Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology

Volume 1, Issue 2, 2025, Pages: 296-313

Journal homepage: https://sjphrt.com.ly/index.php/sjphrt/en/index

Accumulation of Heavy Metals in Swiss Chard (*Beta vulgaris*) and Parsley (*Petroselinum crispum*) and its Relationship with Soil and Water Quality in Ghat City, Libya

Halima Shaban Abduelftah Almaghirby [1]*, Salma Mohamed Ismail [2], Shireen Abdelsalam Mohamed [3]

[1,2,3] Department of Chemistry, Faculty of Education, University of Sebha, Ghat, Libya

تراكم المعادن الثقيلة في السلق (*Beta vulgaris*) والبقدونس (*Petroselinum crispum*) وعلاقته بجودة التربة والمياه بمدينة غات-ليبيا

حليمة شعبان عبد الفتاح المغيربي [1*]، سالمة محمد إسماعيل [2]، شيرين عبدالسلام محمد [3]

[3,2,1] قسم الكيمياء، كلية التربية، جامعة سبها، غات، ليبيا

*Corresponding author: Hale.aboslah1@sebhau.edu

Received: September 28, 2025	Accepted: December 20, 2025	Published: December 31, 2025

Abstract:

The current study focused on estimating the accumulation of some heavy metals (Lead Pb, Cadmium Cd, and Chromium Cr) in Swiss Chard and Parsley and its relationship with the quality of groundwater and soil in three agricultural areas in Ghat city: Al-Fayut, Al-Barkat, and Ghat. This study aimed to determine the levels of heavy metal pollution in these farms and evaluate their compliance with international standards (WHO), in addition to analyzing the relationship between soil, water, fertilizers, and the accumulation of these elements in plants. The study was conducted by collecting plant, water, and soil samples from the three farms, which were then analyzed using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) and an electrical conductivity meter. The results showed that Al-Fayut farm was the least polluted due to the use of pure groundwater and well-aerated sandy soil. Conversely, the Ghat farm showed the highest accumulation of heavy metals due to its proximity to waste and burning areas, while Al-Barkat farm showed intermediate levels. The study recommended the necessity of monitoring water and soil quality and avoiding the use of contaminated fertilizers to ensure the safety of agricultural products and protect public health.

Keywords: Heavy metals, Lead, Cadmium, Chromium, Swiss Chard, Parsley, Groundwater quality, Soil pollution, Ghat, Libya.

الملخص:

بحثت الدراسة الحالية في التراكم الحيوي لمعادن ثقيلة محددة، شملت الرصاص (Pb)، والكادميوم (Cd)، والكروم (Cr)، في نباتي السلق (*Beta vulgaris var. cicla*) والبقدونس (*Petroselinum crispum*)، مع فحص ارتباطها بجودة المياه الجوفية والتربة في ثلاث مناطق زراعية متميزة بمدينة غات في ليبيا، وهي: الفيوت، والبركت، ومركز مدينة غات. تمثّل الهدف الرئيس للبحث في تقدير مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة كمياً، وتقييم مدى مطابقتها لحدود السلامة الدولية المعتمدة من قِبل منظمة الصحة

 Copyright: © 2025 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/).

العالمية (WHO). علاوة على ذلك، حللت الدراسة تأثير خصائص التربة، ومياه الري، وممارسات التسميد على معدلات امتصاص هذه العناصر في الأنسجة النباتية. اعتمدت المنهجية على جمع عينات من النبات والماء والتربة، والتي خضعت لاحقاً للتحليل باستخدام مطيافية الامتصاص الذري (AAS) وقياسات الموصلية الكهربائية (EC). وكشفت النتائج أن مزرعة الفيوت سجلت أدنى مستويات التلوث، ويُعزى ذلك إلى استخدام مياه جوفية عالية النقاء وتربة رملية جيدة التهوية. وفي المقابل، سجلت مزرعة غات أعلى تراكيز للمعادن الثقيلة، ويرجع ذلك أساساً إلى قربها من مواقع تصريف النفايات البلدية ومناطق الحرق المكشوف. بينما أظهرت مزرعة البركت مستويات تلوث متوسطة. وتخلص الدراسة إلى توصية شديدة بضرورة المراقبة المستمرة لسلامة مياه الري والتربة، والحد من استخدام الأسمدة الملوثة لضمان سلامة الغذاء وحماية الصحة العامة.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، التراكم الحيوي، الرصاص (Pb)، الكادميوم (Cd)، الكروم (Cr)، السلق، البقدونس، جودة المياه الجوفية، تلوث التربة، غات، ليبيا.

المقدمة

أصبحت مشكلة تلوث البيئة من أكبر التحديات التي تواجه العالم اليوم، نظراً للتطور الصناعي الكبير الذي يشهده العالم بسبب الثورة العلمية في مجال التصنيع، بالإضافة إلى اتباع أساليب مختلفة في معالجة مصادر التلوث الناتجة عن التصنيع، والتي بدورها قد تؤدي إلى تلوث الماء والهواء والتربة المحيطة في البيئة؛ مما ينتج عنه تراكم المواد الكيميائية السامة بنسب عالية في البيئة، وذلك بسبب تصريف هذه المركبات بشكل مباشر أو غير مباشر في البيئة، خاصة في الزراعة نتيجة استخدام المبيدات الحشرية وبعض الأسمدة التي تحتوي على مواد كيميائية، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة نسب وتراكيز بعض المواد الضارة الموجودة أساساً في البيئة (سالم واخرون 2023). ومن أخطر هذه المواد ما يسمى بالمعادن الثقيلة التي تتصف بسميتها العالية وقدرتها على التراكم في التربة والماء والهواء، مما يسمح بانتقالها بسهولة في السلسلة الغذائية عبر النباتات والحيوانات وصولاً إلى الإنسان (الشتيوي، 2023).

حظيت العناصر الثقيلة باهتمام علمي متزايد خلال السنوات الأخيرة؛ نظراً لتأثيراتها السمية وتراكمها الحيوي في النظم البيئية المختلفة، مما يشكل خطراً مباشراً على صحة الإنسان والكائنات الحية (عبد الرحمن، Amheisen et al., 2025,2020) . تُعد بعض هذه العناصر مثل (الحديد، النحاس، والزنك) ضرورية للحفاظ على النشاطات الحيوية في الكائنات الحية، بينما البعض الآخر مثل (الرصاص، الكادميوم، والكروم) ليس لها أي أهمية في هذه النشاطات الحيوية، بل على العكس من ذلك، فإن ارتفاعها له تأثير سلبي على الكائن الحي بسبب سميتها العالية (منظمة الصحة العالمية، 2017).

كما أن وجود هذه المعادن الثقيلة في التربة والمياه يؤدي إلى انخفاض خصوبة الأراضي الزراعية وتراجع جودة المحاصيل، الأمر الذي يؤثر على الأمن الغذائي، ويزيد من خطورة انتقال هذه العناصر السامة إلى المستهلك (رغد، 2018)؛ لذلك تعتبر دراسة مستويات المعادن الثقيلة في البيئة وخاصة في الأغذية الزراعية ذات أهمية كبرى، لفهم حجم المشكلة واقتراح حلول تحد من انتشارها (Salem, 2023,Salem, & Mohamed, (2025).

أشارت عدة دراسات إلى وجود الرصاص والكادميوم والكروم في بعض المحاصيل الزراعية المتواجدة قرب المناطق الصناعية، في حين ركزت دراسات أخرى على تقييم التلوث في المياه والتربة دون الربط المباشر بالنباتات الغذائية (الزايدي، 2020). حيث تناولت دراسة أجراها سالم (2023) بعنوان "تقييم تركيز بعض المعادن الثقيلة وتأثيرها على سلامة الكائن الحي جراء استهلاك عدد من الخضروات المنتجة محلياً"، ونُشرت في جامعة مصراتة للعلوم الزراعية، وهدفت إلى تحليل مستويات العناصر الثقيلة (Cd, Fe, Zn, Mn, Ni, Cr, Pb, Cu) في خضروات محلية مع مقارنة النتائج بالحدود المسموح بها دولياً. أسفرت النتائج عن وجود تباين في تراكيز المعادن بين العينات، حيث سُجّل النحاس بين (68.35–246.94) ملغم/كغم، والرصاص بين (0.75–2.77) ملغم/كغم، والكروم بين (1.14–3.22)، والنيكل بين (6.42–11.86)، والمنغنيز بين (13.57–27.75)، والزنك بين (110.3–272.21)، والحديد بين (35.84–415.71)، والكادميوم بنسب تراوحت بين (0.33–1.15) ملغم/كغم. وأشارت الدراسة إلى أن

 Copyright: © 2025 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/).

