

(Original Research Paper)

Determining the Physico-chemical Properties and Antioxidant Activity of Alhagi, Alfalfa and Astragalus Honeys in Razavi Khorasan Province.

Samira Bozorgi Kasgari, Rahleh Rahbarian^{2*}, Nasser Mergan Azghadi³, Mohammad Reza Shariati⁴

1- MSc Graduated of Biochemistry, Payam Noor University, Tehran, Iran.

2-Assistant Professor, Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran.

3- Deputy Director of Management and Resources Development, General Veterinary Department of Khorasan Razavi Province, Mashhad, Iran.

4- Responsible for the fight against bee diseases, General Veterinary Department of Khorasan Razavi Province, Mashhad, Iran.

Received:02/07/2022

Accepted:03/01/2023

Abstract

Honey is a bacteriostatic and antibacterial activity against various types of tumors. It acts in different molecular pathways that are involved in cell proliferation. The aim of this study was to determine the composition and investigating the physicochemical properties of 84 samples of natural plant honey (Alhagi, Astragalus, Alfalfa) in desert areas of northeastern Iran which were collected in the form of 4 geographical regions of Ibn Giahān. 7 samples of each type of honey were collected in each region and then the. Physicochemical tests such as moisture, brix, fructose to glucose ratio, sucrose, iastase (qualitative), HMF, were applied to those honeys. Also, total phenolic compounds were evaluated with Folin ciucaltive reagent, total flavonoid with aluminium chloride reagent and antioxidant activity was evaluated by DPPH method And the average results for each type of honey in each region were analyzed statistically. Alhagi honey of the 3 region had the lowest moisture content (13.57 %) compared to other samples, Alhagi honey of the 4 region had the lowes percentage of brix (82.60 %) and the highest average of phenolic acids (0.017 mg/GAE) and antioxidant activity (44.31%). Alfalfa honeys of region 2 had the highest average ratio of fructose to glucose (1.24%) and the lowest average sucrose (2.3%), and the Alhagi honeys from this region had the lowest average hydroxymethylfurfural (2.15mg/kg) and also all the samples They had diastasis enzyme activity honeys. According to the results of this research, it can be said that Alhagi honeys has the highest quality indicators. The high correlation coefficient between phenolic compounds and antioxidant activity shows that phenolic compounds are one of the most important indicators affecting the amount of antioxidant activity of honey, therefore, phenolic indices can be introduced as a suitable criterion for determining the amount of antioxidant activity of honey to evaluate the quality of honey.

Key words: Honey, Antioxidant Activity, Physicochemical Properties, Khorasan Razavi.

*Corresponding Author: r Rahbarian@pnu.ac.ir

(مقاله پژوهشی)

تعیین خواص فیزیکو شیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌های خارشتر، یونجه و گون در استان خراسان رضوی

سمیرا بزرگی کاسگری^۱، راهله رهباریان^{۲*}، ناصر مرگان ازخدی^۳، محمد رضا شریعتی^۴

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه بیوشیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
- ۲- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
- ۳- معاونت توسعه مدیریت و منابع، اداره کل دامپزشکی خراسان رضوی، مشهد، ایران.
- ۴- مسئول مبارزه با بیماری‌های زنبور عسل، اداره کل دامپزشکی خراسان رضوی، مشهد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳ تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱

چکیده

در این تحقیق خواص فیزیکو شیمیایی و آنتی اکسیدانی ۸۴ نمونه عسل طبیعی (خارشتر، گون و یونجه) در استان خراسان رضوی، در قالب ۴ منطقه جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفت. در هر منطقه، ۷ نمونه از هر نوع عسل جمع آوری شد و سپس شاخص‌های فیزیکو شیمیایی شامل رطوبت، ضربی بریکس، نسبت فروکتوز به گلوکز، ساکارز، دیاستاز (کیفی) و HMF، در نمونه‌های عسل اندازه‌گیری شد. همچنین محتوای فلی کل، فلاونوئیدی کل و فعالیت آنتی اکسیدانی با روش DPPH ارزیابی گردید و میانگین نتایج برای هر نوع عسل در هر منطقه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. عسل‌های خارشتر منطقه ۳ در مقایسه با سایر نمونه‌های مورد بررسی، دارای کمترین میانگین رطوبت (۵۷/۱۳٪) و عسل‌های خارشتر منطقه ۴ دارای کمترین میانگین درصد بریکس (۶۰/۸۲٪) و بالاترین میانگین اسیدهای فولیک (۰/۰۱۷ mg/GAE) و فعالیت آنتی اکسیدانی (۳۱/۴۴٪) بودند. عسل‌های یونجه منطقه ۲ دارای بیشترین میانگین نسبت فروکتوز به گلوکز (۲۴/۱٪) و کمترین میانگین ساکارز (۳/۲٪) و عسل‌های خارشتر این منطقه دارای کمترین میانگین هیدروکسی متیل فورفورال (۱۵/۲ mg/kg) بود و همچنین تمامی نمونه‌ها دارای فعالیت آنتی‌دیاستازی بودند. بنابر نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت که عسل‌های خارشتر در مقایسه با دو نوع گیاه دیگر بالاترین شاخص‌های کیفیت را دارا می‌باشند. ضربی همبستگی بالا بین ترکیبات فولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی نشان می‌دهد که ترکیبات فلیکی از مهمترین شاخص‌های موثر بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عسل می‌باشد، بنابراین می‌توان شاخص‌های فلیکی را معيار مناسبی برای تعیین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی جهت ارزیابی کیفیت عسل معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: عسل، فعالیت آنتی اکسیدانی، خواص فیزیکو شیمیایی، خراسان رضوی.

* مسئول مکاتبات: r_rahbarian@pnu.ac.ir

۱- مقدمه

مطالعه که توسط مالگوزاتا و همکاران در سال ۲۰۱۸ بر روی ۹۰ نمونه عسل لهستانی با منشا گیاهی مختلف انجام گرفت، آن‌ها اظهار داشتند که عسل‌های تیره تر در مقایسه با عسل‌های روشن، فعالیت آنتی اکسیدانی بهتر و بیشتری را نشان می‌دهند و نیز اظهار داشتند که همبستگی مثبت و بالایی بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی وجود دارد (۲۵). در بین نمونه‌های عسل‌های مورد مطالعه وجود دارد (۲۵). در ۲۰۱۹ مطالعه دیگری که توسط مکوانینت و میرج در سال انجام گرفت، این محققین گزارش کردند که بین محتوای فنلی کل و فعالیت مهار رادیکال آزاد نمونه‌های عسل مناطق آمهارا، تیگرای و اتیوبی ارتباط زیادی وجود دارد. ضریب همبستگی مشاهده شده حاکی از آن بود که عسل‌هایی که محتوای فنلی بالاتری دارند، فعالیت مهار رادیکال آزاد بیشتری نشان می‌دهند (۲۵). بسیاری از پژوهشگران مطالعات زیادی برخواص فیزیکوشیمیابی انواع مختلف عسل داشته‌اند (۲، ۹، ۲۰). ترکیب شیمیابی و کیفیت عسل بستگی به عوامل مختلف نظری منطقه جغرافیابی و پوشش گل‌های آن، شرایط آب و هوایی در طی تولید عسل و نحوه حمل و نقل آن دارد. خواص فیزیکی عسل‌ها بستگی به مقدار آب و نوع فلور گلی مرتع، درجه حرارت و نسبت بین قندهای موجود در عسل دارد (۱). بلوج و همکاران در سال ۲۰۱۶ خواص فیزیکوشیمیابی عسل با نام‌های مختلف تجاری را در پاکستان بررسی و با استانداردهای کد کس اروپا مقایسه کرد (۱۲). در مطالعه دیگر که توسط بوسید و همکاران در سال ۲۰۱۴ روی عنوانه‌های عسل مختلف تونس انجام گرفت، میزان HMF^۱ در نمونه‌های عسل مورد مطالعه کمتر از حد استاندارد کد کس گزارش شد (۱۳). قابل ذکر است که استان خراسان رضوی به دلیل پوشش گیاهی متنوع، آب و هوای متغیر، قرار گرفتن در جمع ۱۰ منطقه برتر تولید عسل کشور و دسترسی آسان مورد پژوهش قرار گرفت. هدف از این تحقیق، بررسی خواص فیزیکوشیمیابی و آنتی اکسیدانی عسل گیاهان خارشتر، یونجه و گون در مناطق مذکور جهت ارزیابی میزان کیفیت غذایی و درمانی عسل‌های مورد بررسی

