Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Food Processing and Preservation Journal

Print ISSN: 2423-3544
Online ISSN: 2423-3803

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

Investigating the effect of type of region, type of feeding and harvesting time on the quality and authenticity of natural honey and honey fed with sugar

Mahshid Rahbari[1], Saba Belgheisi[2], Fahimeh Moradi[3], Mohtaram JaniGhorban[1], Hamed Hassanzadeh[4*]

[1] Iran National Standards Organization, Regional Research Group of Isfahan, Standard Research Institute, Email: m.rahbari@gau.ac.ir
[2] Iran National Standard Organization, Standard Research Institute
[3] Standard Collaborative Laboratory, Pouya azma Khansar
[4] Department of Food Science and Hygiene, Faculty of Para-Veterinary, Ilam University, Ilam, Iran, Email: h.hassanzadeh@ilam.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 29-4-2023
Revised: 23-8-2023
Accepted: 27-8-2023

Keywords:
Authenticity
Natural honey
Fed honey
Harvest time
Type of region

ABSTRACT

Background and purpose: Considering the ever-increasing frauds in honey production and the huge price difference between natural honey and fed honeys and the lack of a national standard for it, a laboratory study and investigation in order to determine the physicochemical characteristics of the product with the aim of developing the production of a healthy product, according to the standard and informing the consumers is very important.

Materials and methods: Six authentication features including sucrose, sugar before hydrolysis, fructose to glucose ratio, diastase, proline and hydroxymethyl furfural were tested. Also, the parameters of humidity, free acidity and electrical conductivity, which have a great impact on the quality of honey, were measured. In this research, the effect of factors such as the type of region, the type of feeding and the time of honey harvesting on the authenticity factors of honey according to the Iranian standard has been investigated.

Results: The results of the test on honey samples obtained from feeding with sugar syrup showed that if a lower concentration of sugar syrup is used (2 parts of sugar and 3 parts of water), only the parameters of sucrose, sugar before hydrolysis, the ratio of fructose to glucose and in some areas, proline were not in the permitted range of the standard of natural honey. In addition, except for the characteristic of sucrose, other characteristics did not have much difference with the allowed amount. However, the amount of sucrose in the best conditions was about 15%, which is much higher than the standard limit (5%) of natural honey. On the other hand, by changing the way of feeding and choosing longer periods of time and fewer meals for the bees, the bees will be given the opportunity to collect nectar and will do more processing on the honey. The resulting honeys were called semi-fed honey, whose characteristics were much closer to natural honey. The range of sucrose of the samples of the second harvest varied in the range of 8.5-10.5% w/w, and the ratio of fructose to glucose and reducing sugars were within

the standard permissible range. Diastasis values were within the standard range except in Golpayegan region; probably due to geographical conditions and vegetation. Even though the amount of proline was found to be lower than that of natural honey, it was within the allowed standard range. According to the obtained results, considering the best conditions in terms of sugar syrup concentration, feeding method and harvesting time, sucrose parameters, fructose to glucose ratio and in some cases, proline were affected and their values were within the permissible limits of the national standard and they are not recognized as the natural honey. According to the obtained results, at least 12% of sucrose, at least 0.8 for the ratio of fructose to glucose, and at least 170 ppm for proline were predicted in honeys fed with sugar.

Cite this article: Rahbari, M., Belgheisi, S., Moradi, F., JaniGhorban, M., Hassanzadeh, H. 2023. Investigating the effect of type of region, type of feeding and harvesting time on the quality and authenticity of natural honey and honey fed with sugar. *Food Processing and Preservation Journal*, 15 (2), 19-48.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/FPPJ.2023.21298.1755
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

فرآوری و نگهداری مواد غذایی
شاپا چاپی: ۳۵۴۴-۲۴۲۳
شاپا الکترونیکی: ۳۸۰۳-۲۴۲۳

بررسی عوامل اثرگذار بر روی کیفیت و اصالت سنجی عسل‌های تغذیه‌ای و طبیعی: اثر نوع منطقه، نوع تغذیه و زمان برداشت

مهشید رهبری[۱*]، سبا بلقیسی[۲]، فهیمه مرادی[۳]، محترم جانی قربان[۱]، حامد حسن‌زاده[٤*]

[۱] سازمان ملی استاندارد ایران، گروه پژوهشی منطقه‌ای اداره کل استاندارد اصفهان، رایانامه: m.rahbari@gau.ac.ir

[۲] سازمان ملی استاندارد ایران، پژوهشگاه استاندارد

[۳] آزمایشگاه همکار استاندارد پویا آزما خوانسار

[٤] گروه بهداشت و صنایع غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، رایانامه: h.hassanzadeh@ilam.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۲/۹
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۲/٦/۱
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/٦/۵

واژه‌های کلیدی:
اصالت سنجی
عسل طبیعی
عسل تغذیه شده
زمان برداشت
نوع منطقه

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به تقلبات روزافزون در تولید عسل و اختلاف قیمتی بسیار زیاد بین عسل طبیعی و عسل‌های تغذیه شده و عدم وجود استاندارد ملی برای آن، مطالعه و بررسی آزمایشگاهی به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محصول با هدف اشاعه تولید محصولی سالم، مطابق استاندارد و آگاهی رساندن به مصرف کنندگان بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

مواد و روش‌ها: شش ویژگی اصالت سنجی شامل ساکارز، قند قبل از هیدرولیز، نسبت فروکتوز به گلوکز، دیاستاز، پرولین و هیدروکسی متیل فورفورال مورد آزمون قرار گرفتند. همچنین پارامترهای رطوبت، اسیدیته آزاد و هدایت الکتریکی که تاثیر زیادی بر تشخیص کیفیت عسل دارند، اندازه گیری شدند. در این تحقیق اثر عواملی نظیر نوع منطقه، نوع تغذیه و زمان برداشت عسل بر روی فاکتورهای اصالت سنجی عسل طبق استاندارد ایران بررسی شده است.

نتایج: نتایج آزمون بر روی نمونه‌های عسل حاصل از تغذیه با شربت شکر نشان داد که در صورت استفاده از غلظت کمتر شربت شکر (شکر ۲ حجم و آب ۳ حجم) و رعایت زمان برداشت، تنها پارامترهای ساکارز، قند قبل از هیدرولیز، نسبت فروکتوز به گلوکز و در بعضی مناطق پرولین در محدوده مجاز استاندارد عسل طبیعی قرار نمی‌گیرند. ضمن اینکه به جز ویژگی ساکارز، سایر ویژگی‌ها اختلاف چندانی با مقدار مجاز نداشتند. به هر حال، مقدار ساکارز در بهترین شرایط حدود ۱۵ درصد بود که از حد مجاز استاندارد عسل طبیعی (۵ درصد) بسیار بالاتر است. از سوی دیگر، با تغییر روش دادن تغذیه و انتخاب بازه‌های زمانی طولانی‌تر و وعده‌های کمتر به زنبور، فرصت جمع‌آوری شهد به زنبور عسل داده می‌شود و عمل‌آوری بیشتری روی عسل انجام خواهد داد. عسل‌های حاصل تحت عنوان عسل نیمه تغذیه شده نام گذاری شدند که ویژگی‌های آنها بسیار نزدیکتر به عسل طبیعی بود. محدوده ساکارز نمونه‌های برداشت دوم در محدوده ۱۰/۵-۸/۵ درصد وزنی متغیر بود و نسبت فروکتوزبه

گلوکز و قندهای احیاکننده در محدوده مجاز استاندارد قرار داشتند. مقادیر دیاستاز جز در منطقه گلپایگان؛ احتمالا به دلیل شرایط جغرافیایی و پوشش گیاهی، در محدوده استاندارد قرار داشتند. مقادیر پرولین نیز با وجود اینکه از عسل طبیعی پایین تر بدست آمد ولی در محدوده مجاز استاندارد قرار داشت. با توجه به نتایج بدست آمده، با در نظر گرفتن بهترین شرایط از نظر غلظت شربت شکر، نحوه دادن تغذیه و زمان برداشت، پارامترهای ساکارز، نسبت فروکتوز به گلوکز و در برخی موارد پرولین تحت تاثیر قرار گرفته و مقادیر آنها در محدوده مجاز استاندارد ملی برای عسل طبیعی قرار نمی‌گیرند. با توجه به نتایج حاصله حداقل ۱۲ درصد برای ساکارز عسل‌های تغذیه شده با شکر، حداقل ۰/۸ برای نسبت فروکتوز به گلوکز، و حداقل ۱۷۰ ppm برای پرولین پیش بینی شد.

استناد: برزگر، ح.، حجتی، م.، علیزاده بهبهانی، ب. (۱٤۰۲). بررسی عوامل اثرگذار بر روی کیفیت و اصالت سنجی عسل‌های تغذیه‌ای و طبیعی: اثر نوع منطقه، نوع تغذیه و زمان برداشت. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۵ (۲)، ٤۸-۱۹.

DOI: 10.22069/FPPJ.2023.21298.1755

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

عسل، واژه عربی است که به فارسی به آن انگبین می‌گویند. از بین اغلب مواد غذایی طبیعی، عسل یک ماده پرارزش است که جایگاه ویژه خود را طی چندین قرن همچنان حفظ کرده است. پیشینه تاریخی عسل به ۲۰-۱۰ میلیون سال قبل از پیدایش انسان بر روی کره خاکی بر می گردد و در اکثر فرهنگ‌ها به عنوان یک ماده مقدس از آن نام برده شده است (۱).

عسل عبارتست از ماده شیرینی که توسط زنبور عسل از شهد گل‌های گیاهان جمع آوری شده و پس از تغییرات لازم در سلول‌های مومی شانه‌های کندو ذخیره می‌گردد. در واقع، زنبور عسل پس از جمع آوری شهد، آن را عمل آوری می‌کند. عمل آوری شامل اضافه کردن آنزیم‌های مختلف و تبخیر رطوبت اضافی و رساندن آن به وسیله زنبور عسل است (۲).

شهد یا نکتار یا نوش، در واقع شربت رقیقی است که درون گل‌ها موجود است و علت ترشح آن هم کاهش فشار اسمزی مواد درون آوندها، توسط گیاه است. با پایان فصل زمستان و آغاز فصل رویش و زندگی دوباره گیاهان، شهد ترشح می‌شود. ترکیب مواد تشکیل دهنده شهد در گیاهان محتلف و مناطق مختلف متفاوت است. مجموعه تغییراتی که زنبور جمع‌آوری کننده شهد روی آن انجام می‌دهد و همچنین تغییراتی که پس از تحویل آن به کندو، در آن ایجاد می‌شود، در نهایت منجر به تولید عسل طبیعی می‌گردد. مجموعه این عوامل بدون دخالت انسان، روند معجزه آسایی را نشان می‌دهد که محصول شفابخش آن عسل است (۳). زنبورهای کوچک که از نژادهای بومی کشورمان محسوب می‌شوند، با ساختن محل زندگی خود در بین صخره‌ها و دیواره‌های کوه یا در بالای درختان، عسل تولید می کنند. این زنبورها پس از برداشت عسل و از بین رفتن محل زندگیشان توسط انسان می‌میرند.

با افزایش تقاضا و فروش این نوع عسل متاسفانه جمعیت این زنبورها رو به کاهش و نژاد آن در معرض انقراض است؛ در حالی که وجود آنها برای گرده افشانی گیاهان در مناطق جنوبی کشور بسیار مهم است. تفاوت چندانی بین عسل‌های تولید شده توسط زنبور کوچک و زنبور معمولی وجود ندارد و ویژگی‌های عسل از گل‌هایی که در طبیعت وجود دارد، منشا می‌گیرد. البته عسل وحشی به علت در مجاورت بودن با هوای آزاد و تغلیظ بیشتر رطوبت کمتری داشته و بنابراین عطر و طعم بهتر و بالاتری دارد(٤).

زنبور عسل پس از مکیدن شهد گل‌ها توسط خرطوم خود، آن را به کیسه عسل در شکم خود می‌رساند و پس از چندین عمل شیمیایی آن را به مایعی خوش بو و لذیذ تبدیل می‌کند. زنبورها برای تولید هزار گرم عسل مجبور به جمع‌آوری شهد میلیون‌ها گل هستند که این شهد را به سلول‌های مومی داخل کندو انتقال می‌دهند و شب‌ها چندین بار آن را تغلیظ می‌کنند و با افزودن آنزیم‌ها اصطلاحا آن را می‌رسانند. عسل پرورشی یا تغذیه‌ای نیز با دخالت انسان در پرورش و نگهداری زنبورعسل تولید می‌شود، اما تفاوت آن با عسل طبیعی، تغذیه زنبورها در فصل تولید عسل با شیرین کننده‌ها است. بعضی زنبورداران با توجه به محدود بودن منابع شهد در بیشتر مناطق به دلیل خشکسالی وسیع و حفظ زنبورستان از خطر تلفات، زنبورهای عسل را در بهار و تابستان با شربت شکر تغذیه می‌کنند. این عسل از ویژگی‌های غذایی و دارویی پایینی برخوردار است و بسیاری از آن به عنوان عسل تقلبی یاد می‌کنند که البته این تفسیر اشتباه است. عسل پرورشی نیز توسط زنبور عسل و از ترکیب مقدار کمی شهد گل با آب و شکر در دستگاه تولید عسل داخل بدن زنبور تولید می‌شود و از بسیاری از مواد غذایی که توسط بشر ساخته

می‌شود، سالم‌تر است. اگرچه عسل پرورشی، خاصیت غذایی و دارویی پایینی دارد ولی برای بدن انسان ضرری ندارد و تنها برای بیماران دیابتی توصیه نمی‌شود. البته پژوهش‌هایی نیز بر روی تغذیه زنبور عسل با آب میوه‌ها یا عصاره‌های گیاهی انجام شده که نتایج قابل توجهی داشته است. به عنوان مثال، در مطالعه ای روی تفاوت ویژگی عسل‌های ناشی از تغذیه زنبور با آب سیب، عصاره شیرین بیان و شهد گل‌های منطقه خرم آباد، نشان داده شده است که عسل شیرین بیان بیشترین فعالیت ضد میکروبی را علیه باکتری‌ها و مخمرها داشته است وعسل سیب ویژگی‌های آنتی اکسیدانی زیادی نشان داده است (۵).

