیب ۱۵-۱۸/۵ (mEq/kg)، ٪ ۴/۱۳-۴/۵۲ ، ٪ ۱۲/۲۳-۱۴/۸۹ ، ٪ ۳/۸-صفر ، ٪ ۲۹/۲۸-۳۹/۱۹ ، ٪ ۳۰/۷۳-۳۶/۸۹ ، ۲۰۸.۴۸-۳۴۷.۲۷ mg/kg، ۳۶- ۳۰/۹۹ °G ، ۰/۱۶ - ۰/۰۹ و ۱۹/۴۶-صفر mg/kg می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده میزان پارامترهای مورد محاسبه با استانداردهای کدکس برای عسل مطابقت دارد. به طور کلی علاوه بر کیفیت بالای عسل، زنبورعسل کوچک نقش موثری در گرده افشانی گیاهان مناطق جنوبی کشور داشته و امید است محافظت بیشتری از از این ذخیره ژنتیکی با ارزش کشورمان در برابر خطراتی که این گونه را به دلیل عدم شناخت کشاورزان تهدید می‌کند، انجام گیرد.

کلمات کلیدی: عسل زنبورعسل کوچک، ساکارز، رطوبت، pH، دیاستاز، ایران

● Veterinary Researches & Biological Products No 131 pp: 121-135

Evaluation of physicochemical characteristics of *Apis florea* honey in some southern provinces of Iran

By: Parichehreh, Sh., (Corresponding Author) Honeybee Department, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. Tahmasbi, Gh., Honeybee Department, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. Khaki, P.,Department of Microbiology, Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. and Babaei, M.,Honeybee Department, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

Received: 2019-12-10 Accepted: 2020-04-14

Email: sh.pariichehreh@gmail.com

Honey is not only considered as a fabulous food product, but also it has healing properties. It is clear that quality of honey can be affected by various factors. In this study, the quality of several honey samples which are produced in different parts of Iran including: Bushehr, Chabahar, Dezful, Iranshahr, Jahrom, Jiroft and Ruan.These products were analyzed in terms of acidity, pH, moisture content, sucrose percentage, fructose, glucose, proline, diastase, Ash and hydroxyl-methyl furfural. The results showed that the calculated parameters correspond to the standard provided by the Codex. The results showed that the mean values of acidity, pH, moisture content, sucrose percentage, fructose, glucose, proline, diastase, ash and hydroxymethyl furfural (HMF) of dwarf honeybee honey were 15-18.5, 4.13-4.52, 12.23-14.89, 0-3.8, 29.28-39.19, 30.73-36.89, 208.48-347.27, 30-36.99, 0.09-0.16, 0-19.46, respectively. Based on the results, the calculated parameters correspond to the codex standards of honey. It is hoped that due to effective role of this species in pollination of plants and the favorable quality of produced honey, therefore, as result of low information among farmers, it would be better to protect this species against the dangers that threaten.

Keyword: *Apis florea* honey, Sucrose, Moisture, pH, Diastase, Iran

مقدمه

عسل، اولین فرآورده زنبورعسل می‌باشد که توسط انسان ماقبل تاریخ مورد استفاده قرار گرفته است. از عسل در قرآن (سوره ۱۶، آیه ۶۸ و ۶۹) به نام شفا نام برده شده و به ویژگی‌های درمانی آن اشاره شده است. این ماده، فراورده اصلی صنعت زنبورداری است و فرم تغلیظ‌شده‌ای از قند است که نه تنها به عنوان یک شیرین‌کننده یا منبع غذایی استفاده می‌شود، بلکه با توجه به خواص دارویی و درمانی، مصارف پزشکی متعددی نیز دارد. براساس تعریف ارائه شده توسط کدکس، عسل عبارت است از ماده شیرین طبیعی تولید شده به وسیله زنبورهای عسل که از شهد گل‌ها یا ترشحات بخش‌های زنده گیاهان جمع‌آوری و به کندو منتقل شده و طی یکسری فرایندها که در داخل بدن و دستگاه گوارش زنبورهای عسل کارگر انجام می‌گیرد به عسل تبدیل شده و در شان‌های کندو ذخیره می‌گردد (۱۹). عسل، حاوی دو قند اصلی گلوکز و فروکتوز است (٪ ۶۰ تا ۸۵) و در کنار این قندها، ترکیبی از سایر کربوهیدرات‌ها، آمینواسیدها و اسیدهای آلی، مواد معدنی، ترکیبات آروماتیک، آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگدانه‌ها، آنزیم‌ها، موم و دانه گرده را نیز در خود جای داده است (۲۷ و ۲۹).

زنبورعسل کوچک (*Apis florea*) یکی از دو گونه اصلی زنبورعسل موجود در ایران می‌باشد که در یک نوار گرمسیری به طول تقریبی km ۲۰۰۰ در ایران که از قصرشیرین در غرب ایران شروع شده و تا بلوچستان در جنوب شرقی کشور ادامه دارد، پراکنده می‌باشد و همچنین در جزایر قشم، کیش، خارک، لارک، لاوان، سیری و احتمالا سایر جزایر خلیج‌فارس نیز وجود دارد. این زنبور به حالت وحشی در فضای باز بر روی شاخه‌ها و تنه درختان، بوته‌ها، پرچین باغ‌ها، پناه صخره‌ها، دیوار منازل و ... زندگی می‌کند.

ترکیب عسل و خصوصیات فیریکوشیمیایی آن شامل محتوای خاکستر (Ash)، فعالیت‌های آنزیمی، هیدروکسی‌متیل-فورفورال (HMF)، هدایت الکتریکی (EC) و اسیدیته (pH) به عوامل گوناگونی از جمله گونه زنبور عسل، شهد گیاهی مورد استفاده در تولید عسل و شرایط آب و هوایی محل تولید بستگی کامل دارد. این موضوع احتمالا تفاوت گونه‌های مختلف زنبور در ترجیح جمع‌آوری و استفاده از شهد و دانه گرده گیاهان مختلف و برخی مشخصه‌های محیطی و بیوشیمیایی دیگر را منعکس می‌کند. ترکیب عسل به نوبه خود خواص فیزیکوشیمیایی آن مانند ویسکوزیته، جذب رطوبت و متبلور شدن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۸). ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که تفاوت معنی‌داری بین عسل‌های جمع‌آوری شده زنبوران *A. florea*، *A. dorsata*، *Apis cerana* و *A. mellifera* از لحاظ رطوبت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، ساکارز، قند کل و آنزیم دیاستاز در پاکستان وجود دارد. به‌طوریکه بیشترین و کمترین

اسیدیته مربوط به عسل‌های تولیدی توسط *A. florea* و *A. cerana* بود. بیشترین و کمترین رطوبت در عسل‌های تولیدی توسط زنبورهای *A. florea* و *A. mellifera* اندازه‌گیری شد. عسل‌های تولیدی توسط دو گونه زنبور *A. florea* و *A. mellifera* به ترتیب کم‌ترین و بیشترین هدایت الکتریکی را بین عسل‌های مورد بررسی داشته‌اند. بیشترین میزان ساکارز در زنبور *A. mellifera* (۸/۰۳ gr در ۱۰۰ gr عسل) در مقایسه با عسل زنبوران دیگر بود (۱۶).

واجلا و همکاران (۲۰۱۶) خواص فیزیکوشیمیایی عسل زنبور *A. florea* را از نقطه نظر پتانسیل آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار دادند نتایج این بررسی نشان داد که عسل تولیدی زنبورعسل کوچک منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان‌ها است (۳۶).

القمدی و همکاران (۲۰۱۷) طی مطالعه‌ای عسل زنبورعسل *A. mellifera* و زنبورعسل *A. florea* را در عربستان با هم مقایسه کردند. در مجموع نتیجه گرفتند که عسل گونه *A. florea* دارای محتوای رطوبت کمتر در مقایسه با گونه *A. mellifera* است که این موضوع را تفاوت در نوع لانه‌سازی دو گونه زنبور و اختلاف در نوع شهدهایی که توسط دو گونه بیان کردند. همچنین محققین نتیجه گرفتند که عسل گونه *A. florea* اسیدیته و خاکستر بالاتر، قند کمتر و تحمل بیشتر نسبت به گرمادهی از نظر تولید HMF نسبت به زنبور *A. mellifera* داشت (۳).

ناهید و فروقی (۲۰۱۸) خصوصیات فیزیکوشیمیایی و خواص آنتی باکتریالی عسل زنبورعسل کوچک را در منطقه خیرپور پاکستان بررسی کردند. نتایج نشان داد که عسل جمع‌آوری شده از کلنی گونه *A. florea* اثر بازدارندگی بر رشد استرین‌های باکتریایی *P. aeruginosa* دارد و در نتیجه، از عسل می‌توان به عنوان یک عامل درمانی مکمل علیه باکتری‌های بیماری‌زای خاص استفاده کرد (۲۴).

تنوع آب و هوایی حاکم بر کشور ایران باعث ایجاد عسل‌های مختلف از جنبه‌های حسی، ارگانولپتیکی و فیزیکوشیمیایی می‌گردد. در پژوهش‌های صورت گرفته، خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل‌های تولید شده توسط زنبورعسل *A. melifera* در نقاط مختلف کشور مورد بررسی قرار گرفته است. علیرغم مطالعات گسترده‌ای که روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل تولید شده توسط زنبورعسل *A. melifera* انجام شده است اطلاعات علمی در مورد خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل تولید شده توسط گونه زنبورعسل کوچک *A. florea* در ایران موجود نیست. بنابراین، هدف از انجام این مطالعه، بررسی خواص فیزیکوشیمیایی عسل زنبورعسل کوچک شامل رطوبت، اسیدیته، خاکستر، رنگ، قندها، دیاستاز و پرولین برای نخستین بار در کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی نمونه

تعداد ۷ نمونه عسل زنبورعسل کوچک در وزن‌های ۱ تا ۲ kgr در طی سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر سال ۱۳۹۸ از نواحی جنوبی کشور شامل دزفول، بوشهر، جهرم، جیرفت، رودان، چابهار و ایرانشهر جمع‌آوری گردید. پوشش گیاهی غالب مناطق بوشهر، دزفول، جیرفت، کنار بوده و پوشش گیاهی غالب جهرم، رودان، ایرانشهر و چابهار به ترتیب: مرکبات، گون و کهور و آکاسیا بودند. در این مطالعه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی این عسل‌ها شامل رطوبت، pH، اسیدیته، قندها، خاکستر، HMF، دیاستاز و پرولین ارزیابی و مورد مقایسه قرار گرفت.