عسل یک محصول طبیعی، شیرین و بی نظیر که از شهد، شکوفه یا ترشحات بخش‌های زنده گیاه به دست می‌آید و دارای ارزش غذایی، پزشکی، آرایشی و صنعتی می‌باشد و یک محصول بسیار پر مصرف است (۲۸). شهد پس از جمیع آوری توسط زنبور به روش‌های آنزیمی و غیرآنژیمی تغییر یافته و به عسل مبدل می‌شود. خواص ظاهری عسل مانند رنگ، عطر، بو و غلاظت به منطقه پرورش زنبور، آب و هوا و فصل برداشت بستگی دارد (۳). عسل یک ترکیب پیچیده با بیش از ۲۰۰ نوع ترکیب مختلف است که ۸۰ تا ۸۵٪ وزن خشک عسل را کربوهیدرات‌ها (۳۸٪ فروکتوز، ۳۰٪ گلوکز، ۱۰٪ ساکارز و دیگر قندها) تشکیل می‌دهند. علاوه بر کربوهیدرات‌ها، عسل طبیعی حاوی اسیدهای آلی (گلوکونیک، فرمیک، سیتریک، لاکتیک)، پروتئین و اسیدهای امینه (۰/۴٪ پرولین، لیزین، آسپارتات، گلوتامات)، مواد معدنی (کلسیم، فسفر، پتاسیم، گوگرد)، ویتامین‌ها (آلکالوئیدها، گلیکوزیدهای آتراکینون، ویتامین C، ۱۳٪ آب، خاکستر ۰/۲٪ و آنتی اکسیدان‌ها تشکیل شده است. عسل دارای انواع آنتی اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنژیمی شامل گلوکز اکسیداز، کاتالاز، ال-آسکوربیک اسید، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، کاروتونوئیدها و اسیدهای آلی، آمینواسیدها و پروتئین‌ها می‌باشد. مقدار اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها به شدت تحت تأثیر عواملی نظری منابع گل، فصل و عوامل محیطی می‌باشند که در این میان منشأ گیاهی عسل، بیشترین تأثیر را بر روی فعالیت آنتی اکسیدانی آن دارد (۲۶). آنتی اکسیدان‌ها از فعال‌ترین ترکیبات فیزیولوژیکی در عسل می‌باشند که در حفاظت از موجودات زنده در برابر آسیب اکسیداتیو نقش مهمی دارند، با توجه به این ویژگی، عسل در پیشگیری از بیماری‌های مزمن مانند سرطان، برخی تخریب‌های عصبی، بیماری‌های عروق کرونر، آزلایمر و پارکینسون استفاده می‌شود زیرا این بیماری‌ها در نتیجه آسیب اکسیداتیو ایجاد می‌شوند (۲۷، ۱۵). در واقع این آسیب‌ها منجر به پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان، اختلالات متابولیکی و اختلالات عملکرد قلبی عروقی می‌شوند (۲۱). در یک

از هریک از این مناطق از هر گیاه گون، یونجه و خارشتر ۷ نمونه که جمعاً ۸۴ نمونه عسل به طور تصادفی از تولید کنندگان عمده عسل تهیه و سپس در شرایط استاندارد به آزمایشگاه اداره کل دامپزشکی استان خراسان رضوی منتقل شده و پس از آماده سازی های اولیه (نمونه ها تا زمان آزمایش در محیط خشک و تاریک نگهداری شدند. هر ماده خارجی درشت از عسل خارج گردید. در صورت متبلور شدن عسل از بن ماری با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد استفاده شد) و مطابق روش های استاندارد ملی ایران شماره ۹۲ عسل، فاکتور های مورد نظر آنالیز و ارزیابی شدند.

و هم چنین معرفی معیارها و شاخص های مناسب جهت ارزیابی نمونه های عسل می باشد. انتخاب گیاهان در این پژوهش بر اساس پوشش غالب گیاهی منطقه و همچنین بالا بودن میزان عسل تولیدی از این گیاهان در مناطق مورد بررسی بوده است.

۲- مواد و روش ها

۱-۱-آماده سازی نمونه های عسل

در این پژوهش، استان خراسان رضوی بر اساس پوشش گیاهی و منطقه آب و هوایی به چهار منطقه تقسیم گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تقسیم بندی مناطق

منطقه	شهرستان
۱	مشهد، چناران، کلات، درگز و قوچان
۲	فریمان، سرخس، تربت حیدریه، تایباد و تربت جام
۳	بردسکن، گناباد، کاشمر، خلیل آباد و مه ولات
۴	سبزوار، جوین، چفتای، فیروزه و نیشابور

(Germany) انجام شد. برای بررسی رطوبت بر روی سطح تمیز و خشک منشور دستگاه رفراکتومتر مقدار مناسبی از نمونه آماده سازی شده قرارداده شد، سپس اندیس رفراکسیون در ۲۰ درجه سلسیوس قرائت شد و مقدار درصد رطوبت مربوطه از جدول رطوبت در استاندارد ملی تعیین گردید(۱).

۲-۳-۱- اندازه گیری میزان مواد جامد محلول در آب

درجه بریکس نمونه های عسل به وسیله دستگاه رفراکتومتر (KRUSS.HRH30, Hamburg, Germany) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرائت گردید (۱).

۲-۳-۲- اندازه گیری میزان قند های احیا کننده Eynon - Lyne

کلیه مواد و محلول های مورد استفاده در این مطالعه توسط شرکت مرک آلمان و سیگما آمریکا تولید شده بودند که شامل: (فهلینگ A و فهلینگ B، ساکارز خالص آزمایشگاهی، اسید کلریدریک غلیظ، فل فتالین، معرف آبی متیلن، هیدرو کسیدسدیم، اسید سولفوریک، تیوسولفات سدیم، ید، فروسیانورپتاسیم، استات روتی، محلول بی سولفیت سدیم، کربنات سدیم ۱۵، کلرید آلومینیوم (Merck, Darmstadt, Germany)، (اسید گالیک، معرف فولین سیو کالبیو، (sigma Chmicals company, DPPH st.Louis USA)

۲-۳-۲- آنالیز روش ها

۱-۳-۲- اندازه گیری میزان درصد رطوبت

بررسی رطوبت و مواد جامد محلول در آب با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (KRUSS. HRH30, Hamburg,

^۱(HMF)-۲-۳-۵-اندازه گیری هیدروکسی متیل فورفورال

سنچش میزان هیدروکسی متیل فورفورال به روش اسپکتروفوتومتری White تعیین گردید (۳۲). پس از شفاف کردن نمونه‌ها توسط معرف‌های کاریز یک و کاریز دو و افزودن بی‌سولفیت سدیم $0/2\%$ و آب مقتدر به ترتیب به محلول شاهد و نمونه، جذب نوری آنها در مقابل محلول شاهد در طول موج‌های ۲۸۴ و ۳۳۶ nm توسط اسپکتروفوتومتر (Hitachi,u- 2000 Japan) UV-VIS اج‌ام‌اف با کم کردن میزان جذب امواج پس زمینه در طول موج ۳۳۶ nm از میزان جذب در طول موج ۲۸۴ nm به دست آمد (۹).

۱-۳-۶-اندازه گیری فنول کل (TPC) ^۱
 ۱ عسل را در ml ۱۰ آب مقطر حل کرده و محلول
 حاصل را از کاغذ صافی واتمن عبور داده، سپس ۰/۵ ml
 از محلول حاصل را با ml ۰/۳ معرف سیوکالتیو مخلوط
 کرده و ۵ دقیقه بعد، ml ۲ کربنات سدیم ۱۵٪ به محلول
 اضافه کرده و سپس با آب مقطر به حجم ml ۵ رسانده شد.
 ۲ ساعت در دمای اتاق در تاریکی قرار داده شد و میزان
 جذب را در طول موج ۷۹۸ نانومتر قرائت گردید. از آب
 مقطر به عنوان شاهد استفاده شد (۱۹). برای رسم منحنی
 استاندارد، ml ۲۵ آسید گالیک را در ml ۰/۰۲۵ (gr)
 آب مقطر حل کرده و سپس طیف وسیعی از استانداردهای
 آسید گالیک (استوک) (-۰/۱ mg/ml) تهیه شد، ۰/۳ ml
 معرف سیوکالتیو، ۲ ml محلول کربنات سدیم ۱۵٪ اضافه
 گردید و جذب محلول ها در طول موج ۷۹۸ نانومتر قرائت
 شد و منحنی رسم گردید (۵).

