



مروری بر ترکیبات فنولی و اثرات بیولوژیک عسل

۲

مریم اثنی عشری^{۱*}، الهام هادی پور^۲

۱- استادیار بخش تحقیقات فرآوری تولیدات دامی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/HBSJ.2024.362902.1144

رایانامه: m.asnaashari@yahoo.com



آمینواسیدها و پروتئین‌ها می‌باشد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عسل، عمدتاً به سبب وجود ترکیبات ارزشمند فنولی و فلاونوئیدی موجود در آن است که با مکانیسم‌های مختلفی، رادیکال‌های آزاد تولید شده در واکنش‌های اکسایشی بدن را مهار می‌کند. میزان این ترکیبات، تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله منشا گیاهی، فصل و عوامل محیطی می‌باشد. در این میان، منشا گیاهی عسل، بیشترین تاثیر را بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن دارد. استفاده از عسل برای درمان بیماری‌ها از دیرباز جایگاه ویژه‌ای در علم پزشکی داشته است. لذا، در

چکیده

آنتی‌اکسیدان‌ها که از فعالترین ترکیبات بیواکتیو در عسل می‌باشند، در حفاظت از موجودات زنده در برابر آسیب اکسیداتیو نقش مهمی دارند و از بروز انواع بیماری‌های مزمن مانند سرطان، بیماری قلب و عروق و دیابت جلوگیری می‌کنند. عسل دارای انواع آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی شامل گلوکز اکسیداز، کاتالاز، ال-اسکوربیک اسید، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، کاروتنوئیدها و اسیدهای الی،





این مقاله ضمن مطالعه خصوصیات آنتی اکسیدانی عسل، به خصوصیات درمانی و سلامتی بخش آن می پردازیم.

واژگان کلیدی: عسل، خصوصیات آنتی اکسیدانی، ترکیبات فنولی، سلامتی بخشی، اثرات بیولوژیک

مقدمه

عسل فرآورده اصلی صنعت زنبورداری است که به عنوان یک محلول قندی فوق اشباع طبیعی محسوب می شود. این محصول به عنوان یک ماده غذایی پر انرژی و مغذی از دیرباز مورد توجه و علاقه انسان ها بوده است. براساس تعریف کدکس، عسل عبارت است از ماده شیرین طبیعی تولید شده توسط زنبورهای عسل از شهد گل ها یا از ترشحات بخش های زنده گیاهان تولید می شود. عسل یک محصول شیرین و طعم دار است که به عنوان ماده غذایی با ارزش تغذیه ای بالا مصرف می شود و حاوی بیش از ۱۸۰ ترکیب سازنده شامل قندها، اسیدهای آمینه، آنزیم ها، پروتئین، ویتامین، مواد معدنی، خاکستر، اسیدهای آلی، ترکیبات معدنی و آنتی اکسیدان ها است. بنابراین، دارای مزایای تغذیه ای و درمانی است. عسل علاوه برداشتن ارزش تغذیه ای بالا، به علت داشتن اجزای تشکیل دهنده مفید می تواند خواص عملکردی مختلفی نظیر خواص آنتی اکسیدانی^۱، ضد میکروبی^۲ و ضد التهابی^۳ نیز داشته باشد که سبب حفظ سلامت انسان و درمان برخی از اختلالات و بیماری ها می گردد. به همین دلیل انسان ها از دیرباز از عسل به عنوان یک محصول دارویی در طب سنتی استفاده می کردند. اثر درمانی این ماده در درمان بیماری های مزمن (مانند سرطان، بیماری های قلبی، گوارشی و دیابت)، تقویت سیستم ایمنی بدن، بهبود زخم های پوستی و بسیاری از اختلالات دیگر به اثبات رسیده است به تکنیک های درمانی با استفاده از فرآورده های زنبور عسل که سیستم ایمنی را تقویت می کند، زنبور درمانی^۴ می گویند (Smetanska et al., 2021).

ترکیب اصلی عسل کربوهیدرات ها (۷۵ تا ۸۰ درصد) می باشد که عمده آن ها از قندهای ساده ای نظیر گلوکز و فروکتوز تشکیل