تعیین میزان رطوبت

برای تعیین میزان رطوبت نمونه‌ها، ۲/۵ gr عسل در یک ظرف چینی که قبلا به وزن ثابت رسیده بود وزن شده و سطح آن پوشانده شده و درون کوره در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت سه ساعت به منظور خشک شدن قرار داده شد.پس از طی زمان مذکور، و رسیدن دمای سطح پوشانده شده ظرف به دمای محیط، مجددا وزن ظروف ثبت گردید.

جدول ۱- درصد ساکارز، فروکتوز، گلوکز و نسبت فروکتوز/گلوکز در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ است).

	درصد ساکارز	درصد فروکتوز	درصد گلوکز	فروکتوز/گلوکز
دزفول	۲/۰±۰۱/۰۰۸۵ b	۳۶/۸۹ ± ۳/۶۵a	۲۹/۲۸ ± ۲/۵۶b	۱/۲۶ ± ۰/۰۰۶ a
ایرانشهر	۱/۰±۵۷/۰۰۶۴ b	۳۱/۸۵ ± ۲/۵۸b	۳۲/۴۴ ± ۲/۳۶b	۰/۹۸ ± ۰/۰۰۵۸ b
جهرم	۳/۰±۸/۰۰۸۹ a	۳۲± ۲/۱۳b	۳۱ ± ۲/۵۶	۱/۰۳ ± ۰/۰۰۹۱ ab
چابهار	۱/۰±۴/۰۰۳۵ b	۳۱ ± ۳/۳۱b	۳۱/۲ ± ۲/۶۵b	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۵ ab
بوشهر	۰±۰ c	۳۵/۸۱ ± ۲/۳۶a	۳۹/۱۹ ± ۲/۱۳a	۰/۹۱ ± ۰/۰۰۶ b
جیرفت	۰±۰ c	۳۰/۷۳ ± ۱/۹۸a	۳۰/۶۳ ± ۱/۹۸b	۱/۰۰۳ ± ۰/۰۰۶۷ ab
رودان	۰±۰ c	۳۲/۳۶ ± ۳/۲۱b	۳۵/۱۴ ± ۲/۳۱ab	۰/۹۲ ± ۰/۰۰۶۲ b

برای هر نمونه به مدت یک ساعت دیگر نیز فرایند خشک کردن درون کوره، خنک شدن و وزن کردن انجام شد و این مراحل تا رسیدن به یک وزن ثابت ادامه یافت (۲). وزن نمونه اولیه (۲/۵ gr) را از تفاوت وزن ظرف چینی محتوی وزن خشک عسل و ظرف را کم کرده و عدد حاصل بر وزن نمونه تقسیم گردید و در عدد ۱۰۰ ضرب شد تا درصد رطوبت به دست آید.

تعیین pH و اسیدیته آزاد

برای اندازه‌گیری pH نمونه‌ها ۱۰ gr عسل در یک بشر وزن و در ۷۵ ml آب مقطر حل شده و به کمک دستگاه pH متر میزان pH در دمای اتاق تعیین شد. به منظور سنجش اسیدیته آزاد نیز ۱۰ gr از هر یک از نمونه‌ها توزین و در ۷۵ ml آب مقطر حل شد. محلول حاصل به کمک pH متر تا رسیدن به pH ۸/۳ با محلول سود (NaOH) ۰/۱N تیتر شد (۶). آزمایش شاهد برای آب مقطر و شناساگر نیز انجام شد. طبق رابطه زیر اسیدیته بر حسب mEq/kg بیان شد.

اسیدیته= (۱۰۰۰N×(V-V^'))/W)

N=نرمالیته محول سود (NaOH) مصرف شده

V=ml سود (NaOH) مصرفی نمونه

V=ml سود (NaOH) مصرفی شاهد

W=وزن نمونه به gr

اندازه‌گیری میزان ساکارز، گلوکز، فروکتوز

براي محاسبه درصد ساکارز اختلاف مقدار قندهاي احياکننده قبل و بعد از هیدرولیز بدست آمده و در ضریب ۰/۹۵ ضرب گردید (۶).

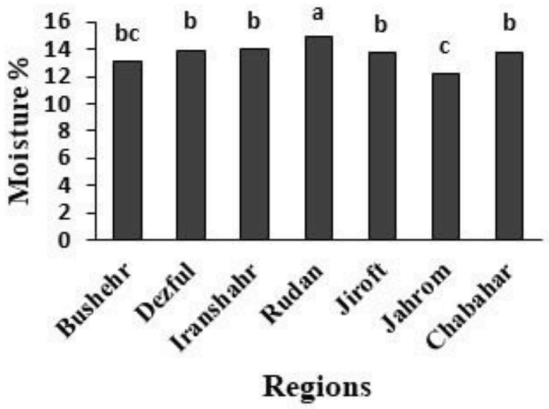
مقدار گلوکز به وسیله آزمون تعیین نسبت فروکتوز به گلوکز تعیین گردید. بدین صورت که به ۲۵ ml محلول عسل۲۰ ml محلول ید ۰/۱ نرمال و ۵ ml از محلول سود ۰/۵ نرمال اضافه گردید سپس محلول به مدت ۱۵ دقیقه در تاریکي نگهداری گردید. پس از طی زمان مذکور، ۵ ml اسید سولفوریك ۲ نرمال به آن اضافه گردید و بلافاصله محلول حاصل با تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تیتر گردید. به طور همزمان يك آزمون شاهد توسط آب مقطر انجام شد. مقدار gr درصد گلوکز از تفاوت تیتراسیون تیوسولفات سدیم مصرفي نمونه و شاهد مطابق با فرمول مربوطه به دست آمد. مقدار فروکتوز نیز از اختلاف قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز و مقدار گلوکز تعیین شد. نسبت فروکتوز به گلوکز را از تقسیم درصد فروکتوز بر درصد گلوکز به دست آمد (۶).

تعیین فعالیت دیاستازی

میزان فعالیت دیاستازی بر اساس روش Schade تعیین گردید. یک محلول استاندارد نشاسته که قابلیت ارزیابی با ید را دارد به نمونه اضافه گردید و در حمام آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. آنزیم‌هاي موجود در نمونه تحت شرا یط استاندارد موجب هیدرولیز نشاسته می‌گردد و تغییر رنگ حاصل به عنوان دامنه شناسایی شدت واکنش به کار می‌رود. سپس کاهش رنگ آبی در فواصل زمانی معین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ nm اندازه گیري شد. براي تعیین زمان واکنش بر حسب دقیقه (tx) که برای رسیدن به جذب مخصوص ۰/۲۳۵ نیاز است یک نمودار جذب بر حسب زمان بایک معادله رگرسیونی به کار رفت، عدد دیاستاز از تقسیم ۳۰۰ بر tx به دست آمد (۱۴).

تعیین خاکستر

برای اندازه‌گیری میزان خاکستر نمونه‌ها مقدار ۵ gr عسل به دقت یک هزارم gr در یک بوته چینی که به وزن ثابت رسیده وزن شده سپس چند قطره روغن زیتون خالص روی آن‌ها ریخته تا در زمان سوزاندن از کف کردن زیاد و پریدن به بیرون جلوگیری نماید. نمونه تهیه شده به ملایمت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد درون کوره حرارت داده شده تا کف کردن آن تمام و کاملا سیاه گردید. سپس در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد در کوره آنقدر سوزانده شده تا خاکستر سفید بدست آمده



شکل ۱- میزان رطوبت (٪) در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف. حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ است).

و به وزن ثابت رسـید. تفاوت وزن بوته خالی و بوته محتوی خاکسـتر به وزن نمونه مورد آزمون تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد تا درصدخاکستر بدست آید(۶).

تعیین هیدروکسی متیل فورفورال (HMF)

برای سنجش میزان HMF به روش اسپکتروفوتومتری White تعیین گردید.پس از شفاف کردن نمونه‌ها توسط معرف‌هاي كاريز يک (۱۵ gr فرو سیانید پتاسیم سه آبه(K4Fe(CN)6,3H2O) در ۱۰۰ ml آب مقطر) و کاریز دو (۳۰ gr استات روی دو آبه ZN(CH3COO)2,2H2O در ۱۰۰ ml آب مقطر) و افزودن بی‌سولفیت سدیم ۰/۲٪ و آب مقطر به ترتیب به محلول شاهد و نمونه، جذب نوري آنها در مقابل محلول شاهد در طول موج‌هاي۲۸۴ و ۳۳۶ nm توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد. میزان HFM با کم کردن میزان جذب امواج پس زمینه در طول موج ۳۳۶ nm از میزان جذب در طول موج ۲۸۴ nm به دست آمد (۶).

سنجش پرولین

سنجش پرولین عسل به روش اسپکتروفوتومتری با طول موج ۵۱۰ nm انجام گرفت و از معرف نینهیدرین، اسید فرمیك و پروپانل استفاده شـد. بـه علـت نوسـانات جـذب، میـانگین محلـول استاندارد پرولین در هر گروه از آزمون با سه تکرار محاسـبه شد (۲۶).

آنالیز آماری

آزمون‌های آماری تمام نمونه‌های عسل در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از آزمون‌ها با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین نمونه‌ها با استفاده از آزمون دانکن با سطح اطمینان ۹۹٪ با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ انجام شد.

