The Libyan Journal of Science
University of Tripoli Vol. 26, No. 02
https://uot.ed.ly/journals/index.php/ljs

تقدير بعض العناصر الثقيلة Fe ، Zn، Cu، Cd في عسل النحل شرق/غرب/جنوب ليبيا وتحديد جودته كمؤشر على تلوث البيئة

المشري أحمادي أحمد يحي
قسم الكيمياء -كلية التربية، جامعة سبها، ليبيا

mas.yahia@sebhau.ud.ly.ly

ARTICLE INFO

Article history:

Received 15/06/2023

Received in revised form 14/09/2023

Accepted 12/10/2023

المستخلص

تم تجميع أربع عينات من عسل النحل من ثلاث مناطق مختلفة في ليبيا مدينة بنغازي، والغرب مدينة غريان، والجنوب مدينة سبها وعينة مقارنة. خضعت هذه العينات إلى اختبارات للتأكيد علي جودة عينات العسل التي تم تجميعها وعدم احتوائها علي نسب عالية من العناصر الثقيلة، وشملت الاختبارات الأس الهيدروجيني، تقدير محتوي الرطوبه، تقدير محتوي الرماد، وتقدير الموصلية الكهربائية. من خلال النتائج التي ثم التحصل عليها لتركيزات العناصر في عينات العسل المدروسة وجد انه هناك اختلافات بين القراءات المسجلة للعينات. يتراوح الأس الهيدروجيني للعينات pH من 5.32 - 4.13، محتوى الرطوبة 15.11% -10.47 ، محتوى الرماد 0.5-1.6%، الموصلية الكهربائية 0.14-0.73 mS/cm أوضحت الدراسة أن تركيز الكادميوم في عينات العسل من 0.0293-0.08 ppm، وبمقارنة هذه النتائج مع المعدلات المسموح بها عالميا، نجد أن جميع العينات أقل من الحد المسموح به باستثناء العينة A3 (العينة المجمعة من مدينة بنغازي).

ويرجع هذة الاختلاف إلى تنوع المناطق التي أخذت منها العينات وأختلاف البيئة المحيطة بكل عينه من حيث مصدر النباتي والموقع الجغرافي وتضاريس ومناخ كل منطقة وكذلك أختلاف التركيب الكيميائي للعسل من عينة إلى أخرى وايضا علي حسب نوع التغذية المتوفرة. اما بقية العناصر الثقيلة في جميع عينات الدراسة كانت مطابقة بالمعدلات العالمية المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: عناصر ثقيلة، عسل النحل، محتوى الرماد، تلوث البيئي

Abstract: In this study, four samples of honey were collected from three different regions in Libya, including Benghazi, Gharyan, and Sebha, as well as a test sample. These samples were subjected to tests in order to ensure their quality, and they did not contain a high percentage of heavy metals. The pH values, estimation of moisture content, ash content estimation, and electrical conductivity estimation are carried out. The results obtained showed that there were differences between all samples. The pH values for all samples ranged from 4.13 - 5.32, the moisture content from 10.47 - 15.11%, the ash content from 0.5- 1.6%, and the electrical conductivity from 0.14 - 0.73 mS/cm.Furthermore, the funding showed that the cadmium concentration in honey samples ranged from 0.08 to 0.0293 ppm. By comparing these results with the internationally permissible rates, it was revealed that all samples were within the permissible rates with the exception of sample A3 (the sample collected from Benghazi). This difference is due to the differences in the environment surrounding each sample, such as the plant source, geographical location, topography, and climate of each region. As well as the difference in the chemical composition of honey from one, sample to another and according to the type of food used. While the rest of the heavy elements in all study samples were within the permissible international rates.

1. المقدمة

يعرف العسل بانه مادة طبيعية دات قيمة غدائية عالية بسبب تركيبته المعقدة. يتكون أساسا من السكر والماء مع مكونات ثانوية مهمة مثل المعادن والاحماض العضوية والانزيمات والبروتينات والفيتامينات. تعتمد تركيبة العسل وخصائصه الغدائية اعتمادا كبيرا على النباتات والمناخ والتربة. [1]

عسل النحل هو غذاء هام يحتوي على سكريات وأحماض أمينيه وفيتامينات متنوعة ومعادن، أضافة الي الحديد والزنك ومضادات الأكسدة. يدخل العسل في العلاج الكثير من الإمراض ويستخدم كمادة علاجية للفيروسات والالتهابات ويستخدم أيضا لعلاج الجروح والحروق ويدخل في تصنيع المنتجات التجميلية ومنتجات العناية بالبشرة والشعر. [2،3]

يوجد العديد من انواع للعسل والتي ثم تسميها حسب طريقة استخراجه من أقراص الشمع.

مثل العسل المستخلص هو العسل الذي يتم الحصول عليه من خلال عملية الطرد المركزي لأقراص شمع نزعت طبقتها الواقية. وايضا العسل المضغوط هو العسل الذي يتم الحصول عليه من خلال ضغط أقراص شمع. كما يوجد العسل المصفى والذي يتم الحصول عليه من خلال تصفية أقراص شمع نزعت طبقتها الواقية.

