دوفصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبورعسل
دوره ۱۴، شماره ۲۷، سال ۱۴۰۲، (۲-۹)

آیا ساکارز معیار درستی برای تعیین کیفیت عسل است؟

مرجان برازجانی[1*]، ناصر تاج آبادی[2]

۱- آزمایشگاه عسل و فراورده های زنبور عسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران،
۲- بخش تحقیقات زنبور عسل، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران،

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۱۱/۳
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ HBSJ.2023.361524.1134
رایانامه: ana.borazjani@gmail.com / ntajabadi@yahoo.com

چکیده:

در مبحث اصالت‌سنجی عسل، علاوه بر منشاء گیاهی و منطقه جغرافیایی تولید عسل، تقلب در عسل به شیوه‌های متفاوتی بر میزان ساکارز آن موثر است. منشاء ساکارز عسل تقلبی می‌تواند شامل افزودنی ساکارز، تغذیه مصنوعی زنبور عسل با ساکارز یا برداشت نارس عسل باشد. علاوه بر عوامل طبیعی متعددی که موجب تنوع در عسل و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن می‌شوند، عوامل و شیوه‌های متعدد تقلب در عسل نیز موجب شده که نتوان تنها بر اساس چند فاکتور معدود همچون ساکارز، به کیفیت عسل پی برد. با توجه به تعداد زیاد این عوامل تاثیرگذار، جهت تمایز و ارزیابی اصالت عسل بهتر است از روش‌های چندمتغیره آماری همچون روش آنالیز اجزای اصلی (PCA) استفاده نمود. این روش می‌تواند حجم داده‌های آماری را کاهش دهد. در نهایت، نتایج به دست آمده از PCA با تحلیل واریانس متغیرها و داده‌ها می‌تواند جهت تشخیص الگوی داده‌ها، دسته‌بندی و اصالت‌سنجی عسل مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اصالت‌سنجی عسل، کنترل کیفی عسل، فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، ساکارز، آنالیز چندمتغیره اجزای اصلی

مقدمه

دیدگاهی که در عموم برای سنجش کیفیت عسل شایع است قضاوت کیفیت عسل بر مبنای میزان ساکارز آن می‌باشد. در ادامه، با بررسی پیشینه شواهد و مستندات علمی در این زمینه و تحقیقات میخواهیم به صحت یا سقم این فرضیه پی ببریم، که آیا می‌توان اصالت عسل را تنها بر اساس میزان ساکارز آن پیش‌بینی نمود. امروزه، به شیوه‌های متفاوتی تقلب در عسل صورت می‌گیرد. بنابراین تعیین عسل تقلبی مقوله‌ای بسیار پیچیده می‌باشد. در مبحث اصالت‌سنجی عسل، علاوه بر منشاء گیاهی و منطقه جغرافیایی تولید عسل، تقلب در عسل به شیوه‌های متفاوتی بر میزان ساکارز آن موثر است. منشاء ساکارز عسل تقلبی می‌تواند شامل افزودنی ساکارز، تغذیه مصنوعی زنبور عسل با ساکارز یا برداشت نارس عسل باشد. در ادامه، مروری کلی بر فاکتورهای اصلی مربوط به اصالت‌سنجی عسل منجمله فاکتور ساکارز خواهیم داشت.

پارامترهای تعیین کیفیت عسل در استاندارد ملی شماره ۹۲ ایران و محدوده استاندارد آنها عبارتند از: ساکارز (حداکثر ۵ درصد)، قندهای احیاء کننده (حداقل ۶۵ درصد)، نسبت فروکتوز به گلوکز (حداقل ۰/۹)، اسیدیته (حداکثر ۴۰)، pH (حداقل ۳/۵)، رطوبت (حداکثر ۲۰ درصد)، دیاستاز (حداقل ۸)، پرولین (حداقل ۱۸۰)، هیدروکسی متیل فورفورال (حداکثر ۴۰)، خاکستر (حداکثر ۰/۶ درصد)، پلی فنول کل (حداقل ۰/۰۳ درصد). لازم به ذکر است که در اینجا به آزمون‌های میکروبی و سم‌شناسی که بر روی عسل انجام می‌شود اشاره‌ای نشده است. در ویرایش سال ۹۸ استاندارد شماره ۹۲، ۶ فاکتور به عنوان فاکتورهای اصلی اصالت سنجی عسل ذکر شده است که این فاکتورها عبارتند از: ساکارز، قندهای احیاءکننده، نسبت فروکتوز به گلوکز، پرولین، دیاستاز، هیدروکسی متیل فورفورال (HMF).