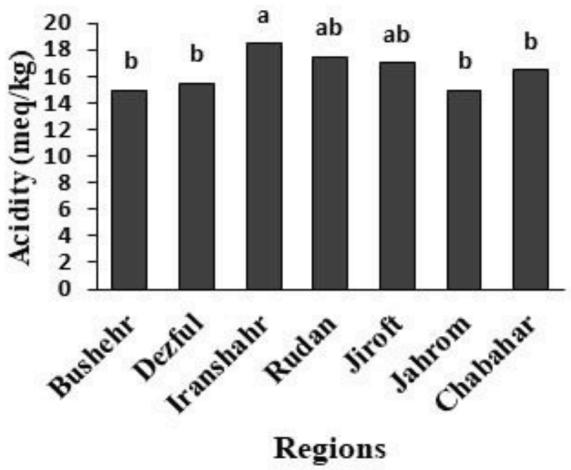
نتایج

میزان رطوبت

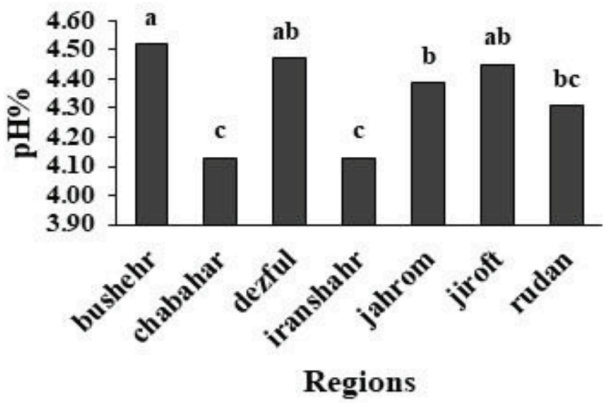
میزان رطوبت نمونه‌های عسل جمع‌آوری شده از شهرستان‌های دزفول، ایرانشهر، بوشهر، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد میزان رطوبت در نمونه‌های فوق به ترتیب ٪ ۹۶/۶۵±۱۳/۱، ٪ ۱/۰۵±۱۳/۹۷، ٪ ۱/۱۳±۱۳/۱۲، ٪ ۲/۱۱±۱۴/۸۹، ٪ ۷۲/۰۱±۱۳/۲، ٪ ۱/۵۹±۱۲/۲۳ و ٪ ۱/۴۰±۱۳/۸۰ بود (شکل ۱). با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین میزان رطوبت در نمونه عسل گون رودان و کم‌ترین آن مربوط به نمونه عسل مرکبات جهرم است. آنالیز آماری نشان داد بین نمونه‌های عسل مورد بررسی از نظر میزان رطوبت تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ٪ ۹۹ وجود دارد. میزان رطوبت در عسل‌های جمع‌آوری شده از بوشهر، چابهار، دزفول، ایرانشهر و جیرفت تفاوت معنی‌داری با هم نشان ندادند. در حالی‌که تفاوت معنی‌داری بین میزان رطوبت عسل جمع‌آوری شده از رودان با نمونه عسل جهرم، جیرفت، ایرانشهر، دزفول، چابهار و بوشهر در سطح اطمینان ٪۹۹ مشاهده شد. ناهید و فروقی (۲۰۱۸) نشان دادند که میزان رطوبت در عسل تولیدی زنبورعسل کوچک تغذیه کرده از گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است

جدول ۲. جدول همبستگی صفات مختلف فیزیکوشیمیایی بررسی شده در نمونه‌های عسل (علامت * نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ٪۱ است)

	اسیدیته	pH	رطوبت	ساکاروز	گلوکز	فروکتوز	فروکتوز / گلوکز	پرولین	دیاستاز	خاکستر	HMF
اسیدیته	۱										
pH	-۰/۱۲۳	۱									
رطوبت	*۰/۶۵۸	۰/۲۸۲	۱								
ساکاروز	-۰/۳۵۲	*-۰/۶۸۲	-۰/۶۰۹	۱							
گلوکز	-۰/۰۵۲	۰/۳۳۸	۰/۰۲۷	-۰/۵۴۹	۱						
فروکتوز	-۰/۵۱۱	۰/۵۷۸	-۰/۰۳۱	۰	۰/۲۴۹	۱					
فروکتوز / گلوکز	-۰/۳۰۷	۰/۱۰۸	-۰/۰۳۷	۰/۴۹۰	*-۰/۷۳۶	۰/۴۷۱	۱				
پرولین	-۰/۲۰۹	*-۰/۶۹۹	*-۰/۶۶۳	*۰/۶۷۶	-۰/۲۲۹	-۰/۲۰۹	۰/۰۴۶	۱			
دیاستاز	-۰/۳	-۰/۱۱۶	*-۰/۶۷۶	۰/۴۴۹	-۰/۴۰۵	۰/۰۱۴	۰/۳۷	*۰/۷۰۶	۱		
خاکستر	۰/۱۹۹	۰/۵۰۵	-۰/۰۴۶	-۰/۱۳	-۰/۱۴۹	۰/۰۶۴	۰/۱۹۱	-۰/۴۰۴	۰/۱۸۱	۱	
HMF	۰/۳۵۴	۰/۳۷۱	*۰/۶۶۸	-۰/۳۶۳	-۰/۲۹۴	-۰/۱۳۹	۰/۱۸۶	*-۰/۸۳۳	-۰/۵۳	۰/۴۹۲	۱



شکل ۲- میزان اسیدیته در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف. (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه¬ای دانکن در سطح ۱٪ است)و



شکل ۳- میزان pH در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف. حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه¬ای دانکن در سطح ۱٪ است).

(۲۸). علت اختلاف مشاهده شده بین میزان رطوبت نمونه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که ویژگی جغرافیایی و گونه گیاهی مورد تغذیه زنبورعسل در رطوبت و کیفیت عسل تولیدی موثر است.

اسیدیته

اسیدیته نمونه‌های عسل‌ها مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در شکل ۲ آمده است. طبق شکل ۲ میزان اسیدیته نمونه عسل‌های دزفول، ایرانشهر، بوشهر، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب۲/۱۲±۱۵/۵، ۲/۶۹±۱۸/۵، ۱/۶۹±۱۵، ۳/۰۱±۱۴/۵، ۳/۱۷±۱۷، ۲/۶۹± ۱۵و۲/۱۵± ۱۶/۵ mEq/kg بود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بیشترین میزان اسیدیته مربوط به عسل ایرانشهر و کمترین آن مربوط به عسل بوشهر می‌باشد. آنالیز آماری مقادیر اسیدیته بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪است به طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین اسیدیته عسل ایرانشهر با عسل‌های دزفول، چابهار، بوشهر و جهرم وجود دارد در حالی‌که تفاوت معنی‌داری بین میزان اسیدیته نمونه‌های عسل رودان، جیرفت، جهرم، دزفول، چابهار و بوشهر با یکدیگر و ایرانشهر با جیرفت و رودان مشاهده نشد.

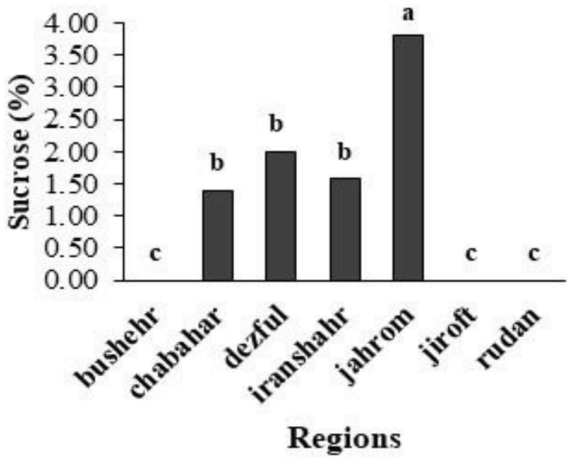
pH

نتایج نشان داد که میزان pH عسل‌های دزفول، ایرانشهر، بوشهر، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب٪ ۴/۴۷±۰/۱۴، ٪ ۴/۱۳±۰/۱۷، ۴/۵۲±۰/۲۱٪، ٪ ۴/۳۱±۰/۴۱، ۴/۴۵±۰/۳۳٪، ۴/۲±۰/۶۵٪ و ۴/۱۳±۰/۳۲٪ بود (شکل ۳). طبق نتایج بدست آمده بیشترین میزان pH مربوط به عسل کنار بوشهر و کمترین آن مربوط به عسل مرکبات جهرم می‌باشد. آنالیز آماری حکایت از وجود تفاوت معنی‌دار بین pH نمونه‌های مورد بررسی داشت. اختلاف معنی‌داری بین pH نمونه عسل بوشهر با نمونه‌های چابهار، ایرانشهر، جهرم و رودان در سطح اطمینان ۹۹٪ وجود داشت. همچنین اختلاف معنی‌داری بین pH نمونه‌های عسل دزفول، جهرم، جیرفت و رودان با نمونه عسل ایرانشهر و چابهار در سطح ۹۹٪ بدست آمد. عسل به دلیل داشتن اسیدهای مختلف دارای pH اسیدی است. استاندارد جهانی برای pH عسل ۳/۹ (۴/۵-۳/۲) است که عسل‌های بررسی شده در تحقیق حاضر از لحاظ این صفات در این محدوده قرار گرفتند.

قند

بررسی میزان قند ساکارز عسل‌های مورد بررسی نشان داد که میزان این قند در عسل‌های دزفول، ایرانشهر، جهرم و چابهار به ترتیب2/010±0085%، 1/570±0064%، 3/80±0089%، 1/40±0035%و در مورد بقیه مناطق صفر بود (جدول ۱ و شکل ۴). آنالیز آماری میزان ساکارز نشان داد تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ بین نمونه‌های مورد آزمون وجود دارد به طوریکه تفاوت معنی‌داری بین درصد ساکارز عسل جهرم، ایرانشهر، دزفول و چابهار با عسل‌های رودان، جیرفت و بوشهر وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین درصد ساکارز نشان داد که عسل‌های چابهار، دزفول و ایرانشهر در یک گروه آماری قرار گرفتند و عسل مرکبات جهرم در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت که نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین این دو گروه آماری در سطح اطمینان ٪ ۹۹ وجود دارد (جدول ۱ و شکل ۴).

