دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
دوره ۱۶، شماره ۲۹، سال ۱۴۰۳، (۳۲-۴۴)

مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل حرا با دو نمونه عسل شاهد

رقیه گرمائی‌پور[1]، افشین دانه‌کار[2*]، غلامعلی نهضتی پاقلعه[3]

۱-گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲-گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳-گروه علوم دامی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲ **تاریخ پذیرش**: ۱۴۰۳/۶/۵
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/HBSJ.2024.366118.1171
رایانامه: danehkar@ut.ac.ir

چکیده:

عسل محصولی است طبیعی که توسط زنبورهای عسل تهیه می شود و ترکیب آن به عواملی مانند آب و هوا، خاک و منبع گیاهی بستگی دارد. جنگلهای مانگرو در ایران در سه استان بوشهر، هرمزگان و سیستان و بلوچستان به صورت طبیعی پراکنش دارند. در این مطالعه برخی خواص فیزیکوشیمیایی عسل وحشی حرا با دو نمونه عسل رایج در بازار (گون-آویشن و بهارنارنج) مقایسه شد. عسل حرا مورد استفاده از جزیره قشم تهیه و در شرایط عادی به آزمایشگاه منتقل شد. عسلهای شاهد از بازار تهیه شد. نتایج به دست آمده نشان داد که عسل حرا از نظر قندهای احیاکننده، ساکارز و اسیدیته آزاد در محدوده استاندارد ایران قرار دارد، از نظر پرولین کمتر از حد استاندارد (مقدار استاندارد ۱۸۰

میلی گرم در کیلوگرم) ایران می باشد که ممکن است ناشی از نوع گل حرا باشد. اما از نظر رطوبت اندکی از حد استاندارد بالاتر است که ناشی از رطوبت بالای منطقه می‌باشد. ولی از نظر پلی فنول‌های کل در محدوده عسل‌های ایران قرار دارد. این مطالعه نشان داد که عسل حرا جزء عسل‌های خوب ایران است. پیشنهاد می‌شود برای شناخت بهتر عسل مانگروهای ایران نمونه‌های مختلف آن به ویژه عسل‌های خور آذینی که ترکیب گونه‌های چندل و حرا است مورد آزمایش قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پرولین، جزیره قشم، عسل بهار نارنج، عسل گون- آویشن، مانگرو.

مقدمه

عسل طبیعی به دلیل خواص منحصر به فرد تغذیه‌ای و دارویی که به تاثیر گروه‌های مختلف مواد موجود در آن نسبت داده می شود، یکی از محصولات غذایی پرطرفدار است (Fatimah *et al*., 2013). عسل برای مصارف تغذیه‌ای، دارویی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در بازارهای بین المللی کالای مهمی است. عسل ترشح قندی گیاهان است که توسط زنبورهای عسل جمع آوری و عمل آوری شده و از شان استخراج می شود، بیش از ۲۰۰ ماده تشکیل دهنده از جمله مواد اصلی مانند فروکتوز و گلوکز را شامل می شود (Eteraf-Oskouei and Najafi, 2013, Ali *et al*., 2020). این اجزا به فعالیت های ضد باکتری، آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد قهوه ای شدن، ضد حساسیت، ضد انگل، ضد زخم، ضد تومور و ضد ویروسی کمک می‌کنند (Bogdanov *et al*., 2008; Viuda-Martos *et al*., 2008; Nagai *et al*., 2018; Contreras-Martínez *et al*., 2020).

اگرچه ترکیبات اصلی عسل تقریباً در همه نمونه‌ها مشابه است، اما مقادیر ترکیبات مختلف و خواص فیزیکی عسل‌های طبیعی با توجه به گونه‌های گیاهی که زنبورها از آن تغذیه می‌کنند متفاوت است (Cantarelli *et al*., 2008; James *et al*., 2009; Ebenezer & Olugbenga, 2010). محتوای تغذیه‌ای، خواص فیزیکوشیمیایی و تنوع ترکیبات فعال زیستی عسل ممکن است تحت تأثیر عوامل متعددی مانند منشاء جغرافیایی (شرایط اقلیمی)، منابع گیاهی (نوع شهد) و فاکتور محیطی قرار گیرد (Fatimah *et al*., 2013; Majid *et al*., 2019; Lim *et al*., 2019; Pham *et al*., 2022b). علاوه بر این، عسل حاوی بسیاری از اجزای کمکی مانند پروتئین ها، آنزیم ها (اینورتاز، گلوکز اکسیداز، کاتالاز، فسفاتازها)، اسیدهای آلی (اسید گلوکونیک، اسید استیک و غیره) و اسیدهای آمینه، ویتامین ها (اسید اسکوربیک، نیاسین، پیریدوکسین و غیره) لیپیدها، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها و مواد معدنی است (Combarros-Fuertes *et al*., 2018; do Nascimento *et al*., 2018; Jibril *et al*., 2019).

مطالعات مختلفی بر روی خواص فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای عسل انجام شده که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌شود: Fatimah و همکاران (۲۰۱۳) ۱۸ نمونه عسل در نیجریه را بررسی کردند و نشان دادند میانگین پلی فنول کل ۶۵،۳ میلی گرم در صدگرم گالیک اسید در نمونه‌های عسل مورد بررسی است. Islam و همکاران (۲۰۱۷) خواص فیزیکوشیمیایی، تغذیه ای، آنتی اکسیدانی و فنلی ده نمونه عسل از جنگل مانگرو در منطقه ساندار بانس بنگلادش را ارزیابی کردند و دریافتند مقدار میانگین پلی فنل کل در عسل‌های مانگرو ۱۰۷،۳ میلی گرم در کیلوگرم است. Islam و همکاران (۲۰۱۹) فعالیت‌های ضد اسهال، ضددرد و ضد انگل[1] نمونه‌های عسل را از جنگل مانگرو منطقه ساندار بانس بنگلادش ارزیابی کردند و دریافتند که عسل به عنوان یک ماده ی غذایی برای موارد فوق نیز مفید است. Majid و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که عسل مانگرو نسبت به چهار نوع عسل دیگر (اقاقیا، نارگیل، اختری[2] و عسل چندگل[3]) مقدار ترکیبات فنول بالاتری دارد (۳۴/۲۳±۰/۰۰۳ میلی گرم در صدگرم گالیک اسید). Ali و همکاران (۲۰۲۰) شش نمونه عسل با منشا گیاهی مختلف (اقاقیا، نارگیل، مانگرو، اختری و چندگل) را آزمایش کردند و به این نتیجه رسیدند که عسل زنبور بدون نیش[4] (اساسا از خانواده Meliponini هستند و دارای چندین جنس مانند Melipona، Trigona و Heterotrigona تشکیل شده است.) مانگرو دارای بالاترین محتوای فنلی (۱۴۱/۷۴±۰/۰۳میلی گرم در صدگرم گالیک اسید) است. در ایران نیز مطالعات مختلفی روی خواص فیزیکو شیمیایی عسل انجام شده است که به برخی موارد اشاره می‌شود: نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) نه نمونه عسل طبیعی و بدون فرآوری را بررسی کردند و نشان دادند مقدار پرولین عسل میتواند تحت تاثیر رطوبت قرار بگیرد.

