مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

تقييم تركيز بعض المعادن الثقيلة ومؤشر خطورتها على صحة السكان في بعض الخضروات المنتجة بمنطقة براك ، ليبيا

هدى حسن النكاع [1]، سميرة موسي الوليد[1] ، مسعودة محمد الشتوري[2] ، عائشة عبدالقادر الشنوكي[1]، *منصور عويدات سالم[2]
[1]كلية العلوم ، جامعة وادي الشاطيء ؛ [2]كلية البيئة و الموارد الطبيعية ، جامعة وادي الشاطيء
m.salem@wau.edu.ly

الملخص:

أجريت هذه الدراسة لتقييم تركيز بعض المعادن الثقيلة واثرها على الصحة العامة ببعض الخضروات الاكثر استهلاكا بمنطقة براك الشاطئ. حيث تم تقدير العناصر الثقيلة **Cd، Fe ، Zn ، Mn ، Ni ، Cr ، Pb ، Cu**. في بعض الخضروات والتي شملت ، السلك ، المعدنونس، السلطة ، الجزر ، البصل ، البطاطا ، الباذنجان ، الكوسة، ، تروح متوسط تركيز هذه العناصر 0.75 – 2.77 ، 68.35 – 246.94 ، 6.90 – 42.67 ، 11.53 – 56.37 ، 1.95 – 20.13 ، 0.88 – 8.13 ملجم/كجم وزن جاف ،على التوالي. اما متوسط تركيز هذه العناصر في عينات التربة فكان ، 0.13 ، 272.21 ، 3.03 ، 16.57 ، 10.68 ، 25.84 ،1.41 ملجم /كجم. وزن جاف علي التوالي ، وكان تركيز الرصاص دون حساسية الجهاز. بينما كان تركيز ، **Cd ، Zn ، Fe ، Cr ، Ni** ،كشوائب في الاسمدة المستخدمة في الزراعة و هي الفوسفات ثنائي الامونيا **Diammonium phosphate** (**DAP**). 1.15 ، 33.0 ، 6.4 ، 3.3، 2.6 ملجم/كجم وزن جاف .على التوالي، بينما كان تركيزهذه العناصر في سماد اليوريا اقل من الحدود المسموح بها. اظهرت النتائج ان تركيز العناصر المقاسة كان ضمن الحدود المسموح بها للاستهلاك الادمي طبقا لمواصفات (**WHO/FAO 2001**). معامل تركيز العناصر الثقيلة في الخضروات سجل اعلي قيمة لعنصر الكروم ثم الزنك ثم الكادميوم ثم المنجنيز ، اما مؤشر معامل التلوث فقد سجل المعدنوس اعلى مؤشر يلية السلطة ثم الجزر ثم السلك . و اظهرت النتائج ان مؤشر الخطر لهذه العناصر فقد سجل الكادميوم اعلى مؤشر يليه المنجنيز ثم النيكل ثم الكروم.

الكلمات المفتاحية: العناصر الثقيلة ، الخضروات ، الاسمدة ، معامل التركيز ، مؤشر معامل التلوث ، مؤشر الخطر

1. المقدمة:

تشكل الخضروات مكونًا رئيسيًا في النظام الغذائي للانسان حيث ازداد استهلاكها تدريجياً في السنوات الأخيرة في المجتمعات الحضرية وتعتبرالمصدر الرئيسي للمعادن والعناصر النزرة والفيتامينات والكربوهيدرات والبروتينات (Gimaye, 2014) . الا ان زراعة هذه الخضروات في تربة ملوثة بالمعادن الثقيلة او بالري بالمياه الملوثة أو إضافة الأسمدة أو المبيدات أو الانبعاثات الصناعية أو بسبب التعرض الطويل للبيئة الملوثة يمكن أن يؤدي إلى تراكم المعادن الثقيلة فيها بما في ذلك أجزائها الصالحة للأكل (Vousta *et al.*, 1996; Solukola and Dairo, 2007; Aydimalp and Marinova, 2012). تمتص النباتات كميات صغيرة من مركبات المعادن الثقيلة الملوثة مع العناصر ألاساسية ويمكنها نقلها عبر أعضائها

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

وأنسجتها المختلفة إلى السلسلة الغذائية (Alva *et al.*, 2004; Wang et al., 2012). يعتبر التركيز العالي للمعادن الثقيلة في التربة سامًا لمعظم النباتات حيث ويمكنها التنافس مع العناصر الغذائية الأساسية اثناء عملية الامتصاص وبالتالي توزيع التغذية المعدنية للنباتات مما يؤدي لتتراكمها في الأنسجة النباتية ومكونات الخلايا ويعيق التمثيل الغذائي للنبات (Taylor *et al.*, 1988; Turner, 1997). حيث اشارت الدراسات الى أن المعادن الثقيلة لها تاثير مباشر و غير مباشرة على نمو النبات وتحفيز العديد من الوظائف الفسيولوجية وذلك عن طريق تكوين معقدات مرتبطة مع N و O و S (Van Assche and Clijsters, 1990). كما ان الزراعة في التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة تؤدي إلى انخفاض معدل إنتاج الأوراق وكتلة النبات وكذلك ضعف نمو الأزهار ،حيث تمتص الخضروات المعادن الثقيلة من التربة الملوثة أو من الرواسب الموجودة على أجزاء مختلفة من الخضروات المعرضة للهواء من البيئات الملوثة (Ryser and Sauder, 2006; Solukola *et al.*, 2010). ان امتصاص النبات للمعادن الثقيلة يتم بواسطة الجذور بشكل أساسي و يعتمد ذلك على خصائص المعادن والتربة وأنواع النباتات ، ومع ذلك فإن معرفة الية انتقال المعادن في النباتات مهم جدًا لتحديد تأثير تلوث نوع التربة على امتصاص المعادن من قبل النباتات ، ويعتمد انتقال المعادن من التربة للنبات على عدة عوامل مختلفة مثل محتواها القابل للذوبان فيها وأنواع النباتات والأسمدة و نوع التربة ومراحل نمو النبات ودرجة حموضة التربة (Ismail *et al.*, 2005; Sherma *et al.*, 2006), واشارت الدراسات أن الأنواع النباتية لديها مجموعة متنوعة من القدرات في إزالة وتراكم المعادن الثقيلة (Wenzel and Jackwer, 1999)، ومع ذلك ، فقد تم الإشارة إلى أن بعض انواع النباتات قد تتراكم فيها معادن ثقيلة معينة. كما يتأثر امتصاص الخضروات للمعادن الثقيلة بتركيز المعادن الثقيلة في التربة ، والمناخ ، والترسب الجوي ، وطبيعة التربة التي تزرع عليها الخضروات ، ودرجة نضجها و وقت الحصاد (Scott *et al.*, 1996) . كما يعتمد معدل تراكم المعادن الثقيلة في التربة على عوامل مختلفة مثل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والكفاءة النسبية للمحاصيل في إزالة المعادن من التربة (Qishlaqi *et al.*, 2008). ان وجود المعادن الثقيلة والتي يُحتمل أن تكون ضارة في التربة قد لا يكون مصدره الخلفية الكيميائية للتربة نفسها فحسب بل قد ياتي أيضًا من مصادر أخرى مثل المدخلات الصلبة أو السائلة الزراعية ، ورواسب النفايات السائلة وتداعيات الانبعاثات الصناعية (Wilson and Pyatt, 2007; Noraldien. et al., 2018; سالم. و الوليد، 2019)، Zn ، Ni ، Mn ، Co تعتبر بعض المعادن الثقيلة مثل .; Salem and Noraldien, 2018 Cr ، Fe ، Cu معادن أساسية بتركيزات منخفضة للأنشطة البيولوجية في البشر والنباتات ، في حين يؤدي وجودها بتراكيز عالية لحدوث مشاكل كثيرة. اما المعادن الثقيلة غير الأساسية الأخرى مثل الكادميوم والرصاص والزئبق و الزرنيخ

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

فقد تؤدي لتسمم الكائنات الحية ، و تمتص الخضراوات المعادن الثقيلة من التربة الملوثة من خلال الجذور وتنتقل للأجزاء الصالحة للأكل من أنسجة النبات أو كرواسب على أسطحها من الهواء (Haiyan and Stuanes, 2003; Nwajei, 2009). كما اشارت الدراسات لسهولة تراكم المعادن الثقيلة في ألاجزاء الصالحة للأكل بسهولة في الخضروات الورقية مقارنة بالحبوب أو المحاصيل او الفاكهة.(Mapenda *et al.*, 2005) تعتبر المعادن الثقيلة ضارة بسبب طبيعتها غير القابلة للتحلل الحيوي وإمكانية تراكمها في أجزاء مختلفة من الجسم (Arona *et al.*, 2008) . حيث ان الاستهلاك المطول لتراكيز عالية من المعادن الثقيلة من خلال المواد الغذائية يؤدي إلى عدد من الاضطرابات العصبية وامراض الكلى و القلب و الاوعية الدموية والعصبية وكذلك أمراض العظام والعديد من الاضطرابات الصحية الأخرى. كما يؤدي تناول المواد الغذائية الملوثة بالمعادن الثقيلة لتقليل بعض العناصر الغذائية الحيوية في الجسم المسؤولة عن انخفاض الدفاعات المناعية ، وانخفاض القدرات النفسية ، وتأخر النمو ، والعجز المرتبط بسوء التغذية وزيادة حدوث درجات سرطان الجهاز الهضمي العلوي (Arona *et al.*, 2008; Iyengar and Nair, 2000; Turkdogan *et al.*, 2003).

