African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 114-122
Website: *https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index*
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Comparative Analysis of Selected Heavy Metal Concentrations in Cucumbers Cultivated Inside and Outside Greenhouses in Randomly Selected Farms West of Tripoli

Zahrah S. Ghoulah [1 *], Howida A. Almadne [2], Farag S. Awen [3] , Souad Mohamed Kshed [4]
[1,3] Department of Chemistry, Libyan Academy, Tripoli, Libya
[2] Department of Medical Technologies, Higher Institute of Science and Technology, Administration of Higher Technical Institutes, Asabaa, Libya
[4] Libyan Advanced Center for Chemical Analysis, Libyan Authority for Scientific Research, Tripoli, Libya

مقارنة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في الخيار المزروع داخل وخارج البيوت البلاستيكية في مزارع مختارة عشوائيًا غرب مدينة طرابلس

زهرة سعيد غولة [1 *]، هويدا عبد السلام المدني [2]، فرج الشتيوي عوين [3] ، سعاد محمد كشيد [4]
[1،3] قسم الكيمياء، الاكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا
[2] قسم التقنيات الطبية، المعهد العالي للعلوم والتقنية، ادارة المعاهد التقنية العليا، الأصابعة ، ليبيا
[4] المركز الليبي المتقدم للتحاليل الكيميائية، الهيئة الليبية للبحث العلمي، طرابلس، ليبيا

[*]Corresponding author: zs101177@gmail.com

Received: August 06, 2025	Accepted: October 08, 2025	Published: October 12, 2025

Abstract:
This study aimed to determine the concentrations of selected heavy metals (lead, cadmium, and chromium) in cucumber samples produced in greenhouses and open-field farms west of Tripoli, Libya. Using Flame Atomic Absorption Spectroscopy (FAAS) The results for naturally grown (open-filed) cucumbers were compared with those from greenhouse cultivation. Furthermore, the concentrations were compared against the maximum permissible limits set by Libyan and international standards, expressed in mg/kg of fresh weight. The study also investigated the relationship between the cultivation method, geographical variations, and their impact on the concentrations of these elements in the cucumber samples. A total of 20 cucumber samples were randomly collected from several farms extending from Janzur to Sabratha (12 from greenhouses and 8 from open fields). The samples were stored in plastic bags and subsequently digested using concentrated nitric acid (65%).The elemental concentrations were measured using FAAS. The results revealed high concentrations of lead (Pb), with an average of 0.440 mg/kg in open-field cucumbers and 0.641 mg/kg in greenhouse cucumbers (fresh weight). These levels exceed the maximum permissible limit of 0.1 mg/kg established by both Libyan and international standards. For chromium (Cr), the average concentration was 0.130 mg/kg in open-field cucumbers and 0.192 mg/kg in greenhouse cucumbers. These concentrations are below the international maximum allowable limit (0.5 mg/kg), noting that no specific Libyan standard exists for chromium in vegetables. Regarding cadmium (Cd), its concentrations in all samples were below the instrument's limit of detection (<0.01 mg/L).

Keywords: Heavy metals, Cucumis Sativus-L, Greenhouses, Flame Atomic Absorption Spectroscopy.

 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/).

الملخص
هدفت هذه الدراسة إلى تعيين تراكيز بعض العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، والكروم) في عينات من الخيار المنتج داخل البيوت البلاستيكية (الصوبات) وخارجها، وذلك في عدد من مزارع غرب مدينة طرابلس، باستخدام تقنية الامتصاص الذري اللهبي . (flam Atomic Absorption Spectroscopy) تمت مقارنة نتائج تحليل العناصر المذكورة في الخيار المنتج طبيعيًا (الشمسي) مع الخيار المنتج داخل البيوت البلاستيكية (الصوبات)، بالإضافة إلى مقارنتها بالحدود القصوى المسموح بها وفقًا للمواصفات القياسية الليبية والعالمية، بوحدة ملليغرام /كيلوغرام للوزن الطازج. كما تناولت الدراسة العلاقة بين نوع الزراعة واختلاف المناطق الجغرافية وتأثيرهما على تراكيز هذه العناصر في عينات الخيار.
تم جمع عدد20 عينة من الخيار الطبيعي والصوبات (12من البيوت البلاستيكية، و8 من المزارع المفتوحة) بطريقة عشوائية من عدة مزارع تمتد من جنزور إلى صبراته، وقد تم حفظ العينات في أكياس بلاستيكية، ثم أجريت عليها عملية الهضم باستخدام حمض النيتريك المركز .(65%)
تم قياس تراكيز العناصر بواسطة جهاز الامتصاص الذري اللهبي، وأظهرت النتائج وجود تراكيز مرتفعة من عنصر الرصاص إذ بلغ متوسط تركيزه في الخيار الطبيعي (0.440 ملغ/كغ)، وفي الخيار المنتج داخل الصوبات(0.641ملغ/كغ) للوزن الطازج، وهي تراكيز تجاوزت الحد الأقصى المسموح به وفقًا للمواصفات القياسية الليبية والعالمية (0.1 ملغ/كغ).
أما متوسط تركيز عنصر الكروم فقد بلغ (0.130 ملغ/كغ) في الخيار الطبيعي، و(0.192 ملغ\كغ) في الخيار المنتج داخل الصوبات، وهي تراكيز أقل من الحد الأقصى المسموح به عالميًا (0.5 ملغ/كغ)، علمًا بأنه لا توجد مواصفة ليبية قياسية للكروم في الخضروات. فيما يتعلق بعنصر الكادميوم، فقد كانت تراكيزه أقل من حد كشف الجهاز المستخدم (<0.01 ملغ/لتر).