1- Anthelmintic
2- Starfruit
3- Multiflowered plant
4- Stingless bee

خلفی و همکاران (۱۳۹۵) برخی خواص فیزیکوشیمیایی مانند: رطوبت، مواد جامد محلول، اسیدیته، چگالی ویژه، ویسکوزیته، قند و مقدار کل ترکیبات فنولیک ده نمونه عسل گون، گون گز، قنقال (شهرکرد)، شوید، جعفری، گشنیز (جعفرآباد اصفهان)، کنار (برازجان بوشهر)، بهارنارنج (شیراز)، آویشن دماوند و یونجه (بهارستان اصفهان) را بررسی کردند و نشان دادند که عسل کنار نسبت به بقیه ارزش تغذیه ای بالاتری دارد. خدائیان و عباسی (۱۳۹۹) ویژگی‌های کیفی (نسبت فروکتوز به گلوکز، محتوای ساکارز، پلی-فنل، هیدروکسی متیل فورفورال، رطوبت، اسیدیته آزاد، اسید لاکتونیک، اسیدیته کل، pH، رنگ، دیاستاز و هدایت الکتریکی) چهار نوع عسل ایرانی، شامل عسل گون، کنار، مرکبات و آویشن را بررسی و مقایسه کردند و نشان دادند عسل آویشن بیشترین مقدار اسیدیته، عسل کنار بیشترین مقدار ساکارز و عسل مرکبات بیشترین مقدار رطوبت را داشت. هاتفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) خواص فیزیکوشیمیایی (مانند رطوبت، اسیدیته، pH، رنگ‌سنجی، ویسکوزیته و مقدار کل ترکیبات فنولیک) ۸ نمونه عسل (رازیانه، اوکالیپتوس، کنار، آویشن، شوید، یونجه، گشنیز و پنبه) را بررسی کردند و نشان دادند که بیشترین و کمترین میزان ترکیبات فنولیک به ترتیب در عسل‌های شوید و یونجه وجود دارد و عسل اکالیپتوس کمترین رطوبت و عسل یونجه بیشترین رطوبت را دارد. همچنین برخی مطالعات نشان داده‌اند که گونه‌ی زنبور عسل برخصوصیات فیزیکو شیمیایی عسل موثر است، به عنوان مثال، Shamsudin و همکاران (۲۰۱۹a) نشان دادند که گونه‌های زنبورعسل تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی عسل دارند. همچنین، Mduda و همکاران (۲۰۲۳) به تأثیر گونه‌های زنبورعسل بر خواص آنتی‌اکسیدانی عسل زنبورعسل بدون نیش اشاره کردند. Mokaya و همکاران (۲۰۲۲) نیز به تغییرات ترکیب فیتوشیمیایی و فعالیت مهار رادیکال های ازاد عسل‌ها به عنوان نتیجه‌ای از هویت گونه‌های زنبورعسل پرداخته‌اند.

جنگل‌های مانگرو در ایران دارای دوگونه درختچه ای و درختی حرا (Avicennia marina) و چندل (Rhizophora mucronata) است، اما به دلیل اینکه گونه ی حرا گونه غالب ایران است، در اغلب مراجع به جنگل‌های حرا معرفی می شود. این جنگل‌ها به صورت طبیعی از رویشگاه مل گنزه در بردخون شهرستان دیر (استان بوشهر) شروع می‌شود و تا خلیج گواتر در منتهی الیه شرقی کرانه ساحلی استان سیستان و بلوچستان ادامه دارد. مساحت این جنگل‌ها در این حدود ۱۳ هزار هکتار برآورد شده است (Erfanifard *et al.*, 2022). عسل حرا در ایران به صورت وحشی و توسط زنبورهای عسل غیرپرورشی در فصل گلدهی درختان حرا تولید می‌شود و جوامع محلی از آن به عنوان یک عسل دارویی و مرغوب یاد می‌کنند و به دلیل مزه ی خاص (مزه لب شور) و رنگ روشن آن مورد توجه قرار گرفته است و اغلب به قیمت بالا فروخته می‌شود. دلیل قیمت بالای آن کمیاب بودن عسل و خواص دارویی آن عنوان شده است. اما تاکنون در ایران مطالعه ای روی خواص دارویی، فیزیکوشیمیایی و تغذیه ای آن صورت نگرفته است به همین منظور هدف اصلی این مطالعه، سنجش برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و دارویی عسل درخت حرا و مقایسه آن با دو عسل عمده در بازار بوده است. برداشت عسل در جنوب ایران به ویژه قشم و خمیر برداشت میشود. زمان گلدهی گونه حرا در مناطق مختلف متفاوت است اما به طور کلی از اواسط خرداد تا اوخر تیرماه فصل گلدهی گونه حرا است، گونه چندل نیز در اواسط تیرماه به گل می‌نشیند، برداشت عسل همزمان با فصل گلدهی حرا آغاز میشود. بومیان این مناطق با آگاهی از نیاز زنبورها، تنها بخش اضافی عسل را برداشت می‌کنند و بخش مورد نیاز برای زنبورها را حفظ می‌کنند. این رویکرد نه تنها به تأمین عسل برای مصرف انسانی کمک می‌کند، بلکه از تخریب جنگل‌های حرا نیز جلوگیری می‌کند. به این ترتیب، برداشت عسل به عنوان یک فعالیت اقتصادی، با حفظ اکوسیستم و حمایت از تنوع زیستی همخوانی دارد.

