

## تقييم الخطر البيئي لبعض العناصر الثقيلة في المياه الجوفية لسهل جبلة

د. تميم أحمد عليا<sup>1</sup>

د. عادل عوض<sup>2</sup>

د. شريف بدر حايك<sup>3</sup>

رماز ناصر<sup>4</sup>

تاريخ الإيداع 13 / 1 / 2019. قُبل للنشر في 28 / 3 / 2019

### □ ملخص □

يعدّ وجود المعادن الثقيلة في المياه الجوفية المستخدمة لأغراض الشرب تلوثاً يشكل خطراً على صحة الإنسان، تهدف هذه الدراسة إلى تقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة (الكاديوم، الرصاص، النحاس، الزنك، الحديد) في المياه الجوفية في سهل جبلة- اللاذقية.

جمعت عينات المياه الجوفية من احد عشر مصدراً للمياه من منطقة سهل جبلة، وقيست تراكيز هذه العناصر الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري، تراوحت تراكيز الكاديوم ضمن المجال (0.056-1.022 µg/l)، والرصاص ما بين (1.51- 13.58µg/l)، وكانت تراكيز هذه العناصر ضمن الحدود المسموح بها باستثناء موقع واحد كانت فيه تراكيز عنصر الرصاص أعلى من الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية. تم حساب مؤشر التلوث CI ومتوسط الجرعة اليومية ADD وحاصل الخطورة HQ لكل معدن، بينت النتائج أن متوسط قيم مؤشر التلوث CI (0.186) وأعلى قيمة له (0.481) حيث صنفت المنطقة (غير ملوثة)، وكانت قيم مؤشر الخطر HI أقل من الواحد من أجل المعادن الثقيلة في العينات المدروسة، مما يدل على عدم وجود مخاطر صحية في الوقت الحاضر، ولكن يخشى أن يرتفع هذا الخطر إلى مستويات غير مقبولة لأن بعض الدراسات تشير أن تراكيز هذه المعادن يمكن أن تزداد نتيجة الأنشطة البشرية والزراعية إذا استمرت على هذا النحو.

**الكلمات المفتاحية:** المعادن الثقيلة، المياه الجوفية، تلوث، سهل جبلة، متوسط الجرعة اليومية ADD، مؤشر التلوث CI، حاصل الخطورة HQ، مؤشر الخطر HI.

<sup>1</sup> أستاذ- قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين-اللاذقية - سورية، [tamimalia@gmail.com](mailto:tamimalia@gmail.com).

<sup>2</sup> أستاذ - قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين-اللاذقية - سورية، [adelrawad49@yahoo.com](mailto:adelrawad49@yahoo.com).

<sup>3</sup> أستاذ - قسم الهندسة المائية والري- كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين-اللاذقية - سورية، [sharif.hayek@yahoo.com](mailto:sharif.hayek@yahoo.com).

<sup>4</sup> طالبة دكتوراه - قسم الكيمياء البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين-اللاذقية - سورية، [rimaz.sy@hotmail.com](mailto:rimaz.sy@hotmail.com).

## Assessment of the environmental risk of some heavy metals in the groundwater of Jableh plain

Dr. Tamim Alia<sup>5</sup>  
Dr. Adel Awad<sup>6</sup>  
Dr. Sharif Hayek<sup>7</sup>  
Rimaz Nasser<sup>8</sup>

(Received 13 / 1 / 2019. Accepted 28 / 3 / 2019)

### □ ABSTRACT □

Presence of heavy metals in ground water used for drinking purpose is considered to be hazardous to human health. The aim of this study is to estimate the concentrations of some heavy metals (Cadmium, Lead, Copper, Zinc, Iron) in the groundwater of Jableh plain - Lattakia.

Groundwater samples were collected from eleven different sources from the Jableh plain area, and concentrations of these heavy metals were determined using atomic absorption spectrophotometer. The concentration of cadmium in the water samples ranges from 0.056 to 1.022  $\mu\text{g/l}$ , while lead concentrations were between 1.51 and 13.58  $\mu\text{g/l}$ . The concentration of elements (Cd, Pb, Cu, Zn, Fe) were within the allowed limits according to Syrian standards for drinking water, Lead concentration in one location was upper than allowed limits, Contamination Index (CI), Average Daily Dose (ADD) and Hazard Quotient (HQ) for each metal were calculated. The mean of Contamination Index (CI) value was 0.186 and the higher value was 0.481, which is classified as (not contaminated). The values of Hazard Index (HI) were  $<1$  for all heavy metals in water samples which means no health risk up to now. But unfortunately, this risk is supposed to rise to unaccepted levels according to some studies which refers to the possibility increasing of toxic metals concentrations if the same human and agricultural activities continue in future.