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، الخيار، البيوت البلاستيكية، الامتصاص الذري اللهبي.

المقدمة Introduction

يوفر استهلاك الخضار والفواكه للغذاء وسيلة أوفر للحصول على الفيتامينات والألياف والمعادن المهمة للجسم. إن أماكن نمو هذه النباتات واختلاف أنواعها يؤدي دورًا مهمًا في نسبة وجود العناصر المهمة فيها وأيضًا كمية التلوث والأدوية والأسمدة المستعملة تؤدي دورًا مهمًا في صحة متناولها إن الاستعمال المفرط للأسمدة هو أحد أسباب التلوث بالعناصر الثقيلة فهي ثابتة في البيئة، و تتراكم في الكائنات الحية، أو تتسرب الى التربة والمياه الجوفية (Akan,et al,2013).
تعرف العناصر الثقيلة بأنها عناصر طبيعية لها وزن ذري مرتفع وكثافة أكبر بخمس مرات من كثافة الماء، وتوجدبتركيزات ضئيلة في البيئة، ولكن أدت التطبيقات الصناعية والمنزلية والزراعية والطبية والتقنية المتعددة الى انتشارها على نطاق واسع (الغنيمي،س.2020) إن بعض العناصر مثل النحاس والحديد والزنك اساسية ومهمة لجسم الانسان والبعض الأخرمثل الرصاص والكادميوم والكروم والزئبق غير ضرورية وسامة للجسم حتى عند التراكيز المنخفضة (Zafarzadeh,et al,2018) ويمكن أن يؤدي استهلاك الغذاء الملوث بالمعادن الثقيلة الى استنفاذ هذه العناصر الغذائية الأساسية في الجسم بشكل خطير مما يتسبب في انخفاض مستوى المناعة وتأخر النمو داخل الرحم وإعاقات مرتبطة بسوء التغذية وضعف السلوك النفسي والاجتماعي (Mansour,et al,2014)
في الآونة الاخيرة أصبح إنتاج الخضروات في البيوت البلاستيكية (الصوبات) منتشرًا على نطاق واسع في البلدان النامية، ويعد تلوث المعادن الثقيلة في نظام إنتاج الخضروات في البيوت البلاستيكية مصدر قلق متزايد بشأن الصحة العامة لما لها من سمية كبيرة للإنسان والحيوان والكائنات الحية الدقيقة والنباتات، ويعد تلوث السلسلة الغذائية أحد المسارات المهمة لدخول هذه الملوثات إلي جسم الإنسان، ويكشف تراكم المعادن الثقيلة في نظام التربة والخضروات المنتجة بالبيوت البلاستيكية (الصوبات) عن مخاطر صحية خطيرة للاستهلاك البشري، حيث وجد إن لهذه العناصر القدرة على الهجرة من التربة إلى النباتات بالترتيب أوراق الخضروات ثم ثمار الخضروات ثم الخضروات الدرنية (Fan,et al,2017).
حيث توفر البيوت البلاستيكية انتاجًا مستمرًا على مدار العام من الخضروات حتى في غير موسمها باستخدام درجات حرارة مرتفعة ومدخلات كيميائية ومبيدات حشرية وفطرية ومبيدات أعشاب قد تسبب مشاكل بيئية وصحية كبيرة (Xu,et al,2015)
ويعد الخيار **(Cucumis Sativus- L)** من الخضروات الشائعة والمستهلكة على نطاق واسع في ليبيا والعالم، ويزرع بكثرة في البيوت البلاستيكية لأنه يحتاج لجو دافئ أو جاف معتدل حيث الصقيع ودرجات الحرارة المنخفضة ضار له (يرقان،ف،2012) ونظرًا لأهميته الغذائية والصحية واعتقاد الجمهور الليبي أن الخيار المنتج في المزارع المفتوحة يحتوي على مواد كيميائية أقل من الخيار المنتج في البيوت البلاستيكية فإن هذا البحث يهدف الى مراقبة مستويات العناصر الثقيلة فيه بنوعيه (المنتج طبيعيًا أو داخل البيوت البلاستيكية) في عدة مناطق غرب مدينة طرابلس ودراسة تأثير نوع الزراعة والمنطقة على تركيز هذه العناصر،حيث اظهرت دراسة محلية (فضيل واخرون،2021) في مدن شرق ليبيا ان متوسط تراكيز الرصاص في الخيار المنتج في جميع مواسم السنة تتراوح بين (0.039-0.121) ملغ/كغ وهي على اعتاب تخطي