نسبت فروکتوز به گلوکز در عسل‌های دزفول، ایرانشهر، بوشهر، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب ۱/۲۶، ۰/۹۸، ۰/۹۱، ۰/۹۲، ۱/۰۱، ۱/۰۳ و ۱ گزارش شد (جدول ۱). آنالیز آماری نتایج به دست آمده نشان داد اختلاف معنی‌داری در میزان نسبت فروکتوز به گلوکز در نمونه‌های عسل مورد بررسی در سطح ۱٪ وجود داشته است به طوریکه نمونه‌های عسل دزفول، ایرانشهر، جهرم، جیرفت، رودان و چابهار با نسبت بالاتر در



شکل ۴- درصد ساکارز در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ است).

یک گروه آماری و نمونه‌های بوشهر، چابهار، ایرانشهر، جهرم، جیرفت و رودان در گروه آماری دیگری قرار گرفت. بین نمونه‌های موجود در یک گروه آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ولی بین نمونه‌های موجود در دو گروه آماری جداگانه اختلاف معنی‌دار در سطح ٪۱ وجود دارد.

پرولین

نتایج میزان پرولین نمونه‌های عسل مورد بررسی در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که میزان پرولین در عسل‌های دزفول، ایرانشهر، بوشهر، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب ۲۶۱/۸۲±۲۲/۱۰، ۳۳۸/۷۹±۱۴/۵۸، ۲۸۶/۸۲±۱۵/۰۶، ۲۰۸/۴۸±۱۰/۵۹، ۲۵۶/۹۷±۱۲/۰۲، ۳۴۷/۲۷±۱۸/۷۲ و ۳۳۲±۱۸/۲۱ mg/kg بوده است به طور کلی نتایج نشان‌دهنده این است که بیشترین میزان پرولین مربوط به عسل کهور ایرانشهر و کمترین آن مربوط به عسل گون رودان می‌باشد. آنالیز آماری میزان پرولین در عسل‌های مورد بررسی نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ٪۱ بود به طوریکه عسل‌های چابهار، ایرانشهر و جهرم با بیشترین پرولین با هم در یک گروه آماری، عسل‌های بوشهر، دزفول و جیرفت در یک گروه آماری و عسل‌های جیرفت و رودان در یک گروه آماری مستقل قرار گرفتند. نمونه‌هایی که با هم در یک گروه آماری قرار داشتند اختلاف معنی‌داری نداشتند در حالیکه نمونه‌های موجود در دو گروه آماری مختلف، تفاوت معنی‌داری در سطح ٪۱ داشتند.

دیاستاز

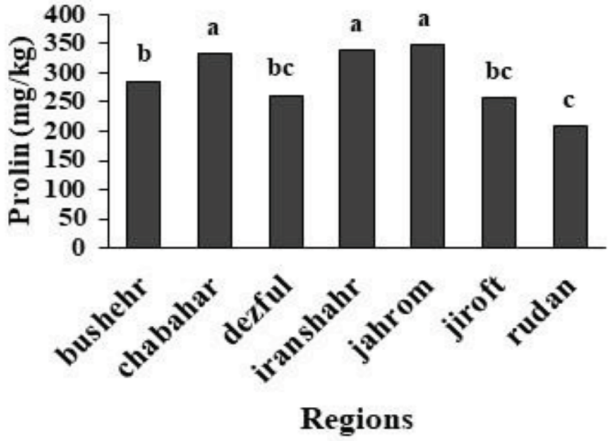
نتایج اندازه‌گیری میزان دیاستاز در شکل ۶ ارائه شده است. شکل ۶ نشان می‌دهدکه میزان دیاستاز عسل‌های ایرانشهر، بوشهر، دزفول، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب ۳۶/۷۳±۱/۸۹، ۳۵/۸۲±۲/۱۵، ۳۶/۲۴±۳/۱۲، ۳۶/۹۸±۳/۰۳، ۳۰±۲/۵۶، ۳۶/۹۷±۲/۰۳ و ۳۶±۱/۹۸ گوته (°G) بود. به طور کلی نتایج نشان‌دهنده این است که بیشترین میزان دیاستاز مربوط به عسل کهور ایرانشهر و کمترین آن مربوط به عسل گون رودان می‌باشد. آنالیز آماری میزان دیاستاز نمونه‌های عسل مورد بررسی نشان داد که تمامی نمونه‌های عسل مورد آزمایش به جز عسل رودان در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌شود. در حالیکه اختلاف معنی‌داری بین محتوای دیاستاز عسل رودان با دیاستاز کمتر با سایر نمونه‌های عسل در سطح اطمینان ٪۹۹ مشاهده شد.

خاکستر

نتایج میزان خاکستر عسل‌های مورد بررسی در شکل ۷ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر (شکل ۷) میزان خاکستر عسل‌های ایرانشهر، بوشهر، دزفول، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب ٪ ۰/۰۱±۰/۰۰۱، ٪ ۰/۰۹±۰/۰۰۱، ٪ ۰/۱۲±۰/۰۰۳، ٪ ۰/۰۹±۰/۰۰۱، ٪ ۰/۱۶±۰/۰۰۲، ٪ ۰/۰۱±۰/۰۰۱ و ٪ ۰/۰۹±۰/۰۰۱ بود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهدکه بیشترین میزان خاکستر مربوط به عسل مرکبات جیرفت و کمترین آن مربوط به عسل آکاسیا چابهار می‌باشد. آنالیز آماری نشان داد که بین عسل‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌داری در سطح ٪۱ از نظر درصد خاکستر وجود دارد. به طوریکه میزان خاکستر عسل جیرفت با میزان خاکستر بالاتر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر و با سایر نمونه‌ها داشت در حالیکه اختلاف معنی‌داری در میزان خاکستر در عسل‌های بوشهر، چابهار، ایرانشهر، جهرم و رودان مشاهده نشد و تمامی این نمونه‌ها در یک گروه آماری قرار گرفتند.

HMF (هیدروکسی متیل فورفورال)

میزان هیدروکسی متیل فورفورال (HMF) در نمونه‌های عسل مورد



شکل ۵- میزان پرولین در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ٪۱ است).

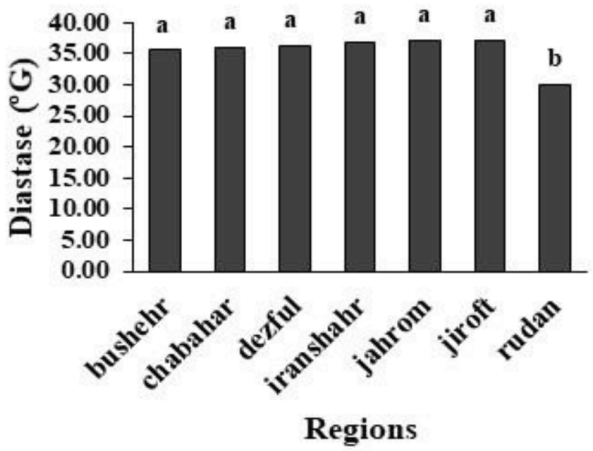
بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده در شکل ۸ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان HMF عسل‌های ایرانشهر، بوشهر، دزفول، رودان، جیرفت، جهرم و چابهار به ترتیب ۲/۲۵±۰/۳۲، صفر، ۱۳/۴۷±۱/۰۵، ۱۹/۴۶±۱/۵۲، ۱۷/۲۲±۲/۱۲، ۳/۴۳±۰/۲۴ و ۳/۲±۰/۲۵ بود. طبق نتایج به دست آمده بیشترین میزان HMF مربوط به عسل گون رودان و کمترین آن مربوط به عسل کنار بوشهر می‌باشد. آنالیز آماری نتایج به دست آمده نشان داد تفاوت معنی‌داری در میزان HMF در نمونه‌های عسل مورد بررسی در سطح ۱٪ وجود دارد (شکل ۸).

همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی

همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی مختلف نمونه‌های عسل در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات اسیدیته و رطوبت، ساکارز و پرولین، پرولین و دیاستاز، رطوبت و HMF وجود دارد و همبستگی منفی معنی‌داری بین صفات pH و ساکارز، pH و پرولین، رطوبت و دیاستاز، پرولین و HMF وجود دارد. همبستگی مثبت بین سطح رطوبت و اسیدیته نمونه‌ها مشاهده شد به حدی که ٪۶۶ از تغییرات اسیدیته مربوط به تغییرات رطوبت بود.

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده میزان رطوبت محاسبه شده برای نمونه‌های عسل مورد بررسی با استاندارد ارائه شده توسط کمیته بین‌المللی عسل (IHC) که بیان می‌کند آستانه مجاز رطوبت در عسل می‌بایستی کم‌تر از ٪ ۲۰ (۲۰ g در ۱۰۰ g عسل) باشد هم‌خوانی دارد. میزان رطوبت در فاسدشدن عسل تاثیر مستقیم داشته بالا بودن آن سبب ایجاد تخمیر و در نتیجه زود فاسدشدن عسل می‌شود در نتیجه پایین بودن آن موجب افزایش ماندگاری عسل می‌شود. میزان رطوبت به شرایط آب و هوایی منطقه، ترکیب شهد و گونه گیاهی مورد تغذیه بستگی دارد (۳). القمدی و همکاران (۲۰۱۷) میزان رطوبت عسل تولید توسط زنبورعسل اروپایی و زنبورعسل کوچک را در عربستان به ترتیب ٪۱۸/۵۰ و ٪ ۱۳/۷۰ گزارش کردند (۳). در تحقیق حاضر نیز میانگین رطوبت عسل زنبورعسل کوچک ٪ ۱۳/۶۷ بدست آمد که رطوبت کمتر عسل تولید شده توسط زنبورعسل کوچک با نتایج تحقیق‌القمدی و همکاران هم‌خوانی دارد. ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در میزان رطوبت عسل‌های گونه‌های مختلف زنبورعسل در پاکستان وجود دارد به طوریکه میزان رطوبت عسل گونه *A. florea*، *A. cerana*، *A. dorsata* و *A. mellifera* به ترتیب ۲۲/۰۶، ۲۰/۰۶، ۲۰/۸۷ و ۱۷/۶۸ گزارش شد (۱۶). در پژوهش حاضر میانگین رطوبت عسل نمونه‌های مورد بررسی کمتر از ٪۱۵ بدست آمد. علت اختلاف نتایج پژوهش حاضر با مطالعه ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) را می‌توان به علت تفاوت در جمعیت زنبورهای عسل کوچک، شرایط جغرافیایی و پوشش گیاهی منطقه دانست (۱۷). به طوریکه فینولا و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که کیفیت عسل تولیدی و فاکتورهای مختلف آن به عوامل مختلفی از جمله نوع پوشش گیاهی منطقه، گونه زنبورعسل و شرایط جغرافیایی منطقه بستگی دارد (۹). در ایران مطالعات متعددی بر روی عسل زنبورعسل *A. mellifera* انجام شده است به طور مثال جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) میزان رطوبت نمونه‌های عسل جمع‌آوری شده از استان گلستان را به طور متوسط ٪ ۱۸/۰۱(۱۹)، نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان رطوبت عسل در استان‌های شمالی و شمال‌غربی ایران را ٪ ۱۶/۳-۲/ ۱۴ (۲۶)، جاهدخانیکی و همکاران (۱۳۸۲) میزان رطوبت را در شهر گرمسار ۱۹/۵-۱۴/۶(۱۸) و لک‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) میزان رطوبت عسل‌های مختلف در استان اصفهان را ٪ ۱۸/۶۶-۱۵/۶۴ گزارش کردند (۲۱). با مقایسه میزان رطوبت نمونه‌های