عسل‌ها علاوه بر خواص غذایی و دارویی، خاصیت فیزیکی شیرین کنندگی هم دارند. عسل پرورشی برای ساختن انواع شیرینی‌ها یا به عنوان جایگزین شکر، می‌تواند کاربرد مطلوبی برای مردم داشته باشد تا قند و شکر کمتری در سفره غذایی خانوار استفاده شود. در کشورهای اروپایی و پیشرفته دنیا، زنبورداران به علت حمایت دولت از صنعت زنبورداری و مناسب بودن پوشش گیاهی، علاقه خاصی به تولید این نوع عسل ندارند، اما در کشور ما حجم قابل توجهی از تولید، توسط تغذیه زنبور با شربت شکر صورت می‌گیرد (۵). در یک دهه اخیر سازمان‌های نظارتی مانند سازمان غذا و داروی آمریکا و به تبع آن دیگر کشورها، این تعریف را از عسل تقلبی ارائه می‌دهند: "بر مبنای فرایند تولید ارائه شده، عسل تقلبی، عسلی است که زنبورعسل هیچ دخالتی در فرایند تولید آن ندارد." در یک تعریف محتاطانه، "عسل تقلبی، عسلی است که زنبور عسل در فرایند آن اصلا دخالتی ندارد و یا اگر توسط زنبور عسل تولید شد، پس از آن برای افزایش حجم، عصاره ترکیبی و غلیظ مواد قندی به آن اضافه گردد" (۳). در هر دو تعریف، اشاره به تغذیه کمکی زنبور عسل با شربت، شیره، شکر و قند توسط زنبورداران نشده است، یعنی پذیرفته‌اند که استفاده کمکی از شربت قند در تغذیه زنبور برای تولید عسل منجر به تولید عسل تقلبی و غیر طبیعی نمی‌شود. عسل تقلبی غالبا از ترکیب آب، شکر، بادکا یا گلوکز مایع و اسانس و بعضا مواد افزودنی دیگر مانند شربت نشاسته، شربت فروکتوز و حتی واسکازین ساخته می‌شود. عسل تقلبی ارزان تر از بقیه عسل‌ها است. چنین عسل‌هایی نه تنها خاصیت غذایی و دارویی ندارد، بلکه می‌تواند بسیار خطرناک باشند و موجب سرطان، مشکلات گوارشی وکبدی، اختلالات خونی، قلبی و عروقی و آسیب‌های جنینی شوند.

زنبورهای کارگر از شهد و گرده گل‌ها برای تغذیه خود، لاروها و زنبورهای نر داخل کندو استفاده می‌کنند. همچنین، برای زمانی که شهد گل‌ها و گیاهان در طبیعت وجود ندارد، یعنی فصل پاییز و زمستان مقداری عسل ذخیره می‌کنند تا بتوانند از آن استفاده نمایند و زنده بمانند. در برخی شرایط جغرافیایی به ویژه در کشور ما اگر تغذیه زنبورها تنها از منابع طبیعی و گیاهی باشد، هیچ ذخیره قابل توجهی از عسل برای برداشت انسان باقی نمی‌ماند و یا با برداشت ذخایر زمستانی عسل توسط انسان، زنبورها از گرسنگی خواهند مرد. بنابراین، گاهی استفاده از شربت قند برای تغذیه کمکی زنبورها، اجتناب ناپذیر است، چرا که اگر زنبورهای یک کندو از تغذیه کمکی بهره نبرند و تنها تغذیه طبیعی داشته باشند، در پایان دوره تولید عسل، در هر کندو ۱۰-۸ کیلوگرم عسل می‌ماند که تنها برای پاییز و زمستان زنبورهای کندو کافی است. به همین دلیل، پس از برداشت عسل از کندوها، زنبورداران با تغذیه کمکی با شربت شکر، به زنبورهای عسل کمک می‌کنند که برای مصرف زمستان خود مقداری عسل تولید و ذخیره کنند تا در فصل سرد سال تلف نشوند. نکته مهم در این

خصوص این است که هنگامی که زنبور در تغذیه خود از منابع طبیعی مانند شهد گل و گیاه و گرده کامل استفاده می‌کند و تغذیه کمکی با شربت قند هم دارد، تمام فعل و انفعالات تبدیل شهد و شربت کمکی در بدن زنبور اتفاق افتاده و عسل تولید شده، ویژگی-های عسل طبیعی را دارد (۳).

امروزه در کشور ما محدود بودن منابع شهد در بیشتر مناطق به دلیل خشکسالی وسیع از یک سو و زیاد بودن تعداد کلنی زنبور عسل نسبت به ظرفیت مرتع و ضعیف بودن نژاد زنبور از سوی دیگر، از مشکلات عمده تولید عسل طبیعی به شمار می‌روند. با توجه به دلایل ذکر شده، زنبورداران در بعضی مناطق برای تولید عسل از تغذیه‌های مکمل (شربت شکر) استفاده می‌کنند تا زنبورستان را از خطر تلفات حفظ کرده و میانگین تولید عسل هر کندو را افزایش دهند. عسل‌هایی که با این روش تولید می‌شوند، تحت عنوان عسل‌های تغذیه شده یا نیمه تغذیه شده نام دارند. اگر به عنوان تغذیه کمکی زنبور، دوره دادن تغذیه شکر را طولانی‌تر و میزان کمتر در نظر بگیریم به طوری که زنبور همزمان از شهد گل‌ها نیز استفاده نماید، می‌توان عسل‌های نیمه تغذیه شده با ویژگی‌های مشابه‌تری با عسل طبیعی استحصال نمود. همانطور که اشاره شد، اگر اصول مراحل رسیدن عسل رعایت شود، نمی‌توان از ارزش تغذیه‌ای این فرآورده‌ها غافل شد. در حال حاضر به دلیل مشکلات مطرح شده، عسل تغذیه‌ای درصد زیادی از سهم تولید و عرضه را به خود اختصاص می‌دهد.

یکی از پرکاربردترین شیوه جداسازی مواد تجزیه ای کروماتوگرافی است که در تمام شاخه‌های علوم کاربرد دارد. کروماتوگرافی گروه گوناگون و مهمی از روش‌های جداسازی مواد را شامل می‌شود و امکان می‌دهد تا اجزای سازنده نزدیک به هم مخلوط‌های کمپلکس را جداسازی‌ها جدا، آنالیز و شناسایی کند (٦). از کروماتوگرافی جهت شناسایی موادی که امکان تشخیص آن‌ها به روش‌های دیگر ناممکن است استفاده شده و همچنین در تشخیص تقلبات در مواد غذایی کاربرد فراوانی داشته است (۷، ۸، ۹ و ۱۰). بنابراین با توجه به تقلبات روزافزون در تولید عسل و اختلاف قیمتی بسیار زیاد بین عسل طبیعی و عسل‌های تغذیه شده و عدم وجود استاندارد ملی برای آن، لزوم مطالعه و بررسی آزمایشگاهی به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی محصول با هدف اشاعه تولید محصولی سالم، مطابق استاندارد و آگاهی رساندن به مصرف کنندگان به چشم می‌خورد. جلوگیری از تولید عسل‌های صد در صد تقلبی به عنوان یک محصول قندی کاملا دستی و یا تولید عسل‌های تغذیه شده بدون رعایت ضوابط خاص، از دیگر اهداف این طرح می‌باشد.

مواد و روش‌ها

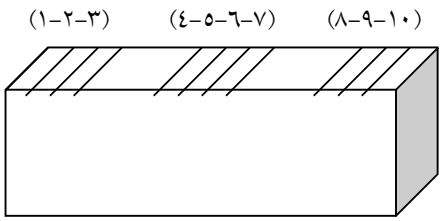
مواد اولیه: سه کندو (هر کندو با تعداد تقریبی ۸۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ زنبور) با ۱۰ عدد قاب حاوی کلنی‌های زنبور عسل از نژاد هیبرید (۳۰ درصد بومی، ۷۰ درصد کارنیکا)، ترازو (CAS مدلXE-H-C)، شکر، آب، شربت فروکتوز (تهیه شده از شرکت زر فروکتوز با درجه خلوص ۵۰ درصد).

فرآیند: برای تهیه عسل‌ها، دو زنبورستان در استان اصفهان (خوانسار و گلپایگان) و یک زنبورستان در استان فارس (شهرستان فسا) در نظر گرفته شدند. مدت زمان دادن تغذیه و برداشت عسل در سه منطقه یکسان در نظر گرفته شد. همچنین برای بررسی اثر زمان برداشت بر روی فاکتورهای شیمیایی محصول نهایی، دو زمان برداشت سه و ده روزه در نظر گرفته شد. نوع تغذیه، شربت شکر (سه غلظت) و شربت فروکتوز در نظر گرفته شد. همچنین، برای یکی از کندوها از هیچ تغذیه‌ای استفاده نشد که به عنوان

نمونه کنترل و عسل طبیعی در نظر گرفته شد. روش تهیه شربت‌ها و نسبت‌های تعیین شده در ادامه آورده شده است.

برای بررسی اثر نحوه دادن تغذیه بر روی محصول نهایی، عسل‌ها به دو صورت تغذیه شده و نیمه تغذیه شده تهیه شدند. منظور از عسل تغذیه شده، استفاده از شربت شکر یا شربت فروکتوز با نسبت‌های ۱:۱ و ۳:۲ (۲ کیلوگرم شکر یا شربت فروکتوز و ۳ لیتر آب) به‌صورت روزانه حدود ۱/۵ تا ۲ لیتر، به‌مدت ۱۲ روز برای تغذیه زنبورها بود. در عسل نیمه تغذیه، نحوه دادن شربت شکر بصورت یک روز در میان بوده و در دوره زمانی طولانی‌تر است (۲۵ روز). همچنین مقدار شربت در هر روز ۱ لیتر و نسبت شکر به آب ٤:۳ در نظر گرفته شد. شربت فروکتوز به نسبت ۱:۲با آب مخلوط و روزانه به میزان ۲ لیتر در اختیار هر کندو قرار داده شد. شش ویژگی‌های اصالت سنجی شامل ساکارز، قند قبل از هیدرولیز، نسبت فروکتوز به گلوکز، دیاستاز، پرولین و هیدروکسی متیل فورفورال (طبق استاندارد ملی ایران؛ شماره ۹۲) می باشد. همچنین پارامترهای رطوبت، اسیدیته آزاد و هدایت الکتریکی که تاثیر زیادی بر تشخیص کیفیت عسل دارند، مورد آزمون و بررسی قرار گرفتند.

روش نمونه برداری: با توجه به اینکه تعداد قاب‌های کندو ۱۰ عدد می‌باشد، لذا با رعایت شماره گذاری قاب‌ها و در نظر گرفتن محل استقرار ملکه و قاب‌های تخم گذاری شده در چهار قاب وسط (شماره‌های ٤، ٥، ٦ و ۷)، مطابق شکل ۲-۱ نمونه‌برداری از شش قاب کناری کندو (شماره‌های ۱، ۲، ۳، ۸، ۹، ۱۰) به‌ترتیب از سمت راست هر قاب برای نمونه‌برداری اول و از سمت چپ هر قاب برای نمونه‌برداری دوم استفاده شد.



شکل ۱- محل استقرار قاب‌ها در کندو
Figure 1. Location of the frames in the hive

لازم به ذکر است که کندوهای استفاده شده از نوع یک طبقه بوده و دارای ۱۰ عدد قاب است که چهار قاب وسط متعلق به ملکه و تخم گذاری و قاب‌های کناری اصطلاحا از نوع پوکه است. منظور از پوکه، قابی است که موم بافته است و برای انجام عمل‌آوری شهدهای جمع آوری شده و تغذیه زنبورها برای تولید عسل استفاه می‌شود. برای هر بار نمونه‌برداری، حدود یک کیلوگرم نمونه از قاب‌ها به روش تراشیدن دو طرف قاب‌ها (جهت حفظ فیزیک قاب) در ظروف پت جمع آوری و به آزمایشگاه تحویل داده شد. سایر مراحل آماده سازی نمونه طبق استاندارد ملی ایران، شماره ۹۲ در آزمایشگاه انجام و نمونه‌های کدگذاری شده در ظروف شیشه‌ای در جای خشک و خنک و دور از نور مستقیم آفتاب نگهداری شدند. آزمون‌های شیمیایی در زمان یکسان برای هر بار نمونه برداری بر روی نمونه‌های جمع آوری شده در سه تکرار انجام شد.

روش تهیه شربت شکر: شربت شکر در غلظت‌های ۱:۱، ۲:۳ به‌ترتیب با حل کردن شکر در آب تهیه شد. با توجه به مدت زمان دادن تغذیه به کندوها و تغذیه روزانه حدود ۲ لیتر شربت، بسته به نیاز کندو تهیه و روی کندو قرار گرفت. برای عسل نیمه تغذیه، شربت شکر با غلظت ٤:۳ تهیه و بصورت یک روز در میان به‌مدت ۱۵ روز حدود ۱ لیتر شکر در اختیار کندو قرار گرفت.

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی عسل:برای تشخیص کیفیت عسل از آزمون‌هایی چون اندازه گیری ساکارز، اندازه گیری هیدروکسی متیل فورفورال، آزمون دیاستازی و تعیین نسبت فروکتوز به گلوکز و اندازه گیری اسیدیته، pH و اندازه‌گیری پرولین طبق استاندارد ملی ایران شماره ۹۲ استفاده شد (۱۲، ۱۳ و ۱٤).

تهیه و برداشت عسل: مراحل اولیه اجرای این تحقیق، به انتخاب زنبورستان و آموزش زنبوردارها در مورد نحوه تهیه شربت و دادن تغذیه به کندوها و رعایت زمان‌های برداشت و چگونگی انجام مراحل مختلف اختصاص یافت. از سوی دیگر، شربت‌هایی جهت تغذیه تهیه شده و در شروع فصل برداشت عسل در اختیار زنبورستان‌های مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های عسل برداشت شده برای هر منطقه شامل: عسل طبیعی، نیمه تغذیه شده با شربت شکر، تغذیه شده با شکر و تغذیه شده با شربت فروکتوز، جهت انجام آزمون ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی و ایمنی به آزمایشگاه تحویل داده شدند (شکل ۲).

شکل ۲- مراحل آماده سازی و جمع آوری عسل

Figure 2- Preparation and collection of honey

آنالیز آماری

از طرح کاملاً تصادفی و آنالیز واریانس یکطرفه با ٦ تیمار در ۳ تکرار برای بررسی اثرات فاکتورهای مطالعه شده استفاده شد. همچنین جهت معنی داری تفاوت میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن برای مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۹۵ درصد در نرم افزار SPSS (نسخه ۲٦) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری به منظور بررسی اثر زمان برداشت بر ویژگی‌های عسل هر منطقه با استفاده از آزمون مقایسه جفتی[1] انجام شد.

