مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(9) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (9) 2022

تقييم التلوث بعنصري الرصاص والكادميوم للتربة المحيطة بسد القنجرة – محافظة اللاذقية

د. ابراهيم نيصافي*

ميس حسون**

(تاريخ الإيداع 6/19 /2022 . قُبِل للنشر في 9/19 /2022)

□ ملخّص□

هدف هذا البحث إلى تقييم درجة تلوث التربة المحيطة بسد القنجرة (محافظة اللاذقية) بعنصري الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd)، ودراسة الشكل الذائب لهذين العنصرين في التربة المدروسة من خلال تقدير الكمية الكلية لها باستخدام طريقة الهضم بالماء الملكي والجزء المستخلص بالماء (الشكل المنحل) في تربة المنطقة المدروسة. كما تم تحديد قوام التربة ومحتواها من المادة العضوية وpH التربة والنسبة المئوية لكربونات الكالسيوم الكلية والناقلية الكهربائية لدراسة تأثيرها او علاقتها مع هذه العناصر المدروسة.

أخذت عينات التربة من ثمانية مواقع محيطة بالسد على عمقين (0–15 cm) و (15– 30 cm)، وأشارت نتائج التحليل إلى أن الكمية الكلية لكلا العنصرين (رصاص كادميوم) كانت ضمن الحدود الطبيعية، بينما كانت كمية الشكل المنحل لهذين العنصرين مرتفعة قليلاً، حيث بلغت كقيم متوسط للرصاص المنحل بالماء 1.07ppm على عمق 0–15 cm و 1.01ppm على عمق 15–30 cm، أما بالنسبة للكادميوم فقد بلغت القيمة الوسطى لهذا الشكل الذائب 0.11ppm في الطبقة السطحية، بينما كانت 0.07ppm في الطبقة التي تليها، أي بنسبة مئوية من الكمية الكلية لعنصر الرصاص 1.86% و 5.74% للكادميوم. ومن خلال هذه النتائج نستنتج عدم وجود خطر إمكانية انغسال العنصرين المدروسين ووصولهما إلى المياه الجوفية أو امتصاصهما من قبل النباتات.

الكلمات المفتاحية: تلوث التربة، العناصر الثقيلة ،الرصاص، الكادميوم.

*مدرس– قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

**طالبة دراسات عليا (ماجستير)– قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين –اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(9) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (9) 2022

Assessment of lead and cadmium contamination of the soil surrounding Al-Qanjarrah Dam_Lattakia Governorate

Dr.Ebrahim Nissafy*
Mays Hasson*

(Received 19/6/ 2022 . Accepted 19/9/ 2022)

□ ABSTRACT

The aim of this research is to assess the degree of soil contamination surrounding Al-Qanjara Dam (Lattakia Governorate) with the elements lead (Pb) and cadmium (Cd), and studying the dissolved form of these two elements in the studied soil by estimating the total amount of it using the royal water digestion method and the part extracted with water (dissolved form) in the soil of the studied area. Soil texture, soil organic matter,soil pH, percentage of total calcium carbonate and electrical conductivity were also determined to study their effect or relationship with these studied elements.

Soil samples were taken from eight locations around the dam at two depths (0-15cm) and (15-30 cm), the results of the analysis indicated that the total amount of both elements(lead-cadmium) was within the normal limits ,while the amount of the dissolved form of these two elements was slightly high, where the average values of lead dissolved in water were 1.07 ppm at a depth of 0-15 cm and 1.01 ppm at a depth of 15-30 cm. As for cadmium, the average value of this dissolved form was 0.11ppm in surface layer , while it was 0.07 ppm in the next layer. as percentage of the total amount of lead 1.86% and 5.74% for cadmium. Through these results, we conclude that there is no risk of leaching of the two studied elements and their access to groundwater or absorption by plants.

Key words: soil pollution, heavy metals , lead, cadmium.

*Lecturer - Department of Forestry and Environment - Faculty of Agriculture - Tishreen University - Lattakia - Syria.
**Postgraduate Student (Master) - Department of Forestry and Environment - Faculty of Agriculture - Tishreen University - Lattakia – Syria

1-المقدمة Introduction

ارتبط التلوث بالأنشطة البشرية ارتباطا وثيقا، وذلك منذ بداية الثورة الصناعية وقد أدى إلى تغيرات بيئية غير عكوسة وبصورة خطرة، هذه التغيرات أحدثت خللاً في التوازن البيئي (Kumar and Srikantaswamy, 2012)، إذ ازدادت الأنشطة البشرية في مختلف المجالات التي ينتج عنها مخلفات ضارة بالبيئة المحيطة (Piccolo *et al.*, 2003). ومن أهم هذه الأنشطة الاستخدام العشوائي للمبيدات الفطرية والحشرية وكذلك الأسمدة الكيميائية، واستخدام المياه الملوثة بفضلات الصرف الصحي والفضلات الصناعية المختلفة في عملية الري وبالتالي إلحاق الضرر في البيئة المحيطة (الإنسان، النبات ،الحيوان، وجميع الكائنات الحية). كما يمكن أن يكون مصدر التلوث ناجم عن مصادر طبيعية كالبراكين والصخر الأم وغيرها (Huppart and Sparks,2006). كل ذلك أدى إلى تلوث البيئة بالملوثات العضوية واللاعضوية المختلفة (Apple and Ma, 2002).