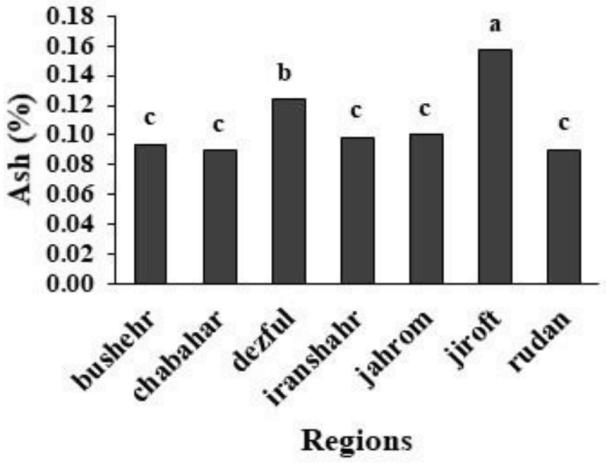


شکل ۶- میزان آنزیم دیاستاز در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ است).

عسل در تحقیق حاضر با نتایج محققان دیگر، می توان چنین نتیجه گرفت که به طور کلی میزان رطوبت در نمونه عسل زنبور *A. florea* (۲۳/۸۹٪-۱۲/۱۴) کم‌تر از نمونه عسل زنبور *A. mellifera* است که احتمالا به دلیل اختلاف در نوع شهدهایی که توسط دو گونه جمع‌آوری می‌شوند و دلیل دیگر آن تفاوت در رفتار لانه‌سازی این زنبور می‌باشد چرا که زنبورعسل کوچک روشنایی دوست بوده و کلنی خود را در فضای باز می‌سازد که این نتایج با نتایج مطالعه القمدی و همکاران (۲۰۱۷) که میزان رطوبت عسل زنبورعسل کوچک را پایین‌تر از زنبورعسل اروپایی گزارش کردند (۳) هم‌خوانی دارد. به طور کلی نتایج حاصل نشان می‌دهد که به دلیل رسوبت کمتر احتمال فاسد شدن عسل *A. florea* به مراتب از عسل *A. mellifera* کم‌تر است و در نتیجه مدت ماندگاری عسل *A. florea* در طول دوره انبارداری به مراتب بیشتر از عسل *A. mellifera* است.

اسیدیته معیار مهمی در ارزیابی کیفیت عسل است. اسیدیته عسل به علت حضور اسیدهای آلی عمدتا اسیدگلوکونیک، اسید پیرویک، اسید مالئیک و اسید سیتریک در تعادل با لاکتون‌های متناظر یا استرهای داخلی خود و یون‌های غیرآلی مانند فسفات، سولفات وکلرید می‌باشد. اسیدیته لاکتون به عنوان شاخص اسیدیته ذخیره زمانی‌که عسل به صورت قلیایی در می‌آید، است در حالی‌که اسیدیته کل شامل مجموع اسیدیته‌های آزاد و لاکتونی است (۹ و ۳۳). بر اساس شاخص استاندارد کدکس حداکثر اسیدیته مجاز در عسل برابر با ۴۰ mEq/kg است. در این مطالعه میزان اسیدیته محاسبه شده برای تمامی نمونه‌های عسل کم‌تر از میزان حداکثر اسیدیته مجاز می‌باشد که نشان‌دهنده عدم وجود تخمیر نامطلوب در نمونه‌هاست. در کل عسل صرفنظر از منشا جغرافیایی متنوع خود، دارای یک طبیعت اسیدی می‌باشد (۳۲). تفاوت مشاهده شده در میزان اسیدیته بدست آمده، به تفاوت‌های جغرافیایی مناطق نمونه‌برداری و پوشش گیاهی منطقه بر می‌گردد. ایفتیخار و همکاران (۲۰۱۱) میزان اسیدیته را در گونه‌های مختلف زنبورعسل را در پاکستان مقایسه کردند (۱۶). نتایج نشان داد که بین اسیدیته چهار نمونه عسل اختلاف معنی‌دار وجود دارد. دو نوع عسل تولید شده توسط *A. cerana* و *A. florea* به ترتیب اسیدیته‌ای معادل ۲۲/۵۰ و ۲۳/۶۲ meq/kg نشان دادند. از سوی دیگر، اسیدیته گونه *A. mellifera* بالا (معادل ۲۹/۳۷ meq/kg) و اسیدیته گونه *A. dorsata* معادل ۲۷/۸۷ meq/kg تعیین شد. القمدی و همکاران (۲۰۱۷) طی مطالعه‌ای میزان اسیدیته عسل زنبورعسل اروپایی و زنبورعسل کوچک را در عربستان به ترتیب ۵۱/۸۰ و ۹۸/۴۰ meq/kg گزارش کردند (۳). ناهید و فروقی (۲۰۱۸) نشان دادند تفاوت معنی‌داری در میانگین اسیدیته نمونه‌های عسل جمع‌آوری‌شده گونه *A. florea* تغذیه کرده از سه گونه گیاهی وجود دارد (۲۴). نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان می‌دهد که میزان اسیدیته در عسل زنبورعسل کوچک به طور متوسط ۱۴/۱۴ meq/kg می‌باشد که از نتایج بدست آمده از تحقیقات ایفتخار و همکاران در پاکستان و انصاری و همکاران در عربستان کمتر می‌باشد. در ایران مطالعات متعددی بر روی عسل زنبورعسل *A. mellifera* انجام شده است به طور مثال جلیلیان و همکاران (۲۰۱۱) میزان اسیدیته نمونه‌های عسل جمع‌آوری شده از استان گلستان را ۱۲/۳۳-۴۰/۸۳ (meq/kg) (۱۹)، نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان اسیدیته عسل در استان‌های شمالی و شمال‌غربی ایران را ۸/۲۳-۱۷/۵۶ (meq/kg) (۲۶)، جاهدخانیکی و همکاران (۲۰۱۵) میزان اسیدیته را در شهر گرمسار ۱۸-۱۳ (meq/kg) (۱۸) و لک‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) میزان اسیدیته عسل‌های مختلف در استان اصفهان را ۱۰/۵-۲۴/۸۵ (meq/kg) گزارش کردند (۲۱). تنوع اسیدیته نمونه‌های عسل ممکن است به دلیل تفاوت در نوع گل مورد تغذیه زنبورهای عسل، تنوع جمعیت آنها و شرایط اقلیمی و فصلی نیز باشد(۲۵ و ۳۱).

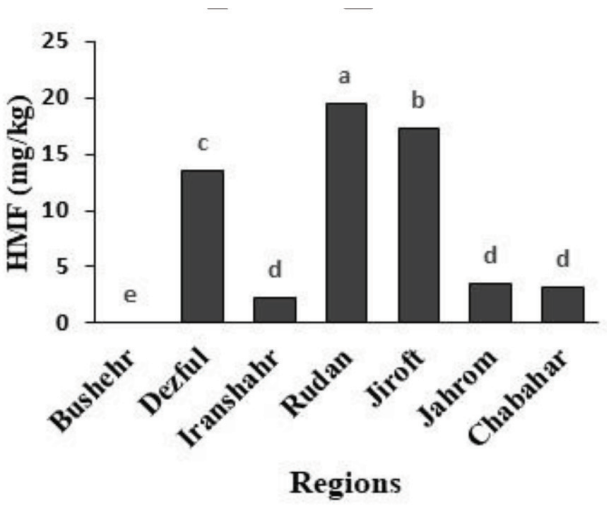
نوع گل و خاستگاه جغرافیایی می‌تواند باعث تغییرات زیادی در مقادیر



شکل ۷- میزان خاکستر در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ است).چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ است).

