الإصدار التاسع عشر
المجلد (5) - العدد (3)
تاريخ النشر: 25 أغسطس 2025

# تقييم تلوث لحوم الأغنام الطازجة ببعض العناصر الثقيلة في محلات مدينة ترهونة–ليبيا

أعداد:

**خليفة مفتاح عبد العالي، أبو بكر عبد النبي العائب، خالد حسين المهدي، محمد إبراهيم مفتاح**

المعهد العالي للتقنيات الزراعية بالخضراء – ترهونة

**المستخلص:**

أجريت هذه الدراسة خلال شتاء وصيف 2023 – 2024 لتقييم التلوث بعض المعادن الثقيلة في لحوم الضأن والماعز الطازجة من محلات بيع اللحوم في مدينة ترهونة (ترهونة المركز ومنطقة القصيعة). تم جمع 36 عينة بوزن حوالي 250جم/عينة، حيث تم الكشف عن تركيزات الحديد، النيكل والكادميوم. أظهرت النتائج وجود تباين معنوي ($p<0.05$) في تراكيز الحديد والنيكل في لحم الضأن حيث بلغ متوسط التركيزات في عينات ترهونة المركز (47.0 و4.2 ملغم/كغم) وكانت في منطقة القصيعة (80.3 و5.7 ملغم/كغم) على التوالي. كما أظهرت النتائج أن تراكيز الحديد والنيكل في لحم الماعز في عينات ترهونة المركز كان بمتوسط (46.0 و2.8 ملغم/كغم)، بينما كان في منطقة القصيعة بتركيز (64.1 و3.7 ملغم/كغم) على التوالي. بينما كان تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات الدراسة أقل من 0.0001 وهي كمية لا يستطيع الجهاز قراءتها وبذلك اعتبرت النتيجة 0 ملغم /كغم /العينات. بينت النتائج وجود تباين كبير في متوسط تركيزات الحديد في مناطق الدراسة لكلا النوعين من اللحوم (الضأن والماعز) وكان أقل متوسط تركيز لعنصري الحديد والنيكل في عينات شهر 3 في منطقة ترهونة المركز. كما تبين وجود فروقات معنوية ($p<0.05$) في متوسط التركيز لعنصر الحديد بين المنطقتين لكلا النوعين من اللحوم، حيث أشارت النتائج لانخفاض متوسط تركيز عنصر الحديد في منطقة ترهونة المركز أكثر من منطقة القصيعة حيث كان (47.0 و80.5 ملغم/كغم) على التوالي، بينما كان متوسط تركيز عنصر النيكل متقارب لكلا المنطقتين حيث كان بمتوسط (3.5 و4.7 ملغم/كغم) لكلا النوعين من اللحوم أيضا على التوالي. أوضحت النتائج عدم تجاوز مستويات حدود المواصفة القياسية الليبية رقم 600 لسنة 2013.

**الكلمات المفتاحية:** المعادن الثقيلة، الحديد، النيكل، الكادميوم، الضأن، الماعز.

**Abstract**:

This study was conducted during the winter and summer of 2023-2024 to assess the contamination of some heavy metals in fresh lamb and goat meat from butcher shops in the city of Tarhuna (Tarhuna Central and Al-Qusayya area). Thirty-six samples weighing approximately 250 g were collected, and concentrations of iron, nickel, and cadmium were detected. The results showed significant variation ($p<0.05$) in iron and nickel concentrations in lamb meat, with average concentrations in the Tarhuna Central samples being 47.0 and 4.2 mg/kg, and in Al-Qusayya being 80.3 and 5.7 mg/kg, respectively. The results also showed that iron and nickel concentrations in goat meat in the Tarhuna Central samples were averaging 46.0 and 2.8 mg/kg, while in Al-Qusayya, they were 64.1 and 3.7 mg/kg, respectively. While the cadmium concentration for all study samples was less than 0.0001, the result was considered

0 mg/kg/samples. The results showed a significant variation in the average iron concentrations in the study areas for both types, and the lowest average concentration of iron and nickel was in the March samples in Tarhuna Center. There were also significant differences ($p<0.05$) in the average iron concentration between the two regions for both types of meat, as it was found that the iron concentration was lower in Tarhuna Center than in Al-Qasi'a, where it was (47.0 and 80.5 mg/kg), respectively, while the nickel concentration was close to both regions, where it was (3.5 and 4.7 mg/kg) for both types of meat, respectively. The results showed that the levels did not exceed the limits set by Libyan Standard Specification No. 600 of 2013.

**Keywords**: heavy metals, iron, nickel, cadmium, sheep, goats.

## 1-المقدمة

إن لحوم الأغنام (الضأن والماعز) لها تاريخ طويل في الاستهلاك في المنطقة العربية، وخاصة منطقة المغرب العربي، حيث يعتبر لحم الضأن من لحوم الدرجة الأولى وتأتي الماعز في الدرجة الثانية من ناحية المفضلة لدى هذه الشعوب، والتي يفضلها المستهلكون على باقي اللحوم الحمراء وعلى الأسماك أيضا، كما تعد لحوم الأغنام والأحشاء الحمراء مثل الكبد والكلى من بين الأطعمة الأكثر شعبية واستهلاكًا على نطاق واسعً محلياً [Abd-Elghany, et al. 2020]. اللحوم الحمراء لها دورًا مهمًا في تغذية الإنسان، فهي تعتبر مصدرًا ممتازًا للبروتين وتحتوي على الكثير من العناصر المعدنية الهامة التي أهمية كبيرة في العمليات والتفاعلات الحيوية مثل الزنك (Zn) والكالسيوم (Ca) والسيلينيوم (Se) والحديد (Fe). كما تحتوي على العديد من الفيتامينات، وتحتوي اللحوم الحمراء أيضا على نسبة من الدهون العضلية ومنها الكوليسترول، مما يجعلها مفضلة لدى العديد من المستهلكين [Al-Zuhairi et al., 2015]. ولكن يمكن أن تكون اللحوم الحمراء مصدرًا للمواد السامة عن طريق التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة بمستوى يزيد عن الحدود المسموح بها، وتكون مصدر خطر والإصابة بالعديد من الأمراض. يتم تصنيف العناصر إلى عناصر نذره أساسية موجودة بكميات صغيرة جدًا في الجسم وتساهم في العديد من العمليات البيولوجية والأيضية الضرورية لتوازن الجسم مثل (Fe وZn وSe) في حين أن التعرض غير المناسب لهذه العناصر قد يؤدي إلى العديد من المخاطر على الصحة العامة [Ogbomida, et al., 2018]. كما تحتوي على عناصر كبيرة أساسية أيضا مثل الصوديوم (Na) والمغنيسيوم (Mag) وCa وعناصر سامة مثل (الزرنيخ (As) والكادميوم (Cd) والرصاص (Pb) والنيكل (Ni) والزئبق (Hg)، هي عناصر معدنية يتراوح وزنها الذري بين 63.5 و200.6 وكثافتها النوعية أكبر من 5 والتي تتحلل تدريجيًا وتتراكم في سلسلة الغذائية، العديد من هذه العناصر ليست فقط غير ضرورية للحياة البيولوجية ولكنها أيضًا لها خصائص سامة خطيرة وتشارك في مسارات سلبية، قد تكون المتسبب في تكوين الخلايا السرطانية، ومع تقدم الحضارة البشرية وتزايد الأنشطة المصاحبة لها بشكل مستمر، كالأنشطة والعمليات الزراعة والأنشطة الصناعية مثل حرق الفحم والنفايات وعوادم السيارات والتعدين، واستغلال العديد من الموارد الجيولوجية وخاصة تلك التي لا يمكن تحللها أو تدميرها والتي يمكن أن تتراكم في الأنسجة مثل العضلات والكلى والكبد، حيث يتعرض الحيوان لهذه بعدة طرق، منها استنشاق الهواء الملوث، أو الأعلاف أو عن طريق المياه والمراعي الملوثة [Ibrahim, et al., 2018 & Abdullah, et al., 2017 ]. وبالتالي، فإن استهلاك هذه اللحوم يمكن أن يؤثر على صحة الإنسان ويزيد من خطر التهديدات الخطيرة على الصحة العامة. لدا فقد تم تحديد التركيزات المسموح بها من المعادن الثقيلة (HMs) في المواد الغذائية واللحوم من قبل المنظمات الدولية مثل منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية ووكالة حماية البيئة الأمريكية [Mohammed, M. S. & Ahmed, E. D., 2018] . قد تتعرض الأغنام لمستويات عالية من العديد من الملوثات خلال التغذية وخاصة من خلال استخدام إضافات الأعلاف الملوثة، ولأن المعادن الثقيلة لا يمكن أن تتحلل، فإنها تستمر وتتراكم بيولوجيًا في أنسجة الحيوانات مثل العضلات والكبد والكلى إلى تركيزات تصبح سامة للمستهلكين، لذا فإن العديد من الدول وضعت مواصفات قياسية تحدد التركيزات المسموح بها من المعادن الثقيلة في مختلف الأغذية والتي منها اللحوم الحمراء الطازجة. في الآونة الأخيرة، تم الإبلاغ عن وجود HMs في اللحوم

