تقدير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لبعض عينات عسل النحل الموجودة في السوق المحلي لمدينة الخمس

ربيعة عمر اشكورفو[1]، حميدة على ابوراس[2]، عائشة الفيتوري بن جمعة[1]، مرام مادي[1]، نرجس الضعيف[1]

[1]قسم الكيمياء - كلية العلوم الخمس - جامعة المرقب
[2]قسم الفيزياء - كلية العلوم الخمس - جامعة المرقب
Email: habrass @gmail.com.

Submission data 15.11.2023 Acceptance data 1.4.2024 Electronic publisher data: 13.4.2024

المخلص: إن عسل النحل الطبيعي في الآونة الأخيرة أصبح ذو أهمية بالغة، فازدادت حاجاتنا له كطعام ذو قيمة غذائية عالية، وكعلاج بالغ التأثير والفائدة. ونتيجة لذلك تهدف الدراسة الى تقدير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية كقاعدة لتحديد الجودة الشاملة للعسل، حيث تم جمع ست عينات من منتوج عسل النحل من السوق المحلي في مدينة الخمس (عسل السدر، عسل الربيعي، عسل الأثل، عسل السرول، عسل الزعتر). ولقد أجريت لهذه العينات بعض القياسات وذلك لمعرفة مدى جودة العسل ومقارنة نتائجها بالمواصفات الليبية والعالمية حيث تراوحت قيم الرقم الهيدروجيني pH (3.51-4.59) والتوصيلية الكهربائية بين (0.33-0.72 ms/cm) وقيمة الرطوبة بين (3-14%) وكان محتوى الرماد بين (0.4-0.8%) ومحتوى الحموضة الحرة بين (11-24) وتتراوح قيمة السكريات المختزلة بين (24.26-63.46%) وقيمة السكريات الكلية (80.6-82.87%) وقيمة السكروز بين (19.41-56.7 %) وكانت قيم الكثافة بين($1.04-1.09\ g/cm^3$) وقيم معامل الانكسار تتراوح ما بين (1.3572 - 1.3578) وكانت اغلب النتائج مطابقة للدستور الغذائي الليبي والعالمي للعسل الطبيعي.

الكلمات المفتاحية: العسل الطبيعي، الخواص الفيزيائية والكيميائية، الدستور الغذائي للعسل.

