Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

تحليل التداخل بين التلوث الميكروبي وارتفاع تركيز المعادن في التونة المعلبة

عبد الحكيم المهدي مكاري*، سارة سعد الجروشي

قسم الاحياء، كلية الاداب والعلوم مزدة، جامعة غريان، غريان، ليبيا
قسم المختبرات الطبية، كلية التقنية الطبية، اجدابيا، ليبيا
makarihakem@gmail.com

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم العلاقة بين التلوث الميكروبي وارتفاع تركيز المعادن الثقيلة في التونة المعلبة، ومعرفة أثر ذلك على سلامة الغذاء وصحة المستهلك، اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي حيث تم جمع عينات من التونة المعلبة المتوفرة في الأسواق وتحليلها كيميائيًا لتحديد تراكيز الرصاص والنحاس والزنك، وتحليلها ميكروبيًا للكشف عن وجود بكتيريا السالمونيلا والإشريكية القولونية والمطثية، كما تم مقارنة النتائج بالمعايير الصحية الدولية لضمان تقييم دقيق للمخاطر .أظهرت النتائج أن جميع العينات كانت مستويات الرصاص فيها أقل من حد الكشف، بينما تراوحت تراكيز النحاس بين أقل من حد الكشف و3.83 جزء في المليون، والزنك بين 0.01 و21 جزء في المليون، دون تجاوز الحدود المسموح بها دوليًا، أما التحليل الميكروبي فقد أظهر غياب جميع الكائنات الدقيقة المدروسة في العينات، مما يعكس كفاءة عمليات التعليب والتعبئة المستخدمة في الصناعة، كما أشارت الدراسة إلى أن التباين في تركيز بعض المعادن قد يكون مرتبطًا بمناطق الصيد، وطرق التعليب، والمواد الحافظة المستخدمة .خلصت الدراسة إلى أن التونة المعلبة تعتبر منتجًا غذائيًا آمنًا نسبيًا عند الالتزام بالمعايير الصحية مع ضرورة متابعة التغيرات الدورية في تراكيز المعادن والتلوث الميكروبي لضمان سلامة المستهلك، وأوصت الدراسة بزيادة الرقابة الدورية، وتوحيد إجراءات الجودة والإنتاج، وتطوير برامج توعية للمستهلكين حول المخاطر المحتملة للمعادن الثقيلة وأهمية استهلاك التونة ضمن الحدود الآمنة.

الكلمات المفتاحية. التلوث الميكروبي، تركيز المعادن، التونة المعلبة.

Abstract

This study aimed to evaluate the relationship between microbial contamination and elevated concentrations of heavy metals in canned tuna, and to assess their impact on food safety and consumer health. The research adopted a descriptive analytical approach, whereby samples of canned tuna available in local markets were collected and analyzed chemically to determine concentrations of lead, copper, and zinc, and microbiologically to detect the presence of Salmonella, Escherichia coli, *and* Clostridium *species. The results were compared with international health standards to ensure accurate risk assessment. Findings revealed that all samples had lead levels below the detection limit, while copper concentrations ranged from below detection to 3.83 ppm, and zinc concentrations ranged between 0.01 and 21 ppm, without exceeding internationally permitted limits. Microbiological analysis showed the absence of all studied microorganisms in the samples, reflecting the efficiency of canning and packaging processes used in the industry. The study further indicated that variations in certain metal concentrations may be linked to fishing areas, canning methods, and preservatives employed. The study concluded that canned tuna is relatively safe when health standards are observed, though periodic monitoring of metal concentrations and microbial contamination remains essential to ensure consumer safety. It recommended strengthening routine inspections, standardizing quality and production procedures, and developing consumer awareness programs regarding the potential risks of heavy metals and the importance of consuming tuna within safe limits.*

Keywords: *Microbial Contamination, Metal Concentration, Canned Tuna.*

المقدمة

تشهد الأنماط الغذائية المعاصرة اعتمادًا متزايدًا على المنتجات الغذائية المحفوظة نتيجة تسارع وتيرة الحياة والحاجة إلى مصادر غذائية تجمع بين القيمة الغذائية وسهولة التخزين وطول فترة الصلاحية، وفي هذا السياق برزت منتجات التونة المعلبة بوصفها أحد المصادر الغذائية الشائعة في العديد من المجتمعات لما توفره من محتوى مرتفع من البروتينات ذات القيمة الحيوية العالية إضافة إلى احتوائها على الأحماض الدهنية غير المشبعة التي تسهم في دعم الصحة العامة والوقاية من بعض الأمراض المزمنة هذا الانتشار الواسع لاستهلاك التونة المعلبة جعلها محور اهتمام متزايد في دراسات سلامة الغذاء والصحة العامة (مفتاح،2016).

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 20-11-2025 -* ***Accepted****: 19-01-2026 -* ***Published****: 25-01-2026*

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

بالتوازي مع ذلك أسهم التوسع الصناعي والنشاط البشري المتزايد في تلويث البيئات البحرية بملوثات كيميائية متعددة من أبرزها المعادن الثقيلة التي تمتلك قابلية عالية للتراكم الحيوي داخل السلسلة الغذائية البحرية، وتُعد الأسماك المفترسة ومنها أنواع التونة من أكثر الكائنات البحرية عرضة لتراكم هذه العناصر مثل الزئبق والرصاص والكادميوم الأمر الذي يثير مخاوف صحية حقيقية عند انتقال هذه المعادن إلى الإنسان عبر الاستهلاك الغذائي المنتظم، وتكمن خطورة هذه المعادن في تأثيراتها السمية التراكمية والتي قد تمتد آثارها لتشمل الجهاز العصبي والكُلوي والكبدي عند تجاوز الحدود الآمنة.

إلى جانب المخاطر الكيميائية تبرز التحديات المرتبطة بالتلوث الميكروبي بوصفها أحد الجوانب الجوهرية في تقييم سلامة الأغذية المعلبة فعلى الرغم من اعتماد عمليات التعقيم الحراري كوسيلة رئيسة للقضاء على الأحياء الدقيقة الضارة فإن أي خلل في مراحل التصنيع أو التعبئة أو التخزين قد يؤدي إلى تلوث المنتج بكائنات دقيقة ممرِضة مما يزيد من احتمالية حدوث حالات التسمم الغذائي، ويزداد هذا الخطر في حال تلف العبوات أو عدم الالتزام بالمعايير الصحية المعتمدة خلال سلسلة الإنتاج والتوزيع (عمران،2024).