بعض التراكيز تجاوزت المعايير العالمية (WHO/FAO)، مما قد يشكل خطراً صحياً عند استهلاك الخضروات الملوثة. وخلص الباحث إلى ضرورة مراقبة مصادر الري والتربة، والتأكد من جودة الأسمدة المستخدمة مثل فوسفات ثنائي الأمونيوم (DAP) للحد من تراكم المعادن في الخضروات (سالم، 2023).
كما أجرى شنتال والعشريف (2022) دراسة في جامعة وادي الشاطئ بعنوان "تحديد تراكيز عنصري الرصاص والكادميوم في كل من التربة والنبات في عدد من المزارع المنتشرة في منطقة وادي الشاطئ جنوب ليبيا"، حيث جُمعت عينات من التربة والنبات من عشرة مزارع مختارة عشوائياً، وحُللت مختبرياً للكشف عن تراكيز هذين العنصرين. أسفرت النتائج عن وجود تفاوت واضح في مستويات الرصاص بين المزارع المختلفة، حيث تجاوزت بعض المزارع الحدود المسموح بها عالمياً وفق منظمة الصحة العالمية؛ فقد تراوحت تراكيز الرصاص في التربة بين (0.01–3) جزء في المليون (ppm)، كما سُجّل وجود الرصاص حتى في بعض الأراضي غير المزروعة. أما بالنسبة للكادميوم، فقد وُجد أن تركيزه في بعض المزارع تجاوز الحدود العالمية المسموح بها، إذ تراوحت قيمته في التربة بين (0.01–1.1) جزء في المليون (ppm). وفيما يخص تراكيز الرصاص في النباتات، فقد تجاوزت عينتان فقط الحدود المسموح بها عالمياً، بينما كانت بقية العينات ضمن المستويات المقبولة. أما عنصر الكادميوم، فقد بقيت تراكيزه في النباتات ضمن الحدود المسموح بها في جميع المزارع تقريباً. وخلصت الدراسة إلى وجود تراكم واضح للرصاص والكادميوم في بعض مواقع وادي الشاطئ، خاصة في التربة، مما يشير إلى احتمالية وجود مصادر تلوث تستدعي المتابعة (شنتال والعشريف، 2022).
وكذلك بينت دراسة سليمان وعيسى (2018) والتي جاءت بعنوان "تقدير تراكيز العناصر الثقيلة في البصل والنعناع" تقييم مستويات التلوث بالعناصر الثقيلة في عينات من الخضروات المذكورة، حيث تم جمع العينات وتقسيمها إلى فئتين (مغسولة وغير مغسولة)، لتحديد تأثير الغسل على التراكيز. أظهرت النتائج أن العينات المغسولة سجلت تراكيز متباينة؛ فالنحاس تراوحت تراكيزه بين (0.9–1.38) ملغم/لتر، والخارصين بين (0.01–0.05) ملغم/لتر، بينما الحديد كان تركيزه بين (0.05–0.31) ملغم/لتر، في حين سجلت العينات غير المغسولة تراكيز أعلى، إذ تراوح النحاس بين (1.13–1.29) ملغم/لتر، والخارصين بين (0.04–0.05) ملغم/لتر، أما الحديد بين (0.15–0.30) ملغم/لتر. وخلصت الدراسة إلى أن عملية الغسل تساهم بشكل واضح في خفض تراكيز العناصر الثقيلة، مما يؤكد أهمية غسل الخضروات قبل الاستهلاك (سليمان وعيسى، 2018).
وعلى الرغم من كل هذه الجهود البحثية، فلا تزال هناك فجوة علمية واضحة تتمثل في نقص الدراسات الشاملة التي تقارن بين تراكيز العناصر الثقيلة في التربة والمياه والنباتات الغذائية في آن واحد ضمن نفس المنطقة الجغرافية مع إجراء مقارنة بالمعايير العالمية. ويُعد السلق والبقدونس من النباتات الورقية سريعة الامتصاص للعناصر المعدنية من التربة، مما يجعلها مؤشرات مهمة لتقييم تلوث البيئات الزراعية. وفي ظل غياب الدراسات المحلية حول جودة المنتجات الزراعية في غات، تأتي هذه الدراسة لسد الفجوة العلمية وتقييم مستويات التلوث ومقارنة النتائج بالمعايير العالمية (WHO)، حيث لم يسبق إجراء دراسة مماثلة لمعرفة تراكيز العناصر الثقيلة في مدينة غات. وبناءً على كل ما سبق، تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تراكيز بعض من العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، والكروم) في عينات من التربة والمياه الجوفية ونباتي السلق والبقدونس في بعض مزارع مدينة غات، وتقييم مدى مطابقتها للمعايير الدولية (WHO)، ودراسة العلاقة بين وجود العناصر الثقيلة في التربة والماء وانتقالها إلى النباتات، بالإضافة إلى دراسة المخاطر المحتملة الناتجة عن استهلاك هذه المنتجات، لوضع توصيات عملية تساعد على تقليل التلوث بالعناصر الثقيلة وضمان سلامة البيئة الزراعية.

الجزء العملي

منطقة الدراسة:

أجريت هذه الدراسة في بعض مناطق غات وهي (غات، الفيوت، والبركت). حيث تقع مدينة غات في الجزء الجنوبي الغربي من ليبيا، تحديداً في الصحراء الليبية الغربية بالقرب من الحدود الجزائرية، وتبعد عن العاصمة الليبية طرابلس حوالي 1400 كيلومتراً (الكني ومنصور، 2025).

 Copyright: © 2025 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/).

العمل الحقلي:
جمع العينات: جُمعت العينات من ثلاث مزارع مختلفة في مدينة غات في شهر فبراير من عام 2025، والعينات التي تم جمعها كما هو موضح في (جدول 1) وكذلك في الشكل (1)، كانت عبارة عن (نبات السلق، نبات البقدونس، التربة التي تمت زراعة النباتات عليها، والماء المستخدم في ري النباتات).

شكل (1) العينات المجمعة.

العمل المختبري:
مرحلة تجهيز العينات: بعد جمع العينات قُسمت عينات السلق والبقدونس إلى مجموعتين كما هو مبين في الشكل (2)؛ الأولى غُسلت جيداً بالماء المقطر وقُطعت ووُضعت في مكان بعيد عن الملوثات لكي يتم تجفيفها، بينما المجموعة الثانية فقد تُركت دون غسل، حيث قُطعت إلى قطع صغيرة، ومن ثم جُففت باستخدام فرن التجفيف.

شكل (2) خطوات تجهيز العينات.

عملية الطحن:
بعد تجفيف عينات (السلق، البقدونس) باستخدام فرن التجفيف كما هو موضح في الشكل (2)، طُحنت حتى أصبحت مسحوقاً ناعماً باستخدام الهاون، ونُخلت للتأكد من خلوها من الشوائب. بالنسبة لعينات التربة فقد جُففت فقط باستخدام فرن التجفيف، ونُخلت لضمان عدم وجود أي شوائب عالقة. أما عينات الماء فقبل البدء باستخدامها، رُشحت للتأكد من عدم وجود أي بقايا من الصدأ أو الشوائب.

هضم عينات السلق والبقدونس:
بعد طحن العينات وُزن 2 جرام من كل عينة باستخدام الميزان الحساس كما يظهر في الشكل (3)، ووُضعت في كأس باستخدام المخبار المدرج. وأُخذ 20 مل من حمض النيتريك المركز HNO_3، وأُضيف إلى العينة الموجودة في الكأس، خُلط المزيج قليلاً ووُضع الكأس على المسخن الكهربائي، وتُرك فوق المسخن حتى اقترب من الجفاف، مع المراقبة حتى لا يتغير لون المزيج. وبعد أن جف المزيج تقريباً رُفع عن المسخن،

 Copyright: © 2025 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/).

وأُضيف إليه 10 مل من محلول فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2، ثم تمت إعادته فوق المسخن ليغلي مرة أخرى حتى يجف تماماً، وبعدها رُفع من المسخن وأُضيف إليه 20 مل من حمض النيتريك المخفف HNO_3 تركيزه 0.1 عياري. بعد حساب الحجم المطلوب الذي تم أخذه باستخدام المخبار المدرج، وُضع في دورق قياسي سعته 250 مل، ثم مُلئ بالماء المقطر حتى علامة التقعر، ورُجّ الدورق جيداً. وبعد إضافة حمض النيتريك المخفف HNO_3، سُخن المحلول قليلاً ورُشح، ووُضع الراشح في دورق قياسي سعته 50 مل ومُلئ بالماء المقطر حتى علامة التقعر، وحُفظت العينات في حوافظ بلاستيكية ودُوّن عليها تاريخ التحضير وكذلك التركيز.

هضم عينات الماء:

بعدما رُشح الماء من الشوائب، أُخذت 50 مل من كل عينة، وأُضيف إليها 5 مل من حمض النيتريك المخفف HNO_3، ثم وُضعت العينة فوق المسخن الكهربائي وتُركت حتى قل حجمها إلى النصف تقريباً، وتحول اللون للشفاف تماماً، بعد ذلك رُفع المحلول من فوق المسخن وتُرك ليبرد، ثم رُشح، وأُكمل الحجم بالماء المقطر، وحُفظ في قوارير بلاستيكية. الشكل (3).

