Al-imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS)
مجلة العماد للعلوم الإنسانية والتطبيقية
ISSN: 3106-0323
Volume 2 – Issue 1 – 2026
Pages 1143-1151

Evaluation of Element Concentrations in two economic marine Fish Species *Mullus surmuletus* and *Mullus barbatus*, in Tripoli, Libya

Randa Taher ELbeshti * [1], Housam Taher ELbeshti [2], Heba Farid Juma [3]
[1,3] Aquaculture Department, Agriculture Faculty, Tripoli University, Tripoli, Libya
[2] Ministry of Marine Resources, Tripoli, Libya
*Corresponding: rndalbshty@gmail.com

تقييم تراكيز العناصر الثقيلة في نوعين من الأسماك البحرية الاقتصادية (تريليا حجر وتريليا رمل بمدينة طرابلس – ليبيا)

رندة الطاهر البشتي [1]*، حسام الطاهر البشتي [2]، هبة فريد جمعة [3]
[1] قسم الزراعات المائية، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا
[2] وزارة الثروة البحرية، طرابلس، ليبيا

Received: 29-04-2026; Accepted: 02-06-2026; Published: 16-06-2026

Abstract:
This study aims to assess the concentrations of heavy metals—Iron (Fe), Zinc (Zn), Copper (Cu), and Lead (Pb) in two economically significant marine fish species: *Mullus surmuletus* (*Striped red mullet*) and *Mullus barbatus* (*red mullet*). A total of 18 specimens from each species were obtained from local fishermen at the Tripoli fish market ,The average lengths and weights were as follows: Striped red mullet: (18.16 cm, 77.35 g) ,Red mullet: (18.3cm, 74.38 g) Heavy metal concentrations were measured by using Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS). Results indicated that all detected concentrations were under internationally accepted Safety Limits, as defined by WHO, FAO, and EU standards. Among the studied metals, iron exhibits the highest concentration across the two species, followed by zinc, then copper and lastly lead. These findings confirm the safety of the studied fish species for human consumption and provide a valuable reference for environmental monitoring and public health risk assessment in the region.

Keywords: Heavy metals, Fish species, Aquatic pollution, Chemical composition, Food safety.

الملخص
تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تراكيز المعادن الثقيلة الحديد *(Fe)*، الزنك *(Zn)*، النحاس *(Cu)*والرصاص *(Pb)* في نوعين من الأسماك البحرية ذات الأهمية الاقتصادية وهي تريليا حجر (تريليا حمراء) وتريليا رمل (تريليا بيضاء). تم أخذ 18 سمكة من نوع التريليا (تريليا حجر وتريليا رمل) من سوق باب البحر بطرابلس في شهر نوفمبر لسنة 2025، وكانت متوسطات الأطوال: تريليا حجر *(18.16)* سم وتريليا رمل *(18.3)* سم. بينما كانت متوسطات الأوزان: تريليا حجر *(77.35)* جرام وتريليا رمل (74.38) جرام. تم قياس المعادن الثقيلة بواسطة استخدام مطياف الامتصاص الذري اللهبي *(FAAS)*. أشارت النتائج إلى أن جميع التراكيز كانت تحت حدود السلامة المقبولة دولياً، كما حددتها معايير منظمة الصحة العالمية *(WHO)*، منظمة الأغذية والزراعة *(FAO)*، والاتحاد الأوروبي *(EU)*. من بين المعادن التي تم دراستها، أظهر الحديد أعلى تركيز في كلا النوعين، يليه الزنك ثم النحاس وأخيراً الرصاص. تؤكد هذه

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

النتائج على سلامة هذين النوعين للاستهلاك البشري وتوفر مرجعاً قيماً للرصد البيئي وتقييم مخاطر الصحة العامة في المنطقة.

الكلمات المفتاحية :المعادن الثقيلة، أنواع السمك، التلوث المائي، التركيب الكيميائي، سلامة الأغذية.