تتجسد الإشكالية الأساسية في أن المستهلك قد يتعرض من خلال منتج غذائي واحد إلى مخاطر صحية مزدوجة تجمع بين التلوث الكيميائي الناتج عن المعادن الثقيلة والتلوث الميكروبي المرتبط بالممارسات غير السليمة في التصنيع أو التخزين، ويؤدي هذا التداخل بين نوعين مختلفين من الملوثات إلى تعقيد عملية تقييم سلامة الغذاء ويجعل من الضروري اعتماد مقاربة شمولية لا تقتصر على دراسة كل نوع من التلوث بمعزل عن الآخر.

وانطلاقًا من ذلك تبرز الحاجة إلى دراسة علمية متعمقة تُعنى بتحليل العلاقة والتداخل بين التلوث الميكروبي وارتفاع تركيز المعادن الثقيلة في التونة المعلبة، مع التركيز على أثر هذا التداخل في سلامة الغذاء وصحة المستهلك، وتسهم هذه الدراسة في تعزيز الفهم العلمي للمخاطر المرتبطة بالتونة المعلبة ودعم الجهود الرامية إلى تطوير سياسات رقابية أكثر كفاءة في مجال سلامة الأغذية.

أهمية البحث

تنبع أهمية هذا البحث من بعده الصحي والغذائي إذ يسهم في تسليط الضوء على المخاطر المحتملة المرتبطة باستهلاك التونة المعلبة في حال تعرضها للتلوث بالمعادن الثقيلة أو الأحياء الدقيقة الممرِضة ويُعد هذا الجانب ذا أهمية خاصة نظرًا لارتفاع معدلات استهلاك هذا المنتج بين مختلف الفئات العمرية الأمر الذي يجعل أي خلل في سلامته مصدر تهديد مباشر للصحة العامة، كما يساهم البحث في تقييم مستوى أمان التونة المعلبة بوصفها أحد أكثر المنتجات الغذائية تداولًا في الأسواق، ويساعد على تعزيز وعي المستهلكين والجهات الرقابية بالمخاطر الصحية المرتبطة بها.

وتتجلى الأهمية العلمية والتطبيقية للدراسة في كونها تقدم إطارًا تحليليًا يربط بين التلوث الميكروبي والتلوث المعدني في منتج غذائي واحد، وهي مقاربة بحثية لم تحظَ باهتمام كافٍ في العديد من الدراسات السابقة التي غالبًا ما تناولت كل نوع من التلوث بصورة منفصلة، كما تتيح نتائج البحث الاستفادة منها عمليًا في دعم أنظمة الرقابة الغذائية، وتحسين إجراءات السلامة والجودة في صناعة الأغذية المعلبة، فضلًا عن الإسهام في تطوير السياسات والتشريعات ذات الصلة بسلامة الغذاء وحماية المستهلك.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

1. التعرف على طبيعة التلوث الميكروبي في التونة المعلبة.
2. تحديد أنواع المعادن الثقيلة الأكثر شيوعًا في التونة المعلبة.
3. تحليل العلاقة بين ارتفاع تركيز المعادن الثقيلة واحتمالية التلوث الميكروبي.
4. تقييم مدى مطابقة التونة المعلبة للمعايير الصحية المعتمدة.
5. الخروج بتوصيات تسهم في تعزيز سلامة التونة المعلبة.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 20-11-2025 -* ***Accepted****: 19-01-2026 -* ***Published****: 25-01-2026*

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

مشكلة البحث

تنطلق مشكلة هذا البحث من تنامي المخاوف المتعلقة بسلامة التونة المعلبة في ظل احتمالية تعرضها لأكثر من نوع من الملوثات في الوقت ذاته، ولا سيما التلوث الميكروبي والتلوث بالمعادن الثقيلة، فعلى الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت كل نوع من هذه الملوثات بصورة مستقلة إلا أن محدودية الاهتمام بدراسة التداخل بينهما تترك فجوة معرفية في فهم التأثير الكلي لهذه المخاطر على سلامة المنتج الغذائي وصحة المستهلك، ويزداد تعقيد هذه المشكلة مع الانتشار الواسع لاستهلاك التونة المعلبة واعتماد فئات مختلفة من المجتمع عليها كمصدر غذائي أساسي.

وتتمحور المشكلة البحثية حول مدى إسهام التداخل بين التلوث الميكروبي وارتفاع تركيز المعادن الثقيلة في التأثير على سلامة التونة المعلبة، وما يترتب على ذلك من انعكاسات صحية محتملة على المستهلك وتبرز الحاجة في هذا الإطار إلى دراسة علمية شمولية تجمع بين البعدين الكيميائي والميكروبي لسلامة الأغذية، بما يتيح تقييمًا أكثر دقة للمخاطر الغذائية ويسهم في دعم الجهود الرامية إلى تحسين الرقابة الصحية وتطوير معايير جودة الأغذية المعلبة.

فروض البحث

ينطلق البحث من الفروض الآتية:

1. توجد علاقة ذات دلالة علمية بين ارتفاع تركيز المعادن الثقيلة في التونة المعلبة ومستوى التلوث الميكروبي.
2. تختلف مستويات المعادن الثقيلة في التونة المعلبة باختلاف مصدر المنتج.
3. يزداد خطر التلوث الميكروبي في التونة المعلبة في حال عدم الالتزام بمعايير التصنيع والتخزين السليم.
4. لا تتجاوز بعض منتجات التونة المعلبة الحدود القصوى المسموح بها للمعادن الثقيلة وفق المعايير الدولية.

أسئلة البحث

يسعى البحث للإجابة عن الأسئلة الآتية:

1. ما أنواع الملوثات الميكروبية المحتملة في التونة المعلبة؟
2. ما أبرز المعادن الثقيلة التي قد توجد في التونة المعلبة؟
3. هل توجد علاقة بين التلوث الميكروبي وارتفاع تركيز المعادن الثقيلة؟
4. ما مدى مطابقة التونة المعلبة للمعايير الصحية المعتمدة؟
5. ما الإجراءات المقترحة للحد من هذه المخاطر؟

الإطار النظري

التلوث الميكروبي في الأغذية المعلبة

يُقصد بالتلوث الميكروبي وجود كائنات دقيقة غير مرغوب فيها، مثل البكتيريا أو الفطريات في الغذاء، والتي قد تسبب أمراضًا للإنسان، ورغم أن عملية التعليب تهدف إلى القضاء على هذه الكائنات من خلال التعقيم الحراري إلا أن حدوث خلل في أي مرحلة من مراحل الإنتاج قد يؤدي إلى تلوث المنتج، خاصة في حال تلف العبوة أو سوء التخزين ((salem,2024.

