وقائع المؤتمر العلمي السنوي الثالث لكلية التربية الاساسية
في مجال العلوم الصرفة والموسوم:
(مؤتمر كلية التربية الاساسية في مجال العلوم الصرفة)
وتحت شعار
(بالعلوم الصرفة نبني واقعا معرفيا متجددا)
يومي الاحد والاثنين 21-2026/6/22

تقييم مستويات النحاس والكوبالت والكادميوم والرصاص والملوثات العضوية (اليوريا وحمض اليوريك) في البن في العراق

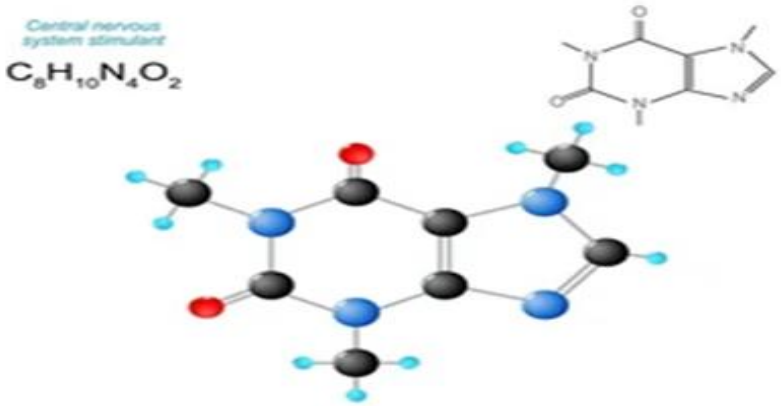
Assessment of the level of Cu, Co, Cd and Pb and Organic Pollutants (Urea and Uric Acid) Levels in Coffee in Iraq.

Aktham N. Jasim[1*], A. R. M. Chyad[2*] , Mina A. Omar[3*]
[1,2,3 *]Department of science, College of Basic Education,
Mustansiryah University, Iraq
[1*] akthem.edbs@uomustansiriyah.edu
[2*] ala.chyad@uomustansiriyah.edu.iq
[3*] minahadil1996@uomustansirivah.edu.iq

مستخلص البحث :
تهدف هذه الدراسة إلى تقييم السلامة الكيميائية والبيولوجية لحبوب البن الأخضر المستوردة والداخلة إلى السوق العراقية المحلية . تم دراسة ثلاثة أصناف رئيسية للبن وهي الهندية، والإثيوبية، والبرازيلية للتحقق من التلوث بالمعادن الثقيلة والمؤشرات الحيوية العضوية للآفات البيولوجية. أُجري تحليل العناصر للرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) والكوبالت (Co) والنحاس (Cu) في مركز ابن البطار للأبحاث باستخدام مطياف الامتصاص الذري (AAS), بالإضافة إلى ان تم، أُجراء دراسة استخلاص معتمدة على الزمن (1، 5، و10 دقائق) لفحص مستويات اليوريا وحمض اليوريك باستخدام مطياف (Shimadzu UV-1900i Plus) وكواشف (Bio- Systems) الإنزيمية. أظهرت النتائج أن جميع عينات البن كانت خالية تمامًا من المعادن الثقيلة السامة (0.0000 ppm)، مما يشير إلى نقاء بيئي عالٍ في مناطق زراعة البن وعدم تلوث حبة البن نفسها . ومع ذلك، أكد التقييم البيولوجي وجود ملوثات عضوية على سطح الحبوب. احتوت القهوة البرازيلية على أعلى نسبة من اليوريا (5.88 mg/dL)، بينما احتوت القهوة الهندية على أعلى نسبة من حمض اليوريك (1.80 mg/dL). لوحظ انخفاض طردي في التركيز مع ازدياد مدة ووقت الاستخلاص، مما يؤكد أن التلوث سطحي، ومن المرجح أنه حدث أثناء التخزين في المخازن المحلية بعد الحصاد والشحن البحري. من بين الأصناف التي تم تحليلها ، أظهرت القهوة الإثيوبية أكثر التركيبات الكيميائية توازناً واستقراراً. خلصت الدراسة إلى أنه على الرغم من أن القهوة آمنة كيميائياً من الملوثات الصناعية، إلا أن تطبيق بروتوكولات نظافة أكثر صرامة في المستودعات ضروري للحد من التلوث البيولوجي الثانوي، الذي قد يؤثر على جودة وسلامة القهوة للمستهلكين، لا سيما من خلال منع نمو العفن والبكتيريا التي قد تؤثر سلباً على النكهة والمعايير الصحية.