وكما ثم تسمية العسل بحسب الأشكال مشتملا الاسماء التالية:

أ. العسل أما ان يكون عسل سائلاً اومتبلّر أو مزيج من الاثنين

ب. عسل أقراص الشمع وهو العسل الذي يخزنه النحل في خلايا أقراص الشمع والتي تباع في أقراص شمع مختومة كاملة أو أقسام من هذه الأقراص.

ج. أقراص الشمع المقطّعة في العسل أو العسل المقطّع وهو العسل الذي يحتوي على قطعة أو أكثر من عسل أقراص الشمع. العسل المرشح هو العسل الذي تم ترشيحه بطريقة تسمح بإزالة حبوب اللقاح. [4]

1.1.العناصر الثقيلة

مصطلح المعدن الثقيل يشير إلى أي عنصر كيميائي معدني لديه كثافة عالية نسبيا وغير سامة عند تركيزات منخفضة للمعادن الثقيلة أهمها الكادميوم Cd، النحاس Cu ، الزنك Zn ، الحديد Fe. النسبة الطبيعية لهذه العناصر الثقيلة في العسلِ موضحة في الجدول ادناه. [5]

جدول 1. يوضح النسبة الطبيعية لبعض العناصر الثقيلة في العسلِ [5]

العنصر	الحد الأقصى (جزء في المليون)
الكادميوم	0.1
الحديد	20
النحاس	10.0
الزنك	10

وقد أبرز مؤلفون مختلفون إمكانية استخدام العسل كمؤشر حيوي. تم اقتراح تحديد سمات وكمية العناصر الثقيلة في العسل لتحديد مراقبة التلوث البيئي للمنطقة (التربة والنباتات) التي تم جمع المواد اللازمة لإنتاج العسل منها. [5،6]

في الدراسة التي اقيمت في 2022 حيث ثم قياس تراكيز العناصرالتقيلة مثل الرصاص، والنحاس، والرصاص والكادميوم في عينات عسل تم جمعها من وسط مدينة فانكوفر الكندية، مقارنة بالضواحي والمناطق الريفية. ليكون الهدف من الدراسة ليس التعرف علي جودة العسل من حيت خلوه من عناصر الثقيلة فقط أنما استخدام عسل النحل كمؤشر حيوي لتلوث المحافظة بهذين العنصرين في فترة الدراسة. [7] أظهر كونتي وبوتري Conti and Botrè 2001 أن نحل العسل ومنتجات خلاياه: حبوب اللقاح والعنج والشمع، التي تم أخذ عينات منها في وسط روما مع ارتفاع حركة مرور المركبات، تحتوي على مستويات أعلى من المعادن الثقيلة مقارنة بالمناطق خارج المدينة. [8] في دراسة أجريت عام 2006 تضمنت أخذ عينات من نحل العسل كل أسبوعين في ثلاثة مواقع في هولندا على مدار فترة 3 أشهر، حيث أظهر فان دير ستين وآخرون van der Steen et al 2012 تباينًا مكانيًا وزمنيًا لتركيزات المعادن في نحل العسل البالغ باستخدام قياس طيف الانبعاث الذري للبلازما المقترنة حثيًا. [9]

2.1. مصادر تلوث البيئة المحيطة بخلية النحل

المصدر الأساسي في تلوث خلايا النحل بالعناصر الثقيلة السامة مثل الرصاص الكادميوم بالتالي تلوث منتجاتها هو تلوث البيئة المحيطة بهذه الخلية نفسها وتنقسم مصادر التلوث البيئة المحيطة بالخلية النوعين من المصادر:

1.2.1. مصادر زراعية

من أخطر الملوثات الزراعية هي المبيدات والتي تستخدم في الزراعة بطرق عشوائية ودون أي رقيب في أغلب دول العالم فنجد في دراسة تمت في سويسرا اكتشف أكثر من 69 نوع من المبيدات في الشمع وعسل النحل ويوجد أنواع كثيرة من المبيدات تحتوي في تركيبها على العناصر الثقيلة ولهذا ممكن أن تكون إحدى أسباب التلوث بالعناصر الثقيلة ودرجة التلوث بالمبيدات في خلايا النحل تكون كالتالي صمغ العسل > شمع العسل> حبوب اللقاح >العسل

2.2.1. مصادر غير زراعية

يتلوث الهواء والماء بالعناصر الثقيلة السامة من خلال وجود العديد من صناعات ووسائل النقل والتي تنقل بدورها إلى خلايا النحل فتلوثها وتلوث منتجاتها.

3.1. استخدامات عسل النحل كمؤشر على تلوث البيئة بالعناصر الثقيلة

حالة الطقس نجد إن وجود الإمطار يقلل من تلوث الهواء الجوي بالعناصر الثقيلة وكذلك تساعد الرياح على انتقال الملوثات إلى أماكن بعيدة. كما نجد اختلاف التلوث خلال فصول السنة فمثلا نجد أن لفصل الربيع تزيد كمية رحيق ألأزهار مما يركز عناصر ثقيلة في الرحيق على عكس في فصل الخريف والصيف. كما وجد الأصل النباتي للعسل له دور ايضا في التلوث، حيث نجد أن رحيق الأزهار مفتوحة التركيب اكثر عرضة للملوثات.