شده اند. معمولاً مقدار فروکتوز کمی بیش تر از گلوکز است که می تواند به علت اکسایش جزئی گلوکز به اسید گلوکونیک و پراکسید هیدروژن توسط گلوکز اکسیداز باشد. علاوه بر این، مقادیر کمی مونو، دی، تری ساکارید و الیگوساکارید نیز در عسل وجود دارد. آب دومین جزء بزرگ در عسل است که ۱۵ تا ۲۰ درصد آن را تشکیل داده است. علاوه بر این، عسل حاوی ترکیبات زیست فعال جزئی مختلفی مانند اسید آمینه ها، آنزیم ها، اسیدهای آلی، ویتامین های C و E، ترکیبات پلی فنولی (اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها)، رنگدانه ها (کاروتنوئیدها و آنتوسیانین ها) و مواد معدنی است. برخی از این ترکیبات از شهد یا گرده وارد عسل شده و برخی نیز توسط زنبور در طول فرآیند تولید عسل تشکیل می شوند. این ترکیبات به عسل خواص عملکردی و بیولوژیک می بخشند، لذا، می تواند به عنوان یک غذای کاربردی در بدن انسان مورد استفاده قرار گیرد. آنتی اکسیدان ها از فعال ترین ترکیبات فیزیولوژیکی طبیعی موجود در عسل می باشند که از واکنش های اتواکسایش جلوگیری کرده و با مکانیسم های مختلف اثر مهارکنندگی روی رادیکال های آزاد دارند (Afshari et al., 2022).

خلفی و همکاران (۱۳۹۵)، ۱۰ نمونه عسل از مناطق مختلف ایران به نام های گشنیز، شوید، کنار، آویشن، جعفری، قنقال، گون، یونجه، گون گز و بهار نارنج را از نظر ویژگی های فیزیوشیمیایی (محتوای رطوبت، مواد جامد محلول، اسیدیته، چگالی ویژه، ویسکوزیته و مواد قندی کل) مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن ها نشان داد که عسل شوید کم ترین مقدار رطوبت (۱۴/۳ درصد) و بیش ترین میزان ویسکوزیته (۵۷۱۲۰ سانتی پویز) را داشت. بنابراین نسبت به سایر نمونه ها مدت ماندگاری بیشتری در طول انبارداری دارد. در بین تمام نمونه های عسل، عسل گون گز دارای کم ترین میزان ساکارز (۰/۱ درصد) بود، در حالی که، عسل شوید بیش ترین میزان ساکارز (۴/۲ درصد) را به خود اختصاص داده بود. همچنین، بلقیسی (۱۳۹۹) به بررسی تاثیر منشأ گیاهی بر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی در ۳۰ نمونه عسل از منابع گیاهی مختلف (گون، کنار، آویشن، بهار نارنج و چهل گیاه) پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که میزان رطوبت عسل بهار نارنج نسبت به سایر گونه های گیاهی بالاتر بوده است و با حد مجاز استاندارد بین المللی کدکس (بیشینه ۲۰ درصد) مطابقت نداشته است. همچنین میزان ساکارز در نمونه های عسل گون، کنار، آویشن و چهل گیاه بالاتر از حد مجاز استاندارد بین المللی کدکس (بیشینه ۵ درصد) بود. دیاستاز در نمونه های عسل گون، کنار، آویشن و چهل گیاه کمتر از حد استاندارد بود. پرولین در

- 1- Antioxidation
- 2- Antimicrobial
- 3- Anti-inflammatory
- 4- Apitherapy



ترکیبات فنولی عسل

ترکیبات فنولی از ترکیبات مهم زیست فعال جزئی عسل می‌باشند که کاربردها و ویژگی‌های مختلفی برای عسل ایجاد می‌کنند. آن‌ها در بروز عملکردهای بیولوژیکی عسل نظیر فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی نقش به‌سزایی دارند علاوه بر این، بر طعم، مزه و ظاهر فیزیکی عسل نیز تاثیر می‌گذارد. مقدار پلی‌فنول‌ها در فصول خشک، با دمای بالای محیط افزایش می‌یابد. این ترکیبات متابولیت‌های ثانویه گیاهان بوده و دارای حداقل یک حلقه آروماتیک حامل یک یا چند گروه هیدروکسیل می‌باشند. با توجه به تعداد حلقه‌های فنول و عناصر ساختاری که این حلقه‌ها را به هم متصل می‌کند، می‌توان آن‌ها را طبقه‌بندی کرد. ترکیبات فنولی موجود در عسل عمدتاً فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک و مشتقات آن‌ها هستند که دارای فعالیت‌های ضداکسایشی و ضدباکتریایی می‌باشند (Farahmandfar et al., 2019).

