تقييم محتوى تربة سد معرين الصليب من عنصر الرصاص وعلاقته مع بعض خصائصها الكيميائية والفيزيائية

د. سوسن هيفا*

د. ابراهيم نيصافي**

محمد حداد ***

(تاريخ الإيداع 15 / 10 / 2020. قبل للنشر في 9 / 3 / 2021)

□ ملخّص □

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم درجة التلوث بعنصر الرصاص في تربة حوض سد معرين الصليب (حماة ـ مصياف)، ودراسة بعض خصائص الترب الفيزيائية والكيميائية ومعرفة العلاقة بين كمية الرصاص الكلية وبعض خصائص التربة. جُمعت عينات التربة من عمقين الأول (0 – 20 سم) والثاني (20 – 40 سم) من تربة حوض السد وسريره من كلا الجانبين وعلى أبعاد مختلفة من جسم السد تراوحت في أقصاها 3 كم.

أظهرت نتائج الدراسة أن الترب المدروسة متباينة القوام، درجة تفاعلها معتدلة مائلة للوسط القاعدي، أما ملوحة التربة كانت ضمن الحدود الطبيعية، وكانت الترب جيدة المحتوى العضوي. وأظهرت نتائج البحث أن محتواها من كربونات الكالسيوم الكلية متوسط إلى عالي المحتوى.

تراوحت كمية الرصاص في الطبقة السطحية بين (40.7 – 112.51 mg/kg)، وفي التربة تحت السطحية بين (32.81 – 98.37 mg/kg)، وقد تراكم الرصاص في التربة السطحية في جميع مواقع الدراسة، وكانت أعلى قيمة له في تربة حوض السد حيث تجاوزت القيمة الحرجة، بينما كانت دون الحد الحرج في باقي المواقع المدروسة.

تشير نتائج البحث إلى تراكم الرصاص في الجزء العلوي من حوض السد وتناقص تدريجياً باتجاه جسم السد، كما بينت النتائج وجود علاقة إيجابية متوسطة القوة تربط الكمية الكلية للرصاص مع كل من المادة العضوية ونسبة الطين.

الكلمات المفتاحية: عناصر ثقيلة، رصاص، سد معرين الصليب، تلوث بيئي.

* أستاذ ، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

** أستاذ مساعد ، قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) ، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

Determination of concentration of lead in the soil of Marren Alsaleeb dam and their relationship with chemical properties

Dr. Sawsan Hayfa*
Dr. Ibrahim Nisafi**
Mohammad Haddad***

(Received 15 / 10 / 2020. Accepted 9 / 3 /2021)

□ ABSTRACT □

This study aimed to determine the degree of contamination of Marren Alsaleeb dam's soil (Hama - Masyaf) of Lead, studying the physical and chemical properties of soils, and knowing relationship between the total amount of lead and soil properties. Soil samples were collected from two depths (0-20 cm) / (20-40 cm) on dam basin's soil and both sides, Samples were collected from different dimensions of the dam body, ranging in size to a maximum of 3 km.

The study indicated that the soils were different textures, Soil degree of interaction (*pH*) was moderate to alkaline, Soil salinity was within the normal limit, Soils were of good organic content, Results of the research showed that the total of calcium carbonate content was medium to high content.

Total amount of lead in the topsoil ranged between (40.7 - 112.51 mg / kg), in the subsoil ranged between (32.81 - 98.37 mg / kg). Lead accumulated in the topsoil in all sites, The highest concentration of lead was in the basin's soil which exceed the critical limit.

The results of the research indicated that the lead concentration in the upper part of the dam basin gradually decreased towards the dam body. The results also showed the existence of a positive medium-strength relationship linking the total amount of lead with both the organic matter and the percentage of clay.

Keywords: heavy metals, lead, Ma'reen Alsaleeb dam, environmental pollution.

* **Professor, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
** **Assistant Professor, Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria**
*** **Prostgraduate Student(PhD), Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria**

مقدمة

يعد التلوث البيئي أحد أبرز المشكلات التي تواجه الإنسان في العصر الحديث، وتلعب الأنشطة البشرية وما تُلحِقه من تغيرات في الأوساط البيئية دوراً رئيسياً في الانتشار الواسع للتلوث البيئي (Khan, 2011)، تلعب السدود السطحية دوراً هاماً في التنمية الزراعية والبيئية من خلال توفير مياه الري للمحاصيل الزراعية والحفاظ على تغيرات درجات حرارة ورطوبة الجو المحيط ضمن حدود ضيقة، إضافةً لرفد مخزون المياه الجوفية خلال أشهر الجفاف (Hahn *et al*., 2018)، لذلك يعتبر الحفاظ على جودة مياه هذه السدود أمراً ضرورياً وغاية في الأهمية، لقد حظيت دراسة مصادر المياه باهتمام متزايد من المختصين في ضوء الحاجة المتزايدة لتأمين مستلزمات النهوض الزراعي والاقتصادي وضمان الأمن الغذائي.