هدفت هذه الدراسة لتقدير تركيز بعض المعادن الثقيلة المتضمنة Fe، و Zn ، و Cu ، و Mn ، و Cr ، و Pb ، و Cd ، و Ni ، و الاثار الصحية المترتبة على استهلاك بعض الخضروات المنتجة ببعض المزروع بمشروع براك الزراعي.

2. المواد و طرق العمل

1.2. موقع أخذ العينات

أجريت هذه الدراسة على بعض الخضروات التي جمعت من بعض المزارع بمشروع براك الزراعي والذي انشاء عام 1976م بمنطقة بفزان الواقعة في الركن الجنوبي الغربي من ليبيا بين خطي عرض 23° إلى 28.5° شمالاً وخطي طول شرقي 10° إلى 16°، بارتفاع 400 متر فوق سطح البحر(Al-danasuri, 1967). ، يحتوي المشروع على 25 بئراً بكل بئر 12 مزرعة. يعتبر قوام التربة في منطقة المشروع تربة رملية طينية خصبة و مزود بنظام تصريف جيد . يعتبر هذا المشروع أحد المصادر الرئيسية لإنتاج الخضار و الاعلاف في المنطقة.

2.2. جمع عينات الخضروات و التربة.

جمعت عينات الخضار من المزارع المستهدفة خلال ، ديسمبر ، ابريل ، يوليو ، اكتوبر 2019- 2020 ، والتي تمثل مواسم الزراعة المختلفة ، وتمثل الخضار الورقية والجذرية و الدرنات وهي ، السلك (Spinach)، المعدنونس (Parsley) ،

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

السلطة ، (Lettuce) ، الجزر (Carrot) ، البصل (Onion) ، البطاطا (Potatoes) ، الباذنجان (Eggplant)، الكوسة، (Courgette)، حيث تم جمع حوالي 1.0كجم من الأجزاء الصالحة للأكل واخذت للمختبر وتم غسلها جيدًا بماء الصنبور ثم بالماء المقطر لإزالة الجزيئات العالقة من اتربة و غيرها وجففت في الفرن لمدة 24 ساعة عند 70م° وطحنت يدويا وغربلت بغربال قطره 2ملم (2.0mm) وحفظت في عبوات بلاستيكية نظيفة وجافة في درجة حرارة الغرفة لحين اجراء التحاليل عليها. اما عينات التربة فقد جمعت من نفس المزارع بالاضافة للتربة المرجعية ، حيث تم جمع حوالي 1.0 كجم من عينات التربة من عمق 0-30 سم ، وذلك بواسطة مثقاب خاص في كيس بولي إيثيلين نظيف وتم تفتيت الكتل كبيرة لتسهيل عملية التجفيف و جففت لمدة أسبوعين في درجة حرارة الغرفة ، سحق عينات التربة المجففة بواسطة الهاون وغربلت بغربال 2 ملم. كما تم جمع 1.0 جرام من فوسفات ثنائي الأمونيوم أو اليوريا المستخدمة في التسميد. كما تم جمع 1.0 لتر من الماء من الابار المستخدمة للري.

3.2. استخلاص العناصر الثقيلة.

تم استخلاص العناصر الثقيلة من عينات الخضروات و التربة حسبما ذكره (Miyazawa *et al.*, 2009) ، حيث تم اخذ 1.0 جم من مسحوق عينة الخضار الجافة في دورق هضم واضيف اليها 5.0 مل من HNO_3 وسخنت حتى اختفت الأبخرة البنية ثم اضيف 5.0 مل $HClO_4$ و 10.0 مل من HCl ، وسخن الخليط حتى اصبح شفافًا. برد المحلول ورشح باستخدام ورق الترشيح واتمان رقم 42 في دورق قياسي سعته 50 مل اكمل الحجم حتي العلامة بالماء الخالي من الايونات. اما عينات التربة فقد تم أخذ 1.0 جم من التربة المغربلة في بوتقة ، و اضيف اليها 1.0 مل من HNO_3 المركز وسخنت حتى تبخر الحمض تمامًا ، بعد التبريد في درجة حرارة الغرفة ، وضعت البوتقة في فرن درجة حرارته 600م° لمدة 6 ساعات ، بعد التبريد في درجة حرارة الغرفة ، غسل الرماد ثلاث مرات بي 10 مل من 1.5% NHO_3 ورشحت في دورق قياسي سعته 50 مل بواسطة ورق ترشيح واتما 42 و اكمل الحجم حتى العلامة بماء خالي من الايونات ، كما عوملت عينات الشاهد بنفس الطريقة . اما في مياه الري فقد تم تقدير العناصر الثقيلة فيها كما هو موصوف في (Intoti *et al.*, 2012). حيث ثم أخذ 1.0 لتر من ماء الري في وعاء بلاستيكي نظيف به 2.5 مل من HNO_3. كما تم تقدير العناصر الثقيلة في سماد اليوريا و الفوسفات ثنائي الامونيا (DAP) المستخدم في تسميد هذه المزارع حسبما جاء في طريقة (Noorleden, 2007).

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

تم تقدير العناصر الثقيلة في ثلاث مكررات لكل عينة باستخدام مقياس الطيف الذري (AAS) NOVA-A400. وتم تحضير عينات الشاهد التي تحتوي على الماء المقطر فقط وتمت معالجتها بنفس الطريقة مع جميع أنواع العينات. وتم تقدير تركيز العناصر في العينات من خلال منحنيات المعايرة لكل عنصر على حدى بتطبيق الارتباط الخطي بطريقة التربيع الصغرى.

4.2. معامل تركيز العناصر الثقيلة في الخضراوت

تمتلك العناصر النزرة القدرة على الانتقال من التربة إلى الأجزاء الصالحة للأكل في الخضروات و المحاصيل الغذائية ، ويمكن حساب معامل الانتقال (التركيز) لهذه العناصر الثقيلة لتقدير المخاطر المرتبطة باضافة الاسمدة الكيميائية وما يترتب على ذلك من تراكم هذه العناصر حيث يشير معامل التركيز الي تركيز العنصر في العينات مقارنة بتركيزه في التربة وذلك حسب المعادلة التالية (Nenman, *et al.*, 2012) .

$$\text{معامل التركيز} = \frac{\text{تركيز العنصر في النبات}}{\text{تركيز العنصر في التربة}} \qquad (1)$$

5.2. مؤشر تلوث المعدن

يشير مؤشر تلوث المعدن لتقييم الحمل الكلي للمعادن الثقيلة في عينات الخضروات ، و تم حساب قيمة مؤشر تلوث المعدن لكل نوع من انواع الخضار باستخدام المعادلة التالية (Najmi *et al.*, 2023):

$$\text{مؤشر التلوث للمعادن (ملجم/كجم)} = l/\, n(Cf_1 \times Cf_2 \times Cf_3 \times Cf_4 \ldots\ldots\ldots Cf_n) \qquad (2)$$

حيث Cf_n = تركيز المعدن في العينة التاسعة

6.2. تقييم المخاطر الصحية المحتملة:

يُقدِّر تقييم المخاطر الصحية الضارة المحتملة على صحة الإنسان نتيجة التعرض لمخاطر التلوث في تقييم المخاطر الصحية (Najmi *et al.*, 2023) ، و تصنيف الملوثات على أنها غير مسرطنة أومسرطنة ، حيث تم تقييم المخاطر غير المسببة للسرطان بسبب المعادن الثقيلة على اساس كمية التناول اليومي للعناصر من خلال تناول الخضروات بمنطقة الدراسة و ذلك طبقا للمعايير التي وضعتها الولايات المتحدة وكالة حماية البيئة (US EPA, 2022). و ذلك بحساب المقدار اليومي المقدر (DIM) من العناصر الثقيلة للمعدن من خلال حساب كمية الخضار التي تستهلك بشكل يومي (DIM) (ملجم /كجم / يوم) باستخدام المعادلة التالية :

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

$$\text{المدخول اليومي من العنصر المعدني} = \frac{\text{تركيزالمعدن(العنصر) في الخضار (ملجم/ كجم) } X \text{ وزن الخضار المستهلك في اليوم}}{\text{متوسط وزن الجسم (56 كجم الشخص البالغ)}} \quad (3)$$

متوسط الاستهلاك اليومي من الخضار 0.280 كجم/الفرد/ يوميا

تم تقدير المخاطر غير المسببة للسرطان على صحة الإنسان من خلال استهلاك الخضروات الملوثة بالمعادن على أساس مؤشرالمخاطر (HI) ، والذي تم تحديده كمخاطر صحية ناتجة عن التعرض لمادة ملوثة بالنسبة للكمية اليومية المقدرة. إذا كان حاصل مخاطر ملوث معين أقل من واحد (<1) ، فسيكون هناك عدم وجود آثار ضارة واضحة متوقعة على السكان المستهلكين ، حيث تم حساب حاصل المخاطر بقسمة المقدار اليومي المقدر (ملغم /كغم / يوم) من الملوثات على الخضار الابتلاع بالجرعة الفموية المرجعية ، على النحو التالي (المعادلة (4)

$$\text{مؤشر الخطر} = \frac{\text{وزن الخضار المستهلك في اليوم}}{\text{الجرعة الفموية المرجعية (ملجم/كجم /يوم)}} \quad (4)$$

الجرعة الفموية المرجعية (ملجم /كجم / يوم) ، هي قيمة تقديرية يمكن تحملها من خلال استهلاك هذه الملوثات يوميا وهي الحد الأقصى من المخاطر المسموح بها للإنسان خلال حياته. تم أخذ قيم الجرعة الفموية المرجعية المستخدمة في هذه الدراسة حسبما ذكر في (Sharma *et al.*, 2016) كما هو مبين ادناه الجدول 1.