 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/).

الحد المسموح به محليًا ودوليًا، بينما تراكيز الكادميوم كانت اقل من مستوى تحسس الجهاز المستعمل، وأظهرت دراسات في مصر والصين وإيران تجاوز مستويات الرصاص الحد المسموح به دوليًا .

الطرق والمواد Materials and methods

1. منطقة الدراسة: تم جمع العينات من بعض المزارع غرب مدينة طرابلس من المناطق الممتدة من مدينة جنزور وحتى مدينة صبراتة والمناطق هي:
(جنزور – الزهراء – الزاوية – المعمورة – الحرشة – أبي عيسى – صرمان - صبراته)

2.جمع العينات : تم تجميع العينات مباشرة من داخل المزارع حيث تم تجميع عدد 20عينة من الخيار الطبيعي (الشمسي) المزروع في المزارع المفتوحة والخيار المنتج في البيوت البلاستيكية(الصوبات) وتم وضع العينات في أكياس بلاستيكية وإعطائها رموز للتمييز بينها وكانت عملية التجميع في نهاية شهر(8) وبداية شهر (9) من الموسم الزراعي 2023.

3.المواد الكيميائية المستخدمة
- حمض النيتريك المركز بنسبة (65%) من شركة (Merck Germany) لهضم العينات .
-جميع الكواشف والمحاليل المستخدمة كانت من درجة نقاء عالية .
-تم استخدام مياه مقطرة ومنزوعة الايونات لتحضير جميع المحاليل.

4.الأجهزة والأدوات الأساسية المستخدمة
- جهاز الامتصاص الذري باللهب
  Flam Atomic Absorption Spectrometer-FAAS
  .(Analytik jena-novAA800- Germany)
- جهاز هضم العينات (Microwave Digestion System).
  موديل (START D- Italy).
- فرن تجفيف OVEN BS- M0DEL OV-160
- ميزان إلكتروني حساس لوزن العينات بدقة.
- أواني زجاجية وبلاستيكية مغسولة جيدًا وتم نقعها في حمض نيتريك مخفف (10%) لمدة 24 ساعة ثم شطفها بمياه منزوعة الأيونات تجنبًا للتلوث.

5. معالجة العينات وهضمها

بمجرد جمع العينات، تم غسلها أولاً كخضروات طازجة بماء الصنبور،ثم غسلت بالماء المقطر،وجففت في الهواء بعناية. بعد ذلك تم وزنها وهي طازجة، وسجل الوزن الطازج لكل عينة. ثم قطعت العينات إلى قطع صغيرة، وجففت في الفرن عند درجة حرارة تتراوح (60-70) درجة مئوية لمدة 48 ساعة. عندما أصبحت العينات جافة تم وزنها مرة أخرى وتسجيل الوزن الجاف (وذلك لتحديد محتوى الرطوبة في كل عينة). أعقب ذلك طحن العينات إلى مسحوق ناعم بواسطة مطحنة كهربائية وتخزينها في حاويات مغلقة بعيدًا عن الرطوبة.

6.طريقة الهضم

تم إجراء عملية الهضم باستخدام جهاز الميكروويف في مركز بحوث الأحياء البحرية- طرابلس، وذلك من خلال وزن 1غرام من العينة الجافة والمسحوقة، ووضعها في أوعية مصنوعة من التفلون. ثم أضيف إلى كل عينة 8 مل من حمض النيتريك المركز (65%)، وتم تحريك الوعاء بلطف لضمان توزيع المسحوق بشكل متساوٍ داخل الحمض. بعد ذلك، أغلقت الأوعية بإحكام، ووضعت في الدوار داخل فرن الميكروويف. تمت برمجة الوحدة لإتباع خطوتين أساسيتين :الأولى تتألف من فترة 25دقيقة لرفع درجة الحرارة من درجة حرارة الغرفة إلى 180درجة مئوية عند 1000وات، وفي الخطوة الثانية تم الحفاظ على نفس الدرجة لمدة 10دقائق بعد الإنتهاء من البرنامج تركت الأوعية لتبرد حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة، ثم فتحت الأوعية ونقلت محتوياتها، وتم ترشيحها إلى دوارق حجمية سعة 25 مل، تلا ذلك التخفيف حتى العلامة باستخدام الماء المقطر(Nadine,et al,2009).