عملية هضم عينات التربة:

جُففت عينات التربة باستخدام فرن التجفيف، بعدما نُخلت جيداً لضمان عدم وجود أي شوائب، ثم أُخذ 2 جرام من كل عينة باستخدام الميزان الحساس، ووُضعت في كأس، وأُضيف إليها 10 مل من حمض الهيدروكلوريك المركز HCl، وسُخنت حتى وصلت إلى درجة الجفاف ومن ثم رُفعت من على المسخن، وأُضيف إليها 10 مل من حمض النيتريك المركز HNO_3 مع الحرص عند التعامل معه، وسُخن المحلول قليلاً ثم رُفع من على المسخن، وتُرك ليبرد قليلاً، ثم رُشح وأُخذت 50 مل من العينة وأُضيفت إلى دورق قياسي سعته 100 مل وأُكمل الحجم بالماء المقطر. الشكل (3).

شكل (3) بعض خطوات عملية الهضم

لقد أُجريت عملية تجهيز العينات قيد الدراسة في معامل كلية التربية غات - جامعة سبها، وأُرسلت إلى مدينة سبها لإجراء التحاليل المطلوبة.

آلية التحليل:

أُجريت الفحوصات المختبرية للعينات قيد الدراسة والموضحة في الشكل (4) في مختبرات مركز البحوث والاستشارات العلمية في جامعة سبها؛ فقد تم قياس تراكيز العناصر الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer - AAS)، وأما الموصلية فقد أُجريت بواسطة جهاز قياس الموصلية.

 Copyright: © 2025 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 (4) الشكل النهائي للعينات قيد الدراسة

جدول (1): العينات التي تم جمعها وتحضيرها

رمز المزرعة	نوع العينة	رمز العينة
المزرعة A	سلق مغسول	CL-AS
	سلق غير مغسول	CH-AS
	بقدونس مغسول	CL-AB
	بقدونس غير مغسول	CH-AB
	ماء	Wa-A
	تربة	SO-A
المزرعة B	سلق مغسول	CL-BS
	سلق غير مغسول	CH-BS
	بقدونس مغسول	CL-BB
	بقدونس غير مغسول	CH-BB
	ماء	Wa-B
	تربة	SO-B
المزرعة C	سلق مغسول	CL-CS
	سلق غير مغسول	CH-CS
	بقدونس مغسول	CL-CB
	بقدونس غير مغسول	CH-CB
	ماء	Wa-C
	تربة	SO-C

النتائج والمناقشة

استنتاجات تحاليل ونتائج عنصر الرصاص (Pb):

أظهرت نتائج تحليل عنصر الرصاص (Pb) والمجدولة في الجدول (2)، والموضحة في الأشكال (5، 6، 7)، تبايناً ملحوظاً في تركيزه في النباتات والتربة والمياه الجوفية بين المزارع الثلاث (الفيوت A، البركت B، وغات C). ويرتبط هذا التباين بشكل وثيق بطبيعة التربة، ومصدر المياه، وطرق الري، بالإضافة إلى نوعية الأسمدة المستخدمة في كل مزرعة.

مزرعة الفيوت "A":

سجلت هذه المزرعة أعلى تراكيز للرصاص سواء في التربة (So-A) بواقع (0.3315 ملغ/كغم)، أو في المياه الجوفية (Wa-A) بواقع (0.2112 ملغ/لتر). ويعود السبب في ذلك إلى طبيعة التربة الرملية التي تتميز بمسامية عالية تسمح بتسرب الملوثات بسهولة نحو المياه الجوفية. إضافة إلى ذلك، فإن الاعتماد الكبير على الأسمدة الكيميائية مثل اليوريا، والفوسفات، والبروماكس يُعد من أهم مصادر تراكم العناصر الثقيلة عند الاستخدام المتكرر. وعلى النقيض من ذلك، أظهرت عينات السلق المغسولة من هذه المزرعة

 Copyright: © 2025 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/).

انخفاضاً واضحاً في تراكيز الرصاص، مما يشير إلى أن جزءاً كبيراً من التلوث ناتج عن ترسبات سطحية (غبار أو رذاذ مياه الري) وليس عن طريق الامتصاص الجذري الداخلي للنبات.

مزرعة البركت "B":

تُعد هذه المزرعة الأقل تلوثاً في التربة (So-B) والمياه الجوفية (Wa-B)، حيث بلغت التراكيز (0.2292 ملغ/كغم) و(0.1037 ملغ/لتر) على التوالي. ويعكس ذلك جودة بيئية مرتفعة ناتجة عن طبيعة التربة الطينية التي تمتلك قدرة عالية على الأدمصاص والاحتفاظ بالعناصر، مما يقلل من تسربها للمياه الجوفية. كما أن اتباع أسلوب تقليب التربة دورياً يعزز من تهويتها ويقلل من فرص تراكم المعادن. ولوحظ أن ارتفاع الرصاص في النباتات غير المغسولة (السلق CH-BS والبقدونس CH-BB) يشير إلى أن التلوث ناتج بشكل أساسي عن الغبار الجوي أو استخدام المبيدات الحشرية (مثل دروسبان)، خاصة مع استخدام طرق الري التقليدية التي تسهل ملامسة الأوراق للمياه الملوثة بالغبار.

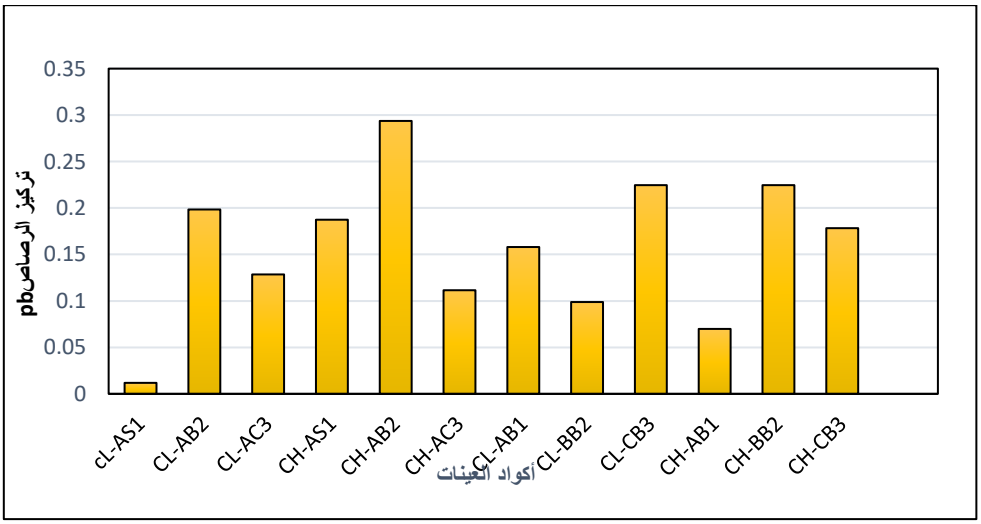
مزرعة غات "C":

أظهرت هذه المزرعة تراكيز متباينة تراوحت بين المتوسطة والمرتفعة في بعض العينات النباتية، لا سيما في البقدونس المغسول (CL-CB) بواقع (0.2246 ملغ/كغم). ويُعزى ذلك إلى استخدام الأسمدة العضوية (زبل الغنم والدجاج) التي قد تحتوي طبيعياً على نسب من المعادن الثقيلة إذا خُمرت لفترات طويلة. كما تلعب طبيعة التربة المختلطة (رملية-طينية) ونظام الري بالرشاشات دوراً في زيادة ترسيب الملوثات الجوية على أسطح الأوراق. بالإضافة إلى ذلك، فإن انتشار الآفات والجراد في هذه المزرعة قد يساهم بطريقة غير مباشرة في زيادة مستويات التلوث المرصودة.

الخلاصة العامة لنتائج لمعدن الرصاص:

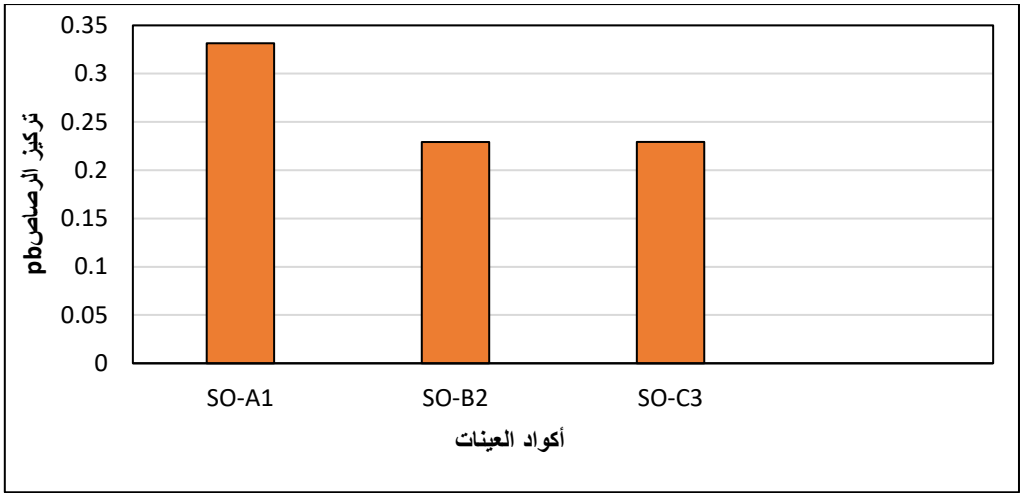
بشكل عام، كشفت النتائج أن مستويات الرصاص في عدد من العينات قد تجاوزت الحد المسموح به عالمياً (0.1 ملغ/كغم) وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية (WHO)، مما يؤكد وجود تلوث بيئي نسبي في مناطق الدراسة. ونستنتج مما سبق أن الخصائص الفيزيائية للتربة، وجودة مياه الري، والتقنيات الزراعية المتبعة، ونوعية المدخلات الكيميائية (أسمدة ومبيدات) هي العوامل الأساسية المتحكمة في حركة وتراكم عنصر الرصاص في المحاصيل الزراعية بمدينة غات.