تعرف المعادن الثقيلة بأنها العناصر الكيميائية التي تزيد كثافتها عن $5\ mg\backslash cm^3$ أي خمس أضعاف كثافة المياه (Mathuriya and Yakhmi, 2014)، تتواجد في الطبيعة بكميات ضئيلة وتنطلق من خلال الدورات الجيوكيميائية إلى البيئة ، ومنها الرصاص والزرنيخ والكادميوم وغيرها حيث تعد من أخطر المواد التي تلوث التربة والمياه، وتكمن خطورتها في التراكيز العالية منها في البيئة وفي صفتها التراكمية حيث تتراكم في أجسام الأحياء مما يُحدث خلل في وظائفها الحيوية (Dube *et al*.,2000)، ومن أهم مصادر هذه الملوثات مخلفات ونفايات المنشآت الصناعية ومعامل الصهر ومحطات توليد الطاقة ووسائط النقل بكافة أشكالها إضافةً لبقايا المبيدات والأسمدة الزراعية وغيرها من الأنشطة البشرية.

يعد الرصاص من أقدم المعادن المستخدمة في التاريخ وهو عنصر كيميائي تبلغ كثافته 11.34 غ/سم^3، تتنوع مصادر الرصاص في البيئة فمنها الطبيعي كالبراكين وتجوية الصخور الأم والحرائق ومنها ما هو ذو مصدر صناعي بسبب دخوله في الكثير من الصناعات كصناعة الدهانات والبطاريات وأيضاً يدخل في تركيب الوقود، ويعد هذا العنصر من أكثر المعادن الثقيلة تلويثاً للبيئة (Boutron *et al*.,1994). تتراوح كميته في الترب الزراعية بين $2 - 200\ mg/kg$ (Cataldo and Wildung, 1978)، ويقدر متوسط تركيز الرصاص في الترب بـ $10 - 17\ mg/kg$ (Steinnes, 2013). وتشير بعض الدراسات إلى أن التركيز الحرج للرصاص في التربة يبلغ $100\ mg/kg$ (Wuana and Okieimen, 201).

يعتمد سلوك الرصاص في التربة على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وبخاصة المادة العضوية ونسبة الطين، حيث يدمص بقوة على المادة العضوية خاصةً عند $pH > 4$ ويدمص على أسطح معادن الطين في الترب الطينية (Suciu *et al*.,2008)، ويبدأ عتبة تحرر هذا العنصر من معقداته تبدأ عند درجة pH دون 4 درجة، إضافة لذلك يمكن أن يشكل مع المادة العضوية في بعض الترب القاعدية معقدات ذوابة (Dube *et al*.,2000, Victoria, 2015)، كما أنه لم تثبت الدراسات أي وظيفة حيوية لهذا العنصر وله تأثير سلبي مباشر على أحياء التربة الدقيقة، وبالتالي تعطيل دوها الفعال في التربة في تحلل وتفكك للمواد العضوية والنترجة وغيرها من العمليات الحيوية الهامة (Ghorbanin *et al*.,2002).

يتلقى سد معرين العديد من مصادر التلوث والتي تتمثل بمياه الجفت الصادرة عن معاصر الزيتون المنتشرة في المنطقة ومخلفات بعض المنشآت الصناعية ومجارير الصرف الصحي والأنشطة الزراعية المختلفة وجميعها محملة بالعديد من المعادن الثقيلة.