الأغذية يُقدّر أن هناك أكثر من 250 نوعا من السموم ومسببات الأمراض التي يمكن أن تنتقل عبر الغذاء، مع زيادة هذا العدد بشكل مستمر عادةً ما تتسبب الأمراض الناتجة عن الغذاء إمّا في عدوى معوية أو تسمم غذائي نتيجة دخول مسببات الأمراض إلى الجسم عن طريق الأطعمة الملوثة، يُعرف 31 نوعا من مسببات الأمراض بارتباطها المباشر بحالات التسمم الغذائي إلا أن معظم هذه الحالات تعود إلى "عوامل غير محددة" لم يتم التعرف على

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

مصدرها بدقة، كما يُعتبر فيروس نورو فيروس المسبب الأكثر شيوعًا للأمراض المنقولة عبر الغذاء بينما تحتل السالمونيلا المرتبة الثانية كسبب رئيسي وتتصدر معدلات حالات الاستشفاء والوفيات بين هذه الحالات حيث تتسبب في وفاة العديد من حالات الوفاة، وقد تسبب عدوى السالمونيلا مشاكل صحية خطيرة تشمل الإسهال المزمن الذي يؤدي إلى فقدان السوائل والجفاف وفي بعض الحالات النادرة قد تنتقل البكتيريا إلى الدم مسببة تسمم الدم والوفاة، رغم أن معدل الوفيات العام للسالمونيلا يبلغ 0.03 % فقط أما بكتيريا الليستيريا المستوحدة فهي تسبب داء الليستريات الذي يعد نادر الحدوث نسبيًا، (Salmonellosis: An Overview of Epidemiology, Pathogenesis, and Innovative Approaches to Mitigate the Antimicrobial Resistant Infections - PMC) لكنه يتسم بارتفاع معدلات الوفيات المرتبطة به (16%) نوعان من هذا المرض: النوع غير الغازي والنوع الغازي الذي يؤثر بشكل خاص على الفئات الأكثر عرضة للخطر مثل النساء الحوامل اللواتي يواجهن خطر الإصابة بمقدار 20 ضعفًا مقارنة بالآخرين.(عثمان،2017)

يعتبر الرصاص من أخطر السموم المعدنية وهو واسع الانتشار ويوجد في أغلب المواد الحيوية بكميات ضئيلة وكذلك له العديد من التطبيقات والصناعية والاستعمالات والمصادر وله أثار صحية خطيرة على الإنسان حيث يؤثر على الجهاز الهضمي والكلى والكبد والمخ ويسبب الأنيميا، ينتشر الكادميوم في الهواء والماء والطعام والتربة والنباتات وله تأثيرات ضارة على الإنسان حيث يؤثر على الكبد والكلى والرئتين والعظام والجهاز الدوري نظراً للتأثيرات الصحية المختلفة لهذين العنصرين على الإنسان والتي تظهر عند تركيزات معينة وجب تقدير ما يصل منهما الإنسان عبر غذائه لذا أجريت العديد من الدراسات المحلية في أمريكا وبريطانيا وهولندا وغيرها من الدول لتقدير محتوى المواد والمجاميع الغذائية المختلفة من عنصري الرصاص والكادميوم، وكذلك تم تقدير محتوى الوجبات ومعدل التناول اليومي للفرد من الرصاص والكادميوم في هذه الدول (إبراهيم،2022).

المعادن الثقيلة ومخاطرها الصحية

تشير المعادن الثقيلة إلى مجموعة من العناصر الكيميائية التي تمتلك كثافة ذرية مرتفعة وخصائص سمية تظهر عند تجاوزها تراكيز معينة في البيئة أو في الكائنات الحية، ومن أبرز هذه المعادن الزئبق والرصاص والكادميوم والتي تحظى باهتمام واسع في دراسات سلامة الغذاء نظرًا لقدرتها العالية على التراكم الحيوي وعدم تحللها بسهولة، وتكمن خطورة هذه المعادن في كونها لا تؤدي وظائف حيوية مفيدة داخل جسم الإنسان، بل تتحول إلى عناصر سامة عند دخولها الجسم بكميات تفوق الحدود الآمنة.(بن الزاوي،2021)

يصل هذا النوع من الملوثات إلى الأسماك في الغالب نتيجة التلوث البيئي البحري الناجم عن الأنشطة الصناعية والتصريف غير المنظم للمخلفات في المسطحات المائية، وتعمل الأسماك ولا سيما الأنواع المفترسة مثل التونة على امتصاص هذه المعادن من المياه أو من الكائنات الأصغر التي تتغذى عليها، مما يؤدي إلى تراكمها في أنسجتها بمرور الوقت، ومع انتقال هذه الأسماك إلى السلسلة الغذائية البشرية، تنتقل المعادن الثقيلة إلى الإنسان من خلال الاستهلاك الغذائي المنتظم.

مصطلح المعدن الثقيل يشير الى أي عنصر كيميائي معدني لديه كثافة عالية نسبيا وقد يكون ساما أو غير ذلك عند التراكيز المنخفضة او العالية، ومن امثله المعادن الثقيلة الزئبق (Hg)، والكادميوم (Cd)، والزرنيخ (As)، والكروم (Cr)، والرصاص (Pb)، والمعادن الثقيلة هي أحد العناصر الطبيعية في قشره الارض لا يمكن ان تتحلل او تتكسر بدرجة صغيره وتدخل الى اجسامنا إما عن طريق مياه الشرب أو الغذاء أو الهواء بعض المعادن الثقيلة مثل النحاس والسيلينيوم والزنك ضرورية للحفاظ على عملية التمثيل الغذائي للجسم البشري عند تواجدها في تركيز منخفضة ويمكن ان تؤدي الى التسمم عند تواجدها في تراكيز اعلى، حيث ينتقل هذا التسمم عبر السلسلة الغذائية، مما يزيد تراكمها وزيادة تركيزها في الجسم الحي البيولوجي مع مرور الوقت، وتسبب تلوثا للتربة والماء والهواء مما يؤدي الى حدوث اضرار فادحة بالإنسان والحيوان والنبات (العمودي،2021).