الطازجة والمجمدة والمعالجة في العديد من البلدان [Almayahi, et al., 2019]. لذا فمن الملاحظ، أن تكون جودة الأغذية وسلامتها وخاصة اللحوم من أولويات عمل الجهات الرقابية والصحية، التي تعتبر ذات الأهمية المتزايدة في كثير من بلدان العالم اليوم، وذلك بسبب الارتفاع في معدل التجارة البينية الدولية للإمدادات الغذائية وزيادة التعقيدات في السلسلة الغذائية [Wasan, et al., 2022]. إن سلامة الغذاء هي مصدر قلق عام ودائم في جميع الدول، حيث نجد التوسع في حجم الطلب والمتزايد على تحقيق السلامة الغذائية والبحث عن الحلول للحد من جميع أنواع الملوثات والمخاطر المرتبطة بإنتاج الغذاء كمتبقيات المبيدات الحشرّة والمعادن الثقيلة والملوثات المكروبيولوجية، وإساءة استخدام المضافات والمكملات الغذائية [Badis, B., 2014].لدا أجريت العديد من الدراسات على تحديد تركيزات HMs في مختلف لحوم الماشية ومنتجاتها في بلدان مختلفة من العالم [Bazargani-Gilani, et al., 2016]. حيث تعتبر الماشية مثل الأغنام (الضأن والماعز) وكذلك الأبقار والإبل من أهم مصادر اللحوم في ليبيا. وقد يشكل تلوث هذه اللحوم ومنتجاتها بالمعادن الثقيلة تهديدًا للصحة العامة والمستهلك.

**2-دراسات سابقة**

تعد اللحوم من أهم مصادر البروتين في غذاء الانسان في أغلب دول العالم، والتي تلعب دورًا مهمًا في نظامه الغذائي، حيث تحتوي على بروتينات عالية الجودة وذات قيمة بيولوجية عالية، كما أنها تحتوي على معادن أساسية وعناصر نادرة ومجموعة من الفيتامينات بأشكالها الحيوية التي لها دور مهم في بناء وتكوين خلايا الجسم وتنشيط العمليات الحيوية للمحافظة على نمو وصحة الإنسان [Arora, et. al., 2008]. أثارت المخاطر المرتبطة بالتعرض للمعادن الثقيلة الموجودة في المنتجات الغذائية قلقًا واسع النطاق بشأن صحة المستهلك، كما أدى التحسن في تكنولوجيا إنتاج وتجهيز الأغذية إلى زيادة فرص تلوث الأغذية بمختلف الملوثات البيئية، وخاصة المعادن الثقيلة الذي يؤدي الى تناول هذه الملوثات من قبل الحيوانات وترسب المخلفات في اللحوم. يمكن أن تكون العناصر السامة ضارة جدًا حتى عند تركيز منخفض عند تناولها لفترة طويلة من الزمن [Akoto, et. Al. 2014].

إن التلوث البيئي وخاصة التلوث الواقع على الاغذية يعتبر إحدى المشاكل التي تشكل تهديدا خطيرا على صحة الإنسان في العديد من دول العالم. لقد أدى النمو المستمر والسريع في عدد السكان إلى ارتفاع معدل التلوث الناتج عن زيادة التوسع في كمية ونوعية الأنشطة البشرية المختلفة المرتبطة بالاستغلال الكبير للموارد الطبيعية كما ونوعا في السنوات الأخيرة [WHO, 2004 & Obeid, et al. 2016].

إن حجم التلوث وما يتم الإبلاغ والافصاح عنه في كثير من دول العالم لا يمثل المقدار الفعلي للتلوث الواقع على النظم الإيكولوجية، التي تزداد في المناطق ذات التاريخ الطويل في صناعة التعدين والصهر وفي المناطق المجاورة للأنشطة الصناعية والزراعية المصاحبة بمختلف أنواع الملوثات وخاصة التلوث بالمعادن الثقيلة [Navarro et al. 2008; Saha, & Zaman. 2012]. كما أن حرق النفايات وخاصة الطبية، الأخشاب والإطارات وغيرها يزيد من التلوث بالمعادن الثقيلة في مراعي الماشية والأعلاف [Arora et al. 2008]. كذلك سوء تجهيز اللحوم في خط الإنتاج أيضًا يؤدي إلى تلوث اللحوم بالمعادن الثقيلة [Okiei et al., 2009]. كما أن هناك مصادر متنوعة للتلوث بالمعادن الثقيلة منها المبيدات الحشرية والأدوية البيطرية [Chary, N. et al. 2008]. تلعب المعادن الثقيلة مثل الكروم، النيكل، والحديد، والنحاس والزنك أدوارًا كيميائية حيوية مهمة في العمليات الحيوية للعديد من الكائنات الحية، ووجودها بكميات ضئيلة ضروري. ومع ذلك، عند تركيزات عالية يتم ملاحظة تأثيرات سامة. على سبيل المثال، الحديد مطلوب لإنتاج خلايا الدم الحمراء ولكن عند تركيزات عالية يمكن أن يسبب الحديد والمنجنيز أعراضاً مرضية مثل ترسب أكاسيد الحديد (مرض باركنسون) [Muktar et al. 2019]. كما يساعد النيكل في تكوين الإنزيمات اللازمة لتكوين الأحماض النووية والحمض النووي، ولكنه شديد السمية عند تركيزات عالية، ويمكن أن يسبب التهابات في الجهاز الهضمي وزيادة خلايا الدم الحمراء وتقليل وظائف الرئة [Akoto, et al. 2014 ]. تعتبر المعادن الأخرى مثل الرصاص والكادميوم سامة حتى عند تركيزات منخفضة ولا يُعرف عنها أي خصائص بيولوجية مهمة لدى البشر. قد يسبب الكادميوم خللًا في وظائف الكلى وهشاشة العظام ونقص الإنجاب، يمكن أن يسبب أيضًا تلفًا للجهاز العصبي المركزي وينتج اضطرابًا نفسيًا [Badis, 2014 & Sabeeh, 2018].