المقدمة:

مع تزايد الأنشطة البشرية والصناعية، تواجه النظم البيئية البحرية خطراً كبيراً يتمثل في التلوث بالعناصر الثقيلة، ومنها الرصاص، والزئبق، والكادميوم، والزنك، والنحاس، وغيرها .وتكمن خطورة هذه العناصر في قدرتها على التراكم الحيوي داخل أنسجة الكائنات الحية، فضلاً عن عدم قابليتها للتحلل، مما يؤدي إلى انتقالها عبر السلسلة الغذائية وصولاً إلى المستهلك النهائي، وهو الإنسان .(Ali & Khan, 2019)

تُعد أسماك التريليا بنوعيها: التريليا الحمراء (*Mullus surmuletus*) والتريليا البيضاء (*Mullus barbatus*)، من أهم الأنواع الاقتصادية في حوض البحر المتوسط .ونظراً لكونها أسماكاً قاعية تتغذى على الكائنات الموجودة في الرسوبيات، فإنها تُستخدم كمؤشرات حيوية (Bio-indicators) دقيقة لتقييم مدى تلوث البيئة البحرية .(Storelli et al., 2011) يتميز سمك التريليا الحمراء (Striped red mullet)بوجود خطوط صفراء طولية على جسمه، ويُعد الأغلى ثمناً والأفضل جودة؛ وهو سمك قاعي يعيش بالقرب من الصخور والشعاب الساحلية غالباً في المياه الضحلة على أعماق تتراوح بين 10 إلى 100 متر، ويتغذى على القشريات الصغيرة مثل الروبيان والكابوريا، والديدان البحرية، والرخويات الصغيرة .(Saygin, 2025) أما سمك التريليا البيضاء(Red mullet) ، فيتميز بلونه الوردي الفاتح أو الفضي المحمر، وهو سمك قاعي يعيش في البيئات الرملية والطينية على أعماق تتراوح بين 10 و300 متر، ويتغذى على القشريات التي تدفن نفسها في الرمال، مثل برغوث البحر، والقشريات الصغيرة، والديدان الحلقية والأنبوبية المدفونة في الرمل .(Saygin, 2025)

تُعتبر بعض العناصر الثقيلة، مثل الحديد (Fe) والزنك(Zn) ، عناصر ضرورية بكميات قليلة للقيام بالعمليات الحيوية في جسم الأسماك؛ حيث يلعب الحديد دوراً مهماً في نقل الأكسجين، إذ يدخل في تكوين الهيموجلوبين داخل كرات الدم الحمراء، وفي تركيب الميوجلوبين (البروتين المسؤول عن تخزين الأكسجين في العضلات)، وفي تكوين الإنزيمات التي تساعد على الهضم والتمثيل الغذائي، ونمو الزعانف والقشور .(WHO, 2021; U.S. EPA & FDA, 2022) بينما يُعد الزنك ضرورياً لنشاط الخلايا المناعية (Lymphocytes) التي تقاوم الفيروسات والبكتيريا، والتئام الجروح، وإفراز المخاط، ويدخل في تكوين البويضات؛ إلا أن هذه العناصر تصبح ضارة عند تراكمها بمستويات عالية، مما قد يؤدي إلى اضطرابات في الجهاز الهضمي والعصبي .(WHO, 2021; U.S. EPA & FDA, 2022) في المقابل، توجد عناصر ثقيلة سامة حتى عند وجودها بنسب قليلة في جسم الأسماك، مثل الرصاص، والكادميوم، والزئبق، والزرنيخ، فهي تتراكم داخل الأنسجة الحيوية مثل الكبد، والخياشيم، والعضلات، مما يضعف وظائفها الحيوية .(FAO & WHO, 2020)

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم وقياس تراكيز العناصر الثقيلة في عضلات هذين النوعين من الأسماك في سواحل مدينة طرابلس، والمقارنة بينها بناءً على اختلاف بيئتهما وسلوكهما الغذائي، مع التأكد من مدى مطابقة تراكيز هذه العناصر للحدود المسموح بها عالمياً وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية(WHO) ، وتقييم جودة النظام البيئي الساحلي باستخدام أسماك التريليا ككاشفات حيوية لتحديد مدى تلوث الرسوبيات البحرية .

وعلى صعيد موازٍ، شهدت البيئة الليبية في السنوات الأخيرة اهتماماً متزايداً بتقييم تراكيز العناصر الثقيلة في مختلف المنتجات الغذائية؛ حيث أظهرت الدراسات تراكيز متفاوتة لهذه المعادن في حليب الماعز (Salem & Salem, 2025)، وفي أغذية الأطفال (Salem et al., 2022). كما امتدت هذه الأبحاث لتشمل تقييم مستويات التلوث في ثمار النخيل (Salem & Mohamed, 2025)، وفي المنتجات المعلبة مثل التونة (Salem, 2025)، مما يؤكد الحاجة المستمرة لرصد جودة الأغذية لحماية الصحة العامة.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