أهمية البحث وأهدافه

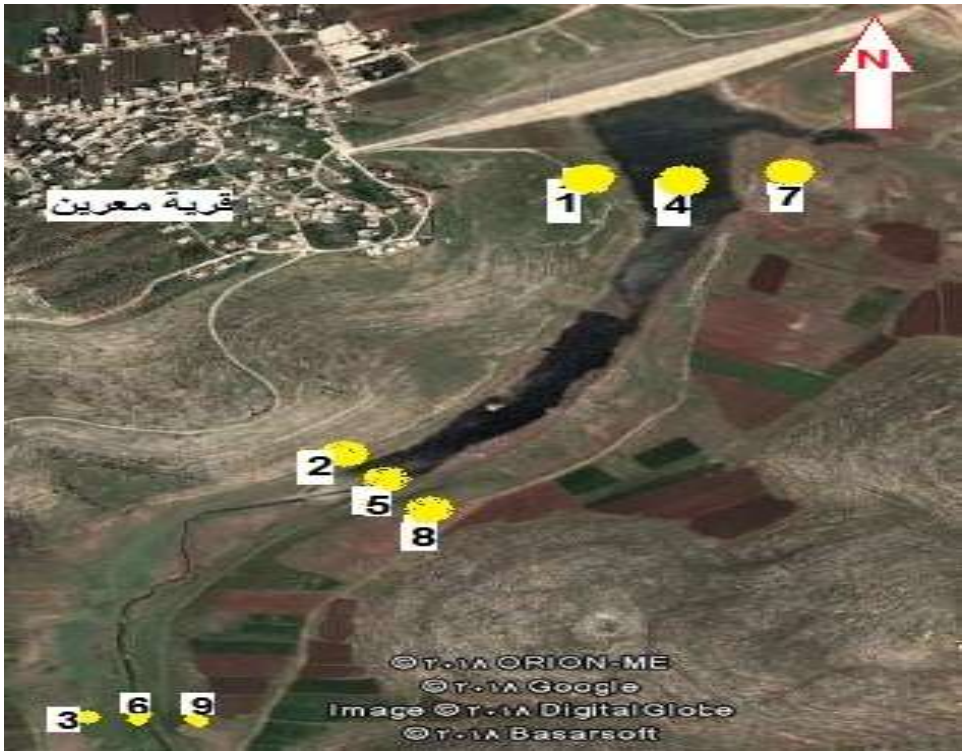
يعتمد أهالي منطقة الدراسة اعتماداً كلياً على المياه الجوفية في الأعمال الزراعية، حيث يلعب السد دوراً بارزاً في تغذية المياه الجوفية، ويعاني السد من خلل ميكانيكي في قاعدته تؤدي إلى تسريب كامل مخزونه خلال أشهر الصيف، مما يجعله رافد أساسي للمياه الجوفية في المنطقة. تتعرض مياه السد للعديد من الملوثات الغنية بالمعادن الثقيلة كنفايات بعض المنشآت الصناعية ومعاصر الزيتون ومخلفات بعض المعاملات الزراعية ومجارير الصرف الصحي والصناعي، وتبرز أهمية البحث في معرفة محتوى التربة من بعض المعادن الثقيلة مما يجعل منها أساساً لوضع الحلول المناسبة للحد من الآثار الخطيرة للمعادن الثقيلة كملوثات بيئية على الأحياء المختلفة للتخفيف قدر الامكان من انتقالها عبر السلاسل الغذائية. وبذلك هدفت هذه الدراسة إلى:

1. تقدير محتوى التربة من عنصر الرصاص في الطبقة السطحية (0-20 cm) وتحت السطحية (20-40 cm) وعلى أبعاد مختلفة.
2. تحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة الموقع المدروس.
3. دراسة العلاقة بين كمية الرصاص في الترب مع بعض خصائصها المدروسة (% الطين، حموضة التربة، المادة العضوية، الناقلية الكهربائية للتربة، سعة التبادل الكاتيونية، الكربونات الكلية والفعالة).

طرائق البحث ومواده

1 موقع الدراسة

يقع سد معرين إلى الشرق من قرية "معرين الصليب" التابعة إدارياً لمنطقة مصياف في محافظة حماة كما هو واضح في الشكل (1)، وعلى أطراف سهل الغاب من الجهة الجنوبية، على ارتفاع 230 – 250 م عن سطح البحر في منطقة الاستقرار الأولى حيث تتجاوز أمطارها 600 ملم/عام، وتعتبر من المناطق النشطة زراعياً حيث تمتاز بسهولها الواسعة والتي تزرع على مدار العام، شتاءً بالقمح والشعير والقطن والشوندر السكري والبطاطا وغيرها من المحاصيل الاستراتيجية الهامة وصيفاً بالخضار والمحاصيل الصيفية، أُقيم السد على نهر أبو بعرة الممتد من شرق مدينة مصياف بمسافة تزيد عن 15 كم، تتعرض مياه وتربة السد للعديد من الملوثات حيث أُقيم العديد من المنشآت الصناعية على طول مجرى النهر والتي تصب معظم مخلفاتها في النهر، كما أن النهر كان سابقاً مصب لمياه الصرف الصحي لبعض القرى المجاورة إضافةً للأنشطة الزراعية المختلفة.