المقدمة :

نبات البُن أو القهوة الاسم العلمي: (Coffea)، الذي ينتمي إلى الفصيلة الفوية وجنس البن، شجرة معمرة خشبية تنمو عادةً في المناطق الواقعة بين المناطق الاستوائية وعلى ارتفاعات عالية. يُعتقد أن موطنها الأصلي دول شرق أفريقيا مثل مدغشقر ومرتفعات إثيوبيا. من بين أنواع البن المختلفة المعروفة عالميًا، نوعان فقط لهما أهمية اقتصادية كبيرة، وهما: البن العربي(Coffea arabica) ، المعروف باسم بن أرابيكا، وبن روبوستا. يختلف النوعان اختلافًا كبيرًا في المذاق والمظهر والتركيب الكيميائي [1] يُعرف القهوة عالميًا كواحد من أكثر المشروبات شعبيةً وعمليةً، حيث يتجاوز استهلاكها اليومي ملياري كوب. تاريخيًا، بدأت رحلة القهوة في شرق أفريقيا قبل أن تصل إلى أوروبا في القرن السابع عشر، حيث أصبحت مشروبًا أساسيًا خلال الثورة الصناعية، لما لها من قيمة في تحسين التركيز الذهني والاستعداد للعمل [2]. في رسالة عام 1824، وصفها توماس جيفرسون بأنها "المشروب المفضل للعالم المتحضر" وهو وصف لا يزال صحيحًا حتى اليوم نظرًا لارتفاع معدلات استهلاكها وأهميتها التاريخية[3]. تُعدّ الآثار الصحية للقهوة بالغة الأهمية للأطباء وأخصائيي التغذية والمستهلكين حيث تُعتبر القهوة من أكثر المشروبات تفضيلًا، بعد الماء مباشرةً، وقد ذُكرت كمشروب ذي فوائد محتملة في الإرشادات الغذائية لعام 2020. تُعزى فوائد القهوة الإيجابية على تحمل الجلوكوز ومرض السكري إلى مكوناتها. تؤدي القهوة أيضًا أدوارًا مضادة للالتهابات، ومضادة للأكسدة، ومضادة للسرطان، ومضادة للميكروبات، وخافضة لضغط الدم، ومحفزة للمناعة، ومضادة للتخثر في جسم الإنسان. وتشير المنهجيات الحديثة في الدراسات الوبائية والتجريبية إلى أن استهلاك القهوة قد يُفيد في الوقاية من العديد من الأمراض المزمنة، بما في ذلك داء السكري من النوع الثاني. وقد كشفت معظم الدراسات المستقبلية التي أجريت على مجموعات من الأفراد عن عدم وجود صلة بين استهلاك القهوة وزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. [4] يكمن التعقيد البيولوجي للقهوة في تركيبها الكيميائي كما موضح في الشكل (1)، الذي يشمل الكافيين، وحمض الكلوروجينيك، والتريجونيلين [5]وتُميز هذه المكونات أنواعًا مختلفة، أبرزها أرابيكا وروبوستا. وتُعرف أرابيكا، موطنها الأصلي إثيوبيا، بمذاقها الناعم ومحتواها المنخفض من الكافيين، حيث تُمثل 80% من الإنتاج العالمي، بينما تُقدم روبوستا مذاقًا أقوى ونسبة كافيين أعلى بنسبة 2.5%. نظراً لنشاطها العالي كمضاد للأكسدة، يرتبط استهلاك القهوة باعتدال (3-4 أكواب يومياً) بفوائد صحية عديدة، بما في ذلك تأثيرات مضادة للالتهابات ومضادة للسرطان [7]



الشكل (1): يوضح التركيب الكيميائي للكافيين , هو المكون الاساسي للقهوة

Formula: (C8H10N4O2)
Structure: It consists of a xanthine scaffold containing two carbonyl groups (C8H10N4O2), four tertiary amines, and two rings (imidazole and pyrimidine).
(8) IUPAC Name: 1,3,7-trimethylpurine-2,6-dione, Molecular Weight: 194.19 g/mol

يستورد السوق العراقي أنواعاً متنوعة من القهوة، منها الإثيوبية والبرازيلية والهندية. ورغم ما توفره هذه الأنواع من فوائد صحية كبيرة، إلا أن جودتها قد تتأثر سلباً بعوامل خارجية. تركز هذه الدراسة على تقييم سلامة هذه الأنواع المستوردة من القهوة في العراق، وتحديداً من خلال فحص التلوث بالمعادن الثقيلة والملوثات البيولوجية. تُعد المعادن الثقيلة، مثل الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) والنحاس (Cu) والكوبالت (Co)، مؤشرات بالغة الأهمية للسلامة الكيميائية، إذ يُشكل تراكمها مخاطر صحية جسيمة. علاوة على ذلك، يستخدم هذا البحث اليوريا وحمض اليوريك كمؤشرات حيوية كيميائية للكشف عن التلوث البيولوجي الناتج عن سوء ظروف التخزين أو التعرض لمخلفات الحيوانات (القوارض والطيور) أثناء عمليات التجفيف أو المناولة.

المعادن الثقيلة :

تُعتبر المعادن الثقيلة أيضًا من العناصر النزرة, والنادرة وهي معادن وعناصر كيميائية يحتاجها الجسم أو الكائنات الحية بكميات ضئيلة جداً (أقل من 0.1% من الوزن) لتأدية وظائف حيوية أساسية، مثل النمو، التمثيل الغذائي، ودعم الجهاز المناعي و نظرًا لوجودها بتراكيز ضئيلة (من جزء في المليار إلى أقل من 10 أجزاء في المليون) في مختلف البيئات. ويتأثر توافرها الحيوي بعوامل فيزيائية كدرجة الحرارة، وارتباط الأطوار، والامتزاز، والعزل. كما يتأثر بعوامل كيميائية تؤثر على التوزيع الكيميائي عند التوازن الديناميكي الحراري، وحركية التكوين المعقد، وذوبانها في

الدهون، ومعاملات توزيعها بين الأوكتانول والماء. وتلعب العوامل البيولوجية، كخصائص الأنواع، والتفاعلات الغذائية، والتكيفات البيوكيميائية/الفسيولوجية، دورًا هامًا أيضًا.