المقدمة

عسل النحل هو المادة الحلوة التي تنتج بواسطة نحل العسل من رحيق الأزهار أو من الإفرازات الموجودة على الأجزاء الحية من النباتات، بحيث يجب ألا تقل نسبة السكريات المختزلة عن 60% ولا تزيد نسبة الرطوبة عن 21%، ووجد أن مكونات العسل الكيميائية تتأثر بدرجة كبيرة بنوع الأزهار التي يتغذى عليها النحل بالإضافة الي الموقع الجغرافي والظروف المناخية [1]. ويعرف عسل النحل بأنه معقد طبيعي ينتج من أنواع مختلفة من رحيق وحبوب اللقاح والنباتات والذي يقوم النحل بجمعه وتحويله إلى شراب حلو بواسطة دمجه مع مواد معينه خاصة من النحل. والعسل هو الإفرازات السكرية الحلوة الخارجة من النباتات والتي تظهر غالباً في الأزهار وتجهزها الحشرات وعلى ذلك فإن رحيق الأزهار لا يصبح عسلاً إلا بعد تجهيزه في معدة النحلة وكل عسل لا يكون النحل صانعه يعتبر مصطنعاً أي أنه ليس بعسل نحل [2]. ويحتوي العسل على السكريات بنسبة عالية تتراوح بين (70-80 %) ونظراً لهذا التركيز العالي من جهة ووجود مادة البوتاسيوم من جهة أخري فإن العسل يعمل على قتل الجراثيم، حيث تعمل السكريات ومادة البوتاسيوم على امتصاص الماء من أجسام هذه الجراثيم فتموت [3]. ويوجد سكري الجلوكوز والفركتوز في العسل بنسبة 75% من حجمه [4]. يحتوي العسل علي أغلب فيتامينات (ب) المركب، وفيتامينات أخري ضرورية للجسم، ومعظم فيتامينات العسل يرجع مصدرها إلى حبوب اللقاح، ومن مميزات العسل أنها تبقي سليمة لفترة طويلة إذا حفظ العسل بطريقة سليمة على عكس الكثير من الأغذية الأخرى [5]. وتختلف كمية الفيتامينات في العسل تبعاً للعديد من العوامل منها مصدر الرحيق وموسم النشاط والعوامل الجوية والبيئية، ونسبة الرطوبة والسكريات في العسل [3]. كما بينت الدراسات أن العسل يحد من أخطار الإصابة بالسرطانات حيث تبين أن النحلة تفرز مواد كيماوية تمنع نمو وانقسام خلايا حبوب اللقاح الموجودة في العسل وتبين عدم انقسام الخلايا السرطانية وانتشارها [6]. وتتراوح نسبة الماء في العسل ما بين (13-23%) وبمتوسط حوالي 17% وقد تصل إلى 9% في المناطق الجافة والتي تقل فيها نسبة الرطوبة النسبية للهواء، وتركيز الماء بالعسل يتأثر بعوامل بيئية مثل الحرارة ونسبة الرطوبة المتواجدة في الرحيق ودرجة نضج العسل وبظروف تخزينيه بعد القطف والفرز [7]. ان طعم ورائحة وحلاوة العسل تختلف باختلاف المصادر النباتية التي يجمع منها الرحيق، فعسل الحمضيات مثلاً يمتاز بطعم ورائحة زكية تشبه الرائحة المنتشرة في مزارع الحمضيات وقت التزهير، وإذا كانت مراعي النحل مزروعة بزهور عطرها غير جيد ومذاقها كريه يكون العسل كريه الرائحة ومذاقه حامض، وتنتج رائحة وطعم العسل بفعل وجود بعض الزيوت الطيارة والحوامض والكحوليات [2]. وتعتمد درجة حلاوة المذاق على كمية سكر الفاكهة، فكلما ارتفع بالعسل كمية سكر الفاكهة زادت حلاوته، كما تتأثر درجة الحلاوة بدرجة تركيز السكريات الأخرى بالعسل وكمية الأحماض الموجودة به ودرجة الحرارة.[8] واللون الأساسي في العسل ناتجاً من مكونات ذائبة في الماء من أصل نباتي مفرزة من الرحيق وهي عبارة عن مستخلصات الكلوروفيل والكاروتين والزانتوفيل وغيرها ويتوقف وجودها على نوع النبات والظروف الجوية [9]. إن خاصية التبلور في العسل من الصفات الطبيعية للعسل، التي يتصف بها ويقصد بتبلور العسل أو تجمده أو تحببه هو تكوين بلورات متراصة من سكر الجلوكوز، وهذه الصفة طبيعية في كل الأعسال التي يجمعها النحل من رحيق الأزهار [8]. ويتعرض قوام العسل للتغير السريع، والذي يحدث حتى قبل التعبئة في أوعية محكمة الغلق بينما يحتفظ العسل بقوامه طوال فترة وجوده داخل العيون بالخلية، خاصة عندما تكون هذه العيون مغطاة بطبقة رقيقة من الشمع تحميه من التغيرات الطبيعية والكيمائية، وعندما يتعجل مربو النحل في سحب محصول العسل من العيون قبل تمم نضجه بطريقة طبيعية داخل الخلية يقع في خطأ يصعب إصلاحه، وذلك لان العسل بطبيعته ماص للرطوبة وميال للاحتفاظ بها، وبهذا فإن التعجل في جمع المحصول قبل الأوان يساعد في زيادة نسبة الماء في العسل الأمر الذي يعجل من تعرضه للتبلور [8]. أجريت دراسة قامت بها الباحثة [10]. في مدينة مصراته الليبية بعنوان دراسة تقييم بيئي لبعض عينات العسل المتوفرة في الأسواق المحلية في مدينة مصراته, وقدرت الخواص الفيزوكيميائية لعشرة عينات من العسل تم تجميعها من السوق المحلي وهي الرقم الهيدروجيني حيث تراوحت القيم بين (3.51-4.95) وكانت الموصلية الكهربائية ومحتوي كلا من الرماد والرطوبة والحموضة الحرة والسكريات المختزلة والسكريات الكلية والسكروز وهيدروكسي ميثيل فورفورال علي النحو (0.21-0.64ms/cm، (0.74%- 0.06)، (7.70%- 4.83)، (20.83-50.33meg/kg)،(40.70-81.21%)،(80.60%- 58.98)،(0.5-1.6%)(236.39ppm- 2.124) علي التوالي حيث كانت جميع النتائج مطابقة للمواصفات الليبية والاوربية. أجريت دراسة قامت بها الباحثة [11]. بعنوان دراسة البصمة الكيميائي للغطاء النباتي علي العسل في منطقة وادي سوف في الجزائر في الفترة ما بين (2015-2016)، حيث قدرت في هذه الدراسة العديد من الخصائص الفيز وكيميائية منها الرقم الهيدروجيني حيث تراوحت القيم ما بين (4.86-5.16) والموصلية

الكهربائية وكانت النتائج تتراوح بين (0.53-0.11) وأيضا الرطوبة (16.5-17.5%) وكذلك لون العسل حيث كان بين الأبيض والأصفر الفاتح وأيضا السكريات الكلية كانت النتائج ما بين (82.5-83.85%). الهدف من هذا البحث التعرف على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية وميزات العسل الليبي من خلال جمع ست عينات عسل من بعض المدن الليبية ومن مختلف البيئات التي يتغذى عليها، ومقارنة النتائج المتحصل عليها مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفة الـ FAO والـCodex لمعرفة موقع الأعسال الليبية من هذه المواصفات.

الجزء العملي

جمعت العينات من مدينة الخمس وضواحيها وتم اختيار العينات الأكثر استعمالا في الجدول 1 وكانت العينات من أنواع مختلفة من العسل وشملت عسل السدر وعسل الربيعي وعسل الأثل وعسل السرول وعسل الزعتر حيث تم أخذ تقريبا (250g-500g) من كل عينة لإجراء التحاليل عليها، وبينت عليها نوع العسل وتم حفظها في عبوات زجاجية نظيفة وجافة عند درجة حرارة 25ºC في مكان مظلم لحين استخدامها.