این ترکیبات فنولی اغلب از منشا گیاهی عسل تامین می‌گردد. گیاهان گروه متنوعی از مولکول‌های آلی را تحت عنوان متابولیت‌های ثانویه تولید می‌کنند که نقش‌های مختلفی در طول زندگی گیاه از نظر ساختمانی و حفاظتی ایفا می‌کنند. واژه فنول به تقریباً ۸۰۰۰ ترکیب طبیعی اطلاق می‌شود که همه آن‌ها دارای یک ویژگی مشترک ساختمانی (حلقه آروماتیک شامل حداقل یک گروه هیدروکسیل) هستند. اسیدهای فنولی گروهی از ترکیبات فنولی هستند که دارای یک حلقه آروماتیک حاوی یک یا تعداد بیشتری گروه‌های هیدروکسیل هستند. اسیدهای فنولی از دیدگاه ساختمانی به دو گروه هیدروکسی سینامیک و هیدروکسی بنزوئیک تقسیم می‌شوند (Asnaashari et al., 2019). گرچه اسکلت اصلی مشابه است، تعداد و موقعیت گروه‌های هیدروکسیل در حلقه آروماتیک سبب ایجاد تنوع می‌گردد. ترکیبات فنولی به سبب واکنش پذیری قسمت فنولی (گروه هیدروکسیل در حلقه آروماتیک) به عنوان آنتی‌اکسیدان رفتار می‌کنند. اگرچه مکانیسم‌های متعددی برای توصیف رفتار آنتی‌اکسیدان وجود دارد، حالت غالب آن مهار رادیکال از طریق دهندگی اتم هیدروژن می‌باشد. دیگر خواص آنتی‌اکسیدان‌ها، مکانیسم فرونشاندن رادیکال از طریق دادن الکترون و فرونشاندن اکسیژن است. گرچه هنوز نقش اسیدهای فنولی در گیاهان ناشناخته است، این اسیدها در واکنش‌های مختلفی از قبیل جذب مواد

تمام نمونه‌ها به استثنای گون و کنار در محدوده مجاز استاندارد بین‌المللی کدکس (کمینه ۱۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) قرار داشت.

حرارت دادن باعث از بین رفتن این ترکیبات زیست فعال جزئی می‌شود، در نتیجه بر روی عسل اثر منفی دارد. عسل در طول نگهداری دچار تغییرات زیادی در ترکیب آن می‌شود که علت آن به انجام واکنش‌های شیمیایی مختلف نظیر تخمیر، اکسایش و فرآیندهای حرارتی بر می‌گردد. به عنوان مثال، هیدروکسی متیل فورفورال^۵ یک ماده سمی و خطرناک است که طی دهدراته شدن هگزوزها در یک محیط اسیدی، مانند عسل تشکیل می‌شود (Al-Ghamdi et al., 2017). فام و همکاران (۲۰۲۲)، عسل ویتنامی برگرفته شده از گل لانگان و عسل طبیعی چندگل (از کندوی زنبور Micrapis) را با هدف تعیین خواص فیزیکی شیمیایی (رطوبت، اسیدیته کل، خاکستر، قند کل، قندهای احیاکننده، پروتئین و هیدروکسی متیل فورفورال) مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که که محتوای رطوبت، اسیدیته کل، خاکستر، قند کل، قندهای احیاکننده، پروتئین و هیدروکسی متیل فورفورال، به ترتیب در محدوده‌های ۲۱/۹ تا ۰/۵ درصد، ۳۱/۷۵ تا ۳۹/۱۳ meq/kg، ۰/۳۷ تا ۰/۴۸ درصد، ۸۴/۵۸ تا ۸۸/۵۲ درصد، ۷۹/۴۲ تا ۸۲/۶۹ درصد، ۰/۲۵ تا ۰/۴۱ درصد، ۳۳/۴ تا ۷۵/۴ mg/kg بود. آن‌ها نشان دادند مقادیر فیزیکی شیمیایی آن هنوز در مقایسه با استانداردهای بین‌المللی تفاوت‌هایی دارد. همچنین، افشاری و همکاران (۲۰۲۲)، ۲۵ نمونه عسل از برندهای مختلف موجود در استان خراسان (ایران) از نظر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی (اسیدیته آزاد، قندهای احیاکننده، ساکارز، نسبت فروکتوز به گلوکز، پرولین، فعالیت دیاستازی و هیدروکسی متیل فورفورال) مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که از ۲۵ نمونه عسل بررسی شده، ۸ نمونه (۳۲ درصد) با تمام الزامات مطابقت داشته و عموماً کیفیت قابل قبولی دارند. این در حالی بود که ۱۷ نمونه (۶۸ درصد) مورد تایید سازمان استاندارد ایران (ISO) قرار نگرفتند که از این بین ۱۲ نمونه با مقادیر دیاستاز پایین (کم‌تر از ۸ شید)، دو نمونه با میزان بالای ساکارز، دو نمونه با میزان بالای پرولین و یک نمونه با میزان هیدروکسی متیل فورفورال بالا بودند. آن‌ها گزارش کردند که علت این نتایج می‌تواند به عواملی نظیر انبارداری نامناسب (از نظر زمان و دما)، عملیات حرارتی و تقلب با شکر صنعتی بستگی داشته باشد (افشاری و همکاران، ۲۰۲۲)