وتتمثل المخاطر الصحية للمعادن الثقيلة في تأثيراتها السمية التراكمية حيث تؤثر هذه العناصر بشكل مباشر في عدد من الأجهزة الحيوية في الجسم، فالزئبق يُعد من أخطر المعادن على الجهاز العصبي وقد يؤدي التعرض المزمن له إلى اضطرابات عصبية وتأثيرات سلبية على النمو العقلي، خاصة لدى

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الأطفال، أما الرصاص فيرتبط بتلف الكلى واضطرابات الدم في حين يُعرف الكادميوم بتأثيراته الضارة على الكلى والعظام ووظائف الكبد، وتزداد خطورة هذه الآثار مع التعرض طويل الأمد مما يجعل مراقبة تراكيز المعادن الثقيلة في المنتجات الغذائية، ومنها التونة المعلبة، أمرًا بالغ الأهمية لحماية الصحة العامة (قمر،2023).

التلوث

يُعرف التلوث بأنه ارتفاع كمية المواد بأشكالها الغازية أو السائلة أو الصلبة، داخل البيئة مما يجعلها غير قادرة على تحليل هذه المواد أو إعادة تدويرها، كما تصبح غير قادرة عن تخزين المواد بأشكال غير ضارة، ويُعرف هذا التلوث باسم التلوث البيئي ويشمل هذا التلوث جميع المواد ذات التأثير السلبي على البيئة، أو الكائنات الحية التي تعيش فيها. ((Jerry & Nathanson 2019

التونة

تعتبر الاسماك من المواد الغذائية الأساسية والمهمة لنمو الإنسان نظرا لما تحتويه من بروتينات مهمة لبناء الجسم وأجهزته المختلفة لذلك حرصت جميع الدول في العالم المتطور على توفيرها لمواطنيها بمختلف الأنواع وبأسعار في متناول الجميع، سواء كانت بحرية أو من الأنهار، ومن المصادر الرئيسية للغذاء التي تعتمد عليها الدول. وجاءت هذه الأهمية من تواجد الأسماك بكميات كبيرة وبأسعار تناسب الجميع حيث وصل تعدادها الى أكثر من ألف نوع من مختلف الاشكال والطعم والمادة الغذائية وارتفاع كفاءتها في تحويل العناصر الغذائية التي تصل أجسامها بأعلى مستوى من الطاقة والقيمة الحيوية المتميزة من حيث احتواء لحومها على المكونات الأساسية.(عمران، 2024)

التعليب

هو وسيلة لحفظ الطعام أو المواد الغذائية التي يتم تجهيزها ومختومة في حاوية محكمة الغطاء، ويوفر التعليب مدة صلاحية تتراوح عادة بين سنة الى خمس سنوات على الرغم من انها قد تكون اطول بكثير في ظل ظروف معينة.

مراحل إنتاج التونة المعلبة

1. فك التجميد عادة تأتي الاسماك مجمدة لذا وجب فك تجميدها كمرحلة أولى عن طريق تذويب الثلج ثم استخراج أحشاء السمك وتقطيع اللحم الى أجزاء.
2. الغسل وإعداده للطبخ يتم طبخ الأسماك بالبخار في غلايات بخارية تم تصنيعها بالخصوص لتلك العملية، حيث يتم وضع السمك تحت ضغط ودرجة حرارة معينة لفترة زمنية محددة.
3. نزع الجلد وتنظيف السمك وفصل الشوك او الحسك عن اللحم.
4. فصل اللحم القائم عن اللحم الفاتح.
5. تعبئة اللحم بعد التقطيع لقطع متساوية ووضعها في علب.
6. إضافة الملح والزيت.
7. تفريغ العلب من الهواء والاكسجين وهي خطوة هامة حيث انها تمنع نمو الميكروبات.
8. إغلاق العلب وتعقيمها يتم وضع العلب في درجة حرارة 121 م لمدة تصل الى 20 دقيقة لضما القضاء التام على الميكروبات.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

التداخل بين التلوث الميكروبي والكيميائي

يعكس التداخل بين التلوث الميكروبي والتلوث الكيميائي حالة وجود أكثر من نوع من المخاطر الصحية في المنتج الغذائي الواحد، الأمر الذي يضاعف من احتمالية التأثير السلبي على صحة المستهلك، ويُعد هذا التداخل من القضايا المعقدة في مجال سلامة الغذاء إذ لا يقتصر التقييم الصحي في هذه الحالة على قياس مستوى كل ملوث على حدة، بل يتطلب فهم التأثير المشترك والتراكمي لهذه الملوثات داخل الغذاء وفي جسم الإنسان (مفتاح،2016).

اهم مصادر العناصر الثقيلة:

يحدث التلوث بالعناصر الثقيلة من مصادر عديده منها المصادر الطبيعية والمصادر الناتجة من النشاط البشري للإنسان وتسمى المصادر الصناعية لأن اغلبيتها ترجع الى النشاط الصناعي.

المصادر الطبيعية تتواجد العناصر الثقيلة بكثرة في الطبيعة حيث تنطلق من خلال الدورات الجيوكيميائية إلى البيئة، وتتواجد ايضا من ضمن تركيب القشرة الأرضية بتراكيز متفاوتة بالرغم من ندرتها، وتؤدي التعرية الفيزيائية والكيميائية والحيوية لصخور القشرة الأرضية إلى انطلاق بعض هذه المكونات من الصخور المكونة لمادة الأصل حيث يحدث انحلال للعناصر الثقيلة بالماء خلال الدورة الطبيعية للماء عبر الصخور أو من خلال التربة التي تحوي كميات من هذه العناصر مثل الزئبق والرصاص والزنك والنيكل والكادميوم والكروم والنحاس والحديد وغيرها، وقد يحدث التلوث الطبيعي في باطن الأرض بسبب تفاعلات المعادن الكبريتية مع مواد مؤكسدة، ويمكن أن تنشط مثل هذه التفاعلات بوجود النترات التي يمكن أن تأتي من مصادر عديدة (الفقهاء،2017).