4.1. المواصفات العالمية لعسل النحل

يجب ان يكون محتوي السكر المختزل الجلوكوز والفركتوز لايقل عن 65 % كما يجب ان يكون محتوي السكروز السكر التنائي ويدخل

معه سكر المالتوز ولا يزيد عن 10%. أيضا يجب ان يكون نسبة الفركتوز إلى الجلوكوز علي حسب نوع العسل (في عسل الزهور تكون 1:1.2). لوحظ انه نسبة الرطوبة يجب ان لاتزيد عن 23% في بعض الأجواء ذات الرطوبة العالية. أيضا التقدير الوزني للمواد الصلبة الغير ذائبة في الماء يجب ان لاتزيد عن 5%. بينما تقدير الرماد لا يزيد عن 6%. في حين تقدير الحموضة يجب ان لاتزيد عن 40 مللي مكافئ /كجم.

تعد أهمية هذا البحث بأنة العسل الذي يجمعه النحل يستخدم كغذاء للإنسان يمتلك خصائص علاجية ووقائية ويستخدم أيضا في صناعة المواد الطبية لذلك يجب ضمان خلوه من العناصر الثقيلة السامة وبالتالي فإنه تحليل العسل الذي يجمعه النحل يهدف تقدير مستوي العناصر الثقيلة في غاية الأهمية لضبط جودة هذه العسل وتحديد مدى قابليتها للاستخدام بصوره آمنه واستخدامه كدليل على ثلوث البيئة.

ان الهدف من هذه الدراسة هو تناول أحدي الملوثات الغير منظوره وهي مشكلة تلوث العسل بالعناصر الثقيلة السامة استنادا إلى كثير من الدراسات السابقة حول هدا الموضوع. سيتطرق البحث لتحديد جودة عسل النحل لثلاث مناطق غرب وشرق وجنوب ليبيا من خلال دراسة الخواص الفيزوكيميائية ومن ثم تقييم مدى فائدة المعدن الثقيل في تصنيف العسل حسب المنشأ الجغرافي. كما ستشمل مقارنة بين النتائج المتحصل عليها في هذا البحث مع المواصفات العالمية لعسل النحل وكذلك مقارنتها مع النتائج المتحصل عليها في بعض دول العالم.

2.المواد والطرق العمل

1.2. المواد المستخدمة

عسل، حمض النتريك، حمض البيروكلوريك، ماء مقطر منزوع الايونات. كما ثم استخدام جهاز قياس ألأس الهيدروجينيpH ، جهاز قياس الموصلية الكهربائية، جهاز الطيف الامتصاص الذري.

2.2. جمع العينات

ثم تجميع عينات عسل النحل من المناحل المختلفة لأنواع مختلفة من العسل من منطقة الدراسة براك الشاطي، غريان، وبنغازي. شملت أنواع عسل (السدر-الربيع – الأزهار-زعتر) حيث تم أخذها من نصف شهر الصيف وثم حفظها في عبوات زجاجية معقمة عند درجة حرارة الغرفة وثم حفظها في مكان جاف ومظلم لحين المباشرة في عملية التحليل. تم قياس بعض الخواص الفيزوكيميائية لعينات العسل التي ثم تجميعها ومقارنتها بالمواصفات الدولية المعتمدة للعسل وبعض النتائج المتحصل عليها من بعض دول العالم. والجدول (2) يبين أماكن التقاط العينات وأنواع العينات.

جدول .2. يبين أنواع ورموزعينات الدراسة

نوع العسل	مناطق وجودة	رمز العينة
السدر (طبيعي)	الجنوب	A1
الربيع (طبيعي)	الغرب	A2
زعتر (طبيعي)	الشرق	A3
أزهار(صناعي)	للمقارنة	A4

3.2. دراسة الخواص الفيزوكيميائية

للتأكيد على جودة العسل من ناحية الشكل والطعم والرائحة وعدم تعرضه لأي معالجة سواء كانت بالتسخين أوباضافة أي مادة أخرى حتى لاتؤدي الى أي تغيير في مواصفاته من حيث الشكل والطعم والرائحة.

4.2. دراسة الخواص الكيميائية

تم قياس بعض الخواص الكيميائية لعينات العسل التي تم تجميعها ومقارنتها بالمواصفات الدولية المعتمدة للعسل وبعض النتائج المتحصل عليها في بعض دول العالم وهي الأس الهيدروجيني pH، محتوي الرماد Ash content-موصلية كهربائيةEC Electeical Conductivity، ومحتوى الرطوبة Moisture.

علي الرغم من وجود الكثير من الطرق لتقدير نسبة المعادن في العسل إلا أنه تعتبر طريقة امتصاص الطيف الذري المزود بالفرن الجرافيتي من أكثر الطرق استخداما وخاصة مع عنصري الرصاص و الكادميوم وذلك نظرا لأن هذه الطريقة تستطيع الكشف على تراكيز ضئيلة جدا تصل إلى جزء من البليون ، وهذه الطريقة ذات دقة وكفاءة عالية ، وتوفر الكثير من الوقت نظرا لسرعتها في التحليل ، ولها حساسة عالية لقياس تراكيز أغلب المعادن وهناك طريقتين لتحضير العينة لتكون جاهزة للقياس بواسطة جهاز قياس مطياف الأمتصاص الذري ، الأولى بواسطة الهضم بالأحماض و الثانية بواسطة الحرارة ،وفي هذا البحث تم إختيار طريقة الهضم بواسطة الأحماض لدقتها و كفاءتها العالية خاصة مع حرق عنصري الرصاص و الكادميوم.