يعد التلوث البيئي من أخطر التحديات العالمية من حيث تأثيرها على الكائنات الحية لا سيما الانسان (Vimal, Fereidoun *et al.*, 2007; 2019). ويعتبر التلوث بالمعادن الثقيلة مشكلة خطيرة في أجزاء كثيرة من العالم (Islam *et al.*, 2016). إذ أنها تعد من الملوثات غير العضوية ذات طبيعية غير قابلة للتحلل (Lone *et al.*,2008). إضافة لإمكانية انتقالها وتراكمها بمستويات متزايدة في أنسجة الإنسان مسببة أخطارا على صحته وذلك عن طريق السلاسل الغذائية (Premarathna *et al.*, 2010; Nuralykyzy *et al.*,2021). وهذا وتعد مشكلة تلوث مياه البحيرات وتربتها بالعناصر الثقيلة من أبرز المشكلات البيئة وأكثرها تعقيدا، حيث ينتج عن هذا التلوث انغسال العناصر الثقيلة باتجاه المسطحات المائية الأخرى والى المياه الجوفية، كما يمكن أن يتم امتصاصها من قبل النباتات والكائنات الحية (Navarro- Pedreño *et al.*, 2008).

وبشكل عام تتواجد العناصر الثقيلة في التربة بأشكال مختلفة قد تكون منحلة، مدمصة، أو معقدة مع المواد العضوية أو داخلة في تركيب البيئة البلورية لمعادن الطين (Navas and lindhorfer, 2003)، وقد ذكر Blanchard وآخرون (2002) إمكانية تقسيم العناصر الثقيلة إلى الأشكال الرئيسية التالية:

- الشكل الذائب أو المنحل بالماء في محلول التربة
- الشكل المتبادل وهو الشكل المتاح والقابل للامتصاص من قبل النباتات.
- الجزء المرتبط بالكربونات وهو سهل التفكك وبالتالي سهل التحرر والإتاحة.
- الجزء المرتبط بأكاسيد الحديد والمنغيز الذي يتضمن العناصر التي تتأثر بسهولة من خلال تفاعلات الأكسدة والإرجاع.

بشكل عام تتأثر حركة المعادن الثقيلة في التربة بعوامل عدة أهمها درجة الحموضةpH، محتوى التربة من المادة العضوية، من أكاسيد الألمنيوم والحديد، من كربونات الكالسيوم وكذلك ظروف الأكسدة والإرجاع والنشاط الحيوي في التربة ونوع النبات المزروع، ورطوبة التربة وسعتها التبادلية الكاتيونية (Alloway, ؛ Nuralykyzy *et al.*, 2021 2008).

يشكل تلوث البحيرات والسدود مشكلة بيئية معقدة وخاصة اذا تواجدت في مناطق تستخدم فيها مياه السدود أو البحيرة في ري المزروعات وفي حال كانت قريبة من المسطحات المائية.

2-أهمية البحث وأهدافه

تكمن أهمية البحث في أن الموقع المدروس موقعاً هاماً من الناحية الزراعية والسياحية وقربه من المسطحات المائية. حيث ينتشر في الموقع المدروس الكثير من الأنشطة الزراعية (المداجن والمباقر، زراعة الخضار والحمضيات والزيتون وغيرها) وكذلك تنشر المنشآت السياحية المختلفة. فكان لابد من أخذ فكرة أولية عن درجة تلوث التربة المحيطة بسد القنجرة بالعناصر الثقيلة وإمكانية انغسالها باتجاه المياه الجوفية والبحر وكذلك إمكانية امتصاصها من قبل النباتات، مما يساهم في وضع الخطط أو التشريعات اللازمة في المستقبل لتجنب التلوث بهذه العناصر.

ويهدف البحث إلى تقييم درجة تلوث التربة المحيطة بسد القنجرة بعنصر الرصاص والكادميوم وكذلك حركية هذين العنصرين في التربة وذلك من خلال:

تقدير محتوى تربة الموقع المدروس بكل من الرصاص (Pb) والكادميوم(Cd) ككمية كلية.

تقدير كمية ونسبة الشكل الذائب لهذين العنصرين.

دراسة العلاقة بين ألشكل الذائب لهذين العنصرين مع كل من درجة ال(pH) والمحتوى العضوي والناقلية الكهربائية للتربة المدروسة.

3-مواد البحث وطرائقه Materials and methods

3-1: الموقع المدروس

تقع منطقة الدراسة (سد القنجرة) في الجهة الشمالية من مدينة اللاذقية، حيث تبعد حوالي 5 كم شمالاً عن مدينة اللاذقية. وتتميز منطقة الدراسة بشكل عام بمناخ ماطر في فصل الشتاء وجاف في فصل الصيف (متوسطي معتدل)، حيث يبلغ معدل الهطول المطري السنوي 800 ملم (مديرية الموارد المائية باللاذقية، 2019)، توجد في هذه المنطقة الكثير من مصادر التلوث منها الأنشطة الزراعية المختلفة (زراعة خضار، أشجار مثمرة من حمضيات وزيتون وكرمة حبوب وغيرها) ومخلفات الصرف الصحي. كما يوجد بالقرب من السد مدجنة ومطاعم سياحية وغيرها من الأنشطة البشرية. والشكل (1) يوضح الموقع الجغرافي للموقع المدروس.