المصادر الصناعية النشاط البشري

1. استخراج المعادن من المناجم وما ينتج عنها من مخلفات تصبح مصدر للتلوث في الاراضي المحيطة.
2. مخلفات الصرف الصحي والصناعي تحتوي جميع انواع المخلفات على تراكيز عالية من العناصر السامة، الا ان المخلفات الناتجة من الصرف الصناعي تحتوي على ملوثات غير عضوية بتركيزات اعلى بكثير من المخلفات الناتجة من الصرف الصحي، وتعتبر عناصر الخارصين (Zn) والنيكل (Ni) والنحاس (Cu) والكادميوم (Cd) من اهم العناصر التي تسبب مشاكل في الانتاج الزراعي عند اضافتها الى التربة.
3. التخلص من المخلفات الصلبة والسامة يمكن ان تؤدي مخلفات المنازل والمصانع الى تلوث التربة بالعناصر الثقيلة سواء بإلقائها او دفنها في التربة مما يؤدي الى تلوث التربة وانتقالها الى المياه الجوفية.
4. احتراق الوقود (الفحم – بترول) حيث ينتج عنه عدد كبير من العناصر الثقيلة والتي تترسب على الاراضي المحيطة بها، كما ان احتراق البترول الذي يحتوي على اضافات من الرصاص يعتبر من اهم مصادر التلوث.

الصناعات التعدينية ومنها عدة طرق للتلوث ومنها:(عمار،2023)

أ. انبعاث الايروسولات والغبار المحتوي على هذه العناصر حيث يترسب على التربة والنبات.
ب. المخلفات السائلة.
ت. تستخدم العديد من العناصر في صناعة السبائك والصلب والتي ينتج منها مخلفات تؤدي الى تلوث.
ث. الاطعمة مثل الفاكهة والخضروات واللحوم والحبوب وقواقع البحر والمشروبات غير المسكرة تحتوي نسبه كبيرة من الرصاص.
ج. السجائر التي يدخنها الانسان: تحتوي هي ايضا كميات صغيره من الرصاص.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الجانب العملي (التطبيقي)

منهجية الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأنسب لتحقيق أهداف البحث نظرًا لقدرته على وصف الظاهرة محل الدراسة وتحليل أبعادها المختلفة بصورة علمية دقيقة، وقد أتاح هذا المنهج دراسة واقع التلوث الميكروبي وارتفاع تركيز المعادن الثقيلة في التونة المعلبة مع ربط النتائج بالآثار الصحية المحتملة على المستهلك.

وفي هذا الإطار جرى الاعتماد على جمع عينات من التونة المعلبة المتوافرة في الأسواق بهدف تكوين تصور عام حول طبيعة المنتجات المتداولة واختلاف مصادرها، كما تم تحليل النتائج التي توصلت إليها الدراسات السابقة المتعلقة بتراكيز المعادن الثقيلة ومستويات التلوث الميكروبي في التونة المعلبة وذلك لاستخلاص الاتجاهات العامة ومقارنتها فيما بينها، ولتعزيز دقة التحليل تمت مقارنة هذه النتائج بالمعايير الصحية المعتمدة عالميًا بما يتيح تقييم مدى مطابقة التونة المعلبة لمتطلبات السلامة الغذائية، ويسهم في الوصول إلى استنتاجات علمية واضحة تدعم أهداف الدراسة.

الأدوات والمواد المستخدمة

كؤوس، دوارق مخروطية، دوارق قياسية 50 مل اقماع زجاجية، سيقان زجاجية مخبار مدرج، ورق ترشيح، حمض النيتريك المركز HNO3، حمض الهيدروكلوريك المركز HCl، حمض الخليك CH3COOH

الأجهزة المستخدمة

ميزان حساس ADEM Model 250 :AAA مسخن كهربائي، جهاز مطياف الامتصاص الذري AA-6800، جهاز تحليل الزئبق 80-DMA جهاز المطياف الانبعاث الذري بالبلازما الذري المقترن .ICP-OES5110

خطوات العمل

مرحلة اخذ العينات:

تم أخذ 12 عينة من نقاط بيع مختلفة بمدينة طرابلس حيث تم فصل العينة الصلبة عن الوسط الحافظ تم وضعها وتجفيفها جيدا على ورق ترشيح (الشكل (1)، والجدول التالي (الجدول (1) يبين أنواع العينات المستخدمة في هذه الدراسة.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الشكل (1) عملية التصفية من الوسط الحافظ

الجدول (1) أنواع التونة التي شملتها الدراسة

اسم المعلب	البلد المنتج	الوسط الحافظ	الوزن الصافي للعلبة
الوفاء	ليبيا	زيت زيتون+ محلول ملحي	160غ
القبطان	تايلاند	زيت دوار الشمس+ محلول ملحي	160غ
الصياد	تايلاند	زيت دوار الشمس+ محلول ملحي	160غ
أمريكانا	تايلاند	زيت دوار الشمس	140غ
زيان	تونس	زيت دوار الشمس	140غ
الجيد	ليبيا	زيت نباتي	160غ
الريحان	ليبيا	زيت دوار الشمس+ محلول ملحي	160غ
جنزور	ليبيا	زيت زيتون	185غ
الخمس	تونس	زيت دوار الشمس+ محلول ملحي	160غ
الصفوة	ليبيا	زيت دوار الشمس+ محلول ملحي	160غ
ديانا	تايلاند	زيت دوار الشمس+ محلول ملحي	160غ
ريو	ايطالي	زيت زيتون	160غ

مرحلة الهضم

المادة الصلبة يؤخذ 5 غرام من الوزن الرطب من كل عينة بعد تصفيتها من الوسط الحافظ، ووضعها في دورق مخروطي، أضف اليها 5 مل من حمض الهيدروكلوريك المركز، وتترك لمدة 10 دقائق في جو الغرفة، ثم أضف اليها 10 مل من حمض النيتريك المركز تم تسخن العينة مع التحريك المستمر على درجة حرارة ما بين 100 – 200 م الى ان تتم عملية بالكامل (الشكل (2)، بعدها يترك المحلول حتى يبرد تم يرشح باستخدام ورق ترشيح في دورق قياسي سعة 50 مل، ويكمل الى الحجم النهائي بالماء المقطر.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

الوسط الحافظ: يؤخذ 5 مل من العينة وتطبق عليه جميع الخطوات السابقة بالنسبة للمادة الصلبة من حيث طريقة الهضم والترشيح والحجم النهائي. العبوات تم تطبيق طريقة فحص العلب المورنشة بطريقة القشط والمعاملة بحمض الخليك CH3COOH تركيزه 4% في درجة حرارة الغرفة.