**Keywords:** Heavy metals, Groundwater, Pollution, Jableh plain, Average Daily Dose (ADD), Contamination Index (CI), Hazard Quotient (HQ) and Hazard Index (HI) .

---

<sup>5</sup> Professor, Department of Environmental chemistry, Higher Institute of Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria, [tamimalia@gmail.com](mailto:tamimalia@gmail.com).

<sup>6</sup> Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria, [adelrawad49@yahoo.com](mailto:adelrawad49@yahoo.com).

<sup>7</sup> Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria, [sharif.hayek@yahoo.com](mailto:sharif.hayek@yahoo.com).

<sup>8</sup> Postgraduate Student, Department of Environmental chemistry, High Institute of Environmental Research, Tishreen University, Lattakia, Syria , [rimaz.sy@hotmail.com](mailto:rimaz.sy@hotmail.com).

## مقدمة

يعد تلوث المياه الجوفية بالمعادن الثقيلة من أهم القضايا البيئية التي يمكن أن تشكل خطراً على صحة الإنسان [1]، وقد يحدث التلوث بالمعادن الثقيلة من مصدرين: مصدر طبيعي (geogenic) (التجوية، تآكل الصخور، الرسوبيات الخام...)، ومصدر ناتج عن الأنشطة البشرية (anthropogenic) (التعدين، الصناعات، مطامر النفايات، مياه الصرف الصحي، الأنشطة الزراعية...) [2,3,4].

بينت الدراسات التي أجريت في بعض مناطق الساحل السوري أن المياه الجوفية تتأثر تأثراً كبيراً بمعظم الأنشطة البشرية والحضرية [5,6] نتيجة تعدد مصادر التلوث وأبرزها الكيماويات الزراعية والصرف العشوائي للمخلفات البشرية في مناطق التكثيف الزراعي المأهولة (بسائين الحمضيات) مخلفات المعامل ومجاري الصرف الصحي التي تصب في وسط الأراضي الزراعية [7]، إضافة إلى مواقع رمي نفايات المدن (البصة)، حيث أثبتت العديد من الدراسات التأثيرات السلبية لمطامر النفايات الصلبة على جودة المياه الجوفية [6,8,9]، كما إن المواد الكيماوية الزراعية بما في ذلك المغذيات والأسمدة والمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية يمكن أن تؤدي إلى زيادة تراكيز العناصر المعدنية الثقيلة في التربة والمياه؛ إذ يمكن لهذه المعادن أن تصل في المياه الجوفية إلى تراكيز تضر بصحة الإنسان [10,11].

تساهم المعادن الثقيلة في تلوث البيئة بسبب خصائصها الفريدة مثل الثبات والسمية والتراكم في السلسلة الغذائية، لذلك تعدّ من الملوثات الخطيرة في البيئة، ويشكل التعرض لها مصدر قلق كبير بسبب طبيعتها الصعبة التحلل وعمر النصف لهذه المعادن طويل ولها القدرة على التراكم في مختلف أعضاء الجسم البشري وبالتالي تؤدي إلى آثار جانبية مزعجة [12,13,14].

تعتمد سمية المعادن الثقيلة على مستويات تركيزها في البيئة، فمع زيادة تركيزها في البيئة وعدم قدرة التربة على الاحتفاظ بها فإنها قد تتسرب إلى المياه الجوفية لتتراكم بعد ذلك في الأنسجة الحية وتنتقل عبر السلسلة الغذائية [15]. توصف بعض هذه المعادن بأنها من العناصر الأساسية المغذية للنمو الطبيعي وأداء الكائنات الحية، وتلعب دوراً حيوياً هاماً في جسم الإنسان مثل النحاس والزنك، في حين يوصف بعضها الآخر بأنه شديد السمية ولا داعي لوجوده حتى ولو بتركيز قليلة في جسم الكائن الحي، فالرصاص معدن ذو سمية عالية ومسرطن للإنسان وقد يسبب اضطرابات صحية مزمنة منها فقر الدم عبر تحلل كريات الدم الحمراء، ضغط الدم، الصداع، تلف الأعصاب، ضرر بالكلية وسرطان الرئة، ويرتبط مع الاضطرابات السلوكية عند الأطفال وصعوبات التعلم والتركيز [16,17,18]، كما أن التعرض للكاديوم يرتبط مع تأثيرات حادة ومزمنة فالتعرض المستمر له يسبب تأثيرات رئوية مثل انتفاخ الرئة والتهاب القصبات وكذلك تلف الكبد والكلية ونقص الكالسيوم في العظام [19,1].