۷-۳-۲- اندازه گیری فلاونوئید کل (TFC) ۳

۵ میلی لیتر محلول کلرید آلمینیوم ۲٪ (۲ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر متابول) با ۵ میلی لیتر محلول عسل ۰/۱ gr/ml مخلوط شد. جذب نوری پس از ۱۰ دقیقه نگهداری در دمای اتاق در طول موج ۴۱۵ نانومتر در مقابله با لاتک (۵)

$$S = F * 250 * 100 / V * W * 1000$$

S=قندهای احیا کننده در ۱۰۰ گرم نمونه عسل

عيار فهلينج =F

V = میلی لیتر مصرفی بورت

$W = \text{وزن نمونه عسل (گرم)} = 1000$ تبدیل میلی گرم به گرم

۲-۳-۳-۱- تعیین مقدار گلوکز

با استفاده از روش یدومتری و تیتراسیون محلول نمونه عسل آزمون قندهای احیاکننده، درصد گلوکز موجود در نمونه طبق فرمول زیر محاسبه شد (۱).

$$G = 250 * 9.01 * D * 100 / 25 * W * 1000$$

$W =$ وزن ۱ گرم نمونه عسل

D = تفاوت تیوسولفات سدیم مصرفی و شاهد

۲-۳-۳-۲- تعیین مقدار فروکتوز

از تفاوت مقدار قندهای احیا کننده قبل از هیدرولیز با مقدار گلوکز، مقدار فروکتوز به دست آمد. نسبت فروکتوز به گلوکز از تقسیم درصد فروکتوز بر گلوکز محاسبه گردید (۱).

۴-۳-۲- تعیین فعالیت دیاستازی (روش کیفی)

gr ۱۰ نمونه عسل را با ml ۲۰ آب مقطر حل نموده و سپس در دو لوله آزمایش یکی نمونه و دیگری شاهد ۱۰ ml از این محلول را ریخته و به یکی از لوله‌ها که لوله نمونه است ml محلول نشاسته ۱٪ اضافه کرده و آن را در بن ماری با دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۱ ساعت قرار داده، سپس به آن ۱ ml محلول ید اضافه کرده و رنگ حاصل را مشاهده نموده و بلافاصله به لوله دوم که لوله شاهد می‌باشد، ml محلول نشاسته و ۱ ml محلول ید افزوده و رنگ حاصل با رنگ لوله نمونه مقایسه شد. اگر عسل دارای فعالیت دیاستازی باشد رنگ سبز زیتونی یا قهوه ای در محلوط ظاهر می‌شود اگر عسل را زیاد حرارت داده باشند و یا طبیعی نباشد رنگ آبی حاصل می‌شود.^(۳)

1 - Hydroxymethylfurfural

2 - Total Phenol Compounds

3 - Total Flavonoid Compounds

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نمونه ها (آزمون دانکن و LSD) با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۱۸ انجام شد و سطح معناداری در این پژوهش برابر با 0.05 و 0.01 در نظر گرفته شده است. اطلاعات به دست آمده به صورت میانگین \pm انحراف معیار (Mean \pm SD) بیان شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱- رطوبت

میانگین رطوبت نمونه های عسل در محدوده $\pm 1/78$ ($0.15/87 \pm 0.01$) - ($0.13/57 \pm 0.01$) تعیین شد. میانگین این پارامتر در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. میانگین رطوبت همه نمونه عسل های مورد بررسی کمتر از حد اکثر میزان تعیین شده استاندارد کدکس (0.20 ٪) بود. میانگین رطوبت ($0.13/57$ ٪) در عسل های خارشتر منطقه ۳ به طور معنی داری کمتر از سایر نمونه های عسل مورد بررسی بود (جدول ۲). مابقی نمونه های عسل مورد بررسی از نظر میزان رطوبت تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان ندادند (جدول ۲). میزان رطوبت عسل به شرایط مختلف محیطی از جمله عوامل آب و هوایی، فصل برداشت، و درجه بلوغ در کندو بستگی دارد. سطح پایین آب به دست آمده بیانگر برداشت به موقع نمونه های مختلف عسل می باشد. رطوبت بالا می تواند باعث تخریب نامطلوب عسل در طول انبارداری به علت تاثیر مخمرهای اسموفیلیک^۱، کپک^۲ و تشکیل اتیل الکل و دی اکسید کردن شود. الکل نیز می تواند به اسید استیک و آب اکسید شده و باعث طعم ترش در عسل گردد (۲۸). نمونه های عسل خارشتر منطقه ۳ دارای پایین ترین میانگین رطوبت بودند، بنابراین مدت ماندگاری بیشتری نسبت به سایر نمونه ها داشتند. نتایج حاصل از بررسی میزان رطوبت در تحقیق حاضر با نتایج پیری چهره و همکاران (۱۴۰) که میانگین رطوبت تعدادی از نمونه های عسل تولید شده در نواحی مختلف کشور شامل بوشهر، چابهار، دزفول، ایرانشهر، جهرم، جیرفت و رودان را $0.13/67$ ٪ گزارش کردند، همخوانی داشت (۲). همچنین میانگین رطوبت نمونه

میلی لیتر کلرید آلمینیوم و 5 میلی لیتر آب مقطر) قرائت شد (۱۹). برای رسم منحنی استاندارد، 0.050 گرم کوئرستین در 10 میلی لیتر متانول (۰.۹۵٪) حل کرده و در یک بالن 100 میلی لیتری به حجم رسانده شد. طیف وسیعی از استانداردهای کوئرستین 0.0005 ، 0.002 ، 0.005 ، 0.025 ، 0.035 و 0.05 تهیه شد و به همان روش نمونه های عسل، بقیه ترکیبات اضافه شد. در این معادله X مقدار جذب و y مقدار کل ترکیبات فلاونوئید می باشد (۱۹).

$$y = (0.029x - 0.002)$$

۱-۸-۳-۲- ارزیابی فعالیت مهار رادیکال آزاد (DPPH) جذب نمونه ها در طول موج نانومتر 517 بیانگر مقدار DPPH باقی مانده است. عسل در آب گرم یونیزه (0.1 ٪ gr/ml) حل شد و سپس 2 میلی لیتر از این محلول را با 4 میلی لیتر محلول DPPH (0.09 ٪ میلی گرم در میلی لیتر متانول) مخلوط کرده و به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس جذب در 517 نانومتر در مقابل بلانک 2 میلی لیتر آب مقطر و 4 میلی لیتر DPPH (۰.۱٪) قرائت شد. فعالیت مهار رادیکال آزاد^۳ (RSA) به عنوان درصدی از DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (28 کمی تغییر یافته).

AB: جذب استاندارد، AS: جذب بلانک

$$[AB-AS / AB] \times 100$$

$$\%RSA = (Abs.DPPH - Abs. sample/Abs.DPPH) \times 100$$

۱-۹-۳-۲- اندازه گیری شدت رنگ عسل (ABS450) 25 گرم از نمونه های عسل آماده شده را با 50 میلی لیتر آب مقطر رقیق کرده و محلول را با کمک کاغذ صافی صاف کرده و سپس جذب نوری با دستگاه اسپکتروفوتومتری در دو طول موج 450 و 720 نانومتر اندازه گیری شد و اختلاف جذب به عنوان واحد جذب (MAU)^۴ بیان شد (۱۸).

۴-۲- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمون های فیزیکو شیمیایی نمونه های عسل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد سنجش قرار گرفت.