إحصائيات تحاليل تركيز عنصر الرصاص Pb لعينات قيد الدراسة:

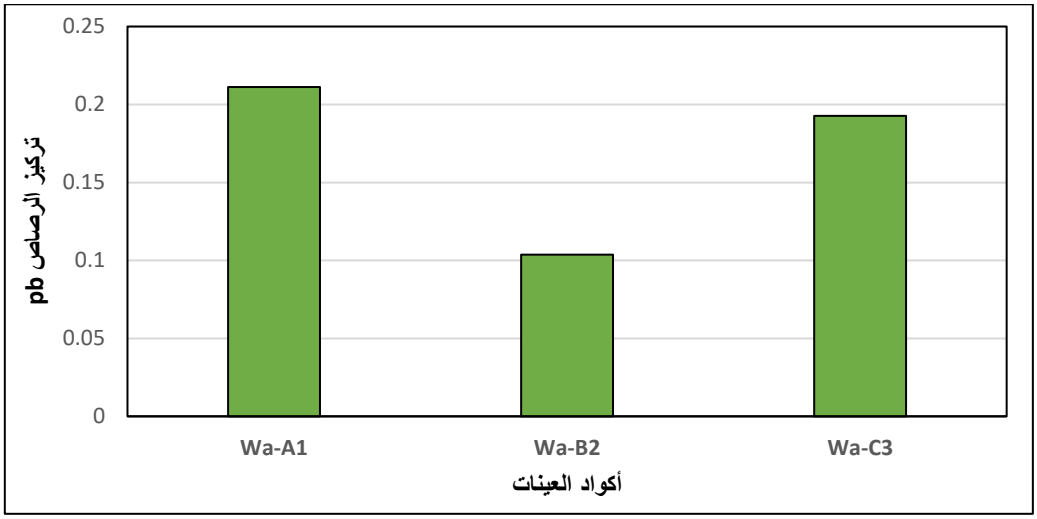


شكل (5) إحصائيات تحاليل تركيز الرصاص pb لعينات السلق والبقدونس

 Copyright: © 2025 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 (6) إحصائيات تركيز الرصاصpb لعينات التربة



شكل (7) إحصائيات تركيز الرصاص pb لعينات المياه الجوفية

استنتاجات تحاليل ونتائج عنصر الكادميوم (Cd):

أظهرت نتائج تحليل الكادميوم (Cd) والمتمثلة في الجدول (2) والأشكال (8، 9، 10)، اختلافاً جلياً بين المزارع الثلاث (الفيوت A، البركت B، وغات C). ويرتبط هذا التباين بطبيعة التربة، وجودة مياه الري، وطرق السقي، ونوعية الأسمدة المستخدمة، بالإضافة إلى العوامل البيئية المحلية وممارسات إدارة النفايات القريبة من المناطق الزراعية.

مزرعة الفيوت (A):

سجلت هذه المزرعة مستويات صفرية (غير مكتشفة) للكادميوم (Cd) في التربة والمياه الجوفية، وكذلك في عينات السلق والبقدونس. ويعزى ذلك إلى الاعتماد على مياه جوفية نقية تُستخرج من أعماق قريبة (حوالي 6 أمتار)، والزراعة في تربة رملية جيدة التهوية. كما أن الاستخدام المنضبط للأسمدة الكيميائية (مثل اليوريا والفوسفات والبروماكس) وغياب مصادر التلوث الظاهرية، مثل مكبات النفايات أو مناطق الحرق، جعل من منتجات هذه المزرعة خالية عملياً من تراكم الكادميوم وآمنة تماماً للاستهلاك البشري.

مزرعة البركت (B):

أظهرت هذه المزرعة أيضاً مستويات صفرية إلى منخفضة جداً من عنصر الكادميوم في التربة والمياه الجوفية والنباتات. وقد ساهم استخدام التربة الطينية ذات القدرة العالية على الاحتفاظ بالعناصر، واتباع طرق الري التقليدية، وتقليب التربة بشكل دوري، في الحد من حركة المعادن الثقيلة وإبقائها ضمن مستويات

 Copyright: © 2025 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/).

آمنة. ويُرجح أن يكون أي أثر طفيف رُصد على الأوراق غير المغسولة ناتجاً عن ترسبات الغبار الجوي أو ملامسة بقايا المبيدات، ومع ذلك، بقيت جميع القيم دون الحدود المسموح بها عالمياً.

مزرعة غات (C):

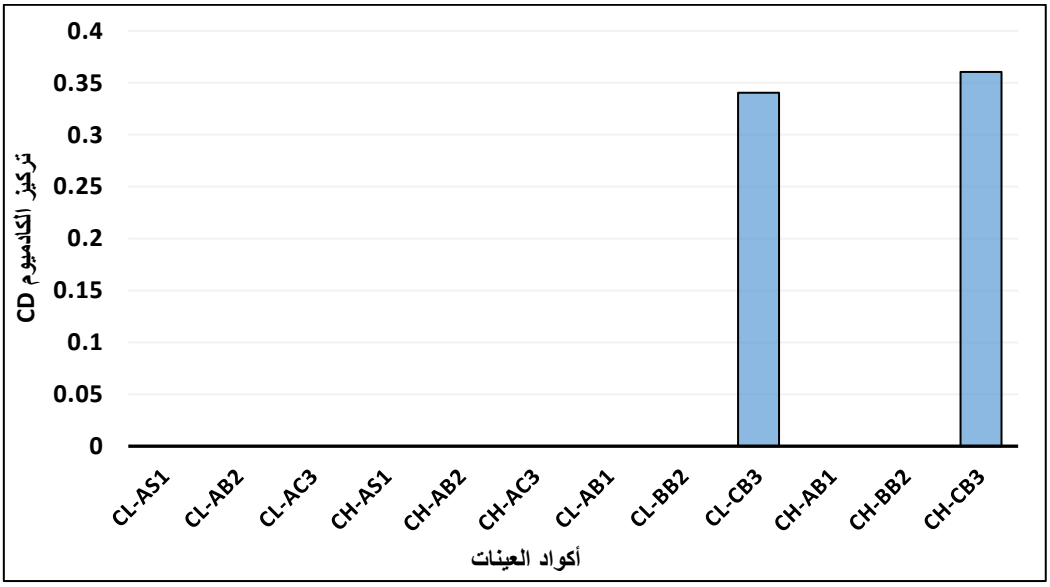
سجلت هذه المزرعة ارتفاعاً واضحاً ومقلقاً في تراكيز الكادميوم (Cd)، حيث بلغت في التربة (SO-C) حوالي (0.3506 ملغ/كغم)، وفي المياه الجوفية (Wa-C) حوالي (0.3502 ملغ/لتر). كما ظهر التراكم بوضوح في نبات البقدونس، حيث بلغت التراكيز في البقدونس المغسول (CL-CB) حوالي (0.3404 ملغ/كغم) وفي غير المغسول (CH-CB) حوالي (0.3604 ملغ/كغم)، بينما بقيت عينات السلق عند مستوى الصفر. وتُعزى هذه النتائج إلى سببين رئيسيين:

1. **مصادر التلوث المحلي:** قرب المزرعة من مكبات النفايات وممارسات حرق القمامة العشوائية يُعد مصدراً أساسياً لتراكم الكادميوم في التربة، ومن ثم تسربه إلى الخزان الجوفي.
2. **الممارسات الزراعية:** استخدام الأسمدة العضوية (روث الحيوانات) دون معالجة أو تخمير كافٍ قد يؤدي إلى إدخال معادن ثقيلة للتربة. كما أن استخدام نظام الري بالرشاشات يعزز من التقاط الأوراق الورقية الحساسة (مثل البقدونس) للملوثات والمواد العالقة في الهواء وتثبيتها على أسطحها.