الجدول 1. الكمية المسموح بتناولها من العناصر الثقيلة يوميا (Sharma *et al.*, 2016)

العنصر	Cd	Pb	Ni	Zn	Cu	Mn	Fe	Cr
الكمية المسموح بها (ملجم/كجم/يوميا)	0.001	0.0035	0.02	0.30	0.40	0.0046	0.7	0.04

7.2. مؤشر المخاطر الصحية .

لتقييم المخاطر المحتملة على الإنسان الصحة من خلال استهلاك أكثر من معدن ثقيل ، حيث يتم حساب مؤشر المخاطر من خلال جمع المؤشرات الخطرة لجميع العناصر باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{مؤشر الخطر} = \text{مجموع المخاطر للعناصر المقاسة} \quad (5)$$

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

3. النتائج و المناقشة

1.3. تقدير تركيز العناصر الثقيلة في الخضروات.

اظهرت النتائج ان تركيز العناصر الثقيلة يختلف باختلاف الخضروات ، حيث كان تركيزها في الخضار الورقية (الخس والسبانخ والبقدونس) اعلى مقارنة بالخضروات الجذرية او الدرنية (الجزر والبصل والبطاطس) و الثمرية (الكوسة والباذنجان)، حيث تم الإبلاغ عن وجود اختلاف في تركيز المعادن الثقيلة في الخضروات المزروعة في نفس الموقع ، و يعزى ذلك إلى الاختلافات في شكلها وعلم وظائف الأعضاء فيما يتعلق بامتصاص المعادن الثقيلة واستبعادها وتراكمها والاحتفاظ بها (Carlton-Smith and Davis, 1983; Kumar *et al.*, 2009) ، كما ورد أن امتصاص أيونات المعادن يتأثر بالأنواع المعدنية و أجزاء النبات (Juste and Mench, 1992). قد يكون امتصاص الخضار الورقية لمستويات عالية من المعادن الثقيلة بسبب ارتفاع معدل النتح للحفاظ على النمو ومحتوى الرطوبة في هذه النباتات (Tani and Barrington, 2005)، ويحدث تلوث الخضروات بالمعادن الثقيلة بشكل عام بسبب الري بالمياه الملوثة والانبعاثات الناتجة من الصناعات وإضافة الأسمدة والمبيدات ذات الأساس المعدني (Sharma et al., 2008a) ، حيث اشارت العديد من الدراسات لجود تركيز عالٍ من الرصاص في العديد من الخضروات والفواكه المزروعة بالقرب من المناطق الصناعية والتي تُروى بمياه الصرف الصحي أو مياه الصرف الصحي المعالجة (Demizen and Ahmet, 2006; Muchuweti *et al.*, 2006) ، من خلال النتائج بالجدول 2، يتضح ان اتجاه تركيز المعادن الثقيلة في الخضروات كان على النحو، Fe> Mn> Zn> Ni> Cr> Cd> Pb> Cu

تظهر النتائج بالجدول 2. ان متوسط تركيز عنصر الكادميوم تراوح بين 0.75 – 2.77 ملجم/كجم وزن جاف، و هذه التراكيز تتجاوز الحدود المسموح بها من قبل (FAO/WHO, 2001)، حيث سجل اعلى تركيز في المعدنوس ثم البصل ثم السلطة ثم الكوسة و السلك ثم البطاطس و الباذنجان ، وقد يكون الاختلاف في تركيز الكادميوم في الخضروات المختلفة بسبب السعة التفاضلية للخضروات المدروسة ، كما ان الكادميوم معدن عالي الحركة يمكن للنباتات امتصاصه بسهولة من خلال سطح الجذر ويتحرك إلى أنسجة الخشب ثم ينتقل إلى الأجزاء العلوية من النباتات (Gardiner *et al.*, 1995) ، ويعزى تراكم الكادميوم في الخضروات لإضافة كميات كبيرة من الأسمدة الفوسفاتية من قبل المزارعين ، حيث تعتبر الأسمدة الفوسفاتية المصدر الرئيسي لعنصرالكادميوم نظرا لوجده بشكل طبيعي كشوائب في صخور الفوسفات (Nazar *et al.*, 2012) ، وقد اشارت الدراسات لوجود تراكيز عاليةٍ من الكادميوم في الخس والسبانخ

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

المزروع في المناطق الحضرية وفي السبانخ والكزبرة وأيضًا في البقدونس والبصل والخس (Souri, *et al*., 2016; Sharma and Shukla, 2013; Demizen and Ahmet, 2006; Labhade, 2013) ، حيث تم الإبلاغ عن تراكم الكادميوم في التربة نتيجة استخدام كميات هائلة من الأسمدة الفوسفاتية (Nenman *et al*., 2009) ، كان متوسط تركيز الكادميوم في التربة المزروعة 0.13±0.17 ملجم/كجم وزن جاف ضمن الحدود المسموح بها ، بينما كان تركيزه في التربة الغير مزروعة دون حساسية الجهاز (الجدول 3).

اما عنصر الحديد فقد تراوح متوسط تركيزه في عينات الخضروات بين 68.35 - 246.94 ملجم/كجم وزن جاف (الجدول 1). وسجل أعلى تركيز في الجزر حيث بلغ 246.94 ملجم/كجم تربة جافة ، بينما كان اقل تركيز له في البطاطس 68.35 ملجم/كجم تربة جافة ، و يعزي وجود تراكيز عالية من الحديد في الخضروات المدروسة لجود تركيز عالي من الحديد في مياه الري (الجدول 2) ، هذه النتائج تتفق مع ما اشار الية (Arona *et al*., 2008; Asdeo and Loonker, 2011) ، حيث أفادوا أن الخضار الورقية تتراكم بها العناصر الثقيلة أكثر من من الفاكهة أو بذور الخضروات. كما اشارت النتائج لارتفاع تركيز الحديد في السبانخ (843 جزء في المليون) والبقدونس والسبانخ (Mohammed and Al-qahtani, 2012; Intoti *et al*., 2012) ، اما في التربة فكان متوسط تركيز عنصر الحديد 21±272.212 ملجم/كجم وزن جاف ، بينما كان متوسط تركيزه في التربة الغير مزروعة فقد بلغ 17±651 ملجم/كجم ونن جاف وهذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها (الجدول 2). عنصر الزنك فقد تراوح متوسط تركيزه بين 6.9 إلى 42.6 ملجم/كجم وزن جاف، وهذه التراكيز لا تزال ضمن الحدود المسموح بها لهذا العنصر في عينات الخضروات المدروسة (الجدول 1) ، كما أظهرت النتائج أن المعدنوس والسلك يحتويان على اعلى تركيز من الزنك 42.67 و 32.57 ملجم/كجم على التوالي، وربما يعزي وجود تراكيز عالية من هذا العنصر في الخضروات المدروسة لوجوده بتراكيز عالية في الاسمدة المضافة (الجدول 2) ، هذه النتائج تتفق مع النتائج التي ذكرها Mohammed and Al-qahtani, (2012)، كما اشارت العدد من الدراسات لجود تراكيز عالية من الزنك (Shakya and Khwaoujoo, 2013; Gupta *et al*., 2013; Sharma and Chettri, 2005) ، وقد بلغ متوسط تركيزه في تربة المزرعة3.03± 4.95 ملجم/كجم وزن جاف ، بينما كان تركيزه في التربة الغير المزروعة دون حساسية الجهاز (الجدول 2). عنصر المنجنيز تراوح متوسط تركيزه ما بين 11.53 – 56.37 ملجم/كجم وزن جاف الجدول 1، كما سجل المعدنوس و السلك اعلي تركيز للزنك 56.37 ، 45.57 ملجم / كجم على التوالي ، مقارنة ببقية الخضروات . و ربما يعزى وجود تراكيز عالية من المنجنيز في الخضروات لطبيعة منطقة الدراسة و التي تحتوي تراكيز عالية من المنجنيز بها و كذلك مياه الري (الجدول 2) ،