زنبور عسل کوچک (*Apis florea*)، یک زنبور وحشی، ابتدایی ترین زنبور عسل است و بومی شبه قاره هند است *A. florea* (Ganeshprasad *et al.*, 2022) یکی از دوگونه زنبور عسل موجود در ایران است، که پراکنش آن از قصر شیرین تا بلوچستان ادامه دارد (پری‌چهره و همکاران، ۱۴۰۰). این گونه آب و هوای گرم تری را برای فعالیت جستجوی خود ترجیح می دهد و به عنوان یک گرده افشان مهم در مناطق گرمسیری و خشک در ایران عمل می کند (Ganeshprasad *et al.*, 2022). زنبور عسل کوچک با گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان، نقش اساسی در افزایش تنوع زیستی، تأمین امنیت غذایی، بهبود محیط زیست و ارتقاء شرایط اقلیمی در استان‌های جنوبی کشور ایفا می‌کند. (پری‌چهره و رحیمی، ۱۴۰۱). این گونه زنبور عسل به عنوان یک حشره گرده‌افشان کلیدی در اکوسیستم‌های گرمسیری، به ویژه در

جنوب ایران، نقش بسزایی در گرده‌افشانی درختان حرا و چندل دارد.

در نزدیکی جنگل حرا در جنوب ایران، علاوه بر درختان حرا، گونه‌های دیگری نیز وجود دارند که زنبورعسل بر روی آن‌ها فعالیت می‌کند. یکی از شاخص‌ترین این گونه‌ها، درخت کنار است که گلدهی آن در فصل زمستان انجام می‌شود.

خواص فیزیکوشیمیایی عسل به ویژگی ها، کیفیت و پارامترهای عملکردی آن نسبت داده می شود (Islam *et al*., 2017). در این پژوهش سنجش میزان قند، رطوبت، پلی فنول کل، اسیدیته آزاد و پرولین عسل حرا با عسل های شاهد مورد بررسی قرار گرفت. میزان قند موجود در عسل دلیل ویژگی های مختلف عسل مانند ویسکوزیته، ارزش انرژی، رطوبت سنجی، چرخش خاص، شیرینی و شکرک زدن یا رس بستن است (Aga *et al*., 2023). غلظت قند نیز یکی از دلایل خاصیت ضد میکروبی عسل است (Aga *et al*., 2023). عسل هایی که محتوای ساکارز بالایی دارند، عسل‌هایی هستند که توسط آنزیم های اینورتاز هیدرولیز نمی‌شوند (Aga *et al*., 2023). پس مقدار بالای ساکارز نشان‌دهنده این دلایل است یا عسل به طور کامل نرسیده است یا زنبور عسل بیش از حد از شربت ساکارز تغذیه کرده است و یا انورتاز شهد گیاه کمتر است.

رطوبت یکی از مهم ترین عواملی است که کیفیت عسل ها را تعیین می کند. مقدار رطوبت به موقعیت جغرافیایی، اقلیم منطقه، ترکیب شهد و نوع شهد بستگی دارد (هاتفی‌زاده و همکاران ۱۳۹۷). همچنین تفاوت در میزان رطوبت عسل تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله زمان استخراج، رسیده بودن عسل و شرایط آب و هوایی می باشد (Pham *et al*., 2022a). رطوبت تعیین کننده رشد میکروارگانیسم های مقاوم به اسمز[5] در عسل است (Islam *et al*., 2017). عسل دارای رطوبتی بین ۱۳ تا ۲۵ درصد است. رطوبت بهینه عسل ۱۷ درصد در نظر گرفته شده است. عسل با رطوبت کمتر از ۱۷ درصد دارای مشکلات حمل و بسته بندی است (آگا و همکاران، ۲۰۲۳). برعکس، آنهایی که رطوبت بیش از ۱۷ درصد دارند بیشترین را هم تخمیر دارند (Simal *et al*., 1983; Bogdanov & Martin, 2002; Aga *et al*., 2023). رطوبت کم مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه محافظت از کیفیت و افزایش ماندگاری عسل می‌شود، در حالی که رطوبت زیاد اثرات نامطلوبی را بروز می دهد (Islam *et al*., 2017). عسل حرا به دلیل اینکه در منطقه ساحلی و مرطوب تولید می‌شود نسبت به عسل‌های بقیه مناطق رطوبت بالاتری دارد (Alvarez-Suarez *et al*., 2010a).

وجود و تنوع ترکیبات فنل در عسل تحت تأثیر منشاء گیاهی، عوامل جغرافیایی و شرایط آب و هوایی منطقه است (Pham *et al*., 2022b). عسل عمدتاً اسیدی است و بیشتر به دلیل محتوای اسید گلوکونیک آن است که از اثر گلوکز اکسیداز در طی جداسازی و تبدیل به گلوکز تشکیل می‌شود (Mračević *et al*., 2020). اسیدیته آزاد یک شاخص مورد توجه هنگام ارزیابی کیفیت هر عسل است. اسیدیته آزاد در عسل به دلیل وجود اسیدهای آلی در تعادل با لاکتون ها یا استرهای داخلی مربوط به آنها و برخی یون های معدنی مانند فسفات، سولفات و کلرید ایجاد می شود (Terrab *et al*., 2004). این شاخص همچنین نشان دهنده وجود اجزای شیمیایی است که می توانند مقادیر زیادی اتم H+ را آزادکنند، مانند اسیدهای فنولیک و ویتامین C (Pauliuc *et al*., 2020). علاوه بر این، همچنین عاملی برای ارزیابی کیفیت و تازگی عسل است زیرا افزایش این شاخص متناسب با زمان تخمیر قندها به اسیدهای آلی است (فام و همکاران، 2022b). اسیدیته آزاد باید در محدوده کمتر از ۵۰ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم عسل باشد (WHO, 2001). محتوای پروتئین در عسل بسته به گونه زنبورعسل از ، ۰/۱ درصد تا ۳/۳ درصد پروتئین در گونه Apis cerana و ۰/۲درصد – ۱/۶درصد پروتئین در گونه A. mellifera متفاوت است (Pham *et al*., 2022b). پرولین به عنوان یکی از اسیدهای آمینه غالب (۵۰درصد – ۸۵درصد) پروتئین موجود در عسل در نظر گرفته می شود (Aga *et al*., 2023).

روش‌شناسی پژوهش

نمونه های عسل

در این پژوهش از سه نمونه عسل استفاده شد. عسل حرای تازه از جزیره قشم (استان هرمزگان) تهیه شد. عسل بهارنارنج از ساری (استان مازندران) و عسل گون-آویشن از کردستان تهیه شد و در شرایط معمولی به آزمایشگاه منتقل شد. عسل حرای مورد استفاده از زنبور عسل کوچک است و به صورت وحشی می‌باشد (شکل ۱).