الشكل (1) صورة فضائية للموقع المدروس سد القنجرة (Google earth)

3-2: طريقة أخذ العينات

أخذت عينات التربة من مواقع مكشوفة على أطراف السد بتاريخ 29/8/2018، على أبعاد مختلفة حسب المكان الممكن أخذ العينة منه، حيث تراوحت الأبعاد بين عشرة الي خمسين متر، وتم اختيار ثمان مواقع من التربة المحيطة بالسد، وتم أخذ عينتي تربة من كل موقع على عمقين (cm 15-0) و (cm 30-15). ووضعت العينات المأخوذة في أكياس نايلون بعد كتابة المعلومات اللازمة، وأغلقت بإحكام، ومن ثم تم نقلها إلى المخبر.

3-3: طريقة تحضير العينات وأهم البارامترات المدروسة

تم نقل العينات إلى مخابر كلية الزراعة وتنقيتها من الشوائب (حصى ومخلفات نباتية وغيرها). ومن ثم جففت هوائيا. بعد ذلك طحنت العينات المجففة بواسطة هاون من البورسلان ومن ثم تنخيلها على منخل أقطار ثقوبه (2mm). ووضعت العينات المطحونة والمنخولة في أكياس وسجلت المعلومات الخاصة بها. بعد ذلك أخذ جزء من العينة للقيام ببعض التحاليل اللازمة والتي شملت درجة الحموضة (pH) في مستخلص مائي (2.5:1) باستخدام جهاز قياس ال pH (Conyers and Davery, 1988). وقدرت الناقلية الكهربائية (EC) في نفس المستخلص السابق باستخدام جهاز قياس الناقلية الكهربائية (Rhoades, 1982).

تم تقدير محتوى العينات من المادة العضوية (OM) بواسطة الأكسدة الرطبة باستخدام ديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkly and Black, 1943). وحدد قوام التربة بطريقة الهيدروميتر واستخدام مثلث القوام. تم تقدير البارامترات المتعلقة بخصائص التربة في مخابر البحوث الزراعية في الهنادي (اللاذقية).

أما بالنسبة لعنصري الرصاص والكادميوم فقد تم تقدير المحتوى الكلي منهما عن طريق هضم العينات باستخدام الماء الملكي (مزيج من محلول HCl تركيز(37%) ومحلول HNO_3 تركيز(65%))، وترك المزيج لليوم التالي، حيث تم تسخين العينات ببطء ورفع درجة حرارتها خلال ساعة ونصف إلى 175 درجة مئوية، ثم تركت لمدة ساعتين على هذه الدرجة وتحت الضغط الجوي العادي وتركت لتبرد وأكمل الحجم بالماء المقطر إلى (50ml) وبذلك أصبحت العينات جاهزة للتمرير على جهاز الامتصاص الذري، بينما تتم تقدير الشكل المستخلص بالماء (الشكل المنحل) باستخدام مستخلص مائي (5:1) ووضع العينات بجهاز ال Ultrasonic Bath لمدة 20 دقيقة (Zeien, 1995). بعد ذلك قدرت كمية وأشكال العناصر المدروسة باستخدام جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption (Spectrophotometer) في المعهد العالي للبحوث البحرية. أما التحليل الإحصائي فقد تم باستخدام برنامج اكسيل (Excel) وذلك لتقييم العلاقة (Person correlation) بين الشكل الذائب للعنصرين المدروسة مع كلا درجة ال pH والمادة العضوية والناقلية الكهربائية وكربونات الكالسيوم.

4-النتائج والمناقشة

4-1: تقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع المدروس

يوضح الجدول (1) أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات التربة المأخوذة من الموقع الدروس، حيث أظهرت التحاليل أن التربة طينية القوام، بينما تميزت ترب هذا الموقع بدرجة تفاعل التربة معتدلة إلى مائلة قليلاً للوسط القاعدي، حيث كانت قيم ال pH في الطبقة تحت سطحية أعلى بقليل من الطبقة السطحية وكقيمة وسطية كانت بحدود 7.59 على عمق (15-0) و 7.64 ، هذا ويعود ارتفاع قيم ال pH بأن التربة ناشئة على صخور قاعدية كلسية(Blume *et al.*, 2008).

بالنسبة لقيم الناقلية الكهربائية فكانت في تربة الموقع المدروس وللعمقين ما بين ((0,55 ms/cm) و(0.76 ms/cm)، حيث كانت أعلى قيم لها في الطبقة السطحية مقارنة بالطبقة التي تليها، وبشكل عام كانت قيم الملوحة ضمن الحدود الطبيعية لملوحة التربة (2–0 ms/cm)، حيث تصنف التربة بأنها غير مالحة وفق التصنيف الذي وضعته الفاو لتقييم ملوحة التربة (Shirkova *et al.*, 2000).

كما أظهرت النتائج أن نسبة المادة العضوية في العينات المدروسة كانت منخفضة الى متوسطة المحتوى من المادة العضوية على العمقين المدروسين، وكانت في الطبقة السطحية أعلى من تلك في الطبقة تحت السطحية، هذا وقد بلغت كقيمة متوسطة 1.65% في الطبقة السطحية (15cm–0) و1.11% على عمق(30 cm–15).