7.قياس تراكيز العناصر الثقيلة

تم قياس تراكيزكل من الرصاص ،الكادميوم ،والكروم في المحاليل المهضومة باستخدام جهاز الامتصاص الذري باللهب (FAAS)، في المركزالليبي المتقدم للتحاليل الكيميائية - طرابلس، وتم ضبط الجهاز وفقًا للظروف التشغيلية المناسبة لكل عنصر .

 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/).

تم قياس امتصاصية كل عينة وتم تحديد تراكيز المعادن باستخدام منحنيات المعايرة التي تم انشاؤها من المحاليل القياسية والتي تم تحضيرها من المحلول القياسي (1000ملجم /لتر) لكل عنصر بواسطة طريقة التخفيف المتسلسل ومن ثم استخدام هذه المحاليل القياسية في انشاء منحنيات معايرة لكل عنصر.

التحليل الاحصائي للبيانات

تم استخدام التحليل الوصفي (المتوسط والانحراف المعياري) لوصف تراكيز المعادن الثقيلة والتحليل الاستدلالي (اختبار t للعينة الواحدة واختبار t للعينات المستقلة) وأيضًا اختبار تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) لمقارنة متوسط تراكيز المعادن بين المناطق الجغرافية ، تم اعتبار مستوى الدلالة الاحصائية عند $P<0.05$.

النتائج Results

سيتم عرض تراكيز المعادن الثقيلة المختارة (Pb-Cr-Cd) في العينات في الجدول (1).

جدول (1) متوسط تركيز كل عنصر والانحراف المعياري مع نوع الزراعة والمنطقة.

نوع الزراعة	المنطقة	تركيز الرصاص(ملغ/كغ) المتوسط ± الانحراف المعياري	تركيز الكروم(ملغ/كغ) المتوسط ± الانحراف المعياري	تركيز الكادميوم(ملغ/كغ) المتوسط ± الانحراف المعياري
الزراعة المحمية (صوبات)	الحرشة	0.038± 0.358	0.004± 0.229	ND
		0.054± 1.66	0.005± 0.287	ND
	أبي عيسى	0.003± 0.494	0.041± 0.196	ND
	الزاوية	0.133± 0.437	0.003± 0.132	ND
		0.071± 2.336	0.010± 0.499	ND
		0.078± 0.183	0.098± 0.159	ND
	المعمورة	0.014± 0.505	0.017± 0.287	ND
	صرمان	0.102± 0.157	0.003± 0.069	ND
		0.067± 0.644	0.006± 0.165	ND
	صبراته	0.101± 0.499	0.002± 0.032	ND
	جنزور	0.053± 0.224	0.000± 0.224	ND
	الزهراء	0.080± 0.187	0.000± 0.187	ND
الزراعة المفتوحة (طبيعي)	صرمان	0.022± 0.429	0.001± 0.309	ND
		0.046± 0.596	0.018± 0.144	ND
	صبراته	0.148± 0.691	0.007± 0.071	ND
		0.014± 0.548	0.049± 0.199	ND
	المعمورة	0.144± 0.446	0.000± 0.097	ND
	ابي عيسى	0.019± 0.318	0.000± 0.037	ND
	جنزور	0.043± 0.384	0.000± 0.090	ND
	الزهراء	0.052± 0.103	0.000± 0.103	ND

جدول (2) مقارنة متوسط تركيز الرصاص والكروم (ملغ/كغ) في عينات الخيار مع الحدود الدولية والمحلية المسموح بها.

العنصر	المواصفات المحلية والدولية	العدد	المتوسط الحسابي± الانحراف المعياري	اختبار t	مستوى الدلالة
الرصاص	0.1	40	0.527 ± 0.560	5.525	< 0.001
الكروم	0.5	40	0.115 ± 0.167	117.713-	< 0.001

تشير نتائج التحليل الإحصائي الموضحة بالجدول (2) إلى وجود اختلافات ذات دلالة إحصائية بين متوسط تركيز كل من الرصاص والكروم في عينات الخيار مقارنة بالمواصفات المحلية والدولية (FAO/WHO) المحددة ، بالنسبة للرصاص كان متوسط التركيز(0.527 ±0.560 ملغ/كغ). $t(39) = 5.525, p < 0.001$

هذه النتيجة تشير إلى أن مستويات الرصاص في عينات الخيار تتجاوز بشكل كبير الحدود المقبولة محلياً ودوليًا.