5.2.تعيين تركيزات العناصر الثقيلة في العسل

بالرغم من وجود الكثير من الطرق المستخدمة لتقدير نسبة المعادن في العسل إلا أنه تعتبر طريقة امتصاص الطيف الذري المزود بالفرن الجرافيتي من أفضل الطرق استخداما خصوصا مع عنصري الرصاص الكادميوم وذلك لان هذه الطريقة يمكن من خلالها الكشف على تراكيز ضئيلة جدا تصل إلى جزء من البليون، وهذه الطريقة ذات دقة وكفاءة عالية، حيث توفر الكثير من الوقت نظرا لسرعتها في التحليل، كما لها حساسية عالية لقياس تراكيز أغلب المعادن. وهناك طريقتين لتحضير العينة لتكون جاهزة للقياس بواسطة جهاز مطياف الامتصاص الذري، الأولى بواسطة الهضم بالأحماض أما الثانية الهضم بواسطة الحرارة، وفى هذا الدراسة تم اختيار طريقة الهضم بواسطة الأحماض وذلك نطرا لدقتها وكفاءتها العالية خاصة مع العناصر الثقيلة.

6.2. تحضير وتجهيز العينات

تم اخذ جرام من العينة ووضعها في دورق خاص بعملية الهضم. تم إضافة 20مل من مخلوط حمض النتريك وحمض البيروكلوريك $HCLO_4$ 1:1 إلى الدورق الموجود به العينة تم تسخين الخليط ورفع درجة الحرارة بالتدريج لمدة 3ساعات حتى تصفى لون المخلوط وثم ترك للتجفيف. بعد ان أكتملت عملية هضم العينة ثم تبريد المخلوط إلى درجة حرارة الغرفة وإكمال الدورق بالماء المقطر المنزوع الايونات إلى العلامة الموجودة بالدورق الذي سعته 50مل وبذلك تصبح العينة جاهزة لدراسة العناصر الثقيلة المراد قياسها بواسطة الجهاز الامتصاص الذري المزود بفرن جرافيت. [10]

3. النتائج والمناقشة

اثناء فترة تجميع العينات التي أخذت من خلية النحل حيت ثم قياس أربعة متغيرات كيميائية للتأكيد على مواصفات وجودة العسل ومطابقته للمواصفات العالمية والمتغيرات هي: الأس الهيدروجيني pH والرطوبة (Moisture)، ومحتوي الرماد (Ash Content)، والموصلية الكهربائية (Electrical)، وبعد ذلك تم تقدير بعض العناصر الثقيلة السامة والغير أساسية في العسل وتم قياس احدى العناصر الأساسية وهو عنصر النحاس.

جدول .3. يبين النسب للخواص الفيزوكيميائية، حيث تم تكرار القياسات ثلاث مرات لكل عينة

رقم العينة	PH	محتوي الرماد %	الموصلية الكهربائية mS/cm	نسبة الرطوبة %
A1	4.24	0.8	0.31	15.11
	.4.23	0.7	0.32	14.12
	4.22	0.6	0.33	13.13
A2	4.29	0.5	0.73	10.47
	4.28	0.7	0.71	11.44
	4.28	0.8	0.72	11.46
A3	4.14	1.5	0.35	14.20
	4.13	1.6	0.35	14.21
	4.12	1.4	0.34	14.23
A4	5.34	0.6	0.16	11.36
	5.32	0.4	0.14	11.35
	5.33	0.5	0.14	11.34

1.3. الخواص كيميائية

1.1.3. الأس الهيدروجيني pH

نلاحظ ومن خلال النتائج أن الأس الهيدروجيني pH لجميع العينات يتراوح من 5.34- 4.14.ويرجع اختلاف قيم الأس الهيدروجيني pH لجميع العينات إلى الاختلاف في أنواع العسل والاختلاف في تغذية النحل من حيث نوع النبات السائد في المنطقة التي يرعي عليها النحل وكذلك اختلاف التركيب الكيميائي للعسل من حيث نسبة المعادن و الأحماض الموجود في العسل وكذلك قدرة العسل على القضاء وقتل الأحياء الدقيقة عند pH 4.5- 3.2 ، وحسب المواصفات الدولية المعتمدة للعسل وفقا للدستور الغذائي Codex 1981 ، والمواصفات الخليجية 1992 والمصرية 2003 فأن قيمة الأس الهيدروجينيpH يجب الأ تزيد عن 4 ، ولذلك نجد أن عينة العسل المدروسة رقم 4 غير مطابقة لهذه المواصفة ، وعدلت المواصفة بعد ذلك Codex 1998، لتصبح اكبر قيمة للأس الهيدروجيني 5 ، لتكون اغلب النتائج المتحصل عليها في عينات العسل المدروسة مطابقة لهذه المواصفات. [11,3]