کربوهیدرات‌ها جزء اصلی تشکیل دهنده عسل هستند. قندهای احیاءکننده، فروکتوز و گلوکز از قندهای اصلی عسل هستند. قندهای احیاءکننده یا منوساکاریدها یکی دیگر از پارامترهای اصلی در تعیین کیفیت عسل می‌باشد. این فاکتور شامل مجموع گلوکز و فروکتوز و به ندرت قندهای منوساکارید دیگر است. مطابق استاندارد ۹۲، مقدار قندهای احیاء کننده نباید کمتر از ۶۵ درصد باشد. به جز قندهای احیاء کننده، دی ساکاریدهایی همچون ساکارز و مالتوز هم در عسل وجود دارند. مطابق استاندارد ملی ایران، مقدار ساکارز عسل طبیعی نباید بیش از ۵ درصد باشد. در عسل نارس مقدار ساکارز بیش از ۵ درصد است. معمولا مقدار مالتوز در عسل از ساکارز بیشتر است و مقدار آن در گستره ۲/۷ تا ۷ درصد می باشد (Kowalski, Łukasiewicz, & Berski, 2013).

نسبت فروکتوز به گلوکز که شاخص گلیسمی نیز نامیده می‌شود، یکی از پارامترهای مهم در تشخیص کیفیت عسل است. شاخص گلیسمی پایین عسل، استفاده از این ماده غذایی را برای بیماران دیابتی مجاز می‌نماید. این شاخص موجب افزایش هموگلوبین خون، افزایش ترشح انسولین، کاهش گلوکز خون، و بهبود پروفایل چربی می‌شود. همچنین عسل به دلیل داشتن ترکیبات فنولی، خاصیت ضد سرطانی و آنتی اکسیدانی دارد. تحقیقات نشان داده که عسل طبیعی ریسک بیماری‌های قلبی را کاهش داده، بدون اینکه موجب افزایش وزن شود (R Fakhlaei et al., 2020).

اسیدیته عسل شامل اسیدهای لاکتون و اسیدهای آلی موجود در عسل است. چنانچه عسل دچار تخمیر میکروبی شده باشد اسیدیته به میزان زیادی افزایش می‌یابد که در طعم عسل هم تاثیرگذار است. با افزایش رسش عسل میزان اسیدیته آن نیز افزایش می‌یابد. مطابق استاندارد ملی ایران، مقدار اسیدیته عسل طبیعی با کیفیت نباید از ۴۰ تجاوز نماید. طعم عسل نه تنها ناشی از محتوای قندی آن، بلکه تحت تاثیر محتوای اسیدهای آلی موجود در آن نیز می‌باشد و می‌تواند تنوعی در طعم‌های عسل را موجب گردد. میزان اسیدیته شاخصی از رسش عسل نیز می‌باشد. در عسل اسیدهایی همچون فرمیک، مالیک، تارتاریک، سوکسینیک، استیک، لاکتیک، سیتریک، اگزالیک، گلونیک، مالونیک و والریک اسید شناسایی شده‌اند، اما گلوکونیک اسید، اسید اصلی موجود در عسل است که ۷۰ الی ۹۰ درصد اسیدهای کل عسل را تشکیل می‌دهد. این اسید تحت تاثیر آنزیم گلوکزاکسیداز بر روی دکستروز در عسل ایجاد می‌شود (Kowalski et al., 2013; Nordin, Sainik, Chowdhury, Saim, & Idrus, 2018). عسل یک ماده غذایی با pH اسیدی می‌باشد که دامنه تغییر این پارامتر در عسل بین ۳/۲ تا ۴/۵ می‌باشد. مطابق استاندارد ملی ایران، میزان این فاکتور نباید کمتر از ۳/۵ باشد (Kowalski et al., 2013).

محتوای آب، پس از قندها دومین تشکیل‌دهنده عمده عسل می‌باشد که در پایداری این ماده غذایی تاثیر دارد. عسل با وجود رطوبت بالا پایداری زیادی دارد که به علت فعالیت بالای آب می‌باشد. رطوبت عسل بستگی به شرایط محیطی برداشت

و ذخیره عسل دارد. چنانچه رطوبت عسل بالا باشد احتمال تخمیر عسل بیشتر می‌شود. همچنین، تولید سم هیدروکسی متیل فورفورال به مرور زمان بیشتر می‌شود (Nordin et al., 2018). مطابق استاندارد ایران، مقدار رطوبت عسل با کیفیت نباید از ۲۰ درصد تجاوز نماید.