6- Secondary metabolites

5- Hydroxy methyl furfural (HMF)





قربانی و همکاران (۲۰۱۷)، ۸۰ نمونه عسل طبیعی و ۲۰ نمونه عسل تجاری از مناطق شمال غربی و جنوب غربی ایران را از نظر پارامترهایی نظیر هیدروکسی متیل فورفورال، مقادیر فنول کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش‌های فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH و مهار رنگبری بتاکاروتن مورد بررسی قرار دارند. نتایج آن‌ها نشان داد که سطح HMF در ۵ درصد نمونه‌های عسل طبیعی (۴ نمونه از ۸۰ نمونه) و ۷۰ درصد نمونه‌های عسل تجاری (۱۴ نمونه از ۲۰ نمونه) بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران بود. همچنین میانگین محتوای فنولیک عسل‌های تجاری (۲۰/۵۱) میلی‌گرم معادل اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم عسل (به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) کم‌تر از عسل‌های طبیعی (۵۵/۳۷) میلی‌گرم معادل اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم عسل) بود. میانگین IC_{50} نمونه‌های عسل طبیعی 40.63 mg/ml با محدوده ۱۴/۲ تا 84.1 mg/ml بود، در حالی که میانگین IC_{50} نمونه‌های عسل تجاری 341.96 mg/ml با محدوده ۱۱۵ تا 997.4 mg/ml بود. علاوه بر این، آن‌ها گزارش کردند که میانگین مقادیر مهار رنگبری بتاکاروتن عسل‌های طبیعی (۵۴/۵۴) و تجاری (۲۵/۳۷) mg/ml از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند عسل‌های طبیعی از نظر پارامترهای بررسی شده به‌طور معنی‌داری قابل قبول‌تر از عسل‌های تجاری بودند. همچنین، پری‌چهره و همکاران (۱۴۰۰)، طی مطالعه‌ای در ارتباط با بررسی خصوصیات فیزیوشیمیایی عسل تولید شده توسط زنبورعسل کوچک (*Apis florea*) در مناطق جنوبی ایران، تعدادی از نمونه‌های عسل تولید شده در نواحی مختلف کشور شامل بوشهر، چابهار، دزفول، ایرانشهر، جهرم، جیرفت و رودان را از نظر ویژگی‌های فیزیوشیمیایی (محتوای رطوبت، pH، اسیدیته، خاکستر، ساکارز، نسبت فروکتوز به گلوکز، پرولین، دیاستاز، خاکستر و هیدروکسی متیل فورفورال) مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که محدوده میزان رطوبت، pH، خاکستر، ساکارز، نسبت فروکتوز به گلوکز، پرولین، دیاستاز و هیدروکسی متیل فورفورال عسل زنبورعسل کوچک کوچک به ترتیب ۱۲/۲۳ تا ۱۴/۸۹ درصد، ۴/۱۳ تا ۴/۵۲، ۰/۰۱ تا ۰/۱۶ درصد، ۰/۱ تا ۰/۲۶، ۹۱/۴۸ تا ۳۴۷/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۳۰ تا ۳۶/۹۸ گوت و صفر تا ۱۹/۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آن‌ها گزارش کردند که تمامی خصوصیات فیزیوشیمیایی عسل‌های بررسی شده توسط زنبورعسل کوچک با استاندارد ارائه شده توسط کدکس مطابقت داشت. همچنین کیفیت عسل تولیدی زنبورعسل کوچک نسبت به عسل زنبورعسل اروپایی برتری دارد، زیرا نتایج آن‌ها نشان داد که عسل