2.1.3. الموصلية الكهربائية Electrical Conductivity

فيما يتعلق بالموصلية الكهربائية electrical conductivity (EC) والذي يعتبر من المتغيرات الجيدة لقياس جودة العسل والمدى من mS/cm 0.164-0.723 وهذه النتائج ومتوافقة مع المواصفة الخليجية 0.8 mS/cm > ومتوافقة مع المواصفة الأوربية 0.8 mS/cm >، ووفقا لهذه النتائج تعتبر عينات العسل المدروسة مطابقة للمواصفات العالمية وذات جودة عالية. [3]

3.1.3. محتوى الرماد Ash Content

أما فيما يتعلق بمحتوى الرماد في عينات العسل المدروسة نجد أن المدى من % 0.6-1.6، ويرجع الاختلاف في هذه النتائج إلى الاختلاف في نسبة العناصر الموجودة في هذه العينات وكذلك الاختلاف في نوعية النبات السائد في المنطقة وأيضا إلى الاختلاف في الموقع الجغرافي لكل عينة. وبمقارنة النتائج المتحصل عليها في عينات العسل المدروسة مع مواصفة الدستور الغذائي (Codex Alimentarius) والمواصفات الاوربية (EU honey Standards) والذي فيهما محتوى الرماد لايتعدى 0.6 جم / 100جم نجد أن جميع العينات غير متطابقة مع هذه المواصفات ماعدا عينه A4 فهي مطابقة لهذه المواصفات .

4.1.3. محتوى الرطوبة (Moisture Content)

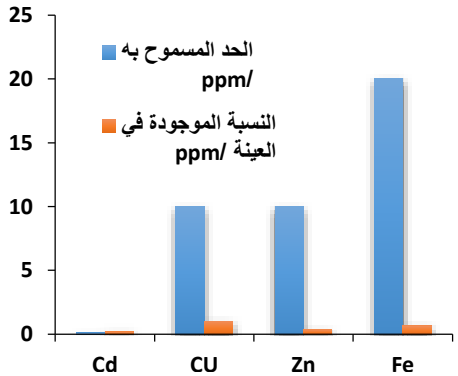
نجد أن نسبة الرطوبة في العينات تتراوح مابين حد أدنى 10.47%. وحد أقصى15.11% جميع النتائج المتحصل عليها متوافقة مع (Codex Alimentarious Commission) (3) ومتوافقة مع المواصفات الأوروبية (EU) الذي فيهما نسبة الرطوبة لاتزيد على 23 %، وبمقارنة النتائج المتحصل عليها في عينات العسل المدروسة نجدها متوافقة مع المواصفات القياسية للعسل واقل من اغلب دول العالم وربما يرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة في ليبيا بالمقارنة مع بعض دول العالم وبالتالي جودة العسل الليبي. أذا زادت نسبة الرطوبة في العسل أكبر من 17% ودرجة حرارة التخزين أكبر من 11درجة مئوية ونسبة الكربوهيدرات أصغر من 83% يكون العسل عرضا للتخمر، وبالنظر في النتائج المتحصل عليها نجد أن نسبة الرطوبة في عينات العسل في منطقة الدراسة اقل من 17.1% مما يجعل أن العسل الليبي ذو جودة عالية ويقاوم عملية التخزين.

2.3. العناصر الثقيلة

بعد أن تم تجهيز جميع العينات وهضمها بواسطة الأحماض، تم تقدير العناصر الثقيلة والنتائج موضحة في الجدل ادناه.

جدول. 4. النتائج المتحصل عليها من العينه A_1

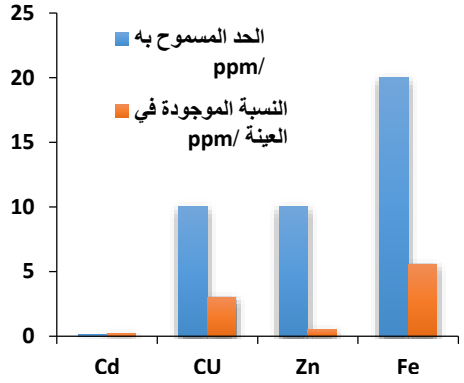
العنصر	الحد المسموح به ppm/	النسبة الموجودة في العينة /ppm
Cd	0.1	0.198
Cu	10	1.015
Zn	10	0.376
Fe	20	0.645



الشكل .1. يوضح العناصر الثقيلة المتمثلة في الكادميوم والنحاس والزنك والحديد للعينة A1 حيث نلاحظ ان كل النسب في المستوي المسموح بها

جدول.5. يوضح النتائج المتحصل عليها من A_2

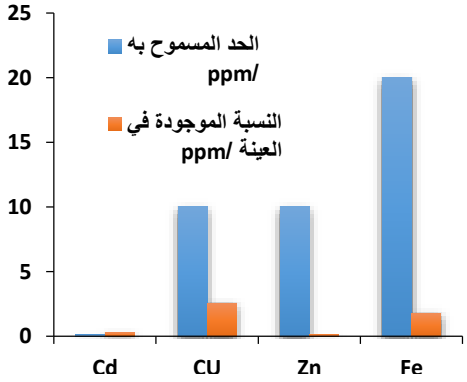
العنصر	الحد المسموح به /ppm	النسبة الموجودة في العينة /ppm
Cd	0.1	0.191
Cu	10	3.020
Zn	10	0.507
Fe	20	5.560