[1] Paired sample test

نتایج و بحث

ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی نمونه‌های عسل

اثر زمان برداشت و نوع منطقه بر ویژگی‌های نمونه های عسل طبیعی: همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، به طور کلی در هر سه منطقه و هر دو برداشت عسل‌های طبیعی، مقادیر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در محدوده مجاز استاندارد ملی ایران (طبق جدول ۱و ۲) قرار دارند. البته مقادیر ساکارز برداشت اول و دوم در مناطق خوانسار و گلپایگان کمی از مقدار مجاز (۵ درصد وزنی) بیشتر است که علت این امر را می توان به ذخیره موجود در قاب

وسط کندو نسبت داد. زیرا مقداری عسل در قاب‌ها از قبل ذخیره شده است که زنبور عسل برای تغذیه از این ذخایر نیز استفاده نموده و با توجه به اینکه مدت زمان در نظر گرفته شده برای عمل آوری عسل برای همه تیمارها یکسان در نظر گرفته شده است، تیمارهای مربوط به عسل طبیعی نیز در مدت زمان ۱۵ روز و ۲۱ روز بعد از قرار دادن کندوها در زنبورستان برداشت شده اند. مطالعات و تجربه زنبورداران نشان می‌دهد که برای عسل طبیعی مدت زمان بیشتری باید به زنبور داده شود تا بتواند شهد مورد نیاز را جمع آوری و عمل آوری لازم را روی آن انجام دهد. به هر حال، عسل‌های حاصل از لحاظ سایر پارامترها اعداد قابل قبول و در محدوده استاندارد نشان دادند.

جدول ۱- ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی نمونه‌های عسل طبیعی

Table 1. Authenticity and quality characteristics of natural honey samples

ردیف	Cg1	Cg2	Ck1	Ck2	Cf1	Cf2
ساکارز (درصد وزنی) Sucrose (% w/w)	5.84±0.12^{b}	5.41±0.11^{c}	6.32±0.15^{a}	5.88±0.11^{b}	3.39±0.09^{d}	2.9±0.06^{e}
قند قبل از هیدرولیز (درصد وزنی) Sugar before hydrolysis (% w/w)	70.23±0.014^{e}	71.6±0.02^{c}	71.10±0.15^{d}	72.42±0.14^{b}	73.89±0.89^{a}	73.74±0.6^{a}
نسبت فروکتوز به گلوکز The ratio of fructose to glucose	0.94± 0.02 ^{b}	0.95± 0.013 ^{b}	0.95± 0.007 ^{b}	0.94±0.01^{b}	1.01±0.01^{a}	1.05±0.014^{a}
فعالیت دیاستازی Diastasis activity	30.61±0.09^{ab}	35.26±0.07^{a}	25.61±0.27^{b}	33.80±0.11^{a}	30.68±0.04^{ab}	33.78±0.13^{a}
پرولین Proline (mg/kg)	584.19±9.2^{b}	773.5±10.7^{a}	480.91±7.5^{c}	558.17±3.4^{b}	35.76±1.3^{e}	368.24±3.6^{d}
هیدروکسی متیل فورفورال HMF (mg/kg)	2.87±0.04^{b}	1.1±0.09^{d}	3.27±0.09^{a}	1.7±0.08^{c}	0.43±0.04^{f}	0.6±0.007^{e}
اسیدیته Acidity (meq/kg)	13.00±0.014^{b}	14.5±0.014^{a}	12.8±0.02^{bc}	13.4±0.28^{b}	12.5±0.25^{c}	12.7±0.16^{c}
رطوبت Moisture (% w/w)	16.8±0.28^{a}	16.5±0.25^{a}	15.2±0.24^{b}	14.4±0.21^{c}	15.6±0.27^{b}	15.2±0.22^{b}
هدایت الکتریکی Electrical conductivity (ms/cm)	0.379±0.0014^{d}	0.394±0.0013^{c}	0.40±0.01^{c}	0.404±0.007^{b}	0.495±0.002^{a}	0.498±0.003^{a}

Cg1: عسل طبیعی منطقه گلپایگان برداشت اول، Cg2: عسل طبیعی منطقه گلپایگان برداشت دوم، Ck1: عسل طبیعی منطقه خوانسار برداشت اول، Ck2: عسل طبیعی منطقه خوانسار برداشت دوم، Cf1: عسل طبیعی منطقه فارس برداشت اول، Cf2: عسل طبیعی منطقه فارس برداشت دوم.

Cg1: natural honey from Golpayegan region, first harvest, Cg2: natural honey from Golpayegan region, second harvest, Ck1: natural honey from Khansar region, first harvest, Ck2: natural honey from Khansar region, second harvest, Cf1: natural honey from Fars region, first harvest, Cf2: natural honey from the region Fars second harvest.

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال (α= ۰,۰۵) می‌باشد.

Similar letters in each row indicate the absence of significant differences at the level (α = 0.05).

در منطقه خوانسار اختلاف مقدار ساکارز، دیاستاز و پرولین بین عسل‌های طبیعی برداشت اول و برداشت دوم از نظر آماری معنی‌دار شده است. مقادیر قند قبل از هیدرولیز، نسبت فروکتوز به گلوکز، HMF[۲]، هدایت، اسیدیته آزاد و رطوبت بین دو برداشت اختلاف معنی‌داری نداشته است (P<۰/۰۵). در منطقه گلپایگان، مقادیر ساکارز، قند قبل از هیدرولیز، دیاستاز و پرولین در دو برداشت اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵). در حالی که سایر فاکتورها از لحاظ آماری اختلاف معنی داری نشان ندادند. در منطقه فارس مقادیر ساکارز، دیاستاز و

1.Hydroxy Methyl Furfural

پرولین در نمونه‌های عسل طبیعی برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌دار داشتند (P <۰/۰۵).

با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده؛ به‌طورکلی مقادیر قند قبل از هیدرولیز، فعالیت دیاستاز، پرولین، اسیدیته و هدایت‌الکتریکی در نمونه‌های برداشت دوم روند افزایشی دارند و در مورد ساکارز، HMF و رطوبت این روند کاهشی است. همچنین، نسبت فروکتوز به گلوکز در دو برداشت بالای ۰/۹٤ می‌باشد و اختلاف قابل توجهی نشان نمی‌دهد. بنابراین، می‌توان بیان کرد که با دادن فرصت بیشتر به زنبور برای جمع‌آوری شهد و عمل‌آوری عسل می‌توان به عسل‌های با کیفیت بالا دست یافت.

چنانچه در مقدمه بیان شد فروکتوز و گلوکز فراوان‌ترین قندهای موجود در عسل می‌باشند (به‌ترتیب ۳۷ و ۳۳ درصد)؛ که اختلاف نسبت آنها بستگی به منبعی که شهد از آن استخراج می‌شود دارد (١٦). مقایسه نسبت فروکتوز به گلوکز در سه منطقه نیز نشان داد که این نسبت در منطقه فارس بالای ۱ و بیشتر از مناطق خوانسار و گلپایگان است که می‌تواند به‌دلیل تفاوت پوشش گیاهی مناطق باشد. از سوی دیگر، قند قبل از هیدرولیز نیز در هر برداشت، در منطقه فارس بیشتر از مناطق خوانسار و گلپایگان بود (P<۰/۰۵). کمتر بودن ساکارز در منطقه فارس نسبت به دو منطقه دیگر نیز بر تفاوت در محتوای قندی شهد و عسل حاصل از لحاظ مونوساکاریدها دلالت دارد. مقادیر دیاستاز در هر سه منطقه اعداد بالایی را نشان داد که از حد مجاز استاندارد ملی (۸ واحد گوته) بسیار بیشتر بود و این عدد در برداشت دوم منطقه گلپایگان اختلاف معنی‌داری با سایر مناطق دارد (P<۰/۰۵). به‌طورکلی دیاستاز و انورتاز نقش مهمی در تعیین کیفیت عسل دارند و به عنوان شاخصی از تازگی عسل به شمار می‌روند و فعالیت این آنزیم‌ها بستگی به منشا گیاهی و جغرافیایی عسل در محدوده وسیعی تغییر می‌کند (۲۱). از سوی دیگر، برخی مطالعات دیاستاز را به عنوان ترکیبی معرفی می‌کنند که بطور طبیعی در عسل وجود دارد؛ یعنی حین فراوری شهد و تبدیل آن به عسل، در عسل وارد می‌شود (۲۲). در واقع، دیاستاز آنزیمی است که از بزاق زنبور طی عمل‌آوری شهد و تبدیل آن به عسل ترشح شده و باعث هیدرولیز چند قندی‌ها می شود. اما نکته قابل توجه این است که این آنزیم زمانی ترشح می‌شود که مقادیری دی ساکاریدها و الیگوساکارید در شهد وجود داشته باشد؛ بنابراین، هم مقدار شهد برداشت شده و هم نوع گل و منطقه جغرافیایی می‌توانند روی محتوای دیاستاز نهایی عسل تاثیر گذار باشند. چنانچه تفاوت دیاستاز سه منطقه نیز دلالت بر همین امر دارد (۲۱). چنانچه یکی از موارد نشان دادن تقلب استفاده از شربت‌های مونوساکاریدی مانند شربت فروکتوز که منجر به عدم فعالیت زنبور عسل و عمل‌آوری آن می‌شود، محتوای پایین دیاستاز می‌باشد که در مورد نمونه‌های تغذیه فروکتوز نیز نتایج مشابهی حاصل شد.

مقایسه پرولین در هر برداشت سه منطقه نشان می‌دهد که منطقه گلپایگان و فارس به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به خود اختصاص دادند (P<۰/۰۵). البته این مقادیر در هر سه منطقه بیشتر از حد استاندارد (کمینه ۱۸۰ppm) بدست آمد. در مورد محتوای اسیدآمینه‌های عسل برخی نظرات متضاد وجود دارد. برخی مطالعات نشان می‌دهند که پرولین اسید آمینه غالب موجود در گرده گل است و بنابراین محتوای پرولین عسل بستگی زیادی به منشا گل و جغرافیای آن دارد (۲۱)، از سوی دیگر برخی بر این باورند که بیشترین میزان اسیدهای آمینه از ترشحات زنبور ناشی می شود و طی عمل آوری وارد عسل می‌گردد (۱۹). نتایج بدست آمده از این تحقیق، نشان می‌دهند زمان برداشت بر محتوای پرولین اثر دارد، به

طوری که با اختصاص دادن فرصت بیشتری به زنبور عسل برای عمل‌آوری، محتوای پرولین محصول نهایی بیشتر می‌شود که می تواند نقش زنبور عسل را در ترشح آن نشان دهد. همچنین، نوع منطقه و در نتیجه تفاوت در گل و گیاهی که شهد از آن گرفته می‌شود نیز می تواند در میزان پرولین عسل بدست آمده موثر باشد. با توجه به یکسان بودن نژاد زنبورها، تفاوت پرولین سه منطقه نیز دلیل بر همین امر دارد.

مقدار HMF در هر دو برداشت و هر سه منطقه ناچیز می‌باشد که دلالت بر تازگی عسل دارد. با توجه به اینکه شرایط برای تشکیل این ماده در نمونه‌های عسل طبیعی مهیا نبوده است، پایین بودن آن قابل پیش بینی بود. در صورت حرارت دادن عسل و یا نگهداری طولانی مقادیر HMF افزایش می‌یابد (۱۱). به هر حال، منطقه فارس کمترین مقدار و منطقه خوانسار بیشترین مقدار را نشان دادند ($P<0/05$)، که ممکن است به دلیل تفاوت در منشا گل و pH باشد. همانطور که در مقدمه اشاره شد، کاهش pH یا افزایش اسیدیته می‌تواند شرایط تشکیل HMF را تسریع نماید. مقادیر اسیدیته نمونه‌های عسل طبیعی هر سه منطقه در حد مجاز استاندارد ملی (کمتر از ٤٠meq/kg) می‌باشد. این مقادیر در نمونه‌های برداشت اول در هر سه منطقه اختلاف معنی‌داری نداشتند، به هر حال در برداشت دوم، اسیدیته منطقه فارس به طور معنی‌داری کمتر از منطقه خوانسار و گلپایگان بود ($P<0/05$). این اختلاف را می‌توان به تفاوت در منشا گیاهی و جغرافیایی نسبت داد (۱۵).

مقادیر هدایت الکتریکی نمونه‌های هر سه منطقه در محدوده مجاز استاندارد (بیشینه ۰/۸ms/cm) قرار داشت. نمونه‌های منطقه فارس هدایت الکتریکی بالاتری نشان دادند که متفاوت بودن خاک منطقه و منشا گیاهی می‌تواند علت این امر باشد؛ چنانچه رنگ نمونه‌های این منطقه نیز کمی تیره تر بود که نشان دهنده وجود محتوای مواد معدنی (خاکستر) بیشتر در آنها است که روی هدایت الکتریکی اثر می‌گذارد (٢٤). مقادیر رطوبت در محدوده ١٤ تا ١٧ بین سه منطقه اندازه‌گیری شد که در محدوده استاندارد (کمتر از ۲۰ درصد وزنی) می‌باشد. نمونه‌های برداشت اول سه منطقه از نظر رطوبت اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، به هر حال در برداشت دوم برای هر سه منطقه روند نزولی مشاهده شد و نمونه‌های منطقه خوانسار نسبت به مناطق فارس و گلپایگان رطوبت کمتری داشتند ($P<0/05$). با توجه به یکسان بودن نژاد زنبورها، زمان برداشت و شرایط نگهداری عسل، تفاوت در شرایط محیطی می‌تواند دلیل این امر باشد.

اثر زمان برداشت و نوع منطقه بر ویژگی‌های نمونه‌های عسل تغذیه شده با شکر با نسبت ۱:۱: همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، ساکارز در هر سه منطقه در برداشت دوم به‌طور معنی‌داری از برداشت اول کمتر است؛ به هر حال، مقادیر ساکارز در هر دو برداشت مناطق بسیار بالاتر از حد استاندارد (بیشینه ۵ درصد وزنی) می‌باشد. کمتر بودن درصد وزنی قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز به گلوکز از حد مجاز استاندارد نیز در هر سه منطقه و دو برداشت گزارش شد. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که میزان تغذیه شکر با نسبت برابر با آب تغذیه مناسبی برای زنبور عسل نمی‌باشد، به طوری که غلظت شکر به حدی است که زنبور نمی‌تواند ساکارز را به طور کامل تجزیه و به مونوساکاریدهای تبدیل کند، ضمن اینکه زنبور به سراغ شهد گل‌ها هم نخواهد رفت. مطالعات قبلی نیز نشان دادند که تعیین محتوای ساکارز عسل با هدف شناسایی هر گونه تقلب در عسل مفید است و یکی از علل بالا بودن ساکارز را می‌توان تغذیه مصنوعی طولانی زنبور عسل با شربت ساکارز و برداشت زودهنگام محصول برشمرد (۲۱).