جدول1: نوع ومواقع تجميع العسل وتاريخ تجميع العينات

رقم العينة	تاريخ تجميع العينة	الاسم المحلي	موقع العينة
H_1	ربيع2019	سدر	وادي ترغلات
H_2	ربيع 2020	زعتر	الخمس
H_3	ربيع 2019	أثل	الجفرة
H_4	خريف2019	سرول	سرت
H_5	ربيع 2019	أثل	سبها
H_6	ربيع 2019	ربيعي	الخمس

المحاليل والمواد المستخدمة

حامض الهيدروكلوريك (HCL) تركيز37%، حامض النيتريك (HNO_3) تركيز69.5%، ماء منزوع الأيونات، يوديد البوتاسيوم (KI)، هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، دليل فينول فتالين ($C_{20}H_{14}O_4$)، حامض البير وكلوريك ($HCLO_4$) تركيز60%، حامض الكبريتيك (H_2SO_4) تركيز95%، فينول أبيض5% (C_6H_5OH).

الأجهزة المستخدمة

فرن الحرق نوع (Nabertherm)، فرن تجفيف نوع (Memmert)، جهاز قياس الرقم الهيدروجيني نوع (PH-Meter 3505JENWAY)، جهاز قياس التوصيلية الكهربائية (JENWEY4510 Conductivity Meter)، جهاز مطياف الاشعة فوق البنفسجية والمرئية الضوئي (6300 JENWAY Spectrophotometer).

طرق العمل

تقدير بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات العسل

تم تقدير التوصيلية الكهربائية واللزوجة والكثافة ومعامل الانكسار والرطوبة والرماد والحموضة الكلية والمواد الصلبة الدائبة الكلية حسب ما ورد في [12] والرقم الهيدروجيني (PH) بالطريقة المتبعة حسب [13]. وتم تقدير السكريات المختزلة والغير مختزلة بالاعتماد على طريقة [14]. يؤخذ 5g من العسل بدقة 0.01g وتذاب بواسطة الماء المقطر في دورق قياسي سعته 250مل ويكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، ومن ثم يمزج جيدا 10ml من محلول حديدوسيانيد البوتاسيوم $K_3[Fe(CN)_6]$ المحضر بتركيز3.3%، مع 5 ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) بتركيز 10% في دورق سعته 50 ml. يسخن المزيج السابق حتى الغليان، ومن ثم يضاف أزرق الميثيلين بتركيز 1% كدليل. وتتم المعايرة بمحلول العسل المحضر حتى اختفاء اللون. تحسب كمية السكريات المختزلة بالنسبة المئوية (X) وفق العلاقة التالية:

$$\mathbf{X}=\frac{3.3\times250}{S\times5}$$

حيث:

3.3: ثابت ,250: حجم محلول العسل, 5: وزن عينة العسل. S : كمية محلول العسل المستهلكة أثناء المعايرة أما السكريات الكلية تم تقديرها حسب الطريقة **[14]**. أذيب 2g من العسل في 20ml ماء مقطر، أخذ 5ml من محلول العسل المحضر ووضع في دورق قياسي سعة 100ml, أضيف إليه 45ml ماء مقطر و5ml من حمض HClالمركز. تم تسخين المحلول الناتج في حمام مائي درجة حرارته 71ºC لمدة دقيقتين ونصف مع التحريك المستمر للدورق، خلال هذه حتى تصل درجة حرارة المزيج 67ºC. تم تبريد المحلول بعد خمس دقائق من التسخين وذلك بواسطة تيار ماء بارد إلى الدرجة 20ºC, تم تعديل المحلول بمحلول NaOH 20% بوجود كاشف برتقالي الميثيل حتى ظهور اللون البرتقالي المصفر، يكمل الحجم بعد ذلك حتى العلامة بالماء المقطر. يتم تقدير السكروز بمعلومية السكريات الكلية والمختزلة وفقا للمعادلة الأتية:

Sucrose content%=Total sugar content - Reducing sugar

النتائج والمناقشة

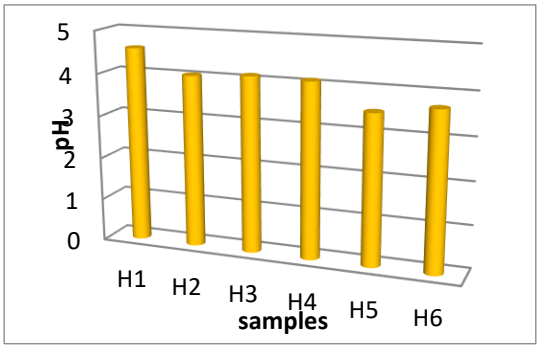
يتنوع العسل حسب تنوع مصدر الرحيق، وهناك حوالي300 نوع من العسل لكل منها مصدر نباتي مختلف عن الأخر سواء أكان من الزهور، أو الافرازات النباتية الناتجة عنه، يختلف فيها تركيز بعض المكونات ولو بنسبة قليلة. وهذه النتائج التي تم الحصول عليها بعد مقارنتها مع الدستور الغذائي.