الخلاصة العامة لنتائج لمعدن الكادميوم:

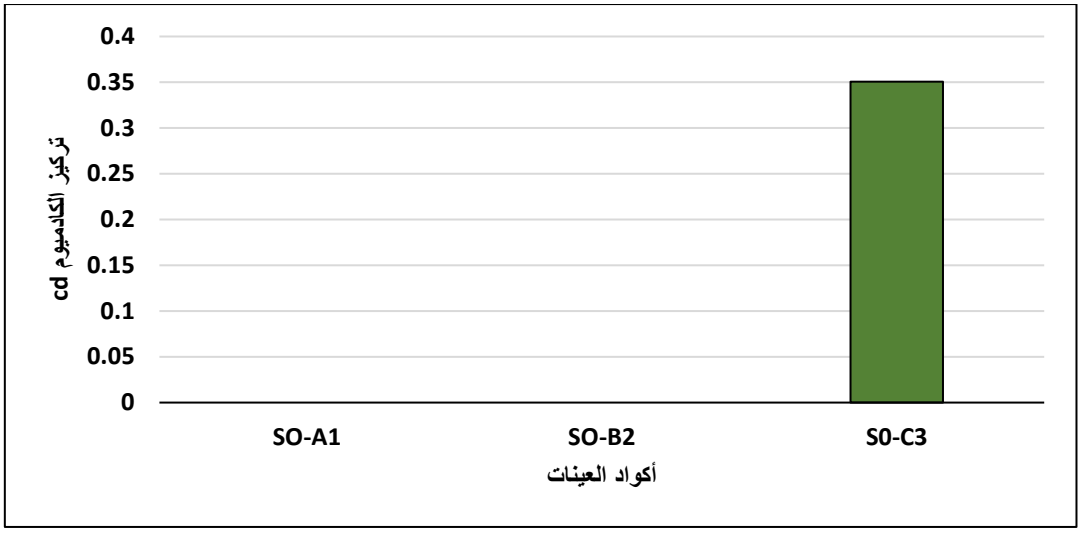
تجاوزت تراكيز الكادميوم في مزرعة غات (C) الحدود المسموح بها وفقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO)، مما يستدعي مراقبة دورية وتدقيقاً في مصادر التلوث المحيطة لضمان سلامة المحاصيل الورقية.

إحصائيات تحاليل تركيز عنصر الكادميوم Cd للعينات قيد الدراسة: –

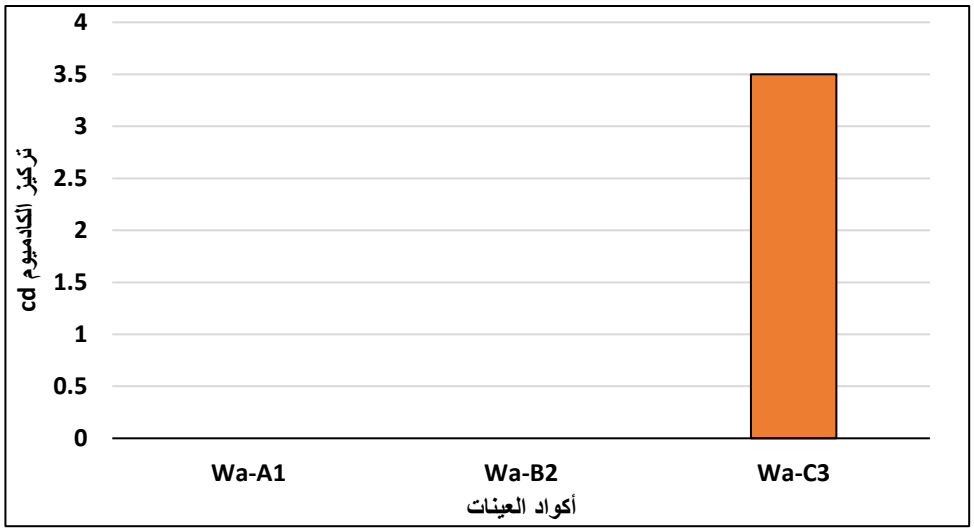


شكل (8) إحصائيات تحليل تركيز الكادميوم cd لعينات السلق والبقدونس

 Copyright: © 2025 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 (9) إحصائيات تحليل تركيز الكادميوم cd لعينات التربة.



شكل (10) إحصائيات تحليل تركيز الكادميومcd لعينات المياه الجوفية.

استنتاجات تحاليل ونتائج تركيز عنصر الكروم (Cr) للعينات قيد الدراسة:

أظهرت نتائج تحليل الكروم (Cr) في التربة والمياه الجوفية والنباتات، والمتمثلة في الجدول (2) والأشكال (11، 12، 13)، اختلافاً واضحاً بين المزارع الثلاث (الفيوت A، البركت B، وغات C). ويرتبط هذا التباين بطبيعة التربة، جودة المياه، طرق الري، وأنواع الأسمدة المستخدمة، بالإضافة إلى العوامل البيئية المحيطة بكل منطقة.

مزرعة الفيوت (A):

سجلت هذه المزرعة مستويات منخفضة من عنصر الكروم (Cr) في عينات التربة (So-A) بواقع (0.0778 ملغم/كغم)، وفي المياه الجوفية (Wa-A) بواقع (0.02337 ملغم/لتر)، وفي عينات النباتات خاصة السلق المغسول (CL-AS) بواقع (0.0465 ملغم/كغم). وجميع هذه القيم جاءت أقل من الحد المسموح به وفقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO). ويُعزى ذلك إلى استخدام التربة الرملية التي لا تحتفظ بالمعادن الثقيلة طويلاً، والاعتماد على مياه جوفية صافية وأسمدة صناعية ذات نسب تلوث منخفضة. كما ساهمت عملية غسل الأوراق في تقليل نسبة الكروم السطحي العالق، مما يجعل المحاصيل أكثر أماناً للاستهلاك.

مزرعة البركت (B):

 Copyright: © 2025 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/).

سجلت هذه المزرعة مستويات مرتفعة نسبياً من عنصر الكروم (Cr) في التربة (So-B) بواقع (0.2959 ملغم/كغم) وفي المياه الجوفية (Wa-B) بواقع (0.1602 ملغم/لتر)، وهي قيم تتجاوز الحد المسموح به للمياه. وأظهرت نتائج النباتات غير المغسولة تراكماً أعلى للكروم، خاصة في السلق غير المغسول (CH-BS) بواقع (0.2315 ملغم/كغم). تشير هذه المستويات إلى وجود تلوث بيئي مرتبط بالتربة الطينية التي تحتفظ بالمعادن، واستخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية، بالإضافة إلى طرق الري التقليدية التي تجعل الأوراق أكثر عرضة للتلوث المباشر. وتدل النتائج على أن التلوث السطحي الناتج عن الغبار والمبيدات هو المسبب الرئيس لتراكم الكروم على النباتات في هذه المنطقة.

مزرعة غات (C):

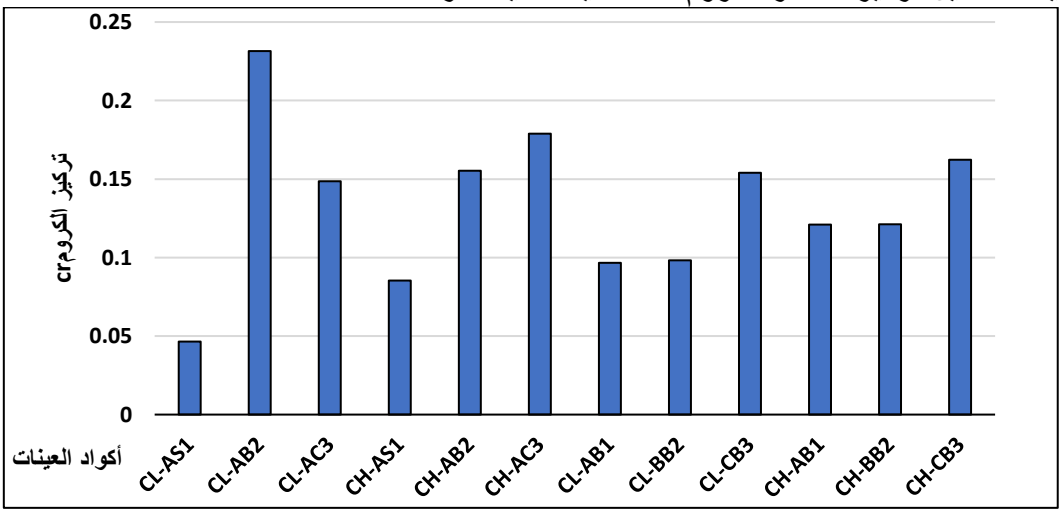
تراوحت مستويات الكروم في هذه المزرعة بين المتوسطة والمرتفعة في التربة والمياه والنباتات، كما في عينات السلق المغسول (CL-CS) بواقع (0.1486 ملغم/كغم) والبقدونس غير المغسول (CH-CB) بواقع (0.1623 ملغم/كغم)، ومع ذلك بقيت قيم النباتات ضمن الحدود المسموح بها للمحاصيل. إلا أن نتائج المياه الجوفية تجاوزت الحد المسموح به من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO)، مما يشير إلى تلوث ناتج عن العوامل التالية:

1. **خصائص التربة:** استخدام التربة المختلطة (رملية-طينية) التي تمتلك قدرة معتدلة على امتصاص واحتجاز المعادن الثقيلة.
2. **التسميد العضوي:** استخدام الأسمدة البلدية المخمرة التي قد تحتوي طبيعياً على معادن ثقيلة ومنها الكروم.
3. **تقنيات الري:** استخدام نظام الري بالرشاشات الذي يزيد من فرص ترسيب الكروم الجوي على أسطح النباتات.
4. **المصادر الخارجية:** وجود مكبات النفايات وممارسات الحرق القريبة، مما يرفع نسب الغبار الملوث بالكروم.
5. **الآفات الزراعية:** انتشار الجراد والآفات التي قد تزيد من ملامسة وترسيب الملوثات على الأنسجة النباتية.