طرق العمل

تم جمع 18 عينة سمكية من نوعي التريليا (تريليا حجر وتريليا رمل) من سوق "باب البحر" بمدينة طرابلس في شهر نوفمبر من عام 2025 .نُقلت العينات وهي مجمدة في حافظة مبردة إلى معمل الأسماك بقسم الإنتاج الحيواني بكلية الزراعة في جامعة طرابلس، حيث تم ترقيمها ومنح كل عينة تسلسلاً خاصاً بها .
تم قياس الطول الكلي للأسماك باستخدام مسطرة قياس لأقرب 0.1 سم، والوزن الكلي لأقرب 0.1 جرام باستخدام ميزان حساس نوع (Sartorius BP 1500). بعد ذلك، فُرمت عينات كل نوع على حدة، واستُخدمت طريقة (AOAC 2016, official method 999.10) لتقدير تراكم المعادن الثقيلة في عضلات الأسماك باستخدام تقنية مطياف الامتصاص الذري باللهب .(FAAS)

التحاليل الإحصائية

تم تحليل البيانات باستخدام اختبار تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) لتقييم الفروق في تراكيز العناصر الثقيلة (الحديد، الزنك، النحاس، والرصاص) بين نوعي الأسماك، وذلك باستخدام ثلاث مكررات مستقلة لكل نوع، مع اختبار النتائج عند مستوى دلالة .(P = 0.05) أُجريت كافة التحاليل الإحصائية باستخدام برنامج .(SPSS)

النتائج

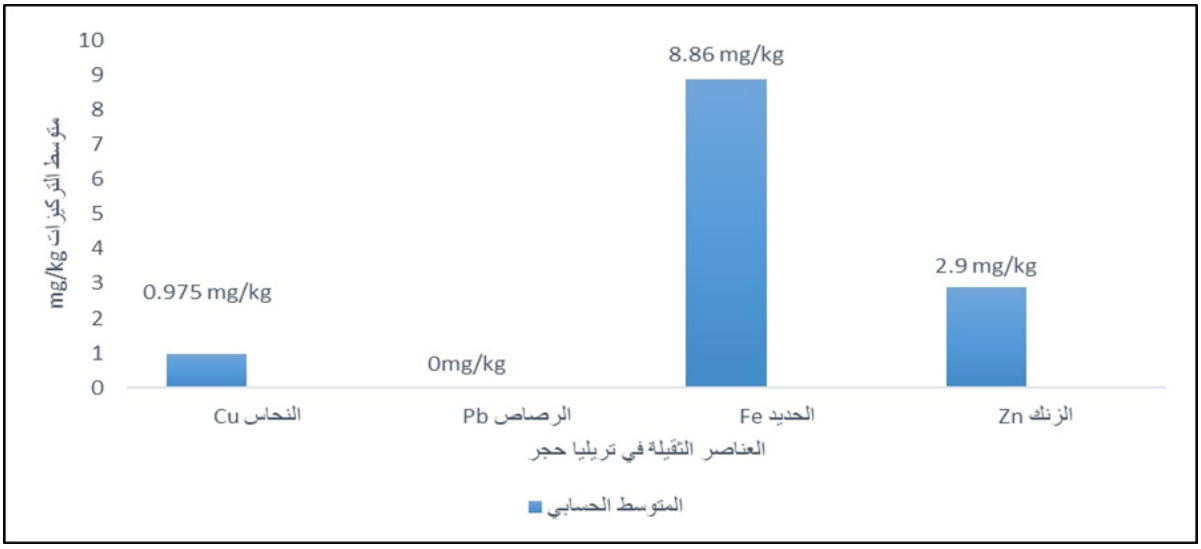
أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (1) والأشكال البيانية (1، 2، 3) تراكيز العناصر الثقيلة في نوعي الأسماك المدروسة، حيث سُجل عنصر الحديد كأعلى تركيز بين جميع العناصر، يليه الزنك، ثم النحاس، وأخيراً الرصاص .وبينت التحليلات أن جميع تراكيز العناصر الثقيلة في كل من تريليا حجر وتريليا رمل جاءت دون الحدود المسموح بها دولياً، وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية(WHO) ، ومنظمة الأغذية والزراعة(FAO) ، ونظم المفوضية الأوروبية رقم .(Commission 915/2023) يُعد هذا مؤشراً إيجابياً على سلامة الغذاء البحري في المنطقة، مما يعزز أهمية المراقبة المستمرة لضمان عدم تجاوز هذه الحدود مستقبلاً .