يعدّ النحاس بتركيز قليلة من العناصر الأساسية المغذية من أجل صحة جيدة إلا أن تراكيزه العالية تصبح سامة للحياة المائية وكذلك للبشر، حيث يسبب مضاعفات للجهاز العصبي وفشل كلوي وقد يؤدي إلى فقر الدم المزمن [20,21].

يتم تحديد مستوى خطر التلوث بالمعادن الثقيلة باستخدام مؤشرات مختلفة منها مؤشر التلوث Contamination Index (CI) ومؤشر الخطر البيئي Index of Environmental Risk (IER) ومؤشر لتقييم الخطر الصحي هو حاصل الخطورة Hazard Quotient (HQ) ومؤشر الخطورة Hazard Index (HI) [22,23].

## أهمية البحث وأهدافه

تعتمد الكثير من الأنشطة الزراعية في الغالب على المياه الجوفية في معظم المناطق الساحلية في سورية، كما يعتمد السكان المحليين على المياه الجوفية لتلبية الاحتياجات المختلفة من مياه شرب والاستعمالات المنزلية، وبالتالي هناك ضغوط متزايدة للحفاظ على جودة هذه المياه بحيث لا يكون لها تأثير سلبي على الإنسان والبيئة عموماً، ولم نصادف خلال دراستنا المرجعية أية دراسات في هذه المنطقة عن تلوث المياه بالمعادن الثقيلة لذلك تم إجراء هذه الدراسة لتطوير المعرفة الأساسية فيما يتعلق بجودة المياه في هذه المناطق، وكان الهدف من الدراسة الحالية هو تقدير تلوث مياه الشرب بالمعادن الثقيلة في منطقة سهل جبلة واستخدام هذه النتائج في إجراء دراسات تقييم الأخطار الصحية المترتبة عن ذلك.

## طرائق البحث و مواد

### 1. وصف منطقة الدراسة

تصنف منطقة الدراسة بأنها منطقة زراعية تقع جنوب مدينة اللاذقية وهي جزء من سهل جبلة، تضم قرى عدة منها: بطرة، القبيسية، بنجارو، تلعرامو، بخضرمو، حرف الصليب، عين شقاق (الشكل رقم 1). تعدّ المياه الجوفية في هذه القرى المصدر الرئيس للاستخدام الزراعي والمنزلي في هذه المنطقة التي تتميز بكثافة سكانية كبيرة نسبياً. تتركز النشاطات الزراعية في السهل الساحلي حيث ينتج العديد من المنتجات الزراعية، ومعظم الفاطنين في هذه المنطقة يعملون بالزراعة، وتستخدم الأسمدة الزراعية والمبيدات خلال الثلاثين سنة الأخيرة بكثرة، حيث تنتشر البيوت البلاستيكية قرب مصادر المياه الجوفية، إضافة إلى الزراعات التقليدية المنتشرة في المنطقة مثل زراعة الحمضيات والزيتون والتبغ والخضروات، كما أن هناك تسرب دائم في شبكة الصرف الصحي في بعض مناطق الدراسة.

### 2. طريقة الاعتيان

تم تحديد تراكيز نزر بعض العناصر الثقيلة في أحد عشر مصدراً مائياً توزعت على منطقة الدراسة، حيث جُمعت العينات المائية من المصادر المذكورة أربع مرات، بمعدل مرة واحدة كل ثلاثة أشهر، ممتدة بين شهر ايلول عام 2017 وحتى شهر حزيران 2018.

نقلت عينات المياه ضمن عبوات من البولي إيثيلين غسلت مسبقاً بالماء المقطر، ثم بالماء المحمض (حمض الآزوت 10%) ثم بالعيّنة ثلاث مرات ونقلت إلى المختبر. حمضت بعد ذلك بـ (1% HNO<sub>3</sub>) عند وصولها إلى المخبر وحفظت في درجة حرارة 4°C إلى حين تحليلها، تم قياس كل من العناصر (الرصاص، الكاديوم، النحاس) باستخدام جهاز الامتصاص الذري وفق تقانة الفرن الغرافيتي (Agilent technologies 7500 series)، التي تتميز بقدرتها على الكشف عن التراكيز المنخفضة جداً من العناصر الثقيلة، وقيس (الزنك، والحديد) باستخدام جهاز الامتصاص الذري وفق تقانة اللهب (Shimadzu AA 6800).