المعادن الثقيلة وتقييم المخاطر البيولوجية:

تُعرَّف المعادن الثقيلة بأنها عناصر معدنية ذات كثافة عالية مقارنة بالماء، وتكمن أهميتها في قدرتها على إحداث سمية حتى عند التعرض لمستويات منخفضة .وقد أصبح التلوث البيئي بهذه المعادن مصدر قلق عالمي للصحة العامة، مدفوعًا بشكل أساسي بالأنشطة البشرية مثل الإنتاج الصناعي، والصهر، والاستخدام المنزلي أو الزراعي للمركبات المحتوية على المعادن. في حين أن بعض المعادن مثل النحاس (Cu) والكوبالت (Co) عناصر غذائية أساسية ضرورية للوظائف البيوكيميائية، إلا أن نطاق تأثيرها بين المفيد والسام ضيق؛ إذ يمكن أن يؤدي التعرض المفرط لها إلى تلف خلوي شديد، مثل مرض ويلسون لدى البشر. من ناحية أخرى، لا توجد وظائف بيولوجية معروفة للمعادن غير الأساسية مثل الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd)، وتُعتبر مواد سامة جهازية يمكن أن تُسبب تلفًا في أعضاء متعددة، وتُصنف كمواد مسرطنة محتملة[9]، كما في الجدول رقم (1)

جدول (1) : الوظائف البيولوجية المعروفة للمعادن

الرمز	العنصر الكيميائي	الاهمية في التحليل
Cu	النحاس (Copper)	عنصر اساسي بتركيزات ضئيلة لكنه قد يصبح ساما بتراكيز عالية
Co	الكوبالت (Cobalt)	عنصر يدخل في تركيب فيتامين B12، لكن زيادته ضارة
Pb	الرصاص (Lead)	معدن سام جدا يؤثر على الجهاز العصبي ، لايفضل وجوده
Cd	الكادميوم (Cadmium)	معدن ثقيل سام جدا ، وجوده مؤشر على التلوث البيئي

تؤدي المعادن الثقيلة الأساسية وظائف بيوكيميائية وفسيولوجية في النباتات والحيوانات. وهي مكونات أساسية للعديد من الإنزيمات الرئيسية، وتلعب أدوارًا مهمة في تفاعلات الأكسدة والاختزال المختلفة. فعلى سبيل المثال، يُعد النحاس عاملًا مساعدًا أساسيًا للعديد من الإنزيمات المرتبطة بالإجهاد التأكسدي. لذا، يُعدّ النحاس عنصرًا غذائيًا أساسيًا يدخل في تركيب العديد من الإنزيمات المعدنية المشاركة في تكوين الهيموجلوبين، واستقلاب الكربوهيدرات، وتخليق الكاتيكولامينات، والربط المتقاطع للكولاجين والإيلاستين والكيراتين في الشعر. وتستغل الإنزيمات النحاسية المشاركة في تفاعلات الأكسدة والاختزال قدرة النحاس على التناوب بين حالتي الأكسدة (Cu(II)) والاختزال (Cu(I))مع ذلك، فإن هذه الخاصية تحديدًا تجعل النحاس سامًا، إذ قد تؤدي التحولات بين Cu(II) و Cu(I)إلى توليد جذور الأكسجين الفائق وجذور الهيدروكسيل [9,10]. كما رُبط التعرض المفرط للنحاس بتلف الخلايا. وعلى غرار النحاس، تتطلب الوظائف البيولوجية العديد من العناصر الأساسية الأخرى، إلا أن زيادة كمية هذه المعادن تُسبب تلفًا في الخلايا والأنسجة، مما يؤدي إلى

مجموعة متنوعة من الآثار الضارة والأمراض البشرية. بالنسبة لبعض المعادن، بما في ذلك الكروم والنحاس، يوجد نطاق ضيق جدًا من التركيزات التي تفصل بين التأثيرات المفيدة والسامة اما معادن أخرى مثل الكاديوم (Cd) والرصاص(Pb) ، والكوبالت (Co) فليس لها وظائف بيولوجية معروفة، وتُعتبر معادن غير أساسية . [11] في الأنظمة البيولوجية، أشارت التقارير إلى أن المعادن الثقيلة تؤثر على عضيات ومكونات الخلية، مثل غشاء الخلية، والميتوكوندريا، والليزوزوم، والشبكة الإندوبلازمية، والنوى، وبعض الإنزيمات المشاركة في عمليات الأيض، وإزالة السموم، وإصلاح التلف [11]. وقد وُجد أن أيونات المعادن تتفاعل مع مكونات الخلية، مثل الحمض النووي والبروتينات النووية، مما يُسبب تلفًا في الحمض النووي وتغيرات في بنيته، والتي قد تؤدي إلى تعديل دورة الخلية، أو التسرطن، أو موت الخلايا المبرمج ، وقد أظهرت العديد من الدراسات ان إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) والإجهاد التأكسدي يلعبان دورًا رئيسيًا في سمية وسرطنة معادن ، مثل الكاديوم ، والكروم ، والرصاص ، والزئبق. نظراً لسميتها العالية، تُصنّف هذه العناصر الخمسة ضمن المعادن ذات الأولوية التي تُشكّل خطراً جسيماً على الصحة العامة. فهي جميعاً مواد سامة جهازية معروفة بقدرتها على إحداث تلف في أعضاء متعددة، حتى عند مستويات التعرض المنخفضة. ووفقاً لوكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) والوكالة الدولية لأبحاث السرطان (IARC)، تُصنّف هذه المعادن أيضاً على أنها مواد مسرطنة معروفة أو محتملة للإنسان، استناداً إلى دراسات وبائية وتجريبية تُظهر وجود ارتباط بين التعرض لهذه المعادن وانتشار السرطان لدى البشر والحيوانات. [9,11] تتضمن سمية المعادن الثقيلة وقدرتها على التسبب بالسرطان وتلوث البن جوانب آلية عديدة، بعضها غير واضح أو مفهوم تماماً. ومع ذلك، من المعروف أن لكل معدن خصائص فريدة وخصائص فيزيائية وكيميائية تُحدد آليات عمل السمية الخاصة