تعتبر مشكلة تلوث الأغذية وخاصة اللحوم بالمعادن الثقيلة من الأمور المثيرة للقلق في كثير من البلدان في الوقت الحاضر، والتي تتسبب في حدوث

مضاعفات صحية لدى المستهلكين، حيث أن المعادن الثقيلة تتداخل مع والوظائف الحيوية بالجسم نتيجة التراكم المفرط من خلال المدخول الغذائي اليومي، حيث أنها ترتبط بمسببات العديد من الأمراض وكذلك تعتبر من المواد المسرطنة المحتملة أيضاً. لذا نجد أن العديد من المنظمات الدولية كمنظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والاتحاد الأوروبي وغيرها من الهيئات التنظيمية في مختلف البلدان حددت الحد الأقصى المسموح به لتركيزات المعادن الثقيلة في المواد الغذائية [Chary et al. 2008 & Xue et al. 2012]، قامت بوضع حدود بمواصفات قياسية تحدد مقدار وكمية ونوعية المعادن الثقيلة المسموح بتواجدها في المنتجات الغذائية والتي تشمل أنواع اللحوم المختلفة [Darwish. et al. 2015].

كما أن العديد من الأبحاث بينت أن الانشطة البشرية المختلفة وعدم كفاية الضوابط على التحكم في الملوثات الناجمة عنها أدى إلى زيادة فرص التلوث بالمعادن الثقيلة وبكثافه [الفيل. 2013]. إن الدراسات الحديثة أظهرت أن تلوث البيئة والغذاء بالمعادن السامة قد وصل إلى مستويات غير مسبوقة خلال العقد الماضي وأن تعرض الإنسان للمعادن السامة أصبح يشكل خطراً صحياً كبيراً بسبب الوضع السياسي غير المستقر منذ فترة طويلة في كثير من بلدان القارة الإفريقية، قد تأكد ذلك من خلال كارثة التسمم المأساوية الأخيرة بالرصاص في نيجيريا، حيث توفي أكثر من 160 طفلاً بعد ملامستهم لخام الجالينا الملوث في مناجم تعدين الذهب [Yabe.et. al. 2010].

إن إهمال القضايا البيئية والرقابية بشكل كامل أدى لزيادة حجم التلوث بمختلف أنواعه خاصة بالنفايات الصلبة. كما بينت دراسة أن تغذية الماشية على الأعلاف الملوثة وتربيتها بالقرب من المناطق الملوثة هي المسؤولة عن التلوث الأكبر في اللحوم بالمعادن الثقيلة. لذا فإنه من الضروري جدا الاهتمام بصحة المستهلك من خلال حصوله على منتجات غذائية عالية الجودة، كما أن تحديد نجاح أي منتج غذائي يتم عن طريق مدي تحقيق الاشتراطات الصحية المتعلقة بإنتاجه من المزرعة إلى المائدة، الذي يشمل تحقيق سمات الجودة المختلفة كالجودة الصحية، التركيبية، الغذائية، الحسية والتكنولوجية للمنتج، ولذا يتطلب إجراء الدراسات الدورية التحليلية على جميع أنواع اللحوم وتقييم خواص الجودة المتعلقة بصحة وسلامة المستهلك [Ogbomida, 2018]. إن من الضروري تكثيف عمليات المراقبة لظروف التي تمر بها الثروة اللحوم محليا وحتى عند الدول الموردة منها، حيث أن التلوث البيئي بالمعادن الثقيلة مشكلة خطيرة معترف بها في جميع أنحاء العالم، ويمكن العثور على هذه المعادن في الماء، التربة، الهواء، النباتات، والأنسجة الحيوانية [Nkansah, M. A. & Ansah, J. K. 2014].

## 3–مفاهيم متعلقة بالدراسة:

### 3–1–مفهوم التلوث البيئي

هو إحداث ضرر مباشر أو غير مباشر لأي جزء في النظام البيئي يؤثر على أحد الخصائص الحرارية او الاشعاعية او البيولوجية او الكيميائية أو العضوية والتي تسبب مشاكل بالصحة العامة وتحدث خلل بالتوازن البيئي [الفيل, 2013].

### 3–2–مفهوم التلوث الغذائي

هو ادخال كائنات دقيقة ضارة او مواد كيمائية الى الغذاء تجعله غير صالح للاستهلاك مما يسبب التسممات الغذائية، ويسبب الامراض للمستهلك [Abd-Elghany, 2020].

### 3–3–التلوث الكيميائي للحوم

يتمثل بوجود مواد كيمائية سامة في المواد اللحوم، حيث يتجاوز تركيزها المستوى الامن مما يجعلها غير صالحة للاستهلاك البشري، يمكن ان يحدث عن طريق انتقال المواد الكيمائية الى اللحوم من خلال الهواء والتربة الملوثة بالمبيدات الحشرية والاسمدة الكيمائية ومياه الصرف الصحي التي تكون السبب الرئيسي في تلوث المراعي، او عبر تخزين الأعلاف بطرق غير آمنة، كتخزينها بالقرب من مواد كيمائية سامة، كما يحصل في كثير من الأحيان [Abdelbasset, et al. 2014و الفيل، 2023].

### 3-4-مفهوم المعادن الثقيلة

تطلق تسمية العناصر الثقيلة (Heavy metals) أو الندرة (trace) الفلزات metals)) على وشبه الفلزات (Metalloids) التي ارتبطت بالتلوث والسمية المحتملة أو السمية الإيكولوجية، كما تعرف على أنها الفلزات ذات كثافة أعلى من (3.5 – 6غم/سم$^3$). يعد التسمم بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص النحاس الحديد من أكثر المشكلات التي تواجه الانسان في الوقت الحالي، حيث يؤدي تعرضه لهذا النوع من المعادن الى اصابته ببعض الامراض مثل الفشل الكلوي وامراض الجهاز الهضمي كما يؤدي هذا النوع من التسمم الغذائي الى الخلل في وظائف الكبد وزيادة حلات الاجهاض وغيرها، والاغذية الاكثر عرضة للتلوث بالمعادن الثقيلة مثل الاسماك الملوثة بمياه الصرف الصحي [صالح، هـ. م.2014 و Azad, et al. 2020].

### 4-سُمية المعادن الثقيلة

تحتاج جميع الكائنات الحية ومنها الإنسان إلى كميات مختلفة من المعادن بما فيها المعادن الثقيلة، حيث يكون استهلاك هذه المعادن ضرورياً وهاماً للمحافظة على عملية التمثيل الغذائي (الأيض) بجسم الكائن الحي، ولكن تنجم خطورة المعادن الثقيلة على التراكم في أجسام الكائنات الحية وقدرتها على تدمير الخلية حتى عند التركيزات المنخفضة، وهو ما يعرف (بالتسمم بالمعادن الثقيلة)، ومن اخطرها:

**1.4-الكادميوم** هو شديدة السمية، يحدث التسمم نتيجة تناول أغذية بها تركيزات > 16 مليجرام/ /كجم وتظهر أعراض التسمم حتى بعد سنوات من تراكم كميات منه بالجسم، حيث يتمتع الكادميوم بمدة بقاء طويلة في الأنسجة البشرية (10-40 عامًا)، وخاصة في الكلى [Rubio, et al. 2006 & Abdelbasst, et al.2014]. حددت منظمة الصحة العالمية (WHO) سنة 1989 كمية أسبوعية مقبولة من الكادميوم بمقدار 7 ميكروجرام/كجم من وزن الجسم، وأعيد تأكيد ذلك في عام 2003 [WHO 2004]. وأظهرت نتائجنا أن متوسط المتعرضات المقدرة والمستويات العالية من الكادميوم لجميع العينات المفحوصة (أي ما يعادل 1 ميكروجرام/كجم من وزن الجسم/اليوم) كانت ضمن أو أعلى قليلاً من كمية التعرض الأسبوعية المسموح بها التي حددتها منظمة الصحة العالمية. وفي عام 2009، نشرت هيئة سلامة الأغذية الأوروبية [EFSA, 2009] وجهة نظرها العلمية بشأن الكادميوم في الغذاء، وحددت كمية التعرض الأسبوعية المقبولة للكادميوم بمقدار 2.5 ميكروجرام/كجم من وزن الجسم (أي ما يعادل 0.36 ميكروجرام/كجم من وزن الجسم يوميًا). وقد تم تقدير متوسط التعرض الغذائي في البلدان الأوروبية بنحو 2.3 ميكروجرام/كجم من وزن الجسم أسبوعيًا، مع تقدير التعرض عالي المستوى بنحو 3.0 ميكروجرام/كجم من وزن الجسم أسبوعيًا. كما للكادميوم تأثيرات سامة على الجهاز العظمي بسبب تأثيره على أيض الفوسفور والكالسيوم حيث يحدث انخفاض في امتصاص الكالسيوم، مما يسبب لين العظام (Osteomalacia). قد كان ذلك السبب الرئيسي في حدوث الحادثة الشهيرة باليابان الذي أصيب فيها أعداد كبيرة بمرض إيتاى إيتاى ( Itai-Itai) نتيجة لتناولهم أرز ملوث بالكادميوم مما أدى إلى الفشل الكلوي [Rubio et al., 2006]. أن الكادميوم قد يتراكم في جسم الإنسان وقد يسبب خللًا في وظائف الكلى وتلفًا في الهيكل العظمي ونقصًا في الإنجاب. إن للكادميوم تأثيرات مسرطنة (سرطان الرئة والبروستاتا)، وتحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأعلى المسموح بتناوله من الكادميوم (450 ميكرو جرام/للفرد)، ويجب ألا تتعدى نسبة الكادميوم في اللحوم ومنتجاتها عن 100 جزء في البليون (ppb) [Emami, et al. 2023 & Obeid, et al. 2016].