الشكل .2. يوضح العناصر الثقيلة المتمثلة في الكادميوم والنحاس والزنك والحديد للعينة A2 حيث نلاحظ ان كل النسب في المستوي المسموح بها

جدول.6. يوضح النتائج المتحصل عليها من A_3

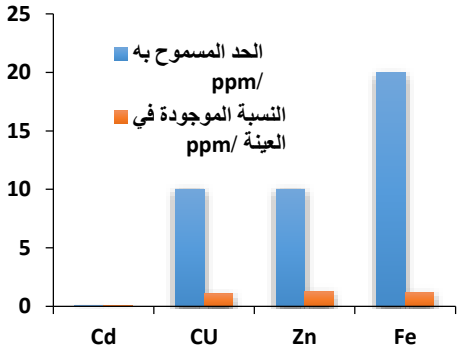
العنصر	الحد المسموح به /ppm	النسبة الموجودة في العينة /ppm
Cd	0.1	0.293
Cu	10	2.562
Zn	10	0.115
Fe	20	1.777



الشكل.3. يوضح العناصر الثقيلة المتمثلة في الكادميوم والنحاس والزنك والحديد للعينة A3 حيث نلاحظ ان كل النسب في المستوي المسموح بها

جدول .7. يوضح النتائج المتحصل عليها من العينة A_4

العنصر	الحد المسموح به /ppm	النسبة الموجودة في العينة /ppm
Cd	0.1	0.080
Cu	10	1.063
Zn	10	1.217
Fe	20	1.164



الشكل .4. يوضح العناصر الثقيلة المتمثلة في الكادميوم والنحاس والزنك والحديد للعينة A4 حيث نلاحظ ان كل النسب في المستوي المسموح بها

تؤكد جميع الدراسات والأبحاث أنه شديد السمية ويضر بجميع الكائنات الحية، وليس له أي دور حيوي. يستعمل في صناعة الزنك وفي صناعة أصبغة المواد البلاستيكية والدهانات وفي طلاء الخزف كما يختلط بالمعادن الخام مثل الزنك والنحاس والرصاص ويوجد في القمامة وفي الصرف الصحي وفي الأسمدة الفوسفاتية. تتمثل خطورة هذا المعدن في أن الكميات الضئيلة منه التي في الجسم تتواجد في الكليتين والكبد فهذه الأعضاء تعد كمخازن للكادميوم. وإذا تراكم في الكليتين ووصل تركيزه إلى الحدود الحرجة فإنه سيؤثر على وظائفهما وقد تصل مرحلة الضرر إلى الفشل الكلوي. كما يعد الكادميوم عاملا مسبباً لمرض ضغط الدم، ويؤثر تراكم الكادميوم في الجسم على القلب ويسبب تضخمه.

يشبه الكادميوم الكالسيوم بخصائصه الكيميائية لذلك فهو يحل محله في العظام على هيئة ثلاثي فوسفات الكادميوم مما يؤدي إلى حدوث هشاشة العظام، كما تؤدي زيادة كمية الكادميوم المتراكمة في الجسم إلى فقر الدم. كما أن كمية ضئيلة من الكادميوم تكفي للإصابة بالغثيان والإقياء والإسهال والتهاب غشاء القولون المخاطي. [12]

جدول (8): مواصفات ونتائج الكادميوم في العسل لبعض دول العالم

المكان	المدى / المتوسط ملجم/كجم	المراجع
ليبيا (مواصفة)	0.00	الزوي وآخرون ،2008
بولندا(مواصفة)	0.1	Fakhimzadeh & Lodenius,2000
أوروبا (مواصفة)	0.1	Bagdanov *et al* , 2003
التشيك (مواصفة)	0.5	Celechavska & Vorkova ,2001
رومانيا (مواصفة)	0.02	Antonescu & Mateescu , 2001
الأردن	0.0 إلى 5.785	2004Atrouse *et. al.*,
تركيا	0.31 إلى 0.35	Tuzen & Soylak , 2005
أمريكا + السلفادور+ المكسيك + الصين	0.102 إلى 0.267	Morse & Lisk,1980
تركيا (Kayseri)	0.11 إلى 0.18	Demirezen & Aksoy , 2005
تشيلي	0.00 إلى 0.05	Fredes & Montenegro , 2006
اسبانيا (Galicia)	0.0 إلى 0.0043	Rodrighuez Garcia *et. al.* , 2003
انجلترا	0.0003 إلى 0.3	Jones , 1987
ايطاليا (Siena)	0.0005 إلى 0.00074	Caroli *et. al.* , 1999
اسبانيا (Burgos)	0.00008 إلى 0.00189	الزوي وأخرون ،2008

من خلال هذه الدراسة نلاحظ أن مدى تركيز الكادميوم في عينات العسل من 0.ppm08-0.0293، وبمقارنة هذه النتائج مع المعدلات المسموح بها في بعض دول العالم (أنظر لجدول 8) وحيث كان الحد الأقصى المسموح به في ليبيا 0.1 ppm نجد أن جميع العينات أقل من الحد المسموح به باستثناء العينة A3 (العينة المجمعة من الشرق الليبي) وذلك ممكن نتيجة لتلوث البيئي للمكان التي أخذت منه العينة.