1 - 2,2 diphenyl-1 Picrylhydrazyl

2- radical Scavenging Aactivity

3 - Color Intensity

4 - Mili Absorbance Units

۲، ۳ و ۴ اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). محتوای گلوكز و فروکتوز در عسل تحت تاثیر منشا گیاهان (نوع گل‌ها به عنوان منبع شهد ماده اولیه تولید عسل)، منشا (جغرافیایی)، آب و هواء، فراوری و ذخیره سازی می‌باشد (۱۶). تمام نمونه عسل‌های موجود در این مطالعه عسل تازه و طبیعی بودند. گل‌های مختلف بر ترکیب شیمیایی شهد تاثیر دارند، بنابراین ترکیب شیمیایی عسل بر روی مقدار گلوكز و فروکتوز تاثیر می‌گذارد. در انواع عسل میزان فروکتوز بالاتر از گلوكز است و این سبب سیالیت نمونه‌های عسل می‌شود. گلوكز نسبت به فروکتوز کمتر محلول در آب است و نسبت فروکتوز به گلوكز به شدت وابسته به منبع نکار می‌باشد. میانگین درصد نسبت فروکتوز به گلوكز در نمونه عسل‌های مورد بررسی در تحقیق حال حاضر به جز یک مورد (نمونه عسل‌های گون منطقه ۱)، سایر نمونه‌های عسل با حداقل میزان تعیین شده استاندارد کدکس (۰/۰۹٪) همخوانی داشتند. در این پارامتر عسل‌های یونجه تغذیه‌ای بیشتری برخوردار بودند. جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) میانگین درصد نسبت فروکتوز به گلوكز در نمونه‌های عسل جمع‌آوری شده از استان گلستان را ۱/۳۲٪ گزارش کردند. که نتایج ایشان با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۳). همچنین میانگین درصد نسبت فروکتوز به گلوكز نمونه عسل‌های مورد تحقیق با نتایج پری چهره و همکاران (۱۴۰۰) و کامکار و خدابخشیان (۱۳۹۵) همخوانی داشت (۶).

۴-۳-ساکارز قند غیر احیا کننده

میانگین ساکارز نمونه‌های عسل ۴ منطقه در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین این پارامتر در محدوده $\pm ۱/۶۳$ (٪/۰.۲/۳)– $۱/۱۳$ (٪/۰.۶/۶۱) می‌باشد. عسل‌های یونجه منطقه ۳ بیشترین میانگین درصد ساکارز (٪/۰.۶/۶۱) و عسل‌های یونجه منطقه ۲ کمترین میانگین درصد ساکارز (٪/۰.۲/۴) را نشان دادند ($p < 0.05$). بین نمونه عسل‌های یونجه منطقه ۲ نمونه عسل‌های یونجه منطقه ۳ و ۴ تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). و نیز همچنین بین عسل‌های گون منطقه

عسل‌های مورد بررسی با نتایج پژوهش باکور و همکاران (۲۰۲۰) و القمدی و همکاران (۲۰۱۷) نیز همخوانی داشت (۱۱، ۱۰).

۴-۴-درصد بریکس

میانگین مواد جامد محلول یا درجه بریکس نمونه‌های عسل در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین درصد بریکس در بین نمونه‌های عسل در محدوده $(٪/۰.۸۲/۶ \pm ۰.۵/۹)$ – $٪/۰.۸۵/۳۳$ قرار گرفت. عسل‌های گون منطقه ۴ بیشترین میانگین بریکس (٪/۰.۸۵/۳۳) و عسل‌های خارشتر منطقه ۴ کم ترین میانگین بریکس (٪/۰.۸۲/۶۰) را نشان دادند ($p < 0.05$). بین نمونه‌های عسل خارشتر منطقه ۳ و عسل‌های گون منطقه ۴ با نمونه عسل‌های خارشتر منطقه ۴ و عسل‌های گون منطقه ۱ و ۳ اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p < 0.05$). مواد جامد محلول تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله نوع گل و موقعیت جغرافیایی است. مقادیر غیر طبیعی (بیشینه ٪/۰.۸۵) درجه بریکس می‌تواند شاخص قابل اطمینان برای تشخیص تقلب در عسل باشد. میانگین درصد بریکس نمونه عسل‌های مورد بررسی در تحقیق حال حاضر با نتایج گزارش شده توسط ساکستا و همکاران (۲۰۱۰) که میانگین بریکس ٪/۷۶–٪/۸۸ نمونه عسل هندی را در محدوده ٪/۷۶–٪/۸۸ گزارش کردند، همخوانی داشت (۲۹). همچنین میانگین درصد بریکس نمونه عسل‌های مورد مطالعه با نتایج پژوهش جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) و برآگا و همکاران (۲۰۲۰) نیز همخوانی داشت (۱۴، ۳).

۴-۵-نسبت فروکتوز به گلوكز

طبق استاندارد کدکس حداقل میزان نسبت فروکتوز به گلوكز ٪/۰.۹ درصد می‌باشد. میانگین این پارامتر در نمونه‌های عسل گیاهان ۴ منطقه در جدول ۲ نشان داده شده است. میانگین این پارامتر در نمونه‌های عسل در محدوده $\pm ٪/۰.۲/۰$ (٪/۰.۰/۸۲–٪/۰.۱/۲۴) قرار گرفت. عسل‌های گون منطقه ۱ کمترین میانگین نسبت فروکتوز به گلوكز (٪/۰.۸۲) را در بین ٪/۰.۸۴ نمونه نشان دادند ($p < 0.05$). بین نمونه عسل‌های گون منطقه ۱ با عسل‌های گون منطقه ۲، ۳ و ۴ و عسل‌های خارشتر منطقه ۱، ۲ و ۴ و عسل‌های یونجه منطقه ۱،

ایشان با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۳۱). همچنین میانگین درصد ساکارز نمونه عسل های مورد تحقیق با نتایج مطالعه جلیلیان و همکاران (۱۳۹۲) و آدگابا و همکاران (۲۰۲۰) نیز همخوانی داشت (۳، ۷). گولر^۱ و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی بعد از مقایسه مقادیر قند ساکارز در عسل طبیعی و تقلیلی بیان کردند که اندازه گیری این فاکتور در عسل معیار دقیقی برای جداسازی عسل تقلیلی نمی باشد. چون به علت تولید آنزیم اینورتاز توسط زنبوران کارگر مقداری از ساکارز می تواند به گلوکز و فروکتوز تبدیل شود و عسلی که با تغذیه بیش از حد زنبور با شیره شکر تولید شده بود حاوی مقادیر ساکارز کمتر از حد اکثر مجاز استاندارد بود (۲۲).

۳-هیدروکسی متیل فورفورال

میانگین هیدروکسی متیل فورفورال نمونه های عسل در جدول ۲ نشان داده است. محدوده این پارامتر در نمونه عسل های بررسی شده بین $(2/39 \pm 2/15) - (\pm 5/74 \pm 27/56)$ mg/kg قرار گرفت. عسل های خارشتر منطقه ۲ کمترین میانگین HMF (۲/۱۵ mg/kg) را در بین نمونه های دیگر داشت ($>0/05$). بین نمونه عسل های یونجه منطقه ۲ با خارشتر منطقه ۲ و گون منطقه ۲ اختلاف معنی داری وجود داشت ($>0/05$). کدکس و اتحادیه اروپا نیز اگرچه حد اکثر حد مجاز HMF را در عسل 40mg/kg عنوان کرده اند، اما مواردی شامل 80mg/kg برای عسل های کشورهایی با آب و هوای گرم سیری و 15mg/kg برای عسل های با یک سطح فعالیت آنزیمی پایین را استناد دانستند (۲۱). میزان HMF شاخصی برای تازگی عسل می باشد. مقادیر بالای HMF نشانگر یک مشکل بهداشتی نیست (۳۲) و بعضی از محققین (۲، ۳۲) پیشنهاد نمودند که این میزان می تواند تا 80mg/kg افزایش یابد (۳۲). میانگین میزان HMF در نمونه عسل های مورد مطالعه کمتر از حد اکثر میزان تعیین شده استاندارد کدکس بود. کمترین میزان HMF مربوط به عسل های خارشتر منطقه ۲ بود، بنابراین می توان نتیجه گرفت که عسل های خارشتر منطقه ۲