المؤشرات الحيوية والتلوث العضوي :

تُعدّ المؤشرات الحيوية الكيميائية ضرورية لتحديد التلوث الحيواني بموضوعية في مراقبة جودة الأغذية، إذ توفر كشفًا أسرع وأكثر دقة من الفحص المجهري التقليدي الذي يستغرق وقتًا طويلاً (استخلاص التلوث الضوئي). وتركز المؤشرات الحيوية الرئيسية لتلوث الطيور والقوارض، كما أبرزتها الدراسات الحديثة، على مركبات خاصة بكل نوع موجودة في البراز والبول ونواتج الاستقلاب. تعتمد الطرق الحالية لتحديد بقع البول على الأطعمة وعبواتها على فحص أولي بالأشعة فوق البنفسجية، يليه اختبارات كيميائية متنوعة. وقد طُوّرت هذه الإجراءات وحُسّنت على مدى الثلاثين إلى الأربعين عامًا الماضية. وتتمثل المؤشرات الأيضية لتلوث البول في هذه الإجراءات في اليوريا وحمض اليوريك، وهما من نواتج استقلاب البيورين والتريبتوفان في معظم أنواع الثدييات .[13] توفر المؤشرات الحيوية للتلوث العضوي في مجال سلامة الأغذية، حيث المؤشرات الحيوية الكيميائية طريقة دقيقة لتحديد التلوث الحيواني الذي قد لا يكون مرئيًا بالعين المجردة. بااستخدام اليوريا وحمض اليوريك في هذه الدراسة كمؤشرات أيضية وتعتبر اليوريا هي المكون الرئيسي لبول الثدييات (مثل القوارض). وجودها في عينات القهوة يُعد مؤشرًا كيميائيًا على التلوث أثناء التخزين

أو النقل. بالاضافة الى حمض اليوريك هو الناتج النيتروجيني الرئيسي في فضلات الطيور والزواحف. وبما أنه يُفرز كفضلات صلبة أو شبه صلبة، فإن الكشف عنه يُعد دليلًا قاطعًا على التعرض لفضلات الطيور، والتي غالبًا ما تحدث أثناء عملية التجفيف في الهواء الطلق. [14]

في حبوب البن عالية الجودة وغير الملوثة، يُفترض أن يكون مستوى كل من اليوريا وحمض اليوريك صفرًا أو غير قابل للكشف. يشير وجود هذه المركبات بأي تركيز قابل للقياس إلى خرق بروتوكولات سلامة الغذاء. ووفقًا لمعايير جودة الغذاء، فإن "النطاق الطبيعي" لهذه المؤشرات الحيوية في المشروبات المصنعة يكاد يكون معدومًا، لأن ظهورها هو نتيجة مباشرة للتلوث البيولوجي الخارجي وليس للتركيب الكيميائي الطبيعي لحبة البن نفسها.

المواد والفرضيات :

جمع العينات:

في هذه الدراسة، تم اختيار عينات متنوعة من حبوب البن الأخضر بعناية لتمثيل الأنواع الأكثر استهلاكًا في السوق العراقي المحلي. تم الحصول على جميع العينات كمنتجات تجارية من أسواق متخصصة في بغداد. ركز البحث على ثلاثة مصادر جغرافية رئيسية:

1 .البن الأخضر الهندي : العينات 13، 14، 15

2 .البن الأخضر الإثيوبي: العينات 16، 17، 18

3 .البن الأخضر البرازيلي : العينات 19، 20، 21

تم شراء الحبوب في حالتها "الخضراء" (الخام) لضمان عدم تأثر المؤشرات الحيوية المستخدمة بعملية التحميص، مما يسمح بتقييم دقيق لنقاء المادة الخام وجودة تخزينها. كما موضح في الجدول (2).