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

كما تم تسجيل تركيز عالي من المنجنيز 94.16 جزء في المليون في دراسات سابقة-Mohammed and Al qahtani, (2012). ما متوسط تركيز المنجنيزفي تربة المزرعة فقد بلغ 16.57±7.48 ملجم/كجم وزن جاف ، بينما في التربة الغير مزروعة فقدكان متوسطه تركيزه13.51±2.73 ملجم/كجم وزن جاف، (الجدول 2) وهذه التراكيز تقع ضمن الحدود المسموح بها. اما عنصر النيكل فقد تراوح تركيزه بين 1.95 – 20.13 ملجم/كجم وزن جافة عدا الكوسة حيث كان تركيزه بها دون حساسة الجهاز. كما سجل اعلى تركيز للنيكل في البطاطس 20.13ملجم/كجم و اقل تركيز في الباذنجان 1.95 ملجم/كجم الجدول 1، وتركيز هذا العنصر لا يزال ضمن الحدود المسموح بها في الخضروات طبقا للمواصفات (الجدول 2) كما أظهرت نتائج تحليل عينات التربة المزروعة و السماد و كذلك مياه الري وجود تركيز من النيكل بها (الجدول 3) ، وهو ما يعزى لوجود تركيز للنيكل في الخضروات والتي ربما تكون قد انتقلت إليهم خلال عملية الامتصاص. كما اشارت الدراسات السابقة لوجود تراكيز لعنصر النيكل في قصب السكر (15.88 جزء في المليون) و جوز الهند (13.55 جزء في المليون) و التي تم زراعتها بالقرب من المناطق الصناعية في ولاية تاميل نادو، في شبه القارة الهندية (Sujatha *et al.*, 2013).اما متوسط تركيز عنصر النيكل في تربة المزرعة فقدكان 10.68±8.74 ملجم/كجم وزن جاف و غي التربة الغير مزروعة فكان متوسط تركيزه 6.92±0.62 ملجم/كجم وزن جاف وهذه التراكيز لا تزال ضمن التركيز المسموح به (الجدول 3). اما عنصر الكروم فقد تروح متوسط تركيزه في الخضروات بين 0.88 – 8.13 ملجم/كجم وزن جاف ، عدا الباذنجان تركيز الكروم به دون حساسية الجهاز (الجدول 2)، من النتئج نجد ان تركيز الكروم قد تجاوز الحد المسموح به في الجزر و البصل و المعدنوس حيث بلغ تركيزه فيها 2.47 ، 6.17 ، 8.13 ملجم/كجم وزن جاف ، علي التوالي وهذه التراكيز اعلى من الحدود المسموح بها طبقا للمواصفات العالمية (الجدول 1)، هذه النتائج تتفق مع النتائج التي اشار إليها(Siaka *et al.*, 2014). كما ان قدرة المحاصيل المختلفة على تراكم العناصر الثقيلة بها يؤثر بشكل كبيرعلي تراكمها في الأجزاء الصالحة للأكل (Remon 2005)، ففي دراسة استقصائية لتحديد تركيز بعض المعادن في الخضار الورقية التي تم جمعها من الأسواق ، كان تركيز الكروم أقل من الحد المسموح به (2.30 جزي في المليون) (Shakya and Khwaoujoo, 2013) . في حين لوحظ ارتفاع تركيز عنصر الكروم في الخضروات المزروعة بالقرب من المناطق الصناعية اوعلى جانب الطريق (Osama et al., 2012; Intoti *et al.*, 2012) ويعتقد ان مصدر الكروم في الخضروات هو الأراضي الزراعية التي تم تخصيبها بالأسمدة غير العضوية والمبيدات لفترة طويلة حيث سجل تركيز عالي لهذا العنصر في عينات التربة (Siaka *et al.*, 2014) ، وبلغ متوسط تركيز الكروم في عينات التربة المزروعة 10.07±25.84 وزن جاف اما متوسط تركيزه في التربة الغير مزروعة فقدكان 1.34±27.72

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

ملجم/كجم وزن جاف ، وهذه التراكيز ضمن الحدود المسموح بها (الجدول 3) ، كما اشارت النتائج الجدول 2، ان تركيز عنصر النحاس كان دون حساسية الجهاز في جميع الخضروات المدروسة ، بالرغم من وجود النحاس بتراكيز قليلة في التربة (الجدول 2) الا انه لم ينتقل للخضروات ، و قد يعزي عدم وجود النحاس في الخضروات المدروسة لبعد هذه المزارع المجمعات الصناعية، هذه النتائج تتفق مع النتائج التي توصل اليها (Igwegbe *et al.*, 2013; Chiroma *et al.*, 2014). بينما اشارت بعض الدراسات لتراكم النحاس في الخضروات [52،53]، حيث اشارت الدراسات لوجود تراكيز عالية من النحاس في الخضروات المزروعة بالقرب من المنطقة الصناعية في اليونان (Vousta *et al.*, 1996) ، وفي الخضروات المزروعة على مقربة من مجمع صهرالنحاس في ولونجونج ، أستراليا (Beavington, 1975) ، بينما كان متوسط تركيز عنصر النحاس في التربة المزروعة 1.41± 2.54 ملجم/كجم وزن جاف، بينما كان متوسط تركيزه في التربة الغير مزروعة 13.51±2.73 ملجم/كجم وزن جاف ، وهذه التركيز تقع ضمن الحدود المسموح بها (الجدول 3). اما عنصر الرصاص فكان تركيزه في الخضروات المدروسة دون حساسية الجهاز (الجدول 1) ، ونعزو انخفاض تركيز الرصاص في عينات الخضروات لبعد منطقة الدراسة عن المجمعات الصناعية وحركة المرور والري بالمياه الجوفية خالية من الرصاص ، هذه النتائج تتوافق مع ما اشار اليه (Raphael and Adebayo, 2011) . ويُعرف الرصاص بكونه سامًا وضارًا بالنباتات ، و على الرغم من ذلك فأن العديد من النباتات تظهر عادةً بعض القدرة على تراكم تراكيز عالية من الرصاص دون حدوث تغييرات ملحوظة في مظهرها أو محصولها. واشار كلا من (Smarghandi *et al.*, Sherma *et al.*, 2000). لوجود تركيز عالي للرصاص (17.54-25.00 جزء في المليون) في الخضروات المزروعة و المروية بمياه ملوثة في المناطق الصناعية في مدينة همدان في يران . و اظهرت النتائج (الجدول 3) ان تركيز الرصاص في التربة المزروعة و غير المزروعة دون حساسية الجهاز.

الجدول 2. التحليل الوصفي لتركيز العناصر الثقيلة (ملجم/كجم.وزن جاف) في الخضروات المدروسة ، (-) = دون حساسية الجهاز

العنصر		الخضروات (n =12)								الحد المسموح به
		السلك	المعدنوس	السلطة	الجزر	البصل	البطاطس	الباذنجان	الكوسا	Cheroma et al., 2014)
Cd	Min.	0.71	1.35	0.48	0.09	1.69	0.29	0.29	0.16	0.1
	Max.	1.41	5.03	2.34	4.28	3.30	1.15	1.15	2.29	
	Mean	1.11	2.77	1.65	1.76	2.50	0.75	0.75	1.12	
	S. D	0.20	1.29	0.56	1.45	0.52	0.30	0.30	0.75	
Fe	Min.	75.0	132.50	106.25	150.0	51.50	57.50	49.75	52.75	425

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

	161.25	173.25	84.63	111.13	423.0	246.25	352.5	172.5	Max.	
	90.09	99.98	68.35	85.23	246.94	147.72	235.99	121.56	Mean	
	39.63	40.95	10.12	19.01	94.89	39.38	76.65	28.02	S. D	
99.4	18.80	15.50	2.50	13.9	15.30	14.30	39.00	31.3	Min.	Zn
	26.60	32.20	11.0	23.0	29.10	25.9	49.6	34.3	Max.	
	22.03	22.17	6.90	18.30	21.63	18.50	42.67	32.57	Mean	
	4.07	8.84	4.26	4.56	6.97	6.43	6.01	1.55	S. D	
500	29.20	11.30	4.02	3.90	13.60	19.90	48.80	42.80	Min.	Mn
	35.70	22.80	62.40	26.20	16.20	40.40	66.60	49.20	Max.	
	32.60	16.60	30.94	11.53	14.77	31.20	56.37	45.57	Mean	
	3.26	5.80	29.45	12.71	1.32	10.41	9.19	3.29	S. D	
67	–	0.97	16.8	1.58	3.32	9.2	3.8	17.5	Min.	Ni
	–	3.90	26.3	4.4	32.1	19.8	15	21.7	Max.	
	–	1.95	20.13	3.19	18.71	13.03	8.17	19.27	Mean	
	–	1.69	5.35	1.45	14.49	5.88	5.99	2.18	S. D	
2.3	0.05	–	–	3.70	0.60	–	5.90	1.30	Min.	Cr
	1.70	N. D	4.10	7.60	5.40	–	10.4	2.90	Max.	
	0.88	–	1.38	6.17	2.47	–	8.13	2.13	Mean	
	0.83	–	2.36	2.15	2.57	1.43	2.25	0.80	S. D	
73.0	–	–	–	–	–	–	–	–	Min.	Cu
0.3	–	–	–	–	–	–	–	–	Max.	Pb

(–) = دون حساسية الجهاز

2.3. تقدير تركيز العناصر الثقيلة في التربة المزروعة و التربة الغير مزروعة (التربة المرجعية).