إحصائيات تحاليل تركيز عنصر الكروم (Cr) للعينات قيد الدراسة

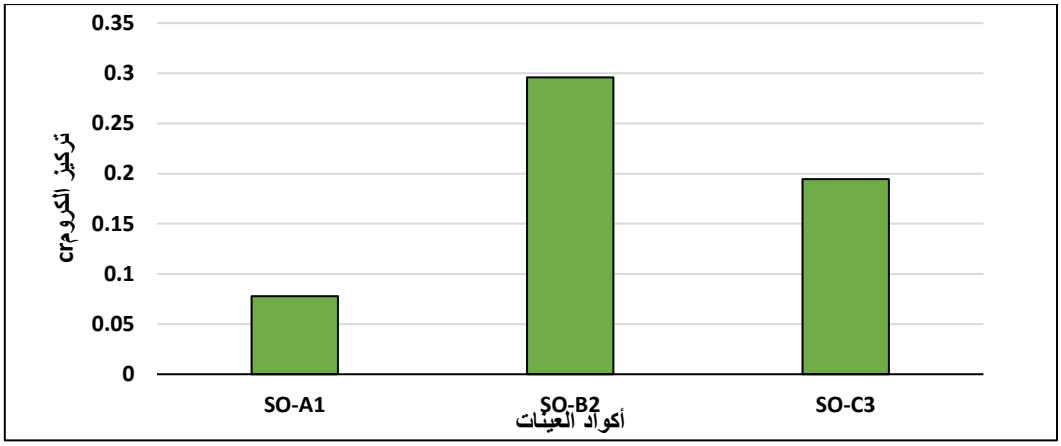
تؤكد البيانات الإحصائية أن عنصر الكروم يتأثر بشكل مباشر بمدى نظافة مصدر الري وجودة العمليات الزراعية، حيث يظهر الارتباط قوياً بين تلوث المياه الجوفية وارتفاع مستويات الكروم في الأنسجة النباتية الورقية.

إحصائيات تحاليل تركيز عنصر الكروم Cr للعينات قيد الدراسة: -

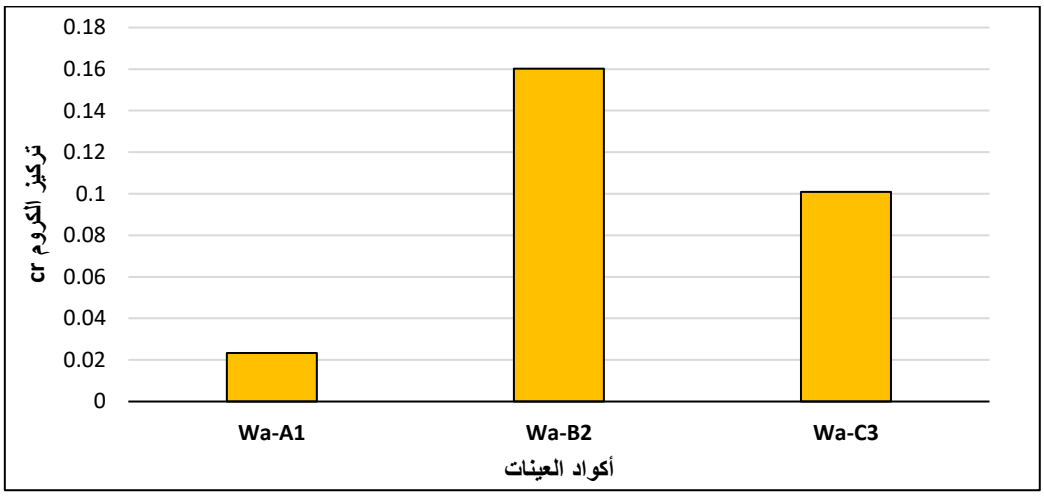


شكل (11) إحصائيات تحليل تركيز الكروم cr لعينات السلق والبقدونس.

 Copyright: © 2025 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 (12) إحصائيات تحليل تركيز الكروم cr لعينات التربة.



شكل (13) إحصائيات تحاليل تركيز عنصر الكروم cr لعينات المياه الجوفية.

الجدول (2) يوضح نتائج تحاليل (الرصاصPb، الكادميومCd، والكروميومCr) للعينات قيد الدراسة بوحدة ملجم/لتر.

رمز العينة	وزن بالجرام	الحجم الأصلي بالملل/لتر	تركيزcd ملجم/جم	تركيزCr ملجم/جم	تركيزpd ملجم/جم
CL-AS1	2.00	50	-	0.0465	0.01182
CL-AB2	2.00	50	-	0.2315	0.1984
CL-AC3	2.00	50	-	0.1486	0.1285
CH-AS1	2.00	50	-	0.08536	0.1874
CH-AB2	2.00	50	-	0.1553	0.2937
CH-AC3	2.00	50	-	0.1789	0.1115
CL-AB1	2.00	50	-	0.09665	0.1580
CL-BB2	2.00	50	-	0.09824	0.09880
CL-CB3	2.00	50	0.3404	0.1540	0.2246

 Copyright: © 2025 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/).

0.06987	0.1210	-	50	2.00	CH-AB1
0.2246	0.1212	-	50	2.00	CH-BB2
0.1783	0.1623	0.3604	50	2.00	CH-CB3
0.3315	0.07780	-	50	2.00	SO-A1
0.2292	0.2959	-	50	2.00	SO-B2
0.2293	0.1945	0.3506	50	2.00	SO-C3
0.2112	0.02336	-	50	-	Wa-A1
0.1037	0.1602	-	50	-	Wa-B2
0.1927	0.1009	0.3502	50	-	Wa-C3

استنتاجات تحاليل ونتائج الموصلية الكهربائية (Electrical Conductivity - EC):
أظهرت نتائج تحليل الموصلية الكهربائية لعينات التربة، والمياه الجوفية، والنباتات، والموضحة في الجدول (3) والأشكال (14، 15، 16)، تبايناً واضحاً بين المزارع الثلاث (الفيوت A، البركت B، وغات C). ويرتبط هذا التباين بطبيعة التربة، وجودة المياه، ونوع المحصول، والأسمدة المستخدمة، بالإضافة إلى الخصائص البيئية المحيطة.

مزرعة الفيوت "A":

- **التربة:** 309.930 µS/cm
- **المياه الجوفية:** 437.160 µS/cm
- **النباتات:** أظهرت العينات المغسولة موصلية معتدلة، بينما ارتفعت في العينات غير المغسولة (السلق المغسول 21.470 µS/cm، والبقدونس المغسول 68.810 µS/cm).
- **التحليل:** تسمح التربة الرملية بمرور الأيونات بحرية، بينما تحتوي المياه الجوفية على نسبة أملاح معتدلة. كما أن استخدام الأسمدة الصناعية (اليوريا، الفوسفات، والبروماكس) يزيد من توفر العناصر الذائبة للنبات.
- **الاستنتاج:** تعكس الموصلية توازناً جيداً بين العناصر الذائبة في التربة والمياه، وتظل النباتات المغسولة آمنة للاستهلاك.

مزرعة البركت "B":

- **التربة:** 282.700 µS/cm
- **المياه الجوفية:** منخفضة جداً (398 µS/cm)
- **النباتات:** سجلت الموصلية مستويات منخفضة نسبياً حتى في العينات غير المغسولة (السلق المغسول 42.245 µS/cm، والبقدونس المغسول 26.940 µS/cm).
- **التحليل:** تعمل التربة الطينية على احتجاز الأيونات، كما أن نظافة مياه الري تحد من تراكم الأملاح على النبات. كما تساهم أساليب الزراعة الجيدة، مثل قلب التربة المنظم واستخدام المبيدات، في تقليل تراكم الأملاح السطحية.
- **الاستنتاج:** تظهر النباتات موصلية منخفضة نسبياً، مما يدل على بيئة زراعية نظيفة ومستقرة نسبياً.