مغذی، سنتز پروتئین، فعالیت آنزیمی و فتوسنتز شرکت دارند. فقط کسر کوچکی از این اسیدهای فنولی به عنوان "اسیدهای آزاد" وجود دارد و غالباً به صورت استر، اتر یا استال به سلولز، پروتئین‌ها یا لیگنین و یا به پلی‌فنول‌های بزرگتر (فلاونوئیدها) یا مولکول‌های آلی کوچکتر از قبیل گلوکز و اسیدهای کونیک، مالیک و تارتاریک پیوند یافته‌اند. این ارتباط به آرایه وسیعی از مشتقات منجر شده است. این تنوع یکی از عوامل مهم در پیچیدگی آنالیز اسیدهای فنولی است. اسیدهای فنولی به سبب واکنش پذیری گروه فنولی (جایگزینی هیدروکسیل در حلقه آروماتیک) به عنوان آنتی‌اکسیدان رفتار می‌کنند. گرچه مکانیسم‌های متعدد برای توصیف رفتار آنتی‌اکسیدانی وجود دارد، حالت غالب آن مهار رادیکال‌ها از طریق دهندگی اتم هیدروژن می‌باشد. دیگر خواص آنتی‌اکسیدانی، مکانیسم فرونشانی رادیکال^۲ از طریق دادن الکترون و فرونشانی اکسیژن است (Smetanska et al., 2021). سلیمان و همکاران (۲۰۲۰) به اثر ارتفاع در منطقه Asir عربستان سعودی بر محتوای فنولی و فلاونوئیدی عسل کنار پرداختند. نمونه‌ها در چهار ارتفاع (۱۱۳، ۳۱۷، ۵۱۱ و ۵۷۶ متر از سطح دریا) جمع‌آوری شدند. منوفورال بودن با آزمون‌های melisopalynology مورد تایید قرار گرفت. نتایج نشان داد که عسل کنار از محتوای بالای ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی برخوردار است. رابطه منفی معنادار بین ارتفاع و محتوای فنول و فلاونوئیدی کل در عسل کنار یافت شد (Suleiman et al., 2020). به طور معمول، در صنعت مواد غذایی، فلاونوئیدها را به عنوان ترکیبات فنولی غالب می‌شناسند. زیرا دو سوم فنول رژیم غذایی را شامل می‌شوند. با این حال، اسیدهای فنولی تقریباً یک سوم باقی مانده را شامل می‌شوند. فلاونوئیدها از مشتقات رنگدانه‌های بنزوپیرنی هستند که عمدتاً رنگ‌های زرد ایجاد می‌کنند. ساختار شیمیایی فلاونوئیدها بصورت $C_6-C_3-C_6$ می‌باشد که شامل دو حلقه بنزن است که توسط یک حلقه پیران به هم متصل شده‌اند. اکثر فلاونوئیدها در سلول‌های گیاهی به صورت گلیکوزیدی یافت می‌شوند که بخش قندی آن‌ها قند روتینوز می‌باشد. روتینوز یک دی‌ساکارید متشکل از گلوکز و رامنوز می‌باشد. در عسل فرم گلیکوزیدی اکثر فلاونوئیدها به صورت O-گلیکوزید می‌باشد. در نتیجه، جایگزینی قند در ساختار آن‌ها از طریق گروه‌های هیدروکسیل O-گلیکوزیدها اتفاق می‌افتد. غلظت فلاونوئیدها در عسل قابل توجه است (Smetanska et al., 2021).



اثر را به محتوای آنتی‌اکسیدانی بالای آن‌ها نسبت می‌دهند که با مهار آسیب‌های ناشی از فعالیت‌های اکسایشی در بدن از بروز امراضی چون بیماری‌های قلبی و عروقی، انواع سرطان و سکتہ مغزی جلوگیری می‌کند (Hossain et al., 2021). خواص ضد میکروبی عسل به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. فعالیت غیر مستقیم ضد میکروبی عسل از طریق فعال کردن سیستم ایمنی بدن و خواص پروبیوتیک و ضد التهابی عسل انجام می‌شود، در حالی که، فعالیت مستقیم آن به دو صورت پراکسیدی و غیر پراکسیدی می‌باشد. طی فعالیت پراکسیدی عسل، ترکیبی ضد باکتریایی به نام هیدروژن پراکسید (H_2O_2) توسط آنزیم‌های گلوکز اکسیداز تولید می‌شود. ترکیبات غیر پراکسیدی عسل بسته به نوع عسل و منشأ گیاهی آن شامل ترکیبات مختلفی نظیر لیزوزیم‌ها، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، کربوهیدرات‌ها، تولیدات مایلارد، پروتئین‌ها (نظیر دفنسین که از ژل رویال نشات می‌گیرد)، متیل‌گلیوکسیال^۸، HDA-۱۰ (از ژل رویال نشات می‌گیرد)، پپتیدهای شبه آنتی‌بیوتیکی و غیره می‌باشد (Mavric et al., 2008). همچنین، خاصیت اسمزی قندهای موجود در عسل به ویژه ساکارز و اسیدیته پایین در ایجاد فعالیت ضد باکتریایی عسل بسیار تاثیرگذار است. عسل مانوکا نیوزلند تیره رنگ بوده و به علت وجود ترکیبات غیر پراکسیدی نظیر متیل‌گلیوکسیال و ترکیبات فنولیک (نظیر متیل‌سیرینگات و سیرینجیک اسید) فعالیت ضد میکروبی بالایی دارد، به همین دلیل از آن در درمان زخم‌ها و سوختگی‌ها استفاده می‌شود (Mavric et al., 2008). مادوک و جنکینز (۲۰۱۳)، گزارش کردند که عسل علاوه بر اثر روی ساختار سلولی و متابولیسم‌ها، روی بیماری‌زایی پاتوژن‌ها نیز اثر سوء دارند. اثرات آنتی پاتوژنیک عسل شامل باکتری‌کشی و مهار توکسین باکتریایی و اختلال در جذب آهن توسط پاتوژن‌های بیماری‌زا می‌باشد (Maddocks and Jenkins, 2013).