برای سنجش کیفیت عسل آنزیم دیاستاز و اینورتاز دو آنزیم مهمی هستند که مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. نام دیگر آنزیم دیاستاز آلفا- آمیلاز می‌باشد. این آنزیم‌ها به طور طبیعی در عسل وجود دارند و مقدار آنها به مرور زمان کاهش می‌یابد. بنابراین، مقدار آنزیم دیاستاز می‌تواند معیاری برای سنجش تازگی عسل باشد. فعالیت دیاستاز مطابق استاندارد ایران، نباید کمتر از ۸ باشد. از آنجایی که آنزیم اینورتاز نسبت به حرارت حساس‌تر از آنزیم دیاستاز است و به سرعت از بین می‌رود بنابراین اندازه‌گیری آن مشکل است و به عنوان معیار سنجش کیفی عسل به ندرت از آن استفاده می‌شود (Nordin et al., 2018).

هیدروکسی متیل فورفورال پارامتری است که اغلب به عنوان تازگی عسل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در عسل تازه HMF وجود ندارد، اما به مرور زمان در عسل ایجاد می‌شود. HMF از تجزیه ساختاری منوساکاریدها به ویژه فروکتوز تولید می‌شود. چندین عامل گزارش شده که بر مقدار HMF عسل تاثیرگذار می‌باشند که عبارتند از: حرارت دادن عسل، شرایط نگهداری، pH عسل، افزودن مواد قندی خارجی به عسل. مطابق استاندارد، عسل با کیفیت خوب نباید میزان HMF آن بالاتر از ۴۰ باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

تاثیر منطقه جغرافیایی و پوشش گیاهی بر میزان ساکارز عسل

گرچه ساکارز بالاتر از حد استاندارد می‌تواند نشانه‌ای از تغذیه مصنوعی زنبور عسل با آب شکر باشد، گاهی اوقات ساکارز بالا نشانه‌ای از پوشش گیاهی منطقه و میزان ساکارز بالای شهد گیاهان آن منطقه می‌باشد. عسل‌هایی مانند عسل کنار که جزو با کیفیت‌ترین عسل‌ها از نظر خواص دارویی هستند، ساکارز بالایی دارند (Anklam, 1998). بنابراین، ساکارز عسل تحت تاثیر ساکارز شهد گیاهان است. به طوری که مطابق گزارش ها، ساکارز عسل اسطوخودوس نسبت به عسل فندق بیشتر است (Cotte, Casabianca, Chardon, Lheritier, & Grenier-Loustalot, 2003). همچنین، عسل گل گاوزبان و اسطوخودوس از جمله عسل‌هایی هستند که بیشترین میزان ساکارز را دارند (کمتر از ۱۵ درصد). پس از این‌ها، عسل‌های مرکبات، اقاقیا، یونجه حاوی ساکارز بالایی هستند (کمتر از ۱۰ درصد). فعالیت آنزیمی عسل‌های مختلف با هم فرق دارند. مطالعات نشان داده که فعالیت آنزیمی عسل با میزان ساکارز آن همبستگی دارد (Anklam, 1998). اینکه عسل از چه منطقه‌ای و با چه پوشش گیاهی باشد، میزان فعالیت آنزیمی عسل و در نتیجه ساکارز آن می‌تواند متفاوت باشد.

عسل تقلبی ناشی از تغذیه مصنوعی زنبور عسل

عسل‌هایی که به شیوه تغذیه مصنوعی زنبورهای عسل با ساکارز به دست می‌آیند نیز جزو عسل‌های تقلبی محسوب می‌شوند، حتی اگر ساکارز این گونه از عسل‌ها پایین باشد. زیرا این گونه از عسل‌ها فاقد ارزش تغذیه‌ای بوده و همچنین سمومی در عسل تحت تاثیر تغذیه مصنوعی زنبور ایجاد می‌شود (R Fakhlaei et al., 2020; Zábrodská & Vorlová, 2015). مطالعات انجام شده در این زمینه، نتایج ضد و نقیضی گزارش می‌دهند، به‌گونه‌ای که برخی دال بر افزایش ساکارز عسل در اثر تغذیه مصنوعی زنبور هستند (Damto, 2019) و دسته دیگر مطالعات ابراز می‌دارند که ساکاز عسل حاصل از تغذیه مصنوعی زنبور در محدوده استاندارد بوده و قابل تمایز و تشخیص از ساکارز عسل طبیعی نمی‌باشد (R Fakhlaei et al., 2020; Guler, Bakan, Nisbet, & Yavuz, 2007).