5- osmotolerant

شکل ۱. الف) عسل حرا، ب) شان عسل حرا روی درخت، ج) شان جدا شده از درخت

آزمایش های فیزیکوشیمیایی

قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز، ساکارز، رطوبت و اسیدیته آزاد نمونه ها با استفاده از روش INSO92 بررسی شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲). پلی فنل کل با استفاده از روش ISIRI8986-1 مورد بررسی قرار گرفت. پرولین موجود در نمونه های عسل نیز با روش ISIRI11145 تعیین شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲). تمام آزمایش‌ها در آزمایشگاه مرکز خدمات تخصصی آنالیز شیمیایی پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی ایران انجام شد.

● آنالیز آماری نتایج

همه آزمون‌های نمونه‌های عسل در سه تکرار انجام شد. تحلیل نتایج آزمون ها با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) در نرم افزار SPSS (نسخه ۲۵) انجام گرفت و مقایسه میانگین ها در سطح معنی داری ۱ درصد با کمک آزمون توکی-دانکن بررسی شد.

● یافته‌های پژوهش و بحث

در این پژوهش برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای سه نمونه عسل (حرا، بهارنارنج، گون-آویشن) بررسی شد. جدول ۱ مقدار استاندارد آزمون های مورد بررسی در ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقدار استاندارد ویژگی های عسل (INSO ۹۲) (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲)

ویژگی‌ها	حد قابل قبول
قندهای احیا قبل از هیدرولیز (گرم در صد)	حداقل ۶۵
ساکارز (گرم در صد)	حداکثر ۵ درصد
رطوبت (درصد)	حداکثر ۲۰
اسیدیته آزاد (میلی اکی والان در گرم)	حداکثر ۴۰
پرولین (میلی گرم در کیلوگرم)	حداقل ۱۸۰

● میزان قند

بر اساس دستورالعمل ملی استاندارد عسل (استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲)، محتوای قندهای احیاکننده (کل گلوکز و فروکتوز) و قندهای غیر احیاکننده (ساکارز ظاهری) عسل باید

به ترتیب ≤۶۵٪ و ≥۵٪ باشد. قندهای احیاکننده برای عسل بهارنارنج زیر حد استاندارد است اما عسل حرا از میانگین حداقل استاندارد بالاتر است. تفاوت میزان قندهای احیا کننده قبل از هیدرولیز برای هر سه نمونه معنی دار است (P<۰/۰۰۱). آزمون توکی نشان داد که هر سه نمونه عسل تفاوت معنی داری از نظر قندهای احیاکننده قبل از هیدرولیز دارند (P<۰/۰۰۱). همچنین ساکارز عسل حرا صفر است و تفاوت معنی داری با بقیه عسل‌های مورد بررسی دارد (P<۰/۰۰۱). میزان ساکارز عسل بهارنارنج از حد استاندارد بالاتر است که با نتایج (خلفی، ۱۳۹۵؛ خدائیان و عباسی ۱۳۹۹) مخالف است. مقدار قندهای احیاکننده و ساکارز عسل گون-آویشن در محدوده استاندارد بود که مطابق با مطالعات (خلفی، ۱۳۹۵؛ خدائیان و عباسی ۱۳۹۹) است. Is-lam و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که میزان قندهای احیا کننده (کل گلوکز و فروکتوز) و غیرکاهنده (ساکارز) در عسل مانگرو ساندرابان به ترتیب با میانگین ۶۳/۳ و ۶/۱ درصد که نسبت به عسل حرا مورد مطالعه، میزان ساکارز بالاتری دارد اما قندهای احیاکننده پایین تر است (جدول۲). عسل حرا به دلیل منشأ گیاهی آن معمولاً دارای میزان ساکارز پایینی است. این در حالی است که برخی عسل‌های مناطق گرمسیری مانند عسل کنار به دلیل منشأ گیاهی متفاوت، ذاتاً دارای میزان ساکارز بالاتری هستند (Chirsanova *et al*., 2021). در واقع، میزان ساکارز در عسل به طور عمده تحت تأثیر نوع گیاهان منبع شهد است. برخی گیاهان دارای شهد غنی از ساکارز بوده و در نتیجه عسل حاصل از آنها نیز دارای میزان ساکارز بالاتری است.

جدول۲. مقادیر میانگین قندهای احیاکننده و غیرکاهنده عسل‌های مورد بررسی و معنی داری در سطح ۱ درصد.

فاکتور	نمونه	میانگین	مقدار آماره P	مقدار استاندارد
قندهای احیاکننده	حرا	۶۷/۶۴±۰/۰	<۰/۰۰۱	حداقل ۶۵
	بهارنارنج	۶۰/۶۶±۰/۰		
	گون-آویشن	۷۰/۱۰±۰/۰		
ساکارز	حرا	۰/۰±۰/۰	<۰/۰۰۱	حداکثر ۵ درصد
	بهارنارنج	۹/۳۱±۰/۰		
	گون-آویشن	۰/۷۵±۰/۰		

رطوبت

رطوبت عسل حرا مقداری از حد مجاز (۲۰ درصد) بالاتر، اما رطوبت گون آویشن از حد مجاز کمتر بود (جدول۳). آزمون تجزیه واریانس برای فاکتور رطوبت معنی دار شد (جدول ۳). اما آزمون توکی نشان داد که بین رطوبت عسل حرا و بهارنارنج تفاوت معنی داری وجود ندارد (P=۰/۶۱). میزان رطوبت عسل حرا ایران از عسل‌های مورد بررسی در کوبا (معادل ۲۰،۳ درصد) (Alvarez-Suarez *et al*., 2010a)، ساندرابانس (۱۳/۵ تا ۱۹/۹ درصد) (Islam *et al*., 2017)، ویتنام (۱۵/۹ درصد) (Pham *et al*., 2022b) بیشتر است اما از عسل مانگرو تایلند (۲۷/۸۹ درصد) کمتر است (WONGSA *et al*., 2023). همچنین خلفی و همکاران (۱۳۹۵) و خدائیان و عباسی (۱۳۹۹)، نشان دادند مقدار رطوبت در عسل مرکبات بالاتر از سایر عسل‌هاست که در اینجا نیز تائید می‌شود. علاوه براین پری‌چهره و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که میزان رطوبت عسل تولید شده از زنبور عسل کوچک از عسل حرا مورد مطالعه کمتر است. این ممکن است به دلیل ویژگی جغرافیایی یا گونه مورد تغذیه زنبور عسل باشد (پری‌چهره و همکاران، ۱۴۰۰).

جدول۳. مقادیر میانگین رطوبت عسل‌های مورد بررسی و معنی داری در سطح ۱ درصد.