**2.4-الحديد** معدن ضروري للحياة، وهو موجود في كل خلية حية وهو ضروري لإنتاج الهيموجلوبين والميوجلوبين وبعض الإنزيمات، حيث يسبب نقصه ضعفًا وعدم القدرة على التركيز والتعرض للكثير من الأمراض. وفقًا لمنظمة الصحة العالمية، فإن فقر الدم الناجم عن نقص الحديد هو أحد أكثر حالات نقص العناصر الغذائية شيوعًا في العالم [Azad, et al. 2020]. الحد الأقصى للجرعة اليومية التي من غير المرجح أن تسبب آثارًا ضارة على الصحة للحديد هو 45 مجم يوميًا لجميع الذكور والإناث الذين تتراوح أعمارهم بين 14 عامًا وما فوق [الحلبي؛ كامليا. 2015 و Wasan, et al. 2020 ].

**3.4-النيكل** هو معدن ثقيل مسبب للسرطان. وقد ثبت أن التعرض المهني والبيئي للنيكل متورط في سرطان الرئة والأنف لدى البشر. الدراسات أظهرت أن تلف الحمض النووي الناتج عن النيكل يعد آلية مسرطنة مهمة، وقد يحدث التعرض البشري للنيكل في المقام الأول عن طريق الاستنشاق والابتلاع والامتصاص الجلدي [Badis, et al. 2014] . كما أنه من المعروف بأن عنصر النيكل يسبب تلف الكبد والكلى والطحال والدماغ

والأنسجة لدى البشر، وقد أظهرت دراسات أن $NiCl_2$ الغذائي الذي يزيد عن 300 مجم / كجم يمكن أن يسبب تلف الحمض النووي في رئة، حدوث الإجهاد التأكسدي ويثبط أنشطة إنزيمات مضادات الأكسدة مثل سوبر أكسيد ديسميوتاز (Superoxide dismutase) (SOD) والكاتالاز (Catalase) وجلوتاثيون بيروكسيديز Glutathione peroxidase ومحتويات الجلوتاثيون (GSH)[Mutassim, et al. 2023]. كما بين [Wasan, et al. 2020] بأن الاستهلاك المسموح به من الكادميوم من قبل الشخص البالغ هو حوالي 0.4-0.5 ملجم / أسبوع، وفقًا لتوصيات منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، كما أنها حددت كميات الزنك والحديد المسموح بها في اللحوم الحمراء الطازجة من قبل المنظمات الصحية العالمية والتي تعنى بتحديد حد أعلى لاستهلاك للمعادن الثقيلة. فأن الحد الأعلى الموصي به للتناول اليومي للزنك هو حوالي 40 ملجم/اليوم للبالغين، توصي بأنً لا يتجاوز تناول الحديد 45 ملجم/اليوم للبالغين، لتجنب المخاطر الصحية مثل فرط تحمل الحديد. تحتوي اللحوم الحمراء على الحديد بطبيعته (خاصة الحديد الهيمى)، وتعتبر من أفضل مصادر الحديد، حيث يتراوح المحتوى بين 3-5 ملجم من الحديد في كل 100 جرام من اللحم.

**5-هدف الدراسة:**

حيث أن اللحوم تعتبر من الأغذية سريعة الفساد والأكثر عرضة للتلوث بمختلف الملوثات، وحيث أن كثير من الدراسات تشير إلى إمكانية تلوث اللحوم بالعديد من المعادن الثقيلة، وإمكانية ثولتها في جميع مراحل تداولها، من المراعي إلى محلات البيع وحتى الاستهلاك. لذا يمكن صياغة أسباب البحث في موضوع الدراسة بالتساؤل الآتي:

ما هو مستوى حجم التلوث الواقع على اللحوم الطازجة بالعناصر الثقيلة وخاصة (الحديد، النيكل والكادميوم) في أسواق منطقة الدراسة؟

وتنبثق على التساؤل الرئيسي مجموعة تساؤلات فرعية على النحو التالي:

- ❖ هل يتباين حجم الملوثات الغذائية لمنتجات اللحوم مكانياً؟
- ❖ هل يتباين حجم الملوثات الغذائية لمنتجات اللحوم زمانياً؟

كما يمكننا بناء فرضية لهذه الدراسة والتي تحدد الهدف بشكل واضح، وهي وجود إمكانية التفاوت والتباين في حجم مستويات التلوث للحوم قد الدراسة بالعناصر الثقيلة مكانياً وزمانياً، كذلك تفاوت بحسب ظروف القياس صيفاً وشتاءً، فضلاً عن اختلاف السلوك البشري في التعامل مع هذا النوع من الأغذية وفقا للطبيعة البيئية والمكانية.

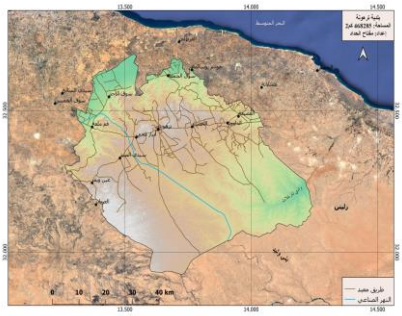
لذا يمكننا صياغة هدف هذه الدراسة في تحقيق غرضين رئيسيين هما:

i. تقييم مستويات تركيز بعض المعادن الثقيلة التي قد تلوث اللحوم الطازجة في محلات بيع اللحوم وإجراء تقييم للمخاطر الصحية المحتملة بهذا النوع من الملوثات إن وجدت.

ii. جذب انتباه الجهات المختصة وعامة الناس بأهمية التعامل مع المنتجات الغذائية وخاصة اللحوم الطازجة وفي جميع مراحلها.

**6-منطقة الدراسة:**

تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بمدينة ترهونة والتي تبعد عن العاصمة طرابلس إلى الجنوب الشرقي بمسافة 88 كم. أما من حيث الموقع الفلكي فهي تقع عند الموقع الجغرافي في شمال غرب ليبيا عند خط عرض: '26 °32 وخط طول: '38 °13 وترتفع عن مستوى سطح البحر بمسافة تقدر بحوالي 398 متر (شكل1). واشتملت هذه الدراسية على محلات البيع بالتجزئة لكل من منطقة ترهونة المركز وكذلك على منطقة القصيعة التي تبعد عن مركز المدينة بحوالي 20كم وتقع في الجنوب الشرقي لمدينة ترهونة.