كانت كربونات الكالسيوم مرتفعة إلى مرتفعة جدا ،حيث بلغت كقيمة متوسطة حوالي 55% في اتربة العمقين المدروسة. ويعود سبب ارتفاع كربونات الكالسيوم في تربة الموقع المدروس الى وجود الصخر الأم كصخور كلسية مما تسبب بارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم وكذلك ارتفاع قيم ال pH.

جدول (1) أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المحيطة بسد القنجرة

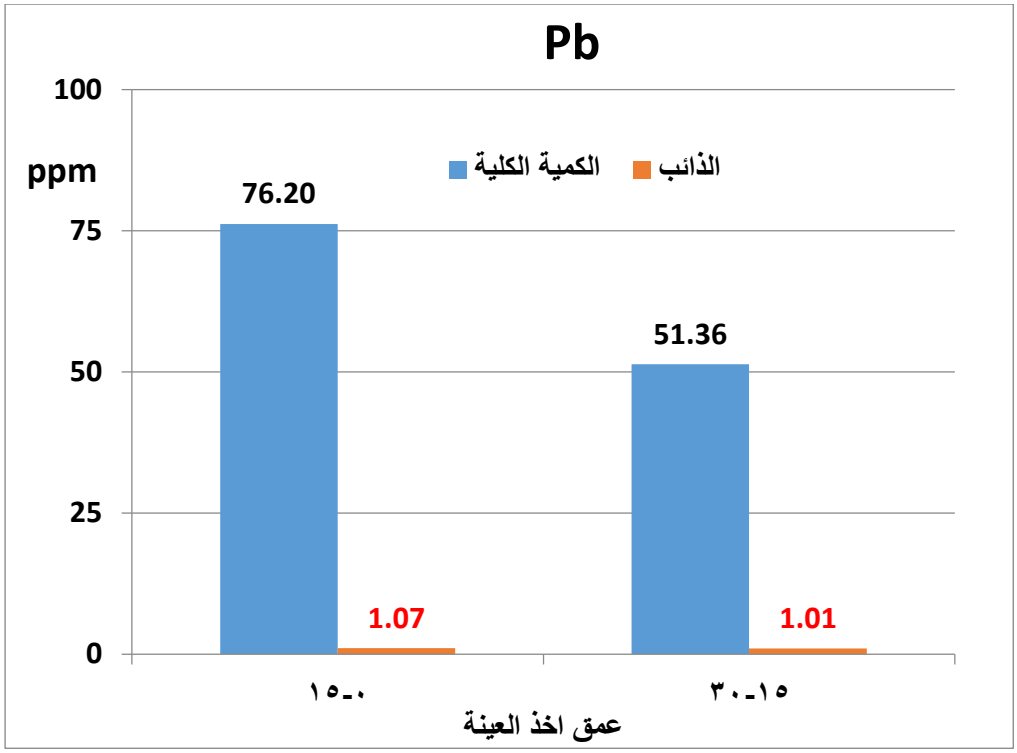
قوام التربة			$CaCO_3$	OM	EC	pH	
Clay%	Silt %	Sand%	%		ms/cm		العمق
62.13	23.25	14.63	55.38	1.65	0.66	7.59	**0- 15 cm**
77.13	22.75	12.88	55.00	1.11	0.62	7.64	**15 30 cm**

2-4: الكمية الكلية والذائبة للرصاص في ترب الموقع المدروس

يعد عنصر الرصاص عنصر سام للنباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة. وتوجد مصادر مختلفة للتلوث بهذا العنصر لاسيما وسائل النقل والأسمدة الكيميائية والصرف الصحي والصناعي وحرق النفايات المختلفة ومعامل الإسمنت وغيرها من أنشطة بشرية مختلفة. وبشكل عام تتراوح كميته في القشرة الأرضية بين 17ppm–13، وتتواجد الكميات المنخفضة منه في الاتربة الناشئة على صخور كلسية (10ppm–1) وبكميات مرتفعة في الترب ناشئة على صخور حامضية الوسط وعلى رسوبيات طينية(40ppm–10). تكون كمية الرصاص الكلية في الترب غير الملوثة أقل 20ppm وفي الترب الزراعية حوالي 35ppm، و المجال الأكثر تواجدا لهذا العنصر في مختلف ترب العالم يتراوح بين 60–10 (Alloway, 1999, Kabata–Pendias, 2011) ppm.

بلغت الكمية الكلية كقيمة متوسطة لمحتوى التربة المدروسة 76.20 ppm في الطبقة السطحية (0 –15)و51.36 ppm في الطبقة تحت السطحية (15–30) كما يبدو في الشكل (2)، حيث كان محتوى الطبقة السطحية من هذا العنصر أعلى من التي تقع تحتها، ويعزى هذا إلى ارتفاع محتوى الطبقة السطحية من المادة العضوية التي تقوم بزيادة تعقيد العناصر الثقيلة وشدة الادمصاص العالية للرصاص التي تحول دون انغساله نحو الطبقات السفلى (Nesafi, 2007؛ Wang *et al.*, 2021)، كما تشير هذه النتائج إلى ارتفاع

كمية الرصاص الكلية مما يشير إلى تلوث ناجم عن مصادر بشرية مختلفة، وبشكل عام تعتبر عالية المحتوى من هذا العنصر لاسيما أنها ناشئة على صخور كلسية ذات المحتوى المنخفض من هذا العنصر، هذا وتعتبر قيم الرصاص في ترب الموقع المدروس ضمن الحدود المسموح بها عالمياً في الترب الزراعية والتي تبلغ 100ppm (Alloway, 1999).