جدول (2) : تحديد عينات القهوة التجارية

رمز العينة	نوع القهوة	المنشا	الحالة	المصدر
15-14-13	هندية	الهند	حبوب خضراء	اسواق محلية (بغداد)
18-17-16	اثيوبية	اثيوبيا	حبوب خضراء	اسواق محلية (بغداد)
21-20-19	برازيلية	البرازيل	حبوب خضراء	اسواق محلية (بغداد)

تحليل استخلاص عينات القهوة مع مرور الوقت:

باستخدام مجموعات التشخيص من (Bio-Systems) ، أُجريت عملية استخلاص مع مرور الوقت لفحص النقاء العضوي والبيولوجي لعينات القهوة. هدفت هذه الطريقة إلى تتبع استقرار وذوبان المؤشرات الحيوية العضوية لمدة دقيقة واحدة، وخمس دقائق، وعشر دقائق لرصد التغيرات في تركيزها.

تحضير العينات واستخلاصها:

تم استخدام عملية الاستخلاص المائي وعُولج (25 g) من حبوب البن الخضراء الكاملة بالماء المقطر لاستخلاص الشوائب السطحية. و لرصد التغيرات في التركيز، أُجريت القياسات على ثلاث فترات محددة من عينات المستخلص المائي على ثلاث فترات زمنية دقيقة: 1 و 5 و 10 دقائق لدراسة حركية ذوبان واستقرار المؤشرات الحيوية.تم استخدام المواد الكيميائية المستخلصة مباشرةً لعدم استخدام أي تخفيف إضافي (معامل التخفيف = 1)، وذلك للكشف حتى عن الكميات الضئيلة من المؤشرات الحيوية.

(الاستخلاص المائي):

لمحاكاة عملية التلوث بالملوثات السطحية من البيئة والجو وعوامل النقل والتخزين . وُضعت حبوب البن الأخضر الكاملة (الهندي والإثيوبي والبرازيلي) في عبوات معقمة.ثم لضيف حجم محدد من الماء المقطر إلى كل عينة لبدء عملية استخلاص المؤشرات الحيوية العضوية. رُجّ الخليط برفق لضمان وصول الماء إلى جميع أسطح الحبوب بعدها جُمعت عينات من المستخلص على ثلاث فترات زمنية مختلفة: دقيقة واحدة، وخمس دقائق، وعشر دقائق. تم فحص هذه المستخلصات مباشرة عند كل مدة زمنية باستخدام مجموعه الشتخيص من شركة (Bio-Systems)، وقُيست باستخدام جهاز (UV-1900i Plus) لمراقبة تغيرات التركيز مع مرور الوقت.

تحليل المعادن الثقيلة :

أُجريت الأعمال التجريبية والتحليلات الآلية في مركز ابن البيطار للأبحاث، التابع لمؤسسة البحث والتطوير الصناعي بوزارة الصناعة والمعادن في العراق. استُخدم مطياف الامتصاص الذري (AAS)لتحليل العناصر، وذلك للكشف عن المعادن الثقيلة. ولتقييم السلامة الكيميائية لعينات البن، أُجري تحليل متخصص للمعادن الثقيلة - بما في ذلك الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) والكوبالت (Co)والنحاس (Cu) في مركز ابن البيطار للأبحاث. وكان الهدف من ذلك التحقق من خلو العينات من الملوثات الصناعية التي قد تنشأ من تربة مناطق الزراعة أو آلات التصنيع. و في مختبرات المركز، جُهزت وحضرت العينات وفقًا للبروتوكول المحدد في البحث .

تحليل المؤشرات الحيوية :

المقياس الطيفي تم أُجراء التحليل الكمي لليوريا وحمض اليوريك باستخدام مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية عالي الأداء من نوع (Shimadzu UV-1900i Plus) يضمن هذا النظام ثنائي الحزمة استقرارًا ودقة عاليتين أثناء القياسات. تم تشغيل الجهاز في وضع الامتصاص. والطول الموجي المناسب لكل اختبار تم أخذ القياسات عند 520 نانومتر لحمض اليوريك و600 نانومتر لليوريا، وفقًا لبروتوكولات التشخيص الخاصة بشركة (Bio-Systems) تمت معايرة الجهاز تلقائيًا باستخدام محلول "فارغ" (ماء مقطر وكواشف) لإزالة أي تداخل خلفي قبل قراءة العينات ومعالجة البيانات. مما سمح جهازالمسح الضوئي عالي السرعة وبرنامج(LabSolutions UV-Vis)

المدمج مع جهاز (UV-1900i Plus) بالحصول على بيانات دقيقة ومعالجة العينات التي تعتمد على الوقت خلال (1 و5 و10 دقائق).

النتائج والمناقشة :

عند تحليل النتائج في المعادن الثقيلة لجميع العنيات ال 9 من المستخلص (الهندية ، الاثيوبية ،والبرازيلية) اظهرت النتائج ان تراكيز كل من تركيزات الكادميوم (Cd) والكوبالت (Co) والرصاص (Pb) والنحاس (Cu) ثابتة عند 0.0000 جزء في المليون، وهي مؤشر ايجابي على قلة الاثر السمي وانعدام التلوث العضوي في انواع العينات المستخدمة. كما في الجدول (3)

جدول (3) : تراكيز المعادن الثقيلة في عينات القهوة (ppm)

نوع العنية	Pb (ppm)*	Cd(ppm)	Co(ppm)	Cu(ppm)
هندية	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
اثيوبية	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
برازيلية	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ppm*: جزء في المليون part per million