الشكل (1) صورة فضائية لمنطقة الدراسة يوضح مواقع الاعتيان

2 جمع العينات وتحضيرها

تم جمع العينات في نهاية فصل الصيف لعام 2019 وذلك قبل بدء موسم الأمطار، حيث جفت مياه السد تماماً وأصبح بالامكان أخذ العينات من جميع النقاط المحددة.

تم تحديد تسع مواقع للاعتيان على ثلاثة أبعاد من جسم السد تصل في أقصاها إلى 3 كم بمعدل ثلاث عينات من كل بعد، وقد أُخِذت العينات الثلاث في الموقع الواحد من تربة حوض السد وتربة سرير النهر من كلا الجانبين وذلك على طول الحوض الممتد لأكثر من 3 كم كما في الشكل (1)، تم أخذ ثلاث مكررات من كل نقطة اعتيان وعلى عمقين الأول تربة سطحية (0 – 20 cm) والثاني تربة تحت سطحية (20 – 40 cm).

أُخِذت عينات تربة مركبة بوزن 0.5 كغ ووضعت في أكياس بلاستيكية مرفقة ببطاقات تعريف ونقلت إلى المخبر حيث تم تنقيتها من الشوائب (الحصى والبقايا النباتية غير المتحللة) ثم وضعت في أكياس ورقية وجففت في الفرن على درجة 40 C^O حتى ثبات الوزن ، وتم جرشها وتنخيلها بمنخل 2 مم بحسب Hseu وآخرون (2000)، لإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية المطلوبة.

3- التحاليل المخبرية

تم إجراء العديد من التحاليل المخبرية لتحديد بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب المدروسة، إضافةً لتقدير كمية الرصاص الكلية في كلاً من التربة السطحية وتحت السطحية، وقد أُجريت جميع التحاليل في مخابر كلية الزراعة في جامعة تشرين، ذلك تبعاً للطرق التالية بحسب (Ryan *et al*., 2003):

❖ التحليل الميكانيكي: بطريقة الهيدرومتر وذلك لمعرفة نسب مكونات التربة (رمل – سلت – طين) وتحديد قوام التربة.

❖ تفاعل التربة (pH): حضر مستخلص مائي (1 : 2.5) (تربة : ماء) وتم القياس بجهاز pH meter.

❖ الناقلية الكهربائية للتربة (EC): تم بواسطة جهاز قياس الناقلية الكهربائية Electrical conductivity meter بتحضير معلق (1 : 2.5) (تربة : ماء).

❖ السعة التبادلية الكاتيونية للتربة (CEC): باتباع طريقة خلات الصوديوم وباستخدام جهاز التحليل الطيفي باللهب flame photometer.

❖ المادة العضوية للتربة (OM)%: بإرجاع ثاني كرومات البوتاسيوم بواسطة مركبات الكربون العضوي ثم المعايرة بمحلول سلفات الحديدوز والأمونيوم 0.5 M.

❖ تقدير كربونات الكالسيوم الكلية والفعالة %: بطريقة المعايرة.

❖ تقدير الكمية الكلية من عنصر الرصاص: تم هضم العينات بالماء الملكي حيث أخذنا (1 g) تربة من كل عينة تربة ووضعت ضمن ارلينماير زجاجي سعة 250 ml وأضيف إليها (7 ml) و(2.5 ml) من محلول HCl (37%) ومحلول HNO_3 (65%) على التوالي، تركت لمدة (24) ساعة لكي تتم عملية الهضم الأولي، بعد ذلك سُخنت العينات تدريجياً حتى الوصول لدرجة حرارة (175° C) ثم تُركت لتبرد في ظروف المخبر، ثم رُشحت بورق ترشيح (0.45 µm) وحُفظت لتقدير التركيز الكلي للعناصر الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) (Aljaboobi *et al*., 2014).

4 التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج المخبرية احصائياً بواسطة برنامج SPSS (Statistic Program for Social Sciences) للتحليل الاحصائي وإيجاد علاقات الارتباط التالية:

1. العلاقة بين كمية الرصاص الكلية في التربة وخواص التربة الفيزيائية والكيميائية المدروسة.
2. العلاقة بين كمية المعدن الثقيل في التربة السطحية والتربة تحت السطحية.