جدول (1): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للعناصر الثقيلة في أسماك تريليا حجر وتريليا رمل(mg/kg)

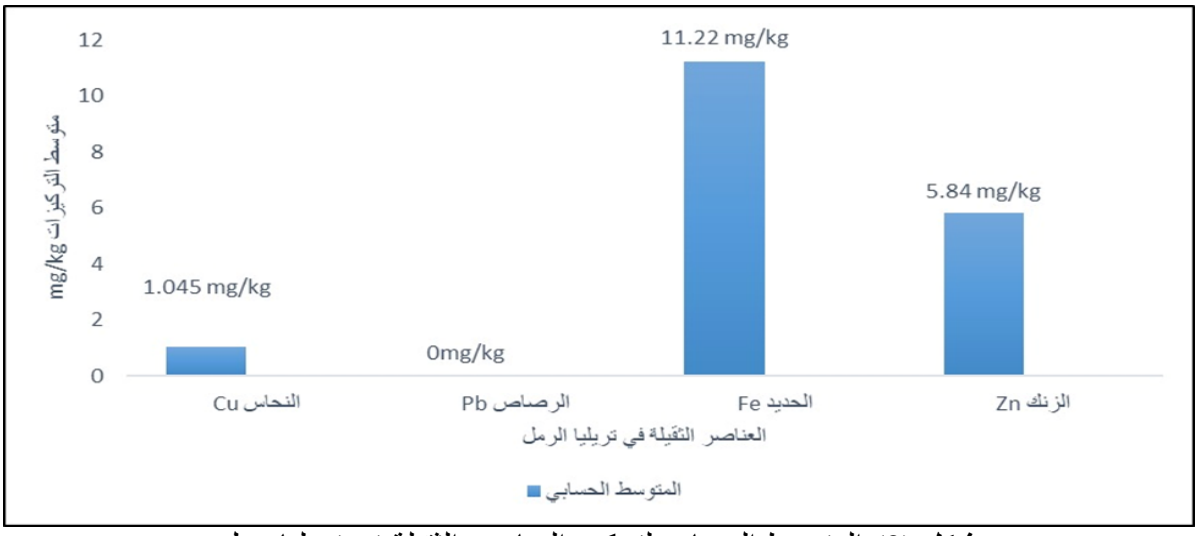
العنصر	المتوسط الحسابي (تريليا حجر)	الانحراف المعياري (تريليا حجر)	المتوسط الحسابي (تريليا رمل)	الانحراف المعياري (تريليا رمل)
النحاس (Cu)	0.975	1.22	1.045	2.33
الرصاص (Pb)	(ND) 0.1655-	0.191	(ND) -0.401	0.016
الحديد(Fe)	8.86	5.02	11.22	4.19
الزنك(Zn)	2.90	1.34	5.84	4.46

ملاحظة (ND) :تعني غير مكتشف .(Not Detected)

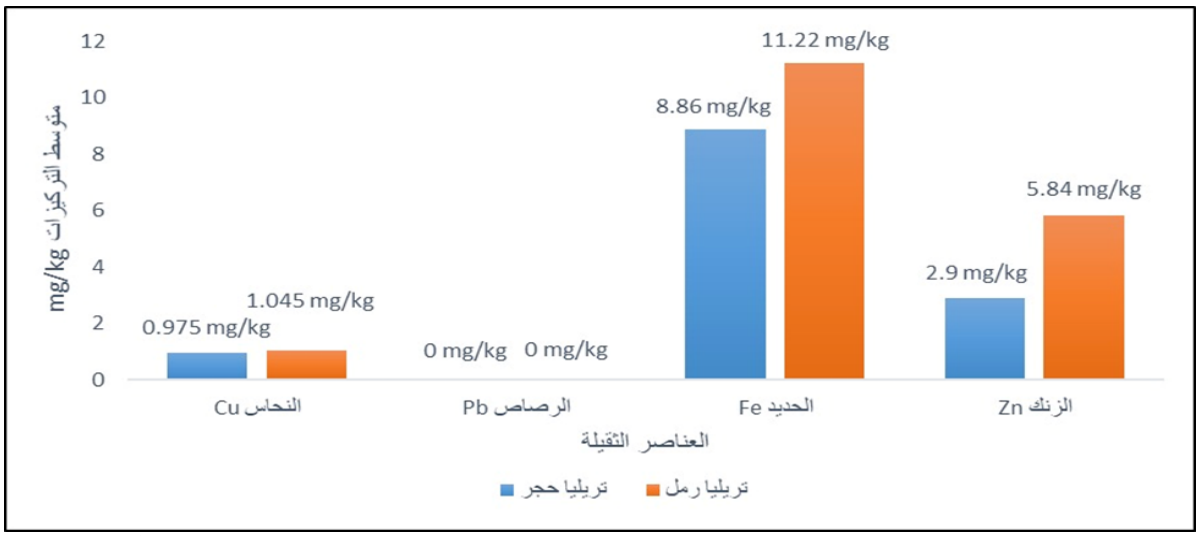
 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