فاکتور	نمونه	میانگین	مقدار آماره P	مقدار استاندارد
رطوبت	حرا	۲۲/۱۳±۰/۱۵	<۰/۰۰۱	حداکثر ۲۰
	بهارنارنج	۲۲/۳۰±۰/۲		
	گون-آویشن	۱۵/۲۳±۰/۲۵		

● پلی فنول کل:

پلی فنول کل در عسل حرا از گون-آویشن کمتر است ولی از بهارنارنج بیشتر است. همچنین آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین مقدار پلی فنول کل سه نمونه عسل معنی دار است (P<۰/۰۰۱) (جدول ۴). مقدار پلی فنول کل عسل حرا ۴۷/۶۷±۲/۵۲ میلی گرم در صد گرم گالیک اسید است که از عسل مانگرو ساندارابان (۹۸۷/۳±۰/۳ میلیگرم بر کیلوگرم) کمتر است (Islam *et al*., 2017). محتوای بالای پلی فنول در این عسل مانگروی ساندرابان ممکن است به دلیل منشاء شهدگیاهان چندگلی منحصر به فرد باشد که در ساندارابان رشد می کنند (Islam *et al*., 2017). مقدار پلی فنول کل عسل مانگرو تایلند نیز ۵۴/۴۸±۰/۹۷ میلی گرم در صد گرم گالیک اسید است (WONGSA *et al*., 2023). مقدار پلی فنول کل عسل مانگرو سیاه در کوبا ۲۳۳،۶±۵،۵ میلیگرم بر کیلوگرم تعیین شده است (Alvarez-Suarez *et al*., 2010a) که مقدار محاسبه شده در این مطالعه بیشتر است. همچنین میزان ترکیبات فنل کل در عسل مانگرو ویتنام ۲۴/۲۳±۱/۱۳ میلی گرم در صد گرم گالیک اسید ارزیابی شد (Pham *et al*., 2022b) که عسل حرای مورد مطالعه کمتر است.

محتوای پلی فنل کل در چهارنوع عسل گون، آویشن، مرکبات و کنار در عسل مورد بررسی در اصفهان نشان داد عسل گون دارای ۲۳/۳۹±۰/۹۵ و ۳۰/۳۰±۱/۰۱ میلی گرم در صد گرم گالیک اسید به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پلی فنل کل را دارند (خدائیان و عباسی، ۱۳۹۹) که از مقدار به دست آمده در دوعسل گون آویشن و بهارنارنج کمتر است. محتوای پلی فنل کل در عسل‌های مورد بررسی در مطالعه ی هاتفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در بازه ی ۲۹۶/۶۶-۸۵/۰۵ میلی گرم در صد گرم گالیک اسید به ترتیب مربوط به عسل یونجه و شوید بود و از سه نمونه عسل مورد بررسی در این مطالعه بیشتر است.

Dong و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تفاوت قابل توجهی در مقادیر محتوای پلی فنل کل بین عسل هایی با منشاگیاهی مشابه اما در مکان های جغرافیایی متفاوت وجود دارد. تغییرات مشاهده شده در محتوای پلی فنل ها احتمالاً به دلیل منابع مختلف گلی عسل و همچنین تأثیرات ویژگی های آب و هوایی و خاک است (اسلام و همکاران، ۲۰۱۷). Neupane و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که عسل برداشت شده در ارتفاعات پایین (۸۰۰-۱۵۰۰ متر) نسبت به عسلی که در ارتفاعات ۱۵۰۰ متری و بالاتر برداشت می شود، محتوای فنل کمتری دارد. همچنین ارزیابی اثرات اقلیم بر عسل تفاوت معنی داری بین عسل تولید شده در آب و هوای گرم و اقلیم با محتوای رطوبت بالا نشان داد و عسل تولید شده در منطقه با اقلیم مرطوب محتوای فنل کمتری دارد (Pham *et al*., 2022b).

جدول۴. میانگین محتوای پلی فنل کل عسل‌های مورد بررسی و معنی داری در سطح ۱ درصد.

فاکتور	نمونه	میانگین	مقدار آماره P
پلی فنول کل	حرا	۴۷/۶۷±۲/۵۲	<۰/۰۰۱
	بهارنارنج	۳۹/۶۷±۰/۳۱	
	گون-آویشن	۶۵/۰۰/±۳/۰۰	

اسیدیته آزاد

میزان اسیدیته آزاد عسل حرا (۰/۵۸±۲۰/۳۳ میلی اکی‌والان بر کیلوگرم) از همه کمتر است و تفاوت معنی داری با بقیه دارد (P<۰/۰۵). هیچ یک از عسل ها از حد مجاز فراتر نرفتند که نشان دهنده عدم تخمیر نامطلوب است که اسیدهای آلی را از قندها تولید می کند (Islam *et al*., 2017). محتوای اسیدیته آزاد در چهارنوع عسل گون، آویشن، مرکبات و کنار در عسل مورد بررسی در اصفهان نشان داد که بالاترین مقدار اسیدیته مربوط به کنار ۱۲ میلی اکی والان در کیلوگرم است (خدائیان و عباسی، ۱۳۹۹) و اسیدیته عسل بهارنارج شیراز ۱۴،۵ میلی اکی والان در کیلوگرم برآورد شد (خلفی و همکاران، ۱۳۹۵) که از مقدار محاسبه شد در عسل‌های این مطالعه کمتر بودند. مقدار اسیدیته در عسل‌های مورد بررسی در مطالعه ی هانفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در بازه ی ۸۹/۶۳-۱۳/۹۶ میلی اکیوالان در کیلوگرم بود، البته به جز کنار بقیه عسل‌ها زیر ۵۰ بودند و عسل‌های مورد آزمایش این پژوهش در این محدوده قرار دارند. میزان اسیدیته آزاد در عسل مانگرو ویتنام ۰/۱۶±۱۳/۳۷ میلی اکیوالان در کیلوگرم بود (Pham *et al*., 2022b)، که از مقدار عسل حرا مورد آزمایش در این مطالعه کمتر است (جدول ۵).

جدول۵. میانگین اسیدیته آزاد عسل‌های مورد بررسی و معنی داری در سطح ۱ درصد.