همچنین، مقادیر قند قبل از هیدرولیز و دیاستاز در برداشت اول و دوم هر سه منطقه به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است. افزایش قند قبل از هیدرولیز به دنبال کاهش درصد ساکارز و تبدیل آن به قندهای ساده طی دادن فرصت بیشتر به زنبور برای عمل‌آوری عسل اتفاق می‌افتد، هر چند در نمونه‌های مذکور این مقادیر از حد مجاز استاندارد (کمینه ٦٥ درصد وزنی) کمتر است. بیشتر شدن فعالیت دیاستاز نیز به دنبال افزایش فعالیت زنبور و ترشح آنزیم برای تبدیل چندقندی‌ها به قندهای ساده اتفاق می‌افتد. فعالیت دیاستازی در نمونه‌های منطقه گلپایگان و برداشت اول خوانسار کمتر از حد مجاز استاندارد (کمینه ٨ واحد گوته) و در نمونه‌های برداشت دوم خوانسار و منطقه فارس در محدوده استاندارد اندازه‌گیری شد. مقادیر پرولین در هر سه منطقه در برداشت دوم روند افزایشی داشت، اما تنها در منطقه گلپایگان این افزایش معنی‌دار بود ($P <$ ۰/۰۵). همچنین، پرولین، فقط در نمونه‌های برداشت دوم منطقه گلپایگان و خوانسار در محدوده استاندارد (کمینه ۱۸۰ppm) گزارش شد. کمتر بودن پرولین از حد مجاز استاندارد را می‌توان به کمتر استفاده کردن زنبور عسل از شهد گل‌ها به دلیل تغذیه با شکر غلیظ نسبت داد. با توجه به اینکه این مقادیر نسبت به نمونه‌های عسل طبیعی بسیار کمتر است، می‌توان شهد و گل و گیاه منطقه را از فاکتورهای تاثیر گذار بر محتوای پرولین عسل نهایی دانست، چنانچه برخی مطالعات نیز بر این امر تاکید نموده اند (۱۹). سایر پارامترها شامل HMF، هدایت الکتریکی، اسیدیته و رطوبت در هر سه منطقه برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند ($P \geq$ ۰/۰۵).

جدول ۲- ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی نمونه‌های عسل تغذیه شده با شربت شکر (نسبت ۱:۱)

Table 2. Authenticity and quality characteristics of sugar syrup feeding honey samples (1:1 ratio)

Af2	Af1	Ak2	Ak1	Ag2	Ag1	ردیف
16.2±0.12^{f}	18.7±0.09^{d}	17.45±0.11^{e}	20.62±0.09^{c}	27.07± 0.11^{b}	31.65±0.11^{a}	ساکارز (درصد وزنی) Sucrose (% w/w)
61.59±0.8^{a}	58.21±0.29^{b}	61.94±0.14^{a}	57.38±0.13^{c}	51.81±0.02^{d}	47.09±0.14^{e}	قند قبل از هیدرولیز (درصد وزنی) Sugar before hydrolysis (% w/w)
0.87±0.14^{a}	0.86±0.01^{b}	0.80±0.01^{c}	0.79±0.007^{d}	0.76±0.013^{e}	0.73±0.02^{f}	نسبت فروکتوز به گلوکز The ratio of fructose to glucose
11.08±0.13^{a}	10.42±0.4^{b}	8.07±0.11^{c}	4.69±0.27^{d}	4.76±0.07^{e}	4.62±0.09^{f}	فعالیت دیاستازی Diastasis activity
165.32±3.6^{b}	152.56±1.3^{c}	198.38±3.4^{a}	142.57±7.5^{d}	193.48±10.7^{a}	123.42±9.2^{e}	پرولین (mg/kg) Proline (mg/kg)
0.62±0.007^{b}	0.59±0.04^{c}	0.3±0.08^{e}	0.15±0.09^{f}	1.11±0.09^{a}	0.43±0.04^{d}	هیدروکسی متیل فورفورال HMF (mg/kg)
14.1±0.16^{b}	14.0±0.25^{b}	13.1±0.28^{c}	13.3±0.2^{c}	14.5±0.013^{b}	15.2±0.014^{a}	اسیدیته Acidity (meq/kg)
14.1±0.22^{b}	14.6±0.27^{b}	14.2±0.21^{b}	14.6±0.24^{b}	16.5±0.25^{a}	14.95±0.28^{b}	رطوبت (درصد وزنی) Moisture (% w/w)
0.198±0.003^{c}	0.192±0.002^{d}	0.213±0.007^{b}	0.202±0.01^{b}	0.394±0.0013^{a}	0.218±0.0014^{b}	هدایت الکتریکی (ms/cm) electrical conductivity (ms/cm)

Ag1: عسل تغذیه ای منطقه گلپایگان نسبت ۱:۱برداشت اول، Ag2: عسل تغذیه ای منطقه گلپایگان نسبت ۱:۱ برداشت دوم؛ Ak1: عسل تغذیه‌ای منطقه خوانسار نسبت ۱:۱برداشت اول، Ak2: عسل تغذیه ای منطقه خوانسار نسبت ۱:۱ برداشت دوم؛ Af1: عسل تغذیه ای منطقه فارس نسبت ۱:۱برداشت اول، Af2: عسل تغذیه ای منطقه فارس نسبت ۱:۱ برداشت دوم.

Ag1: nutritional honey from Golpayegan area ratio 1:1 first harvest, Ag2: nutritional honey from Golpayegan area ratio 1:1 second harvest; Ak1: nutritional honey from Khansar region, ratio 1:1, first harvest, Ak2: nutritional honey from Khansar region, ratio 1:1, second harvest; Af1: nutritional honey from Fars region, ratio 1:1, first harvest, Af2: nutritional honey from Fars region, ratio 1:1, second harvest.

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال (α= ۰,۰۵) می‌باشد.

Similar letters in each row indicate the absence of significant differences at the level ($\alpha = 0.05$).

بررسی اثر منطقه بر نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۱:۱ نشان می‌دهد که در مورد ساکارز و قند قبل نمونه‌های منطقه فارس به‌ترتیب مقادیر کمتر و بیشتری را در هر دو برداشت نشان دادند (P<۰/۰۵). از سوی دیگر، نسبت فروکتوز به گلوکز نیز در هر سه منطقه کمتر از حد مجاز استاندارد (کمینه ۰/۹) گزارش شد و در منطقه فارس مقادیر کمی بیشتر از سایر مناطق بود. دلیل تفاوت در محتوای ساکارز و قند قبل از هیدرولیز با در نظر گرفتن شرایط یکسان زمان‌های برداشت در هر سه منطقه را می‌توان به تفاوت نوع گل و گیاه و شرایط جغرافیایی منطقه نسبت داد؛ زیرا با وجود شربت شکر غلیظ در دسترس زنبورها، به نظر می‌رسد زنبورهای منطقه فارس بیشتر از سایر مناطق از گل‌های منطقه شهد جمع آوری کرده‌اند. بیشتر بودن عدد دیاستاز عسل‌های منطقه فارس نسبت به دو منطقه دیگر نیز بر این ادعا صحه می‌گذارد.

مقایسه پرولین در هر برداشت سه منطقه نشان می‌دهد که منطقه گلپایگان و خوانسار با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی نسبت به منطقه فارس بیشتر بودند (P<۰/۰۵). به‌طورکلی، در عسل‌های برداشت دوم مقدار پرولین افزایش یافت که می‌توان به داشتن فرصت بیشتر زنبور در دوره استراحت دوم نسبت داد. البته کمتر بودن این پارامتر در عسل‌های منطقه فارس، چنانچه در مورد نمونه‌های عسل طبیعی نیز مشاهده شد، به تفاوت در شهد گل و شرایط جغرافیایی مربوط است. مقادیر HMF در هر سه منطقه و دو برداشت کمتر از یک می‌باشد که با توجه به تازگی نمونه‌های عسل و عدم حرارت‌دهی آنها قابل توجیه است. همچنین، می‌توان بیان کرد که تغذیه زنبور با شربت شکر تاثیر قابل توجهی بر میزان HMF محصول نهایی ندارد. منطقه فارس بیشترین و خوانسار کمترین مقدار را نشان دادند (P<۰/۰۵).

مقادیر اسیدیته نمونه‌های هر سه منطقه در حد مجاز استاندارد ملی (کمتر از ٤٠meq/kg) می‌باشد. به طور کلی اسیدیته نمونه‌های عسل گلپایگان، فارس و خوانسار به ترتیب بیشترین تا کمترین مقدار را نشان دادند (P<۰/۰۵). این اختلاف را می‌توان به تفاوت در منشا گیاهی و جغرافیایی نسبت داد (۱). مقادیر هدایت الکتریکی در هر سه منطقه در محدوده مجاز استاندارد (بیشینه ۰/۸ms/cm) بود. مقادیر هدایت الکتریکی منطقه خوانسار به طور معنی‌داری کمتر از منطقه فارس و گلپایگان بود (P<۰/۰۵). کمتر بودن اسیدیته نمونه‌های عسل این منطقه را می‌توان به کمتر شدن هدایت الکتریکی نسبت داد. برخی مطالعات نیز گزارش کردند که ویژگی هدایت الکتریکی عسل به غلظت نمک‌های معدنی (خاکستر)، اسیدهای آلی و پروتئین‌ها ارتباط و بستگی به منشا گل دارد. همچنین، بیشترین هدایت الکتریکی برای عسل‌هایی با بیشترین اسیدیته آزاد گزارش شده است (۲۸،۲۱).

رطوبت نمونه‌های عسل سه منطقه در محدوده ۱۵-۱٤ درصد وزنی و کمتر از نمونه‌های عسل طبیعی بود. همچنین، اختلاف معنی‌داری در هر دو برداشت بین سه منطقه مشاهده نشد. علت پایین‌تر بودن رطوبت نمونه-های تغذیه شده با شکر نسبت به نمونه‌های طبیعی را می توان تحت کنترل بودن شرایط و زمان قطع تغذیه زنبور دانست که طی مدت استراحت داده شده مراحل کم شدن رطوبت توسط عمل زنبور در کندو اتفاق افتاده است. در مورد عسل طبیعی این موارد تحت کنترل نیست و ممکن است زنبور زمان کمتری را برای کاهش رطوبت و عمل آوری عسل صرف کرده باشد، چنانچه محتوای بالاتر از انتظار ساکارز نمونه‌های عسل طبیعی را نیز می‌توان به برداشت زودتر نمونه‌ها نسبت داد. علت بالاتر بودن رطوبت نمونه‌های عسل طبیعی نسبت به عسل-های تغذیه شده با شکر را می‌توان به زمان برداشت آنها

نسبت داد که همانطور که اشاره شد این زمان برای عسل‌های طبیعی کمی زودتر از موعد بوده است؛ چنانچه عدد ساکارز بالای آنها نسبت به آنچه پیش بینی می‌شد نیز تحت تاثیر زمان برداشت می‌باشد.

اثر زمان برداشت و نوع منطقه بر ویژگی‌های نمونه‌های عسل تغذیه شکر با نسبت ۲:۳: به‌طورکلی نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۲:۳ در هر سه منطقه نسبت به نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۱:۱ ویژگی‌های کیفی و ایمنی بهتری داشتند؛ هر چند مقادیر ساکارز، قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز با وجود بهتر شدن همچنان در محدوده مجاز استاندارد نمی‌باشند (جدول ۳).

جدول ۳- ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی نمونه‌های عسل تغذیه شده با شربت شکر (نسبت ۲:۳)

Table 3. Authenticity and quality characteristics of honey samples fed with sugar syrup (ratio 2:3)

ردیف	Bg1	Bg2	Bk1	Bk2	Bf1	Bf2
ساکارز Sucrose (% w/w)	21.58±0.10^{a}	18.55±0.14^{b}	18.48±0.12^{b}	14.78±0.10^{e}	17.20±0.08^{c}	15.11±0.04^{d}
قند قبل از هیدرولیز Sugar before hydrolysis (% w/w)	57.11±0.14^{d}	59.91±0.12^{c}	60.61±0.16^{c}	64.25±0.13^{a}	59.16±0.81^{c}	61.59±0.62^{b}
نسبت فروکتوز به گلوکز The ratio of fructose to glucose	0.79±0.02^{b}	0.80±0.01^{b}	0.79±0.008^{b}	0.81±0.007^{b}	0.86±0.018^{a}	0.88±0.015^{a}
فعالیت دیاستازی Diastasis activity	6.47±0.1^{e}	7.75±0.07^{d}	12.83±0.38^{c}	14.96±0.21^{a}	12.47±0.11^{c}	13.98±0.16^{b}
پرولین Proline(mg/kg)	153.92±10.27^{c}	214.45±11.7^{a}	183.65±8.5^{b}	226.73±5.42^{a}	173.93±7.32^{b}	178.12±8.62^{b}
هیدروکسی متیل فورفورال HMF (mg/kg)	0.15±0.04^{d}	0.45±0.08^{b}	0.31±0.05^{c}	0.45±0.04^{b}	0.84±0.04^{a}	0.95±0.08^{a}
اسیدیته Acidity (meq/kg)	12.2±0.016^{c}	12.4±0.012^{c}	11.4±0.18^{b}	11.5±0.22^{d}	15.2±0.35^{a}	15.1±0.26^{a}
رطوبت Moisture (% w/w)	14.6±0.18^{ab}	13.9±0.14^{b}	14.1±0.34^{b}	13.8±0.25^{b}	15.2±0.25^{a}	15.0±0.32^{a}
هدایت الکتریکی Electrical conductivity (ms/cm)	0.219±0.0010^{b}	0.222±0.0011^{b}	0.212±0.004^{c}	0.225±0.006^{ab}	0.231±0.004^{a}	0.235±0.003^{a}

Bg1: عسل تغذیه شده منطقه گلپایگان نسبت ۲:۳ برداشت اول، Bg2: عسل تغذیه شده منطقه گلپایگان نسبت ۲:۳ برداشت دوم؛ Bk1: عسل تغذیه شده منطقه خوانسار نسبت ۲:۳ برداشت اول، Bk2: عسل تغذیه شده منطقه خوانسار نسبت ۲:۳ برداشت دوم؛ Bf1: عسل تغذیه شده منطقه فارس نسبت ۲:۳ برداشت اول، Bf2: عسل تغذیه شده منطقه فارس نسبت ۲:۳ برداشت دوم.

Bg1: Nutritional honey from Golpayegan region ratio 2:3 first harvest, Bg2: Nutritional honey from Golpayegan region ratio 2:3 second harvest; Bk1: nutritional honey from Khansar region ratio 2:3 first harvest, Bk2: nutritional honey from Khansar region ratio 2:3 second harvest; Bf1: Nutritional honey from Fars region ratio 2:3 first harvest, Bf2: Nutritional honey from Fars region ratio 2:3 second harvest.

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال (α= ۰,۰۵) می باشد.

Similar letters in each row indicate the absence of significant differences at the level (α = 0.05).