النتائج والمناقشة

1 الخصائص الفيزيائية للترب المدروسة

تختلف الترب بقدرتها على ربط أو تعقيد المعادن الثقيلة والحد من حركتها باختلاف خواصها الفيزيائية والكيميائية كذلك باختلاف نوع المعدن الثقيل، ومن خلال دراسة أهم هذه الخواص نفهم حركة هذه العناصر ضمن قطاع التربة (Wuana and Okieimen, 2011).

يبين الجدول (1) متوسط نتائج المكررات الثلاث المتحصل عليها من التحاليل المخبرية، ومن خلالها يتضح أن قوام الترب المدروسة تراوح بين ترب طينية وطينية لومية ورملية طينية ورملية طينية لومية حسب مثلث قوام التربة USDA (Ryan *et al*., 2003).

الجدول (1) يبين بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب المدروسة

عمق التربة	العينة	التوزع الحجمي لمكونات التربة			قوام التربة	*pH*	EC ms\cm	CEC mq\100g	%OM	$\%CaCO_3$	$\%A.CaCO_3$
		%Sand	%Clay	%Silt							
0 – 20 cm	1	35.26	37.89	26.85	طينية	7.4	3.16	29.66	0.71	29.37	8.5
	2	31.92	46.72	21.36	طينية	7.59	2.36	36.47	0.57	23.12	8.5
	3	26.42	51.05	22.53	طينية لومية	7.53	0.96	29.66	1.37	48.12	9
	4	33.46	47.77	18.77	طينية	7.4	1.26	47.09	3.64	21.87	7.5
	5	23.86	52.43	23.71	طينية	7.5	1.46	22.86	2.53	9.37	7
	6	25.64	60.56	13.8	طينية	7.4	2.06	22.86	1.75	36.87	8
	7	47.55	38.58	13.87	طينية	7.4	1.76	44.22	0.73	35.68	5.44
	8	51.24	38.29	10.47	طينية لومية	7.51	1.86	34.11	0.57	36.87	9.34
	9	35.78	46.24	17.98	رملية طينية	7.8	0.46	17.26	1.83	54.32	9.04
20 – 40 cm	1	25.76	40.86	33.38	طينية	7.3	0.66	34.11	0.28	31.87	10
	2	33.45	42.33	24.22	طينية	7.58	0.76	34.89	0.45	21.25	5.5
	3	24.53	48.55	26.92	طينية لومية	7.4	1.46	30.38	1.41	33.12	10.5
	4	52.37	29.55	18.08	رملية طينية لومية	7.8	0.66	28.24	2.18	54.37	5
	5	45.26	34.41	20.33	طينية لومية	7.6	1.46	34.11	2.04	3.62	3
	6	24.83	51.21	23.96	طينية	7.59	0.46	14.9	1.65	50.62	8.5
	7	37.19	40.01	22.8	طينية	7.64	0.76	47.09	0.47	42.51	10.38
	8	32.12	36.11	31.77	طينية لومية	7.65	0.66	34.89	0.71	35.24	8.93
	9	31.02	43.71	25.27	طينية	7.85	0.46	19.14	1.68	54.78	10.8

حيث تراوحت نسبة الطين في كلا الطبقتين بين (29.55 – 60.56 %)، أما نسبة الرمل فتراوحت بين (52.37 – 23.86 %)، في حين كانت نسبة السلت بين (10.47 – 33.38 %).

2 الخصائص الكيميائية للترب المدروسة

من خلال الجدول (1) وجد أن الترب المدروسة هي ترب معتدلة مائلة للوسط القاعدي، حيث تراوحت قيم الـ *pH* فيها بين (7.3 – 7.85)، وقد كانت الفروقات بين المواقع وبين الأعماق طفيفة.

أما المادة العضوية تراوحت بين (0.28 – 3.64)% وتعتبر التربة جيدة المحتوى بالمادة العضوية (Alloway, 2005)، كما نلاحظ ارتفاع المحتوى العضوي في التربة السطحية مقارنةً بالتربة تحت السطحية ويعود ذلك إلى تراكم المادة العضوية في الطبقة السطحية في التربة والى ارتفاع نسبة الملوثات العضوية في مياه السد وخاصةً مياه الجفت الناتجة عن معاصر الزيتون. في حين كانت الناقلية الكهربائية فهي ضمن الحدود الطبيعية وقد بلغت أعلى قيمة لها (3.16 ميلليموس/سم).