نتایج تحقیقات گولر و همکاران (۲۰۰۷) نشان می‌دهد که زنبورهای کارگری که به طور مصنوعی با ساکارز تغذیه می‌شوند با ترشح آنزیم‌هایی، ساکارز را به اجزای تشکیل‌دهنده آن یعنی فروکتوز و گلوکز تبدیل می‌کنند. بر اساس شواهد گزارش شده، ۹۵ درصد ساکارز مکمل‌های تغذیه‌ای زنبور عسل به قندهای احیاءکننده تبدیل می‌شوند و تفاوت زیادی میان ساکارز عسل‌های طبیعی و ساکارز عسل‌های حاصل از تغذیه مصنوعی زنبور عسل وجود ندارد (Rafieh Fakhlaei et al., 2020; Guler et al., 2007). بنابراین، با توجه به پایین بودن میزان ساکارز عسل‌های حاصل از تغذیه مصنوعی زنبور، نمی‌توان تقلبی بودن عسل را با استفاده از این شاخص تشخیص داد. گولر و همکارانش، ساکارز را معیار مناسبی برای اصالت سنجی عسل نمی دانند و توصیه می نمایند که به جای آن از فاکتور هدایت الکتریکی و میزان پرولین جهت سنجش و تشخیص تقلب در عسل استفاده شود (Guler et al., 2007).

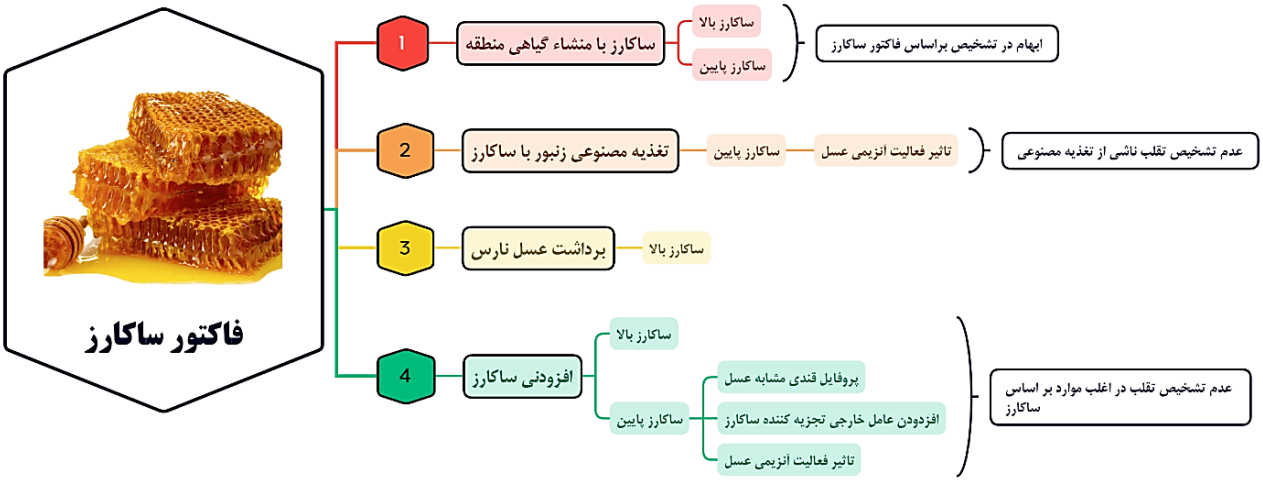
اما تحقیقات دامتو (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که گرچه ساکارز تغذیه شده به زنبورها در اثر هیدرولیز آنزیمی به گلوکز و فروکتوز تبدیل می‌شود، چنانچه این تغذیه زیاد و طولانی مدت

باشد، زنبورها گلوکز را بصورت الیگوساکاریدهای بالاتر همچون مالتوز ذخیره می‌نمایند (Damto, 2019). از طرفی، برخی مطالعات نشان می‌دهد که تغذیه مصنوعی زنبورعسل با شربت ساکارز منجر به کاهش محتوای گلوکز و فروکتوز (قندهای احیاءکننده) عسل می‌شود. علاوه بر این، نتایج تحقیق پارادکار و همکارانش، حاکی از تغییر معنادار محتوای فروکتوز و گلوکز عسل به دلیل تغذیه مصنوعی زنبورعسل با شربت ساکارز هیدرولیز شده می باشد (Paradkar & Irudayaraj, 2002). همچنین، تغذیه مصنوعی زنبور با مکمل‌هایی حاوی ساکارز بالا مثل شربت ساکارز منجر به افزایش ساکارز عسل به بالای حد مجاز ۵ درصد می‌شود. به طور کلی تغذیه زنبور عسل با ساکارز، به صورت افزایش در میزان ساکارز به بالای ۵ درصد خود را نشان می‌دهد (Damto, 2019).