در بررسی اثر زمان برداشت، مقادیر ساکارز، قند قبل از هیدرولیز، دیاستاز و HMF در نمونه‌های برداشت اول و دوم مناطق خوانسار و گلپایگان اختلاف معنی‌دار نشان دادند. در مورد سایر پارامترها اختلاف معنی‌دار نبود. در منطقه فارس، ویژگی‌های ساکارز و دیاستاز بین برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۵). کمترین میزان ساکارز به‌طور میانگین ۱۷/۲۵ درصد وزنی بدست آمد که مربوطه به نمونه‌های برداشت دوم منطقه فارس می‌باشد. این مقدار با دو منطقه دیگر اختلاف معنی‌دار دارد. مقادیر

قند قبل از هیدرولیز در هر سه منطقه کمتر از محدوده مجاز استاندارد بدست آمد. به هر حال، به ترتیب منطقه خوانسار، فارس و گلپایگان بیشترین مقدار را نشان دادند (P<۰/۰۵). نسبت فروکتوز به گلوکز در هر سه منطقه کمتر از ۰/۹ بدست آمد. بنابراین، به نظر می‌رسد تغذیه با غلظت کمتر شربت شکر نیز نمی‌تواند مقدار ساکارز و مونوساکاریدهای احیا کننده را به حد مجاز استاندارد برساند، هر چند نتایج نسبت به نمونه‌های تغذیه شده با شکر غلیظ قابل قبول‌تر می‌باشد. به هر حال، این نسبت در نمونه‌های شکر ۲:۳ بیشتر از ۰/۸ بود.

همانطور که قبلا اشاره شد، دادن فرصت بیشتر به زنبور برای عمل‌آوری و کار کردن روی شهد و تغذیه با شربت شکر، موجب بیشتر شدن فعالیت دیاستازی نمونه‌های عسل و افزایش قندهای احیا کننده می‌گردد. بنابراین، زمان برداشت عامل موثری در حصول ویژگی‌های کیفی مناسب عسل می‌باشد (۳، ۱۵). ضمن اینکه در نمونه‌های تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ مقادیر دیاستاز بالاتر و در مناطق خوانسار و فارس در محدوده استاندارد حاصل شد. مقادیر پرولین در نمونه برداشت دوم گلپایگان و نمونه‌های برداشت اول و دوم خوانسار در محدوده استاندارد گزارش شد. نمونه‌های منطقه فارس مقداری نزدیک به حد مجاز ولی کمتر از آن نشان دادند. به هر حال، مقادیر پرولین در نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۲:۳ بالاتر از نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۱:۱ بودند. در این مورد هم اثر پوشش گیاهی و شرایط جغرافیایی منطقه عامل موثری تلقی می‌شود. با توجه به کمتر بودن مقدار پرولین عسل‌های طبیعی و تغذیه شده با شکر منطقه فارس نسبت به سایر مناطق می‌توان تفاوت در گل و گیاه منطقه را عامل اصلی تفاوت دانست. به نظر می‌رسد در نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۲:۳ نسبت به شربت شکر ۱:۱، زنبورها بیشتر از شهد گل منطقه استفاده می‌کنند. سایر پارامترها شامل HMF، هدایت الکتریکی، اسیدیته و رطوبت در هر سه منطقه برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و در محدوده استاندارد بودند (P≥۰/۰۵).

بررسی اثر منطقه بر نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۲:۳ نشان می‌دهد که ساکارز عسل‌های منطقه گلپایگان به طور معنی‌داری از مناطق دیگر بیشتر و قندهای احیا کننده کمتر است (P<۰/۰۵). نسبت فروکتوز به گلوکز در نمونه‌های عسل منطقه فارس مقادیر بیشتری نشان داد، هرچند از حد مجاز استاندارد کمتر بود. نتایج بدست آمده با نتایج نمونه‌های عسل حاصل از تغذیه با شربت شکر ۱:۱ مطابقت دارد. به هر حال، نتایج به محدوده استاندارد نزدیکترند که در ادامه به مقایسه نوع تغذیه‌های می‌پردازیم. تفاوت منطقه جغرافیایی و نوع گیاهان غالب منطقه را می‌توان دلیلی برای تفاوت پارامترهای مذکور برشمرد؛ چنانچه نتایج سایر مطالعات نیز این مورد را تایید می‌نماید (۱۱، ۲۱).

عدد دیاستاز در نمونه‌های برداشت اول بین خوانسار و گلپایگان تفاوت معنی‌داری نداشته و کمتر از نمونه‌های منطقه فارس است (P <۰/۰۵)، ضمن اینکه در نمونه‌های برداشت دوم بین هر سه منطقه تفاوت معنی‌دار و به ترتیب فارس بیشترین و گلپایگان کمترین مقدار را نشان دادند. همانند نمونه‌های تغذیه شده با شربت شکر ۱:۱ تفاوت شرایط جغرافیایی و نوع گیاهان مناطق را می‌توان دلیلی برای متفاوت بودن دیاستاز برشمرد، اگرچه در نمونه‌های حاصل از تغذیه ۲:۳ اعداد بالاتری بدست آمد که می‌تواند ناشی از فرصت بیشتر جمع آوری شهد توسط زنبور و استفاده بیشتر از شهد باشد. مقدار پرولین نمونه‌های منطقه فارس همانطور که در مورد عسل‌های طبیعی و تغذیه شده با شکر ۱:۱ مشاهده

شد، به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر مناطق بود که تفاوت منطقه جغرافیایی و پوشش گیاهی را می‌تواند دلیل این امر باشد. نمونه‌های منطقه خوانسار بیشترین مقدار را داشتند (P<۰/۰۵)، مقادیر HMF همانند نمونه‌های تغذیه شده با شکر ۱:۱، در هر سه منطقه و دو برداشت کمتر از یک می‌باشد و منطقه فارس به‌طورمعنی‌داری مقادیر بیشتری نشان داد. کم بودن مقدار HMF نمونه‌های تغذیه شده با شکر را می‌توان وجه تمایزی با عسل‌های تقلبی و دست ساز دانست. زیرا در عسل‌های دست‌ساز یا پاتیلی برای شکل گرفتن بافت عسل و ترکیب شدن بهتر مواد افزودنی، حرارت داده می‌شود که منجر به بالا رفتن مقدار HMF خواهد شد (۳).

مقادیر اسیدیته نمونه‌های هر سه منطقه در حد مجاز استاندارد ملی می‌باشد. به‌طورکلی اسیدیته نمونه‌های عسل منطقه فارس بیشتر از گلپایگان و خوانسار بدست آمد (P<۰/۰۵). این اختلاف را می‌توان به تفاوت در منشا گیاهی و جغرافیایی نسبت داد (۱). در برداشت اول و دوم، نمونه‌های عسل منطقه فارس مقادیر هدایت الکتریکی بالاتری نسبت به دو منطقه دیگر نشان دادند (P<۰/۰۵). رطوبت نمونه‌های عسل سه منطقه کمتر از ۲۰ درصد وزنی و در محدوده استاندارد بود. نمونه‌های عسل منطقه فارس رطوبت بیشتری نسبت به دو منطقه دیگر نشان دادند (P <۰/۰۵). همچنین شرایط شهد و محیط می‌تواند بر محتوای رطوبت محصول نهایی موثر باشد (۱۸، ۲۲).

اثر زمان برداشت و نوع منطقه بر ویژگی‌های نمونه‌های عسل تغذیه شده با فروکتوز: همانطور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود، مقادیر ساکارز در هر سه منطقه کمتر از ۵ درصد وزنی و قند قبل بیشتر از ٦۵ درصد وزنی بدست آمده است. از سوی دیگر، همانطور که از محتوای قند قبل از هیدرولیز انتظار می‌رود، نسبت فروکتوز به گلوکز نیز بیشتر از ۰/۹ و این پارامترها در محدوده عسل طبیعی می‌باشند. این مورد کمی نگران کننده است، اما بررسی سایر ویژگی‌ها به تشخیص اصالت عسل کمک می‌کند.

در بررسی زمان برداشت، مشخص شد که نمونه‌های برداشت دوم نسبت به برداشت اول از لحاظ محتوای ساکارز، قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز به گلوکز در هر سه منطقه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (P≥۰/۰۵). بطورکلی، در سایر پارامترهای مورد بررسی در سه منطقه بین نمونه‌های برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، به جز در مورد پرولین منطقه خوانسار و گلپایگان که نمونه‌های برداشت دوم نسبت به برداشت اول افزایش معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). علت پایین بودن ساکارز و بالا بودن محتوای قندهای احیا کننده، نوع تغذیه زنبورها با شربت فروکتوز می‌باشد؛ به‌طوری که هنگامی که زنبورها از این شربت به عنوان تغذیه کمکی استفاده می‌کنند، دیگر نیازی به کار کردن زیاد روی آن برای شکستن قندها و اصطلاحا رساندن عسل ندارند. زیرا یک ترکیب تک قندی در اختیار زنبورها قرار دارد که ترکیب آن با شهد متفاوت است و زنبور نیازی به درگیر کردن آنزیم طی عمل‌آوری عسل ندارد. نداشتن اختلاف معنی‌دار در ویژگی‌های مورد بررسی با اختصاص دادن زمان بیشتری برای استراحت و در نهایت عمل‌آوری عسل، موید این موضوع است که اساسا زنبور عسل در تولید و عمل آوری محصول حاصل نقش موثری ایفا نمی‌کند.

جدول ٤- ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی نمونه‌های عسل تغذیه شده با شربت فروکتوز

Table 4. Authenticity and quality characteristics of fructose syrup feeding honey samples

Df2	Df1	Dk2	Dk1	Dg2	Dg1	ردیف
2.88±0.3^{b}	3.19±0.18^{b}	2.88±0.17^{b}	2.36±0.15^{c}	4.15±0.12^{a}	4.33±0.14^{a}	ساکارز Sucrose (% w/w)
74.13±0.32^{cd}	73.91±0.71^{d}	79.57±0.19^{a}	78.69±0.2^{b}	74.71±0.13^{c}	74.49±0.15^{c}	قند قبل از هیدرولیز (درصدوزنی) Sugar before hydrolysis (% by weight)
1.01±0.017^{a}	0.98±0.014^{a}	0.96±0.07^{c}	0.96±0.09^{c}	0.97±0.05^{b}	0.97±0.07^{b}	نسبت فروکتوز به گلوکز The ratio of fructose to glucose
4.58±0.38^{ab}	4.31±0.71^{b}	2.59±0.35^{d}	2.47±0.28^{d}	5.04±0.17^{a}	3.84±0.1^{c}	فعالیت دیاستازی Diastasis activity
151.39±7.6^{b}	147.31±5^{b}	174.4±9.4^{a}	136.10±7.7^{b}	142.8±8.7^{b}	145.8±11.37^{b}	پرولین Proline (mg/kg)
14.22±1.18^{b}	13.32±1.14^{b}	19.16±1.4^{a}	20.96±1.05^{a}	12.28±0.07^{c}	12.72±0.03^{bc}	هیدروکسی متیل فورفورال HMF(mg/kg)
9.5±0.46^{a}	9.4±0.4^{a}	8.1±0.24^{c}	7.5±0.11^{d}	8.7±0.011^{b}	8.2±0.017^{c}	اسیدیته Acidity (meq/kg)
14.8±0.62^{b}	14.9±0.35^{ab}	13.9±0.45^{c}	14.5±0.30^{b}	15.3±0.15^{a}	15.5±0.16^{a}	رطوبت Moisture (% w/w)
±0.002^{b} 0.105	0.106±0.003^{b}	0.096±0.006^{c}	0.089±0.014^{c}	0.125±0.0011^{a}	±0.0015^{a} 0.111	هدایت الکتریکی electrical conductivity (ms/cm)

Dg1: عسل تغذیه شده با فروکتوز منطقه گلپایگان برداشت اول، Dg2: عسل تغذیه شده با فروکتوز منطقه گلپایگان برداشت دوم، DK1: عسل تغذیه شده با فروکتوز منطقه خوانسار برداشت اول،DK2 : عسل تغذیه شده با فروکتوز منطقه خوانسار برداشت دوم. DF1: عسل تغذیه شده با فروکتوز منطقه فارس برداشت اول، Df2: عسل تغذیه شده با فروکتوز منطقه فارس برداشت دوم.

Dg1: fructose-fed honey from Golpayegan region, first harvest, Dg2: fructose-fed honey from Golpayegan region, second harvest, DK1: fructose-fed honey from Khansar region, first harvest, DK2: fructose-fed honey from Khansar region, second harvest. DF1: fructose nutrition honey of Fars region, first harvest, Df2: fructose nutrition honey of Fars region, second harvest.

حروف مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال (α= ۰,۰۵) می‌باشد.

Similar letters in each row indicate the absence of significant differences at the level (α = 0.05).

پایین بودن محتوای دیاستاز و پرولین در هر دو برداشت نیز نشان می‌دهد که زنبور آنزیم و ترکیبات پروتئینی زیادی حین کار کردن روی محصول داخل کند و به آن اضافه نمی‌کند. چنانچه در مورد عسل‌های طبیعی اشاره شد، این آنزیم زمانی ترشح می‌شود که مقادیری دی ساکاریدها و الیگوساکارید در شهد وجود داشته باشد؛ بنابراین، هم مقدار شهد برداشت شده و هم نوع گل و منطقه جغرافیایی می‌توانند روی محتوای دیاستاز نهایی عسل تاثیر گذار باشند. گروهی از محققان بیان کرده‌اند که محتوای آنزیمی عسل بستگی به جریان شهد در طبیعت و محتوای قند آن دارد. جریان شهد غلیظ می‌تواند منجر به محتوای آنزیمی کمتر عسل گردد. همچنین، تغذیه مصنوعی زنبور عسل با ترکیبات شیرین کننده یکی از علل کاهش فعالیت آنزیمی می‌باشد (۲۱،۱۵). نتایج نشان می‌دهد که محتوای دیاستاز در هر سه منطقه کمتر از حد مجاز استاندارد ملی و بین المللی (کمینه ۸ واحد گوته) می‌باشد؛ به طوری که بیشترین دیاستاز مربوط به عسل برداشت دوم منطقه گلپایگان در محدوده ۵ می‌باشد.

محتوای پرولین نیز در هر سه منطقه کمتر از حد استاندارد (کمیته ppm ۱۸۰) بدست آمد که همانطور که بیان شد علت آن را می‌توان به درگیر نشدن زیاد زنبورعسل برای عمل‌آوری دانست. همچنین، احتمالا استفاده از شربت فروکتوز موجب شده که زنبور کمتر برای جمع‌آوری شهد از کندو خارج شده و ترکیبات پروتئینی جمع‌آوری شده از شهد وارد محصول نهایی نشده است. همچنین زنبور با مصرف شربت فروکتوز به جای شهد تمایلی به فرآوری شهد و ترشح آنزیم یا پرولین ندارد. چنانچه در نمونه‌های عسل تغذیه شده با شکر مشاهده شد، محتوای پرولین به جز در چند مورد به دلیل نوع پوشش گیاهی منطقه در محدوده مجاز استاندارد قرار داشت؛ هر چند نسبت به عسل طبیعی عدد کمتری داشتند. بنابراین، محتوای پرولین کمتر از حد استاندارد را نیز می‌توان از عوامل شناسایی نوع تغذیه و تقلب در عسل برشمرد.