أما بالنسبة للكروم فقد كان متوسط التركيز (0.115 ±0.167 ملغ/كغ) . $t(39) = -117.713, p < 0.001$ هذه النتيجة تشير إلى أن مستويات الكروم في عينات الخيار أقل بشكل ملحوظ من الحدود المقبولة دوليًا.

 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/).

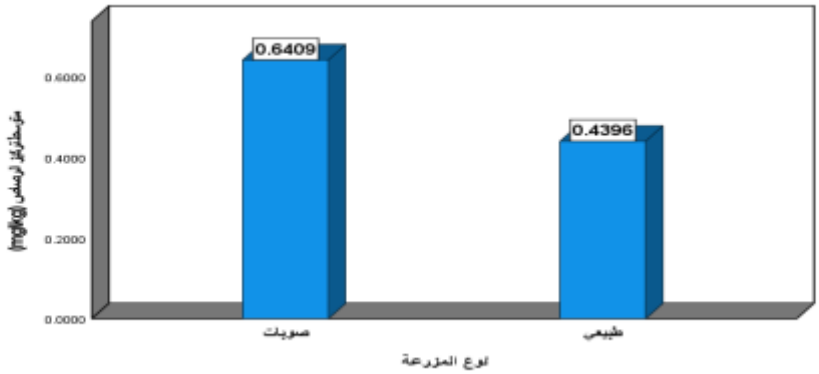
تأثير نوع الزراعة على تركيز العناصر

جدول (3) مقارنة متوسط تركيز عنصر الرصاص في الوزن الرطب للخيار تبعا لنوع الزراعة.

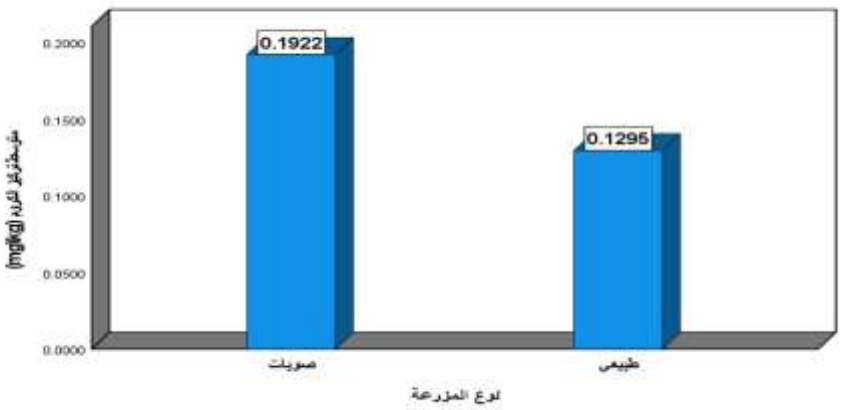
العنصر	نوع المزرعة	العدد	المتوسط الحسابي (ملغ\كغ)	الانحراف المعياري	اختبار t	مستوى الدلالة
الرصاص	صوبات	24	0.641	0.657	1.419	0.167
	طبيعي	16	0.440	0.185		
الكروم	صوبات	24	0.192	0.126	1.739	0.090
	طبيعي	16	0.130	0.086		

وفقًا للنتائج المعروضة في الجدول (3)، تم إجراء تحليل إحصائي لمقارنة متوسط تركيز الرصاص في الخيار بين نوعين من الزراعة: الصوبات والزراعة الطبيعية.

- كان متوسط تركيز الرصاص (0.641 ملغ/كغ) في عينات الصوبات بينما كان متوسط تركيز الرصاص في الخيار المزروع طبيعيًا (0.440 ملغ/كغ) فعلى الرغم من أن متوسط تركيز الرصاص في الخيار المزروع في الصوبات كان أعلى من المزروع طبيعيًا، إلا أن هذا الفرق لم يكن ذا دلالة إحصائية (p=0.167).
- لوحظ نمط مشابه حيث كان متوسط تركيز الكروم في عينات الصوبات (0.192 ملغ/كغ)، بينما كان متوسط تركيز الكروم في الخيار المزروع طبيعيًا (0.130 ملغ/كغ). ولكن هذا الفرق لم يصل إلى مستوى الدلالة الإحصائية(p=0.090).



شكل (1) متوسط تركيز عنصر الرصاص في الوزن الرطب للخيار تبعا لنوع الزراعة.



شكل(2) متوسط تركيز عنصر الكروم في الوزن الرطب للخيار تبعا لنوع الزراعة.

 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/).