فاکتور	نمونه	میانگین	مقدار آماره P	مقدار استاندارد
اسیدیته	حرا	۰/۵۸±۲۰/۳۳	۰/۰۱۵	حداکثر ۴۰
	بهارنارنج	۰/۲۵±۲۰/۷۷		
	گون-آویشن	۲/۰۸±۲۴/۳۳		

پرولین

مقدار پرولین حرا از حد مجاز پایین‌تر است (جدول ۶). حداقل مجاز پرولین در عسل ۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. تفاوت بین نمونه های مورد بررسی و عسل حرا به طور معنی داری مقدار پرولین کمتری نسبت به دوگونه عسل دیگر دارد (جدول ۶) تاکنون مطالعه ای روی پرولین عسل مانگرو انجام نشده است اما Alvarez-Suarez و همکاران (a۲۰۱۰) نشان دادند که مقدار پروتئین (۱۱/۳±۳۶/۹ میلی‌گرم در صد گرم عسل) و اسیدآمینه‌های آزاد (۲/۹±۱۵/۳ میلیگرم در صد گرم عسل) در عسل مانگرو سیاه در سطح پایینی قراردارد. پرولین یکی از اسیدآمینه‌های آزاد است و بیشترین مقدار اسیدآمینه های عسل را تشکیل می‌دهد. سطح پروتئین عسل به نوع فلور بستگی دارد و از آنجایی که متغیر است، محتوای پروتئین در عسل‌ها را می توان به وجود آنزیم‌های معرفی شده توسط خود زنبورها و سایر آنزیم های مشتق شده از شهد نسبت داد (Alvarez-Suarez *et al*., 2010b). علاوه براین، میزان پرولین موجود در عسل میتواند تحت تاثیر میزان رطوبت قرار گیرد، همانطور که نعمتی و همکاران (۱۳۹۰) اشاره کردند میزان پرولین عسل در مناطق مرطوب‌تر کمتر است. مقدار پرولین همچنین نشان‌دهنده رسیده بودن عسل است و مقدار پایین آن می‌تواند به دلیل نارس بودن عسل نیز باشد (پری‌چهره و همکاران، ۱۴۰۰)

تفاوت در محتوای پرولین ممکن است به گونه های مختلف زنبورهای دخیل در تولید عسل و منبع گیاهی که زنبور عسل از آن تغذیه میکند نسبت داده شود. تحقیقات نشان داده‌اند که گونه‌های مختلف زنبور عسل تأثیر قابل توجهی بر میزان این آمینواسید در عسل دارند. به‌عنوان مثال، عسل‌های تولید شده از شهد گیاهان خاص ممکن است غلظت بالاتری از پرولین داشته باشند، در حالی که عسل‌های دیگر که از گیاهان متفاوت تهیه می‌شوند، ممکن است مقادیر کمتری از این آمینواسید را نشان دهند (Sham-sudin *et al*., 2019b; Mokaya *et al*., 2022).

جدول۶. مقادیر میانگین پرولین عسل‌های مورد بررسی و معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

فاکتور	نمونه	میانگین	مقدار آماره P	مقدار استاندارد
پرولین	حرا	۱۲۷/۶۷±۲/۵۲	<۰/۰۰۱	حداقل ۱۸۰
	بهارنارنج	۱۷۶/۶۷±۳/۰۶		
	گون-آویشن	۳۹۲/۹۳±۲/۳۸		

تأثیر گونه زنبور عسل بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل

در این پژوهش، تأثیر گونه زنبور عسل بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای عسل‌های مورد بررسی، به‌ویژه در نمونه‌های حرا، بهارنارنج و گون-آویشن، مورد توجه قرار گرفت. شواهد نشان می‌دهند که گونه زنبور عسل می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ترکیب و ویژگی‌های عسل داشته باشد.

به عنوان مثال، Shamsudin و همکاران (a2019) در مطالعه‌ای نشان دادند که گونه‌های مختلف زنبور عسل تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی عسل دارند. این تفاوت‌ها می‌توانند ناشی از نوع شهد گیاهی باشد که زنبورها از آن تغذیه می‌کنند. در واقع، ترکیبات شیمیایی موجود در شهد، به‌ویژه در گیاهان مختلف، می‌توانند بر محتوای قندها، پلی فنول‌ها و سایر ویژگی‌های عسل تأثیر بگذارند. به‌عنوان مثال، عسل حرا که از شهد گیاهان خاصی تولید می‌شود، ممکن است نسبت به عسل‌های دیگر که توسط زنبورهای مختلف از گیاهان متفاوت تهیه می‌شوند، دارای مقادیر متفاوتی از قندهای احیاکننده و ساکارز باشد. این موضوع در نتایج به‌دست آمده از بررسی‌های ما نیز مشهود است، جایی که ساکارز عسل حرا صفر و قندهای احیاکننده آن بالاتر از حد استاندارد بود. همچنین، Mduda و همکاران (۲۰۲۳) به تأثیر گونه‌های زنبور عسل بر خواص آنتی‌اکسیدانی عسل زنبور عسل بدون نیش اشاره کردند. این نتایج نشان می‌دهند که ترکیب فیتوشیمیایی عسل‌ها، به‌ویژه در عسل‌های تولید شده توسط گونه‌های مختلف زنبور عسل، می‌تواند به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد. به‌طور کلی، تفاوت‌های مشاهده شده در ویژگی‌های عسل‌های مختلف، نه تنها به نوع گیاهان منبع شهد بلکه به گونه زنبور عسل نیز بستگی دارد. این نکته می‌تواند در تحلیل نتایج و بحث در مورد کیفیت و خواص تغذیه‌ای عسل‌های مورد مطالعه در این پژوهش اهمیت ویژه‌ای داشته باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان داد که عسل حرا در ایران از نظر ساکارز در سطح بسیار پایینی قرار دارد که نشان می‌دهد این عسل طبیعی است و نسبت به بقیه عسل‌های مانگرو مورد بررسی در دنیا ساکارز کمتری دارد، همچنین نسبت به عسل‌های موجود در ایران ساکارز کمتری دارد. از نظر رطوبت مقداری از سطح استاندارد بالاتر است که می تواند تأثیر شرایط رطوبتی رویشگاه باشد. از نظر اسیدیته نسبت به عسل‌های موجود در سطح مطلوبی قرار دارد. همچنین میزان ترکیبات فنل موجود در این عسل کمتر از عسل‌های تک گل مانگرو در بقیه نقاط دنیا است و از عسل چندگل ساندرابان پایین تر است و نسبت به برخی از عسل‌های موجود در ایران مثل عسل شوید، کنار و گون-آویشن پایین‌تر است. از نظر پرولین موجود در عسل در سطح پایینی قرار دارد و از حد استاندارد پایین‌تر است. تاکنون مطالعه ای روی پرولین عسل مانگرو انجام نشده است اما در مطالعه ای که روی پروتئین عسل مانگرو انجام شده است میزان پروتئین و اسیدآمینه عسل خیلی پایین است. به طور کلی عسل حرا از نظر شاخص‌های مختلف عسل خوبی به حساب می‌آید. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده خواص آنتی اکسیدانی و بقیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی این عسل در سایر رویشگاه‌ها، به ویژه در مناطقی که ترکیب گونه‌های چندل و حرا وجود دارد انجام شود.