جدول 2: الخواص الفيزيائية والكيميائية لعينات من العسل

العينات	PH	التوصيلية ms /cm	الرطوبة%	الرماد%	الحموضة %	السكريات المختزلة %	السكريات الكلية %	السكروز%	الكثافة g/cm^3	معامل الانكسار
H1	4.59	0.53	4	0.8	22	27.5	80.6	53.1	1.04	1.3578
H2	4.04	0.49	2.8	0.4	23	24.26	80.96	56.7	1.09	1.3574
H3	4.12	0.72	12	0.8	17	63.46	82.87	19.41	1.06	1.3572
H4	4,10	0.65	3.6	0.7	24	41.24	81.56	40.32	1.07	1.3572
H5	3.51	0.38	13.5	0.4	20	47.14	81.94	34.8	1.08	1.3578
H6	3.7	0.33	8	0.8	11	36.67	81.17	44.5	1.09	1.3577

الرقم الهيدروجيني (PH)

من الجدول 2 والشكل 1 يبين الرقم الهيدروجيني لعينات العسل المدروسة حيث يلاحظ أن الرقم الهيدروجيني للعينات يتراوح بين (3.51-4.59) وقد يرجع هذا الاختلاف لنوع النبات السائد في المنطقة التي يرعى فيها النحل وكذلك الي التركيب الكيميائي للعسل من حيث نسبة المعادن. تنص منظمة الصحة الغذائية أن قيمة الأس الهيدروجيني للعسل يجب ألا تزيد عن 4. وعند مقارنة هذه النتائج مع النتائج المتحصل عليها لعينات من العسل في مدينة مصراته والتي أجرتها الباحثة **[10]**. يتراوح الرقم الهيدروجيني فيها ما بين (3.51-4.95) نجد أن نتائج هذه الدراسة في نفس مدي الدراسة الحالية. أما الدراسة التي أجرتها **[11]**. لبعض عينات العسل في الجزائر حيث تراوحت القيم الرقم الهيدروجيني بين (4.86-5.16) حيث كانت هذه الدراسة في المتوسط أعلي من قيم الدراسة الحالية، وفسرت الباحثة في الدراسة المذكورة سابقا ان اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني راجع لعدة أسباب منها مدة النضج، نوع الأزهار وكذلك التركيب الكيميائي للعسل كنوع وتركيز المعادن ونسبة الأحماض الفينولية الموجودة فيها.



الشكل1: الرقم الهيدروجينيpH لعينات العسل

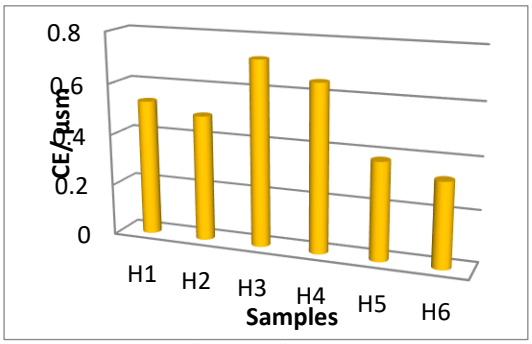
التوصيلية الكهربية

يبين الجدول 2 والشكل2 التغير في التوصيلية الكهربائية لعينات من العسل حيث تعتبر من مؤشرات جودة العسل العالمي، ويعتبر أيضا معيارا إذا كان العسل تم جمعه من الرحيق أم لا وله علاقة.

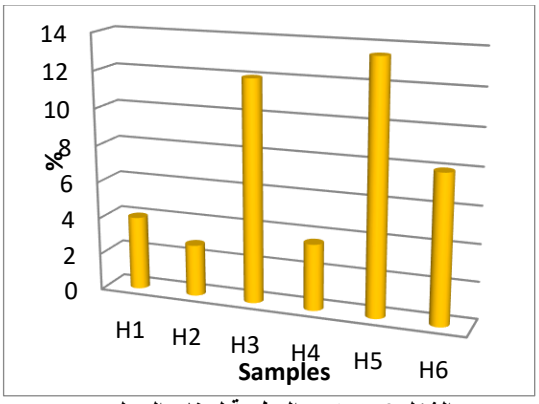
أيضا بتركيز أملاح المعادن والأحماض العضوية والبروتينات والسكريات حيث يجب ألا تتجاوز قيمتها(0.8ms/cm) وفقا للدستور الغذائي. كما واضح في الجدول 2 يلاحظ أن التوصيلية الكهربائية تراوحت بين(0.33ms/cm) إلى (0.72ms/cm) وكانت متوافقة مع الدستور الغذائي**[15]** ، ولقد وجد في الدراسة التي قام بها **[10]** على أنواع مختلفة من عسل النحل في مدينة مصراته الليبية أن قيم التوصيلية الكهربائية تراوحت بين (0.21-0.64 ms/cm)، وفي الدراسة التي قام بها **[16]** لعينات العسل في شرق ليبيا فقد تراوحت التوصيلية الكهربية (0.29-0.74ms/cm) وهي متفقة بشكل كبير مع النتائج المتحصل عليها في الدراسة الحالية. اما الدراسة التي قامت بها الباحثة **[11]** على عينات عسل النحل في الجزائر حيث تراوحت القيم ما بين (0.11-0.53 ms/cm) والتي تكون في نفس المدى مع الدراسة الحالية.