اظهرت النتائج الجدول 3، تركيز العناصر الثقيلة في تربة المزروعة و التربة الغير مزروعة (التربة المرجعية) ، حيث كان متوسط تركيز الكادميوم في تربة المزرعة 0.76 ±0.02 ملجم/كجم وزن جاف ، وكان تركيزه في التربة المرجعية دون حساسية الجهاز، اما عنصر الحديد فقد كان متوسط تركيزه في التربة المزروعة 275.5 ±3.47 ، في التربة المرجعية 651.7 ±145.4 ملجم/كجم وزن جاف على التوالي ، و هو ضمن الحدود المسموح بها ، بينما بلغ متوسط تركيز الزنك في التربة المزروعة 8.09 ± 1.11 ملجم/كجم وزن جاف، وفي التربة المرجعية دون حساسية الجهاز، عنصر المنجنيز بلغ متوسط تركيزه في التربة المزروعة 17.13 ±1.07 بينما في التربة المرجعية بلغ متوسط تركيزه 13.51 ± 2.74 ملجم/كجم وزن جاف على التوالي ، اما عنصر النيكل فقد بلغ متوسط تركيزه في التربة المزروعة 15.38 ± 2.05 ملجم/كجم وزن جاف

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

و في التربة المرجعية 6.92 ± 0.62 ملجم/كجم وزن جاف على التوالي ، عنصر الكروم بلغ متوسط تركيزه في تربة المزرعة 1.03±0.85 ملجم/كجم وزن جاف ، و في التربة المرجعية 27.72 ± 1.34 ملجم/كجم وزن جاف على التوالي ، وفي عنصر النحاس فقد بلغ متوسط تركيزه في لتربة المزروعة 1.41 ± 2.54 ملجم/كجم وزن جاف وفي التربة المرجعية 13.15 ± 2.74 ملجم/كجم وزن جاف، على التوالي ، اما عنصر الرصاص فكان تركيزه دون حساسية الجهاز في كلا التربتين ، من النتائج نلاحظ ان تركيز جميع العناصر المقاسة ضمن الحدود المسموح بها (WHO/FAO, 2001) . ويعزي وجود عنصري الكادميوم و الزنك في التربة المزروعة و عدم وجودهما في التربة المرجعية لأضافة الاسمدة الكيميائية التي تحتوي على هذين العنصرين كشوائب (الجدول 3) ، هذه النتائج تتوافق مع ما اشار الية (Buszewski *et al.*, 2000).

الجدول 3. تركيز العناصر الثقيلة (ملجم/كجم وزن جاف) لتربة المزروعة و التربة الغير مزروعة (شاهد).

الحد المسموح به في التربة	تربة غير مزروعة (شاهد) (n = 6)				تربة مزروعة (n = 6)				العنصر
WHO/FAO 2000	S. D	Mean	Max.	Min.	S. D	Mean	Max.	Min.	
3.0	-	-	-	-	0.02	0.76	0.77	0.73	Cd
50,000	145.4	651.17	886	516	3.47	275.5	279.5	273.4	Fe
300	-	-	-	-	1.11	8.09	9.1	6.9	Zn
2,000	42.7	13.51	17.90	10.66	1.07	17.13	17.83	15.9	Mn
50	0.62	6.92	8.05	6.35	2.05	15.38	17.83	13.17	Ni
100	41.3	27.42	29.43	25.56	0.85	1.03	2.07	-	Cr
100	42.7	13.51	17.9	10.66	2.54	1.41	11.60	-	Cu
100	-	-	-	-	-	-	-	-	Pb

(-) = دون حساسية الجهاز

3.3. تقدير تركيز العناصر الثقيلة في الاسمدة الكيميائية و مياه الري.

بلاضافة التقدير العناصر الثقيلة في الخضروات و التربة المزروعة و التربة الغير مزروعة فقد تم تقدير هذه العناصر ايضا في مياه الري و الاسمدة المستعملة، حيث اظهرت النتائج ان تركيز العناصر المدرسة في مياه الري تجاوز الحدود المسموح بها في كلا من Cd, Fe, Zn, Mn, Cu و سجل 0.25, 5.4, 0.3, 1.7, 1.7 ملجم/ل ، على التوالي(الجدول 4) ، بينما كان تركيز كلامن Ni و Cr ضمن الحدول المسموح بها و كان تركيز Pb دون حساسية الجهاز. كما اظهرت النتائج ان تركيز جميع العناصر المدروسة في السماد المستخدم كان ضمن الحدود المسموح بها (جدول 4) ، بالرغم من ذلك فقد كان تركيز كلا من Cd, Fe, Zn, Cr, Ni في الفوسفات ثنائي الامونيا مرتفع مما يدل على تراكم هذه العناصر في

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

التربة مع مرور الوقت ، كما اشارت الدراسات السابقة احتواء الأسمدة الفوسفاتية على كميات عالية من العناصر الثقيلة بما في ذلك الكادميوم والنيكل , (Modaids *et al.*, 2004; Salem *et al.*, 2020)، كان تركيز Mn دون حساسية الجهاز في الفوسفات ، بينما كان تركيز كلا من Cd, Mn, Cu دون حساسية الجهاز في سماد اليوريا بينما كان تركيز Pb دون حساسية الجهاز في كليهما ، كما اشارت الدراسات على وجود علاقة قوية بين تركيز العنصر في محلول التربة و نوع السماد وتركيزه في عينات الخضروات ، كما أنتقال العناصر الثقيلة من التربة إلى النباتات يعتمد على العديد من العوامل مثل الأشكال المعدنية وخصائص التربة وأنواع النباتات وأجزائها (Chiroma *et al.*, 2014) .

الجدول 4. تركيز العناصر الثقيلة (ملجم/كجم وزن جاف) في السماد المستخدم و مياه الري.

العنصر	مياه الري (n =3)	الحد المسموح به في مياه الري (Cheroma et al., 2014)	السماد (n =3)		الحد المسموح به في السماد (Salem *et al.*, 2020)
			فوسفات ثنائي الامونيا	اليوريا	
Cd	0.25	0.01	1.15	-	(*)
Fe	5.4	0.05	6.4	1.9	886
Zn	0.3	0.20	33.0	0.2	(*)
Mn	1.7	0.02	-	-	17.90
Ni	0.05	1.40	2.6	0.23	8.05
Cr	0.05	0.55	3.3	0.14	29.43
Cu	1.7	0.017	0.8	-	17.9
Pb	-	0.005	-	-	(*)

(*) = غير معروف
(-) = دون حساسية الجهاز

4.3. معامل تركيز المعادن الثقيلة في الخضروات

المعادن الثقيلة لديها القدرة على الانتقال من التربة إلى الأجزاء الصالحة للأكل في المحاصيل الغذائية ، يبين الجدول 5، قيم معامل التركيز للخضروات المدروسة ، من بين المعادن المختلفة ، أظهرت النتائج ان الكادميوم سجل اكبر قيمة معامل تركيز (21.31) ، يلية الزنك (14.08) ، المنجنيز (2.75) ، النيكل (1.88) ، الحديد (0.91) ثم الكروم (0.31)، بينما كان معامل التركيز في كلا من النحاس و الرصاص (0.0) و ذلك لان تركيز هذين العنصرين في التربة كان دون حساسية الجهاز، اما بالنسبة للخضروات فان اكبر معامل تركيز كان في المعدنوس و البصل. حيث اشارت الدراسات السابقة إلى أن أيونات المعادن في الأشكال القابلة للذوبان يتم امتصاصها بسهولة بواسطة النباتات ، كما أن الأشكال القابلة للتبديل من العناصر في التربة لها أعلى قابلية للذوبان (Vousta *et al.*, 1996; Nenman *et al.*, 2012) . كان

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

ترتيب متوسط معامل التركيز بالنسبة للعناصر على النحو Cd>Zn>Mn>Ni>Fe>Cr ، اما بالنسبة للخضروات فكان ترتيب متوسط معامل التركيز بها على النحو التالي: المعدنوس > البصل> الجزر> السلك> السلطة> الكوسة> الباذنجان > البطاطس. و يعزى الاختلاف في معامل النقل بين الخضروات المختلفة للاختلاف في تركيز المعادن في التربة والاختلاف في امتصاص العناصر عن طريق الخضروات المختلفة (Haiyan and Stuanes, 2003) . واشارت الدراسات الى أن التربة تحتفظ بي الكادميوم بقوة أقل من بقية العناصر، وبالتالي فهو أكثر قدرة على الحركة من المعادن الأخرى (Nwajei, 2009). يشير عامل النقل 0.1 إلى أن النبات يستبعد العنصر من أنسجته. وكلما زادت قيمة عامل النقل عن 0.50 زادت فرصة تلوث الخضروات بالمعادن من خلال الأنشطة البشرية (Mapenda *et al.*, 2005). لا يمثل عامل التحويل أي مخاطر مرتبطة مع المعادن بأي شكل من الأشكال. كما ان درجة سمية المعادن الثقيلة للإنسان و الكائنات الحية تعتمد على مدخولها اليومي من هذه المعادن (Haiyan and Stuanes, 2003).

الجدول 5. معامل تركيز العناصر الثقيلة في الخضروات المدروسة.

العينة / العنصر	السلك	المعدنوس	السلطة	الجزر	البصل	البطاطس	الباذنجان	الكوسا
Cd	1.46	3.64	2.17	2.32	3.29	0.99	0.99	1.47
Fe	0.44	0.86	0.54	0.90	0.31	0.25	0.36	0.33
Zn	4.03	5.27	2.29	2.67	2.26	0.85	2.74	2.72
Mn	2.66	3.29	1.82	0.86	0.67	1.81	0.97	1.90
Ni	1.25	0.53	0.85	1.22	0.21	1.31	0.13	0.0
Cr	2.07	7.89	0.0	2.40	5.99	1.34	0.0	0.85
Cu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.3. مؤشر تلوث المعادن.