الشكل (2) عملية الهضم الرطب

بعد الكشف وتقدير نسب العناصر المعدنية zn, cu, pd في العينات المستخدمة في الدراسة تم تقسيم النتائج المتحصل عليها الى مجموعتين كما موضح في الجداول التالية:

الجدول رقم (2) أنواع المعادن التي تم اختبارها يوجد ppm

Zn	Cu	pd	العينة
2.00	< 0.003	0.003 >	تونة ريو
5.4	0.77		تونة ديانا
3.00	< 0.003	< 0.003	تونة الصياد
21.00	< 0.003	< 0.003	تونة الصفوة
2.22	0.795	< 0.003	تونة القبطان
5.96	< 0.003	< 0.003	تونة الخمس
11.7	2.11	< 0.003	تونة الوفاء
14.00	< 0.003	< 0.003	تونة أمريكانا
<0.01	< 0.003	< 0.003	تونة الجنزور
7.56	< 0.003	< 0.003	تونة الريحان
19.52	3.83	< 0.003	تونة الجيد
0.83	< 0.003	< 0.003	تونة زيان

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

يظهر تحليل تراكيز المعادن الثقيلة في عينات التونة المعلبة أن رصاص (Pb) النحاس (Cu) والزنك (Zn) تباينت بين العينات، مع بروز بعض الاتجاهات الهامة. بالنسبة لتركيز الرصاص، فقد كانت جميع العينات المسجلة أقل من حد الكشف (< 0.003 ppm)، مما يشير إلى أن مستويات هذا المعدن في العينات المدروسة منخفضة جدًا، وتقع ضمن الحدود الآمنة المعتمدة دوليًا، وهو مؤشر إيجابي فيما يتعلق بالمخاطر الصحية المرتبطة بالرصاص.

أما بالنسبة للنحاس فقد سجلت أغلب العينات قيمًا منخفضة أو غير مكتشفة (< 0.003–3.83 ppm)، مع ملاحظة أن عينتي "تونة الجيد" و"تونة الوفاء" أظهرت تراكيز أعلى نسبيًا بلغت 3.83 و2.11 ppm على التوالي، تشير هذه النتائج إلى تفاوت محتمل في تراكيز النحاس بين المنتجات المختلفة وهو ما قد يعكس اختلافات في مصدر التونة أو ظروف التعليب والتخزين.

بالنسبة للزنك فقد أظهرت العينات تباينًا واضحًا حيث تراوحت القيم بين 0.01 و21 ppm. وبرزت عينات مثل "تونة الصفوة" و"تونة الجيد" و"تونة الوفاء" بارتفاع نسبي في تركيز الزنك بينما سجلت عينات أخرى مثل "تونة الجنزور" و"تونة زياد" مستويات منخفضة جدًا (< 1 ppm). ويُعزى هذا التفاوت إلى عدة عوامل محتملة تشمل اختلاف مناطق صيد الأسماك الاختلاف في الأنواع المستعملة وطرق التعليب والوسط الحافظ المستخدم.

وتدل هذه النتائج بشكل عام على أن معظم العينات تقع ضمن الحدود المسموح بها دوليًا لمعظم المعادن الثقيلة المدروسة مع ضرورة متابعة المراقبة الدورية نظرًا للطبيعة التراكمية لهذه المعادن وتأثيرها المحتمل على صحة المستهلك عند التعرض طويل الأمد، كما يبرز التباين بين العينات الحاجة إلى معايير موحدة للرقابة على التونة المعلبة بغرض ضمان جودة المنتج وسلامته الغذائية.

الجدول رقم (3) التحليل الجرثومي

Clostridium	f.coil	Tsf	العينة
Absent	Absent	Absent	تونة ريو
Absent	Absent	Absent	تونة ديانا
Absent	Absent	Absent	تونة الصياد
Absent	Absent	Absent	تونة الصفوة
Absent	Absent	Absent	تونة القبطان
Absent	Absent	Absent	تونة الخمس
Absent	Absent	Absent	تونة الوفاء
Absent	Absent	Absent	تونة أمريكانا
Absent	Absent	Absent	تونة الجنزور
Absent	Absent	Absent	تونة الريحان
Absent	Absent	Absent	تونة الجيد
Absent	Absent	Absent	تونة زيان

تشير نتائج التحليل الميكروبي للعينات المدروسة من التونة المعلبة إلى عدم وجود أي مؤشرات للتلوث الميكروبي ضمن العينات، حيث سجلت جميع العينات غياب الكائنات الدقيقة المدروسة، بما في ذلك بكتيريا الـ TSf، الإشريكية القولونية (E. coli)، والمطثية (Clostridium). وتعكس هذه

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

النتائج فعالية عمليات التعليب الحراري والرقابة الصحية المتبعة في مصانع إنتاج التونة، والتي تهدف إلى القضاء على الكائنات الممرِضة وضمان سلامة المنتج الغذائي.

ويعد غياب هذه البكتيريا الممرِضة مؤشراً إيجابياً على جودة المنتج، ويؤكد قدرة عمليات التعقيم والتخزين على الحفاظ على سلامة التونة المعلبة من التلوث الميكروبي، حتى مع طول فترة التخزين وسلسلة النقل إلى المستهل، كما تدعم هذه النتائج ما توصلت إليه الدراسات السابقة بشأن الأمان الميكروبي للتونة المعلبة عند الالتزام بالإجراءات القياسية، ما يعزز ثقة المستهلكين في هذه المنتجات ويقلل من مخاطر الأمراض المنقولة عبر الغذاء المرتبطة بالبكتيريا الممرِضة.