مزرعة غات "C":

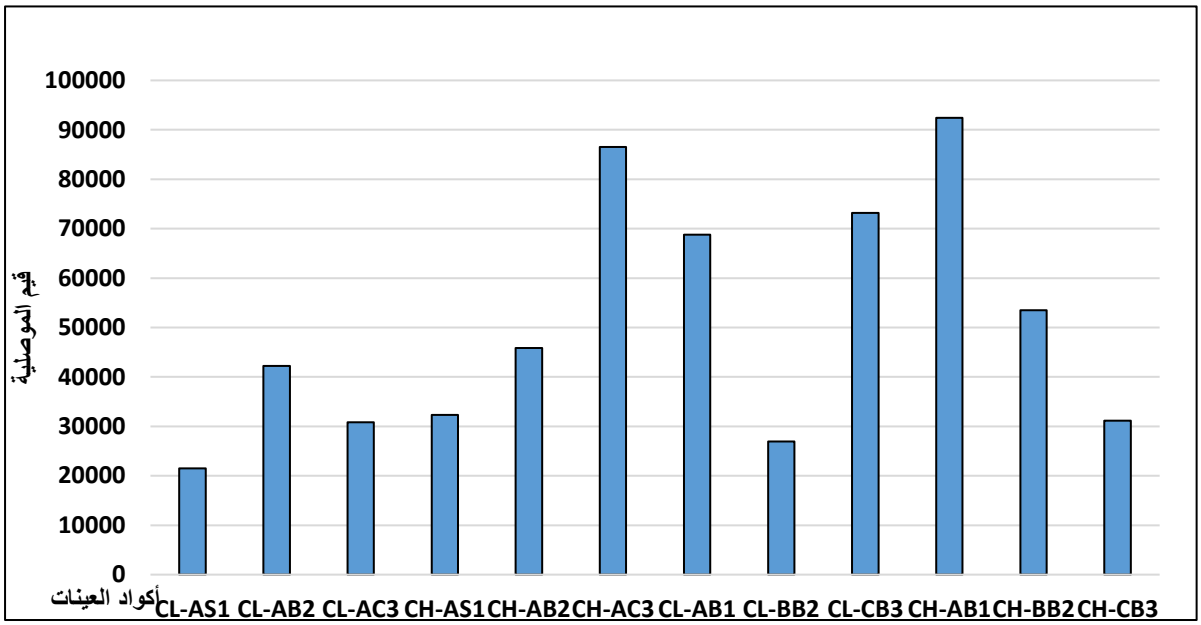
- **التربة:** 80.177 µS/cm
- **المياه الجوفية:** 345.150 µS/cm
- **النباتات:** سجلت الموصلية مستويات مرتفعة خاصة في العينات غير المغسولة (السلق غير المغسول 86.550 µS/cm، والبقدونس غير المغسول 31.175 µS/cm).
- **التحليل:** توفر التربة المختلطة امتصاصاً معتدلاً للأيونات، في حين أن المياه الجوفية غنية بالأيونات الذائبة. وتؤدي الأسمدة البلدية والعضوية إلى زيادة تراكم العناصر الذائبة. كما يلعب

 Copyright: © 2025 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/).

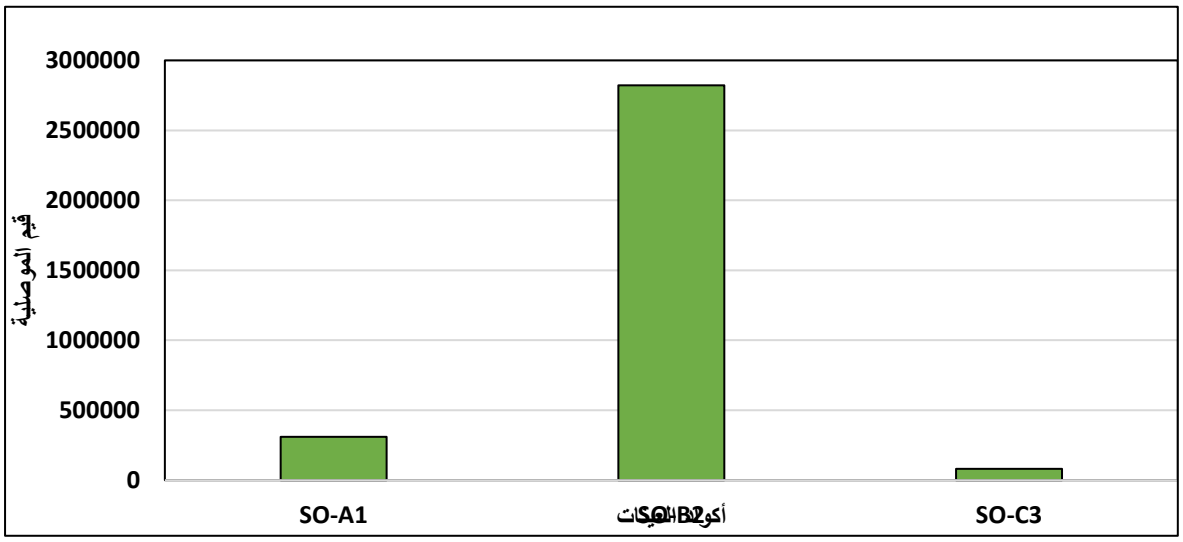
الغبار والنفايات المحترقة دوراً في تراكم الأملاح على الأوراق، خاصة مع استخدام تقنيات الري بالرشاشات.

- **الاستنتاج:** تعكس الموصلية العالية للنباتات تراكم الأملاح الناتج عن جودة المياه ونوع الأسمدة والملوثات البيئية المحيطة، مما يؤكد ضرورة غسل المحاصيل جيداً قبل الاستهلاك لتقليل الأملاح والملوثات السطحية.

إحصائيات تحاليل الموصلية للعينات قيد الدراسة: -

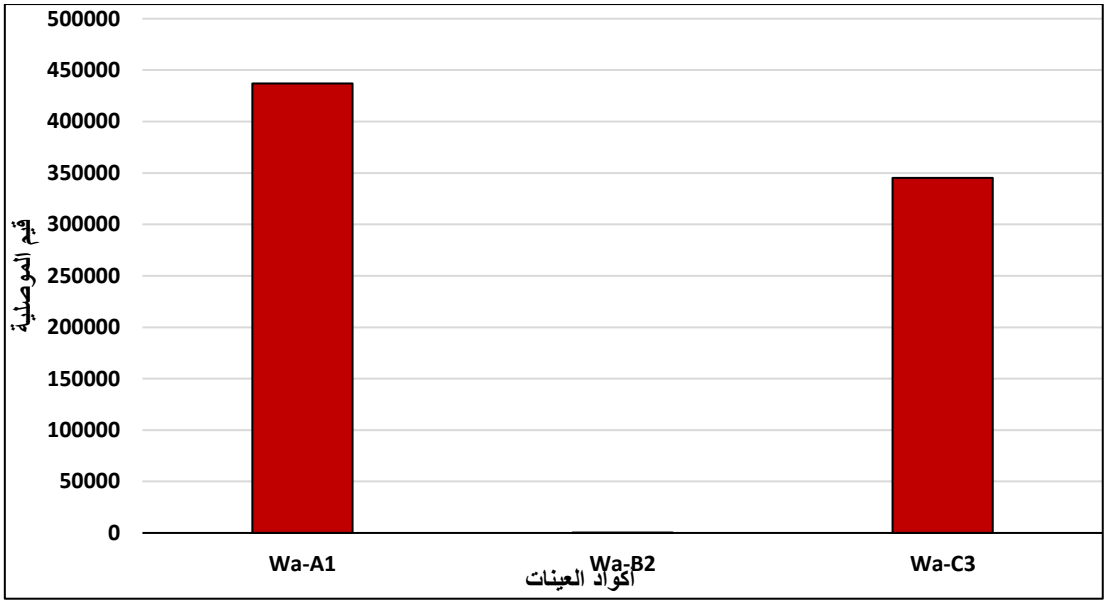


شكل (14) إحصائيات نتائج تحليل الموصلية لعينات السلق والبقدونس.



شكل (15) إحصائيات نتائج تحليل الموصلية لعينات التربة.

 Copyright: © 2025 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 (16) إحصائيات نتائج تحليل الموصلية لعينات المياه الجوفية.

الجدول (3) يوضح نتائج تحاليل الموصلية للعينات قيد الدراسة

رمز العينة	الموصلية المولارية mol .cm2. Ω-1
CL-AS1	21479
CL-AB2	42245
CL-AC3	30810
CH-AS1	32300
CH-AB2	45864
CH-AC3	86550
CL-AB1	68810
CL-BB2	26940
CH-CB3	73200
CH-AB1	92440
CH-BB2	53480
CH-CB3	31175
SO-A1	309930
SO-B2	282700
SO-C3	80177
Wa-A1	437160
Wa-B2	398
Wa-C3	345150

الخاتمة

أوضحت نتائج هذه الدراسة أن تراكم العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، والكروم) في نباتي السلق والبقدونس يتأثر بشكل مباشر بنوعية مياه الري وخصائص التربة، والظروف البيئية المحيطة بالمزارع

 Copyright: © 2025 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/).

في مدينة غات. كما كشفت النتائج عن تباين ملحوظ في مستويات التراكم بين المزارع؛ يُعزى بشكل رئيسي إلى اختلاف مصادر المياه، وطبيعة التربة، ومدى القرب من بؤر التلوث (مثل مكبات النفايات). وتؤكد هذه النتائج ضرورة إجراء المتابعة الدورية لجودة التربة ومياه الري، وتطبيق ممارسات زراعية سليمة للحد من انتقال العناصر الثقيلة إلى المحاصيل الغذائية. وتُعد هذه الدراسة إضافة علمية تطبيقية تساهم في دعم البحث العلمي البيئي وتعزيز التنمية الزراعية المستدامة في المنطقة.