(شكل 1) خريطة منطقة الدراسة بمدينة ترهونة

**7-المواد وطرق البحث**

تم جمع العينات لمدة فصلين خلال الشتاء والصيف، في الفترة الممتدة من شتاء 2023 إلى صيف 2024م، حيث تم جمع 36 عينة (18 من الضأن و18 من الماعز). تم تصنيف العينات على أنها من لحوم حيوانات صغيرة السن، حيث بلغ عمرها أقل من سنة وكانت تقريبا 9.00±0.25 شهرًا من العمر. جمعت كل العينات من محلات بيع اللحوم بمنطقة ترهونة المركز والقصيعة كما مبين في جدول (1). وزن كل عينة حوالي 250جم. تم وضع العينات في أكياس بولي إيثلين معقمة، وضعت في حافظات مبردة، حيث تم وضع جميع العينات في درجة حرارة التجميد (-18 درجة مئوية) حتى تم نقلها لإجراء الاختبارات المطلوبة في مختبر دلتا للخدمات الفنية (Delta Technical Services، سجل تجاري رقم 16437). أخذ وزن 2.00 gm من العينة (3 مكررات). تم قطع العينة وخلطها جيدا، ثم أخذ 1جم من كل عينة، تم اضافة حامض النتريك بمقدار 10مل وتم ترك العينات لمدة 24 ساعة بعدها تم اضافة 1مل من ($H_2O_2$) وتسخن الى حد الجفاف، نضيف حامض النتريك 1مل وماء مقطر للترشح ونكمل في اضافة الماء المقطر بقدر25 مل. ثم يتم عمل Blank بنفس الطريقة لكن بدون وضع عينة في المحلول، بعد وزن كمية متساوية لجميع العينات تم تجفيفها بفرن المختبر على درجة حرارة 60 مئوية للحصول على أوزان متساوية لجميع العينات وطحنها بمطحنة ستانلس ستيل بعد ذلك تم تخزين المسحوق في وعاء بلاستيكي، أخذ1 جم من المسحوق وتم إضافة 60 مل حامض النيتريك و40 مل من حمض البوريك إلي مسحوق العينة. ثم بعد ذلك تم تحضين المحلول في حمام مائي عند 70 درجة مئوية لمدة 3 ساعات مع وجود أنبوب هضم قوي حاليًا من أجل الهضم الكامل للعينات. أكمل الحجم بالماء المقطر 10 مل لكي تصبح العينات جاهزة للفحص وهي في درجة حرارة الغرفة، تم تقدير تركيز المعادن الثقيلة باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometry)، بعد ذلك تم اختيار العنصر المطلوب ونضع الكمية الخاصة بالعنصر، تم تحضير سلسلة محاليل قياسية لنفس العنصر لعمل المنحنى المعاير. بعد تشغيل الجهاز يبدأ بشفط العينة ومن ثم أمكن قياس تركيز العنصر المطلوب تقديره في العينة، معبراً عن المعادن الثقيلة في الأنسجة المختبرة مع ملغم/كغم من الكتلة الطازجة [Abd-Elghany, et al. 2020 & Wasan, et al. 2020].

تم قياس تركيز العناصر الثقيلة في العينات باستخدام القانون التالي في حساب التركيز [Abd-Elghany, et al. 2020 & Wasan, et al. 2020].

$$\textbf{Metal Content (mg/Kg)} = = \frac{Conc\left(\frac{mg}{L}\right) * volume\ of\ sample\ (L))}{wt.of\ smple\ (Kg)}$$

حيث:

Metal content = محتوى العينة من العنصر بوحدات مليجرام / كيلوجرام

Conc. = تركيز العنصر في العينة بوحدان ميكروجرام / لتر

Volume of sample= حجم العينة = 50 ملليتر

Wt. of sample = وزن العينة = 0.1 جرام

جدول (1) توزيع العينات في منطقة الدراسة

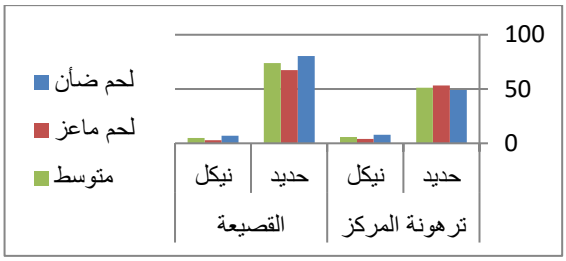
| نوع العينات | ترهونة المركز | | | القصيعة | | | المجموع الكلي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12/2023 | 3/2024 | 7/2024 | 12/2023 | 3/2024 | 7/2024 | |
| لحم ضأن | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| لحم ماعز | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 |
| المجموع | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | **36** |

## 8-التحليل الإحصائي

عُرضت البيانات المجمعة كمتوسط ± انحراف معياري، وخضعت لتحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) لتقييم مستويات الدلالة الإحصائية بين المناطق من خلال العينات المسحوبة من محلات كل منطقة. واعتُبرت قيم $P < 0.05$ دالة إحصائيًا [Muktar].

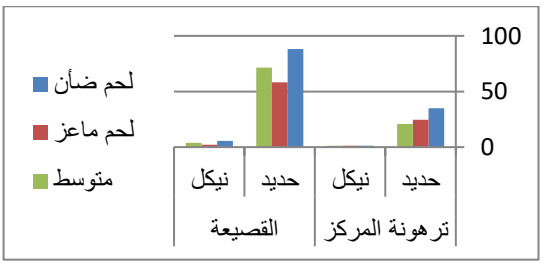
## 9. النتائج والمناقشة

أوضحت النتائج من خلال جدول (2) بأن متوسط تركيزات الحديد والنيكل عن شهر 2023/12 للحم الضأن والماعز 56.8±1.23 و60.1±1.65، 3.4±0.03 و4.2±0.03 ملغم/كغم لعينات ترهونة المركز على التوالي، بينما كانت 72.7±2.33 و66.3±3.21، 4.4±0.06 و6.3±0.24 ملغم/كغم في عينات القصيعة على التوالي وشكل (2) يوضح ذلك.



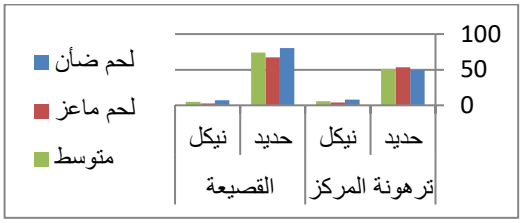

شكل (2) متوسط تركيزات الحديد والنيكل (ملغم/كغم/وزن جاف) في شهر 12/ 2023

بينما كان متوسط تركيزات الحديد والنيكل حسب النتائج المبينة في جدول (3) عن شهر 3/ 2024 تبين بأن لحم الضأن والماعز كان 34.8±1.43 و24.6±1.03، 1.3±0.02 و1.2±0.04 ملغم/كغم لعينات ترهونة المركز على التوالي، بينما كانت 88.2±1.55 و58.3±1.49، 5.5±0.01 و2.1±0.03 ملغم/كغم في عينات القصيعة على التوالي، وقد اعتبرت عينات شهر 12/ 2023 وشهر 3/ 2024 كعينات فصل الشتاء. كما موضح في شكل(3).



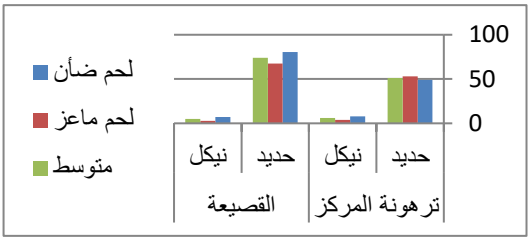

شكل (3) متوسط تركيزات الحديد والنيكل (ملغم/كغم/وزن جاف) في شهر 3/ 2024

بينما من خلال جدول (4) تبين أن متوسط تركيزات الحديد والنيكل كان خلال فصل الصيف في شهر 07/ 2024 للحم الضأن والماعز 49.2±1.05 و53.2±1.61، 7.9±0.10 و3.9±0.03 ملغم/كغم لعينات ترهونة المركز على التوالي. بينما كانت 80.5±1.88 و67.5±1.75، 7.1±0.03 و2.8±0.06 ملغم/كغم في عينات القصيعة على التوالي، كما موضح في شكل (4).