يوضح الجدولين (1) و(2) الشروط الآلية والحرارية لعمل جهاز مطيافية الامتصاص الذري:

جدول(1):الشروط الآلية لعمل جهاز مطيافية الامتصاص الذري وفق تقانة الفرن الغرافيتي

العنصر المدروس	طول الموجة (nm)	عرض الشق (nm)	شدة تيار المصباح (mA)
Cu	324.8	0.5	4
Pb	283.3	0.5	10
Cd	228.8	0.5	4

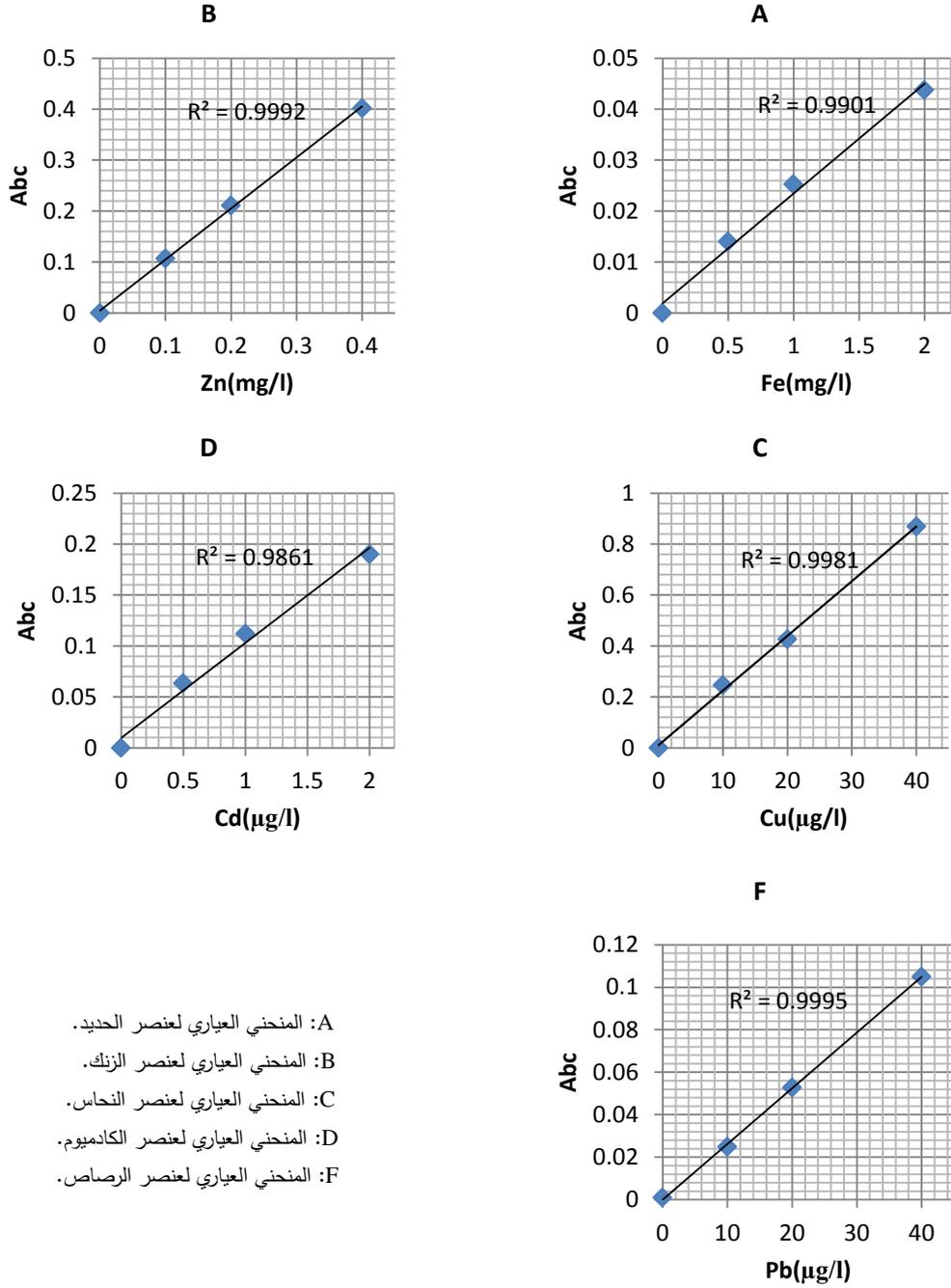
جدول(2):الشروط الحرارية المستخدمة لعمل جهاز مطيافية الامتصاص الذري وفق تقانة الفرن الغرافيتي

العنصر	المرحلة	درجة الحرارة (C°)	زمن التسخين (sec)	سرعة تدفق الغاز (l/min)
Cu	تجفيف	120	55	3
	ترميد	800	6	3
	تذرية	2300	5	0
	تنظيف	2300	2	3
Pb	تجفيف	120	55	3
	ترميد	400	6	3
	تذرية	2100	5	0
	تنظيف	2100	2	3
Cd	تجفيف	120	55	3
	ترميد	250	6	3
	تذرية	1800	5	0
	تنظيف	1800	2	3

جدول(3):الشروط الآلية لعمل جهاز مطيافية الامتصاص الذري وفق تقانة اللهب.

