Journal of Libyan Academy Bani Walid 2025
مجلة الأكاديمية الليبية بني وليد
e-ISSN: 3104-3860
المجلد الأول، العدد الثالث، 2025

تقييم جودة مياه الشرب المعبأة في منطقة أوباري الليبية: تركيز العناصر الثقيلة ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية

مشري احمادي احمد يحيي*
قسم الكيمياء، كلية الآداب والعلوم اوباري، جامعة سبها، ليبيا
*البريد الإلكتروني (للباحث المرجعي): mas.yahia@sebhau.edu.ly

Quality Assessment of Bottled Drinking Water in Ubari, Libya: Heavy Metal Concentrations and Compliance with Standard Specifications

Mashri Ahmad yahia *
Department of Chemistry, Faculty of Arts and Sciences, Ubari, University of Sabha, Libya

Received: 20-04-2025; Accepted: 17-06-2025; Published: 15-07-2025

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تركيزات بعض العناصر الثقيلة (الكادميوم، الكروم، الحديد، المنغنيز) في ستة أنواع من مياه الشرب المعبأة (دجلة، أكواسيلا، المحيط، النقاء، سلطان، ولذة) المباعة في أسواق منطقة أوباري الليبية، ومقارنتها بالحدود المسموح بها وفق المواصفات الليبية رقم (10) لسنة 2008 الخاصة بمياه الشرب المعبأة. أظهرت النتائج أن جميع العينات كانت ضمن الحدود الآمنة، مما يشير إلى جودة المياه من ناحية السلامة الكيميائية. ومع ذلك، تُوصي الدراسة بضرورة تعزيز الرقابة الدورية على مصادر المياه وتوسيع نطاق العينات لضمان استمرارية المطابقة للمعايير.

الكلمات الدالة: العناصر الثقيلة، أوباري- ليبيا، تقييم المخاطر، مياه الشرب المعبأة.

Abstract

This study aimed to assess the concentrations of some heavy metals (cadmium, chromium, iron, manganese) in six brands of bottled drinking water (Dejla ،Aquasila ،Almohit ،Al-Naqa ، Sultan ،and Liddah) commonly sold in Ubari region, Libya, and compare them with the permissible limits under Libyan Standard No. 10 (2008). Results indicated that all samples complied with safety thresholds, suggesting acceptable chemical quality. However, the study recommends enhanced periodic monitoring of water sources and expanded sampling to ensure ongoing compliance.

Keywords: Bottled drinking water, Heavy metal, Risk assessment, Ubari-Libya.

المقـدمـــــة

يُعد الوصول إلى مياه شرب آمنة حقًا أساسيًا من حقوق الإنسان وأحد الركائز الأساسية للصحة العامة. في العديد من المناطق، بما في ذلك ليبيا، أصبحت المياه المعبأة المصدر الرئيسي لمياه الشرب بسبب المخاوف المتعلقة بجودة إمدادات المياه البلدية [2,1]. ومع ذلك، فإن سلامة المياه المعبأة ليست مضمونة، حيث قد تحتوي على ملوثات، بما في ذلك المعادن الثقيلة، التي تشكل مخاطر صحية كبيرة عند استهلاكها على المدى الطويل.