عسل همچنین می‌تواند در پیشگیری و درمان سرطان موثر باشد. اف‌رین و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اثر عسل توت‌فرنگی بر جلوگیری از رشد سرطان کولون (رده سلولی HCT-۱۱۶) و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن پرداختند و با عسل مانوکا مقایسه کردند. عسل توت‌فرنگی حاصل از منطقه Berchidda از محتوی فنولی، فلاونوئیدی، پروتئینی و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به عسل مانوکا

تولیدی زنبور عسل کوچک میزان ساکارز و رطوبت کم‌تری نسبت به عسل زنبور عسل اروپایی دارد که علت آن به ترتیب به تفاوت در فعالیت آنزیمی و نوع لانه‌سازی دو گونه برمی‌گردد. همچنین نوع شهدهایی که توسط دو گونه جمع‌آوری می‌شود نیز در پایین بودن رطوبت آن‌ها تاثیرگذار است. اسمتانسکا و همکاران (۲۰۲۱)، نیز شش نمونه عسل از مناطق مختلف جهان به نام‌های افاقیا (از آلمان)، ال-سایدر (از لیبی)، شیدر (از مصر)، سایدر (از یمن)، کاج (از آلمان)، سایدر (از عربستان سعودی) را از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، محتوای رطوبت، TSS، فعالیت آبی، اسید آمینه، ضریب شکست و شدت رنگ "جذب در طول موج ۶۳۵ نانومتر"، مقادیر رنگ هانتر، لیکوپن، بتاکاروتن و هیدروکسی متیل فورفورال)، مقادیر فنول و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که عسل شیدر (از مصر) بیش‌ترین میزان pH ۳/۲۶ را داشت. عسل سایدر (از یمن) و سایدر (از عربستان سعودی) به ترتیب دارای کم‌ترین میزان رطوبت (۸۱/۱۶ درصد و ۹۱/۱۶ درصد) بودند. عسل افاقیا (از آلمان) کم‌ترین میزان هیدروکسی متیل فورفورال (۶/۳ میلی گرم در هر کیلوگرم) و عسل سایدر (از عربستان سعودی) بیش‌ترین میزان هیدروکسی متیل فورفورال (۴۷/۲۲ میلی گرم در هر کیلوگرم) را به خود اختصاص داده بودند. علاوه بر این، آن‌ها گزارش کردند که تمامی نمونه‌های بررسی شده دارای محتوای بالایی از ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدی بودند. بالاترین محتوای فنولیک و فلاونوئید را عسل سایدر (از عربستان سعودی) و بالاترین شدت رنگ را عسل کاج (از آلمان) داشتند. نتایج حاصل از ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های مختلف عسل به روش فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH نشان دهنده همبستگی مثبت قوی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای پلی فنولیک و رنگ عسل بود. عسل‌های تیره‌تر (عسل سایدر عربستان سعودی و کاج آلمان) فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را ثبت کردند.

اثرات بیولوژیک عسل

در قرآن کریم از عسل به عنوان ماده شفا بخش یاد شده و حتی یک سوره به نام زنبور عسل (نحل) اختصاص یافته است. همچنین در احادیث فراوانی به عسل و زنبور عسل اشاره شده است. اهمیت عسل در طب سنتی به مراتب بیش‌تر از حال حاضر بوده است. همواره ارتباط تنگاتنگی بین مصرف عسل و پیشگیری از بیماری وجود دارد. امروزه این

8- Methylglyoxal

9- 10-hydroxy-2-decenoic acid





(Candiracci et al., 2011). در پژوهشی خواص ضد قارچی عسل‌های چندگل در درمان ۴۰ سویه قارچ بیماری‌زا انجام شد که نتایج حاکی از اثر بخشی بیشتر عسل‌های چندگل نسبت به عسل‌های تک‌گل پرتقال و اکالیپتوس بود (Kok et al., 2009). علاوه بر این، عسل اثرات قارچ‌کشی علیه قارچ‌های بیماری‌زا جنس *Microsporum*، *Epidermophyton* و *Trichophyton* نیز دارد (دادگستر، ۱۳۹۶).