شكل (1): المتوسط الحسابي لتركيز العناصر الثقيلة في تريليا حجر.



شكل (2) المتوسط الحسابي لتركيز العناصر الثقيلة في تريليا رمل.



شكل (3): مقارنة بين متوسطات تراكيز العناصر الثقيلة بين تريليا حجر تريليا رمل.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

أظهر تحليل التباين الأحادي عدم وجود فروق معنوية في تركيز النحاس والرصاص بين تريليا حجر وتريليا رمل .في المقابل، لوحظت فروق معنوية في تركيز الحديد والزنك؛ حيث سجلت "تريليا رمل" مستويات أعلى من "تريليا حجر ."قد يُعزى ذلك إلى البيئة الرسوبية التي تعيش فيها تريليا رمل، حيث تعمل الرمال كوسط "إسفنجي" تتراكم فيه المعادن الثقيلة المستقرة في الماء، مما يؤدي إلى زيادة تركيزها في هذا النوع مقارنة بالنوع الآخر .

المناقشة

اتفقت نتائج هذه الدراسة مع العديد من الدراسات التي أُجريت في المنطقة الغربية من ليبيا؛ فقد أظهرت الدراسات التي أُجريت في مدينة زليتن (EL-dughri & EL-Ghazali, 2021; الشريف وآخرون، 2023) أن تراكيز الرصاص والزنك والحديد في عضلات أسماك التريليا البيضاء (تريليا رمل) تقع ضمن الحدود المسموح بها دولياً وفقاً لمواصفات الاتحاد الأوروبي. كما توافقت النتائج مع دراسات أخرى (إبراهيم وآخرون، 2020؛ عطية وآخرون، 2023) لتقدير تراكيز العناصر الثقيلة في عضلات التريليا البيضاء قبالة شواطئ طرابلس ومصراتة، والتي أكدت أن تراكيز الرصاص والنحاس تقع ضمن الحدود المسموح بها وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية.(WHO)

كذلك، اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة أُجريت في منطقة تليل وصبراتة(Skaman et al., 2016) ، حيث سجلت التريليا البيضاء تركيزات منخفضة جداً من المعادن الثقيلة (الرصاص، النحاس، الحديد، والزنك)، وهي تقع تحت الحد المسموح به للاستهلاك البشري حسب معايير منظمة الأغذية والزراعة (FAO)ومنظمة الصحة العالمية .(WHO) وتُعد دراسة (Zaqoot et al., 2014) من الدراسات المرجعية التي غطت الساحل الغربي الليبي من طرابلس إلى زوارة مروراً بصبراتة وتليل، إذ سجلت أن تراكيز العناصر الثقيلة (الرصاص، النحاس، الحديد، والزنك) في عضلات التريليا البيضاء كانت ضمن الحدود المسموح بها دولياً؛ ويُعزى ذلك إلى فاعلية التيارات البحرية في تشتيت الملوثات وعدم وجود خلجان مغلقة تحتجز المعادن، مما يجعل هذه المناطق بيئة مثالية لنمو الأسماك القاعية، وهو ما يتطابق مع نتائج دراسات أُجريت في مدينة الخمس (بن غربية وآخرون، 2020) وفي تونس.(Jari et al., 2018)

في المقابل، اختلفت نتائج هذه الدراسة مع العديد من الدراسات التي أُجريت في شرق ليبيا، مثل دراسة (AL-Barasi et al., 2018; EL-Mor & EL-Serafy, 2013)حول تقدير العناصر الثقيلة في عضلات سمك تريليا حمراء (تريليا حجر) ببنغازي، حيث وجد الباحثون أن تراكيز الرصاص قد جاوزت الحدود المسموح بها دولياً، بينما كانت تراكيز الزنك والنيكل ضمن الحدود المسموح بها وفقاً لمواصفات منظمة الصحة العالمية، وذلك بسبب التفريغ المباشر لمياه الصرف الصحي غير المعالجة والمخلفات الصناعية في حوض البحر. كما وجد باحثون آخرون (Moussa et al., 2002; El-Gmati et al., 2018)أن تراكيز الرصاص والزنك والنيكل في عضلات التريليا البيضاء مرتفعة وتفوق الحد المسموح به دولياً، خاصة قبالة مدينة سوسة.