الشكل (2) متوسط الكمية الكلية والذائبة للرصاص في ترب الموقع المدروس

يتواجد الرصاص بأشكال مختلفة في التربة مثله مثل باقي العناصر الأخرى، والشكل الأكثر تواجداً له في محلولة التربة تحت الظروف الحامضية والأكسدة هو Pb^{+2}، $Pb(H2O)_4^{+2}$ و $PbHCO_3$ وغيرها. وأغلب تواجده يكون بشكل ثنائي التكافؤ. تتعلق درجة ذوبان الرصاص في التربة بالمقام الأول بدرجة ال pH وبالكمية الكلية لهذا العنصر والمادة العضوية وبقوام التربة(Allowy, 1999, Nesafi, 2007). عموماً يتواجد هذا العنصر بشكل ذائب بكميات منخفضة جداً في التربة لاسيما ذات الوسط المعتدل والمائلة للوسط القاعدي. وعادة تكون درجة ذوبانه عالية جداً بدءاً من درجة pH 4> (Alloway, 1999).

كانت قيم الشكل الذائب من هذا العنصر في ترب الموقع المدروس منخفضة عموما وذلك بالمقارنة مع كميته الكلية في التربة المدروسة، حيث بلغت حوالي 1.07ppm في الطبقة السطحية (0–15cm)، بينما كانت في الطبقة تحت السطحية أقل 1.01ppm .

4-3: الكمية الكلية والذائبة للكادميوم في ترب الموقع المدروس

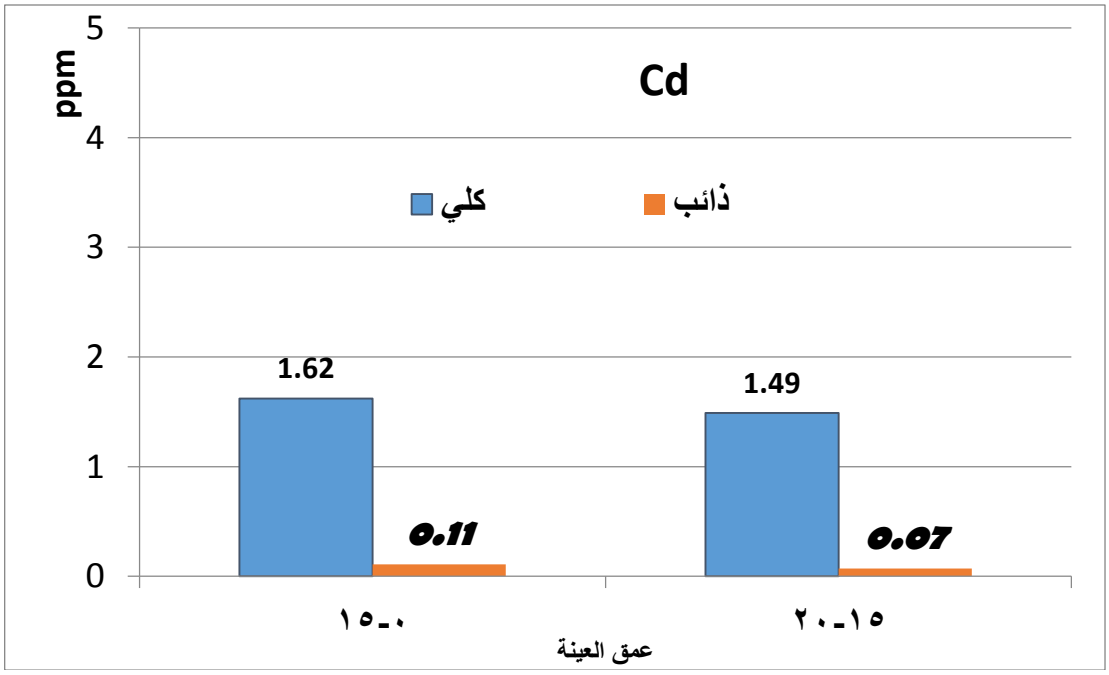
يتواجد هذا العنصر بكميات منخفضة جداً في التربة ويعتبر من العناصر السامة جداً للإنسان والنبات والحيوان والأحياء الدقيقة في التربة حتى ولو كان بكميات منخفضة فيها (Kabata-Pendias, 2011). ومن مصادر التلوث بهذا العنصر الأنشطة البشرية المختلفة مثل وسائل النقل، الاسمدة (لاسيما الفوسفاتية) والمبيدات الزراعية وحرق النفايات وكذلك الصرف الصحي والصرف الصناعي وغيرها من مصادر اخرى. وعموما تكون كميته في مختلف أنواع

الصخور أقل من 0,3 ppm وبشكل تكون الصخور الكلسية والرملية فقيرة المحتوى من هذا العنصر، وكذلك تكون كميته منخفضة في القشرة الأرضية وتبلغ وسطياً حوالي 0,1 ppm، وتتراوح كميته في الأتربة غير الملوثة بين 0.1–0.6 ppm (Scheffer und Schachtschabel, 2008).