pH عسل گردد، زیرا pH شهد و شرایط خاک می‌توانند تا حد زیادی بر خواص فیزیکوشیمیایی عسل تاثیرگذار باشد (۱۳). pH نمونه‌های عسل در طول فرآیند استخراج مهم است چرا که تاثیر آن بر بافت عسل و ثبات و ماندگاری آن موثر است (۱۷). با توجه به تفاوت‌های جغرافیایی نواحی نمونه‌گیری و پوشش گیاهی آنها، تفاوت pH مشاهده شده در نمونه‌های عسل مورد بررسی در تحقیق حاضر قابل توجیه است. ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) میزان pH را در پاکستان در عسل گونه *A. cerana* ٪۳/۵۹ ، در گونه *A. mellifera* معادل ٪ ۳/۸۴، در گونه *A. dorsata* معادل ٪ ۵/۶۰ و در گونه *A. florea* معادل ٪ ۶/۴۵ گزارش کردند و بیان کردند که اختلاف معنی‌داری از لحاظ میزان pH در عسل‌های گونه‌های مختلف زنبورعسل وجود دارد. القمدی و همکاران (۲۰۱۷) طی مطالعه‌ای میانگین میزان pH عسل زنبورعسل اروپایی و زنبورعسل کوچک را در عربستان ترتیب ۳/۶۲ و ۴/۴۰ گزارش کردند (۳) که با نتایج تحقیق حاضر که میزان pH در عسل زنبورعسل کوچک در ایران به طور متوسط ٪ ۴/۲۹ بدست آمد تقریبا هم‌خوانی دارد. هاتف‌زاده و همکاران (۲۰۱۸) میزان pH نمونه‌های عسل زنبور *A. mellifera* جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف ایران را به طور متوسط ۴/۰۱ -۳/۵۳(۱۳)، نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان pH عسل زنبورعسل *A. mellifera* در استان های شمالی و شمال غربی ایران را ۳/۸۸-۳/۲۸ گزارش کردند که کمتر از pH عسل تولیدی توسط زنبورعسل کوچک در جنوب ایران است. جاهدخانیکی و همکاران (۲۰۱۵) میزان pH عسل زنبورعسل *A. mellifera* را در شهر گرمسار ۴/۸-۴/۴ (۱۸) و لک‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) میزان pH عسل زنبورعسل *A. mellifera* در استان اصفهان را ۵/۴۵-۴/۰۵ گزارش کردند (۲۱) که در همان حدود عسل زنبورعسل کوچک و حتی کمی بالاتر از آن است. به طور کلی تنوع pH نمونه‌های عسل ممکن است به دلیل تفاوت در نوع گل مورد تغذیه زنبورهای عسل، تنوع جمعیت آنها و شرایط اقلیمی و فصلی نیز باشد (۲۵ و ۳۱).

ساکارز تقریبا ٪۱ ماده خشک عسل را تشکیل می‌دهد. به طور کلی حد مجاز ساکارز عسل بر اساس استاندارد کدکس حداکثر ٪ ۵ می‌باشد که البته این میزان برای زنبورهای عسل تغذیه کرده از گیاهان مختلف متفاوت است به طوریکه حد مجاز ساکارز در عسل‌های تک گل نظیر مرکبات، یونجه، شبدر، ماش معطر(اسپرس) و اقاقیا ٪ ۱۰ و برای عسل اسطوخودوس ٪ ۱۵ تعیین شده است. این موضوع نشان‌دهنده تاثیر گونه گیاهی مورد استفاده زنبورهای عسل بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل است. ایفتخار و همکاران (۱۶) نشان دادند که بین عسل‌های تولید توسط گونه‌های زنبور *A. florea*، *A. cerana*، *A. dorsata* و *A. mellifera* تفاوت معنی‌داری از نظر محتوای ساکارز در پاکستان وجود دارد. محتوای ساکارز عسل گونه *A. mellifera* بالا (٪ ۸/۰۳) و در گونه‌های *A. florea*، *A. dorsata* و *A. cerana* به ترتیب معادل ٪ ۶/۴۲، ٪ ۶/۲۵ و ٪۷/۱۵ بود. القمدی و همکاران (۳) نشان دادند محتوای ساکارز عسل زنبورعسل اروپایی و کوچک در عربستان به ترتیب ٪ ۷/۳۲ و ٪ ۲/۹۰ بوده و تفاوت معنی‌داری در سطح ٪۵ بین آن دو وجود دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان ساکاروز عسل زنبورعسل کوچک در ایران به طور متوسط ٪ ۱/۲۵ می‌باشد که این میزان از نتایج بدست آمده از مطالعات ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) در پاکستان و القمدی و همکاران (۲۰۱۷) در عربستان کمتر می‌باشد (۳ و ۱۶). طهماسبی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی عسل‌های مختلف زنبورعسل *A. mellifera* در ایران میزان ساکارز در عسل‌های طبیعی، تغذیه‌ای و دست ساز را به ترتیب ٪ ۴/۲ ، ٪ ۱۱/۹۷ و



شکل ۸- میزان HMF در نمونه‌های عسل جمع آوری شده از مناطق مختلف (حروف مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ٪۱ است)چند دامنه‌ای دانکن در سطح ٪۱ است).

٪ ۲۰/۴۳ گزارش کردند (۳۴). لک‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) میزان ساکارز عسل زنبورعسل *A. mellifera* در استان اصفهان را ٪ ۳/۲۵-۵/۴۳ گزارش کردند (۲۱). با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر و مقایسه آن با نتایج محققین مذکور می‌توان نتیجه گرفت که میانگین میزان ساکارز در عسل زنبورعسل *A. mellifera* بالاتر از عسل *A. florea* است که یکی از دلایل آن می‌تواند تغذیه زنبورعسل اروپایی با شربت شکر توسط زنبورداران باشد. همچنین دلیل دیگر آن می‌تواند به دلیل تفاوت در فعالیت آنزیم اینورتاز در این دو گونه زنبور باشد (۳). مقدار ساکارز می‌تواند در طی ذخیره‌سازی به علت حضور این آنزیم کاهش یابد (۳) بنابراین می‌توان گفت عسل زنبورعسل کوچک از کیفیت بالاتری از لحاظ این ویژگی برخوردار است. به طور کلی نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در مورد کمتر بودن میزان ساکاروز عسل تولیدی توسط زنبورعسل کوچک با تحقیقات القمدی و همکاران (۲۰۱۷) و ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) تطابق دارد (۳ و ۱۶).

نسبت مقدار فروکتوز به مقدار گلوکز یکی از فاکتورهای موثر در نشان دادن توانایی عسل به کریستالیزه شدن(شکرک زدن) است. سرعت کریستالیزه شدن هنگامی که این نسبت از ۱/۳ تجاوز کند کم و هنگامی که این نسبت از ۱ کم‌تر باشد زیاد می‌شود (۴). میانگین نسبت فروکتوز به گلوکز در عسل‌های مورد بررسی ۱/۰۱ بدست آمد که در مقایسه با نتایج انصاری و همکاران (۲۰۱۷) که نسبت فروکتوز به گلوکز عسل‌های زنبورعسل اروپایی و زنبورعسل کوچک را به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۹۳ گزارش کردند بیشتر است همچنین محققین تفاوت معنی‌داری بین عسل زنبورعسل اروپایی و زنبورعسل کوچک از لحاظ این صفت مشاهده نکردند. میزان نسبت فروکتوز به گلوکز در نمونه‌های عسل زنبور *A. mellifera* جمع‌آوری شده از استان گلستان ۱/۵۲-۰/۹۷ گزارش شد (۱۹). همچنین نسبت فروکتوز به گلوکز در عسل‌های *A. mellifera* جمع‌آوری شده از استان اصفهان ۱/۷۲-۱/۰۵ گزارش شد (۲۱). مقایسه نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج محققین دیگر نشان می‌دهد نسبت فروکتوز به گلوکز در عسل زنبور *A. mellifera* بالاتر از زنبور *A. florea* است که این موضوع نشان از احتمال کریستالیزه شدن کم‌تر عسل زنبور *A. florea* نسبت به زنبور *A. mellifera* است.

عسل به طور طبیعی حاوی ٪ ۰/۱-۰/۵ پروتئین است. ۱۸ اسید آمینه در عسل گزارش شده است که پرولین ٪ ۵۰-۸۵ کل پروفایل آمینواسیدی عسل را تشکیل می‌دهد (۳۸). میزان پرولین عسل نشانگر رسیده بودن و طبیعی‌بودن عسل است و میزان پایین آن نشانگر نارس بودن یا تغذیه دستی کندو با شکر است. بر اساس استاندارد ارائه شده توسط کدکس حداقل مقدار پرولین برای عسل طبیعی ۱۸۰ mg/kg است. واجلا و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که میزان اسید آمینه موجود در عسل زنبور *A. florea* در عسل خام ۲۷/۰۴± ۲۴۹/۶۹ mg/kg است (۳۶) که بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، از متوسط میزان پرولین عسل زنبورعسل کوچک در ایران (۲۹۰/۱۹ mg/kg) کمتر می‌باشد. مدا و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که محتوای پرولین در عسل بورکینافاسو از ۴۳۷/۸۲ تا ۲۱۶۹/۳۷ mg/kg متغیر است (۲۳). گیلانی و همکاران (۲۰۰۸) میزان این اسید آمینه را عسل تونس را ۴۶۵/۳ تا ۸۲۷/۶ mg/kg برآورد کردند. در ایران مطالعاتی بر روی عسل زنبورعسل *A. mellifera* انجام شده است به طور مثال نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان پرولین عسل در استان‌های شمالی و شمال غربی ایران را ۵۳۸/۱۹۵-۱۷۶/۸۹۱ mg/kg و رفتنی امیری و بلقیسی (۱۳۹۸) متوسط میزان پرولین عسل زنبورعسل *A. mellifera* را در نمونه‌های عسل جمع‌آوری شده از استان البرز را ۱۸۲/۱ mg/kg گزارش کردند. همچنین نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) میزان پرولین عسل‌های جمع‌آوری شده از استان‌های شمال غربی کشور را ۴۵۴/۰۸۶-۲۵۷/۳۷۳ mg/kg گزارش کردند (۲۶). در تحقیق حاضر میزان پرولین در عسل زنبورعسل کوچک بین ۲۰۸/۴۸ و ۳۴۷/۲۷ mg/kg بدست آمد که تا حدی مشابه عسل‌های زنبورعسل اروپایی در ایران و در برخی موارد کمتر از آن می‌باشد.