علاوة على ذلك، اختلفت نتائج الدراسة الحالية مع دراسات أخرى أُجريت في منطقة الجبل الأخضر-Al) (Fitouri et al., 2026، وطبرق(Al-Sagheer & Hamouda, 2026) ، ودرنة (Hamza et al., 2024)، وفي تونس(Azzabi, 2026) ، وفي الجزائر - خليج عنابة ومنطقة سيدي إدريس (Beldi et al., 2026)، وفي المغرب - مصب نهر أبي رقراق .(EL-Hamiani et al., 2024) كما تباينت النتائج مع دراسات دولية في كل من إسبانيا(Garcia-Ayllon & Radovanovic, 2024) ، واليونان (Zafiropoulos, 2025)، وإيطاليا(Brambilla et al., 2022) ، وتركيا - خليج مرسين (Ayas et al., 2025)، والجزائر(Boutiba et al., 2026) ، ومصر(EL-Wehedy et al., 2025) ، ومالطا (Vella-Tonna et al., 2025).

الخاتمة

تُعد الأسماك البحرية من أهم المصادر البروتينية التي يعتمد عليها الإنسان في نظامه الغذائي؛ إلا أن تلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة يظل تهديداً مباشراً ومستمراً لصحة المستهلكين وسلامة الغذاء. وقد هدفت

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

هذه الدراسة إلى تقييم تراكيز أربعة عناصر ثقيلة (الحديد، والزنك، والنحاس، والرصاص) في نوعين من الأسماك القاعية الاقتصادية (تريليا حجر وتريليا رمل)، وهي من الأنواع ذات الإقبال الكبير في أسواق مدينة طرابلس، وذلك باستخدام تقنية مطياف الامتصاص الذري باللهب.(FAAS)
أظهرت النتائج أن جميع التراكيز المقاسة كانت أقل من الحدود المسموح بها دولياً، مما يشير إلى أن نوعي الأسماك المدروسة تُعد آمنة للاستهلاك البشري في منطقة الدراسة. كما بينت التحليلات أن عنصر الحديد سجل أعلى تركيز بين العناصر المدروسة، يليه الزنك، ثم النحاس، وأخيراً الرصاص. وتؤكد هذه الدراسة أهمية استخدام الأسماك ككواشف حيوية (Bio-indicators) لرصد التلوث البيئي، وتشدد على ضرورة إجراء دراسات دورية وموسعة تشمل أنواعاً مختلفة من الأسماك ومناطق بحرية متعددة لضمان سلامة الغذاء وتعزيز حماية الصحة العامة.

التوصيات:

بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يوصي الباحثون بما يلي:

1. إدراج أنواع الأسماك الاقتصادية غير المدروسة سابقاً (مثل: الكحلة، والقراقوز، والمنكوس، والتنوت، والدندشي) ضمن برامج التحليل البيئي، نظراً لتوافرها الكبير في الأسواق المحلية.
2. توسيع نطاق التحليل ليشمل أنسجة متنوعة (كالخياشيم، والكبد، والجلد) للحصول على تقييم أكثر شمولاً ودقة لمستوى التراكم الحيوي.
3. إجراء دراسات مقارنة بين تراكيز المعادن في الأسماك الطازجة والأسماك المعلبة لتقييم تأثير عمليات المعالجة والحفظ الصناعي على جودة المنتج النهائي.
4. ضرورة تفعيل برامج مراقبة دورية ومستمرة للأسماك الطازجة في الأسواق لضمان استمرارية سلامتها من التلوث بالعناصر الثقيلة.

المراجع (References)

[1] AL-Barasi, S. A., AL-Rshidi, M. S., & EL-Mariami, M. A. (2018). Assessment of some heavy metals in different tissues of fish (*Mullus barbatus* and *Boops boops*) collected from Benghazi Coast, Libya. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(10), 1541-1546.