محتوى الرطوبة

يبين الجدول 2 والشكل 3 التغير في محتوى الرطوبة في عينات العسل حيث يلاحظ أن نتائج النسبة المئوية للرطوبة تراوحت بين (3-14%)، وبنظرة عامة على النتائج نلاحظ أن جميع القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها مع مواصفات الدستور الغذائي **[15]**. ونسبة الرطوبة فيها لا تزيد عن (21%). أما في المواصفات الليبية لا تزيد نسبة الرطوبة عن 17%. وفي الدراسة التي أجريت لعينات من العسل في مدينة مصراته الليبية **[10]**. تراوحت القيم بين (4.83-7.70%) وهنا نجد أن قيم هذه الدراسة أقل من الدراسة الحالية، بينما الدراسة التي قام بها **[16]** علي العسل الليبي في مدينة بنغازي كانت قيمها تتراوح بين (13.3-17.2%). أما الدراسة التي قامت بها **[11]** على عينات العسل الجزائري كانت القيم بين (16.5-17.5%) والتي تعتبر في المتوسط أعلي من القيم الدراسة الحالية.



الشكل2: التوصيلية الكهربائية لعينات العسل



الشكل 3: محتوى الرطوبة لعينات العسل

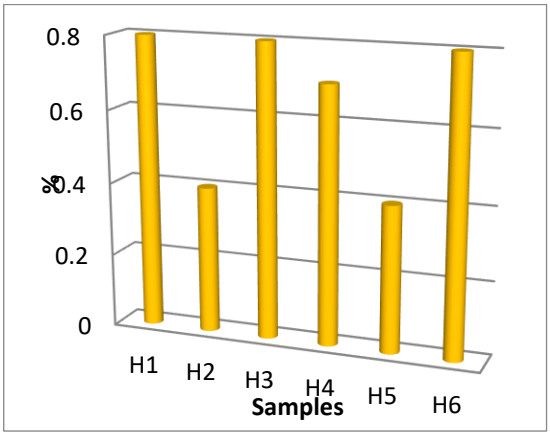
محتوى الرماد

يبين الجدول 2 والشكل 4 التغير في محتوى الرماد لعينات العسل التي تعبر عن محتوى العناصر المعدنية، ومن أهم العناصر الموجودة في العسل هي الفسفور، الحديد، النحاس حيث تتغير بسبب العناصر المعدنية بحسب مصدر العسل، فهناك علاقة طردية بين دكانة اللون والعناصر المعدنية، كما يلاحظ أن محتوى الرماد في العينات تراوح بين (0.4-0.8%). وفي الدراسة التي أجرتها في مدينة مصراته الليبية **[10]**. كانت نسبة الرماد بين (0.079-0.74%) وفي الدراسة التي أجراها **[16]**. في شرق ليبيا كان محتوى الرماد في العينات يتراوح بين (0.14-0.43%) وهي أقل من الدراسة الحالية وهذه الدراسة متفقة من حيث نتائجها مع المواصفات الأوروبية **(Standards Eu honey)**. والتي تنص على أن نسبة الرماد في عينات العسل يجب ألا تتعدى 0.6%، وكذلك أيضا مع المواصفات الليبية، وكذلك المواصفات السورية لا تتعدى عن 1%.

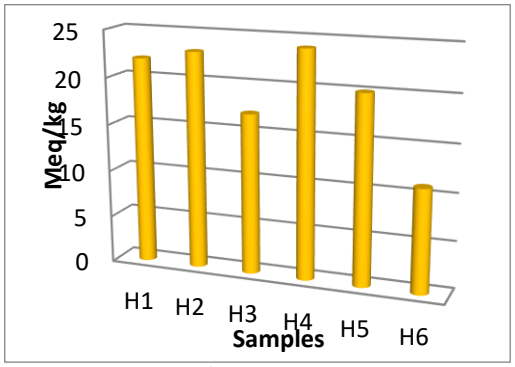
محتوى الحموضة

تفاوتت نسبة الحموضة في الأصناف المدروسة كما موضح في الجدول 2 والشكل 5 حيث يتراوح محتوى الحموضة الحرة (11-24 meq/kg) فجميع النتائج متوافقة مع الدستور الغذائي **[15]**. الذي ينص على أن محتوى الحموضة الحرة في عينات العسل يجب ألا يزيد عن (50 Meq/kg) أما المواصفات الليبية فقد أوصت ألا تزيد الحموضة عن (40 Meq/kg). أما

الدراسة التي أجراها **[10].** لعينات من العسل في مدينة مصراته الليبية نجد أن محتوى الحموضة تراوح بين-20.83 (50.33 Meq/kg) وهذه الدراسة تمتلك قيم أعلى من القيم في الدراسة الحالية، بينما الدراسة التي قام بها **[17].** في الجزائر فقد كان محتوى الحموضة الحرة يتراوح بين (Meq/kg 17.97-49.1) وكانت متوافقة مع مواصفات الدستور الغذائي وأعلى من الدراسة الحالية.