۱ و عسل های خارشتر منطقه ۳ تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$). عسل های یونجه منطقه ۱ با یونجه منطقه ۳ و ۴ و گون منطقه ۱ نیز اختلاف معنی داری را از نظر میزان ساکارز نشان دادند ($<0/05$). محتوای قند عسل عمدها فروکتوز (٪۳۸)، گلوکز (٪۳۱) و به مقدار کمتر ساکارز (٪۱) وزنی / حجمی می باشد. محتوای ساکارز در نمونه عسل پارامتر قابل توجهی برای ارزیابی کیفیت عسل می باشد. میانگین درصد ساکارز در اکثر نمونه عسل های مورد بررسی از حد اکثر میزان تعیین شده توسط استاندارد کدکس کمتر بودند به جز در نمونه عسل های گون منطقه ۱ و نمونه عسل های یونجه منطقه ۳ و ۴ که بالاتر از حد اکثر میزان استاندارد کدکس (٪۵) بودند. مقدار زیاد ساکارز معمولا از برداشت زود هنگام عسل ناشی می شود، چون ساکارز نمی تواند طی فعالیت های آنزیم اینورتاز به طور کامل به فروکتوز و گلوکز تبدیل شود. بالا بودن مقدار ساکارز در عسل می تواند نشان دهنده تغذیه زنبورها با محلول آب و شکر هم باشد که یکی از دلایل مهم کاهش علاوه مندی مصرف کنندگان به حساب می آید (۱۹). به طور کلی حد مجاز ساکارز عسل بر اساس استاندارد کدکس حد اکثر ٪۵ می باشد که البته این میزان برای زنبورهای عسل تغذیه کرده از گیاهان مختلف متفاوت است، به طوری که حد مجاز ساکارز در عسل های تک گل نظیر مرکبات، یونجه، شبدر، ماش معطر (اسپرس) و افacia ۱٪ و برای اسطوخودوس ۱۵٪ تعیین شده است. این موضوع نشان دهنده تاثیر گونه گیاهی مورد استفاده زنبورهای عسل بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی عسل است (۲۹)، که نمونه عسل های یونجه با توجه به موارد فوق الذکر از حد اکثر میزان استاندارد کدکس که برای برخی از عسل های تک گل تعیین شده است (٪۱۰)، کمتر بود. نمونه عسل های یونجه منطقه ۲ کمترین میانگین ساکارز (٪۲/۳) را نشان دادند، بنابراین، در این پارامتر نمونه عسل های یونجه منطقه ۲، از ارزش غذایی بالاتری نسبت به سایر نمونه های عسل مورد بررسی برخوردار بودند. طارق و همکاران (۲۰۲۲) میانگین درصد ساکارز در ۱۲ نمونه عسل پاکستان را در محدوده $0/02-2/35$ ٪ گزارش کردند که نتایج

مقدار این آنزیم در عسل‌های حرارت دیده و عسل‌هایی با ماندگاری طولانی کاهش می‌یابد. وجود این آنزیم نشان دهنده تازگی عسل می‌باشد (۱۰). مقدار دیاستاز می‌تواند در حین نگهداری در دمای معمولی کاهش پیدا کند (۲۰). این پارامتر به صورت کیفی اندازه‌گیری شد، تمامی نمونه عسل‌های مورد بررسی دارای فعالیت آنزیم دیاستاز بودند که این نتایج نشان‌دهنده این است که نمونه‌های عسل تازه بوده و دارای روش‌های فراوری و نگهداری مناسب بعد از تولید می‌باشند. نتایج حاصل در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط خان‌بابائی و همکاران (۲۰۱۸) که دیاستاز ۹۶ نمونه عسل در استان کردستان را به صورت کیفی ارزیابی کردند همخوانی داشت (۴).

نسبت به سایر نمونه‌های مورد بررسی در این پارامتر دارای کیفیت بالاتری بودند. میانگین HMF در نمونه عسل‌های مورد بررسی در تحقیق حال حاضر با نتایج گزارش شده توسط القمی و همکاران (۲۰۱۷) که میانگین HMF در نمونه عسل‌های عربستان را ۳/۱۷ mg/gr گزارش کردند، همخوانی داشت (۹). همچنین میانگین HMF نمونه عسل‌های مورد مطالعه با نتایج پژوهش پری چهره و همکاران (۱۴۰۰) و صالح‌نژاد و حسینی‌بور (۲۰۱۹) مطابقت داشت (۲۸).

۶-۵-دیاستاز

دیاستاز به نام آنزیم آلفا آمیلاز نیز شناخته می‌شود. این آنزیم درون شهد گل وجود دارد، اما در حین جمع‌آوری و تکامل شهد، توسط زنبور عسل نیز به آن اضافه می‌شود.

جدول ۲- ارزیابی شاخص‌های فیزیکوشیمیابی نمونه‌های عسل گیاهان خارشتر، گون و یونجه در ۴ منطقه مورد بررسی

نوع گیاه	منطقه	درصد رطوبت	درصد بریکس	درصد ساکارز	اج ام اف (mg/kg)
خارشتر	۱	۱۴/۳۰±۰/۹۶ ^{ab}	۸۴/۱۱±۰/۷۶ ^{bc}	۱/۰۷±۰/۱۱ ^{bc}	۳/۵۶±۱/۰۸ ^{abc}
خارشتر	۲	۱۴/۸۴±۰/۸۶ ^{abc}	۸۳/۱۴±۰/۹۰ ^{ab}	۱/۰۴±۰/۱۷ ^{bc}	۴/۲۹±۰/۷۷ ^{abcd}
خارشتر	۳	۱۳/۵۷±۰/۰۱ ^d	۸۵/۱۳±۱/۴۶ ^{cd}	۰/۹۷±۰/۴۱ ^{ab}	۴/۹۵±۲/۷۶ ^{ab}
خارشتر	۴	۱۵/۵۰±۰/۷۳ ^{bc}	۸۲/۶۰±۰/۰۵ ^a	۱/۱۱±۰/۱۹ ^{bc}	۳/۶۷±۱/۸۱ ^{abcd}
گون	۱	۱۵/۲۳±۱/۳۲ ^{bc}	۸۲/۸۷±۱/۲۵ ^{ab}	۰/۸۲±۰/۲۰ ^a	۵/۲۹±۲/۶۳ ^{cdf}
گون	۲	۱۴/۶۰±۰/۳۵ ^{abc}	۸۳/۷۴±۰/۴۴ ^{ab}	۱/۰۵±۰/۰۵ ^{bc}	۳/۵۹±۲ ^{abc}
گون	۳	۱۵/۳۳±۰/۸۰ ^{bc}	۸۲/۷۷±۱/۱۰ ^{ab}	۱/۰۲±۰/۰۶ ^b	۳/۸۱±۱/۴۱ ^{abcd}
گون	۴	۱۴/۳۳±۱/۸۰ ^{ab}	۸۵/۳۳±۰/۵۰ ^d	۱/۱۲±۰/۱۱ ^{bc}	۳/۸۱±۰/۴۷ ^{abcd}
یونجه	۱	۱۴/۵۶±۰/۰۴ ^{abc}	۸۳/۵۹±۰/۶۶ ^{ab}	۱/۱۲±۰/۰۷ ^{bc}	۲/۱۳±۱/۰۵ ^{ab}
یونجه	۲	۱۵/۸۷±۱/۷۸ ^c	۸۳/۳۹±۰/۸۶ ^{ab}	۱/۲۴±۰/۰۸ ^c	۲/۳±۱/۶۳ ^a
یونجه	۳	۱۴/۶۷±۰/۶۲ ^{abc}	۸۳/۴۶±۰/۷۸ ^{ab}	۱±۰/۰۸ ^{ab}	۶/۶۱±۱/۱۳ ^f
یونجه	۴	۱۴/۹۳±۱/۶ ^{abc}	۸۳/۵۶±۲/۲۶ ^{ab}	۱/۰۳±۰/۱۳ ^b	۵/۶۹±۱/۴۳ ^{df}