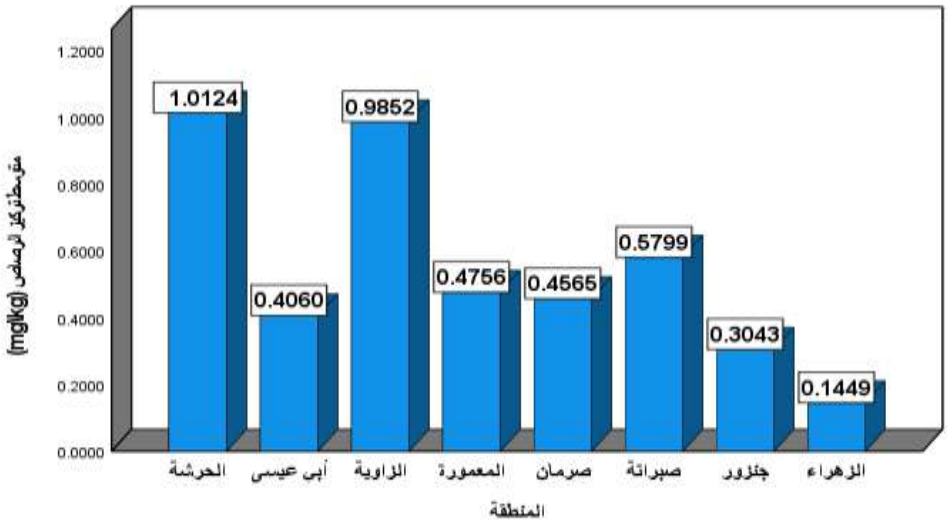
تأثير المنطقة الجغرافية على تركز العناصر :

اظهر تحليل التباين الاحادي (0ne-Way ANOVA) نتائج متباينة لتأثير المنطقة الجغرافية على تركيز العناصر.

- **الرصاص:** لم يتم الكشف على وجود فروق ذات دلالة احصائية في متوسط تركيز الرصاص بين المناطق المختلفة F(7,32)=1.805, P=0.121
- **الكروم:** وجود فروق ذات دلالة احصائية في متوسط تركيز الكروم بين المناطق المختلفة F(7,32)=3.07,P=0.014

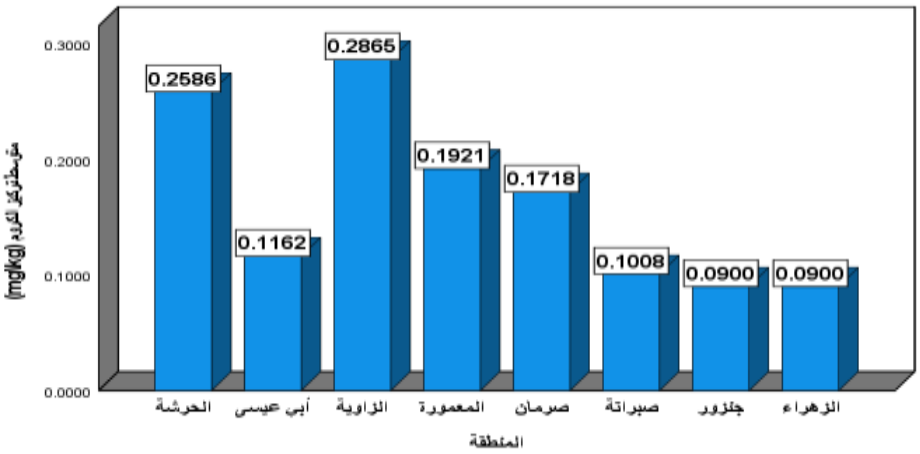
جدول (4) مقارنة متوسط تركيز عنصر الرصاص والكروم (ملغ/كغ)تبعا للمنطقة

العنصر	نوع المزرعة	العدد	المتوسط الحسابي (ملغ\كغ)	الانحراف المعياري	اختبار F	مستوى الدلالة
الرصاص	الحرشة	4	1.012	0.75617	1.805	0.121
	أبي عيسى	4	0.406	0.10224		
	الزاوية	6	0.985	1.05518		
	المعمورة	4	0.476	0.09011		
	صرمان	8	0.457	0.20961		
	صبراته	6	0.580	0.12034		
	جنزور	4	0.304	0.10046		
	الزهراء	4	0.145	0.07368		
الكروم	الحرشة	4	0.259	0.033	3.078	0.014
	أبي عيسى	4	0.116	0.095		
	الزاوية	6	0.287	0.171		
	المعمورة	4	0.192	0.110		
	صرمان	8	0.172	0.093		
	صبراته	6	0.101	0.081		
	جنزور	4	0.090	0.000		
	الزهراء	4	0.090	0.000		



شكل (3) مقارنة متوسط تركيز عنصر الرصاص في الوزن الرطب للخيار تبعا للمنطقة.