التوصيات والاقتراحات

أولاً: توصيات للباحثين وطلبة الدراسات العليا:

1. الاستمرار في تحليل العينات النباتية والمائية والتربة بشكل دوري لرصد التغيرات الزمنية في تراكيز المعادن الثقيلة.
2. تطوير أساليب تحليل كيميائي أكثر دقة وسرعة وأقل تكلفة لتسهيل الرصد الميداني.
3. دعم الأبحاث العلمية حول آليات انتقال المعادن الثقيلة في النباتات المحلية ومدى قابليتها للامتصاص (Bioavailability).
4. إنشاء قاعدة بيانات مكانية رقمية للمعادن الثقيلة في غات لتوثيق التغيرات البيئية ومتابعتها مستقبلاً.

ثانياً: إرشادات توعوية للمزارعين:

1. تجنب إقامة المزارع بالقرب من مكبات النفايات، المناطق الصناعية، أو الطرق المزدحمة لتفادي التلوث العابر للحدود.
2. الاعتماد على مصادر مياه ري نظيفة ومراقبتها دورياً لضمان سلامة التربة والمحصول.
3. الحد من استخدام الأسمدة الكيميائية الغنية بالمعادن الثقيلة واستبدالها بأسمدة عضوية معالجة وآمنة.
4. إجراء فحص مخبري للتربة قبل البدء في الموسم الزراعي لتحديد مستويات المعادن واتخاذ التدابير الوقائية.
5. ضرورة غسل الخضروات الورقية جيداً بالماء الجاري قبل الاستهلاك لتقليل الملوثات السطحية.
6. التخلص الآمن من بقايا المحاصيل الملوثة بعيداً عن الأراضي الزراعية وعدم حرقها في الحقول.
7. تحسين إدارة الري باستخدام تقنية "الري بالتنقيط" بدلاً من "الري بالرش" لتقليل ترسيب الأملاح والمعادن على الأوراق.

ثالثاً: الحلول المقترحة للحد من التلوث:

1. تجهيز مختبرات محلية في غات والفيوت والبركت بالأجهزة الضرورية (مثل جهاز AAS) لسرعة الحصول على النتائج.
2. فرض رقابة بيئية صارمة على الأنشطة الصناعية وممارسات حرق النفايات القريبة من النطاقات الزراعية.
3. **المعالجة النباتية (Phytoremediation):** التوسع في زراعة النباتات "الفائقة التراكم" مثل (عباد الشمس، الخردل الهندي، واللفت) في الأراضي الملوثة لتطهيرها حيوياً من المعادن.
4. تطبيق نظام التناوب الزراعي (Crop Rotation) بين النباتات الماصة للمعادن والمحاصيل الغذائية لتنظيف التربة تدريجياً.

المشكلات والتحديات التي واجهت البحث

1. **نقص التجهيزات المخبرية:** الافتقار التام للأجهزة الأساسية في منطقة غات، مما فرض عبئاً لوجستياً بإرسال العينات إلى مدينة سبها (مسافة 1400 كم ذهاباً وإياباً).

 Copyright: © 2025 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/).

2. **تحديات العمل الميداني:** غياب مرافق مجهزة لإجراء التجارب الأولية وتجهيز العينات، مما زاد من تعقيد الجانب العملي.
3. **العوائق اللوجستية:** استهلاك وقت وجهد كبيرين في جمع العينات ونقلها بوسائل خاصة لضمان سلامتها حتى وصولها للمختبرات البعيدة.
4. **تفاوت العينات الزراعية:** صعوبة توحيد أنواع المحاصيل بين كافة المزارع نظراً لاختلاف نمط الإنتاج الزراعي الموسمي.
5. **ضعف الوعي البيئي:** واجه الفريق البحثي تحدياً في التواصل مع المزارعين بسبب نقص المعرفة بمخاطر المعادن الثقيلة، مما تطلب جهداً إضافياً في التوعية وجمع المعلومات.

المراجع

المراجع العربية:

1. آمنة، ك. م. (2018). *تلوث التربة*. كلية التربية الأساسية، بغداد، العراق.
2. أبريفيل. (2021). *البطاقة الغذائية للبقدونس*. باريس، فرنسا. تم الاسترداد من: https://www.aprifel.com/fr/fiche-nutritionnelle/persil/
3. الخطيب، ف. (2018). *تلوث الماء والتربة*. قسم علوم البيئة، بغداد، العراق.
4. الزايدي، ف. م. (2022). المخاطر الصحية المرتبطة بتلوث المنتجات الزراعية بالعناصر الثقيلة. *مجلة الدراسات البيئية*، 18(1)، 55-69.
5. الزرقني، ز.، وآخرون. (2022). توزيع العناصر المحتملة السامة في مدينة زنتان ومحيطها. *مجلة المعادن (MDPI)*، زنتان، ليبيا.
6. الشتيوي، م. م.، وآخرون. (2023). تقسيم العناصر الثقيلة ومؤشر خطورتها على صحة السكان في بعض الخضروات المنتجة في براك الشاطئ. جامعة وادي الشاطئ، براك الشاطئ، ليبيا.
7. الشهابي، م. (2003). *معجم الشهابي في مصطلحات العلوم الزراعية*. مكتبة لبنان ناشرون، بيروت، لبنان.
8. الكنّي، ع. ص. ز.، ومنصور، م. م. أ. (2025). دراسة بعض خصائص مصادر مياه الشرب والطفيليات المتواجدة بها في مدينة غات. *المجلة الليبية للعلوم الطبية والتطبيقية*، 3(2)، 83-94.
9. النعيمي، س. ن. (2020). *تسمم الإنسان بالعناصر الثقيلة*. دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان.
10. جاردينير مالين. (2021). *فوائد البقدونس الصحية*. باريس، فرنسا. تم الاسترداد من: https://www.jardiner-malin.fr/sante/persil-bienfaits-vertus.html
11. جامعة سبها - مركز البحوث والاستشارات العلمية. (2023). *تقارير وتحاليل المختبر المركزي*. سبها، ليبيا.
12. خديجة، أ.، وحسيبة، ح. (2016). *دراسة تركيز العناصر الثقيلة في الدلاع*. جامعة سبها، سبها، ليبيا.
13. خليفة، م.، وهميل، ع. م.، والطاهر، خ. أ. (2005). *تقدير تراكيز بعض المعادن الثقيلة في بعض معامل كلية العلوم*. جامعة سبها، سبها، ليبيا.
14. رغد. (2018). *تقدير العناصر الثقيلة في التربة*. جامعة القادسية، الديوانية، العراق.
15. سالم، م. ع. ع.، وسعيد، إ. ع.، وامحيسن، ع. ع.، وأبوجريدة، أ. ر. ع.، وامحمد، إ. م. (2023). تقييم المخاطر الصحية لبعض المعادن الثقيلة في الحليب المبستر المتوفر للاستهلاك في مدينة بني وليد - ليبيا. *المجلة الأفريقية للعلوم البحتة والتطبيقية المتقدمة*، 2(4)، 14-21. https://doi.org/10.65418/ajapas.v2i4.543
16. سوادي، ز. ص. (2019). *تأثير العناصر الثقيلة على نباتات (الجت، السلق، الخباز، والشبت)*. جامعة القادسية، الديوانية، العراق.

 Copyright: © 2025 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/).

17.عبد الرحمن، س. م. (2020). التأثيرات السمية للعناصر الثقيلة على صحة الإنسان. *مجلة البحوث الصحية*، 8(1)، 21-34.
18.عبد المهيمن، إ.، وتمر، ح.، وفاضل، ف. (2017). *دراسة العناصر الثقيلة في الخضراوات*. جامعة بغداد، بغداد، العراق.
19.محمد، ع. ر.، والسعيدي، م. ع. (2019). *استخدام مؤشرات التلوث لتقييم التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة في بعض المناطق الليبية*. جامعة طرابلس، طرابلس، ليبيا.
20.منظمة الصحة العالمية. (2017). *العناصر الثقيلة وتأثيرها على صحة الإنسان*. جنيف، سويسرا.
21.ناجي، م. (2022). *الكروم*. الموسوعة العربية، القاهرة، مصر.
22.هولم، م. أ. (2024). *مقياس الموصلية*. جامعة ولاية آيوا، آيوا، الولايات المتحدة الأمريكية.

المراجع باللغة الإنجليزية:

1. Amheisen, A. A., Salem, M. O. A., Ali, G. M., Abdulrahim, J. A & ,.Momammed, S. J. S. (2025). Determination of some heavy metal content in orange juices consumed in Libya . *Al-imad Journal of Humanities and Applied Sciences (AJHAS)*.04–01 ,
2. Salem, M. O. A.(2023) Detection of Heavy Metals in Goat Milk in Bani Waleed City-Libya ..*Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology*–73 ,(2)5 , .77https://doi.org/10.63359/grq3pd16
3. 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* .179–165 ,(1)10 ,https://doi.org/10.58916/jhas.v10i1.661
4. 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* .124–121 ,(2)3 , https://doi.org/10.64943/ljmas.v3i2.86

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 **SJPHRT** and/or the editor(s). **SJPHRT** 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: © 2025 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/).