تم حساب مؤشر التلوث للعناصر لتقدير حمل التلوث في الخضروات المدروسة ، حيث اظهرت النتائج الجدول 6، ان مؤشر التلوث للعناصر على النحو التالي ، 21.70 ، 17.89 ، 15.56 ، 14.29 ، 9.80 ، 9.14 ، 8.83 ، 8.20 في كلا من المعدنوس ، السلطة ، الجزر ، السلك ،البصل ، الكوسا ، الباذنجان ، البطاطس ، على التوالي ، حيث اظهرت

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

النتائج مؤشر التلوث المعدني في الخضروات الورقية اكبر من بقية الخضروات ، بينما لم يتم تقدير مؤشر التلوث لكلا من الرصاص و النحاس و ذلك لان تركيزها كان دون حساسية الجهاز في عينات الخضروات ، هذه النتائج تتفق مع ما شار الية (Najmi *et al.*, 2023; Singh *et al.*, 2022) . من بين الخضروات المختلفة ، أظهرالمعدنوس ، السلطة ، الجزر ، السلك مؤشرًا أعلى للتلوث المعدني ، مما يشير إلى أن هذه الخضراوات قد تكون كذلك تسبب المزيد من المخاطر على صحة الإنسان بسبب ارتفاع تراكم المعادن الثقيلة في الجزء الصالح للأكل (Kumar and Thakur, 2018).

الجدول 6: مؤشر تلوث العناصر للخضروات المدروسة

العنصر / الخضار	Cd	Fe	Zn	Mn	Ni	Cr	مؤشر تلوث المعدن
الكوسا	1.12	90.09	22.03	32.6	-	0.88	9.14
الباذنجان	0.75	99.98	22.17	16.6	1.95	-	8.83
البطاطس	0.75	68.35	6.9	30.94	20.13	1.38	8.20
البصل	2.5	85.23	18.3	11.53	3.19	6.17	9.80
الجزر	1.76	246.94	21.63	14.77	18.71	2.47	15.56
السلطة	1.65	147.72	18.5	31.2	13.03	-	17.89
المعدنوس	2.77	235.99	42.67	56.37	8.17	8.13	21.70
السلك	1.11	121.56	32.57	45.57	19.27	2.13	14.29

6.3. تقييم المخاطر الصحية

يوضح الجدول 6. قيم تركيز العناصر الثقيلة و الكمية المستهلكة يوميا Metal Daily Intake (MDI) و مؤشر الخطر (Hazards Index HI) في الخضروات المدروسة بالنسبة للبالغين ، عدا النحاس و الرصاص حيث ان تركيزهما كان دون حساسية الجهاز، اظهرت النتائج ان المآخذ اليومية المقدرة من المعادن السامة من خلال تناول الخضار الورقية على أساس متوسط استهلاك الخضارااليومي ،كان ضمن الحدود المسموح بها لكلا من الكادميوم و الزنك و المنجنيز بينما كان في الحديد اعلى من المسموح به على المستوى اليومي طبقا للمواصفات (WHO/FAO 2001) ، لتقييم المخاطر الصحية المتعلقة بهذه المعادن ، عادة ما يتم اعتماد مؤشر الخطر لهذه المواد الغذائية من خلال حساب هذا المؤشر حيث من المتوقع ان يظهر المؤشر < 1 ، عدم احتمال اي خطورة لتناول هذه الخضروات ، بينما يشير مؤشر المخاطر > 1،

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

احتمال التعرض للمخاطر الصحية ، و مع ذلك فان هذا المؤشر > 1 لا يثبت حقًا أن هناك احتمالًا سوف تحدث آثار صحية ضارة ، لكنها تظهر فقط ضرورة اتخاذ موقف من هذه المخاطر الصحية (Latif *et al.*, 2018) ، حيث اظهرت النتائج جدول 6، ان مؤشر الخطر لكلا من الكادميوم ، الحديد ، الزنك ، المنجنيز ، النيكل ، الكروم ، تراوح بين 3.75 – 13.85 ، 0.488 – 1.764 ، 0.305 – 0.711 ، 1.253 – 6.127 ، 0.488 – 5.033 ، 0.110 – 1.016 على التوالي.

كما اظهرت النتائج ان الخضروات الورقية سجلت أعلى مؤشر مخاطر كلية مقارنة بالخضروات الثمرية و الجذرية و الدرنية (الجدول 7) ، حيث كان ترتيب هذه المخاطر تنازليا على النحو التالي: المعدنوس > الجزر > السلك > السلطة > البصل > البطاطس > الكوسة > الباذنجان. قد يعزي وجود مؤشر مخاطر عالي من الكادميوم و المنجنيز النيكل للاضافات الكبيرة من الاسمدة الفوسفاتية ، لقد اظهرت الدراسات السابقة وجود مؤشر مخاطر عالى في الخضروات الورقة مثل السلطة و السبانخ بلغ 41.156 و 5.403 على التوالي و في الكوسة 5.502 (Najmi *et al.*, 2023; Oase *et al.*, 2023; Elbagermi *et al.*, 2012).

الجدول 7. تركيز العناصرالثقيلة ، المستهلك اليوم ، مؤشر الخطر، مجموع مؤشر المخاطر للخضروات المدروسة

العنصر		السلك	المعدنوس	السلطة	الجزر	البصل	البطاطس	الباذنجان	الكوسا	المسموح به ملجم يوميا*
الكادميوم	التركيز	1.11	2.77	1.65	1.76	2.5	0.75	0.75	1.12	60ug
	المستهلك يوميا	0.006	0.014	0.008	0.009	0.013	0.004	0.004	0.006	
	مؤشر الخطر	5.55	13.85	8.25	8.8	12.5	3.75	3.75	5.6	
الحديد	التركيز	121.56	235.99	147.72	246.94	85.23	68.35	99.98	90.09	48ug
	المستهلك يوميا	0.608	1.18	0.739	1.235	0.426	0.342	0.500	0.451	
	مؤشر الخطر	0.868	1.686	1.055	1.764	0.609	0.488	0.714	0.644	
الزنك	التركيز	32.57	42.67	18.5	21.63	18.3	6.9	22.17	22.03	60mg
	المستهلك يوميا	0.163	0.213	0.093	0.108	0.092	0.035	0.111	0.11	
	مؤشر الخطر	0.543	0.711	0.308	0.361	0.305	0.115	0.370	0.367	
المنجنيز	التركيز	45.57	56.37	31.2	14.77	11.53	30.94	016.6	32.6	20mg
	المستهلك يوميا	0.228	0.282	0.156	0.074	0.058	0.155	0.083	0.163	
	مؤشر الخطر	4.953	6.127	3.391	1.605	1.253	3.363	1.804	3.544	
النيكل	التركيز	19.27	8.17	13.03	18.71	3.19	20.13	1.95	-	**
	المستهلك يوميا	0.096	0.041	0.065	0.094	0.016	0.101	0.01	-	

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

	مؤشر الخطر	4.818	2.043	3.258	4.678	0.798	5.033	0.488	-	
الكروم	التركيز	2.13	8.13	-	2.47	6.17	1.38	-	0.88	
	المستهلك يوميا	0.011	0.041	-	0.012	0.031	0.007	-	0.004	**
	مؤشر الخطر	0.266	1.016	-	0.309	0.771	0.173	-	0.110	
	مجموع الكلي لمؤشر المخاطر	16.998	25.433	16.262	17.516	16.236	12.921	7.125	10.264	

*FAO/WHO [40]

(-) = دون حساسية الجهاز

(**) = لم يتم الاشارة اليها

الاستنتاجات:

في هذه الدراسة ، تم تقدير تركيز المعادن الثقيلة ، الكادميوم ، الرصاص ، الزنك ، النيكل ، الحديد ، النحاس ، المنجنيز ، الكروم. في ثمانية انواع من الخضروات المزروعة في بعض من المزرع بمنطقة الشاطيء ، حيث شملت هذه الدراسة ثلاثة انواع من الخضروات الورقية وهي السلطة و السلك و المعدنوس ، و نوعان من الخضروات الثمرية وهي الكوسة و البادنجان و ثلاثة انواع من الخضروات الجدرية أو الدرنية وهي البصل ، الجزر و البطاطس. بالأضافة لتقييم المخاطر الصحية لاستهلاك هذه الخضروات . اظهرت النتائج ان متوسط تركيز العناصر المدروسة ضمن الحدود المسموح كلا من الزنك ، النيكل ، المنجنيز و الحديد و دون حساسية الجهاز لكلا من الرصاص و النحاس ، و كان تركيز كلا من الكادميوم و الكروم اعلى من الحد السموح بها في هذه الخضروات بشكل عام ، وان تركيزها هذه العناصر في الخضروات الورقية (المعدنوس و السلطة) اعلي من بقية الخضروات. كان متوسط تركيز هذه العناصر في التربة المزروعة و المرجعية فقد كان ضمن الحدود المسموح بها طبقا لموصفات FAO/WHO, 2001 . أظهرت نتائج الدراسة وجود تراكيز عالية من الكادميوم والرصاص والزنك و الكروم في الاسمدة المستخدمة مما يؤدي لتراكمها في التربة بمرور الزمن ، كما اظهرت النتائج ان قيم الكمية المستهلكة يوميا و مؤشر الخطر لبعض المعادن الثقيلة عالية جدا و تجاوزت الحدود الامنة الموصى بها .

التوصيات:

1- ضرورة المراقبة الحيوية لتركيز العناصر الثقيلة في الخضروات المنتجة بجميع انواعها لأنها المصادر الرئيسي للغذاء بالمنطقة.