شكل (4) متوسط تركيزات الحديد والنيكل (ملغم/كغم/وزن جاف) في شهر 7/ 2024

تم تحديد متوسط تركيز عنصري Fe، Ni في لحوم التجزئة لعضلات الضأن والماعز كما وضح شكل(5).




شكل (5) متوسط تركيزات الحديد والنيكل (ملغم/كغم/وزن جاف) في كل العينات

تراوحت مستويات متوسط تركيز عنصر الحديد في اللحوم بين 1.55±88.2 و1.03±24.6 ملغم/كغم، يتضح مما تقدم، بان مستويات تراكيز عنصر الحديد تجاوزت الحدود الصحية السموح بها وهي 0.5 ملغم /كغم، لمختلف أنواع اللحوم. بينما تراوحت متوسط تركيزات عنصر النيكل في العينات بين 0.10±7.9 و0.04±1.2 ملغم/كغم. كانت جميع التركيزات المرصودة من عنصر النيكل أقل بكثير من الحدود المقبولة لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO) والبالغة 20 ملغم/كغم، [Muktar, et al. 2017]. بالرغم من أن الزنك عنصرًا مهمًا آخر في نظامنا الغذائي، ولكن الإفراط فيه قد يكون ضارًا، والجرعة اليومية الموصي بها من الزنك من الحوم هي 700 ملغم/أسبوع [Badis, B. 2014]. حيث احتوى لحم الضأن على كمية من الحديد والنيكل أعلى بشكل ملحوظ وبفارق معنوي ($p<0.05$) من لحوم الماعز، حيث كان ترتيب مستويات تركيز المعادن الثقيلة في العينات حسب التالي Fe > Ni > Cd. كما مبين في جدول (8).

كما بينت النتائج أن لحوم الضأن في منطقة القصيعة كانت أعلى تركيزاً من عنصري الحديد والنيكل من منطقة ترهونة المركز. كما بينت النتائج أن هناك فروق معنوية للمتوسط العام لتركيزات المعادن المدروسة وخلال فصل الشتاء والصيف، حيث أوضحت النتائج أن فصل الشتاء كان أقل تلوثا من فصل الصيف وكان بمتوسط تركيز26.0 و38.3 ملغم/كغم على التوالي. كما في جدول (5). بينما تركيزات عنصر الكادميوم في جميع العينات المدروسة لم تكتشف، حيث كان مقدار التركيزات أقل من الحد الذي يستطيع الجهاز تقديره حيث اعتبرت النتيجة 0 مليجرام/كجم لجميع أنواع العينات ولكلا المنطقتين وخلال الفصلين. إن النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة، تبين أن تلوث منتجات اللحوم قد يكون ناتجًا عن التلوث من البيئة نفسها، أو ربما يكون ناتجًا عن التلوث الثانوي الناجم عن الممارسات الخاطئة أيضًا، كما يمكن أن يكون بسبب أماكن الذبح غير المرخصة وقربها من القاذورات والاوساخ واستخدام المعدات غير الجيدة أثناء المناولة. بشكل عام، وجد أن لحوم الضأن تحتوي على مستويات أعلى من المعادن وكانت لحوم الماعز تحتوي على أدنى المستويات في نفس المنطقة [Bazargani-Gilani, 2016; Akoto, 2014]. كما بينت النتائج أن حجم التلوث الواقع على العينات المسحوبة في فصل الشتاء كان أقل بفارق معنوي كبير عن العينات المسحوبة في فصل الصيف، حيث كان متوسط تركيز المعادن 26.0 و38.3 ملغم/كغم، كما موضح ذلك في جدول (5). قد يعود السبب إلى أن التفاعل بين عدة عوامل قد يؤثر على مستوى المعادن الثقيلة، بما في ذلك الموسم والموقع والعضو الذي تم تقييمه [Mohammad, et. Al. 2023].

عموما، وبناءً على النتائج المذكورة أعلاه، يمكننا أن نستنتج أن التراكم الحيوي للمعادن في أنواع اللحوم المدروسة لم يتجاوز الحدود المسموح بها للمعادن الثقيلة التي حددتها منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، كما أنه من خلال نتائج هذه الدراسة تبين أهمية مراقبة هذه المنتجات وكذلك الاعلاف والبيئة المتعلقة بهذه المنتجات، والحد من زيادة مستوى التلوث بهذه العناصر السامة التي تؤثر على صحة الإنسان [دليل المواصفة الليبية 2015، Badis, 2014 ].

تجاوزت تركيزات النيكل، التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة، الحد المسموح به وهو 0.2 ملغم/كجم/ وزن جاف والذي أوصت به منظمة الأغذية والزراعة/منظمة الصحة العالمية، ويُحتمل أن تُعزى تركيزات النيكل العالية إلى زيادة استخدام النيكل في الأنشطة الصناعية والزراعية في المناطق التي استُوردت منها الأعلاف. بينما بينت نتائج هذه الدراسة أن تركيز عنصر الحديد في جميع العينات كان ضمن المستويات المسموح بها، والتي أوصت بها منظمة الأغذية والزراعة/منظمة الصحة العالمية وهو 140ملغم/كجم/ وزن جاف، [Food and Agriculture Organization. 2013].

جدول (2) متوسط تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم* (mg/kg dry weight) عن شهر12/ 2023

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 56.8±1.23 | 3.4±0.03 | 72.7± 2.33 | 4.4±0.06 |
| لحم ماعز | 60.1±1.65 | 4.2±0.04 | 66.3± 3.21 | 6.3±0.24 |
| **متوسط** | **58.5±1.43** | **3.8±0.04** | **69.5±2.73** | **5.4±0.18** |

البيانات المقدمة كمتوسط ± الانحراف المعياري = مهم عند $p < 0.05$، باستخدام تحليل التباين (ANOVA)

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (3) متوسط تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم*(mg/kg dry weight) عن شهر 3-2024

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 34.8±1.43 | 1.3±0.02 | 88.2±1.55 | 5.5±0.01 |
| لحم ماعز | 24.6±1.03 | 1.2±0.04 | 58.3±1.49 | 2.1±0.03 |
| **متوسط** | **20.7±1.18** | **1.3±0.03** | **73.3±1.50** | **3.8±0.02** |

البيانات المقدمة كمتوسط ± الانحراف المعياري = مهم عند $p < 0.05$، باستخدام تحليل التباين (ANOVA)

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (4) متوسط تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم*(mg/kg dry weight) عن شهر 7-2024

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 49.2±1.05 | 7.9±0.10 | 80.5±1.88 | 7.1±0.03 |
| لحم ماعز | 53.2±1.61 | 3.9±0.03 | 67.5±1.75 | 2.8±0.06 |
| متوسط | 51.2±1.44 | 5.9±0.06 | 74.0±1.38 | 4.9±0.05 |

البيانات المقدمة كمتوسط ± الانحراف المعياري = مهم عند $p < 0.05$، باستخدام تحليل التباين (ANOVA)

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (5) متوسط تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم*(mg/kg dry weight) خلال الشتاء والصيف