محتوای HMF در عسل‌های حاصل از تغذیه با شربت فروکتوز بیشتر از نمونه‌های عسل طبیعی و نمونه‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر می‌باشد. به هر حال، این مقادیر در محدوده مجاز استانداردها (بیشینه ٤٠mg/kg) قرار دارد. آنالیز نمونه شربت فروکتوز خریداری شده نشان داد که خود شربت فروکتوز مقداری HMF دارد که احتمالا طی تولید در آن تشکیل شده است. بنابراین، با توجه به یکسان بودن شرایط تغذیه و فرآوری با سایر تیمارها، علت بالاتر بودن محتوای HMF نمونه‌های حاصل از تغذیه با فروکتوز، تاثیر محتوای HMF اولیه بر روی محصول نهایی (عسل) می‌باشد. نکته قابل توجه در مورد نمونه‌های حاصل از تغذیه با فروکتوز، پایین‌تر بودن اسیدیته آزاد می‌باشد. اگرچه این مقدار در محدوده استاندارد می‌باشد، ولی نسبت به عسل‌های طبیعی و عسل‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر بسیار پایین‌تر است. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که اسیدیته عسل به علت حضور اسیدهای آلی (گلوکونیک، پیرورویک، مالئیک، سیتریک و...) می‌باشد که در تعادل با لاکتون‌ها بوده و در طعم و آرومای محصول نهایی نقش موثری دارند. ضمن اینکه تازگی عسل و خاصیت ضد میکروبی آن نیز تحت تاثیر اسیدیته می‌باشد (٢٤، ٢٩). همانطور که بیان شد در مورد نمونه‌های عسل حاصل از تغذیه با شربت فروکتوز زنبور عسل عمل چندانی برای رسیدن عسل و تولید محصول نهایی انجام نمی‌دهد و با توجه به اینکه اغلب اسیدها توسط زنبور عسل اضافه می‌گردند؛ پایین تر بودن محتوای اسیدیته این نمونه‌ها قابل توجیه است.

رطوبت نمونه‌ها در محدوده استاندارد و کمتر از ۲۰ درصد وزنی می‌باشد و همانطور که بیان شد نمونه‌های برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌داری ندارند. مقادیر هدایت الکتریکی اعداد بسیار پایینی دارند که با کمتر بودن اسیدیته و کمتر درگیر شدن شهد و گیاه در تولید این نمونه‌ها، ارتباط دارد. ضمن اینکه نمونه‌های مذکور رنگ روشن تری نسبت به سایر نمونه‌ها داشتند، که موید کمتر بودن هدایت الکتریکی می‌باشد. نتایج آنالیز شربت فروکتوز نیز نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی در محدوده ۰/۰۱۳۹ms/cm قرار دارد. همچنین، افراد متخصص و با تجربه در آنالیز حسی این نمونه‌ها متوجه تفاوت عطر و آرومای آن با عسل‌های طبیعی یا تغذیه با شکر خواهند شد.

بررسی اثر منطقه روی ویژگی‌های عسل‌های حاصل نشان می‌دهد که نمونه‌های منطقه گلپایگان بیشترین درصد ساکارز و منطقه خوانسار کمترین درصد ساکارز را دارند. همچنین، قند قبل از هیدرولیز در نمونه‌های منطقه خوانسار بیشتر از دو منطقه دیگر بود ($P<0/05$). در مورد نسبت فروکتوز به گلوکز تفاوت معنی‌داری در مناطق خوانسار و گلپایگان

مشاهده نشد، در حالی که نمونه‌های منطقه فارس در برداشت دوم عدد بیشتری را نشان دادند (P<۰/۰۵). به‌طور کلی تفاوت در محتوای قندهای عسل با توجه به شرایط یکسان و تغذیه مشابه، می‌تواند ناشی از منشا گل و شرایط جغرافیایی منطقه باشد. همانطور که بیان شد، فعالیت دیاستازی در هر سه منطقه کمتر از حد مجاز استاندارد بدست آمد، به هر حال نمونه‌های منطقه خوانسار بیشترین و منطقه گلپایگان کمترین مقدار را نشان دادند (P<۰/۰۵). با توجه به اینکه نمونه‌های گلپایگان محتوای ساکارز بیشتر و قند احیا کننده کمتری نیز نشان دادند، به نظر می‌رسد شرایط محیط و منطقه به گونه‌ای بوده است که زنبور عسل شهد زیادی جمع آوری نکرده و از شربت فروکتوز به‌عنوان تغذیه استفاده نموده است.

به طور کلی، میزان HMF تشکیل شده در عسل‌های حاصل از تغذیه با فروکتوز بیشتر از عسل‌های طبیعی و تغذیه شکری است. مقایسه مناطق نشان می‌دهد که عسل‌های منطقه خوانسار بیشترین و گلپایگان کمترین مقدار HMF را دارند. با توجه به عدم استفاده از حرارت طی فراوری و شرایط نگهداری یکسان، منبع و پوشش گیاهی منطقه را می‌توان علت این امر دانست. مقدار پرولین در هر سه منطقه کمتر از حد استاندارد بود و اختلاف معنی‌دار به جز در نمونه‌های عسل برداشت دوم منطقه خوانسار با سایر مناطق مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که زنبور عسل در منطقه خوانسار نسبت به سایر مناطق شهد بیشتری استفاده و فرآوری بیشتری روی آن انجام داده است که طی آن پرولین به نمونه‌های حاصل اضافه شده، اگر چه کمتر از حد مجاز استاندارد می‌باشد. نمونه‌های منطقه فارس اسیدیته بیشتری نسبت به منطقه خوانسار داشتند (P<۰/۰۵) و از نظر هدایت الکتریکی بین سه منطقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

اثر زمان برداشت و نوع منطقه بر ویژگی‌های نمونه‌های عسل نیمه تغذیه: همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود نمونه‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر با نسبت ۳ به ٤ و تغذیه یک روز در میان که تحت عنوان عسل‌های نیمه تغذیه شناخته شده‌اند، به جز در ویژگی درصد ساکارز و نسبت فروکتوز به گلوکز (در برخی مناطق)، با استاندارد ویژگی‌های عسل طبیعی مطابقت دارند (۲۰). علت تفاوت درصد ساکارز استفاده همزمان از تغذیه شربت شکر و شهد گل می‌باشد که بسته به میزان فراوانی شهد در منطقه می‌تواند در مناطق مختلف متفاوت باشد ولی در هر صورت با توجه به اینکه زنبور از شربت شکر هم استفاده می‌کند، درصد ساکارز نسبت به عسل‌های طبیعی بالاتر است. چنانچه مشاهده می‌شود در بررسی اثر زمان برداشت مقادیر ساکارز و پرولین در نمونه‌های برداشت اول و دوم هر سه منطقه و علاوه بر آن دیاستاز در مناطق خوانسار و فارس اختلاف معنی‌دار نشان دادند (P<۰/۰۵). مقدار ساکارز در نمونه‌های برداشت اول ۱۱/۸-۱۰/۵ متغیر و در برداشت دوم ۱۰/۱۱-۸/۵ بدست آمد. این مقادیر از درصد ساکارز نمونه‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر ۲:۳ کمتر می‌باشد. بنابراین، روش دادن تغذیه و فرصت دادن به زنبور برای استفاده از شهد محیط می‌تواند در بهتر شدن فاکتورهای کیفی عسل موثر باشد.

جدول ۵- ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی نمونه‌های عسل نیمه تغذیه

Table 5. Authenticity and quality characteristics of semi-nourished honey samples

Ef2	Ef1	Ek2	Ek1	Eg2	Eg1	ردیف
9.48±1.13^{c}	10.5±1.02^{b}	7.6±0.17^{d}	10.52±0.15^{b}	10.11±0.12^{b}	11.85±0.14^{a}	ساکارز Sucrose (% w/w)
66.4±0.52^{c}	64.07±0.81^{c}	69.86±0.19^{a}	66.84±0.2^{b}	66.4±0.13^{b}	64.07±0.15^{c}	قند قبل از هیدرولیز Sugar before hydrolysis (% w/w)
0.94±0.018^{a}	0.92±0.012^{ab}	0.9±0.07^{b}	0.88±0.09^{d}	0.9±0.05^{b}	0.89±0.07^{c}	نسبت فروکتوز به گلوکز The ratio of fructose to glucose
14.54±0.56^{b}	13.18±0.88^{c}	15. 4±0.35^{a}	13.08±0.28^{c}	10.17±0.17^{d}	8.55±0.1^{e}	فعالیت دیاستازی Diastasis activity
214.9±8.63^{c}	183.78±8.22^{d}	247.5±9.42^{b}	187.81±7.7^{d}	266.72±8.7^{a}	211.62±11.37^{c}	پرولین Proline (mg/kg)
1.38±0.1^{b}	15.23±0.14^{a}	0.89±1.4^{c}	1.19±0.05^{c}	0.9±0.07^{c}	0.89±0.03^{c}	هیدروکسی متیل فورفورال HMF(mg/kg)
10.6±0.26^{b}	10.2±0.44^{b}	9.8±0.24^{c}	10.4±0.11^{b}	11.4±0.011^{a}	11.5±0.017^{a}	اسیدیته Acidity (meq/kg)
15.7±0.42^{a}	15.5±0.25^{a}	14.2±0.45^{bc}	14.6±0.30^{b}	13.9±0.15^{c}	14.1±0.16^{bc}	رطوبت Moisture (% w/w)
0.359±0.009^{a}	0.351±0.002^{a}	0.231±0.006^{b}	0.202±0.014^{b}	0.239±0.0011^{b}	0.225±0.0015^{b}	هدایت الکتریکی electrical conductivity(ms/cm)

Eg1: عسل نیمه تغذیه شده منطقه گلپایگان برداشت اول، Eg2: عسل نیمه تغذیه شده منطقه گلپایگان برداشت دوم، EK1: عسل نیمه تغذیه شده منطقه خوانسار برداشت اول، Ek2: عسل نیمه تغذیه شده منطقه خوانسار برداشت دوم، EF1: عسل نیمه تغذیه شده منطقه فارس برداشت اول، Ef2: عسل نیمه تغذیه شده منطقه فارس برداشت دوم.

Eg1: semi-fed honey from Golpayegan region, first harvest, Eg2: semi-fed honey from Golpayegan region, second harvest, EK1: semi-fed honey from Khansar region, first harvest, Ek2: semi-fed honey from Khansar region, second harvest, EF1: semi-fed honey from Fars region, first harvest, Ef2: semi-fed honey of Fars region, second harvest.

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال (α= ۰,۰۵) می‌باشد.

Similar letters in each row indicate the absence of significant differences at the level (α= 0.05).

قند قبل از هیدرولیز در هر سه منطقه در محدوده مجاز استاندارد (حداقل ٦٥ درصد وزنی) می‌باشد که نسبت به تغذیه با شربت شکر ۲:۳ نتایج قابل قبول‌تر است. نسبت فروکتوز به گلوکز در نمونه‌های برداشت اول کمتر از حد مجاز و در برداشت دوم در محدوده مجاز قرار دارد. بنابراین، دادن فرصت بیشتر به زنبور برای فرآوری شهد و تغذیه می‌تواند در بالا رفتن این نسبت موثر باشد. ضمن اینکه نسبت به عسل‌های تغذیه شکر نتایج بهتری حاصل شده است. مقادیر دیاستاز در هر سه منطقه و دو برداشت از حد مجاز استاندارد بالاتر است و در مناطق خوانسار و گلپایگان بین برداشت اول و دوم مقدار دیاستاز بطور معنی‌داری افزایش داشته است. همانطور که در جدول۵ مشاهده می‌شود و توضیح داده شد، دیاستاز منطقه گلپایگان در نمونه‌های تغذیه شکر ۲:۳ کمتر از حد مجاز استاندارد است، این در حالی است که در نمونه‌های نیمه تغذیه مقدار دیاستاز این منطقه افزایش و در محدوده مجاز قرار گرفته است. چنانچه مطالعات مختلف نیز نشان می‌دهند، بهره گیری از شهد گل توسط زنبور و نوع پوشش گیاهی در مقدار دیاستاز موثر است (۲۱)، از سوی دیگر، عمل‌آوری بیشتر زنبور و داشتن فرصت کافی می‌تواند منجر به ترشح بیشتر آنزیم توسط آن و

افزایش فعالیت دیاستازی عسل گردد (۱۵). با توجه به اینکه غلظت شربت شکر ۲:۳ و شربت‌های شکر استفاده شده به عنوان نیمه تغذیه تقریبا یکسان است، علت بیشتر شدن و تفاوت دیاستاز نمونه‌های نیمه تغذیه نسبت به تغذیه شکر ۲:۳ را می‌توان بهره گیری بیشتر زنبور از شهد گل‌ها و اثر گل و گیاه منطقه دانست.

مقادیر پرولین در نمونه برداشت دوم گلپایگان فارس نسبت به برداشت اول افزایش معنی‌دار داشت. همچنین، در هر سه منطقه مقدار پرولین در محدوده مجاز استاندارد (کمینه ۱۸۰ppm) گزارش شد. در مورد هر سه منطقه، نمونه‌های نیمه تغذیه نسبت به تغذیه شکر ۲:۳ پرولین بالاتری داشتند، به طوری که مقادیر پرولین که در نمونه‌های تغذیه شکر گلپایگان و فارس کمتر از حد مجاز ولی نزدیک به آن بدست آمده بود، در نمونه‌های نیمه تغذیه بیشتر از حد مجاز بدست آمد. نتایج حاصل نیز تاثیر استفاده بیشتر از شهد گل‌ها همزمان با دادن تغذیه شربت شکر به زنبور را در بهبود ویژگی‌های کیفی عسل حاصل نشان می‌دهد. به هر حال، همچنان مقادیر پرولین منطقه فارس کمتر از دو منطقه دیگر است که تفاوت گل و گیاه منطقه و نوع پوشش گیاهی و میزان گرده در دسترس می‌تواند در این امر موثر باشد. سایر پارامترها شامل HMF، هدایت الکتریکی، اسیدیته و رطوبت در هر سه منطقه برداشت اول و دوم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و در محدوده استاندارد بودند ($P\geq ۰/۰۵$). بررسی اثر منطقه بر نمونه‌های عسل نیمه تغذیه برداشت دوم نشان می دهد که ساکارز عسل‌های منطقه خوانسار به طور معنی داری از مناطق دیگر کمتر و قندهای احیا کننده بیشتر است ($P<۰/۰۵$). نسبت فروکتوز به گلوکز در نمونه‌های عسل منطقه فارس مقادیر بیشتری نشان داد و منطقه خوانسار و گلپایگان اختلاف معنی داری نداشتند.