العنصر	طول الموجة (nm)	فتحة الشق (nm)	شدة تيار المصباح (mA)	نوع اللهب
Fe	248.3	0.2	12	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> -Air
Zn	213.9	0.2	8	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> -Air

تم تحضير محاليل عيارية لعنصري النحاس والرصاص بتركيز (10,20,40 µg/l) ولعنصر الكاديوم بتركيز (µg/l) (0.1,0.2,0.4 mg/l)، وبيبين الشكل (1) المنحنيات العيارية للعناصر الثقيلة المدروسة.

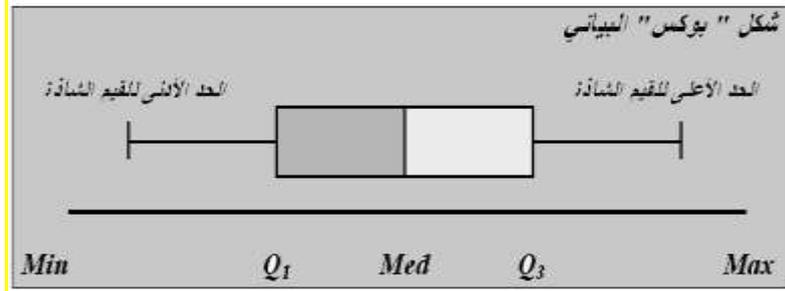


- A: المنحني العياري لعنصر الحديد.  
 B: المنحني العياري لعنصر الزنك.  
 C: المنحني العياري لعنصر النحاس.  
 D: المنحني العياري لعنصر الكاديوم.  
 E: المنحني العياري لعنصر الرصاص.  
 F: المنحني العياري لعنصر الرصاص.

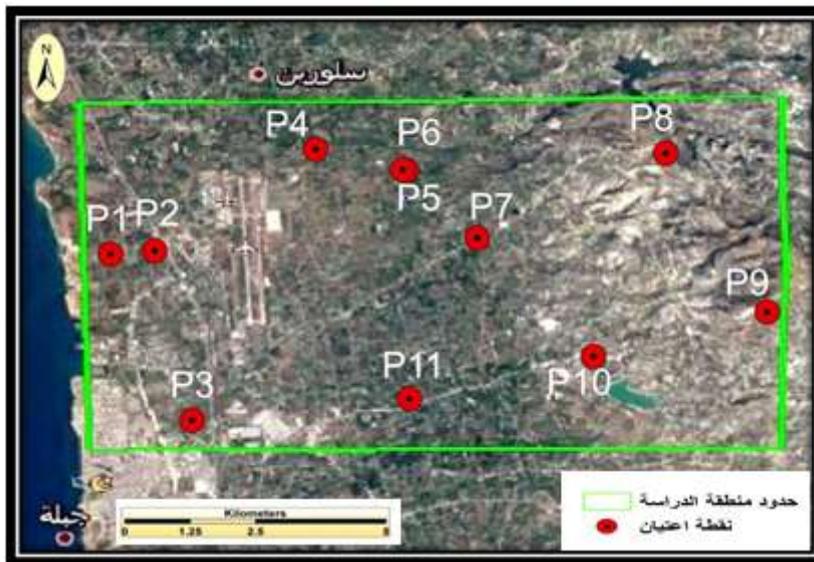
شكل(1): المنحنيات العيارية للعناصر الثقيلة المدروسة.

أجريت الدراسة الإحصائية للنتائج باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS 18 وشملت تحليل التباين المشترك ANOVA للكشف عن وجود تأثيرات معنوية للعوامل المختلفة على الخصائص المدروسة، كما تمت المقارنة بين المتوسطات بطريقة دانكان بدرجة ثقة 95%.

وقد استخدم شكل BOX PLOT في وصف البيانات، وفق الشكل الآتي:



إذ يعبر المستطيل عن توزيع نصف القيم المقاسة فكلما ازدادت استطالة المستطيل دلّ ذلك على التشتت في القيم، كما يعبر الخطان الخارجان عن المستطيل عن الحدان الأعلى والأدنى للقيم المقاسة، وفي حال وجود قيم خارج هذين الخطين تعدّ قيم شاذة يعبر عنها بدائرة ° أو نجمة \* إذا كانت متطرفة.



شكل (2): مواقع مصادر المياه الجوفية المدروسة.