در تحقیق دیگری، پروفایل قندی عسل طبیعی، و عسل حاصل از تغذیه مصنوعی زنبور با ساکارز و قند اینورت بررسی و مقایسه گردید. نتایج نشان داد که بیشترین تفاوت میان این ۳ نوع عسل مربوط به میزان فروکتوز است، به گونه ای که عسل طبیعی بالاترین میزان فروکتوز و عسل تغذیه مصنوعی با قند اینورت کمترین میزان فروکتوز را داشت. میزان گلوکز عسل‌های حاصل از تغذیه مصنوعی مشابه بود اما با عسل طبیعی فرق داشت. در مورد فاکتور ساکارز، بیشترین تفاوت میان عسل حاصل از تغذیه مصنوعی با ساکارز و سایر عسل‌ها و عسل طبیعی بود. اما درصد مالتوز این عسل‌ها تفاوتی نداشت. یک نکته اساسی که بررسی داده‌ها نشان داد، برابر بودن میزان فروکتوز و گلوکز در عسل حاصل از تغذیه مصنوعی با قند اینورت بر خلاف عسل طبیعی و عسل تغذیه مصنوعی با ساکارز بود. تجزیه ساکارز به فروکتوز و گلوکز در خلال فرآیند تهیه قند اینورت دلیل این پدیده می‌باشد. بنابراین، چنانچه قندهای احیاءکننده کمتر از حد استاندارد ۶۵ درصد باشد و همچنین نسبت فروکتوز و گلوکز برابر یک باشد نشان‌دهنده عسل تقلبی با منشاء تغذیه مصنوعی زنبور عسل با قند اینورت می‌باشد. عسل تغذیه مصنوعی با ساکارز علاوه بر تفاوت میان میزان گلوکز و فروکتوز، به دلیل کافی نبودن میزان آنزیم زنبور عسل جهت تجزیه ساکارز، این گونه از عسل‌ها ساکارز بالایی دارند. بنابراین، برابر نبودن میزان فروکتوز و گلوکز به علاوه میزان ساکارز بالای عسل، می‌تواند نشانه‌ای از تقلب در عسل و تغذیه مصنوعی زنبور با ساکارز باشد (Farag & Rag, 2020).

عسل نارس

عسل نارس هم می‌تواند میزان ساکارز بالایی داشته باشد. برداشت عسل بصورت نارس تقلب در عسل محسوب می‌شود (Zábrodská & Vorlová, 2015). فعالیت آنزیمی موجب تبدیل شهد به عسل در خلال فرآیند رسش عسل می‌شود. بنابراین با توجه به میزان رسش عسل، مقدار ساکارز می‌تواند متفاوت باشد. به طوری که در طول زمان، به دلیل فعالیت آنزیمی مقدار ساکارز عسل کاهش می‌یابد. شرایط نگهداری و مدت زمان نگهداری نیز بر محتوای عسل تاثیر دارد (Aykas, 2023). فاکتور ساکارز به عنوان نشانه‌ای جهت تخمین رسش عسل کاربرد دارد. ساکارز بالای عسل نارس به این دلیل است که آنزیم‌های موجود در عسل هنوز فرصت کافی برای تبدیل ساکارز به فروکتوز و گلوکز را نداشته‌اند. فاکتور نسبت فروکتوز به گلوکز می‌تواند جهت سنجش رسش عسل و همچنین عسل تقلبی ترکیبی به کار رود (De Beer, Otto, Pretoruis, & Schönfeldt, 2021).



عسل تقلبی ناشی از افزودنی شربت قندی

ساکارز تولید شده از گیاهان بسیار ارزانقیمت است. بنابراین، شربت ساکارز یکی از رایج‌ترین افزودنی‌ها برای تقلب در عسل است. طبق اظهارات جانسون و همکاران، اغلب عسل های تجاری موجود در بازار در واقع ساکارز کارامل شده هستند که فاقد ارزش تغذیه‌ای می‌باشند (Fakhlaei, 2020). مطالعات نشان می‌دهد که ساکارز در عسل‌های تقلبی مصنوعی می‌تواند بالا یا حتی بسیار پایین باشد. دامنه تغییر این فاکتور در عسل‌های مصنوعی بستگی به نوع شربت قندی اضافه شده به این عسل‌ها دارد. عسل‌های طبیعی که به آنها شربت ساکارز اضافه می‌شود، میزان ساکارز بالایی دارند، که البته مطالعات و نتایج در این مورد ضد و نقیض می‌باشند. در برخی مطالعات به کاهش میزان ساکارز عسل‌های تقلبی تحت تاثیر فعالیت آنزیمی عسل اشاره شده است. همچنین، گفته شده که افزودنی ساکارز می‌تواند بر هدایت الکتریکی و فعالیت آنزیمی عسل تاثیر داشته باشد، گرچه عوامل دیگری چون حرارت دادن عسل و دمای محل نگهداری عسل نیز بر میزان فعالیت آنزیمی عسل موثر می‌باشد (Soares, Amaral, Oliveira, & Mafra, 2017). از آنجایی که پروفایل کربوهیدرات شربت اضافه شده به عسل یا تغذیه مصنوعی زنبور با این شربت‌ها مشابه عسل طبیعی است، بنابراین تشخیص تقلب در عسل بسیار مشکل می‌باشد. در این گونه موارد، یکی از بهترین روش‌ها برای تشخیص تقلب، استفاده از آزمون ایزوتوپی کربن می‌باشد (Zábrodská & Vorlová, 2015). اما چنانچه شربت ذرت به عسل افزوده شود تشخیص تقلب به روش ایزوتوپ کربن نیز امکانپذیر نیست (Gan et al., 2016).