عدد دیاستاز در نمونه‌های برداشت اول و دوم بین خوانسار و فارس تفاوت معنی‌داری نداشته و بیشتر از نمونه‌های منطقه گلپایگان است ($P<۰/۰۵$). به‌طورکلی منطقه خوانسار بیشترین فعالیت دیاستازی را نشان داد که مطابق با نمونه‌های تغذیه شکر می‌باشد؛ با این تفاوت که مقادیر دیاستاز هر سه منطقه در محدوده مجاز استاندارد قرار دارند. همانطور که بیان شد، میزان شهد در دسترس، شرایط جغرافیایی و نوع گیاهان مناطق را می‌توان دلیلی برای متفاوت بودن دیاستاز برشمرد. مقدار پرولین نمونه‌های نیمه تغذیه منطقه فارس، مانند نمونه‌های طبیعی و تغذیه با شکر، به طور معنی‌داری کمتر از سایر مناطق بود که تفاوت منطقه جغرافیایی و پوشش گیاهی را می‌تواند دلیل این امر باشد. نمونه‌های منطقه گلپایگان بیشترین مقدار را داشتند ($P<۰/۰۵$)، مقادیر HMF همانند نمونه‌های تغذیه با شکر، در هر سه منطقه و هر دو برداشت در محدوده مجاز استاندارد و منطقه گلپایگان به‌طورمعنی‌داری مقادیر کمتری نشان داد. کم بودن مقدار HMF نمونه‌های نیمه تغذیه مانند نمونه‌های تغذیه شده با شکر، می‌تواند وجه تمایزی با عسل‌های تقلبی و دست ساز که در تولید آنها از حرارت استفاده می‌گردد، باشد (۳).

مقادیر اسیدیته نمونه‌های هر سه منطقه در حد مجاز استاندارد ملی می‌باشد. اسیدیته نمونه‌های عسل منطقه گلپایگان در هر دو برداشت بطور معنی‌داری بیشتر از سایر مناطق است ($P<۰/۰۵$)، که با نمونه‌های عسل طبیعی مطابقت دارد. علت این اختلاف می‌تواند ناشی از شهد در دسترس زنبور عسل و تفاوت منشا گیاهی شهد باشد (۲٤). در برداشت اول و دوم، نمونه‌های عسل منطقه فارس مقادیر هدایت الکتریکی بالاتری نسبت به دو منطقه دیگر نشان دادند ($P<۰/۰۵$)، که می‌تواند ناشی از خاک و پوشش گیاهی منطقه باشد و با نتایج نمونه‌های عسل طبیعی

مطابقت دارد. رطوبت نمونه‌های عسل سه منطقه کمتر از ۲۰ درصد وزنی و در محدوده استاندارد بود. نمونه‌های عسل منطقه فارس رطوبت بیشتری نسبت به دو منطقه دیگر نشان دادند (P<۰/۰۵).

مقایسه نمونه‌های عسل منطقه خوانسار: همانطور که بیان شد یکی از اهداف تحقیق حاضر، بررسی ویژگی‌های پنج نوع عسل بدست آمده از هر منطقه با یکدیگر است. در واقع انواع عسل طبیعی، نیمه تغذیه، تغذیه با شربت شکر با نسبت‌های مختلف و تغذیه با شربت فروکتوز با در نظر گرفتن منطقه یکسان و شرایط زمانی برابر مورد مقایسه قرار می‌گیرند. برای این منظور نمونه‌های عسل برداشت دوم هر تیمار در تکرارهای برابر آزمون و نتایج مورد تجزیه و تحلیل آماری با دستور آنالیز واریانس قرار گرفت تا اختلاف معنی‌دار در ویژگی‌های مورد بررسی مشخص و نتایج مقایسه گردند. نمونه‌های عسل منطقه خوانسار، از نظر ویژگی ساکارز؛ به ترتیب عسل‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر ۱:۱، شربت شکر ۲:۳، نیمه تغذیه، طبیعی و تغذیه شربت فروکتوز بیشترین مقدار ساکارز را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه درصد ساکارز نمونه‌های نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شربت شکر از محدوده مجاز استاندارد عسل طبیعی بالاتر بود. همانطور که قبلا بیان شد این نتیجه قابل انتظار است، به جز در مورد شربت فروکتوز به علت کمتر بودن ساکارز آن نسبت به عسل طبیعی، نوع تغذیه زنبورها با شربت فروکتوز می‌باشد که ترکیب آن با شهد گل متفاوت است؛ قند غالب آن فروکتوز؛ یک مونوساکارید؛ بوده و مقادیر دی ساکارید و الیگوساکارید ناچیزی دارد و زنبور عمل‌آوری خاصی روی آن انجام نمی‌دهد. عسل‌های حاصل درصد ساکارز کم و قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز به گلوکز بالایی را نشان می‌دهند.

در ویژگی قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز به گلوکز؛ به‌ترتیب عسل‌های تغذیه شده با فروکتوز، طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر ۱:۱ بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه نمونه‌های تغذیه شربت شکر قند قبل کمتری از حد مجاز استاندارد ملی ایران داشتند. در ویژگی دیاستاز؛ به ترتیب عسل‌های طبیعی، نیمه تغذیه و تغذیه شکر ۲:۳، تغذیه شربت شکر ۱:۱ و تغذیه شده با شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). در ضمن تنها نمونه‌های عسل تغذیه شده با شربت فروکتوز عدد دیاستاز کمتری از محدوده مجاز استاندارد نشان دادند. استفاده زنبور از شربت فروکتوز، عدم تمایل به عمل آوری و ترشح آنزیم و استفاده نکردن از شهد گل‌ها را می توان علت دیاستاز پایین این نمونه‌ها دانست. در ویژگی HMF؛ به ترتیب عسل‌های تغذیه شده با شربت فروکتوز، طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر ۱:۱ بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). در همه نمونه‌های مقادیر بسیار پایین تر از حد مجاز استاندارد می‌باشد، به جز در مورد نمونه‌های حاصل از تغذیه با شربت فروکتوز که همانطور که قبلا بیان شد، علت را می‌توان به محتوای HMF شربت فروکتوز نسبت داد.

در ویژگی پرولین؛ به ترتیب عسل‌های طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳، شربت شکر ۱:۱ و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه تنها نمونه‌های حاصل از تغذیه با شربت فروکتوز مقادیر کمتری از حد مجاز استاندارد نشان دادند. همانطور که بیان شد علت آن را می‌توان به درگیر نشدن زیاد زنبورعسل برای عمل‌آوری دانست. همچنین، احتمالا استفاده از شربت فروکتوز موجب شده که زنبور کمتر برای جمع‌آوری شهد از کندو خارج شده و ترکیبات

پروتئینی جمع آوری شده از شهد وارد محصول نهایی نشده است. همچنین زنبور با مصرف شربت فروکتوز به جای شهد تمایلی به فرآوری شهد و ترشح آنزیم یا پرولین ندارد. در ویژگی اسیدیته، به‌ترتیب نمونه‌های عسل طبیعی و شربت شکر ۱:۱، شربت شکر ۲:۳، نیمه تغذیه شده و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵).

در ویژگی هدایت الکتریکی، به ترتیب نمونه‌های عسل طبیعی، شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر ۱:۱، نیمه تغذیه شده و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). به‌طورکلی ویژگی‌های اسیدیته و هدایت الکتریکی در همه نمونه‌ها درمحدوده مجاز استاندارد بود، البته با توجه این نکته که نمونه‌های تغذیه شده با شربت فروکتوز، اسیدیته کمتر و هدایت الکتریکی بسیار کمتری از سایر نمونه‌ها نشان دادند. همانطور که بیان شد تمایل نداشتن زنبور تغذیه شده با شربت فروکتوز برای عمل‌آوری عسل حاصل و در نتیجه عدم افزودن و ترشح اسیدها به محصول نهایی طی فرآوری را می‌توان علت اسیدیته پایین عسل دانست. مقادیر هدایت الکتریکی پایین این نمونه‌ها با کمتر بودن اسیدیته و کمتر درگیر شدن شهد و گیاه در تولید این نمونه‌ها و همچنین اثر شربت فروکتوز مورد استفاده با هدایت الکتریکی بسیار پایین، ارتباط دارد. در ویژگی رطوبت، همه نمونه‌ها در یک محدوده (۱۴/۴–۱۳/۷ درصد وزنی) قرار داشتند که در محدوده مجاز استاندارد می‌باشد؛ ضمن اینکه کاهش رطوبت توسط بال زدن زنبور در کندو طی تولید عسل رخ می‌دهد که با توجه به اینکه در تولید همه نمونه‌ها زنبور نقش داشته است و زمان برداشت یکسان در نظر گرفته شده است، محتوای رطوبت‌ها اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقایسه نمونه‌های عسل منطقه گلپایگان: در نمونه‌های عسل منطقه گلپایگان، مانند منطقه خوانسار، از نظر ویژگی ساکارز؛ به‌ترتیب عسل‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر ۱:۱، شربت شکر ۲:۳، نیمه تغذیه، طبیعی و تغذیه با شربت فروکتوز بیشترین مقدار ساکارز را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه درصد ساکارز نمونه‌های نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شربت شکر از محدوده مجاز استاندارد عسل طبیعی بالاتر بود. در ویژگی قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز به گلوکز؛ مانند منطقه خوانسار، به ترتیب عسل‌های تغذیه با فروکتوز، طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر ۱:۱ بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه نمونه‌های تغذیه با شربت شکر قند قبل کمتری از حد مجاز استاندارد ملی ایران داشتند. در ویژگی دیاستاز؛ به ترتیب عسل‌های طبیعی، نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شکر ۲:۳، تغذیه با شربت شکر ۱:۱ و تغذیه با شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمنا نمونه‌های عسل تغذیه شده با شربت فروکتوز و شربت شکر ۱:۱، اعدد دیاستاز کمتری از محدوده مجاز استاندارد نشان دادند. در مورد نمونه‌های تغذیه شده با شربت شکر ۱:۱ علت دیاستاز پایین را می‌توان به غلیظ بودن تغذیه و عدم امکان عمل‌آوری زیاد به منظور کاهش رطوبت و در نتیجه ترشح کم آنزیم توسط زنبور دانست.

در ویژگی HMF، مانند منطقه خوانسار، به‌ترتیب عسل‌های تغذیه شده با شربت فروکتوز، طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر ۱:۱ بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). در همه نمونه‌های مقادیر بسیار پایین تر از حد مجاز استاندارد می باشد. در ویژگی پرولین؛ مانند منطقه خوانسار، به ترتیب عسل‌های طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳، شربت شکر ۱:۱ و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه تنها نمونه‌های حاصل از

تغذیه شربت فروکتوز مقادیر کمتری از حد مجاز استاندارد نشان دادند. در ویژگی اسیدیته، به ترتیب نمونه‌های عسل تغذیه با شربت شکر ۱:۱، طبیعی، تغذیه با شربت شکر ۲:۳، نیمه تغذیه شده و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). در ویژگی هدایت الکتریکی، به ترتیب نمونه‌های عسل طبیعی، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر ۱:۱و نیمه تغذیه شده اختلاف معنی‌داری نداشتند و عسل‌های تغذیه شده با شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). به‌طورکلی ویژگی‌های اسیدیته و هدایت الکتریکی در همه نمونه‌ها درمحدوده مجاز استاندارد بود. در ویژگی رطوبت، عسل‌های طبیعی بیشترین مقدار را نشان دادند (P<۰/۰۵). رطوبت سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشته و در محدوده مجاز استاندارد بود. بالاتر بودن محتوای رطوبت عسل‌های طبیعی منطقه گلپایگان احتمالا به علت این باشد که زنبور هنوز عمل‌آوری کامل را روی عسل انجام نداده و زودتر از موعد برداشت شده باشد که محتوای بالاتر ساکارز نیز موید این مطلب است. تفاوت شرایط آب و هوایی مناطق می‌تواند در میزان رطوبت محصول نهایی موثر باشد.

مقایسه نمونه‌های عسل منطقه فارس: در نمونه‌های عسل منطقه فارس، از نظر ویژگی ساکارز؛ به ترتیب عسل‌های حاصل از تغذیه با شربت شکر ۱:۱، شربت شکر ۲:۳، نیمه تغذیه شده، طبیعی و تغذیه شده با شربت فروکتوز بیشترین مقدار ساکارز را نشان دادند و نمونه‌های طبیعی و تغذیه شده با شربت فروکتوز اختلاف معنی‌داری نداشتند. ضمن اینکه درصد ساکارز نمونه‌های نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شربت شکر از محدوده مجاز استاندارد عسل طبیعی بالاتر بود. در ویژگی قند قبل از هیدرولیز، عسل‌های طبیعی و تغذیه شده با شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. نمونه‌های نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و ۱:۱ در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. در ویژگی نسبت فروکتوز به گلوکز، به ترتیب نمونه‌های عسل طبیعی، تغذیه شده با شربت فروکتوز، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شکر با نسبت‌های ۲:۳ و ۱:۱ بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه نمونه‌های تغذیه شده با شربت شکر از نظر قند قبل از هیدرولیز و نسبت فروکتوز به گلوکز مقادیر کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران داشتند.

در ویژگی دیاستاز، به ترتیب عسل‌های طبیعی، نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شکر ۲:۳، تغذیه شده با شربت شکر ۱:۱ و تغذیه شده با شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). نمونه‌های نیمه تغذیه شده و تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ اختلاف معنی‌داری نداشتند. ضمنا نمونه‌های عسل تغذیه شده با شربت فروکتوز دیاستاز کمتری از محدوده مجاز استاندارد نشان دادند. در ویژگی HMF، به ترتیب عسل‌های تغذیه شده با شربت فروکتوز، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳، تغذیه شده با شربت شکر ۱:۱ و طبیعی بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). در همه نمونه‌های مقادیر بسیار پایین تر از حد مجاز استاندارد می‌باشد.

در ویژگی پرولین، مانند منطقه خوانسار و گلپایگان، به‌ترتیب عسل‌های طبیعی، نیمه تغذیه شده، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳، شربت شکر ۱:۱ و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند (P<۰/۰۵). ضمن اینکه نمونه‌های حاصل از تغذیه با شربت فروکتوز و شربت شکر ۱:۱ مقادیر کمتری از حد مجاز استاندارد نشان دادند. پایین بودن پرولین نمونه های تغذیه با شربت شکر ۱:۱ را می‌توان به شرایط جغرافیایی و منطقه و همچنین مصرف کمتر شهد گل‌ها توسط زنبور نسبت داد. به طور کلی، محتوای

پرولین عسل‌های بدست آمده از منطقه فارس نسبت به سایر مناطق پایین تر است که به خوبی تاثیر شرایط آب و هوایی و نوع پوشش گیاهی و شهد گل‌ها را در میزان پرولین عسل نشان می‌دهد. در ویژگی اسیدیته، به ترتیب نمونه‌های عسل تغذیه با شربت شکر ۱:۱، تغذیه با شربت شکر ۲:۳، نیمه تغذیه شده و شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند ($P<0/05$). در ویژگی هدایت الکتریکی، به ترتیب نمونه‌های عسل طبیعی، تغذیه شده با شربت شکر ۲:۳ و شربت شکر۱:۱، طبیعی، نیمه تغذیه و تغذیه شربت فروکتوز بیشترین مقادیر را نشان دادند ($P<0/05$). به‌طورکلی ویژگی‌های اسیدیته و هدایت الکتریکی در همه نمونه‌ها درمحدوده مجاز استاندارد بود. در ویژگی رطوبت، عسل‌های نیمه تغذیه شده بیشترین مقدار و عسل‌های تغذیه شده با شربت شکر ۱:۱ کمترین مقدار را نشان دادند ($P<0/05$). رطوبت سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشته و رطوبت همه نمونه‌ها در محدوده مجاز استاندارد بود.