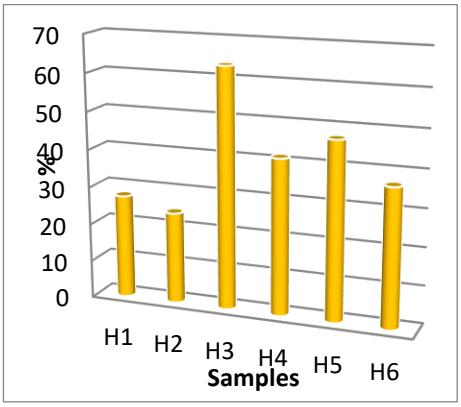
الشكل4: محتوى الرماد لعينات العسل



الشكل5: محتوى الحموضة لعينات العسل

محتوى السكريات المختزلة

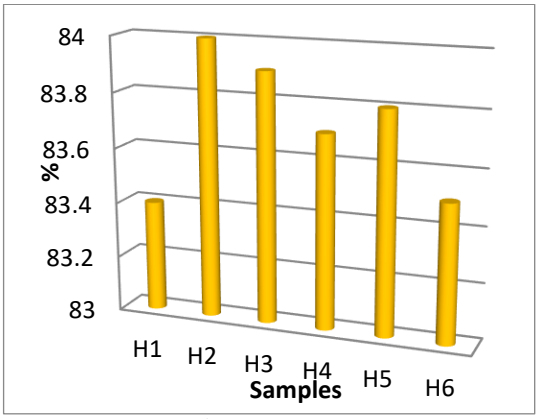
يبين الجدول رقم 2 والشكل 6 محتوى السكريات المختزلة لعينات من العسل فنسبة السكريات المختزلة تراوحت بين (% 24.26-63.46)، وكانت أقل من المواصفات الليبية التي تنص على أن نسبة السكريات لا تقل عن 65%، وفي الدراسة التي قام بها في مدينة مصراته الليبية تراوحت السكريات المختزلة بين (% 40.70-81.21) والتي تكون أعلي من قيم الدراسة الحالية**[10].**



الشكل 6: محتوى السكريات المختزلة لعينات العسل

محتوى السكريات الكلية

تعتبر السكريات من أهم مكونات العسل ومؤشر أساسي للحكم على جودة العسل من حيث نقاوته، وهي مسؤولة عن بعض الصفات التي يتميز بها عسل النحل، كالحلاوة، واللزوجة، وارتباطه بالماء، والتبلور، والطاقة. كما أن التركيز العالي من السكريات له تأثير كبير في إيقاف نشاط أنواع كبيرة من البكتيريا، وكثير من الأنواع الفطرية نتيجة لحدوث بلزمة الخلايا لهذه الكائنات الحية الدقيقة **[18].** وتشكل نسبة السكريات في العسل بشكل عام (95-99.5%) من المادة الجافة، والنسبة العظمى من هذه السكريات هي سكريات أحادية التي تشكل (85-95%) من السكريات الكلية **[19].** يبين الجدول 2 والشكل 7 محتوى السكريات الكلية لعينات من العسل حيث كانت النتيجة تتراوح بين (80.6-82.87%) حيث انه في الدراسة التي قامت بها **[11].** في الجزائر حيث كانت القيم تتراوح بين (82.5-85%) التي تكون في نفس المدى من قيم الدراسة الحالية وفسرت هذه الدراسة ان اختلاف نسبة السكريات الكلية راجع الي اختلاف نوع الأزهار. اما الدراسة التي قامت بها **[10].** في مدينة مصراته الليبية كانت النتائج تتراوح بين (41.5-82.76%) والتي هي أيضا أقل من قيم الدراسة الحالية.

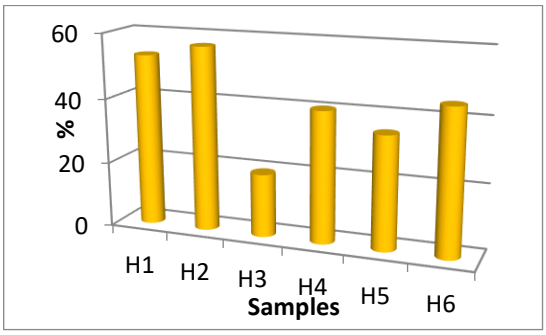


الشكل7: محتوى السكريات الكلية لعينات العسل

نسبة السكروز

يعبر محتوى العسل من السكروز على جودة العسل ومدى نقاوته واستقراره الكيميائي، إذ أن نسبة السكروز في العسل تعتمد على محتوى الرحيق منه، أو محتوى المحلول السكري المقدم للنحل، والظروف التخزينية والتصنيعية. حيث ترتفع نسبة السكروز تلقائيا بينما ذلك لا يؤثر على تركيز السكريات الأخرى التي تدخل في تركيب العسل **[20].** وقد أشارت الدراسة **[21] إلى** أن محتوى السكروز قد ينخفض أثناء فترة التخزين نتيجة لوجود إنزيم الانفرتيز في العسل. وإن ارتفاع نسبة السكروز في العسل يمكن أن تعزى للجني المبكر مما يؤدي إلى عدم تحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز أو إلى التغذية المفرطة للنحل على شراب السكر أو نتيجة لعملية او غش العسل**[22,21]** . يبين جدول 2 والشكل 8 نسبة السكروز لعينات طبيعية من العسل والتي تراوحت نسبتها بين (-19.41 56.7%)، وهذه النسب لا تتوافق مع نتائج الدراسة التي قام بها**.[23]** حيث درس نسبة السكروز في أحد عشر عينة عسل هندي تراوحت نسبة السكروز بها (1.2-5.1%) بينما تراوحت نسبة السكروز في 48 عينة عسل جزائري (-0.48) **[24].**