تُعد المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والزئبق مصدر قلق خاص نظرًا لسميتها وقدرتها على التراكم في جسم الإنسان، مما يؤدي إلى آثار صحية ضارة مثل تلف الكلى واضطرابات الجهاز العصبي وحتى السرطان. تهدف المعايير التنظيمية، مثل تلك التي وضعتها منظمة الصحة العالمية(WHO) ، إلى الحد من هذه الملوثات، ولكن الامتثال لهذه المعايير يختلف بين المناطق والعلامات التجارية.
اهم مصادر تلوث المياه المعبأة بالمعادن الثقيلة عن طريق مواد التعبئة والتغليف المعاد تدويرها، وخاصة التي تحتوي على PET، حيث يمكن أن يحدث نقل كتلة من مكونات البلاستيك أو المواد المضافة من البوليمر إلى المنتج تحت تأثير عوامل معينة، مثل زمن التخزين ودرجة الحرارة وقابلية ذوبان المونمر ودرجة التلدين [4,3]. بالرغم من أن العديد من الدراسات أُجريت لتقييم جودة مياه الشرب المعبأة في دول أخرى، إلا أن الدراسات التي أُجريت في ليبيا قليلة جداً، واقتصرت على عدد محدود من العلامات التجارية ولبعض المؤشرات فقط. علاوة على ذلك، لا توجد حتى الآن دراسة شاملة لتحديد مدى سلامة العلامات التجارية لمياه الشرب المعبأة المتوفرة في أسواق منطقة اوباري بالنسبة للمستهلكين. تركز هذه الدراسة على جودة مياه الشرب المعبأة المباعة في منطقة أوباري، ليبيا، وهي منطقة شهدت زيادة في استهلاك المياه المعبأة بسبب محدودية الوصول إلى مصادر مياه بلدية موثوقة. من خلال تحليل تركيزات المعادن الثقيلة ومقارنتها بالمعايير الدولية والمحلية، تهدف هذه الدراسة إلى تقديم رؤى مهمة حول سلامة المياه المعبأة ومدى الامتثال للمعايير والمواصفات القياسية الليبية والدولية. وستساهم النتائج ليس فقط في توجيه السياسات الصحية العامة ولكن أيضًا في مساعدة المستهلكين على اتخاذ خيارات أكثر أمانًا.

2. المنهجية

تم اختيار ستة أصناف من المياه المعبأة الأكثر رواجًا في أسواق أوباري لتمثيل الاستهلاك المحلي، مع ضمان أن تكون العبوات مُحكمة الإغلاق سليمة وتاريخ إنتاجها حديثًا (سبتمبر 2024). جُمعت العينات من محلات متنوعة في المنطقة لتقليل التحيز، وحُفظت في ظروف مناسبة (درجة حرارة 4°م) حتى التحليل بواسطة جهاز الامتصاص الذري لقياس العناصر الثقيلة بمختبرات مركز البحوث والاستشارات العلمية بجامعة سبها.

3. النتائج والمناقشة

النتائج التي تم الوصول اليها من هذه الدراسة تم جدولتها بعد حسابها وتحليلها احصائيا وتوضح الجداول متوسط تراكيز العناصر المدروسة الكادميوم ، الكروم ،الحديد و المنغنيز بالمياه المعبأة ومصادرها.