لقد بلغت الكمية الكلية كقيمة متوسطة لمحتوى التربة المدروسة 1.62 ppmفي الطبقة السطحية (0–15cm) و 1.49ppm في الطبقة تحت السطحية (15–30cm) كما في الشكل(2)، حيث كان محتوى الطبقة السطحية من هذا العنصر أعلى من كميته المتواجدة في الطبقة التي تليها، هذا وقد يعود ذلك إلى ارتفاع محتوى الطبقة السطحية من المادة العضوية التي تقوم بربط وتعقيد العناصر الثقيلة، كما تشير هذه النتائج إلى أن مصدر التلوث هنا ناتج عن الأنشطة البشرية وليس مصدر طبيعي، حيث تتراكم العناصر الناجمة عن مصدر طبيعي في الطبقة السطحية عادة مقارنة مع الآفاق تحت السطحية (Alloway, 1999). وتشير النتائج المتحصل عليها الى وجود تلوث بهذا العنصر لان الترب الناشئة على صخور كلسية ورملية تكون منخفضة المحتوى جداً من هذا العنصر، ولكن يعتبر محتوى ترب الموقع المدروس من الكادميوم ضمن الحدود المسموح بها عالمياً في الترب الزراعية والتي تبلغ 3 ppm (Alloway, 1999؛ Wang *et al.*, 2021).

غالبا يوجد الكادميوم في محلول التربة تحت الظروف الحامضية والأكسدة بشكل Cd^{+2}، ويعتبر عنصر سريع الحركة في التربة وخاصة تبدأ معقدات الكادميوم بتحريره بدءاً من درجة pH=6.5 فما دون. هذا ويكون الدور الرئيسي في توفر الشكل المنحل لهذا العنصر درجة الحموضة وكذلك مصدر التلوث والمادة العضوية وغيرها من العوامل (Alloway, 1999؛ Nuralykyzy *et al.*, 2021).

يبين الشكل (3) ارتفاع قيم الشكل الذائب لهذا العنصر في الطبقة السطحية مقارنة بالطبقة التي تليها، حيث بلغت كقيمة متوسطة 0.11ppm في الطبقة السطحية، بينما كانت 0.07ppm في الطبقة التي تحت السطحية.

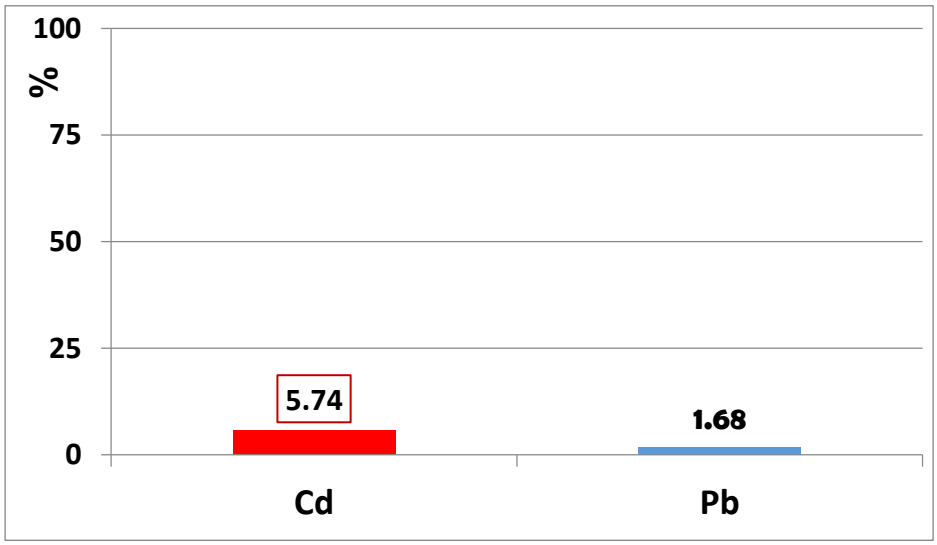


الشكل (3) متوسط الكمية الكلية والذائبة للكادميوم في ترب الموقع المدروس

4-4: النسبة المئوية للشكل الذائب من الكمية الكلية للكادميوم والرصاص في ترب الموقع المدروس

كما في الشكل (4) حيث يتضح ارتفاع النسبة المئوية للكادميوم مقارنة بعنصر الرصاص، ويعود ذلك الى أن عنصر الكادميوم ينتمي الى مجموعة العناصر السريعة الحركة في التربة والذي يتحرر من مركباته بدءا من درجة ال pH القريبة من المعتدلة 6.5 (Alloway, 1999, Kabata-Pendias, 2011)، بينما ينتمي الرصاص الى مجموعة العناصر البطيئة الحركة في التربة حيث يتحرر من معقداته بدءا من الدرجة pH=4 فما دون (Alloway, 1999).