2- استخدام اسمدة ذات جودة عالية ، حيث ان النتائج اظهرت النتائج وجود تراكيز عالية لبعض العناصر الثقيلة في الاسمدة المضافة،

3- ربط المراكز البحثية في الجامعات بالجهات ذات العلاقة في الدولة للمساهمة في اجراء البحوث المتعلقة بمثل هذه الدراسات للاستفادة من المعامل و المختبرات بها

المراجع:

سالم. م. ع و الوليد. س.س. م (2019). قييم بعض الخواص الفيزوكيميائية وتركيز بعض المعادن الثقيلة في التربة الزراعية المسمدة بالأسمدة الكيميائية خلال فصول السنة لفترة طويلة بمشروع براك الزراعي، ليبيا. مجلة العلوم ، جامعة مصراتة. 3:259 – 274.

Al-danasuri, J. (1967). Geography of Fezzan, a regional study. Dar – Libya for publication and distribution. Libya.

Alva. A. K., Baugh. T. J., Sajwan. K. S and Paramasivam. S. (2004) Soil pH and anion abundance effects on Copper adsorption. *J. Environ. Sci. Health*. 39: 903-910.

Arora. M., Kiran. b., Rani. S., Rani. A., Kaur. B and Mittal. N. (2008). Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. *Food chemistry*. 111: 811-815.

Asdeo. A and Loonker. S (2011). A comparative analysis of trace metals in vegetables. *Research*. *J of Environ. Toxicolo*. 5: 125-132.

Aydinalp, C and Marinova, S. (2012). Concentration of Cu and Zn in some fruits and vegetables grown in Northwest Turkey. Bulgarian J. of Ager. Sci. 18(5): 749 - 751.

Beavington. F (1975). Heavy metal contamination of vegetables and soils in domestic gardens around a smelting complex. Environ. Poll. 9: 211-221.

Buszewski. B., Jastrzebska. A., Kowalkowski. T and Gorna-Binkul. A. (2000). Monitoring of selected heavy metals uptake by plants and soils in the area of Torun, Poland. *Polish. J. of Environ. Stud*. 9(6): 511-515.

Carlton-Smith, C, H and Davis. R. D. (1983). Comparative uptake of heavy metals by forage crops grown on sludge-treated soils. In: Proceeding of Inter. Conf. on Heavy metals in the Environ. CEP Consultants Ltd., Edinburg, UK. PP: 3933-3940.

Chiroma T. M., Ebewele R. O and Hymore F.K (2014). Comparative Assessment of Heavy Metal Levels in Soil, Vegetables and Urban Grey Waste Water Used for Irrigation in Yola and Kano. *Int. Refer. J. of Eng. and Sci*. (IRJES) 3(2): 01-09.

Demirzen. D and Ahmet. A (2006). Heavy metal levels in vegetables in Turkey are within safe limits for Cu, Zn, Ni and exceeded for Cd and Pb. *J. Food Qual*. 29: 252-265.

Elbagermi, M, A., Edwards, H, G, M and Alajtal, A, I (2012). Monitoring of Heavy Metal Content in Fruits and Vegetables Collected from Production and Market Sites in the Misurata Area of Libya. International Scholarly Research Network ISRN *Analytical Chemistry* Vol. 2012,

Gardiner. D. T., Miller. R. W., Badamchian. B., Azan. S. A and Sisson. D. R. (1995). Effects of repeated savage sludge applications on plant accumulation of heavy metals. *J. Agric. Ecosyst. Environ*. 55. 1-6.

Girmaye benti, (2014). Assessment of heavy metals in vegetables irrigated with Awsh river in selected farms around Adma town, Ethiopia. *Afr. j of Environ. Sci. and Tech*. 8(7): 428-434.

Gupta. S., Jena. V., Jena. S., Davic. N., Matic. N., Radojevic. D and Solanki. J. S. (2013). Assessment of heavy metal contents of green leafy vegetables. *Croat. J. food Sci. Technol*. 5(2): 53-60.

Haiyan. W and Stuanes. A. (2003). Heavy metal pollution in air-water-soil-plant stystem of Zhuzhou city, Hunan province, China. *Water, Air and Soil Poll*. 147: 79-107.

Igwegbe. O. A., Chingo. H., Agukwe. H. C and Negbenebor. A. C (2013). A survey of heavy metals (Lead, Cadmium and Copper) contents of selected fruit and vegetable crops from Borno State of Nigeria. *Inter. J. of Eng. and Sci*. 2(1): 01-05.

Inoti. J. K., Fanuel. K., George. O and Paul. O. (2012). Assessment of heavy metals concentrations in urban grown vegetables in Thika Town, Kenya. *Afr. J. food Sci*. 6(3): 41-46.

Ismail. B. S., Farihah. K., Khairiak. J. (2005). Bioaccumulation of heavy metals in vegetables from selected agriculture areas. *B. Environ. Contam. Tax*. 74:320-327.

Iyengar. V and Nair. P (2000) Global outlook on nutrition and the environment: meeting the challenges of the next millennium. *Sci. of the total environ*. 249: 331-346.

Juste. C and Mench. M. (1992). Long -term application of sewage sludge and, its effects on metal uptake by crops. pp .159-194. In; Biogeochemistry of Trace Metals. D. C. Adriano (Ed). CRC Press, Boca Raton.

Kumar, V and Thakur, R, K (2018). Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of vegetables grown in wastewater irrigated areas of Jagjeetpur, Haridwar India. *Arch. of Agr. and Environ. Sci*. 3(1): 73 - 80.

Kumar. A., Sharma. I. K., Sharma. A., Varshney. S and Verma. P. S (2009). Heavy metal contamination of vegetable foodstuffs in Jaipur (India). *Electron. J. Environ. Agri. Food Chem*. 8(2): 96-101.

Labhade. K. R (2013). Assessment of heavy metal concentration in vegetables grown in and around Nashik City, Maharashtra State, India. *J. of Appl. Chem*. 5(3): 9-14.

Latif A, Bilal M, Asghar W, Azeem M, Ahmad MI, et al. (2018) Heavy Metal Accumulation in Vegetables and Assessment of their Potential Health Risk. *J. Environ. anal Chem*. 5:234.

Mapenda. F., Mangwayana. E. N., Nyamangare. J and Giller. K. E (2005). The effect of long-term irrigation using water on heavy metal contents of soils under vegetables. *Agri. Ecosyst. Environ*. 107: 151 - 156.

Miyazawa, M; Pavan, M, A;Muraoka, T; Carmo, C, A, F,S; Melo, W.J. (2009). Chemical Analysis of plant tissue. P. 191 – 233. In Silva, F.C. ed. Manual of chemical analysis of soils, plants and fertilizers., Embrapa informicao Teconologica, Bra-slla, DF. Brazil (in Portuguese).

Modaids. A. S., Al Swailem, M, S and Mahjoub, M, D. (2004). Heavy metal content of commercial fertilizers used in the kingdom of Saudi Arabia. *Agric. and mar. sci*. 9: 21-25.

Mohamed. H. H. A and Al-Qahtani. M. K (2012). Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits is Saudi Arabian markets. *Egyptian J. of Aquatic res*. 38: 31-37.

Muchuweti. M., Birketi. J. W., Chinyanga. E., Zvauya. R., Scrimshaw. M. D and Lester. J. N. (2006). Heavy metal content of vegetables irrigated with mixture of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe. Implications of human health. *Agric. Ecosys. Environ*. 112: 14-48.

Najmi, A., Albratty, M., Al-Rajab, A, J., Alhazmi, H, A., Javed, S, A., Ahsan. W., Rehman, Zu., Hassani, R., Alqahtani, S, S (2023). Heavy Metal Contamination in Leafy Vegetables Grown in Jazan Region of Saudi Arabia: Assessment of Possible Human Health Hazards. *Int. J of Environ. Res. and Pub. Health*. 20(4):2984.

Nazar. R., Iqbal. N., Masood. A., Iqbal. M., Khan. R., Syeed. S. and Khan. N. (2012). Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in it is alleviation. *Amer. J. of plant sci.* 3:1476 – 1489.

Nenman. D. V., Nimyel. N. D and Gimba. J. D (2009). Some physiochemical properties of waters obtained in the main campus of Plateau State Polytechnic, Barkin Ladi, Plateau-Hills. *J. of Sci. and Eng.*1(1): 58-63.

Nenman. V. D., Nenven. D. N and Ezekiel. I. D (2012). Trace metals accumulation in some irrigated vegetables grown around HEIPANG Village Plateau state. *Global Eng. and Technol. Rev*. 2(4): 11-15 .

Nooreldeen. S. A. (2007). Fertilizers technology & uses. Ministry of higher education & scientific research. College of agriculture. Unv. Of Baghdad Iraq. Pp.: 1-121.

Noraldien. A. I., Alnakah, H, Hand and Salem, M, A (2018). Evaluation of concentration of some heavy metals in some vegetables grown in Ashati agriculture project. *J. of Pure and Appl. Sci*. 17(2):1-9.

Nwajei. G. E. (2009). Trace elements in soils vegetation in the vicinity of shell petroleum development company operating area in Ughelli. Delta state of Nigeria American Eurasian. *J. of Sustain. Agric*. 3: 574 - 578.

Osae, R., Nukpezah, D., Darko, D, A., Koranteng, S, S and Mensah, A (2023). Accumulation of heavy metals and human health risk assessment of vegetable consumption from a farm within the Korle lagoon catchment. *Heliyon 9*. (2023) e16005.

Osama. E., Serim. M., Leblebici. Z and Aksoy. A (2012). Heavy metals accumulation in some vegetables and soils in Istanbul. *Ekoloji.* 21(82):1-8.