 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) مقارنة متوسط تركيز عنصر الكروم في الوزن الرطب للخيار تبعا للمنطقة.

المناقشة

- تشير نتائج هذه الدراسة الى وجود تلوث بعنصر الرصاص في عينات الخيار بنوعيه التي تم تحليلها حيث تجاوز متوسط التركيز (0.560 ملغ/كغ) بشكل كبير الحد الاقصى المسموح به محليًا ودوليًا وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة أجراها (Mohamad,et al,2019) في ماليزيا حيث بلغ تركيز الرصاص (0.579 ملغ /كغ) وأيضا وجد(Ram,et al,2019) في بنغلاديش و (Mahabadi,et al,2020) في إيران و (Amaani,et al,2020) في الرياض تراكيز عالية للرصاص تجاوزت الحدود المسموح بها. في المقابل كانت تراكيز الرصاص التي تحصلنا عليها في هذه الدراسة أعلى بكثير من الدراسة التي أجراها (Jalali,et al,2020) في إيران ودراسات أخرى أجريت في العراق(Khudair,2022) ومصر (Sameeh, et al,2009) وحتى في دراسة محلية في مدن شرق ليبيا (فضيل واخرون،2021)، مما قد يشير إلى أن منطقة الدراسة معرضة لمصادر تلوث بالرصاص أكثر كثافة .
- على النقيض من الرصاص كان متوسط تركيز الكروم في هذه الدراسة (0.167 ملغ/كغ) وهي أقل من الحدود المسموح بها مما يشير إلى عدم وجود خطورة حالية من هذا العنصر وتتشابه هذه النتيجة مع ماوجده (Khudair,2022) في العراق.
- لم تظهر التحليلات الاحصائية عن وجود تأثير لنوع الزراعة (المزارع المفتوحة مقابل الصوبات) على تركيز أي من العنصرين على الرغم من إن المتوسطات الحسابية للرصاص والكروم كانت أعلى في نظام الصوبات إلا إن الفرق لم يكن ذا دلالة احصائية ($p>0.05$) وقد يشير التباين الكبير في تركيز الرصاص (SD=0.657) إلى وجود مصادر تلوث غير متجانسة ببعض الصوبات .
- اظهرت الدراسة تاثيرًا للمنطقة الجغرافية على تركيز الكروم مع وجود فروق ذات دلالة احصائية بين المناطق (P=0.014) مما يوحي بان عوامل محلية مثل جيولوجيا التربة أو الممارسات الزراعية المستعملة قد تلعب دور في وجود العنصر وامتصاصه من قبل النبات ولم يلاحظ هذا التأثير في الرصاص مما يرجح أن مصادر التلوث بالرصاص ربما قد تكون أكثر انتشارًا في المناطق المدروسة او إن حجم العينة ربما لم يكن كافيًا للكشف عن الفروق القائمة.
- بالنسبة للكادميوم لم يتم الكشف عن تراكيز قابلة للقياس في هذه الدراسة مما يعني أن مستويات تركيزه أقل من حد الكشف للجهاز المستعمل (No Delected,ND) . ومع ذلك يجب استمرار مراقبة هذا العنصر باستخدام تقنيات تحليلية أكثر حساسية حيث اظهرت بعض الدراسات تراكيز متفاوتة له تجاوز بعضها الحد المسموح .

الاستنتاج Conclusion

- **تلوث بالرصاص**: عينات الخيار بنوعيه (طبيعي /صوبات) في المناطق المدروسة ملوثة بالرصاص وتفوق الحد الآمن المسموح به محليًا ودوليًا مما قد يشكل خطرًا على صحة المستهلك.
- **مستويات آمنة للكروم** : تراكيز الكروم كانت ضمن الحدود الآمنة دوليًا ولا تمثل أي مشكلة صحية حاليًا.
- **تأثير محدود لنوع الزراعة** : على الرغم من إن متوسطات تراكيز الرصاص والكروم في عينات الخيار المزروع في البيوت البلاستيكية أعلى من عينات الخيار المزروع طبيعيًا لكن لم يثبت وجود أي تأثير ذو دلالة احصائية لنوع الزراعة (طبيعي او صوبات) على تراكم الرصاص والكروم.
- **تأثير المنطقة الزراعية** : بناء على البيانات الحالية قد تلعب المنطقة الجغرافية دورًا مؤثرًا في تحديد تركيز الكروم ولكن ليس على تركيز الرصاص.

 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/).