كانت تراكيز جميع المعادن الثقيلة في العينات اقل من حد الكشف ،مما يشير الى عدم وجود تلوث معدني قابل للقياس ضمن حدود حساسية الجهاز المستخدم للمعادن الثقيلة السامة (0.0000 ppm) إلى خلو التربة ومياه الري في مناطق الزراعة من التلوث الصناعي مما يعني عدم تلوث القهوة اثناء عملية الزراعة والنمو وتتوافق النتائج التي تم الحصول عليها، للرصاص والكادميوم والكوبالت والنحاس ، مع نتائج (15. Belete, G. D., Asres, Y. H., & Zegeye, S. M (2024)). اللذين أفاد بأن حبوب البن غالبًا ما تحافظ على مستويات نقاء عالية بفضل آليات الامتصاص الانتقائي لنبات البن، حتى في ظل ظروف بيئية مختلف[15]. وهذا يجعل التركيز على نظافة التخزين العامل الأساسي لتقييم الجودة.على عكس المعادن الثقيلة، أظهرت جميع العينات نتائج إيجابية للمؤشرات الحيوية المستخدمة (اليوريا واليورك اسد) التي تم الكشف عنها خلال فترات زمنية مختلفة، مقارنةً بالعينة الفارغة والمعيار المعتمد. حيث اظهرت القراءات الأولية (دقيقة واحدة) سُجّلت أعلى تركيزات لليوريا وحمض اليوريك. ولوحظ انخفاض عام في التراكيز مع تقدم وقت الاستخلاص إلى 10 دقائق.كما في الجدول (4) يوضح المؤشرات الحيوية التي تم الكشف عنها خلال فترات زمنية مختلفة مقسمة حسب منشا كل منها ، مقارنةً بالعينة الفارغة والمعيار المعتمد.

جدول (4): تراكيز المؤشرات الحيوية مع مرور الوقت مقابل المعايير.

العينة / المصدر	الوقت (دقيقة)	تركيز اليوريا (mg/dL)*	تركيز حمض اليوريك (mg/dL)
ماء مقطر (blank)	-	0.00	0.00
الكاشف (Bio-Systems)	-	50.0	6.00
قهوة هندية			
العينة 13	1	5.70	1.80
العينة 14	5	5.46	1.60
العينة 15	10	5.21	1.70
القهوة الاثيوبية			
العينة 16	1	5.45	1.60
العينة 17	5	5.34	1.60
العينة 18	10	5.28	1.60
القهوة البرازيلية			
العينة 19	1	5.88	1.50
العينة 20	5	5.82	1.60
العينة 21	10	5.88	1.50

*(mg/dL)ملغم/ديسيلتر

تكشف النتائج خلال التجربة والمؤشرات الحيويه حيث يمكن ان نصنف المحاليل الى ثلاثة اقسام بالمقارنة مع المعايير القياسية (معايرة العينة الفارغة والمعايرة القياسية المعتمدة) حيث نلاحظ ان العينة (blank) الماء المقطر المستخدم لتقييس الجهاز وتصفييره حيث اعطت العينة تركيزًا قدره 0.00 ملغم/ديسيلتر، مما يؤكد نقاء المذيب ودقة جهاز (Shimadzu UV-1900i Plus) في إزالة التداخل للشوائب . علاوة على ذلك، استُخدمت القيم القياسية لنظام(Bio-Systems)(اليوريا: 50.0 mg/dL ؛ حمض اليوريك: 6.0 mg/dL) كمعيار مرجعي، مما يضمن أن المستويات المُكتشفة في عينات البن على الرغم من كونها أقل بكثير وهذا أمر طبيعي ومنطقي، لأن المحلول القياسي يحتوي على تراكيز عالية ومحددة بدقة لضبط الجهاز، بينما عينات القهوة تحتوي على ملوثات سطحية بتركيزات ضئيلة و تقع ضمن نطاق الكشف الموثوق به للتقييم الكمي. مع بقاء حبوب البن في المحلول المائي لفترة أطول، من المحتمل أن يكون استخلاص مركبات القهوة الطبيعية (مثل البوليفينولات والأصباغ) قد ازداد. قد تتداخل هذه المركبات مع التفاعل الإنزيمي اللوني لمجموعات

Bio-Systems، مما قد يمنع اكتمال ظهور اللون أو يؤدي إلى عدم استقرار المركب اللوني النهائي، مما يتسبب في تلاشيه قبل القراءة النهائية.