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | | | القصيعة | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شتاء | | صيف | | شتاء | | صيف | |
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 45.8 | 2.4 | 49.2 | 7.9 | 80.5 | 4.9 | 80.5 | 7.1 |
| لحم ماعز | 42.4 | 2.7 | 53.2 | 3.9 | 67.3 | 4.2 | 67.5 | 2.8 |
| المتوسط | 44.1 | 2.6 | 51.2 | 5.9 | 73.9 | 4.6 | 74.0 | 4.95 |
| المتوسط الكلي | **23.4** | | **28.6** | | **39.3** | | **39.5** | |
| المجموع | **26.0** | | | | **39.4** | | | |

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (6) متوسط تركيزات الحديد والنيكل والكاديوم* (mg/kg dry weight) في المنطقتين

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 47.0 | 4.2 | 80.5 | 5.7 |
| لحم ماعز | 46.0 | 2.8 | 64.0 | 3.7 |
| **المتوسط الكلي** | **46.5** | **3.5** | **72.3** | **4.7** |

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (7) متوسط تركيزات الحديد والنيكل والكاديوم* (mg/kg dry weight) لجميع العينات

| تركيز المعادن | نوع اللحوم | | المتوسط الكلي | International Permissible Limits (IPL)* |
|---|---|---|---|---|
| | لحم ضأن | لحم ماعز | | |
| حديد | 63.8 | 55.0 | **59.4** | 140 |
| نيكل | 5.9 | 3.5 | **4.1** | 0.2 |
| الكادميوم* | < 0.0001 | < 0.0001 | - | 0.5 |

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001 IPL=الحدود المسموح بها دوليا

جدول (8) أعلى وأقل قيمة لمتوسط تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم*(mg/kg dry weight)

| نوع اللحوم | حديد | | نيكل | |
|---|---|---|---|---|
| | أعلى تركيز | أقل تركيز | أعلى تركيز | أقل تركيز |
| لحم ضأن | $90.6^{b}$ | $30.6^{a}$ | $9.8^{b}$ | $1.2^{ab}$ |
| لحم ماعز | $71.6^{b}$ | $22.4^{a}$ | $7.8^{b}$ | $1.0^{a}$ |

*تركيزعنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001؛ a= منطقة ترهونة المركز؛ b= منطقة القصيعة.

## 10-الملخص

تعتبر مواقع المحلات في منطقة الدراسة مصدر للتلوث بعوادم السيارات وانبعاث الغازات من تحلل النفايات الصلبة بالقرب من هذه المحلات كما نلاحظ ذلك في ارتفاع مقدار التلوث في عينات منطقة القصيعة. كما أن تلوث اللحوم قد يرجع من مصدرها الرئيسي لمياه شرب الحيوانات واعلافها التي قد تحتوي على كميات من العناصر الكيمائية للرفع من قيمتها التغذية وكذلك عن طريق المضادات الحيوية في عمليات تحسين وزيادة الانتاج لسد حاجة السكان من اللحوم. كما لوحظ اعتماد منطقة الدراسة على مسلخ واحد ويفتقر الى الشروط الصحية الجيدة وعادة ما يتم الذبح والتجهيز خارج هذا المسلخ. كما لوحظ استخدام الادوات غير المعقمة وعدم صيانتها بين فترة واخرى وتعرض بعضها للصدأ الذي يساهم في انتقال بعض المعادن وزيادة التلوث الواقع على اللحوم. ويُحتمل أن يُعزى ارتفاع قيمة الحديد إلى كمية الدم المحتجزة في اللحم، والتي تُحدد بطريقة الذبح.

## 11-التوصيات

1. ضرورة التوجيه نحو تجهيز حيوانات الذبح تحت اشراف الصحة البيطرية وفي الأماكن المخصصة لها.
2. ضرورة التأكيد على سلامة ونظافة الأدوات المستخدمة في إعداد اللحوم.
3. ضرورة العمل على إجراء فحص طبي للعاملين في قطاع الصناعات الغذائية وبائعي اللحوم بشكل خاص ودوري.
4. ضرورة توفير مياه نظيفة وتعقيم الخزانات المياه، لا سيما في أماكن تجهيز وبيع اللحوم.
5. ضرورة دعم الفلاحين من قبل الجهات المعنية وتوعيتهم باستخدام الاسمدة العضوية بدل الكيميائية والترشيد في إستخدام العقاقير البيطرية.

## 12-المراجع

1. الحلبي ابن منصور وكامليا. (2015). الكشف عن بعض العناصر المعدنية الثقيلة وتقديرها في بعض أنواع معلبات اللحوم التي تباع في السوق المحلية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية.37 (6): ص 133.

2. الفيل، علي عدنان (2013). شرح التلوث البيئي في قوانين حماية البيئة العربية، ط1، القاهرة: المركز القومي للإصدارات. https://www.google.com.ly/books/edition

3.دليل المواصفة الليبية. (2015). مواصفة اللحوم الحمراء الطازجة رقم 613-1و894 الاشتراطات الصحية والفنية لسلخانات المواشي والأغنام والعاملين بها.

4.صالح، هاشم محمد. (2014). التلوث الغذائي. ط[1] . مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع. ص3

5. Abdelbasset, C; Rabia, E; Abdallah, B; Boubker, N. & Abdelkhalid, E. (2014). Distribution of trace elements and heavy metals in liver, lung, meat, heart and kidney of cattle, sheep, camel and equine slaughtered in Casablanca city. Int. J. Sci. Eng. Res. (5): 294–303.

6. Abd-Elghany, S. M; Mahmoud, A. A; Faisal, S. S. & Khalid, I. S. (2020). Health Risk Assessment of Exposure to Heavy Metals from Sheep Meat and Offal in Kuwait. Journal of Food Protection. 83(3):503–510.

7. Abdullah, M; Mishra, A; Kumar, G. & Shukla, D. (2017). Assessment of heavy metal pollution and contaminants of River Palar. Renew. Energy. (102:44182–44186.

8. Akoto, O; Bortey, N. & Nakayama, S. (2014). Distribution of Heavy Metals in Organs of Sheep and Goat Reared in Obuasi. A Gold Mining Town in Ghana. 2(4):81-89.

9. Almayahi, B. A; Saheb, L. & Abbood, A. H.(2019). Determination of alpha particles and heavy metals Najaf, Iraq. Iran. J. Med. Phys. (16).133–138.

10. AOAC International. (2015). AOAC official method 2013.01. Heavy metals in food. J. AOAC Int. 96:704. https://doi.org/10.5740/jaoac. int. 2012.007.

11. Arora, M; Kiran, B; Rani, S; Rani, A; Kaur, B. & Mittal, N. (2008): Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. Food Chemistry. 11:811-815.

12. Azad, B. S; Nithal, Y. Y. & Shawnm. J. S. (2020). Essential and Toxic Metals Determination in Imported and Fresh Beef Cattle Meat Sold in Erbil Markets. Animal Review. 7(1):14-18.

13. Badis, B; Zellagui, R. & Esma, B. (2014). Levels of Selected Heavy Metals in Fresh Meat from Cattle, Sheep, Chicken and Camel Produced in Algeria. Annual Research & Review in Biology, 4(8): 1260-1267.

14. Badis, B. (2014). Levels of selected heavy metals in fresh meat from cattle, sheep, chicken

and camel produced in Algeria. Annu. Res. Rev. Biol. 4:1260–1267.