مطالعات حاکی از این است که با توجه نوع ماده قندی افزوده شده به عسل، تغییر فاکتورهای قند احیاءکننده و ساکارز می‌تواند متفاوت باشد. شربت ساکارز اسیدی (شکر هیدرولیز شده به روش اسیدی)، شربت ساکارز آنزیمی (شکر هیدرولیز شده به روش آنزیمی)، شربت گلوکز (نشاسته هیدرولیز شده)، شربت گلوکز- فروکتوز (نشاسته هیدرولیز شده) از افزودنی‌هایی هستند که در تقلب عسل بصورت مخلوط عسل طبیعی با ۴۰ درصد از این شربت‌ها استفاده می‌شود. فاکتور ساکارز در عسل تقلبی با افزودنی شربت ساکارز اسیدی، بالاتر از افزودنی شربت ساکارز آنزیمی است. در حالی که، در عسل تقلبی با افزودنی شربت گلوکز یا شربت گلوکز-فروکتوز، فاکتور ساکارز از محدوده استاندارد تجاوز نمی‌کند و کمتر از مقدار استاندارد است. این فاکتور در عسل تقلبی با افزودنی شربت ساکارز آنزیمی بسیار جزیی است. همچنین، افت شدید فاکتور فروکتوز در عسل تقلبی با افزودنی شربت گلوکز و یا شربت ساکارز اسیدی مشاهده می‌شود، در حالی که این فاکتور در عسل تقلبی با افزودنی شربت فرکتوز-گلوکز و یا شربت ساکارز آنزیمی بالا می‌باشد. فاکتور گلوکز در عسل تقلبی با افزودنی‌های شربت گلوکز، شربت ساکارز آنزیمی و شربت فروکتوز-گلوکز در حدود ۳۰ درصد است، اما در عسل تقلبی با افزودنی شربت ساکارز اسیدی خیلی کمتر می‌باشد. محتوای گلوکز عسل‌های تقلبی با افزودنی‌های قندی معمولا ثابت می‌ماند، اما در عسل تقلبی با افزودنی شربت ساکارز اسیدی افت می‌کند و تا ۱۰ درصد هم می‌رسد (Czipa, Phillips, & Kovács, 2019).

علاوه بر این، شواهد نشان می‌دهد که این افزودنی‌های قندی بر سایر فاکتورهای عسل نیز تاثیرگذار هستند. مطالعات نشان داده که مخلوط کردن این شربت ها با عسل طبیعی موجب کاهش فعالیت دیاستازی عسل می‌شود، به طوریکه با افزودن شربت گلوکز فعالیت دیاستاز به کلی از بین می‌رود. همچنین مقدار پرولین نیز کاهش می‌یابد. کاهش فاکتور هدایت الکتریکی برای همه موارد افزودنی فوق مشاهده می‌شود. فاکتور رطوبت در عسل تقلبی با افزودنی‌های شربت گلوکز و شربت ساکارز اسیدی کمتر از شربت فروکتوز-گلوکز و شربت ساکارز آنزیمی می‌شود. اما در مورد فاکتور pH بین عسل‌های تقلبی با افزودنی های قندی متفاوت، اختلاف وجود دارد. به طوریکه pH برای افزودنی‌های شربت گلوکز و شربت گلوکز-فروکتوز بالاتر از pH برای افزودنی‌های شربت ساکارزی بود (Czipa et al., 2019).