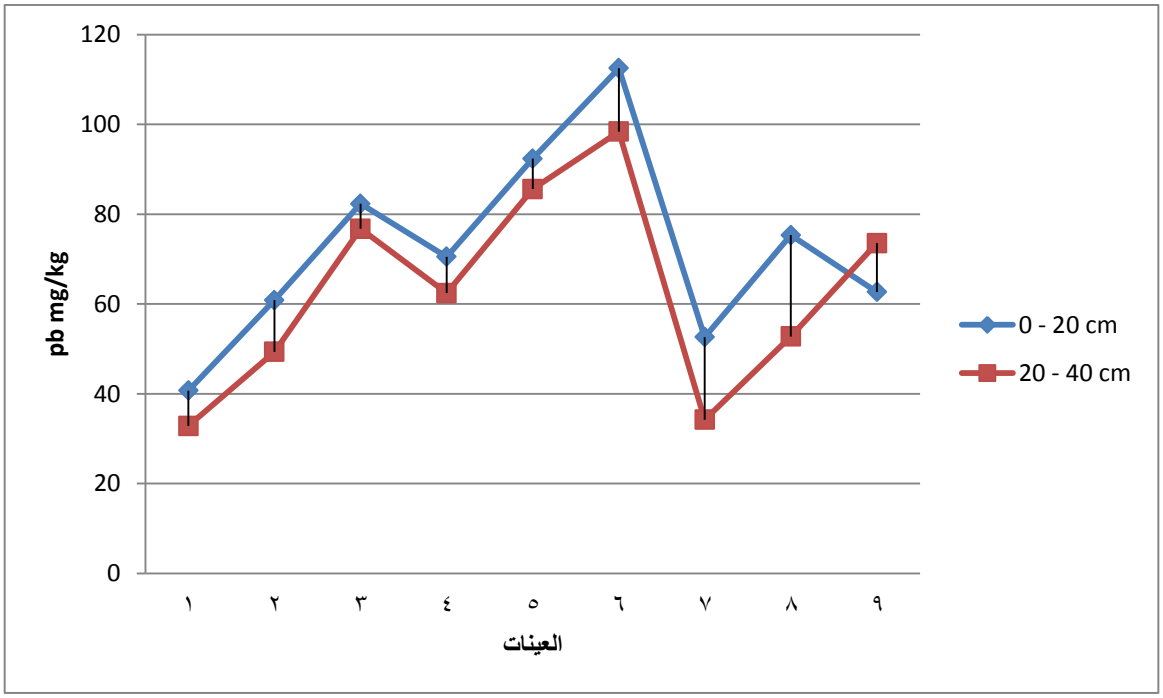
كما تراوحت السعة التبادلية الكاتيونية بين(14.9– 47.09 ميلي مكافئ / 100 غرام تربة) وهي ضمن الحدود الطبيعية للترب الزراعية بحسب (Ryan et al., 2003). وأظهرت التحاليل المخبرية أن نسبة كربونات الكالسيوم

الكلية بين (3.62 ـ54.78)%، وبالتالي تعتبر الترب المدروسة متوسطة إلى عالية المحتوى بالكربونات (Ryan et al., 2003). أما الكربونات الفعالة فقد تراوحت بين (3 – 10.8)%، وتعتبر ذات محتوى عالي جداً بالكلس الفعال.

3 كمية الرصاص الكلية

يبين الشكل (2) الكمية الكلية للرصاص في الترب المدروسة، ومن خلاله نلاحظ أن كمية الرصاص في الطبقة السطحية تراوحت بين (40.7 – 112.51 mg/kg) وبمتوسط (72.19 mg/kg)، وفي العمق الثاني تراوحت بين (32.81 – 98.37 mg/kg) وبمتوسط (62.85 mg/kg)، ونجد أن أعلى تركيز للرصاص الكلي كان في الموقع السادس وأقل تركيز في الموقع الأول، ويعتبر محتوى الترب المدروسة من الرصاص دون الحد الحرج للرصاص في التربة والبالغ 100 mg/kg (Wuana and Okieimen, 2011) باستثناء الموقع السادس حيث تجاوز الحد الحرج، وعموماً تركّز الرصاص في الجزء العلوي من حوض السد أي في المواقع (3، 6، 9) وتناقص تدريجياً باتجاه جسم السد إلى المواقع (1، 4، 7)، ويفسر ذلك بسبب القرب من مصادر التلوث حيث تقوم مكونات التربة بربط وتعقيد هذا العنصر وتقييد حركته في التربة وفي المياه الجارية (Khan, 2011)، وهذا يتوافق مع نتائج (الجردي وقاسم، 2007) في دراسة تركيز الرصاص في التربة المحيطة بأحد مصادر التلوث حيث تناقصت كمية الرصاص في التربة مع الابتعاد عن المصدر، كما أظهرت نتائج البحث ارتفاع تركيز الرصاص في تربة حوض السد مقارنةً مع سرير السد من كلا الجانبين ويعزى ذلك إلى طول المدة الزمنية التي يتعرض لها حوض السد للملوثات المنقولة بالمياه بشكلٍ أساسي مقارنةً مع تربة سرير السد، حيث تبدأ المياه بالانحسار مع انتهاء موسم الأمطار بشكلٍ متسارع.