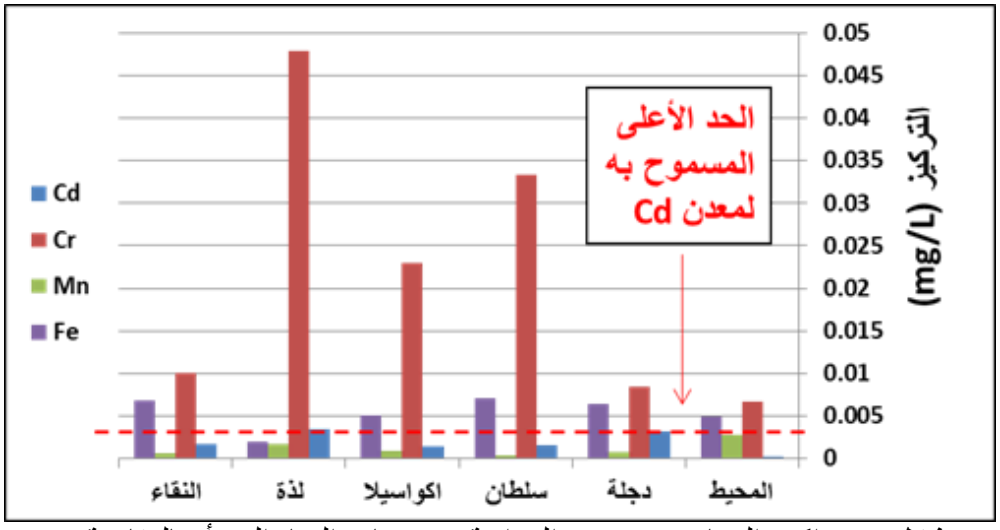
1.3. الكادميوم (Cd): تُعد الإصابة بسرطان الرئة، وتلف الكلى، وهشاشة العظام من بين الآثار الجانبية الناتجة عن التعرض المزمن للكادميوم، حيث أظهرت الدراسات ارتباطًا وثيقًا بين تناول الكادميوم بكميات كبيرة على المدى الطويل وتلك الحالات المرضية [6,5]. كما يُسهم الكادميوم في حدوث التهاب الشعب الهوائية، وتلف الحمض النووي، وتدهور وظائف الجهاز المناعي، بالإضافة إلى تثبيط عمليات إصلاح الحمض النووي وموت الخلايا المبرمج [7]. علاوة على ذلك، يُؤثر الكادميوم على وظيفة المبايض من خلال محاكاة تأثيرات هرمون الاستروجين الداخلي، مما قد يزيد من خطر الإصابة بسرطان المبيض والثدي لدي النساء [8]. ومن الجدير بالذكر أن التعرض المستمر للكادميوم يمكن أن يؤدي أيضًا إلى اضطرابات صحية أخرى مثل ارتفاع ضغط الدم، التهاب المفاصل، فقر الدم، السكري، أمراض القلب والأوعية الدموية، فضلاً عن زيادة خطر الإصابة بالسرطان [6]. في ضوء هذه التأثيرات الضارة، تُصنف الوكالة الدولية لبحوث السرطان الكادميوم كأحد المواد المسرطنة للبشر في المجموعة الأولى [9]. أوضحت النتائج المدرجة في الجدول (1) تركيز عنصر الكادميوم في المياه المعبأة موضوع الدراسة، حيث اشارت النتائج المتحصل عليها الى تسجيل قراءات ضئيلة جداً للكادميوم في جميع العينات التي تم دراستها. وان جميع عينات المياه المعبأة (بعد المعالجة) تقع ضمن الحدود المسموح بها (mg/L0.003) لتركيز الكادميوم حسب المواصفة القياسية الليبية رقم (8) لعام 2008 الخاصة بمياه الشرب المعبأة (شكل 1).

جدول (1). تركيز (mg/L) عنصر الكادميوم (Cd) ، الكروم (Cr) ، المنجنيز (Mn) والحديد (Fe) في عينات من مياه الشرب المعبأة .

الاسم التجاري للعينة	Cd	Cr	Mn	Fe
المحيط	0.00027	0.00662	0.00280	0.00490
دجلة	0.00314	0.00837	0.00081	0.00646
سلطان	0.00155	0.03335	0.00033	0.00708
اكواسيلا	0.00140	0.02301	0.00095	0.00511
لذة	0.00343	0.04786	0.00169	0.00195
النقاء	0.00171	0.01002	0.00063	0.00678
المواصفة الليبية	0.003	0.05	0.05	0.3

2.3. الكروم (Cr): يعتبر الكروم عنصر مهم حيث يشارك في التحكم في مستويات السكر والدهون في الدم [4,3]، ولكن له تركيز عالٍ من حالة الأكسدة الثلاثية، قد يؤدي إلى سرطان الرئة وتلف الخلايا، حيث أن الشكل السداسي يمكن أن يسبب تلف خلايا الدم ودلك بسبب الأكسدة، والتدهور الوظيفي للكبد والكلى [10]، والقرحة، وكدلك التهاب الجلد التهيجي الحاد، والتهاب الجلد التحسسي [11]. توضح النتائج المبينة في الجدول (1) تركيز عنصر الكروم في المياه المعبأة وقد اتضح من خلال النتائج تسجيل قراءات ضئيلة لعنصر الكروم في عينات الدراسة، كما اوضحت النتائج ان جميع عينات المياه المعبأة تقع ضمن الحدود المسموح بها (0.05) وذلك حسب المواصفة القياسية الليبية رقم (10) لعام 2008 المتعلقة بمياه الشرب المعبأة (شكل 1).