بالاضافة الي ذلك، من ظمن العناصر التي ثم دراستها النحاس وهو من العناصر الضرورية لجسم الإنسان، فهو عنصر أساسي في بعض العمليات الفيسيولوجية، وفي بناء بروتين الكولاجين الذي يدخل في تركيب العظام. ولكن يحتاج الجسم إلى مقادير ضئيلة من النحاس مصدرها الغذاء والماء، وكمية النحاس الموجودة في مياه الشرب هي المسؤولة عادة عن تغير مستوى النحاس في الدم، ومن المصادر الطبيعية للنحاس الغبار الذي تثيره الرياح، البراكين، الفحم النباتي، حرائق الغابات، ورذاذ البحر، أما المصادر البشرية المصاهر، المسابك، محطات توليد الكهرباء، ومصادر الاحتراق مثل محارق البلدية. ينجم الانبعاث الرئيسي للنحاس إلى الأرض من مخلفات مناجم النحاس والصرف الصحي، ويشكل الاستخدام الزراعي للمنتجات النحاس 2% من تلوث التربة بالنحاس. ويدخل النحاس في صناعة الأسمدة والمبيدات البكتيرية والفطرية ومبيدات الطحالب. ومن أمراض زيادة النحاس (التسمم النحاسي Copper Toxicity)، التسمم والتليف والفشل الكبدي، والفشل الكلوي، اضطرابات القناة الهضمية التخلف العقلي عند الأطفال، مرض ويلسون (Wilson´s disease-a) تتمثل أعراضه فالتليف الكبدي، تلف خلايا المخ، أمراض الكلى، ترسبات النحاس في القرنية.[12]

جدول.9. مواصفات ونتائج النحاس في العسل لبعض دول العالم

المكان	المدى / المتوسط ملجم/كجم	المراجع
ليبيا (مواصفة)	0.00	الزوي وأخرون ،2008
أمريكا	0.1 إلى 1.0	Cran, 1980
بريطانيا	0.035 إلى 6.51	Jones , 1987
ايطاليا	0.144 إلى 0.216	Caroli *et. al.* , 1999
اسبانيا	1.2 إلى 2.3	Lopez-Garcia *et al.* ,1999
رومانيا	0.0001 إلى 0.5	Antonescu & Mateescu ,2001
التشيك	0.057 إلى 1.55	Celechavska & Vorkova ,2001
نيجيريا	10.0 إلى 35.0	Adebiyi *et al* , 2004
الأردن	3.368 الى34.56	Atrouse *et. al.*,2004
المغرب	0.02 إلى 2.66	Diez *et. al.* , 2004
مصر	1.0 إلى 1.75	Rashed & Soltan ,2004
تركيا	0.15 إلى 0.4	Demirezen & Aksoy , 2005
جزر الكناري	0.23 الى1.73	Herandez *et. al.*, 2005
الخليج العربي	0.0 إلى 2.31	Kaakeh et. al. , 2005

في هذه الدراسة كان مستوى تركيز النحاس في عينات العسل المدروسة بين 3.02ppm -1.015وبمقارنة هذه النتائج بالمعدلات المسموح بها في بعض دول العالم (كما هو موضح في الجدول 9)، وجدنا أن جميع العينات مطابقة للمواصفات الدولية.

ويعد الزنك من ظمن العناصر التي ثم تقديرها في عينات الدراسة، حيث يتميز الزنك بأن أغلب مركباته سهلة الذوبان في الماء وخاصة عندما يكونا الرقم الهيدروجيني للتربة اقل من 6، ويظهر الأثر السام لهذا العنصر على النباتات عندما يصل تركيزه إلى نحو 200 ملغ/كغ من النبات الجاف [13] ،وهي نسبة عالية ينذر الوصول إليها في التربة الزراعية. وتزيد مقاومة الإنسان لتأثير الزنك على مقاومة النباتات، ولهذا لا يظهر أثره السام على الإنسان إلا فيما نذر. المصدر الطبيعي الرئيسي للزنك في الماء هو التعرية، والمصدر الطبيعي في الهواء يكون من حرائق الغابات. أما مصادر النشاط

البشري فهي التعدين، مراكز إنتاج الزنك إنتاج الفولاذ والحديد، تآكل المجلفنة، احتراق الوقود والفحم، التخلص من النفايات وحرقها، واستخدام الأسمدة والمبيدات الحاوية على الزنك.
يستخدم الزنك بشكل واسع كطبقة واقية للمعادن الأخرى، وفي السبائك. إن نقص الزنك قد يؤدي إلى ضعف الجهاز المناعي، الاكتئاب، إضعاف الرؤية، اضطرابات في الشم والتذوق،ولكن الكميات الكبيرة منه ضارة بجسم الإنسان وقد تؤدي إلى اضطرابات في الاستقلاب الخلوي. [12]

وجدنا في دراستنا أن تركيز الزنك في عينات الدراسة تتراوح بين 0.115 -1.217 ppm وهذا يعني أن جميع العينات تحتوي على

معدل أقل من المسموح به وذلك بمقارنة بمعدلات المسموح بها عالميا.