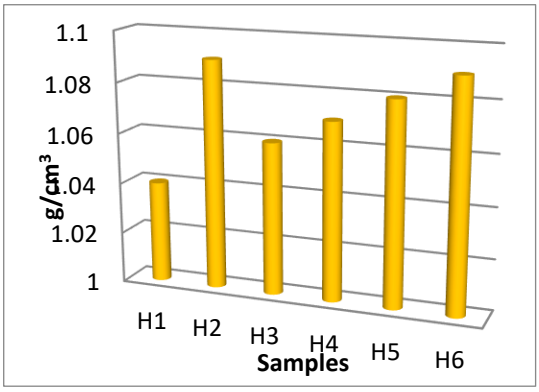
5.26%والتي تتفق مع المواصفات الليبية التي تنص ألا تزيد نسبة السكروز عن 5% وهي ذات قيم أصغر من الدراسة الحالية.



الشكل 8: نسبة السكروز لعينات العسل

تقدير كثافة العسل

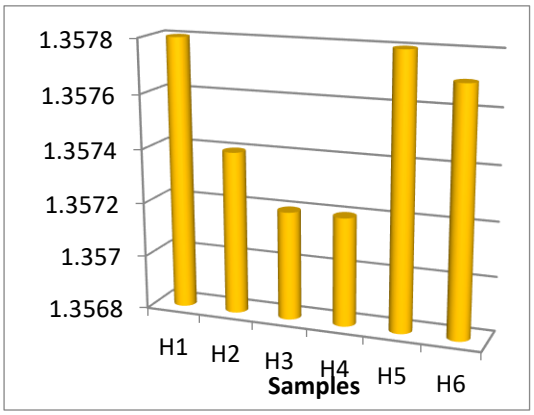
تم تقدير كثافة العسل وكانت النتائج تتراوح بين ($1.09g/cm^3$-1.04) وهذا واضح في الجدول 2 والشكل 9 ان هذه النتائج أقل من القيم التي نص عليها قانون الدستور الغذائي حيث أن قيم كثافة العسل تبلغ في المتوسط $1.4\ g/cm^3$ عند درجة حرارة 20^oC.تتغير كثافة العسل اعتمادا على ظروف التخزين، وطرق القطف للعسل، وطريقة إغلاق الأوعية الحاملة للعسل، وكذلك عند خلط العسل بأي مواد أخرى (غش العسل). كما ويرجع الاختلاف في الكثافة لعينات العسل الي نسبة الرطوبة في العينات، أي ان هناك علاقة عكسية بين الرطوبة والكثافة وهذا ما اكده **[25]**. ان كثافة العسل تعتمد أساسا على نسب الماء فيه.



الشكل9: الكثافة المقدرة لعينات العسل

معامل الانكسار

تم قياس معامل الانكسار لعينات من العسل وتراوحت النتائج بين (1.3572-1.3578) كما في الجدول 2 والشكل 10 معامل الانكسار للعسل هو المقياس السريع والدقيق والبسيط لمحتواه من الرطوبة، والطريقة الانكسارية هي الطريقة الأكثر استخدامًا لأنها سهلة التنفيذ ويمكن استخدامها دون صعوبة. معامل الانكسار هو عامل قيمته ترتبط وتعتمد على قيم العوامل الأخرى، مثل محتوى الماء، المواد الصلبة والمواد الصلبة الذائبة الكلية والوزن النوعي. كلما ارتفع معامل الانكسار، كلما انخفض محتوى الرطوبة. القيم المنخفضة لمحتوى الرطوبة تمنع تخمر العسل وزيادة مدة الصلاحية وأيضا مدة التخزين **[26]**. ويمكن قياس محتوى الماء بسهولة باستخدام معامل الانكسار. وعادة يتراوح معامل الانكسار للعسل من 1.5044 عند 13% محتوى المائي إلى 1.4740 بنسبة 25% للعسل **[15]**.



الشكل 10: معامل الانكسار لعينات العسل

الخلاصة

كانت الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعسل مفيدة بمقارنة عينات العسل الطبيعي من مواقع مختلفة من مناطق ليبيا والتي كانت متواجدة بكثرة في السوق المحلي لمدينة الخمس. وهذه الخصائص تعطي توصيف وتصنيف العسل الطبيعي، حيث تشير النتائج الإجمالية للمعايير الفيزيائية والكيميائية إلى أن الجودة الغذائية للعسل كانت تختلف من نوع إلى آخر ومن مكان إلى آخر، وكانت النتائج المتوسطة للخواص الكيميائية والفيزيائية الموجودة في عينات العسل تشير الى ان العسل كان ضمن منطقة الدراسة آمن للاستهلاك البشري وفقا لمعايير الدستور الغذائي.