يلاحظ أيضاً من خلال نتائج البحث تراكم الرصاص في الطبقة السطحية في جميع المواقع المدروسة ويعود ذلك لطبيعة الرصاص الكيميائية حيث أنه من العناصر بطيئة الحركة ضمن قطاع التربة كذلك بسبب ارتباطه بالمواد العضوية المتركزة في الطبقة السطحية، ويشير Yobouet وآخرون (2010) أن الرصاص يرتبط بشكل كبير مع المادة العضوية و اكاسيد المعادن بنسبة 26% من الكمية الكلية.



الشكل (2) مخطط يوضح كمية الرصاص الكلية في المواقع المدروسة

ومن خلال دراسة تحليل التباين ANOVA عند مستوى معنوية (% 5) تبين وجود فرق معنوي بين كمية الرصاص في الأعماق المدروسة حيث $P < 0.05$ أي أن كمية الرصاص متباينة بين الأعماق المدروسة، وهذا يدل على كفاءة تعقيد للعنصر مع مكونات التربة السطحية، كما يشير إلى ضعف عملية انغسال العنصر عبر الأعماق.

4- علاقات الارتباط لعنصر الرصاص مع خصائص التربة المدروسة

تم تحليل النتائج احصائياً بواسطة برنامج SPSS والجدول (2) يبين علاقات الارتباط (Correlation Analysis) بين كمية الرصاص الكلية في التربة وخواص التربة الفيزيائية والكيميائية، وذلك بغية معرفة تأثير خواص التربة على سلوك هذا العنصر في التربة.

الجدول(2) علاقات الارتباط لعنصر الرصاص

العنصر	pH	EC	CEC	OM%	$CaCO_3$	$A.CaCO_3$	%Clay
Pb	0.18	0.02	0.47	0.63	0.02	0.34	0.63

ترتبط كمية الرصاص الكلية بعلاقة إيجابية متوسطة القوة مع كل من المادة العضوية ونسبة الطين، وبعلاقة إيجابية ضعيفة القوة مع سعة التبادل الكاتيونية وكربونات الكالسيوم الفعالة. في حين انعدمت العلاقة مع كلٍ من *pH* التربة والناقلية الكهربائية والكربونات الكلية للتربة، هذا ويعود عدم وجود علاقة بين الكمية الكلية لهذا العنصر م درجة *pH* التربة إلى ان التربة ذات وسط مائل للقاعدي، حيث يبدأ ذوبان هذا العنصر ومن ثم انغساله عند درجة *pH* 4 فما دون أي في الوسط الحامضي.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1. ارتفاع تركيز الرصاص في تربة حوض السد مقارنةً مع تربة سرير السد، وهذا يرجح فرضية وجود مصدر تلوث خارجي وانتقال الرصاص عبر المياه.
2. لم يتجاوز تركيز الرصاص الحد الحرج الا في تربة الحوض الأبعد عن جسم السد.
3. حركة الرصاص عمودياً ضمن قطاع التربة منخفضة، ويعود ذلك لبعض خواص التربة وخاصة pH المائل للوسط القاعدي.
4. لعبت المادة العضوية والطين الدور الأبرز في مسك الرصاص في الطبقة السطحية.

التوصيات

1. التوسع في الدراسة لتشمل أوساط بيئية أخرى كالمياه والنبات، وذلك لزيادة الدقة في توصيف المشكلة.
2. دراسة معادن ثقيلة أخرى يحتمل وجودها في منطقة الدراسة كملوث بيئي.
3. التوعية حول مخاطر المخلفات الصناعية واتباع الطرق الفنية والتقانات الحديثة في تصريفها والحد من أضرارها على البيئة.
4. ترشيد استخدام المبيدات والاسمدة الزراعية.

المراجع

1. الجردي، أحمد؛ قاسم، صفاء. *دراسة تأثير مخلفات صناعة الأسمدة الفوسفاتية في محتوى التربة والمياه من الفوسفور والكادميوم والرصاص في منطقة قطينة - حمص*. تحسين خواص التربة والتقنيات الزراعية الحديثة ندوة علمية. كلية الهندسة الزراعية جامعة البعث سورية، 2009، 29- 46.