نتیجه‌گیری

ایران با تولید سالانه بالای عسل، رتبه هفتم جهان را به خود اختصاص داده است. رسیدن عسل، فصل برداشت، روش تولید و فرآوری، شرایط اقلیمی، مدت زمان ذخیره‌سازی و مکان نگه‌داری و منبع شهد (تک‌گل و یا چندگل) تاثیر مهمی بر خصوصیات ضد سرطانی عسل دارد، به همین دلیل، عسل‌ها با توجه به فاکتورهای مذکور می‌توانند خصوصیات متفاوتی داشته باشند. عسل دارای ترکیبات بیواکتیو ارزشمندی از جمله ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی است که خصوصیات آنتی‌اکسیدانی بی‌نظیری دارد. استفاده از عسل، با توجه به خصوصیات ارزشمند بیولوژیکی، تغذیه‌ای و درمانی می‌تواند به طور قابل توجهی از بروز انواع بیماری‌ها جلوگیری و در درمان آنها موثر واقع گردد.

برخوردار بود. همچنین عسل توت‌فرنگی در غلظت کمتر، اثر سمیت بیشتری بر سلول‌های سرطانی دارد. تولیدگونه‌های فعال اکسیژن در هر دو عسل مشابه بود. لذا عسل توت‌فرنگی توانایی بالایی در جلوگیری از تکثیر سلول‌های سرطان کولون دارند. همچنین، سلیم و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی اثر سمیت عسل *Trogona itama* بر ادنوکارسینوما سلول‌های ریه (A۵۴۹) پرداختند. بدین منظور، سلول‌ها با سطوح مختلفی از عسل به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت مجاور بودند و سپس با آزمون تریپان بلو و فلوسایتومتریک مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین اثر سمیت سلولی عسل در غلظت ۲۰ درصد بعد از گذشت زمان ۷۲ ساعت مشاهده شد. IC_{۵۰} عسل در رده سلولی A۵۴۹، ۰/۶۲ درصد حجمی / حجمی گزارش شد. مطالعات خصوصیات درمانی بسیاری از عسل‌های بومی ایران نیز نتایج بسیار امیدوارکننده‌ای در مورد شفابخش بودن عسل ارائه کردند.

همچنین، عسل حاوی ۰/۳ تا ۲۵ میلی‌گرم کولین (B_۶) و ۰/۰۶ تا ۵ میلی‌گرم استیل کولین می‌باشد. کولین جهت بازسازی و ترمیم غشای سلولی و فعالیت‌های قلبی-عروقی و مغزی در بدن نقش دارد، در حالی که استیل کولین به عنوان انتقال دهنده عصبی در بدن کاربرد دارد (دادگستر، ۱۳۹۶). همچنین، عسل دارای فعالیت‌های ضدقارچی، ضدانگلی و ضدویروس نیز می‌باشد. خاصیت ضدقارچی *Candida albicans* به دلیل وجود ترکیبات فلاونوئیدی عسل می‌باشد

منبع‌ها:

۱. بلقیسی، س. (۱۳۹۹). تاثیر منشا گیاهی بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و میکروبی عسل. پژوهش‌های صنایع غذایی ۱۱۳-۱۲۴، (۱)۳۰.
۲. پری‌چهره، ش.، طهماسبی، غ.، خاکی، پ. و بابایی، م. (۱۴۰۰). بررسی خواص فیزیکی‌شیمیایی عسل زنبورعسل کوچک (*Apis florea*) در مناطق جنوبی کشور. مجله تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک. شماره ۱۳ (۱)، ۱۲۱-۱۳۵.
۳. خلفی، ر.، گلی، س. ا. و اصفهانی، م. ب. (۱۳۹۵). بررسی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۱۰ نمونه عسل گیاهی مختلف. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳ (۵۱)، ۵۱-۶۳.
۴. دادگستر، ش. (۱۳۹۶). فرآورده‌های زنبورعسل (تولید، فرآوری، کاربردها و خواص درمانی)، چاپ اول، انتشارات پژوهش، تهران، ایران.

5. Afrin, S., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Bompadre, S., Quiles, J. L., Sanna, G., Spano, N., Giampieri, F. & Battino, M. (2017). Strawberry-tree honey induces growth inhibition of human colon cancer cells and increases ROS generation: A comparison with Manuka honey. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(3), 613.