بالاضافة الى خصوصية المؤشرات الحيوية حسب المنشأ الجغرافي تُظهر البيانات ارتباطًا واضحًا بين منشأ البن ونوع الملوث العضوي حيث ان البن البرازيلي (العينات 19-21) أظهر هذا النوع باستمرار أعلى تركيزات اليوريا، حيث بلغت ذروتها عند 5.88 mg/dL. يشير هذا المستوى المرتفع في مختلف العينات إلى تعرض منتظم لملوثات مرتبطة بالقوارض، على الأرجح خلال مراحل النقل البحري واسعة النطاق أو التخزين لفترات طويلة، وهي سمة مميزة للصادرات البرازيلية وبالنظر الى البن الهندي (العينات 13-15) أظهر هذا النوع أعلى مستويات حمض اليوريك، حيث بلغت 1.80 mg/dL في العينة 13. ونظرًا لأن البن الهندي يُجفف غالبًا تحت أشعة الشمس في اماكن مفتوحة، فإن هذه النتيجة تدعم فرضية التعرض المباشر لفضلات الطيور أثناء عملية التجفيف. اما من ناحية البن الإثيوبي (العينات 16-18) أظهر هذا النوع أكثر استقرارًا وتوازنًا، لا سيما مع بقاء حمض اليوريك ثابتًا عند 1.60mg/dL . وانخفاض مستويات تراكيز اليوريا خلال الوقت يشير هذا إلى تحكم أفضل في عمليات ما بعد الحصاد أو استقرار تخزيني فائق مقارنةً بالصنفين الآخرين. ان اعتماد الاستخلاص المعتمد على الزمن يوضح توزيع العينات (13-21) على فترات 1 و5 و10 دقائق طبيعة التلوث السطحي حيث سُجّلت أعلى التركيزات عمومًا عند الدقيقة الأولى، حيث قام الماء المقطر بغسل الشوائب السطحية بفعالية. وتشير التقلبات الطفيفة والانخفاضات التدريجية الملاحظة مع اقتراب فترة 10 دقائق إلى أن هذه المؤشرات الحيوية (اليوريا وحمض اليوريك) ليست جزءًا من التركيب الكيميائي الداخلي للبن، بل هي ملوثات ثانوية ويتوافق الكشف عن اليوريا وحمض اليوريك في العينات المُحللة مع (Rajendran, S .16 (2005).) التي تُحدد هذه المركبات كمؤشرات حيوية أساسية للإصابة بالآفات (القوارض والطيور) أثناء تخزين ونقل السلع الزراعية الجافة مثل حبوب البن.ويُثبت استقرار النتائج مع مرور الوقت أن طريقة الاستخلاص المائي تقنية عالية الكفاءة وغير مُتلفة لفحص النقاء البيولوجي للمواد الغذائية الخام.بناءً على النتائج تؤكد الدراسة أن عينات البن آمنة كيميائيًا (خالية من المعادن الثقيلة)، إلا أنها تُظهر درجات متفاوتة من التلوث البيولوجي ويؤكد وجود اليوريا (مؤشر على بول الثدييات) وحمض اليوريك (مؤشر على فضلات الطيور/الزواحف) أن التلوث عضوي وبيولوجي وسطحي ومن الممكن ان التلوث ناتج بعد عملية التصدير والخزنفي مخازن الاسواق العراقية . وهذا يستدعي تطبيق لوائح صحية أكثر صرامة في التخزين، ويشير إلى أن البن الإثيوبي هو الصنف الأفضل بين العينات المختبرة من حيث النظافة البيولوجية العامة.

الاستنتاج والتوصيات :

1. الاستنتاج:

اظهرت الدراسة في تقييم السلامة الكيميائية والبيولوجية لحبوب البن الأخضر التجارية (الهندي والإثيوبي والبرازيلي) في السوق العراقية المحلية ان غياب المعادن الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، الكوبالت، النحاس) بتركيز 0.0000 جزء في المليون أن العينات خالية من التلوث الصناعي والبيئي من المصدر، مما يضمن سلامتها الكيميائية للاستهلاك البشري. ويؤكد الكشف عن اليوريا وحمض اليوريك أن البن عرضة للتلوث العضوي الثانوي. وتشير المستويات المرتفعة في البن البرازيلي (اليوريا: 5.86 mg/dL) والبن الهندي (حمض اليوريك: 1.70 mg/dL) إلى وجود نقاط ضعف محددة أثناء التخزين والتجفيف. أثبتت الدراسة المعتمدة على الزمن (1، 5، 10 دقائق) وطريقة الاستخلاص المائي أن هذه الملوثات مرتبطة بالسطح. هذه نتيجة بالغة الأهمية، إذ تشير إلى أن التلوث يحدث بعد الحصاد، أثناء التخزين أو الشحن. وتم تحديد البن الإثيوبي باعتباره الصنف الأكثر استقرارًا وتوازنًا، حيث أظهر أعلى درجة من النظافة البيولوجية بين العينات المختبرة.

2. التوصيات

بناءً على النتائج، توصي الدراسة بما يلي:

1. يجب على وزارتي الصحة والتجارة تطبيق معايير نظافة صارمة في مستودعات الأغذية المحلية لمنع وصول القوارض والطيور، وهما المصدران الرئيسيان لليوريا وحمض اليوريك.

2. يُشجع المستهلكون ومحامص البن الصناعية على اعتماد عملية غسل موحدة لحبوب البن الخضراء، حيث أثبتت الدراسة أن معظم الملوثات العضوية سطحية ويمكن الحد منها بالغسل المائي.

3. دمج التحليل الطيفي الضوئي باستخدام أجهزة مثل (Shimadzu UV-1900i Plus) في بروتوكولات مراقبة الجودة الروتينية في المنافذ الحدودية العراقية للكشف السريع عن الملوثات البيولوجية.

4. يوصى بإجراء دراسات إضافية للتحقق من تأثير عملية التحميص على تركيز هذه المؤشرات الحيوية العضوية، وما إذا كانت المعالجة الحرارية تقضي تمامًا على تأثيرها البيولوجي.