2. AL-JABOOBI, M; ZOUAHRI, A; TIJANE, M; ELHOUSNI, A; MENNANE, Z; YACHOU, H; BOUKSAIM, M. *Evaluation of heavy metals pollution in groundwater, soil and some vegetables irrigated with wastewater in the Skhirat region "Morocco"*.. J. Mater. Environ. Sci. Vol.5, N^{o}, 3, 2014, 961- 966.

3. ALLOWAY, B. J. *Bioavilability of Elements in Soil.* Essentials of Medical Geology, 2005, 372.

4. BOUTRON. C. F; CANDELONE. J. P; HONG. S, *Past and recent changes in the large-scale tropospheric cycles of lead and other heavy metals as documented in Antarctic and Greenland snow and ice.* A review. Geochimicaet Cosmochimica Acta, 1994, 3225.

5. CATALDO, D. A; WILDUNG, R, E. *Soil and Plant Factors Influencing the Accumulation of Heavy Metals by Plants.* Environmental Health Perspectives, Vol. 27, N^{o}, 1, 1978, 149-159.

6. DUBE, A; ZBYTNIEWSKI, R; KOWALKOWSKI, T; CUKROWSKA, E; BUSZEWSKI, B. *Adsorption and Migration of Heavy Metals in soil.* Polish Journal of Environmental Studies Vol. 10, N^{o}, 1, 2000, 1-10.

7. DUFFUS, J, H. *"Heavy metals" – a meaningless term?.* Pure Appl. Chem., Vol. 74, N^{o}, 5, 2002, 793–807.

8. GHORBANIN, R; SALEHRASTIN, N; MOEINI, A. *Heavy metals affect the microbial populations and their activities.* Iran symposium, 2002, 2234.

9. HAHN, J; OPP, C; EVGRAFOVA, A; GROLL, M; ZITZER, N; LAUFENBERG, G. *Impacts of dam draining on the mobility of heavy metals and arsenic in water and basin bottom sediments of three studied dams in Germany*. Science of the Total Environment, Vol. 10, N^{o}, 640, 2018, 1072–1081.

10. HSEU, Z. Y; CHEN, Z. S; TSAI, C. C; TSUI, C. C; CHENG, S. F; LIU, C. L; LIN, H. T. *Digestion Methods For Total Heavy Metals in Sediments and Soils* . Water, Air, and Soil Pollution Vol. 141, N^{o}, 5 ,2000, 189–205.

11. KHAN, M. A. *Environmental pollution: its effects on life and its remedies*. Journal of Arts, Science & Commerce, Vol. 2, N^{o}, 2, 2011, 276-285.

12. MATHURIYA, A. S ; YAKHMI, J. V. *Microbial fuel cells to recover heavy metals.* Environ Chem Lett, Vol. 12, N^{o}, 10, 2014, 483–494.

13. RYAN, J; ASTAFAN, G; RASHID, A. *Soil and plant analysis, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA*), Aleppo, Syria, 2003, 171.

14. STEINNES, E. *Trac'e Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability, Environmental Pollution, Lead*, 2013, 395 – 409.

15. SUCIU, I; COSMA, C; TODICA, M; BOLBOACA, D; JANTSCHI, L. *Analysis of Soil Heavy Metal Pollution and Pattern in Central Transylvania*. International Journal of Molecular Sciences, Int. J. Mol. Sci, Vol. 9, N^{o},4 , 2008, 434-453.

16. VICTORIA, A. O. *Surface Soil Pollution By Heavy Metals: A Case Study Of Two Refuse Dumpsites In Akure Metropolis*. International journal of scientific & Technology research, Vol. 4, N^{o}, 3 ,2015, 71-74.

17. WANG, Z; MINXIA CAO, M; CAI, W; ZENG, H. *The Effect of Humic Acid and Fulvic Acid on Adsorption - Desorption Behavior of Copper and Zinc in the Yellow Soil*. American Institute of Physics, Advances in Materials, Vol. 10, N^{o}, 9, 2017, 1 - 9.
18. WUANA, R. A; OKIEIMEN, F. E. *Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources,Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation.* International Scholarly Research Network, 2011, 20.
19. YOBOUET, Y. A; ADOUBY, K; TROKOUREY, A; YAO, B. *Cadmium, Copper, Lead and Zincspeciation in contaminated soils*, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2, N^{o},5, 2010, 802-812.