كما انه ثم تقدير نسب الحديد في عينات الدراسة وثم مقارنتها مع النسب المسموح بها عالميا، يعد الحديد من العناصر المهمة للإنسان

ويوجد الحديد في العسل حيث يعتبر من العناصر المهمة لعلاج فقر الدم، ومن جلال دراستنا وجدنا أن تركزه في عينات العسل تتراوح ما بين 0.645-5.560 ppmحيث أنه جميع العينات مطابقة للمواصفات الدولية.

4 . الخلاصة

تم تقدير أربعة متغيرات فيزوكيميائية والمثمتلة في محتوي الرطوبة، والأس الهيدروجيني والموصلية الكهربائية ومحتوي الرماد على عينات العسل المجمعة من مناطق مختلفة من ليبيا وذلك للتأكد علي جودة العسل وخلوه من العناصر الثقيلة. من خلال النتائج المتحصل عليها لهذه العينات المدروسة ومقارنتها بالمواصفات الدولية للعسل. حيث كانت العينات المدروسة مطابقة للمواصفات وكان هناك تباين واختلاف في النتائج يعكس اختلاف المناطق التي أخذت منها العينات من حيت اختلاف في النبات السائد في المنطقة وكذلك اختلاف في تضاريس ومناخ كل منطقة وعند تقدير محتوي الرطوبة نلاحظ أن النتائج المتحصل عليها في العينات العسل المدروسة منخفضة بمقارنة بالحد الأقصى المسموح به دوليا وهذا يعكس جودة العسل الليبي.

من خلال النتائج المتحصل عليها في عينات العسل وفقا للمواصفات الليبية وجدنا إن عنصر الكادميوم غير مطابق لهذه المواصفات وجميع العينات لا يوجد بها تلوث بالكادميوم إما باقي العينات تركيزات الموجودة بها اقل من الحد المسموح به دوليا

ومن خلال هذه الدراسة والنتائج المتحصل عليها نجد أنة بالإمكان استخدام عسل النحل كمؤشر على عدم وجود تلوث بيئئ بالعناصر الثقيلة في مناطق الدراسة.

5. المراجع

1. da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O. and Fett, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Food chemistry 196(2016) 309-323.
2. Kumar, K.S., Bhowmik, D., Biswajit, C. and Chandira, M.R. Medicinal uses and health benefits of honey: an overview. J. Chem. Pharm. Res. 2(2010).385-395.
3. Liyanage, D. and Mawatha, B. Health benefits and traditional uses of honey: A review. J. Apith 2 (2017) 9-14.
4. Šarić, G., Matković, D., Hruškar, M. and Vahčić, N. Characterisation and classification of Croatian honey by physicochemical parameters. Food Technology and Biotechnology 46 (2008) 355-367.
5. Oroian, M., Prisacaru, A., Hretcanu, E.C., Stroe, S.G., Leahu, A. and Buculei, A. Heavy metals profile in honey as a potential indicator of botanical and geographical origin. International journal of food properties 19 (2016) 1825-1836.
6. Tuzen, M., Silici, S.İ.B.E.L., Mendil, D. and Soylak, M. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. Food chemistry 103 (2007) 325-330.
7. Cunningham, M.M., Tran, L., McKee, C.G., Polo, R.O., Newman, T., Lansing, L., Griffiths, J.S., Bilodeau, G.J., Rott, M. and Guarna, M.M. Honey bees as biomonitors of environmental contaminants, pathogens, and climate change. *Ecological Indicators* 134 (2022) 108457.
8. Conti, M.E. and Botrè, F. Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. Environmental monitoring and assessment 69 (2001) 267-282.
9. Van Der Steen, J.J., de Kraker, J. and Grotenhuis, T. Spatial and temporal variation of metal concentrations in adult honeybees (Apis mellifera L.). Environmental monitoring and assessment 184 (2012) 4119-4126.
10. Cervantes ,MA RAMIREZ, SA Gonzalez Novelo, and E. Sauri Duch . Effect of the temporary thermic Treatment of honey on variation of the quality of the same during storage. Apiacta 35 (2000).
11. González, A., J. Gómez, R. García-Villanova, T. Rivas, R. Ardanuy, and J. Sánchez. Geographical discrimination of honeys by using mineral composition and common chemical quality parameters. Journal of the Science of Food and Agriculture 80 (2000) 157-165.
12. Bayir, H. and Aygun, A. Heavy metal in honey bees, honey, and pollen produced in rural and urban areas of Konya province in Turkey. Environmental Science and Pollution Research 29 (2022) 74569-74578.
13. Simon, L., Tlustoš, P., Száková, J. and Pavlíková, D. Potentially harmful elements in agricultural soils. In PHEs, Environment and Human Health: Potentially harmful elements in the environment and the impact on human health Dordrecht: Springer Netherlands (2014) 85-150.