[2] Al-Fitouri, A. M., El-Hassi, M. S., & Al-Sharif, K. R. (2026). Heavy metal levels in *Mullus surmuletus* from the Green Mountain Coast, Libya. *Libyan Journal of Marine Biology*, 15(1), 12–28.

[3] Ali, H., & Khan, E. (2019). Trophic transfer of heavy metals in marine and terrestrial food chains. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(4), 2851-2873.

[4] Al-Sagheer, N. M., & Hamouda, M. S. (2026). Assessment of heavy metals pollution in marine sediments along the eastern coast of Libya. *Libyan Journal of Marine Science*, 16(1), 18-32.

[5] Ayas, D., Ozogul, Y., & Ersoy, B. (2025). Heavy metal accumulation and health risk assessment of red mullet (*Mullus barbatus*) from the Mersin Bay, Turkey. *Marine Environmental Research*, 203(1), 112-125.

[6] Azzabi, S. (2026). Evaluation of surface water contamination through heavy metal indices: The case study of the Sidi Driss mine (Northwest of Tunisia). *Environmental Science and Pollution Research*, 33(14), 18412-18429.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[7] Beldi, H., Gimbert, F., & Sami, A. (2026). Assessment of metallic contamination (Cd, Cu, Pb and Zn) in sediment and marine organisms from the Gulf of Annaba (Algeria): A ten-year monitoring update. *Environmental Monitoring and Assessment*, 198(2), 112-130.
[8] Boutiba, Z., Benguella, B., & Kouadria, M. (2026). Update on the environmental quality of the Algerian Coast: Heavy metal bioaccumulation in benthic fish. *African Journal of Marine Science*, 48(1), 55-70.
[9] Brambilla, G., Abete, M. C., Binato, G., Chiavetta, A. E., Cossu, M., & Squadrone, S. (2022). Mercury and cadmium in *Mullus barbatus* from the Italian Coast: A north-to-south Mediterranean survey for human health risk assessment. *Food Control*, 132(1), 108-120.
[10] EL-dughri, A., & EL-Ghazali, M. (2021). Bioaccumulation of some heavy metals in Red mullet in Zliten, Libya. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 13(2).
[11] El-Gmati, A. S., Al-Kazaghly, A. A., & Al-Hassani, A. M. (2018). Assessment of heavy metals in the muscles and liver of red mullet fish from eastern coast of Libya (Susa and Derna). *Journal of Marine Biology and Oceanography*, 7(3), 210-225.
[12] EL-Hamiani, O., EL-Baghdadi, M., Barakat, A., & Rais, J. (2024). Spatiotemporal monitoring of heavy metal contamination in the Bouregreg Estuary (Morocco). *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(5), 1-22.
[13] EL-Mor, M., & EL-Serafy, S. (2013). Heavy metal concentrations in tissues of some edible fish species from Benghazi coast, Libya. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 17(1), 1-11.
[14] EL-Wehedy, S. E., Rezk, M. M., & El-Shafee, A. K. (2025). Detection of heavy metals in some fish and shellfish marketed in Egypt. *Egyptian Journal of Veterinary Science*, 56(13), 145-160.
[15] FAO and WHO. (2020). *Report of the expert consultation on the risks and benefits of fish consumption*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1316. Rome, Italy.
[16] Garcia-Ayllon, S., & Radovanovic, J. (2024). Synergies of heavy metal pollution and eutrophication in the Mar Menor: Impact on benthic fish species. *Environmental Pollution*, 342, 123045.
[17] Hamza, I., Gweila, K., & Badr, A. (2024). Trace element concentrations in *Mullus barbatus* from the eastern Libyan Coastline. *Libyan Journal of Marine Science*, 2(2), 89-95.
[18] Jari, B., Balti, R., Mansour, H. B., & Abidli, S. (2018). Assessment of trace metals contamination in *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* from the Tunisian coast. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(60), 354-368.
[19] Moussa, A. A., EL-Rayis, O. A., & EL-Shazly, M. S. (2002). Trace metals in the marine sediments of the Libyan Coast. *Marine Pollution Bulletin*, 44(5), 451-458.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[20] Salem, M. O. A. (2025). Review study on the concentration of heavy metals in canned tuna. Al-Imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS), 1(1), 5-11. https://al-imadjournal.ly/index.php/ajhas/article/view/4
[21] Salem, M. O. A., & moftah Mohamed, N. (2025). Heavy Metal Contamination in the Fruit of Date Palm: An Overview. *Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences*, *10*(1), 165-179. https://doi.org/10.58916/jhas.v10i1.661
[22] Salem, M. O. A., & Mohamed, N. M. (2025). Heavy metal contamination in the fruit of date palm: An overview. Bani Waleed University Journal of Humanities and Applied Sciences, 10(1), 165-179. https://doi.org/10.58916/jhas.v10i1.661
[23] Salem, M. O. A., & Salem, I. A. S. (2023). Detection of heavy metals in goat milk in Bani Waleed City-Libya. Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology, 5(2), 73-77. https://doi.org/10.63359/grq3pd16
[24] Salem, M. O. A., Saeed, I. A., Amheisen, A. A., Abujarida, A. R. A., & Moammer, E. M. E. (2023). Health risk assessment of some heavy metals in pasteurized milk available for consumption in Bani Waleed City–Libya. African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences, 2(4), 14–21. https://doi.org/10.65418/ajapas.v2i4.543
[25] Salem, M. O. A., Shouran, S. S. S., Massuod, H. S. A., & Salem, I. A. S. (2025). Assessment of heavy metal contamination in baby formulas in Bani Waleed City/Libya. Libyan Journal of Medical and Applied Sciences, 3(2),121–124. https://doi.org/10.64943/ljmas.v3i2.86
[26] Saygin, S. (2025). Differentiation of *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* (Perciformes, Mullidae) from Turkish waters of the Mediterranean Sea using otolith shape analyses. *Turkish Journal of Zoology*, 49(1), 1-12.
[27] Skaman, E. A., Medin, A., Gmati, H., & Azzabi, A. (2016). Concentration of heavy metals in some tissues of several fish species from the Libyan Coast. *International Journal of Marine Science*, 6(18), 1-11.
[28] Storelli, M. M., Storelli, A., D'Addabbo, R., Marcotrigiano, C., & Marcotrigiano, G. O. (2011). Heavy metals in organisms from the Ionian Sea. *Journal of Food Science*, 76(4), 116-121.
[29] U.S. Environmental Protection Agency (EPA) & Food and Drug Administration (FDA). (2022). *Advice about eating fish*. Technical Report No. EPA-823-F-22-001. Washington, D.C.
[30] Vella-Tonna, R., Vassallo-Agius, R., & Attard, E. (2025). Detection of contaminants in some typical Mediterranean Fish: *Anisakis* parasites and heavy metals. *Foods*, 14(23), 4583-4567.
[31] WHO. (2021). *Safety evaluation of certain food additives and contaminants prepared by the ninety-first meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee*. Series No. 80. Geneva, Switzerland.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[32] Zafiropoulos, D. (2025). Comparison of metal bioaccumulation between *Mullus barbatus* & *Mullus surmuletus* in the Aegean Sea. *Mediterranean Marine Sciences*, 26(1), 88-102.