### مؤشرات التلوث وتقييم المخاطر

تم استخدام مؤشرات التلوث في عملية تقييم المخاطر للمعادن الثقيلة واحتمالية تأثيرها السلبي في البيئة على النحو الآتي:

– مؤشر التلوث (CI) Contamination Index

– مؤشر الخطر البيئي (IER) Index of Environmental Risk

كما استخدم مؤشر تقييم المخاطر Risk Assessment لتقييم المخاطر الصحية واستخدام من أجل ذلك تراكيز العناصر الثقيلة المقاسة والحد الأعظمي المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية، وقد تم حساب مؤشر التلوث (CI) لتقييم تأثير المعادن الثقيلة في عينات المياه الجوفية من خلال المعادلة (1):

$$CI = \left( \frac{C_{Cu}}{1} + \frac{C_{Zn}}{3} + \frac{C_{Fe}}{0.3} + \frac{C_{Pb}}{0.01} + \frac{C_{Cd}}{0.003} \right) / 5 \quad (1)$$

حيث CI هو مؤشر التلوث و  $C_{Cu}$ ,  $C_{Zn}$ ,  $C_{Fe}$ ,  $C_{Pb}$ ,  $C_{Cd}$  التراكيز المقاسة في كل مصدر من المصادر المدروسة مقسوماً على الحد الأقصى المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية ، ويعبر العدد (5) عن عدد العناصر المقاسة المدروسة، ثم تصنيف CI إلى ثلاث فئات هي: عندما  $CI < 1$  (غير ملوث)، و  $1 < CI < 5$  (ملوث قليلاً)،  $CI > 5$  (ملوث) [23].

يستخدم مؤشر الخطر البيئي Index of Environmental Risk ( $I_{ER}$ ) كقيمة رقمية في التنبؤ باحتمالية حدوث التأثير السلبي في البيئة عن طريق تلوث محدد. تم في هذه الدراسة حساب  $I_{ER}$  لعينة المياه الجوفية بغية تقييم حجم التأثير الضار لتراكيز المعادن الثقيلة في المياه، ولتعريف حالة التلوث الكلي في منطقة سهل جبلة من خلال المعادلات التالية:

$$I_{ER} = \sum_{i=1}^n Q_{Eri} \quad (2)$$

$$Q_{Eri} = \frac{AC_i}{RC_i} - 1 \quad (3)$$

حيث أن  $I_{ER}$  هو مؤشر الخطر البيئي للمصدر،  $Q_{Eri}$  هو Index of Environmental Risk Quotient للعنصر  $i^{th}$  مؤشر حاصل الخطر البيئي للعنصر  $i^{th}$ ،  $AC_i$  هو measured concentration التركيز المقاس للعنصر  $i^{th}$  و  $RC_i$  هو maximum permissible concentration limit الحد الأقصى المسموح به لتركيز العنصر  $i^{th}$  ومقياس تصنيف  $I_{ER}$ :

$I_{ER} \leq 0$  (لا يوجد خطر)،  $0 < I_{ER} \leq 1$  (خطر منخفض)،  $1 < I_{ER} \leq 3$  (خطر متوسط)،  $3 < I_{ER} \leq 5$  (خطر مرتفع)،  $I_{ER} > 5$  (خطر مرتفع جداً) [24].

يعرف تقييم الخطر Risk Assessment بأنه عملية تقدير احتمال حدوث تأثيرات صحية ضارة كدليل على الخطر والتعرض له خلال فترة زمنية محددة، وتقييم المخاطر الصحية للمعدن الثقيل هو إجراء تقييم كمي لمستوى المخاطر الذي يعبر عنه على أنه مسرطن أو غير مسرطن [25]، ويعرف عامل السمية الذي تم تقييمه بأنه الجرعة المرجعية Reference Dose (RFD) لتوصيف المخاطر غير المسرطنة، ويعبر عادة عن حجم وتواتر ومدة التعرض البشري لكل معدن ثقيل في البيئة كمتوسط الجرعة اليومية Average Daily (ADD) Dose:

$$ADD = (C * IR * EF * ED) / (ABW * AT) \quad (4)$$

ADD متوسط الجرعة اليومية (mg/kg/day)، C متوسط تركيز المعدن الثقيل في ماء الشرب (mg/l)، (IR) water Intake Rate هو معدل استهلاك المياه (2L)، (EF) Exposure Frequency تواتر التعرض (365days/year)، (ED) Exposure Duration هو مدة التعرض (30 years)، (ABW) Average Body Weight متوسط وزن الجسم (70 kg)، و (AT) Average Time هو متوسط الوقت (30 years × 365 days/year = 10,950 days/year)

تم حساب حاصل المخاطر Hazards Quotient (HQs) للمخاطر الصحية غير المسرطنة لكل عنصر وفق المعادلة الآتية:

$$HQs = \frac{ADD}{RFD} \quad (5)$$

حيث ADD متوسط الجرعة اليومية و RFD الجرعة المرجعية اليومية (mg/kg/day)، وتختلف الجرعة المرجعية عن طريق الفم من عنصر لآخر حيث: (Cu)  $4 \times 10^{-2}$  mg/kg/day، (Pb)  $3.5 \times 10^{-3}$  mg/kg/day،  $5 \times 10^{-5}$

.Zn (0.3 mg/kg/day) ، Fe (0.7mg/kg/day) ، Cd (<sup>4</sup>mg/kg/day

فإذا كان  $HQ < 1$  فإن مستوى الخطر مقبول.