کروماتوگرام قندهای نمونه‌های عسل: به منظور بررسی دقیق‌تر تفاوت‌ها بین نمونه‌های عسل طبیعی، تغذیه شده با شربت شکر و تغذیه با شربت فروکتوز، سه نمونه از نمونه‌های عسل طبیعی، تغذیه با شربت شکر (۲:۳) و تغذیه با شربت فروکتوز از منطقه خوانسار انتخاب و کروماتوگرام قندها به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا، مطابق با استاندارد ملی ایران، شماره ۱۳۰۵۹تعیین گردید (۱۷).

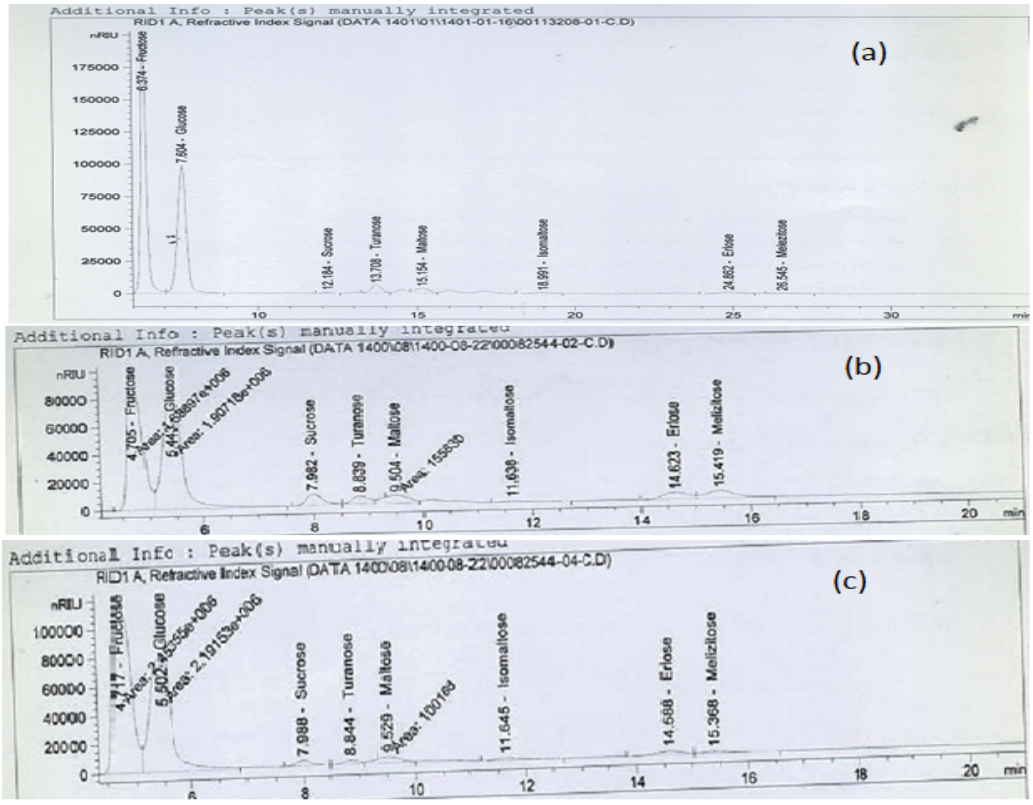
همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، الگوی کروماتوگرام نمونه عسل طبیعی از لحاظ زمان ظهور پیک و سطح زیر پیک برای هر قند با سایر نمونه‌ها متفاوت است. به‌طوری‌که ظهور پیک نمونه عسل طبیعی طی ۲۶/۵ دقیقه اتفاق افتاده است؛ در حالی که در مورد دو نمونه دیگر زمان ظهور کامل پیک حدود ۱۶ دقیقه می‌باشد. همچنین، سطح زیر پیک و در نتیجه فراوانی قندها در سه نمونه مورد بررسی متفاوت می‌باشند. نمونه تغذیه با شربت شکر از لحاظ سطح زیر پیک ساکارز، تورانوز، مالتوز، ایزومالتوز و ملی زیتوز شباهت زیادی به نمونه عسل طبیعی دارد. در نمونه تغذیه با شربت فروکتوز زمان ظهور پیک مشابه نمونه تغذیه با شکر می‌باشد، اما سطح زیر پیک قندهای ساکارز، مالتوز و ملی زیتوز تفاوت زیادی با نمونه عسل طبیعی و تغذیه با شربت شکر دارد. همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، مقدار فروکتوز عسل تغذیه با شربت فروکتوز از مقداری که در منابع مختلف برای حدود قند فروکتوز عسل آورده شده است، بالاتر است. همچنین، مقدار گلوکز بیشتر از مقدار آن برای عسل طبیعی و تغذیه با شکر می‌باشد. مقدار دی ساکارید ایزومالتوز در عسل تغذیه با شکر نزدیک به عسل طبیعی و در عسل تغذیه با فروکتوز بیشتر است. مقدار تری ساکاریدهای ارلوز و ملی زیتوز در نمونه تغذیه با شکر بیشتر از سایر نمونه‌های می‌باشد. نکته قابل توجه این است که مقدار ساکارز بدست آمده از طریق رسم کروماتوگرام برای نمونه‌های عسل بسیار کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده با روش تیتراسیون محلول‌های فهلینگ[3] است که نشان می‌دهد در روش تیتراسیون علاوه بر ساکارز سایر دی ساکاریدهای غیر احیاکننده نیز اندازه گیری می‌شوند.

3 Lane- Eynon

جدول ٦- انواع قندهای موجود در نمونه‌های عسل

Table 6. Types of sugars in honey sample

ردیف	نوع قند (درصد وزنی) Type of sugar(% w/w)	عسل طبیعی natural honey	عسل تغذیه شده با شربت شکر Honey feeding with sugar syrup	عسل تغذیه شده با شربت فروکتوز honey feeding with fructose syrup
١	فروکتوز fructose	٤٠/١	٣٢/٤	٤٢/١
٢	گلوکز glucose	٣٠/٩	٢٧/٣	٣١/٤
٣	ساکارز Sugars	٠/٢	٣/٢	١/٤
٤	تورانوز Turanose	٢/٤	٢/٢	١
٥	مالتوز Maltose	١/٨	٣/١	٢
٦	ایزومالتوز Isomaltose	١	٠/٨	١/٢
٧	ارلوز Orlose	١/٢	٣/٣	١/٧
٨	ملی زیتوز Melisitose	٠/٥	٣	٠/٧
٩	نسبت فروکتوز به گلوکز The ratio of fructose to glucose	١/٢٩	١/١٨	١/٣٤



شکل ٢- کروماتوگرام قندهای نمونه‌های عسل: طبیعی (a)، تغذیه شده با شربت شکر (b) و تغذیه شده با شربت فروکتوز (c)

Figure 2. Chromatogram of sugars of honey samples: natural (a), sugar syrup feeding (b) and fructose syrup feeding (c)

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده و مرور مطالعات، می‌توان شربت شکر را به عنوان بهترین تغذیه کمکی زنبور عسل دانست که ترکیبات آن به شهد گل‌ها نزدیک و فعالیت زنبور عسل سازگارتر می‌باشد. نکته مهم این است که غلظت شربت شکر مورد استفاده

برای تغذیه زنبور، روش دادن تغذیه از لحاظ بازه‌های زمانی، مقدار تغذیه و زمان برداشت را از عوامل موثر در ویژگی‌های عسل تهیه شده می‌باشند. به‌طوری که این عوامل بر ویژگی‌های اصالت سنجی و کیفی محصول نهایی تاثیر زیادی دارند. اگر پارامترهای تاثیر گذار به گونه‌ای انتخاب شوند که امکان فعالیت زنبور و تلاش برای عمل‌آوری عسل فراهم باشد، همچنین اصول مراحل رسیدن عسل، یعنی دادن فرصت به زنبور عسل برای فرآوری شهد خام و تغذیه کمکی و مدیریت برداشت عسل رعایت شود، نمی‌توان از ارزش تغذیه‌ای این فرآورده–ها غافل شد. بنابراین، شربت شکر با مقدار و غلظت مناسب، متناسب با مدت زمان فراوری و جمعیت کلنی زنبور عسل را می‌توان به‌عنوان بهترین تغذیه کمکی برای زنبور در نظر گرفت. ضمن اینکه مدیریت زنبوردار از لحاظ نحوه دادن تغذیه، فاصله آخرین تغذیه با شربت شکر و برداشت عسل نیز در کیفیت عسل نقش زیادی دارند. در پژوهش حاضر، استفاده از شربت شکر با غلظت ۳ به ٤، طی مدت زمان ۲۰ تا ۲۵ روز، فواصل یک روز در میان به میزان یک لیتر برای هر کندو با ده عدد قاب نتیجه قابل قبولی را به دنبال داشت.

References

1. Bogdanov, S. 2009. "The Book of Honey". Bee Product Science, online http://www.beehexagon.net.
2. Codex Alimentarius Commission Standards 2001. CODEX STAN 12-1981, Amended in 2019.
3. Shakri Golpaygani M, Rezaipour N and Morshidi A. Honey and bees. First Edition. 1400 [In Persian].
4. Singh, I., & Singh, S. 2018. Honey moisture reduction and its quality. Journal of food science and technology, 55:3861-3871.
5. Salahvarzian., A, Abdullahpour., F, Esmaeili., A, Sepahvand., F, Azadpour., M. 2015. Antioxidant activity and antimicrobial properties of two types of honey resulting from the change in bee diet in comparison with other honeys produced in Abestan region of Khoramabad city. Scientific-Research Quarterly of Lorestan University of Medical Sciences, 17:3.65: 1-11.
6. Banafshechin, E., & Pirsa, S. 2021. Detection of adding vegetable oils (palm, soybean and corn) adulteration in olive oil by using High Performance Liquid Chromatography and tocopherols and tocotrienols profile. Journal of food science and technology (Iran). 18:117. 229-245.
7. Pirsa, S., & Asadi, S. 2021. Innovative smart and biodegradable packaging for margarine based on a nano composite polylactic acid/lycopene film. Food Additives & Contaminants: Part A, 38:5 856-869.
8. Pirsa, S., Alizadeh, M., & Ghahremannejad, N. 2016. Application of nano-sized poly N-phenyl pyrrole coated polyester fiber to headspace microextraction of some volatile organic compounds and analysis by gas chromatography. Current Analytical Chemistry, 12:5.457-464.
9. Pirsa, S., & Nejad, F. M. 2017. Simultaneous analysis of some volatile compounds in food samples by array gas sensors based on polypyrrole nano-composites. *Sensor Review*, *37*:2. 155-164.
10. Saidfar, A., Alizadeh, M., & Pirsa, S. 2020. Application of nano-sized poly (N-methyl pyrrole-pyrrole) fiber to the headspace solid-phase microextraction of volatile organic compounds from yogurt. *Journal of Chemistry Letters*, 1:1.39-46.
11. Bogdanov, S. 2002. International Honey Commission. Harmonized methods of the international honey commission. Liebefeld, Switzerland: Swiss Bee Research Center.

12.Nabati, F., Khalighi-Sigaroodi, F., Kashefi, M., Ghasemi, S.V., Sadri, H. &Tajabadi, F. 2021. Evaluating the quality of commercial Iranian honeys. 20:78. 14-25.
13.Ashtiyani, S., Shamsi, S., Hosseini, N. & Ramezani, M. 2011. Honey in Quran and medicine. 13:51-71.
14.Khedri, S., Ghalim, M. &Mortezaei Nejad, F. 2017. The effect of coriander, fennel and fennel on phenolic compounds and antioxidant activity of honey produced by process and biological method. Innovation magazine in food science and technology. 10:3.1-9 [In Persian].
15.Anklam, E. 1998. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. 1998; 63:4. 549-562.
16.Kamal, M.A. and Klein, P. 2011. Determination of sugars in honey by liquid chromatography. Saudi Journal of Biological Sciences. 18: 17-21.
17.Iranian National Standard No. 13059, Honey - measurement of sugars by high performance liquid chromatography method. 1389 [In Persian].
18.Pohl, P., Stecka H., Greda, K. & Jamroz, P. 2012. Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn from commercial bee honeys. Food Chemistry. 134: 392–396.
19.Keckes, J., Trifkovic, J., Andric, F., Jovetic, M., Tesic, Z. & Milojkovic-Opsenica, D. 2013. Amino acids profile of Serbian unifloral honeys. Journal of the Science of Food and Agriculture. 93: 3368–3376.
20.Iranian national standard No. 92, honey - characteristics and test methods. 2018. [In Persian].
21.da Silva, P.M., Gauche, C., Valdemiro Gonzaga, L., Oliveira Costa, A. & Fett, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Journal of Food Chemistry. 196: 309-323.
22.Guler, A., Kocaokutgen, H., Garipoglu, A.V., Onder, H., Ekinci, D., & Biyik, S. 2014. Detection of adulterated honey produced by honeybee(*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. Food Chemistry. 155: 155–160.
23.Saxena, S., Gautam S. & Sharma, A. 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. Food Chemistry. 118: 391–397.
24.Karabagias, I.K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S. & Kontominas, M.G. 2014. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. Food Chemistry. 146: 548–557.
25.Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M. & Seijo. M.C. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeyson the crystallization phenomenon. Food Chemistry. 149: 84-90.
26.Kaskoniene, V., Venskutonis, P.R. & Ceksteryte, V. 2010. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania. Food Science and Technology. 43: 801–807.
27.Refahi, M., Alipour, M. & Hosseini, F. 1400. Information about bee products. First Edition. [In Persian].
28.Nikolova, K., Panchev, I., Sainov, S., Gentscheva, G. and Ivanova, E. 2012. Selected physical properties of lime bee honey in order to discriminate between pure honey and honey adulterated with glucose. International Journal of Food Properties. 15: 1358-1368.
29.Alqarni, A.S., Owayss, A.A. & Mahmoud, A.A. 2012. Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. Journal of Saudi Chemical Society. 5: 618 - 625.