النتائج والمناقشة

أولًا: الرصاص (Pb)

أظهرت نتائج تحليل الرصاص في جميع عينات التونة المعلبة أن تركيز هذا المعدن كان أقل من حد الكشف (<0.003 ppm) في كل العينات، يعكس هذا الغياب أو الانخفاض الشديد أن مستويات الرصاص في التونة المعلبة منخفضة جدًا ولا تشكل خطرًا مباشرًا على صحة المستهلك، ويُعد الرصاص من المعادن الثقيلة السامة التي تؤثر سلبًا على الجهاز العصبي، الكلى، والكبد عند التعرض طويل الأمد أو التراكم الحيوي، كما يمكن أن يؤدي إلى اضطرابات نمو لدى الأطفال وزيادة مخاطر الأمراض المزمنة عند البالغين، وتشير هذه النتائج إلى أن عمليات التعليب والتخزين المستخدمة في منتجات التونة المعلبة فعّالة في الحد من وجود الرصاص، سواء من مصادر بيئية مثل التلوث البحري أو من عمليات التصنيع، كما يعكس غياب الرصاص التزام الجهات المنتجة بالمعايير الدولية للسلامة الغذائية، ويعزز ثقة المستهلكين في هذه المنتجات.

ثانيًا: النحاس (Cu)

تراوحت نتائج تحليل النحاس بين العينات بدرجة أكبر مقارنة بالرصاص حيث سجلت أغلب العينات تراكيز منخفضة أو غير مكتشفة (<0.003–0.77 ppm)، بينما أظهرت بعض العينات مثل "تونة الوفاء" و"تونة الجيد" تراكيز أعلى نسبيًا بلغت 2.11 و3.83 ppm على التوالي، ويُعد النحاس عنصرًا غذائيًا أساسيًا في الجسم، حيث يلعب دورًا في تكوين الإنزيمات ونقل الأكسجين إلا أن زيادته عن الحدود المسموح بها قد تسبب تسممًا وخطرًا على الكبد والكلى والجهاز العصبي، ويعكس التفاوت بين العينات عوامل متعددة، من بينها مصدر الأسماك، اختلاف بيئات الصيد، واختلاف طرق التعليب والوسائط الحافظة، وعلى الرغم من أن بعض العينات سجلت تراكيز أعلى نسبيًا إلا أن جميع القيم تقع ضمن الحدود الآمنة الموصى بها وفق معايير منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO/WHO)، مما يشير إلى أمان المنتج عند الاستهلاك الاعتيادي، مع التأكيد على ضرورة المراقبة المستمرة للحفاظ على مستويات ثابتة وصحية.

ثالثًا: الزنك (Zn)

أظهرت نتائج تحليل الزنك تباينًا واضحًا بين العينات، حيث تراوحت القيم بين 0.01 و21 ppm. وقد سجلت عينات مثل "تونة الصفوة" و"تونة الجيد" و"تونة الوفاء" مستويات مرتفعة نسبيًا بينما كانت مستويات الزنك منخفضة جدًا في عينات مثل "تونة الجنزور" و"تونة زياد"، ويعتبر الزنك معدنًا أساسيًا ضروريًا للعديد من الوظائف الحيوية في الجسم، بما في ذلك دعم الجهاز المناعي وتكوين البروتينات والإنزيمات، إلا أن زيادته عن الحدود المسموح بها قد تؤدي إلى مشاكل في الجهاز الهضمي وتأثيرات سامة على الكبد والكلى، ويُعزى التباين في تركيز الزنك بين العينات إلى اختلاف مناطق الصيد، نوع الأسماك المستخدمة، طرق التعليب، والوسط الحافظ المستخدم مما يؤكد أهمية المراقبة المستمرة والتوحيد في المعايير الإنتاجية لضمان جودة المنتج، بالرغم من ارتفاع بعض العينات تبقى جميع القيم ضمن الحدود المسموح بها وفق المعايير الدولية، ما يعكس أمان التونة المعلبة من ناحية الزنك.

Copyright Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0
Received: 20-11-2025 - **Accepted**: 19-01-2026 - **Published**: 25-01-2026

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

خلاصة التحليل المعدني

تشير النتائج مجتمعة إلى أن معظم المعادن الثقيلة المدروسة في عينات التونة المعلبة تقع ضمن الحدود الآمنة، مع غياب الرصاص تمامًا وتفاوت محدود في تراكيز النحاس والزنك بين العينات، ويعكس هذا مستوى عالٍ من سلامة المنتج الغذائي، ويؤكد فعالية إجراءات التعليب والتخزين المستخدمة في صناعة التونة المعلبة، كما يبرز التحليل أهمية تبني رقابة دورية لضمان الثبات في مستويات المعادن وتفادي أي تراكم قد يؤدي إلى آثار صحية محتملة على المستهلكين، خصوصًا عند التعرض المستمر.

الخاتمة

توصلت الدراسة إلى أن التونة المعلبة تعتبر منتجًا غذائيًا آمنًا نسبيًا عند مراعاة المعايير الصحية الدولية، سواء من ناحية التلوث الميكروبي أو تراكم المعادن الثقيلة، فقد أظهرت التحاليل غياب البكتيريا الممرِضة المدروسة (TSf، الإشريكية القولونية، والمطثية) في جميع العينات، مما يعكس فعالية عمليات التعقيم الحراري والتعبئة والتخزين، أما بالنسبة للمعادن الثقيلة فقد كانت مستويات الرصاص أقل من حد الكشف (<0.003 ppm)) ففي جميع العينات في حين أظهرت بعض العينات تفاوتًا محدودًا في تراكيز النحاس والزنك، لكن جميع القيم بقيت ضمن الحدود المسموح بها دوليًا.

تعكس هذه النتائج فعالية نظم الرقابة والجودة المتبعة في صناعة التونة المعلبة، كما تؤكد أن المنتج يفي بالمعايير المطلوبة لحماية المستهلك من المخاطر الصحية الكيميائية والمكروبيولوجية، ومع ذلك فإن التباين في بعض المعادن بين العينات يشير إلى تأثير عوامل متعددة تشمل مناطق الصيد، نوع الأسماك، طرق التعليب، والوسائط الحافظة، مما يؤكد الحاجة إلى متابعة دورية وتوحيد الإجراءات لضمان جودة المنتج، كما تسلط الدراسة الضوء على أهمية تقييم التداخل بين التلوث الميكروبي والكيميائي بشكل متكامل، بدلًا من دراستهما بشكل منفصل، لضمان سلامة الغذاء بشكل أكثر شمولية.