تظهر هذه النتائج مقارنة مع بعض من الدراسات السابقة ارتفاع قليل جداً لنسبة الشكل الذائب لعنصر الكادميوم رغم ارتفاع قيم درجة ال pH، ويمكن تفسير ذلك الى مصدر التلوث بهذه العناصر، حيث وبشكل عام تتميز العناصر ذات المصدر الناتج عن الأنشطة البشرية بسهولة ذوبانها مقارنة بالعناصر ذات المصدر الطبيعي والتي تتميز ببطء ذوبانها (Kabata-Pendias, 2011). وبشكل عام تزداد خطورة العناصر الثقيلة في التربة عندما تزداد النسبة المئوية لكل من الشكل المنحل (الذائب) والمتبادل على غرويات التربة من الكمية الكلية للعنصر، حيث كلما ارتفعت هذه النسبة كلما ازداد خطورة انغسال العنصر باتجاه الأسفل (المياه الجوفية) والمسطحات المائية وكذلك قابلية امتصاصه من قبل النبات (Alloway, 1999).



الشكل (4) متوسط النسبة المئوية للشكل الذائب للكادميوم والرصاص من الكمية الكلية في ترب الموقع المدروس

5-4: العلاقات الارتباطية للكميات الكلية من الرصاص والكاديميوم مع بعض خصائص تربة الموقع المدروس

تلاحظ من الجدول (2) وجود ارتباط وثيق بين محتوى التربة من عنصر الرصاص مع محتواها من المادة العضوية (r=0.61)، وهذا ما يفسر تراكم الرصاص في الآفاق السطحية على الأعماق المدروسة لاسيما الطبقة السطحية والتي تتميز بتواجد المادة العضوية فيها وبالتالي تعقيد ومراكمة الرصاص فيها، بينما كانت هذه العلاقة ضعيفة مع الكادميوم نتيجة ميله الضعيف للارتباط معها مقارنة بالرصاص (Alloway, 1999).

جدول(2) قيمة معامل الارتباط بين بعض خصائص التربة مع الرصاص والكادميوم في تربة الموقع المدروس

	Pb	Cd
ارتباط مادة عضوية	0.61	0.04
مع الناقلية	0.42	-0.05
مع الحموضة	-0.47	-0.68
Pb x Cd	0.22	

كما كانت قيمة معامل الارتباط لعنصر الكادميوم علاقة سلبية طردية وقوية مع درجة الحموضة (r=−0.68) نتيجة تأثر هذا العنصر بقيم ال pH القريبة من الوسط المعتدل وهذا ما تؤكده معظم الدراسات السابقة (Nuralykyzy,2021; Kabata−Pendias, 2011). هذا وتشير قيمة معامل الارتباط الضعيفة (r=0.22) بين الرصاص والكادميوم الى احتمال اختلاف مصدر التلوث بالعنصرين المدروسين بالدرجة الأولى (Nesafi, 2007).

5-الاستنتاجات والمقترحات

1) وجود تلوث في ترب الموقع المدروس بالرصاص والكادميوم ، لكن ضمن الحدود المسموح بها في الترب الزراعية. وأن مصادر التلوث الذي تم رصده هـ ناتج عن أنشطة بشرية نتيجة تراكمه في الطبقة السطحية للتربة المدروسة.

2) ارتفاع قليل لنسبة الشكل الذائب لاسيما للكادميوم من الكمية الكلية، لكن في ظروف خصائص التربة الحالية لاسيما درجة تفاعلها لا يشير الى وجود مخاطر امتصاص هذا العنصر من التربة من قبل النباتات أو امكانية انغساله الى الأسفل باتجاه المياه الجوفية أو الى المسطحات المائية.

3) وجود علاقة ارتباط (عكسية) جيدة بين درجة ال pH والكادميوم.

وبناءاً على ما سبق يقترح:

- تحديد مصادر التلوث بالعنصرين المدروسين من خلال تقدير محتوى مياه الجداول التي تصل الى السد من كل عنصري الكادميوم والرصاص.
- الاعتماد على بعض النباتات المائية والضفافية التي تمتص وتراكم هذه العنصرين في أنسجتها لتخفيف درجة التلوث بهذه العناصر.

Reference المراجع

1- Alloway, J. B. Zinc in soil sand crop Nutrition. Second Editiin, published by IZA (International Zinc Associatio) and IFA (Interatioal Fertilizer In thdustry Association). Brussels, Belgium and Paris, France, 2008, 14-20

2-Alloway, J. B. and Schowgrth, J. D. Influence of Dissolved organic Matteron the Solubiltily of heavy Metals in Sewage-Sludge-Amended Soils. communications in soils science and plant Analysis, vol. 39, 2008, 538-550.

3- Alloway, J. B . Schwermetalle in Boden Analytik, Konzentrationen, Wechselwirkungen . Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg, 1999, 540.

4-Appel. C and MA. L. Conceration, PH. and surface charge Effects on Cadmium and Lead Sorption in Three Tropical Soils. J. Environ, Qual. 31, Florida, 2002, 581-589.

5-Blanchard , E; BRAND, P; TRASSARD, S; GOUDEAD, A; ROTNGEARD, P.Hepatitis C virus-like Particale Morphogenesis .Journal of Virology, vol. 76,. 8, Tours, France, 2002, 4073-4079.

6-Blume. Hans-peter, Gerland w. Brümmer, Udo Schwetrmann, Rainer Horn, Ingrid Kögel-Knabner, Karl Stahr, Karl Auerswald, lothar Beyer, Anton Hartmann, Norbert zlit, Andreas Scheiost, Helge Stajek, Gerland Welp, Berandt-Michael wilke, Scheffer /Schachtschabel Soil Sciece, Lehrbuch der Bodenkunde, Auflage 15spektrum Akademischer vertag, Heidelerg, 2008, p:325-437.