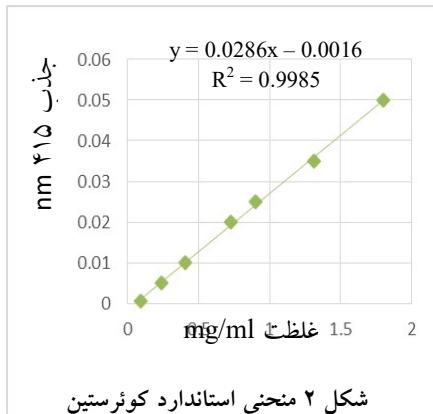
*حروف نامشترک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار نمونه‌های عسل در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

۷-۳- ترکیبات فنلی کل

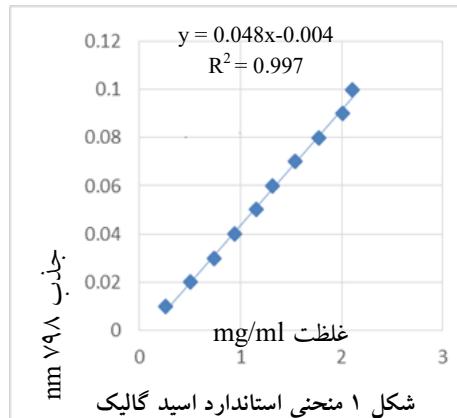
۸-۳- فلاونوئید کل

میانگین کل ترکیبات فلاونوئید نمونه های عسل در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین این پارامتر در محدوده $mg \text{ mg} / 0.00038 - 0.00048$ (۰.۰۰۳۸ - ۰.۰۰۴۸) اسید کوئرستین در 100 gr قرار گرفت. در بین ۸۴ نمونه عسل از ۴ منطقه مورد بررسی عسل های گون منطقه ۲ بالاترین میانگین فلاونوئید (0.0048 ± 0.00048) را نشان دادند ($p < 0.05$). عسل های گون منطقه ۲ بیشترین اختلاف معنی دار را با سایر نمونه های عسل مورد بررسی داشتند ($p < 0.05$).

میانگین ترکیبات فنلی کل نمونه های عسل ۴ منطقه در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین این پارامتر در محدوده $(0.0028 \pm 0.00084) - (0.0017 \pm 0.00098)$ gr عسل قرار گرفت. در نمونه عسل گالیک اسید در 100 gr قرار گرفت. در نمونه عسل خارشتر و گون منطقه ۴ مقدار ترکیبات فنلی کل (0.0017 ± 0.00084) به طور معنی داری بیشتر از سایر نمونه های عسل مورد بررسی بود ($p < 0.05$). عسل های یونجه منطقه ۳ نیز کمترین میانگین فل کل (0.00084 ± 0.0005) نشان دادند ($p < 0.05$). عسل های یونجه منطقه ۲ و ۳ با عسل های گون منطقه ۴ و خارشتر منطقه ۱ و ۴ اختلاف معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$).



شکل ۲ منحنی استاندارد کوئرستین



شکل ۱ منحنی استاندارد اسید گالیک

كمی سازی محتوای فنلی کل از اهمیت برخوردار است. همچنین این مواد می توانند به عنوان شاخص های منشا گیاهی و یا جغرافیایی و منبع گل مورد استفاده قرار گیرند. بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که مصرف منظم فلاونوئید با کاهش خطر بیماری های قلبی عروقی همراه است (۲۲). بیشترین میزان اسیدهای فنولیک در عسل های خارشتر و عسل های گون منطقه ۴ مشاهده شد و همچنین بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به عسل های خارشتر منطقه ۴ بود، بنابراین عسل های فوق الذکر در این پارامتر نسبت به سایر نمونه های مورد بررسی دارای ارزش تغذیه ای بالاتری بودند. میانگین فل کل در نمونه عسل های مورد بررسی در تحقیق حاضر با نتایج گزارش

۸-۳- فعالیت آنتی اکسیدانی

میانگین درصد فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های عسل ۴ منطقه در جدول ۳ نشان داده شده است. فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های عسل در محدوده $(4/55 \pm 21/55) - (44/31 \pm 20/81)$ قرار گرفت. نمونه عسل های خارشتر منطقه ۴ در مقایسه با مناطق دیگر، بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی ($44/31 \pm 20/81$) را دارا بودند ($p < 0.05$). بین نمونه عسل های خارشتر منطقه ۴ با عسل های خارشتر منطقه ۲ و ۳، عسل های گون منطقه ۱، ۲ و ۳ و همچنین عسل های یونجه منطقه ۲، ۳ و ۴ اختلاف معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$). ترکیبات فلی گروه مهمی از ترکیبات هستند که بر خصوصیات ظاهری و عملکردی عسل تاثیر می گذارند. بنابراین، با توجه به ارزیابی اولیه خواص عسل، شناسایی و

در تحقیق حاضر با نتایج پژوهش دوبرو و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت (۱۸).

۳-۱۱-همبستگی میان صفات کیفی عسل‌های مورد بررسی

آزمون تعیین همبستگی بین پارامترهای کیفی عسل در جدول ۴ و شکل ۳ نشان داده شده است. در این آزمون همبستگی مثبت، مستقیم و شدیدی بین ترکیبات فنولی با DPPH (۰/۷۰۸) و شدت رنگ با ترکیبات فلزی (۰/۶۷۸) همچنین هبستگی مثبت، مستقیم و شدیدی بین ترکیبات رادیکال آزاد با شدت رنگ (۰/۷۰۴) مشاهده شد. همبستگی مثبت، مستقیم و ضعیفی بین پارامترهای نسبت فروکتوز به گلوکز و HMF (۰/۲۵۰) مشاهده شد. همبستگی مثبت، معکوس و شدیدی بین پارامترهای ساکارز و نسبت فروکتوز به گلوکز (۰/۵۴۳)، همچنین همبستگی مستقیم، مثبت و ضعیفی بین شدت رنگ و رطوبت (۰/۲۱۷) مشاهده شد. نتایج حاصله در این تحقیق با نتایج گزارش شده گردید. نتایج حاصله در این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط دانگ و همکاران (۲۰۱۳) که همبستگی بالایی بین فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH و ترکیبات فنولیک (۰/۸۹) را نشان می‌دهد همخوانی دارد (۱۷). آن‌ها بیان کردند که تغییر در فعالیت آنتی اکسیدانی عسل‌ها به علت ماهیت کمی و کیفی ترکیبات فنولیک عسل می‌باشد همچنین در تحقیق دیگری کاماردین مهدی‌یوسف و همکاران (۲۰۱۱) همبستگی بالایی بین فعالیت آنتی اکسیدانی و ترکیبات فنولیک (۰/۷۳) نمونه‌های عسل مالتزی گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۲۳).

شده توسط بصیری و همکاران (۱۳۹۶) که میانگین فل کل چند نمونه عسل را در سه منطقه استان خراسان رضوی در محدوده (۰/۰۴۷-۰/۰۵۲) mg گالیک اسید در ۱۰۰ gr گزارش کردند، همخوانی داشت (۱). همچنین نتایج حاصله در تحقیق حاضر با نتایج پژوهش کامکار و خدابخشیان (۱۳۹۵)، دانگ و همکاران (۲۰۱۳) و استاگوس و همکاران (۰/۰۱۸)، مطابقت داشت (۶، ۱۷، ۳۰).