زنبور عسل کوچک (*Apis florea*) به عنوان یک گرده‌افشان کلیدی در اکوسیستم‌های گرمسیری و خشک ایران، نقش حیاتی در حفظ تنوع زیستی و تأمین امنیت غذایی ایفا می‌کند. با توجه به اهمیت این گونه در گرده‌افشانی درختان

حرا و چندل، حفاظت از زنبور عسل کوچک باید در اولویت قرار گیرد. به‌کارگیری روش‌های برداشت اصولی و پایدار عسل می‌تواند به حفظ جمعیت این حشره ارزشمند کمک کند و در عین حال تولید عسل با کیفیت را تضمین نماید. در نهایت، توجه به اهمیت زنبور عسل کوچک و تأثیر آن بر محیط زیست می‌تواند به بهبود شرایط اقلیمی و افزایش کیفیت زندگی در استان‌های جنوبی کشور کمک‌کند.

سپاسگزاری

این مقاله با همکاری و مساعدت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (INSF) برگرفته شده از طرح شماره ۹۹۰۲۸۷۰۵ به انجام رسیده است. نویسندگان این مقاله همچنین بر خود لازم میدانند از جناب آقای محمد ایمانی روستای گورزین قشم و آقای عبدالله بالدور روستای چاه صحاری خمیر که در تهیه عسل حرا با ما همکاری داشتند کمال تشکر را داشته باشند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منبع ها:

استاندارد ملی ایران، عسل - ویژگیها و روشهای آزمایش، ۱۳۹۲، شماره ۱۰، ۱۸۰، ۶۷.

پری چهره، ش. و رحیمی، ع. (۱۴۰۱). آشنایی با زنبور عسل کوچک (Apis florea Fabricius) و روش های حفاظت از آن. علوم و فنون زنبور عسل ایران، ۱۳(۲۵)، ۴۰-۴۷.

خدائیان، ف. و عباسی، ه. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر نوع عسل (گون، کنار، مرکبات و آویشن) و شرایط نگهداری بر مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی محصول. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۶(۱)، ۸۵-۱۰۱.

خلفی، ر. گلی، س. ا. م. و بهجتیان اصفهانی، م. (۱۳۹۵). بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی ۱۰ نمونه عسل گیاهی مختلف. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳(۵۱)، ۵۱-۶۳.

نعمتی، ف.، هنرور، م.، تقوی زاد، ر.، سیف هاشمی، س. (۱۳۹۰). مقایسه میزان پرولین عسل در شش استان شمالی و شمال‌غربی ایران. سامانه مدیریت نشریات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۱-۱۹.

هاتفی زاده، ر. س. گلی، م. و خسروی، ا. (۱۳۹۷). مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی هشت نمونه عسل بر پایه گیاهان دارویی. مجله علوم و صنایع غذایی، ۸۳(۱۵)، ۴۳-۵۵.

Aga, M. B., Sharma, V., Dar, A. H., Dash, K. K., Singh, A., Shams, R., & Khan, S. A. (2023). Comprehensive review on functional and nutraceutical properties of honey. *eFood*, 4(2), e71.

Ali, H., Abu Bakar, M. F., Majid, M., Muhammad, N., & Lim, S. Y. (2020). In vitro anti-diabetic activity of stingless bee honey from different botanical origins. *Food Res*, 4(5), 1421-1426.

Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., ... & Battino, M. (2010a). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2490-2499.

Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., & Battino, M. (2010b). Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3, 15-23.

Bogdanov, S., & Martin, P. (2002). Honey authenticity. Mitteilungen Aus Lebensmitteluntersuchung Und Hygiene, 93(3), 232–254.

Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review.

*Journal of the American college of Nutrition, 27(*6), 677-689.

Cantarelli, M. A., Pellerano, R. G., Marchevsky, E. J., & Camiña, J. M. (2008). Quality of honey from Argentina: Study of chemical compositti on and trace elements. *The Journal of Argentine Chemical Society*, 96(1-2), 33-41.

Chirsanova, C. A., Capcanari, T., Boiştean, A., & Khanchel, E. M. I. (2021). Bee honey: History, characteristics, properties, benefits and adulteration in the beekeeping sector. *Journal of Social Sciences,* (3), 98-114.

Combarros-Fuertes, P., Estevinho, L. M., Dias, L. G., Castro, J. M., Tomás-Barberán, F. A., Tornadijo, M. E., & Fresno-Baro, J. M. (2018). Bioactive components and antioxidant and antibacterial activities of different varieties of honey: A screening prior to clinical application. Journal of agricultural and *food chemistry*, 67(2), 688-698.

Contreras-Martínez, C. S., Macías-Nieves, J. P., García-González, J. M., Trejo-Guardado, V. I., & Carranza-Concha, J. (2020). Antioxidant capacity and phenolic content of bee honey produced in Zacatecas, Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(4), 453-453.

do Nascimento, K. S., Sattler, J. A. G., Macedo, L. F. L., González, C. V. S., de Melo, I. L. P., da Silva Araújo, E., ... & de Almeida-Muradian, L. B. (2018). Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian Apis mellifera honeys. LWT, 91, 85-94.

Dong, R., Zheng, Y., & Xu, B. (2013). Phenolic profiles and antioxidant capacities of Chinese unifloral honeys from different botanical and geographical sources. *Food and bioprocess technology*, 6, 762-770.

Ebenezer, I. O., & Olugbenga, M. T. (2010). Pollen characterisation of honey samples from North Central Nigeria. *Journal of Biological Sciences*, 10(1), 43-47.

Erfanifard, Y., Lotfi Nasirabad, M., & Stereńczak, K. (2022). Assessment of Iran's mangrove forest dynamics (1990–2020) using Landsat time series. *Remote Sensing*, 14(19), 4912.

Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2019). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Foods, 8(11), 577.

Eteraf-Oskouei, T., & Najafi, M. (2013). Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. *Iranian journal of basic medical sciences*, 16(6), 731.

Fatimah, B., Abubakar, G., & Aliyu, S. (2013). Analysis of biochemical composition of honey samples from north-east Nigeria. Biochem. *Anal. Biochem,* 2(3), 1000139.

Ganeshprasad, D. N., Lone, J. K., Jani, K., Shouche, Y. S., Khan, K. A., Sayed, S., ... & Sneharani, A. H. (2022). Gut bacterial flora of open nested honeybee, Apis florea. *Frontiers in Ecology and Evolution,* 10, 837381.