7-Conyers, M. K. and B. G. Davery. observations on same routine methods for soil PH determination . Soil science, 1988, 145: 29-36.

8-Fereidoun, H; Nourddin, M. S; Rreza, N. A; Mohsen, A ; Ahmed, R; Poria, H.T he effect of long –Term Exposure to particulate pollution on the lung function of teheranian and Zanjanian students. Pakistan Journal of physiology. 2007, 3(2), 1-5.

9-Huppart, H. E; Sparks, R. S. J. Extreme Natural Hazards: populatio7n Growth, Globall station and Environmental change, philosophical.transcactions of the Royal society, 2006, 364(1845), pp: 1875-1888.

10-Islam, M. S; Ahmed, M. k; Habibullah Al-Mamun, M . Apportionment of heavey metals in soil and vegetables and associated health risks assessment. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2016, 30, 365-377.

11-Jackson, M. L. soil chemical Analysis. Prentice-Hall, Englewood cliffs , NJ. 1985.

12- Kabata -Pendatas, A. Trace Elements in soils and plants, Fourth Edition, Taylor and Francis Group, 2011, 534

13-Kumar, D. S and Srikantas Wamy, S. Heavy metals pollution assessment in industrial area soil of Mysore city , Karnataka , India. Journal of Applied sciences and Gngincering Research, Vol. 1, Issue. U, 2012, 604-60.

14-Kuster, Emmanuel. Mobilisierbarkeit von Schwermetalen in frisch geschûtteten Böden. Versuche an der Lyseimeteranlage Horw/LU. , VerlagDr. Mueller GmbH &Co. KG, 2011, S. 86.

15-Lone, I. M; HE, Z; Stoffella, J. P; Yang, X. Phytormediation of Heavy Metal polluted soils and water. Progresses and perspectives.Journal of Zhejiang university science , vol. 9, No. 3, 2008, 210-220

16-Meinert. R. A; Morris. T. F; Pettinelli. D, Liming and Fertiliing forage crops in connectiut. Soil Nutrient Analysis laboratory, university of connectiut. Soil Nutrient Analysis Laboratory, university of connectiut, Department of Etension and plant sciene and landscape Architecture, college of Agriculture and natural Resourses, 2011, 1-5.

17–Navarro- Pedreño, J; Gomez , L; Almendro-candel, M; Meleyndez-Pastor, I. Heavy metals in Mediterranean soils . In: J. Domingue(Ed), Soil cantamination researchtrends ,Newyork, USA. 2008, pp:161-176. Nova science publishers, Inc

18-Navas, A; Lindhorfer, H.Geochemical Speciation of Heavy Metals in Semiarid Soils of the Central Ebro Valley (Spain). Environment International, 2003, Vol. 29, pp: 61-68.

19-Nesafi, I. Bindung formen und Vorräte von Schwermetallen und Arsen in flugasche belasteten Waldböden der DubenerHeide und der Oberlanusitz. Fakultat Forst Geo-und Hydrowissenschaften der technischen Universtat Dresden, Dis, 2007, 372.

20- Nuralykyzy B, Wang P, Deng X, An S,* and i Huang Y. Heavy Metal Contents and Assessment of Soil Contaminationin Different Land-Use Types in the Qaidam Basin. Ustainability 2021,13, 12020

21-Piccolo, A; Coynte , P; Halim, M.Potential Availability of Heavy Metals to phytoxtraction from contaminated soils Induced by Exogenous Humic substances. Chemosphere, Vol. 52, 2003, 265-275.

22-Premarathna , P. M. H; Indraratne, P. S; Hettlarachhi, G. Heavy Metal contaminated Soils , Heavy Metal onentratin in crops and soils collected from Intensively ultivated areas of srilanka. 19th world ogress of soil science , soil solutions for achanging World, 2010, 122-125.

23-Rhoades, J D. USA Methods of soil analyse Part2, Chemical and microbiological properties-agronomy monograph , No 9(2nd Edition). 1982.

24-Scheffer und Schachtschabelbel. Lehrbuch der Bodenkund, Spektrum Akademischer Veralg Gmbh, Heidelberg, Berlin, 2008, 583.

25-Shirkova, Y; Forkutsa I; Sharfutdinox, N. Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity of soluble salts for soil salinity monitoring in central Asia. Irrigation and drainage systems, 14 , 2000, 199-205.

26-Vimal Chandra Pandey , Vijaji Singh, in phytomanagement of polluted sites, 2019.

27-Walkly, A; Black, C. A .An examination of degtjareff method for determination soil organic matter and a propsed modification of the chromic acid titration method. soil sci, vol. 37, 1943, 29-38.

28- Wang J, Danyang Y, Yanhong W, Xueli D, Guochen L, Bo Li, Yujie Z, Yinghui W, Shuang X. Source analysis of heavy metal pollution in agricultural soil irrigated with sewage in Wuqing, Tianjin. Scientific Reports, 2021, 11:17816.

29-Zeien, H. Chemische Extrakionen zur Bestimmung der Bindungsformen von Schwermetallen in Böden.Bodenkundliche Abhhandlungen Band 17, Rheinische Friedrih, Wilhelms, uniersitat, Boun, 1995, 284.