التوصيات

نوصي وضع مواصفات خاصة بدولة ليبيا لجميع خواص العسل وتوزيعها على جميع الجهات التي لها علاقة بفرز العسل، وأن يكون هناك ملصق على كل عبوة عسل شامل لجميع المعلومات (نوعه، ومكان إنتاجه، ومكوناته)، ومراقبة راعي النحل من حيث البيئة وأنواع التغذية، وإتباع الطرق الصحيحة في طريقة حفظ وتخزين العينات، وإجراء التحاليل الدورية للعسل الموجود في المحلات للتأكد من مطابقتها للمواصفات القياسية الليبية والأوروبية.

المراجع

[1] Ajlouni, S., & Sujirapinyokul, P. (2010). Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food chemistry*, *119*(3), 1000-1005.

[2] الحسيني، محمد رضا. (1999). عسل النحل في الطب الحديث والقديم. الطبعة الأولي، دار المحجة البيضاء، بيروت، لبنان.

[3] أبو شاور، أحمد. (2003). موسوعة تربية النحل، الطبعة الأولي، دار أسامة للنشر والتوزيع-عمان الأردن.

[4] عبد السميع، هاني عبد الحميد (2007). أعجاز الخالق في خلق الكائنات (النحل). مكتبة المعارف الحديثة-الإسكندرية - جمهورية مصر العربية.

[5] عقيل، محسن (2008). طب الأمام الرضا (ع)، الطبعة الثالثة، ذوي القربى- جمهورية إيران الإسلامية.

[6] رزق، هيام وعلامة معصومة (2008). أسرار العسل العجيبة، دار القلم للطباعة والنشر والتوزيع-سوريا.

[7] عبد الغني، وليد (2009). نحل العسل ومنتجاتها وفوائدها الطبية، دار الرضوان-حلب-سوريا.

[8] الحسيني، أيمن (2002). عالج نفسك بالعسل، دار الطلائع للنشر والتوزيع- القاهرة- جمهورية مصر العربية.

[9] عبد اللطيف، محمد عباس وأبو النجا، احمد محمود (1974). عالم النحل ومنتجاته، الطبعة الأولي، دار المطبوعات الجديدة-الإسكندرية-جمهورية مصر العربية.

[10] إطويش، تهاني (2018). دراسة تقييم بيئي لبعض عينات العسل المتوفرة في الأسواق المحلية، رسالة ماجستير منشورة، مدرسة العلوم البيئية قسم الهندسة وعلوم البيئة، الاكاديمية الليبية جنزور- ليبيا.

[11] بدادة، سعيدة (2017). دراسة البصمة الكيميائي للغطاء النباتي علي العسل في منطقة وادي سوف. رسالة ماجستير منشورة كلية العلوم الدقيقة-قسم الكيمياء جامعة الشهيد حمه لخضر-الوادي، الجزائر.

[12] A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Inc. USA.

[13] Badawy, O. F. H., Shafii, S. S. A., Tharwat, E. E., & Kamal, A. M. (2004). Antibacterial activity of bee honey and its therapeutic usefulness against Escherichia coli O157: H7 and Salmonella typhimurium infection. *Rev Sci Tech*, *23*(3), 1011-22.

[14] Atrott, J., & Henle, T. (2009). Methylglyoxal in manuka honey–correlation with antibacterial properties. *Czech Journal of Food Sciences*, *27*(Special Issue 1), Methylglyoxal-in.

[15] Alimentarius, C. (2001). Draft revised standard for standard for honey (at step 10 of the Codex procedure). *Alinorm*, *1*(25), 19-26.

[16] Ahmida, M. H., Elwerfali, S., Agha, A., Elagori, M., & Ahmida, N. H. (2013). Physicochemical, heavy metals and phenolic compounds analysis of Libyan honey samples collected from Benghazi during 2009-2010.

[17] Zerrouk, S. H., Fallico, B. G., Arena, E. N., Ballistreri, G. F., & Boughediri, L. A. (2011). Quality evaluation of some honey from the central region of Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, *4*(4), 243-248.

[18]. المصري، محمد (2008). خصائص الجودة في عسل النحل السوري. مجلة نحلة، موقع متخصص تربية النحل ومنتجاته والعلاج بها (WWW.na7la.com).

[19] Sanz, M. L., Sanz, J., & Martınez-Castro, I. (2004). Presence of some cyclitols in honey. *Food chemistry*, *84*(1), 133-135.

[20] Dumté, M. E. J. (2010). *Development of a Method for the Quantitative Detection of Honey in Imported Products* (Doctoral dissertation, University of Waikato).

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

[22] Da C Azeredo, L., Azeredo, M. A. A., De Souza, S. R., & Dutra, V. M. L. (2003). Protein contents and physicochemical properties in honey samples of Apis mellifera of different floral origins. *Food chemistry*, *80*(2), 249-254.

[23] Anupama, D., Bhat, K. K., & Sapna, V. K. (2003). Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food research international*, *36*(2), 183-191.

[24] Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bey, M. B., Djoudad-Kadji, H., & Louaileche, H. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food chemistry*, *121*(2), 561-568.

[25] White Jr, J. W. (1978). Honey. *Advances in food research*, *24*, 287-374.

[26] 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.