3.3. المنجنيز (Mn): يعتبر المنجنيز عنصرًا مهماً للأداء الطبيعي للجسم لأنه يشارك في العديد من الوظائف المهمة مثل العظام وتطور الدماغ. ومع ذلك، يعتبر وجوده بكميات زائدة يسبب اضطرابات تعتمد على طريق التعرض. ويسبب عند استنشاقه من الهواء حدوث اضطرابات عصبية، مثل مرض باركنسون وفقدان الذاكرة والقلق ومشاكل النوم؛ وكدلك عند ابتلاعه، يمكن أن يسبب تراكم المنجنيز في الدم والدماغ وبالتالي يؤدي إلى مشاكل عصبية. كدلك من الاضرار الأخرى التي يسببها شرب الماء الملوث بالمنجنيز انه يؤدي إلى حدوث اضطرابات عصبية خاصة عند الرضع والأطفال [13,12] حيث يمكن للأطفال والبالغين الذين لا يستطيعون إزالة فائض المنجنيز من الجسم أن يصابوا بمشاكل في الجهاز العصبي .[16-14] لقد بينت النتائج الموضحة في الجدول (1) وجود تراكيز ضئيلة جداً من المنجنيز في جميع العينات وان جميع عينات المياه المعبأة (بعد المعالجة) ضمن الحدود المسموح بها (0.05) حسب المواصفة القياسية الليبية رقم (10) لعام 2008 المتعلقة بمياه الشرب المعبأة كما موضح بالشكل 1.



شكل 1. تراكيز المعادن موضوع الدراسة في عينات المياه المعبأة بالمقارنة مع الحد الأعلى المسموح به لمعدن الكادميوم (اقل قيمة بالنسبة للمعادن المدروسة).

4.3. الحديد (Fe): الحديد هو ثاني أكثر المعادن وفرة على قشرة الأرض, حيث يعد الحديد هو العنصر الأكثر أهمية لنمو وبقاء أغلب الكائنات الحية [9]. يشارك الحديد في العديد من الوظائف الحيوية، ولكن عند التعرض لمستويات عالية من الحديد، يمكن أن يؤدي إلى نزيف وتقرحات في الجهاز الهضمي، وكذلك قيء، وإسهال، وسرعة ضربات القلب، وأرتفاع ضغط الدم، ونخر الكبد، وسرطان الرئة [9,6]. توضح النتائج المدونة في الجدول (1) تراكيز عنصر الحديد في العينات المدروسة، حيث أوضحت النتائج المتحصل عليها ان أغلب عينات الدراسة متوافقة مع الحدود المسموح بها 0.3 (mg/L) حسب المواصفة القياسية الليبية رقم (10) لعام 2008 المتعلقة بمياه الشرب المعبأة (شكل 1).

5.3. التحليل الاحصائي

أوضحت النتائج ان قيم الانحراف المعياري (SD) لجميع التراكيز في كل العينات تراوح بين 0.01 و 0.001، كما لم يُظهر تحليل ANOVA أي فروق معنوية في جميع المؤشرات مما يدل على عدم وجود تباين ملحوظ في جودة المنتجات بالنسبة للمعادن موضوع الدراسة.

4. التوصيات

من خلال هذه الدراسة وما تم التوصل اليه من نتائج نورد بعض التوصيات والتي تتلخص في الاتي:-

1. تعزيز الرقابة الدورية على مصانع المياه (العينات كانت محدودة ولكن المراقبة ضرورية للاستدامة).
2. إجراء دراسات موسعة تشمل عدد عينات اكبر لتحليل التغيرات الانتاجية.

الاهتمام بالشؤون الصحية لمصانع المياه وتنفيذ الاشتراطات الصحية الواجب توفرها في مباني هده الصناعة مع ضرورة تجهيزها بشكل كامل.

شكر وتقدير:

يتقدّم المؤلف بالشكر إلى د. ابوبكر احمد الشريف على ما قدمه من دعم ومساعدة في مراجعة هذه الورقة، والى مختبرات مركز البحوث والاستشارات العلمية بجامعة سبها.

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

[1]. هباني, الصديق شلعي, بيكي محمد صالح, 2024. دراسة التلوث بعناصر (الرصاص و الكادميوم والكروم) في مياه الشرب المعبأة بمنطقة مصراتة (ليبيا). المجلة الدولية للتنمية, 1(2), 47-54.