[33] Zaqoot, H. A., El-Mabsout, S. S., & Al-Hassi, A. A. (2014). Heavy metals contamination in sediments of the Mediterranean Sea Coast west Libya. *Journal of Environmental Protection*, 5(10), 851-861.

[34] إبراهيم، ع.، والسموعي، ح.، والترهوني، أ.، والرقيعي، أ. (2020). دراسة تراكم بعض العناصر الثقيلة في أنسجة أربعة أنواع من الأسماك المجموعة من شواطئ طرابلس ومصراتة/ ليبيا. *مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية*، 5(10)، 131-144.

[35] الشريف، ع.، البركى، ف.، القماطى، أ.، والزروق، م. (2023). تقدير تراكم بعض المعادن الثقيلة في التريليا المحلية والمستوردة من الساحل الليبي. *مجلة العلوم الأساسية، جامعة الأسمرية*، 15(1)، 55-70.

[36] بن غربية، س. م.، بن رجب، ع. ف.، والصيد، ب. م. (2020). تقدير مستويات بعض العناصر الثقيلة في أسماك التريليا في المنطقة الممتدة من ميناء الخمس إلى محطة الخمس البخارية. *مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية (جامعة المرقب)*، (9)، 561-574.

[37] عطية، ر. م.، غويلة، غ. ع.، والزروق، ع. س. (2023). دراسة مقارنة لمحتوى بعض المعادن الثقيلة في عضلات أسماك التريليا *Mullus barbatus* والبوقة *Boops boops* المحلية والمستوردة بزليتن - ليبيا. *مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية*، 4(2)، 144-166.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJHAS** and/or the editor(s). **AJHAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).