۳-۱۰-۳-شدت رنگ

میانگین شدت رنگ نمونه‌های عسل چهار منطقه در جدول ۳ نشان داده شده است. شدت رنگ نمونه‌های عسل در mAU محدوده (۰/۱۹۶ ± ۰/۰۵۳) - (۰/۱۹۱) قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین شدت رنگ موجود در عسل‌های خارشتر منطقه ۱ بیشترین (۰/۲۷۵) و نمونه عسل‌های خارشتر منطقه ۲ کمترین میزان شدت رنگ (۰/۱۹۶) را دارا بودند ($p < 0/05$). اختلاف معنی‌داری در شدت رنگ نمونه‌های عسل مورد بررسی وجود نداشت ($p > 0/05$). رنگ عسل اولین خاصیت فیزیکی عسل است و بر حسب اینکه عسل متعلق به کدام منطقه و کدام گل باشد متفاوت است. دامنه رنگ‌های عسل گسترده و متنوع می‌باشد. رنگ عسل را با استفاده از روش‌های طیف سنجی مرئی به طور علمی و دقیق می‌توان اندازه‌گیری کرد (۳۰). میانگین شدت رنگ نمونه عسل‌های مورد مطالعه در تحقیق حال حاضر با نتایج گزارش شده توسط ال.فارسی و همکاران (۲۰۱۸) که شدت رنگ ۲۶ نمونه عسل در عمان را در محدوده (۱۲۹/۸-۳۳۶/۲) mAU گزارش کردند، مطابقت داشت (۱۴). همچنین نتایج حاصله از شدت رنگ

جدول ۳- ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه های عسل گیاهان گون، خارشتر و یونجه در ۴ منطقه مورد بررسی

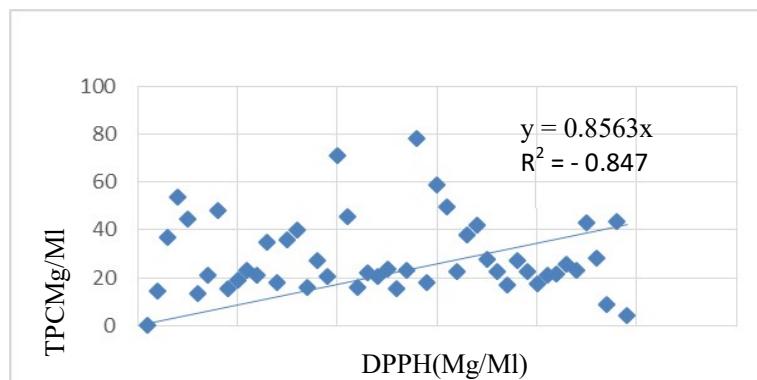
نوع گیاه	منطقه	فتوول کل mg/GAE/100 gr	فلاؤنوثیڈ کل mgQE/100 gr	درصد رادیکال آزاد شدت رنگ mAu
خارشتر	۱	۰/۰۱۶ ± ۰/۰۰۳۵ ^{bcd}	۰/۰۰۲۵ ± ۰/۰۰۱۰ ^a	۴۲/۷۰ ± ۱۵/۳۵ ^{bcd}
خارشتر	۲	۰/۰۱۴ ± ۰/۰۰۳۴ ^{abc}	۰/۰۰۳۰ ± ۰/۰۰۱۴ ^a	۲۷/۲۲ ± ۲۲/۶۳ ^{ab}
خارشتر	۳	۰/۰۱۱ ± ۰/۰۰۱۴ ^{ab}	۰/۰۰۲۶ ± ۰/۰۰۱۰ ^a	۲۲/۵۳ ± ۱/۷۱ ^a
خارشتر	۴	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰۹۸ ^c	۰/۰۰۲۷ ± ۰/۰۰۱۰ ^a	۴۴/۳۱ ± ۲۰/۸۱ ^c
گون	۱	۰/۰۱۴ ± ۰/۰۰۴۹ ^{abc}	۰/۰۰۲۷ ± ۰/۰۰۱۵ ^a	۲۹/۱۱ ± ۱۱/۱۲ ^{abc}
گون	۲	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۰۴۹ ^{abc}	۰/۰۰۴۸ ± ۰/۰۰۳۴ ^b	۲۳/۱۰ ± ۵/۵۲ ^a
گون	۳	۰/۰۱۳ ± ۰/۰۰۴۷ ^{abc}	۰/۰۰۱۳ ± ۰/۰۰۰۳۸ ^a	۲۵/۴۸ ± ۱۵/۳۳ ^a
گون	۴	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۰۸۴ ^c	۰/۰۰۲۳ ± ۰/۰۰۰۷ ^a	۳۴/۹۴ ± ۱۵/۰۸ ^{abc}
یونجه	۱	۰/۰۱۱ ± ۰/۰۰۲۱ ^{abc}	۰/۰۰۲۷ ± ۰/۰۰۰۶ ^a	۳۳/۲۷ ± ۱۴/۶۸ ^{abc}
یونجه	۲	۰/۰۰۹۴ ± ۰/۰۰۱۵ ^a	۰/۰۰۲۷ ± ۰/۰۰۰۴ ^a	۲۲/۷۱ ± ۲/۱۶ ^a
یونجه	۳	۰/۰۰۸۴ ± ۰/۰۰۲۸ ^a	۰/۰۰۲۳ ± ۰/۰۰۲۸ ^a	۲۱/۵۵ ± ۴/۷۱ ^a
یونجه	۴	۰/۰۱۲ ± ۰/۰۰۲۹ ^{abc}	۰/۰۰۲۲ ± ۰/۰۰۰۹ ^a	۲۳/۳۳ ± ۱۶/۹۲ ^a

* حروف حروف نامشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار نمونه های عسل در سطح ۰/۰۵ می باشد

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسن میان صفات کیفی نمونه عسل‌های مورد بررسی

ساکارز گلوكز	نسبت فروكتوز به گلوكز	اجام اف	رنگ	فتوت	فنول كل	راديكال آزاد	فلاؤنوئيد كل
۱	-۰/۵۴۳**	۱					
	به گلوكز						
	اجام اف	۰/۲۵۰*	۰/۰۴۸				
	رطوبت	۰/۲۰۰	۰/۰۰۳	۰/۱۲۵			
	فنول كل	۰/۱۵۰	-۰/۰۰۵	-۰/۰۶۷	-۰/۱۶۷		
	شدت رنگ	۰/۲۱۷*	۰/۶۷۸**	۰/۰۶۵	-۰/۱۱۱	-۰/۰۶۵	
	راديكال آزاد	۰/۷۰۴**	۰/۷۰۸**	۰/۱۹۷	۰/۰۳۹	۰/۰۴۴	-۰/۰۳۹
۱	فلاؤنوئيد كل	۰/۱۴۵	۰/۱۹۰	۰/۱۴۷	۰/۰۴۲	-۰/۱۵۸	۰/۰۶۷
							۰/۰۰۶

علامت ** نشان دهنده همبستگی معنادار در سطح (۰/۰۱) و علامت * نشان دهنده همبستگی معنادار در سطح (۰/۰۵) می باشد



۴-نتیجه‌گیری

این اولین مطالعه‌ای است که به بررسی خواص فیزیکو شیمیایی و آنتی اکسیدانی عسل های طبیعی خارشتر، گون و یونجه در مناطق مختلف استان خراسان رضوی می‌پردازد. در بررسی انجام شده بر روی عسل های گیاهان خارشتر، گون و یونجه در ۴ منطقه استان خراسان رضوی شاخص های رطوبت و درجه برقیس، نسبت فروکتوز به گلوكز، ساکارز، هیدروکسی متیل فورفورال، فعالیت دیاستازی و خواص آنتی اکسیدانی عسل مورد ارزیابی قرار گرفتند و نتایج حاصل از نمونه های مورد مطالعه مطابق با استاندارد ملی کشور و کد کس بود. کمترین میانگین رطوبت به ترتیب مربوط به نمونه عسل های خارشتر منطقه ۳، عسل های گون منطقه ۴ و عسل های یونجه منطقه ۱ بود، بنابراین این نمونه ها نسبت به سایر نمونه های مورد بررسی، مدت ماندگاری بیشتری در طول انبارداری دارند. عسل های دارای منابع گیاهی متفاوت دارای رنگ و طعم متفاوت بوده و گل های بومی منطقه که در هر شهری منحصر به فرد هستند بر خواص عسل تولیدی تاثیر گذاشته که در نهایت با اندازه گیری خواص عسل ها می توان ثابت کرد که تحت تاثیر پوشش گیاهی غالب آن منطقه می باشد. همچنین بیشترین میزان ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به عسل های خارشتر بود در حالی که نمونه عسل های یونجه کمترین میزان ترکیبات فنولیک و آنتی اکسیدانی را در بین نمونه های مطالعه شده نشان دادند، بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت نمونه عسل های خارشتر به دلیل بالا بودن خواص آنتی اکسیدانی و پایین بودن درصد رطوبت، درجه برقیس، نسبت فروکتوز به گلوكز و هیدروکسی متیل فورفورال دارای ارزش تغذیه ای بالاتری هستند. همچنین در این پژوهش مشخص گردید که همبستگی بالایی بین ترکیبات فنلی کل و میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عسل وجود دارد که این نتیجه نشان دهنده این است که ترکیبات فنلی یکی از مهمترین عوامل ایجاد کننده خاصیت آنتی اکسیدانی عسل می باشند. بنابراین تعیین میزان ترکیبات کل فنلی در عسل می تواند شاخص مناسبی جهت ارزیابی میزان فعالیت آنتی اکسیدانی عسل و استفاده درمانی

۵-سپاسگزاری

از جناب اقای دکتر صالح صالح نژاد، جناب اقای مهندس علی عمارلو و شرکت عسل کوهدشت سپاسگزارم.