15. Barbara, Z. & Stefano, C. (2013). Nickel and Human Health. Interrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases.18(13):321–357.
16. Bazargani-Gilani, B; Pajohi-Alamoti, M; Bahari, A. & Sari, A. A. (2016). Heavy metals and trace elements in the livers and kidneys of slaughtered cattle, sheep and goats. Iran. J. Toxicol. (10):7–13.
17. Chary, N. S; Kamala, C. T. & Raj, D. S. (2008). Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. Ecotoxicology and Environmental Safety. 69(3):513–524.
18. Copat, C; Bella, F; Castaing, M; Sciacca, S. & Ferrante, M. (2012). Heavy Metals Concentrations in Fish from Sicily (Mediterranean Sea) and Evaluation of Possible Health Risks to Consumers. Bull Environ Contam Toxicol. (88):78–83.
19. Darwish, W. S; Hussein, M. A; El-Desoky, K. I; Ikenaka, Y; Nakayama, S; Mizukawa, H. & Ishizuka, M. (2015). Incidence and public health risk assessment of toxic metal residues (cadmium and lead) in Egyptian cattle and sheep meats. International Food Research Journal. 22(4):1719-1726.
20. Emami, M. H; Farideh, S; Safoora, M; Alireza, F; Mohammad, A; Sayed, A. E. D; Samane, M. & Fatemeh, M. (2023). A Review of Heavy Metals Accumulation in Red Meat and Meat Products in the Middle East. Journal of Food Protection. 86(3). https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100048
21. Europian Food Safety Authority (EFSA). (2009). Cadmium in food The EFSA Journal. 980. 1-139. http:// www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/contam.
22. Food and Agriculture Organization. (2013), Commission, C.A. Procedural Manual, Joint FAO/WHO Food Standards Program: Rome, Italy. 21. st [21] ed.
23. Hashemi, M. (2018). Heavy metal concentrations in bovine tissues (muscle, liver and kidney) and their relationship with heavy metal contents in consumed feed. Ecotoxicol. Environ. Saf. (154):263–267.
24. Ibrahim, I. A; Shamat, A.M; Hussien, M. O; El Hussein, A. R. (2013). Profile of some trace elements in the liver of camels, sheep, and goats in the sudan. J. Vet. Med. http://dx.doi.org/10.1155/2013/736497.
25. Ihedioha, J. N., & Okoye, C. O. B., (2012). Cadmium and lead levels in muscle and edible offal of cow reared in Nigeria. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 88(3):422-427.

26. Mohammad, H. E; Farideh, S; Safoora, M; Alireza, F; Mohammad, A; Sayed, A. D. E; Samane M; Fatemeh, M; (2023). A Review of Heavy Metals Accumulation in Red Meat and Meat Products in the Middle. Journal of Food Protection. 86(3):100048. https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100048.
27. Mohammed, M. S. & Ahmed, D. E. (2018). Investigation on the effect of polluted underground water with minerals metals and trace elements on different meat types in Tambol area- Sudan. Sudan J. Sci. Technol. (19):1–7.
28. Muktar, A. B; Sabuwa, W. D; Salihu, D.& Mohammed, A. B. (2019). Determination of Heavy Metals in Selected Tissues of Cattle Slaughtered across Nasarawa State, Nigeria Nig. Vet. J. 40 (4): 254 - 262.
29. Mutassim, M. A; Ibrahim, A. A; Abdulkareem, M. M; Moez, A. & Riyadh, S. A. (2023). Heavy Metals Levels in Soil, Water and Feed and Relation to Slaughtered Camels' Tissues (Camelus dromedarius) from Five Districts in Saudi Arabia during Spring. Life. 13(3): 732. **https://doi.org/10.3390/life13030732**
30.Navarro MC, Perez-Sirvent C, Martinez-Sanchez MJ, Vidal J, Tovar PJ, Bech J (2008). Abandoned mine sites as a source of contamination by heavy metals: A case study in a semi-arid zone. J Geoche Explor. 96.183-9.
31. Nkansah, M. A. & Ansah, J. K. (2014). Determination of Cd, Hg, As, Cr and Pb levels in meat from the Kumasi Central Abattoir. International Journal of Scientific and Research Publications. 4(8):1-4.
32. Ogbomida, E. T; Nakayama, S. M. M; Bortey-Sam, N; Oroszlany, B; Tongo, I; Enuneku, A. A; Ozekeke, O; Ainerua, M. O; Fasipe, I. P. & Ezemonye, L. I. (2018). Accumulation patterns and risk assessment of metals and metalloid in muscle and offal of free-range chickens, cattle and goat in Benin City, Nigeria. Ecotoxicol. Environ. Saf. 151:98–108.
33. Okiei, W; Ogunlesi, M; Alabi, F; Osiaghwu, B. & Sojinrin, A. (2009). Determination of toxic metal concentration in flame treated meat products, ponmo. Afr. J. Biochem. Res. 3(10):332-339.
34. Rubio, C; Hardisson, A; Reguera, J. Revert, C; Lafuente. M. A. & González-Iglesias, T.(2006). Cadmium dietary intake in the Canary Islands, Spain. Environmental Research.100: 123-129.
35. Sabeeh, S. A. (2017). Detection of some heavy metals (Pb, Cd, Ni and Hg) in some animals meat of local markets. Al-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences. 16(3): 27-28.

36. Saha, N. & Zaman, M. R. (2012). Evaluation of possible health risks of heavy metals by consumption of foodstuffs available in the central market of Rajshahi City, Bangladesh. Environ Monit Assess. (185): 3867-3878.
37. Wasan, A; Jasim, J; Dawood. S. J.& Mohammed, S. J. (2020). Flame Atomic Absorption Spectrophotometry Analysis of Heavy Metals in Some Food Additives. Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology. 14(2):452-456.
38. WHO. 2004. Joint FAO/WHO Expert standards program codex Alimentation commission. Geneva, Switzerland, in the: http://www.who.int.
39. Xue, Z. J; Liu, S. Q. & Liu, Y. L. (2012). Health risk assessment of heavy metals for edible parts of vegetables grown in sewage-irrigated soils in suburbs of Baoding City, China. Environ Monit Assess. (184):3503–3513.
40. Yabe, J; Ishizuka, M. & Umemura, T. (2010). Current levels of heavy metal pollution in Africa. The Journal of Veterinary Medical Science 72: 1257-1263.
41. Zahurul, M. A. C; Zainul, A. S; S.M. Afzal, H; Azizul, I. K; M. Aminul, A; Shamim, A. & Mahbub, Z. M. (2011). Determination of essential and toxic metals in meats, meat products and eggs by Spectrophotometric method. Journal of Bangladesh Chemical

## 13-الملاحق

جدول (1) تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم* (ملجم/كجم وزن جاف) عن شهر 12/ 2023

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 56.8 | 3.1 | 74.1 | 3.7 |
| | 56.6 | 5.1 | 69.8 | 4.2 |
| | 57.0 | 2.0 | 74.2 | 5.3 |
| | | | | |
| لحم ماعز | 55.0 | 4.1 | 60.7 | 5.3 |
| | 70.2 | 5.4 | 66.6 | 5.8 |
| | 55.1 | 3.1 | 71.6 | 7.8 |

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (2) تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم*(ملجم/كجم وزن جاف) عن شهر 3-2024

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 38.0 | 1.2 | 88.2 | 5.5 |
| | 30.6 | 1.5 | 85.8 | 4.8 |
| | 35.8 | 1.2 | 90.6 | 6.2 |
| | | | | |
| لحم ماعز | 22.4 | 1.2 | 57.3 | 2.1 |
| | 24.6 | 1.0 | 57.6 | 2.0 |
| | 26.8 | 1.4 | 60.0 | 2.2 |

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001

جدول (3) تركيزات الحديد والنيكل والكادميوم*(ملجم/كجم وزن جاف) عن شهر 7-2024

| نوع اللحوم | ترهونة المركز | | القصيعة | |
|---|---|---|---|---|
| | حديد | نيكل | حديد | نيكل |
| لحم ضأن | 49.0 | 7.9 | 80.5 | 6.5 |
| | 48.6 | 7.6 | 83.8 | 4.8 |
| | 50.0 | 8.4 | 77.2 | 9.8 |
| | | | | |
| لحم ماعز | 53.5 | 3.9 | 67.6 | 2.8 |
| | 53.0 | 3.8 | 66.8 | 3.2 |
| | 53.1 | 4.0 | 68.1 | 2.4 |

*تركيز عنصر الكادميوم لجميع عينات < 0.0001