التوصيات Recommendation

بناء على النتائج المتحصل عليها نوصي بالآتي:

1. **تحديد مصادر التلوث** : اجراء دراسة شاملة لتحديد مصادر تلوث التربة والمياه بالرصاص في المناطق الزراعية.
2. **المراقبة الدورية** : اجراء فحوصات دورية لرصد مستويات المعادن الثقيلة في المنتجات الزراعية لضمان سلامة الغذاء .
3. **توعية المزارعين** : تنفيذ حملات توعية للمزارعين حول الممارسات الزراعية الجيدة (Good Agricultural Practices) للحد من استخدام المدخلات الملوثة .
4. **دراسات مستقبلية** : اجراء مزيد من الابحاث بحجم عينات اكبر لتاكيد هذه النتائج واستكشاف تأثير عوامل أخرى لم تتناولها هذه الدراسة.

المراجع References

1-Akan, J. C., Kolo, B. G., Yikala, B. S., & Ogugbuaja, V. O. (2013). Determinations of some heavy metals in vegetable samples from Biu Local Government Area, Borno State, North Eastern Nigeria. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 1(2), 40–46.

2-Alturiqi, A. S., Albedair, L. A., & Ali, M. (2020). Health risk assessment of heavy metals in irrigation water, soil, and vegetables from different farms in Riyadh district, Saudi Arabia. Journal of Elementology, 25(4).

3-El-Nakat, J. (2009). Measurement of levels of heavy metal contamination in vegetables grown and sold in selected areas in Lebanon. Jordan Journal of Chemistry, 4(3), 303–315.

4-Fan, Y., Li, H., Xue, Z., Zhang, Q., & Cheng, F. (2017). Accumulation characteristics and potential risk of heavy metals in soil-vegetable systems under greenhouse cultivation conditions in Northern China. Ecological Engineering, 102, 367–373.

5-الغنيمي، س. (2020). تسمم الإنسان بالعناصر الثقيلة [Human poisoning by heavy metals]. بيروت، لبنان: دار الكتب العلمية.

6-الجراري، ا. (2021). رصد متبقيات المبيدات الكلورينية والعناصر الثقيلة في بعض الخضروات والفاكهة في أسواق شرق ليبيا [Monitoring of organochlorine pesticide residues and heavy metals in some vegetables and fruits in eastern Libyan markets]. مجلة المختار للعلوم, 36(4), 307–324.

7-Jalali, M., & Mojahed, J. (2020). Assessment of the health risks of heavy metals in soils and vegetables from greenhouse production systems in Iran. International Journal of Phytoremediation, 22(8), 834–848.

8-Khudair, Z. J. (2021). Assessment of some heavy metals in fruit and vegetables grown in Samawah City, Iraq. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 8, 1600–1612.

9-Mahabadi, M., Ramroudi, R. M., Asgharipour, R. M., Rahmani, M., & Afyuni, M. (2020). Assessment of heavy metals contamination and the risk of target hazard quotient in some vegetables in Isfahan. Pollution, 6(1), 69–78.

10-Mansour, S. A. (2014). Monitoring and health risk assessment of heavy metal contamination in food. In R. Bhat & V. M. Gómez-López (Eds.), Practical food safety: Contemporary issues and future directions (pp. 231–255). Wiley-Blackwell.

11-Mansour, S. A., Belal, M., Arab, A., & Gad, M. (2009). Monitoring of pesticides and heavy metals in cucumber fruits produced from different farming systems. Chemosphere, 75(5), 601–609.

12-Proshad, R., Chandra, K., Islam, M. S., & Kormoker, T. (2020). Potential health risk of heavy metals via consumption of rice and vegetables grown in the industrial areas of Bangladesh. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 26(4), 921–943. https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1546114

13-Shahid, M., Mohamad, A., Shafie, F., Rajan, S., & Ikhwan, R. (2019). Determination of heavy metals in fruit vegetables produced from conventional farms in Kuala Selangor district. Healthscope: The Official Research Book of Faculty of Health Sciences.

14-Xu, L., Lu, A., Wang, J., Ma, Z., Pan, L., & Feng, X. (2015). Accumulation status, sources, and phytoavailability of metals in greenhouse vegetable production systems in Beijing, China. Ecotoxicology and Environmental Safety, 122, 214–220.

15-يرقان، ف. (2012). الموسوعة النباتية - الفواكه طبيعتها وفوائدها [Botanical encyclopedia – Fruits: Their nature and benefits]. دار المأمون للنشر والتوزيع.

16-Zafarzadeh, A., Rahimzadeh, H., & Mahvi, A. (2018). Health risk assessment of heavy metals in vegetables in an endemic esophageal cancer region in Iran. Health Scope, 7(3), e12340. https://doi.org/10.5812/jhealthscope.12340

 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/).

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 **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** 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/).