فعالیت دیاستاز 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 °G است. نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که میزان دیاستاز در عسل زنبورعسل کوچک با استاندارد ارائه شده تطابق داشته و بیشتر از ۸ °G می‌باشد. ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند میزان آنزیم دیاستاز نمونه‌های عسل زنبوران *A. florea*، *A. dorsata*، *A. cerana* و *A. mellifera* در پاکستان بین ۱۴/۵۰-۲۴/۲۵ °G متغیر است (۱۶). در این بین عسل گونه *A. cerana* بالاترین میزان فعالیت آنزیم دیاستاز و گونه *A. mellifera* کمترین میزان را نشان دادند. در ایران نیز مطالعاتی بر روی ارزیابی دیاستاز زنبورعسل ملیفرا انجام شده است به طور مثال رفتنی امیری و بلقیسی (۲۰۱۴) میزان متوسط دیاستاز را در عسل تولیدی زنبور *A. mellifera* ۴/۹۳ °G برآورد کردند (۵) همچنین لک‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) میزان دیاستاز عسل‌های مختلف در استان اصفهان را ۱۹/۸۴-۱۰/۶۷ °G (۲۱) و امیری و همکاران (۲۰۱۴) متوسط آن را ۲۵/۹۸ در عسل‌های ارومیه گزارش کردند (۵). مقایسه نتایج پژوهش حاضر با نتایج بدست آمده نشان می‌دهد میزان دیاستاز عسل زنبورعسل کوچک (۳۶/۹۹-۳۰ °G) بیشتر از عسل زنبورعسل *A. mellifera* است. که با نتایج بدست آمده از تحقیق ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) (۱۶) مطابقت دارد. بالاتر بودن میزان دیاستاز عسل زنبورعسل کوچک نشان‌دهنده کیفیت بالاتر این عسل می‌باشد که یکی از دلایل مهم آن طبیعی‌بودن عسل زنبورعسل کوچک می‌باشد.

عسل به طور طبيعي يك ميزان پائيني از خاكستر دارد و اين بستگي به موادي دارد كه زنبورعسل در طي گردش بر روي گل‌ها جمع‌آوري مي‌كند (۱). میزان استاندارد خاکستر بر اساس استاندراد کدکس کم‌تر ٪ ۰/۶ است که در تمامی نمونه‌های مورد آزمایش این میزان کم‌تر از ٪ ۰/۶ ارزیابی شد. القمدی و همکاران (۲۰۱۷) میزان محتوای خاکستر (Ash) برای دو گونه *A. mellifera* و *A. florea* به ترتیب ٪ ۰/۲۶ و ٪ ۱/۱۶ در عربستان تعیین کردن و دلیل وجود تفاوت معنی‌دار بین خاکستر عسل دو گونه را رفتار جستجوگری متفاوت زنبوران عنوان کردند (۳). در تحقیق حاضر متوسط میزان خاکستر در عسل زنبورعسل کوچک ۰/۰۹ تعیین شد که کمتر از میزان خاکستر عسل زنبور فلورا در عربستان می‌باشد. راجپار و همکاران (۲۰۱۸) میزان خاکستر در عسل *Acacia sp.*، *Brassica sp* و *Ziziphus sp*. زنبورعسل کوچک را در پاکستان به ترتیب ٪ ۰/۰۱ ± ۰/۱۰۱، ٪ ۰/۰۲ ± ۰/۰۸۶ و ٪ ۰/۰۲ ± ۰/۶۷ بدست آوردند و تفاوت موجود در خاکستر عسل‌های مختلف را تفاوت در منبع

گیاهی مورد استفاده زنبور بیان کرده و همچنین عنوان کردند که ارتباط مثبت معنی‌داری بین خاکستر عسل و هدایت الکتریکی آن وجود دارد. مطالعات متعددی نشان داده است که محتوای خاکستر عسل به رفتار و موادی که توسط زنبور جستجو می‌شوند و ترجیح‌های غذایی زنبورها بستگی دارد. ناهید و فروغی (۲۰۱۸) محتوای خاکستر عسل زنبور *A. florea* تغذیه کرده از گیاهان *Brassica sp*، *Acacia sp.* و *Ziziphus sp.* را به ترتیب ٪ ۰/۰۱ ± ۰/۱۰۱، ٪ ۰/۰۲ ± ۰/۰۸۶ و ٪ ۰/۰۲ ± ۰/۶۷ گزارش کردند (۲۴). رفتنی امیری و بلقیصی (۱۳۹۸) میزان خاکستر عسل زنبورعسل *A. mellifera* را در نمونه‌های جمع‌آوری شده ٪ ۰/۰۲±۰/۱۹- ٪ ۰/۰۲±۰/۷۳ گزارش کردند (۳۰). جاهدخانیکی و همکاران (۲۰۱۵) متوسط میزان خاکستر عسل *A. mellifera* جمع‌آوری شده از گرمسار را ۰/۲۸٪ گزارش کردند (۱۸). قیصری و همکاران (۲۰۰۸) متوسط میزان خاکستر عسل *A. mellifera* را در نمونه‌های جمع‌آوری شده از شیراز ۰/۴۲ گزارش کردند (۱۰). مقایسه نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد میزان خاکستر عسل زنبورعسل کوچک در نمونه‌های مورد بررسی کم‌تر از نمونه‌های عسل *A. mellifera* می‌باشد.

در این بررسی میزان HMF عسل‌ها در تمام موارد کم‌تر از بیشینه مورد قبول استاندارد یعنی ۴۰ mg/kg بود. کدکس و اتحادیه اروپا نیز اگرچه حداکثر حد مجاز HMF را در عسل ۴۰ mg/kg عنوان کرده اند، اما مواردی شامل ۸۰ mg/kg برای عسل‌های کشورهایی با آب و هوای گرمسیری و ۱۵ mg/kg برای عسل‌های با یک سطح فعالیت آنزیمی پایین را استثنا دانستند (۱۱). میزان HMF یک شاخص تازگی عسل می‌باشد. مقادیر بالای HMF نشانگر یک مشکل بهداشتی نیست و بعضی از محققین (۳۷) پیشنهاد نموده‌اند که این میزان می‌تواند تا ۸۰ mg/kg افزایش یابد (۱۴ و ۳۴). میزان HMF با افزایش ماندگاری عسل زیاد می‌شود که در این بین pH و اسیدیته‌ی عسل و درجه حرارت نگهداری آن بر روی این میزان موثرند. القمدی و همکاران (۲۰۱۷) میزان HMF عسل‌های زنبورعسل اروپایی و کوچک را در عربستان به ترتیب ۳/۷۸، ۳/۱۷ mg در ۱۰۰ gr گزارش کردند (۳). ایفتخار و همکاران (۲۰۱۱) تفاوت معنی‌داری در میزان HMF عسل زنبورهای *A. florea*، *A. dorsata*، *A. cerana* و *A. mellifera* در پاکستان مشاهده نکردند (۱۶). قیصری و همکاران (۲۰۰۸) متوسط میزان HMF عسل A. mellifera را در نمونه‌های جمع‌آوری شده از شیراز را ۱۳/۷۷ mg/kg گزارش کردند (۱۰). رفتنی امیری و بلقیسی (۲۰۱۹) متوسط میزان HMF عسل A. mellifera را در نمونه‌های جمع‌آوری شده ۴۱/۵۹ mg/kg برآورد کردند (۳۰). متوسط میزان HMF در پژوهش حاضر ۸/۴ mg/kg بدست آمد که نشان می‌دهد میزان این پارامتر در عسل زنبورعسل کوچک کم‌تر از زنبورعسل اروپایی است.

نتایج حاصل از همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات اسیدیته و رطوبت، ساکارز و پرولین، پرولین و دیاستاز، رطوبت و HMF وجود دارد و همبستگی منفی معنی‌داری بین صفات pH و ساکارز، pH و پرولین، رطوبت و دیاستاز، پرولین و HMF وجود دارد. همبستگی مثبت بین سطح رطوبت و اسیدیته نمونه‌ها مشاهده شد به حدی که ٪۶۶ از تغییرات اسیدیته مربوط به تغییرات رطوبت بود. این نتایج ممکن است مربوط به فعالیت آنزیم گلوکز اکسیداز باشد، که توسط سطوح بالاتر رطوبت در عسل تقویت می‌شود. فعالیت این آنزیم باعث ایجاد اسید گلوکونیک می‌شود که باعث افزایش اسیدیته عسل می‌شود. مشابه نتایج حاضر آنانیاس و همکاران (۲۰۱۳) همبستگی مثبتی بین میزان رطوبت و اسیدیته در نمونه‌های عسل مورد بررسی را گزارش کردند (۶). همبستگی میان میزان پرولین و رطوبت به میزان ۰/۲۱- معنی‌دار و معکوس بوده است. به این معنی که در شرایط وجود رطوبت کافی پرولین کاهش می‌یابد. در توجیه این موضوع باید گفت که پرولین، يك آمينو اسيد استرسي است. به اين معني كه در شرايط استرسي و براي مقابله با آن، در گياه ساخته مي‌شود تا مقاومت گياه را افزايش دهد. بديهي است كه ميزان رطوبت عسل، تابعي از رطوبت محيط و يا رطوبت فصل برداشت عسل است. اما احتمالاً افزايش و يا كاهش پرولين بستگي به موقعيت‌هاي محيطي استرسي دارد كه گياه در آن قرار مي‌گيرد. زنگ و همکاران (۲۰۰۸) اعلام داشته‌اند که پرولين هيدروفيليكتر از ساير آمينو اسيدها است (۳۹). پرولين آزاد در بسياري از گياهان در پاسخ به پتانسيل آبي كم(مثل خشكي و شوري) به مقدار زياد تجمع مي‌يابد. گزيک (۱۹۹۶) عنوان کرد در شرايط تنشي، با آغاز كاهش پتانسيل آبي برگ، افزايش سريع پرولين به طور همزمان روي مي‌دهد (۱۲). نگرش اين محققين با نتايج دست آمده در اين پژوهش همسويي دارد. بنابراين افزايش پرولين در شهد نيز به علت استرس خشكي طبيعي است و با رطوبت رابطه معكوس دارد. در كل می‌توان چنين انتظار داشت كه عسل موجود در مناطق خشک‌تر ميزان پرولين بيشتري داشته باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تمامی خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل تولیدی زنبورعسل کوچک با استاندارد ارائه شده توسط کدکس تطابق داشته و داشتن ویژگی‌هایی مانند پایین بودن ساکارز و HMF و همچنین بالا بودن میزان دیاستاز، نشان از کیفیت بالای این عسل دارند. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد عسل تولیدی زنبورعسل کوچک همچون عسل زنبورعسل اروپایی غنی از مواد غذایی بوده و حتی دارای خصوصیات بهتری نسبت به عسل زنبورعسل اروپایی می‌باشد از جمله این‌که میزان ساکارز که یکی از مهم‌ترین خصوصیات عسل باکیفیت است، در این عسل پایین‌تر از عسل زنبورعسل اروپایی می‌باشد که یکی از علت‌های آن تفاوت در فعالیت آنزیمی در این دو گونه است. علاوه بر آن عسل تولیدی توسط زنبورعسل کوچک میزان رطوبت پایین‌تری نسبت به عسل زنبورعسل اروپایی است که این موضوع احتمالا تفاوت در نوع لانه‌سازی دو گونه زنبور و اختلاف در نوع شهدهایی که توسط دو گونه جمع‌آوری می‌شوند را منعکس می‌کند و احتمالا این گونه، عسل را به شکل متفاوتی در طول مرحله مکانیکی رسیدن عسل فرآوری می‌کند و در مجموع پایین بودن میزان رطوبت منجر به انبار داری بهتر این عسل شده و ماندگاری بالاتر آن می‌گردد. همچنین بالاتر بودن میزان دیاستاز و پایین تر بودن میزان HMF دلیل دیگری به برتری کیفیت عسل زنبورعسل کوچک نسبت به زنبورعسل اروپایی می‌باشد. خوشبختانه ایران یکی از کشورهایی است که زنبورعسل کوچک از میلیون‌ها سال قبل در آن پراکنش داشته و در کنار تولیدات با ارزشی مثل عسل، نقش موثری در گرده افشانی گیاهان مختلف مناطق جنوبی کشور دارد. با