Qishlaqi. A., Moore. F and Forghani. G (2008). Impact of untreated wastewater irrigation in Shiraz sub urban area, SW Iran. *Environ. Monitor. and Asses*. 141: 257-273.

Raphael. O and Adebayo. K. S (2011). Assessment of trace heavy metal contaminations of some selected vegetables irrigated with water from river Benue within Makurdi Metropolis. Benue State Nigeria. *Adv. in appl. Sci. Res*. 2(5): 590-601.

Remon. E., Bouchardon. J. L., Cornier. B., -Leclere, J. -C and Faure. O (2005). Soil characteristics, heavy metal availability and vegetation recovery at a former metallurgical landfill: Implications in risk assessment and site restoration. *Environ. Poll*. 137: 316-323.

Ryser. P and Sauder. W. R (2006). Effects of heavy-metal-contaminated soil on growth. Phenology and Biomass Turnover of Hieracium Piloselloides. Environ. Pollut. 1: 52-61.

Salem, M, A and Noralldien, A, I (2018). Concentration of Cadmium, Lead and Chrome in Some Vegetables Amended with Phosphate and Urea Fertilizers for More Tan Forty Years. CPQ Microbiology. 1(2):14.

Salem, M, A., Dattatray K. Bedade, D, K., Latif Al-Ethawi, L and Samira.M. Al-waleed, S, M (2020). Assessment of physiochemical properties and concentration of heavy metals in agricultural soils fertilized with chemical fertilizers. *Heliyon 6* (2020) e05224.

Scott. D., Keoghan. J. M and Allen. B. E. (1996). Native and low input grass - a New Zealand high country perspective. *New Zealand J. Agri. Res*. 39: 499-512.

Shakya. R. P and Khwaounjoo. M. N (2013). Heavy metal contamination in green leafy vegetables collected from different market sites of KATHMANDU and their associated health risks. *Sci. World*. 11(11): 37-42.

Sharma, A.; Katnoria, J. K.; Nagpal, A. K. (2016). Heavy metals in vegetables: Screening health risks involved in cultivation along wastewater drain and irrigating with wastewater. *Springer Plus* 5. 488.

Sharma. B and Chettri. M. K (2005). Monitoring of heavy metals in vegetables and soil of agriculture fields of Kathmandu Valley. *Eco print*. 12: 1-9.

Sharma. D and Shukla. A. K (2013). Analysis of heavy metals in soil and vegetables irrigated with wastewater in Meerut City Region. *int. J Adv. life Sci*. 6(4): 287-292.

Sharma. R. K., Agrawal. M and Marshall. F. M (2006). Heavy metals concentration in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. *Bull. of environ. Contamin. and Toxicol.* 77:311-318.

Sharma. R. K., Agrawal. M and Marshall. F. M (2008a). Heavy metals (Cu, Cd, Zn and Pb) contamination of vegetables in Urban India. a case study in Varanasi. *Environ. Poll*. 154: 254-263.

Siaka. I. M., Utama. S. M. I., Manuba. P. B. I and Adnyana. M. I (2014). Heavy metals contents in the edible parts of some vegetables grown in Candi Kuning and their predicted pollution in the cultivated soil. *J. of Environ. and Earth Sci*. 4(23): 78-83.

Singh, P, K., Yadav, J, S., Indrajeet Kumar, I., Kumar, U and Sharma, R, K (2022). Risk assessment of heavy metal contaminated vegetables and cereal crops from carpet industrial effluents irrigated areas of northern India. Doi.org/10.21203/rs.3.rs-1622081/v1.

Smarghandi. M., Karimpoor. M and Sadri, Gh. H (2000). Determination of heavy metals in irrigated vegetables with polluted water in Hamadan city. *J. of Man Environ*. 5:24-31.

Solukola, O, P and Dairo, O, U. (2007). Modeling drying kinetics of fewer leaves (Ocimum viride) in a convective hot air dryer. *Niger. Food. J.* 25(1): 145 -153.

Solukola. O. P., adeniran. O. M., Odedario. A. A and Kajjihausa. O. E (2010): heavy metal levels in some fruits and leafy from selected markets in Lagos, Nigeria vegetables. Afr. J. Food. Sci. 4(2): 389-393.

Sujatha. D., Mani. U., Fernandus Durai. M., Saxena. P. N., Murthy. R. C., Rose. C and Mandal. A. B. (2013). Contamination of soil and water by industrial effluents and metal accumulation in plant produce of Ranipet area of Tamilnadu. India. J. of Appl. Phyto. tech. in Environ. Sanit. 2(2): 65-71.

Tani. F. H and Barrington. S (2005). Zinc and Copper uptake by plants under two transpiration ratios. Part 1. Wheat (Triticum aestivum L). *Environ. poll*. 138: 538-547.

Taylor. K., Albrigo. L. G and Chase. C. D. (1988). Zinc complexion in the phloem of blight affected citrus. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 113: 407-411.

Souri, M, K., Alipanahi. N and Tohidloo. G (2016). Heavy metal content of some leafy vegetable crops grown with waste water in southern suburb of Tehran-Iran. Vege. Sci. 43 (2): 156-162.

Turkdogan. M. K., Fevzi. K., Kazim. K., IIyas. T and Ismail. U. (2003). Heavy metals in soil, vegetables, and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environ. Toxic. pharm*. 13: 175-179

Turner. M. A, (1997). Effect of cadmium treatment on cadmium and zinc uptake by selected vegetables species. J. Environ. Qual. 2: 118- 119.

USEPA (US) (2022). Environmental Protection Agency). Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual. EPA/ 540/1-89/002, vol. I. 1989. Available online: http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsa/index.htm

Van Assche. F and Clijsters. H. (1990). Effects of metals on enzymes activity in plant. Plant Cell Environ. 13: 195-206.

Vousta, D., Grimanis, A., and Samara, C. (1996). Trace elements in vegetables grows in an industrial area in relation to soil and air particulate matter. Environ. Poll. 94: 325-335.

Wang. Z., Nan. Z., Wang. S and Zhao. Z (2011). Accumulation and distribution of cadmium and lead in wheat (Triticum aestivum L) grown in contaminated soils from the oasis, north-west China. J. Sci. Food Agric. 91: 377-384.

Wenzel. W and Jackwer. F (1999). Accumulation of heavy metals in plants grown on mineralized solids of the Austrian Alps. Environ. poll. 104: 145-155.

ISSN 2708-8588

WHO/FAO 2001. Food and additives and contaminants, Joint Codex. Alimentarius, FAO/WHO. Food standard programme, ALINORM 01/12A.

Wilson. B and Pyatt. F. B. (2007). Heavy metal dispersion, persistence, and bioaccumulation around an ancient Copper mine situated in Anglesey. UK. *Ecotox. and Environ. Safety*. 66: 224 - 231.

مجلة جامعة مصراتة للعلوم الزراعية
Journal of Misurata University for Agricultural Sciences
المجلد الرابع العدد الثاني ديسمبر 2023م
عدد خاص بالمؤتمر العلمي الثالث للعلوم الزراعية
ISSN 2708-8588

Assessment of the concentration of some heavy metals and their risk index to the health of the population in some vegetables produced in Brack region, Libya

Huda. H. Nakaa[1]; Samera. M. Alwaleed[1]; Masauda. M. Alshatory[2]; Aisha A. Alshanokey[2]; *Mansour A. Salem[2]
[1]faculty of Sciences, Wadi Alshatti Unv. [2]Faculty of environment and natural resources, Wadi Alshatti Unv.
m.salem@wau.edu.ly

Abstract:
This study was conducted to evaluate the concentration of some heavy metals and their effect on public health in some of the most consumed vegetables in the Brack Al Shatii area. The heavy metals Cd, Fe, Zn, Mn, Ni, Cr, Pb, and Cu were estimated. Some vegetables included spinach, Spinacea oleracea (Metalnus), and Petroselinum crispum (mill.) Nym. (Parsley), Lactuca sativa L. (Lettuce), Daucus Corota L. (Carrot), Allium cepa L. (Onion), Solanum tuberosum (Potatoes), Solanum melongena L. (Eggplant), Zucchini, and Cucurbita Pepo (Courgette). The mean concentration of the measured heavy metals in the vegetables ranged from 0.75 - 2.77, 68.35 - 246.94, 6.90 - 42.67, 11.53 - 56.37, 1.95 - 20.13, and 0.88 - 8.13 mg/ kg dry weight, respectively. The average concentration of these metals in the soil samples was 0.13, 272.21, 3.03, 16.57, 10.68, 25.84, and 1.41 mg/kg. DWT, the lead concentration was below the sensitivity of the device. The results show that used fertilisers such as diammonium phosphate (DAP) contain some concentrations of Cd, Zn, Fe, Cr, and Ni (1.15, 33.0, 6.4, 3.3, and 2.6 mg/kg dwt, respectively, as impurities, whereas, Urea has low concentrations of these elements. The results showed a concentration of the measured heavy metals was within the permissible limits for human consumption according to the specifications of WHO/FAO (2001). The coefficient of concentration of heavy elements in vegetables recorded the highest values for chromium, zinc, cadmium, and manganese, respectively. The highest pollution coefficient index for heavy metals was reported in Parsley, carrots, and Spanish. The results showed that the risk index for these elements was cadmium, which had the highest risk index, followed by manganese, nickel, and chromium.

Keywords: heavy metals, vegetables, fertilizers, concentration coefficient, pollution coefficient index, hazard index