چنانچه افزودنی قندی به عسل، پروفایل قندی مشابه عسل داشته باشد، تشخیص تقلب در عسل با سنجش ساکارز و فاکتورهای قندی عسل بسیار مشکل می‌باشد. شواهد نشان داده که افزودن شربت افرا و شربت ذرت به عسل می‌تواند منجر به کاهش فاکتور گلوکز و فروکتوز (قندهای احیاء کننده) در عسل تقلبی شود. این روند با افزودن شربت ساکارز نیز مشاهده شده است. در حالی که عسل تقلبی با افزودنی شربت ساکارز اسیدی، محتوای قند احیاءکننده‌ای مشابه عسل طبیعی دارد. همچنین، محتوای ساکارز عسل طبیعی و عسل تقلبی با افزودنی شربت ساکارز اسیدی و شربت ذرت مشابه است (Ciursa & Oroian, 2021). شربت قند اینورت پروفایل قندی مشابه عسل دارد، به طوری که افزودن این شربت به عسل طبیعی ترکیب قندی عسل را تغییر نمی‌دهد. بنابراین تشخیص تقلب از طریق بررسی فاکتورهای قندی عسل مشکل می باشد (Geană, Ciucure, Costinel, & Ionete, 2020). از آنجاییکه اغلب شربت‌های قندی حاوی مقادیر قندهای

احیاءکننده کمتر از ۶۰ درصد هستند، بنابراین افزودن مقادیر بالای این افزودنی‌ها به عسل موجب می‌شود که این فاکتور عسل در محدوده استاندارد نباشد. با این وجود، پروفایل قندی اغلب عسل‌های تقلبی مشابه عسل طبیعی است و نمی‌توان با استفاده از این فاکتور به تقلبی بودن عسل پی برد (Geană et al., 2020).

گزارش‌هایی در تقلب عسل وجود دارد مبنی بر این که گاهی عاملی خارجی به عسل افزوده می‌شود که موجب هیدرولیز و تفکیک ساکارز به قندهای ساده‌تر گلوکز و فروکتوز می‌شود. یکی از این موارد، افزودن عامل خارجی بتا-فروکتو فورانوزیداز به عسل می‌باشد که ساکارز را به قندهای ساده فروکتوز و گلوکز تفکیک می‌نماید. روش تشخیص این تقلب، به روش کروماتوگرافی مایع و شناسایی عامل خارجی بتا-فرکتوفورانوزیداز می‌باشد. مقادیر بالاتر از ۲۰ از این ماده در عسل نشان‌دهنده تقلب در عسل است.

علاوه بر عوامل طبیعی متعددی که موجب تنوع در عسل و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن می‌شوند، عوامل و شیوه‌های متعدد تقلب در عسل نیز موجب شده که نتوان تنها بر اساس چند فاکتور معدود همچون ساکارز (چنانچه در فوق بررسی مروری گردید)، به کیفیت عسل پی برد. با توجه به تعداد زیاد این عوامل تاثیرگذار، جهت تمایز و اصالت‌سنجی عسل بهتر است از روش‌های چندمتغیره آماری همچون روش آنالیز اجزای اصلی (PCA) استفاده نمود. با استفاده از روش PCA، دسته‌ای از فاکتورهای جدید که اجزاء اصلی نامیده می‌شوند، از فاکتورهای متعدد قبلی ساخته می‌شوند. در این روش، بیشتر واریانس داده‌ها در دو فاکتور اصلی اول قرار می‌گیرد. این روش می‌تواند حجم داده‌های آماری را کاهش دهد (Kowalski et al., 2013). فاکتورهای جدید به دست آمده مفهوم آماری دارند و ترکیب خطی از فاکتورهای قبلی هستند. در نهایت، نتایج به دست آمده از PCA با تحلیل واریانس متغیرها و داده‌ها می‌تواند جهت تشخیص الگوی داده‌ها، دسته‌بندی، و اصالت‌سنجی عسل مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

گرچه ساکارز یکی از فاکتورهای اصلی و مهم در تشخیص کیفیت عسل می‌باشد، همانطور که در بالا بررسی مروری گردید، عسل‌های تقلبی مصنوعی (شبه عسل) می‌توانند ساکارز پایینی داشته باشند به طوری که حتی ساکارز شبه عسل مشابه عسل طبیعی مرغوب در حد یک درصد باشد. بنابراین قطعا ارزیابی سایر فاکتورهای اصلی سنجش کیفیت عسل جهت تشخیص عسل تقلبی از عسل طبیعی بسیار مهم می‌باشد و فقط با سنجش ساکارز نمی‌توان در مورد کیفیت عسل اظهار نظر نمود. با توجه به عوامل متعدد تاثیرگذار بر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی عسل بهتر است از روش‌های آماری همچون PCA جهت تحلیل داده‌ها و اصالت‌سنجی عسل استفاده نمود.

منبع ها:

Anklam, E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 63(4), 549-562.