قائمة المراجع باللغة الإنجليزية:

[2]. Dippong, T., Hoaghia, M. A., Mihali, C., Cical, E., & Calugaru, M. (2020). Human health risk assessment of some bottled waters from Romania. *Environmental Pollution*, *267*, 115409. doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115409

[3]. Kamarehie, B., Jafari, A., Zarei, A., Fakhri, Y., Ghaderpoori, M., & Alinejad, A. (2019). Non-carcinogenic health risk assessment of nitrate in bottled drinking waters sold in Iranian markets: a Monte Carlo simulation. *Accreditation and Quality Assurance*, *24*(6), 417-426. doi.org/10.1007/s00769-019-01397-5

[4]. Whitt, M., Brown, W., Danes, J. E., & Vorst, K. L. (2016). Migration of heavy metals from recycled polyethylene terephthalate during storage and microwave heating. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, *32*(2), 189-207. doi.org/10.1177/8756087915590190.

[5]. Zakir, H. M., Sharmin, S., Akter, A., & Rahman, M. S. (2020). Assessment of health risk of heavy metals and water quality indices for irrigation and drinking suitability of waters: a case study of Jamalpur Sadar area, Bangladesh. *Environmental advances*, *2*, 100005. doi.org/10.1016/j.envadv.2020.100005.

[6]. Sobhanardakani, S., Tayebi, L., & Hosseini, S. V. (2018). Health risk assessment of arsenic and heavy metals (Cd, Cu, Co, Pb, and Sn) through consumption of caviar of Acipenser persicus from Southern Caspian Sea. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(3), 2664-2671. doi.org/10.1007/s11356-017-0705-8.

[7]. Agnew, U. M., & Slesinger, T. L. (2022). Zinc toxicity. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

[8]. Kim, H. S., Kim, Y. J., & Seo, Y. R. (2015). An overview of carcinogenic heavy metal: molecular toxicity mechanism and prevention. *Journal of cancer prevention*, *20*(4), 232. doi: 10.15430/JCP.2015.20.4.232.

[9]. Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, *7*(2), 60. doi: 10.2478/intox-2014-0009.

[10Rehman, A. U., Nazir, S., Irshad, R., Tahir, K., ur Rehman, K., Islam, R. U., & Wahab, Z. (2021). Toxicity of heavy metals in plants and animals and their uptake by magnetic iron oxide nanoparticles. *Journal of Molecular Liquids*, *321*, 114455. doi: 10.1016/j.molliq.2020.114455.

[11]. Bhattacharya, P. T., Misra, S. R., & Hussain, M. (2016). Nutritional aspects of essential trace elements in oral health and disease: an extensive review. *Scientifica*, *2016*(1), 5464373. doi: 10.1155/2016/5464373.

[12]. Obeng, S. K., Kulhánek, M., Balík, J., Černý, J., & Sedlář, O. (2024). Manganese: from soil to human health—a comprehensive overview of its biological and environmental significance. *Nutrients*, *16*(20), 3455. doi: 10.3390/nu16203455.

[13]. Li, F., Yao, Y., Ma, J., Wu, Z., Zheng, D., Xue, Y., & Liu, Y. (2025). Combined metabolomic and transcriptomic analysis to reveal the response of rice to Mn toxicity stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *289*, 117454. doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117454.

[14]. Sobhanardakani, S. (2017). Potential health risk assessment of heavy metals via consumption of caviar of Persian sturgeon. *Marine Pollution Bulletin*, *123*(1-2), 34-38. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.033.

[15]. Guo, T., Najafi, M. L., & Zhang, J. (2025). A systematic review of exposure to toxic elements and neurocognitive development in children. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *291*, 117792. doi.org/10.1016/j.ecoenv.2025.117792.

[16]. Rosolen, V., Barbiero, F., Mariuz, M., Parpinel, M., Ronfani, L., Vecchi Brumatti, L., ... & Barbone, F. (2025). The Role of Prenatal Exposure to Lead and Manganese in Child Cognitive Neurodevelopment at 18 Months: The Results of the Italian PHIME Cohort. *Toxics*, *13*(1), 54. doi.org/10.3390/toxics13010054.