Islam, M. R., Islam, M. R., Anisuzzaman, M., & Hossain, S. J. (2019). Antidiarrheal, analgesic, and anthelmintic activities of honeys in the Sundarbans mangrove forest, Bangladesh. *Preventive nutrition and food science*, 24(1), 49.

Islam, M. R., Pervin, T., Hossain, H., Saha, B., & Hossain, S. J. (2017). Physicochemical and antioxidant properties of honeys from the Sundarbans Mangrove Forest of Bangladesh. *Preventive nutrition and food science*, 22(4), 335.

James, O. O., Mesubi, M. A., Usman, L. A., Yeye, S. O., Ajanaku, K. O., Ogunniran, K. O., ... & Siyanbola, T. O. (2009). Physical characterisation of some honey samples from North-Central Nigeria. *International Journal of Physical Sciences*, 4(9), 464-470.

Jibril, F. I., Hilmi, A. B. M., & Manivannan, L. (2019). Isolation and characterization of polyphenols in natural honey for the treatment of human diseases. Bulletin of the National Research Centre, 43, 1-9.

Lim, D. C. C., Abu Bakar, M. F., & Majid, M. (2019). Nutritional composition of stingless bee honey

from different botanical origins. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 269, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.

Majid, M., Bakar, M. F. A., & Mian, Z. (2019). Determination of xanthine oxidase inhibition in stingless bee honey from different botanical origin. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 269, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.

Mduda, C. A., Hussein, J. M., & Muruke, M. H. (2023). The effects of bee species and vegetation on the antioxidant properties of honeys produced by Afrotropical stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Journal of Agriculture and Food Research,* 14, 100736.

Mokaya, H. O., Nkoba, K., Ndunda, R. M., & Vereecken, N. J. (2022). Characterization of honeys produced by sympatric species of Afrotropical stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). *Food chemistry*, 366, 130597.

Mračević, S. Đ., Krstić, M., Lolić, A., & Ražić, S. (2020). Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. Microchemical Journal, 152, 104420.

Nagai, T., Kai, N., Tanoue, Y., & Suzuki, N. (2018). Chemical properties of commercially available honey species and the functional properties of caramelization and Maillard reaction products derived from these honey species. *Journal of food science and technology*, 55, 586-597.

Neupane, B. P., Malla, K. P., Kaundinnyayana, A., Poudel, P., Thapa, R., & Shrestha, S. (2015). Antioxidant properties of honey from different altitudes of Nepal Himalayas. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 65(2).

Pauliuc, D., Dranca, F., & Oroian, M. (2020). Antioxidant activity, total phenolic content, individual phenolics and physicochemical parameters suitability for Romanian honey authentication. Foods, 9(3), 306.

Pham, T. N., Le, H. T., Nguyen, Q. V., Tran, Q. T., & Tran, M. P. (2022a). Physicochemical properties, phenolic contents and antioxidant activity of Vietnamese honey. Research and Innovation in Food Science and Technology, 10(4), 427-438.

Pham, T. N., Nguyen, T. V., Le, D. T., Diep, L. M. N., Nguyen, K. N., To, T. H. N., ... & Nguyen, Q. V. (2022b). Phenolic profiles, antioxidant, antibacterial activities and nutritional value of Vietnamese honey from different botanical and geographical sources. AgriEngineering, 4(4), 1116-1138.

Shamsudin, S., Selamat, J., Sanny, M., Abd. Razak, S. B., Jambari, N. N., Mian, Z., & Khatib, A. (2019a). Influence of origins and bee species on physicochemical, antioxidant properties and botanical discrimination of stingless bee honey. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 239-264.

Shamsudin, S., Selamat, J., Sanny, M., AR, S. B., Jambari, N. N., & Khatib, A. (2019b). A comparative characterization of physicochemical and antioxidants properties of processed Heterotrigona itama honey from different origins and classification by chemometrics analysis. *Molecules*, 24(21), 3898.

Simal, J., Huidobro, J., & Araquistain, J. L. (1983). Parametros de calidad de la miel: determinacion del contenido en agua [Quality parameters of honey: Determination of water content]. *Offarm*, 2, 243-248.

Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 100, 149-154.

Terrab, A., Recamales, A. F., Hernanz, D., & Heredia, F. J. (2004). Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88(4), 537-542.

Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2008). Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *Journal of food science,* 73(9), R117-R124.

WHO. (2001). Codex standard for honey. FAO, Rome, Italy. Report no. CODEX STAN 12-19811.

WONGSA, K., MEEMONGKOLKIAT, T., DUANGPHAKDEE, O., PRASONGSUK, S., & RATTANAWANNEE, A. (2023). Physicochemical Properties, Phenolic, Flavonoid Contents and Antioxidant Potential of Stingless Bee (Heterotrigona Itama) Honey From Thailand. *Current Research in Nutrition & Food Science*, 11(1).

Comparison of physicochemical properties of mangrove honey with two control honey samples

Roghayeh Garmaeepour[1], Afshin Danehkar[2]*, Gholam Ali Nehzati Paghale[3]

1- Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2- Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3- Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Karaj, Iran.

DOI: 10.22034/HBSJ.2024.366118.1171

Abstract

Honey is a natural product that is produced by honeycombs, and its composition depends on factors such as climate, soil, and plant source. Mangrove forests in Iran are naturally distributed in the three provinces of Bushehr, Hormozgan and Sistan and Baluchestan. In this study, some physicochemical properties of grey mangrove honey were compared with two common market honey samples (astragalus-thyme and orange blossom). The mangrove honey used was prepared from Qeshm Island and transported to the laboratory under normal conditions. Control honeys were obtained from the market. The obtained results showed that mangrove honey falls within the standard range of Iran in terms of reducing sugars, sucrose, and free acidity. However, it contains less proline than the Iranian standard (standard value 180 mg/kg), which may be due to the type of grey mangrove. However, it slightly exceeds the standard limit in terms of moisture, which is likely due to the higher moisture content in the region. But in terms of total phenolic compounds, it falls within the range of Iranian honeys. This study demonstrates that grey mangrove honey is among the high-quality honeys in Iran. It is suggested to test different samples of Iranian mangrove honey, especially Khor-e- Azini honey, which is a combination of red mangrove and grey mangrove species, in order to better understand Iranian mangroves honey.

Key words: *Astragalus-Thyme honey, Mangrove, orange blossom honey, proline, Qeshm Island*.

Corresponding Author: Afshin Danehkar
Email: danehkar@ut.ac.ir