Aykas, D. P. (2023). Determination of Possible Adulteration and Quality Assessment in Commercial *Honey. Foods*, 12(3), 523.

Ciursa, P., & Oroian, M. (2021). Rheological behavior of honey adulterated with agave, maple, corn, rice and inverted sugar syrups. *Scientific Reports*, 11(1), 23408.

Cotte, J.-F., Casabianca, H., Chardon, S., Lheritier, J., & Grenier-Loustalot, M.-F. (2003). Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *Journal of Chromatography A*, 1021(1-2), 145-155.

Czipa, N., Phillips, C. J., & Kovács, B. (2019). Composition of acacia honeys following processing, storage and adulteration. *Journal of food science and technology*, 56, 1245-1255.

Damto, T. (2019). A review on effect of adulteration on honey properties. Available at SSRN 3359494.

De Beer, T., Otto, M., Pretoruis, B., & Schönfeldt, H. C. (2021). Monitoring the quality of honey: South African case study. *Food Chemistry*, 343, 128527.

Fakhlaei, R., Selamat, J., Khatib, A., Razis, A., Sukor, R., Ahmad, S., & Babadi, A. (2020). The toxic impact of honey adulteration: A review. *Foods*, 9 (11), 1538. In.

Fakhlaei, R., Selamat, J., Khatib, A., Razis, A. F. A., Sukor, R., Ahmad, S., & Babadi, A. A. (2020). The toxic impact of honey adulteration: A review. *Foods*, 9(11), 1538.

Farag, R., & Rag, A. F. M. (2020). Sugars profile of citrus (Citrus spp.) honey for quality determination. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. A, Entomology*, 13(1), 41-46.

Gan, Z., Yang, Y., Li, J., Wen, X., Zhu, M., Jiang, Y., & Ni, Y. (2016). Using sensor and spectral analysis to classify botanical origin and determine adulteration of raw honey. *Journal of Food Engineering*, 178, 151-158.

Geană, E.-I., Ciucure, C. T., Costinel, D., & Ionete, R. E. (2020). Evaluation of honey in terms of quality and authenticity based on the general physicochemical pattern, major sugar composition and δ13C signature. *Food Control*, 109, 106919.

Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C., & Yavuz, O. (2007). Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (Saccharum officinarum L.) syrup. *Food chemistry*, 105(3), 1119-1125.

Kowalski, S., Łukasiewicz, M., & Berski, W. (2013). Applicability of physico-chemical parameters of honey for identification of the botanical origin. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 12(1), 51-59.

Nordin, A., Sainik, N. Q. A. V., Chowdhury, S. R., Saim, A. B., & Idrus, R. B. H. (2018). Physicochemical properties of stingless bee honey from around the globe: A comprehensive review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73, 91-102.

Paradkar, M., & Irudayaraj, J. (2002). Discrimination and classification of beet and cane inverts in honey by FT-Raman spectroscopy. *Food chemistry*, 76(2), 231-239.

Soares, S., Amaral, J. S., Oliveira, M. B. P., & Mafra, I. (2017). A comprehensive review on the main honey authentication issues: Production and origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 1072-1100.

Zábrodská, B., & Vorlová, L. (2015). Adulteration of honey and available methods for detection–a review. *Acta Veterinaria Brno*, 83(10), 85-102.

Is sucrose the right measure to determine the quality of honey?

M. Borazjani [1], N. Tajabadi [2]

1- Laboratory of honey bee, Animal Science Research Institute of Iran, Karaj, Iran

2. Department of honey bee, Animal Science Research Institute of Iran, Karaj, Iran

DOI: 10.22034/ HBSJ.2023.361524.1134

Abstract

In the topic of honey authenticity, in addition to the plant origin and geographical area of honey production, honey adulteration affects its sucrose content in different ways. The origin of sucrose in adulterated honey can include sucrose additives, artificial feeding of bees with sucrose, or immature honey harvesting. In addition to the many natural factors that cause diversity in honey and its physicochemical properties, the many factors and methods of honey fraud have also caused that it is not possible to determine the quality of honey based only on a few factors such as sucrose. Considering the large number of these influencing factors, it is better to use statistical multivariate methods such as principal component analysis (PCA) to distinguish and evaluate the authenticity of honey. This method can reduce the amount of statistical data. Finally, the results obtained from PCA with variance analysis of variables and data can be used to identify data patterns, categorize and measure the authenticity of honey.

Key words: Honey authenticity", "Honey quality control", "Physicochemical factors", "Sucrose", "Multivariate analysis of principal components"

Corresponding Author: M. Borazjani
Email: ana.borazjani@gmail.com