توجه به اینکه در برخی کشورهایی که گونه‌های دیگر زنبورعسل دارند، با مدیریت پرورش و برداشت اصولی عسل و انجام فعالیت‌های ترویجی در جهت بالا بردن آگاهی کشاورزان از ارزش گونه‌های زنبورعسل در گرده‌افشانی و افزایش محصولات کشاورزی، در جهت حمایت و حفاظت از این گونه‌ها اقداماتی انجام می‌شود، در کشور ما نیز حفاظت از این ذخیره ژنتیکی با ارزش کشورمان بیش از پیش احساس می‌گردد چرا که متاسفانه امروزه به دلیل عدم شناخت این گونه در بین کشاورزان و برداشت نادرست عسل، به شدت جمعیت آن تهدید می‌شود. بنابراین امید است که با انجام کارهای ترویجی در زمینه معرفی این گونه، حمایت از این گونه زنبورعسل با ارزش کشورمان اقدامات لازم انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

با حمایت صندوق حمایت از پژهشگران و فناوران کشور.
IRAN NATIONAL SCIENCE FOUNDATION(INSF)

منابع مورد استفاده

1.Abu-Tarboush, H., H. Al-Kahtani and M. El-Sarrage. 1993. Floral type identification and quality evaluation of some honey types. *Food Chemistry* 46:13-17.

2.Adebiyi, F. M., I. Akpan, E. I. Obiajunwa and H. B. Olaniyi. 2004. Chemical/physical characterization of Nigerian honey. *Pakistan Journal of Nutrition* 3:278-281.

3.Al-Ghamdi. A., S. E. Mohammed, M. J. Ansari and N. Adgaba. 2017. Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored *Apis mellifera* and *Apis florea* honey. *Saudi Journal of Biological Sciences* 26: 845-848.

4.Amir, Y., A. Yesli, M. Bengana, R. Sadoudi and T. Amrouche. 2010. Physico-chemical and microbiological assessment of honey from Algeria. *Electronic Journal of Environmental. Agricultural and Food Chemistry* 9:1-5.

5.Amiry, S., M. Esmaiili and M. Alizadeh Khaledabad. 2014. Qualitative evaluation of two groups of bulk and packaged natural polyfloral honey. *Journal of Food Research* 52: 31-49. (In Farsi).

6.Ananias, K. R., A. A. Melo and C. J. D. Moura. 2013. Analysis of moisture content, acidity and contamination by yeast and molds in *Apis mellifera* L. honey from central Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 44: 679-683.

7.Bogdanov, S. and P. Martin. 2002. Honey authenticity. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene* 93: 232-254.

8.Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, & World Health Organization. 2001. Codex Alimentarius: General requirements (food hygiene) (Vol. 1). *Food & Agriculture Org.*

9.Finola, M. S., M. C. Lasagno and J. M. Marioli. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry* 100: 1649–1653.

10.Gheisari, H. and A. Hamidian Shirazi. 2008. Comparison and evaluation of physicochemical properties and adulterations in produced honeys of Shiraz province in different seasons. *Iranian Food Science and Technology Research Journal* 4: 57-69. (In Farsi).

11.Grigoryan, K. 2016. Safety of honey. pp. 217-246. In: Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods (ed.). Academic Press. Yerevan.

12.Gzik, A. 1996. Accumulation of proline and pattern of α-amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. *Environmental and Experimental Botany* 36: 29-38.

13.Hatefizad, R., M. Goli and E. Khosravi. 2018. Comparison of physico-chemical properties of eight medicinal plant based honeys. *Iranian Journal of Food Science and Technology* 15: 43-55. (In Farsi).

14.Fallico, B. M., E. Zappala and A. Verzera. 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry* 2: 305-313.

15.Horwitz, W., and G. Latimer. 2005. AOAC-Association of official analytical chemists. . In: Proceeding of 18th International Official Methods of Analysis of AOAC. Gaithersburg. Maryland. USA. pp. 45: 75-76.

16.Iftikhar, F., M. A. Masood and E. S. Waghchoure. 2011. Comparison of *Apis cerana, Apis dorsata, Apis florea and Apis mellifera* honey from different areas of Pakistan. *Asian journal of experimental biological sciences* 2: 392-399.

17.Isla, M. I., A. Craig., R. Ordoñez, C. Zampini, J. Sayago, E. Bedascarrasbure and L. Maldonado. 2011. Physico chemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina. LWT-*Food Science and Technology* 44: 1922-1930.

18.Jahed Khaniki, G.h.R. and A. Kamkar. 2015. A Survey of Physico-chemical Properties of Produced Honey in Garmsar City in 2003. *Iranian Journal of Food Science and Technology* 1: 35-41. (In Farsi).

19.Jalilian, H., D. Beiknejad and M. Chichei. 2011. Physico-chemical properties in honey from Golestan province. *Journal of Innovation in Food Science and Technology* 6:1-10. (In Farsi).

20.Kahraman, T., S. K. Buyukunal, A. Vural and S. S. Altunatmaz. 2010. Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistry* 123: 41-44.

21.Lakzadeh, L., H. Gheisar and A. Mahianeh. 2012. Comparison microbial and physicochemical characterization of different origin plant honeys in Isfahan province. *Veterinary Journal* (*Pajouhesh & Sazandegi*) 100:23-30. (In Farsi).

22.Madejczyk, M. and D. Baralkiewicz. 2008. Characterization of

Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Analytica Chimica Acta* 617: 11-17.

23.Meda. A., C. E. Lamien, M. Romito, J. Millogo and O. G. Nacoulma. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food chemistry* 91:571-577.

24.Naheed, R. and S. R. Farooqi. 2018. Physical characterization and antibiotic potential of honey collected from *A. florea* combs in district Khairpur. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 6: 1564-1570.

25.Nanda, V., B. C. Sarkar, H. K. Sharma and A. S. Bawa. 2003. Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. *Journal of Food Composition and Analysis* 16: 613-619.

26.Nemati, F., R. Taghavizad, R. Seif and S. Hashemi. 1390. Comparison of honey proline in six north and northwestern provinces of Iran. *Iranian Biological Science* 6(1):11-19. (In Farsi).

27.Ortiz, P. L. 1994. The Cistaceae as food resources for honey bees in SW Spain. *Journal of Apicultural Research* 33:136-144.

28.Ouchemoukh, S., H. Louaileche and P. Schweitzer. 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control* 18: 52-58.

29.Pérez, E., A. J. Rodríguez-Malaver and P. Vit. 2006. Antioxidant capacity of Venezuelan honey in wistar rat homogenates. *Journal of Medicinal Food* 9: 510-516.

30.Raftani Amiri, Z. and S. Belgheisi. 2019. Study of physicochemical and microbial characteristics of honeys with different floral origin in Alborz province. *Iranian Journal of Food Science and Technology* 16: 27-37. (In Farsi).

31.Rodriguez, G., B. Sulbaran de Ferrer, A. Ferrer and B. Rodríguez. 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry* 84: 499-502.

32.Saxena, S., S. Gautam and A. Sharma. 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry* 118: 391–397.

33.Silva, L. R., R. Videira, A. P. Monteiro, P. Valentao and P. B. Andrade. 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical Journal* 93: 73-77.

34.Tahmasbi, M., G.h. Tahmasbi, M. Babaei, S. Mashayekhi and F. Shirvani. 2017. Investigation on physicochemical characteristics of artificial and natural honey in Iran. In: Proceeding of 1th Internation Honeybee Congress. Karaj. Iran. pp. 123-125. (In Farsi).

35.Terrab, A., M. J. Díez and F. J. Heredia. 2002. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry* 79: 373-379.

36.Vaghela, J. 2016. Melissopalynological investigation and physicochemical characterization of *Apis florea* honey from kachchh Gujarat. PHD thesis. Gujarat University. Gujarat. India.

37. White, J. W. 1994. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. Bee world 75: 104-117.

38.Won, S. R., C. Y. Li, J. W. Kim and H. Rhee. I. 2009. Immunological characterization of honey major protein and its application. *Food Chemistry* 113: 1334-1338.

39.Zhang, P. S., Han, Y. Zhang, R. C. Ford and J. Li. 2008. Neutron spectroscopic and Raman studies of interaction between water and proline. *Chemical Physics* 345: 196-199.