۶-منابع

۱. بصیری ش، غیبی ف، بصیری ن. تاثیر فصل برداشت عسل بر ویژگی های فیزیکو شیمیایی، میکروبی و آنتی اکسیدانی آن. دو فصل نامه علمی ترویجی علوم و فنون زنبور عسل ایران. ۱۳۹۷؛ (۹): ۲۹-۲۸.
۲. پری چهره ش، طهماسبی غ، خاکی پ، بابایی م. بررسی خواص فیزیکو شیمیایی عسل زنبور عسل کوچک (*Apis florea*) در مناطق جنوبی کشور. نشریات علمی کشاورزی. ۱۴۰۰؛ (۳۴): ۱۴۰۰-۱۳۹۷.
۳. جلیلیان ح. ر، ییک نژاد د، چایچی م. ج. بررسی خواص فیزیکو شیمیایی نمونه های عسل استان گلستان. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذا/ی. ۱۳۹۲؛ (۶): ۲۶.
۴. خان بابائی ه، خضری م، بهمنی ح. ر، صالحی ص. ۱۳۹۶. بررسی تاثیر زمان و ظرف بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی عسل های تولیدی استان کردستان. بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنترج، ایران.

- honey of Pakistan. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences.* 2016; 9 (4): 40-49.
13. Boussaid A, Chouaihi M, Rezig H, Donsi F. Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of chemistry.* 2014; 11:265-274.
 14. Braga D. C, Liberato M, Lima V, Araujo N. J. 2020. Analytical study of the physicochemical characteristics from *Melipona subnitida* D. honey in adequation to Brazilian law. *Food Science and Technology*, Print version ISSN0101-2061.
 15. chua L. s, Norrul L. A, Rahaman N .A. A, Ti Tjih E. T. 2013. Antioxidant Activity of Three Honey Samples in relation with Their Biochemical Components. Article ID 313798.
 16. DaSilva P. M, Gauche C, Gonzaga L.V, Costa A.C.O, Fett R. Honey Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem.* 2016;196: 309–323.
 17. Dong R.Y, Zheng, B Xu. Phenolic profiles and antioxidant capacities of Chinese unifloral honeys from different botanical and geographical sources, *Food and Bioprocess Technology.* 2013; 6: 762-770.
 18. Dubero S, Minaleshawa A, Mesfin R, Twabech Z. Total phenols and antioxidant activities of natural honey and propolis collected from different geographical regions of Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia.* 2015; 29(2):163.
 19. Elimam A. M, AShati A, wed Alaerjani M. A. Acacia honey from different altitudes ; total phenols and flavonoids, laser – induced El sohamy,S.A. Masry, S.H.D.Shekata, M.G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from differet origins. *Annals Agricultural Sciences*, Volume fluorescence (LIF) spectra , and anticancer activity. 2020; 48(8); 0300060520943451.
 20. Grigoryan K. Safety of Traditional and Ethnic Foods(ed.). Academic Press. Yerevan12. Gzik, A. 1996. Accumulation of proline and pattern of α -amino acids in sugar beetplantsin
 5. سپهری فر ر، حسنلو ط. بررسی ترکیبات پلی فنلی، آنتوسیانین‌ها و فلاونورئیدهای تام و خواص آنتی اکسیدانی گیاه دارویی قره قاط (Vaccinium. arctostaphylos L) آوری شده از چهار منطقه ایران. *فصلنامه گیاهان دارویی.* ۱۳۸۱؛ پیاپی ۳۳.
 6. کامکار ا، خدا بخشیان س. تعیین میزان ترکیبات فنولی، فعالیت‌های آنتی رادیکالی و آنتی اکسیدانی عسل سبلان. *مجله تحقیقات دامپزشکی.* ۱۳۹۵؛ ۷۲(۱) : ۶۱-۵۳.
 7. Adgaba N, Ghamdi A, Sharma D, Tadesse Y. Physicochemical, antioxidant and anti-microbial properties of some Ethiopian mono-floral. honeys. *Sci.Technol.* 2020; vol.40.
 8. Al-farsi M, Al-Amri A, Al-Hadhrami A, Al- Belushi S. h. Color, Flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. 2018; 4(10). e00874.
 9. Al-Ghamdi A. S. E, Mohammed M. J, Ansariand N, Adgaba. Comparison of Physicochemical properties and affects of heating on stored *Apis mellifera* and *Apis florea* honey . *Soudi journal of Biological Sciences.* 2017; 26: 845.
 10. Amir Y. A, Yesli M, Bengana R, Sadoudi and Amrouche T. Physico-chemical and microbiological assessment of honey from Algeria. *Electronic Journal of Environmental. Agricultural and Food Chemistry.* 2010; 9:1-5.
 11. Bakour M. l, Laaroussi H. 1, Bouddine T.1, Ousaaid D. 1, Badiaa L. Physicochemical Properties, Mineral Content, Antioxidant Activities, and Microbiological Quality of *Bupleurum spinosum* Gouan Honey from the Middle Atlas in Morocco. *Journal of Food Quality*,Volume 2020, Article ID 7609454, 12 pages
 12. Blouch A, Mahmood R, Rafique K, Asif Shaheen F, Munir M, Qayyum A, Ali R. Comparative analysis of physicochemical properties of honey from ecological zones and branded

- electrode array detection and electrospray ionization mass spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.* 2011; 400: 2555-2563.
27. Rajchl A, Drgová L, Grégová A, Čížková H, Ševčík R, Voldřich M. Rapid determination of 5-hydroxymethylfurfural by DART ionization with time-of-flight mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem.* 2013; 405:4737-4745.
28. Salehnezhad S, Hosseinpour S .2019. Characterization of Apitherapy Honey For Medical Applications Chermahini. DOI:10.26717/BJSTR.2019.22.00375 1.
29. Saxena S, Gautam S, Sharma A. Physical biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*. 2010; 118: 391-397.
30. Stagos D, Nikolaos S, Christina T, Stamatina P, Charalampou A, Alexandros N, et al. Antibacterial and antioxidant activity of different types of honey derived from Mount Olympus in Greece, *International Journal of Molecular Medicine*. 2018; 42(2):726-734.
31. Tariq K, Iqbal S, Fraz M. Quantifying physicochemical properties of honey collected from different floral sources of ISLAMABAD and MARDAN REGIONS, *Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan*. 2022; 5(1): 10-19
32. White J. W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee world*. 1994; 75:104-11.
- response to osmotic, water and salt stress. *Environmental and Experimental Botany*. 2016;36:29.
21. Gul A, Pehlivan T. Antioxidant activites of some monofloral honey types produced acrooss Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2018; 25(6): 1056-1065.
22. Guler A, Bakan A, Nisbet C, Yavuz O. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chemistry*. 2007; 105: 1119–1125.
23. Kamaruddin M. Y, Saba Zuhair H, Makpol S, Anum Mohd, Y. Y. Antioxidant Capacities and Total Phenolic Contents Increase with Gamma Irradiation in Two Types of Malaysian Honey. 2011; 16(8): 6378-6395.
24. Mahfuza sh, Solaman Md, Alam N, Ibrahim Khalil Md. 5 Hydroxy methyl furfual (HMF) levels in honey and other food products:effects on bees and human health. *chmistry central Journal*. 2018; 12(1):35 DOI:10.1186/s13065-018-0408-3.
25. Mekuanint L, Meareg A. Comparative evaluation of analytical methods for determining the antioxidant activites of honey: Areview. 2019. *Cogent Food & Agriculture*. 2019; Volume 5, Issu
26. Petrus K, Schwartz H, Sontag G. Analysis of flavonoids in honey by HPLC coupled with coulometric