6. Afshari, A., Ram, M., and Mohamadi, S. (2022). Quality Evaluation of Iranian Honey Collected from Khorasan Province, Iran. *International Journal of Food Science*, 2022.
7. Al-Ghamdi, A., S. E. Mohammed, M. J. Ansari and N. Adgaba. (2017). Comparison of physico-chemical properties and effects of heating regimes on stored *Apis mellifera* and *Apis florea* honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26: 845-848.
8. Asnaashari, M., Farhoosh, R., & Farahmandfar, R. (2019). Preservation of gallic acid and methyl gallate on purified Kilka fish oil oxidation by Rancimat. *Food Science & Nutrition*, 7(12), 4007-4013.
9. Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., and Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141.
10. Candiracci, M., Citterio, B., Diamantini, G., Blasa, M., Accorsi, A., and Piatti, E. (2011). Honey flavonoids, natural antifungal agents against *Candida albicans*. *International Journal of Food Properties*, 14(4), 799-808.
11. Farahmandfar, R., Naeli, M. H., Naderi, M., & Asnaashari, M. (2019a). Stabilizing corn oil using the lemon balm (*Melissa officinalis*) antioxidants extracted by subcritical water. *Journal of food science and technology*, 56, 695-704.
12. Ghorbani, M., Saei-Dehkordi, S. S., Mohebbi, A., and Pak, A. (2017). Evaluation of some chemical quality characteristics of honey produced in Iran. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 4(4), 113-118.
13. Hossain, M. L., Lim, L. Y., Hammer, K., Hettiarachchi, D., & Locher, C. (2021). Honey-based medicinal formulations: A critical review. *Applied Sciences*, 11(11), 5159.
14. Koc, A. N., Silici, S., Ercal, B. D., Kasap, F., Hörmet-Öz, H. T., and Mavus-Buldu, H. (2009). Antifungal activity of Turkish honey against *Candida* spp. and *Trichosporon* spp: an in vitro evaluation. *Sabouraudia*, 47(7), 707-712.
15. Maddocks, S. E., and Jenkins, R. E. (2013). Honey: a sweet solution to the growing problem of antimicrobial resistance. *Future microbiology*, 8(11), 1419-1429.
16. Mavric, E., Wittmann, S., Barth, G., and Henle, T. (2008). Identification and quantification of methylglyoxal as the dominant antibacterial constituent of Manuka (*Leptospermum scoparium*) honeys from New Zealand. *Molecular nutrition & food research*, 52(4), 483-489.
17. Pham, T. N., Le, H. T., Nguyen, Q. V., Tran, Q. T., and Tran, M. P. (2022). Physicochemical Properties, Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Vietnamese Honey. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 10(4), 427-438.
18. Salim, S. N. M., Ramakreshnan, L., Fong, C. S., Wahab, R. A., & Rasad, M. S. B. A. (2019). In-vitro cytotoxicity of *Trigona itama* honey against human lung adenocarcinoma epithelial cell line (A549). *European Journal of Integrative Medicine*, 30, 100955.
19. Smetanska, I., Alharthi, S. S., & Selim, K. A. (2021). Physicochemical, antioxidant capacity and color analysis of six honeys from different origin. *Journal of King Saud University-Science*, 33(5), 101447.
20. Suleiman, M. H., ALaerjani, W. M. A., & Mohammed, M. E. A. (2020). Influence of altitudinal variation on the total phenolic and flavonoid content of *Acacia* and *Ziziphus* honey. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 2077-2086.





A review of phenolic compounds and biological effects of honey

9



Maryam Asnaashari ^{1*}, **Elham Hadipour** ²

1. Department of Animal Processing, Animal Science Research Institute of Iran (ASRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

2. Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran

DOI: 10.22034/HBSJ.2024.362902.1144

Abstract

Antioxidants, which are among the most active bioactive compounds in honey, play an important role in protecting living organisms against oxidative damage and prevent the occurrence of chronic diseases such as cancer, cardiovascular disease, and diabetes. Honey has a variety of enzymatic and non-enzymatic antioxidants, including glucose oxidase, catalase, L-ascorbic acid, flavonoids, phenolic acids, carotenoids and organic acids, amino acids and proteins. The antioxidant activity of honey is mainly due to the presence of valuable phenolic and flavonoid compounds in it, which inhibit free radicals produced in the oxidative reactions with various mechanisms. The amount of these compounds is influenced by various factors such as plant origin, season and environmental factors. Meanwhile, the herbal origin of honey has the greatest effect on its antioxidant activity. The use of honey to treat diseases has had a special place in medical science for a long time. Therefore, in this paper, the antioxidant properties of honey and its therapeutic and health-promoting properties is reviewed.

Key words: Honey, Antioxidant activity, Phenolic content, Health benefits, Biological effect

Corresponding Author: asnaashari*

Email: m.asnaashari@yahoo.com