التوصيات

انطلاقًا من النتائج المستخلصة، يمكن تقديم التوصيات التالية لتعزيز سلامة التونة المعلبة وجودتها الغذائية:

1. ضرورة إجراء مراقبة منتظمة لجميع منتجات التونة المعلبة للتحقق من التزامها بالحدود المسموح بها للمعادن الثقيلة وضمان خلوها من الملوثات الميكروبية.
2. الالتزام بإجراءات قياسية موحدة تشمل مراحل الصيد، التعليب، التعبئة، واختيار الوسط الحافظ، لتقليل التباين في تراكيز المعادن وضمان جودة متسقة لجميع المنتجات.
3. تحسين وتطوير تقنيات التعقيم والتعبئة لضمان القضاء الكامل على الملوثات الميكروبية، مع الحفاظ على الخصائص الغذائية للمنتج.
4. نشر المعلومات الصحية المتعلقة بمحتوى المعادن في التونة المعلبة، وتشجيع الاستهلاك المعتدل ضمن الحدود المسموح بها، خاصة للفئات الحساسة مثل الأطفال والحوامل.
5. متابعة التغيرات في تركيز المعادن الثقيلة والتلوث الميكروبي بين المنتجات المحلية والمستوردة، مع تقييم التداخل بين نوعي التلوث لتقديم بيانات أكثر دقة للرقابة الغذائية وصانعي السياسات.
6. اعتماد معايير وطنية موحدة لضمان مراقبة جودة الأسماك المعلبة ومطابقتها للمعايير الدولية، مع إلزام المصانع بالتقارير الدورية عن مستويات المعادن الثقيلة والتحليل الميكروبي للمنتج.

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 20-11-2025 -* ***Accepted****: 19-01-2026 -* ***Published****: 25-01-2026*

Alq J Sci. 2026;2(1):115-127
https://doi.org/10.69667/ajs.26109
Alqalam Journal of Science
مجلـــة القلم للعلـوم
https://alqalam.utripoli.edu.ly/index.php/AR

المراجع

1. مفتاح، عمر علي سعيد، شقشاق، فاطمة سعيد، ارحومة، عادل سعد المبروك، و الدعيك، جمال حسن غيث. (2016). التلوث بالمعادن الثقيلة: تقدير محتوى بعض الخضراوات والفواكه ومنتجات الحبوب من عنصري الكادميوم والرصاص. مجلة العلوم والدراسات الإنسانية، ع21 ، 1 - 10. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/763421
2. عمران، عبدالرحمن عبدالسلام، عكاشة، أبو القاسم المبروك محمد، الشريف، محمد عبدالله، و عكاشة، ميلاد موسى. (2024). القيمة الغذائية وقياس المعادن الثقيلة لبعض أسماك التونة والماكريل المعلبة. مجلة جامعة الزيتونة الدولية، ع22 ، 97 - 112. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1540145
3. عمار، التهامي حسن منصور، أبو عدبة، عبدالرحمن موسى، الصالحين، جبريل عبدالكريم المهدي، شايا، موسى عمر محمد، و النفاتي، عبدالناصر محمد مصطفى. (2023). تقدير بعض العناصر الثقيلة في تونة المعلبة بالأسواق الليبية باستخدام أجهزة امتصاص الطيف الذري. مجلة البيان العلمية، ع16 ، 35 - 46. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1566663
4. أحمد، نوال عبدالرزاق، الجالي، سناء رمضان، شعبان، منيرة محمد، شعبان، هديل علي، و علي، بشرى مسعود. (2024). تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة في أسماك التونة المعلبة المحلية منها والمستوردة. مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي، مج2, ع2 ، 89 - 95. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1525871
5. الفقهاء، بكر تيسير صبح، و البقاعين، راميا زهير. (2017). Levels of Heavy Metals in Canned Seafood Marketed in Jordan (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الاردنية، عمان. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1241257
6.
7. Salem، B. A.، Aljarai، S. A.، Laswad، و N. A. (2024). Measurement of the Concentration of Mercury and Cadmium in some Canned Tuna Products in the Libyan Market - City Al-Khums. مجلة التربوي، ع25 ، 1355 - 1361. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1489592
8. عثمان، خالد علي، و أحمد، إبراهيم فتح الرحمن. (2017). تقدير وتحديد التلوث الميكروبي في اللبن جنوب ولاية الخرطوم (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة إفريقيا العالمية، الخرطوم. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/844334
9. إبراهيم، علياء شاكر، و الكلابي، أنور صباح محمد. (2022). تقييم بيئي لتلوث منتجات اللحوم ببكتريا القولونية البرازية E.Coli في أسوق مدينة السماوة. مجلة الدراسات المستدامة، مج4, ع4 ، 1472 - 1486. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1336716
10. مفتاح، عمر علي سعيد، شقشاق، فاطمة سعيد، ارحومة، عادل سعد المبروك، و الدعيك، جمال حسن غيث. (2016). التلوث بالمعادن الثقيلة: تقدير محتوى بعض الخضراوات والفواكه ومنتجات الحبوب من عنصري الكادميوم والرصاص. مجلة العلوم والدراسات الإنسانية، ع21 ، 1 - 10. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/763421
11. القبيسي، شمعة. (2023). أثر المعادن الثقيلة على صحة الإنسان: المملكة العربية السعودية نموذجاً. المجلة الدولية للبحوث والدراسات التربوية والنفسية، ع19 ، 192 - 237. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1551289
12. بن الزاوي، هناء، بن طبة، كوثر، و شاوش، خولة. (2021). دراسة استقصائية حول إزالة المعادن الثقيلة من الأوساط المائية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح – ورقلة، ورقلة. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1425612
13. العمودي، منيرة، الغول، مروة، و زبيدي، عمار. (2021). فعالية المركبات النانوية القائمة من المعادن الطينية لإزالة المعادن الثقيلة من محاليلها المائية: مقارنة المراجع للامتزاز ولآليته 2010-2020 (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح – ورقلة، ورقلة. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1429668
14. قمر، قمر محمد، و مهاجر، أحمد محمد. (2023). تقدير بعض المعادن الثقيلة والهالوجينات لمياه الشرب بمدينة ماسينيا – ولاية شاري باقرمي – تشاد. المجلة الدولية للتنمية، مج12, ع1 ، 17 - 26. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/1472511

Copyright *Author (s) 2026. Distributed under Creative Commons CC-BY 4.0*
Received*: 20-11-2025 -* ***Accepted****: 19-01-2026 -* ***Published****: 25-01-2026*