Reference:

1. Müller-Wille, S., & Reeds, K. (2007). A translation of Carl Linnaeus's introduction to Genera plantarum (1737). Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, 38(3), 563-572.
2. Abalo, R. (2021). Coffee and caffeine consumption for human health. *Nutrients*, *13*(9), 2918.
3. Ragosta, J. A., Onuf, P. S., & O'Shaughnessy, A. J. (Eds.). (2019). *The founding of Thomas Jefferson's university*. University of Virginia Press.
4. Snetselaar, L. G., de Jesus, J. M., DeSilva, D. M., & Stoody, E. E. (2021). Dietary guidelines for Americans, 2020–2025: understanding the scientific process, guidelines, and key recommendations. *Nutrition today*, *56*(6), 287-295.
5. Barghouthy, Y., Corrales, M., Doizi, S., Somani, B. K., & Traxer, O. (2021). Tea and coffee consumption and pathophysiology related to kidney stone formation: a systematic review. *World journal of urology*, *39*(7), 2417-2426.
6. Antwerpes, S., Protopopescu, C., Morlat, P., Marcellin, F., Wittkop, L., Di Beo, V., ... & ANRS CO13 HEPAVIH Study Group. (2020). Coffee intake and neurocognitive performance in HIV/HCV coinfected patients (ANRS CO13 HEPAVIH). *Nutrients*, *12*(9), 2532.
7. Hussain, N., Ahmed, H., Khan, T. A., Mazhar, A., Fatima, S., & Siddiqui, M. (2025). Health benefits and effects of coffee consumption: Implications for chronic disease prevention. *Food Science & Applied Microbiology Reports*, *4*(1), 16-29.
8. National Center for Biotechnology Information. (2021). PubChem compound summary.
9. Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metals toxicity and the environment Paul B Tchounwou. *Published in final edited form as: EXS*, *101*, 133-164.

10. Jahandari, A. (2020). Pollution status and human health risk assessments of selected heavy metals in urban dust of 16 cities in Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*(18), 23094-23107.
11. Chang, L. W. (Ed.). (2023). *Toxicology of metals, volume I*. CRC press.
12. Anagaw, Y. K., Ayenew, W., Limenh, L. W., Geremew, D. T., Worku, M. C., Tessema, T. A., ... & Mitku, M. L. (2024). Food adulteration: Causes, risks, and detection techniques. *SAGE Open Medicine*, *12*, 20503121241250184.
13. Gorham, J. R. (Ed.). (1981). *Principles of food analysis for filth, decomposition, and foreign matter* (No. 2128). US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration.
14. El-tahlawy, A. S., & Alahmad, W. (2025). Next-Generation Solutions to Combat Food Adulteration: Integrating Advanced Detection Technologies and Risk Mitigation Strategies. In *Advanced Techniques against Food Adulteration* (pp. 123-158). Cham: Springer Nature Switzerland.
15. Belete, G. D., Asres, Y. H., & Zegeye, S. M. (2024). Evaluation of the health risk of heavy metals in Ethiopia coffee using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: Systematic review. Environmental Pollution and Health, 2(1).
16. Rajendran, S. (2005). Detection of insect infestation in stored foods. *Advances in food and nutrition research*, *49*, 163-232.

Assessment of the level of Cu, Co, Cd and Pb and Organic Pollutants (Urea and Uric Acid) Levels in Coffee in Iraq.

Aktham N. Jasim[1*], A. R. M. Chyad[2*] , Mina A. Omar[3*]
[1,2,3 *]Department of science, College of Basic Education,
Mustansiryah University, Iraq
[1*] akthem.edbs@uomustansiriyah.edu
[2*] ala.chyad@uomustansiriyah.edu.iq
[3*] minahadil1996@uomustansirivah.edu.iq

Abstract:
This study aimed to evaluate the chemical and biological safety of imported green coffee beans entering the Iraqi market. Three main coffee varieties—Indian, Ethiopian, and Brazilian—were studied to investigate heavy metal contamination and organic biomarkers of biological pests. Elemental analysis for lead (Pb), cadmium (Cd), cobalt (Co), and copper (Cu) was performed at the Ibn Al-Battar Research Center using atomic absorption spectrometry (AAS). Additionally, time-dependent extraction studies (1, 5, and 10 minutes) were conducted to examine urea and uric acid levels using a Shimadzu UV-1900i Plus spectrometer and Bio-Systems enzyme reagents.
The results showed that all coffee samples were completely free of toxic heavy metals (0.0000 ppm), indicating high environmental purity in the coffee-growing regions and the absence of contamination in the coffee beans themselves. However, the biological assessment confirmed the presence of organic contaminants on the surface of the beans. Brazilian coffee had the highest urea content (5.88 mg/dL), while Indian coffee had the highest uric acid content (1.80 mg/dL). A direct decrease in concentration was observed with increasing extraction time, confirming that the contamination was superficial and likely occurred during storage in local warehouses after harvesting and shipping. Among the varieties analyzed, Ethiopian coffee showed the most balanced and stable chemical composition. The study concluded that although coffee is chemically safe from industrial contaminants, stricter hygiene protocols in warehouses are necessary to minimize secondary biological contamination, which can affect the quality and safety of coffee for consumers, particularly by preventing the growth of mold and bacteria that can negatively impact flavor and hygiene standards.
Keywords: Heavy Metal Toxicology, Food Safety, Biomarkers, Coffee, Caffeine