يتم في حالة تقييم المخاطر في حالة مزيج من الملوثات الجمع بين ( $HQ_s$ ) للحصول على مؤشر الخطر Hazard Index (HI).

$$HI = \sum HQ_s \quad (6)$$

فإذا كان  $HI > 1$  فإن مخاطر الآثار الصحية غير المسرطنة غير مقبولة، وفي حال كان  $HI < 1$  يعدّ مستوى المخاطر مقبول [27،26،25،22،4].

### النتائج والمناقشة

قيست تراكيز العناصر الثقيلة الرصاص والكاديوم والنحاس والزنك والحديد الجداول (4,5,6)، ووجد أن تركيزي الزنك والحديد كانا أصغر من حد الكشف لجهاز الامتصاص الذري (لحديد 0.08mg/l وللزنك 0.011mg/l)، تم حساب القيمة الأعلى والقيمة الأدنى والمتوسط الحسابي للعناصر الثقيلة في المصادر المدروسة كما حسب الانحراف المعياري والانحراف المعياري النسبي % RSD (الجدول (7)).

جدول(4):تراكيز عنصر الكاديوم في المصادر المختلفة.

اسم المصدر	ايلول 2017	كانون أول 2017	أذار 2018	حزيران 2018	Cd(µg/l)
جبلية	0.163	0.284	0.247	0.501	P1
الاسكان	0.278	0.28	0.287	0.325	P2
نبع القليع	0.306	0.327	0.497	0.495	P3
بطرة	0.299	0.401	0.24	0.256	P4
القببسية ارتوازي	0.28	0.294	0.099	0.568	P5
القببسية عربي	0.249	0.277	0.412	0.528	P6
بنجارو	0.44	1.022	0.35	0.444	P7
حرف الصليب ديروتان	0.223	0.324	0.148	0.161	P8
كرم فوزي	0.753	0.193	0.089	0.152	P9
عين شقاق 1	0.14	0.272	0.058	0.072	P10
عين شقاق 2	0.221	0.101	0.056	0.17	P11

جدول(5):تراكيز عنصر الرصاص في المصادر المختلفة.

اسم المصدر	ايلول 2017	كانون أول 2017	أذار 2018	حزيران 2018	Pb(µg/l)
جبلية	4.56	4.37	13.58	3.75	P1
الاسكان	6.02	5.23	6.33	2.29	P2
نبع القليع	5.96	4.07	4.8	6.6	P3
بطرة	6.73	3.54	3.79	2.63	P4
القببسية ارتوازي	4.75	5.35	4.61	6.23	P5
القببسية عربي	2.81	4.64	4.23	3.73	P6
بنجارو	2.97	4.05	5.95	4.98	P7
حرف الصليب ديروتان	5.22	4.28	4.68	2.33	P8
كرم فوزي	3	2.77	5.12	1.51	P9
عين شقاق 1	4.13	4.58	4.24	2.2	P10
عين شقاق 2	3.97	4.1	4.58	3.04	P11

جدول(6): تراكيز عنصر النحاس في المصادر المختلفة.

اسم المصدر	ايلول 2017	كانون اول 2017	آذار 2018	حزيران 2018	Cu(µg/l)
جبلة	2.88	6.55	3.4	6.83	P1
الاسكان	18.22	2.96	7.58	9.12	P2
نوع القلبع	3.79	0.79	5.88	3.04	P3
بطرة	2.05	0.39	4.71	5.38	P4
القيسية ارتوازي	2.86	2.82	4.02	3.4	P5
القيسية عربي	3.61	4.72	2.97	11.48	P6
بنجارو	6.44	3.93	5.21	3.11	P7
حرف الصليب ديروتان	4.84	2.82	5.42	5.31	P8
كرم فوزي	1.9	0.66	11.68	11.58	P9
عين شفاق 1	4.36	0.96	6.24	9.14	P10
عين شفاق 2	22.59	4.67	3.65	4.76	P11

جدول(7): العناصر الثقيلة في المصادر المدروسة.

Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Cu (µg/l)	
3	10	1000	المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب <sup>9</sup>
0.056	1.51	0.39	القيمة الأقل
1.022	13.58	22.59	القيمة الأعلى
0.302	4.507	5.425	المتوسط
0.186	1.874	4.306	الانحراف المعياري
61.59	41.58	79.37	الانحراف المعياري النسبي المئوي %RSD

يبين الجدولان (8) و(9) نتائج متوسطات تراكيز النحاس والرصاص والكاديوم في العينات التي تم تحليلها تبعاً للزمن ومع اختلاف المصادر. بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود تأثير معنوي لكل من مصادر المياه والزمن على تركيز العناصر الثقيلة عند مستوى ثقة 95%، باستثناء الكاديوم فهناك تأثير لمصادر المياه على تركيزه، فمع تغير مصدر المياه يتغير تركيز الكاديوم ويمكن أن يعود ذلك إلى طبيعة الأنشطة البشرية المحيطة بهذه المصادر.

جدول (8): متوسطات قيم العناصر الثقيلة خلال فترة الدراسة تبعاً للزمن.

Cd (µg/l)	Pb (µg/l)	Cu (µg/l)	الشهر والعام
3	10	1000	المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب <sup>1</sup>
0.305	4.556	6.685	المتوسط
0.169	1.335	6.973	الانحراف المعياري SD
55.41	29.3	104.31	الانحراف المعياري النسبي المئوي %RSD
0.343	4.271	2.843	المتوسط
0.238	0.723	2.008	الانحراف المعياري SD
69.39	16.93	70.63	الانحراف المعياري النسبي المئوي %RSD
0.226	5.628	5.524	المتوسط
0.150	2.739	2.456	الانحراف المعياري SD
66.37	48.67	44.46	الانحراف المعياري النسبي المئوي %RSD

<sup>9</sup> وفق المواصفة القياسية السورية رقم 45 لعام 2007 [28]

0.334	3.571	6.65	المتوسط	حزيران 2018
0.180	1.695	3.211	الانحراف المعياري SD	
53.89	47.47	48.29	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%	

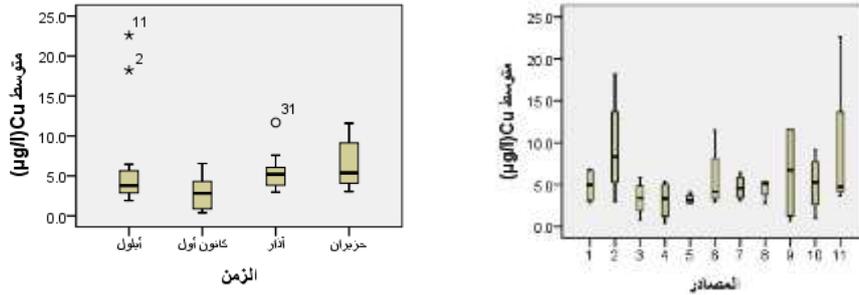
جدول (9) : متوسطات تراكيز العناصر الثقيلة في مصادر مياه الشرب المدروسة

Cd ( $\mu\text{g/l}$ )	Pb ( $\mu\text{g/l}$ )	Cu ( $\mu\text{g/l}$ )	مؤشرات إحصائية	اسم مصدر مياه الشرب	رقم مصدر مياه الشرب
0.299 <sup>ab10</sup>	6.565	4.915	المتوسط	جبلية	P1
0.144	4.689	2.064	الانحراف المعياري SD		
48.16	71.42	41.99	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.293 <sup>ab</sup>	4.968	9.47	المتوسط	الاسكان	P2
0.022	1.844	6.394	الانحراف المعياري SD		
7.51	37.12	67.52	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.406 <sup>ab</sup>	5.358	3.375	المتوسط	نبع القلبع	P3
0.104	1.137	2.1	الانحراف المعياري SD		
25.62	21.22	62.22	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.299 <sup>ab</sup>	4.173	3.132	المتوسط	بطرة	P4
0.072	1.776	2.326	الانحراف المعياري SD		
24.08	42.56	74.27	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.31 <sup>ab</sup>	5.235	3.275	المتوسط	القيسية ارتوازي	P5
0.193	0.737	0.563	الانحراف المعياري SD		
62.26	14.08	17.19	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.367 <sup>ab</sup>	3.853	5.695	المتوسط	القيسية عربي	P6
0.129	0.788	3.923	الانحراف المعياري SD		
35.15	20.45	68.89	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.564 <sup>b</sup>	4.488	4.673	المتوسط	بنجارو	P7
0.308	1.275	1.461	الانحراف المعياري SD		
54.61	28.41	31.27	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.214 <sup>a</sup>	4.128	4.598	المتوسط	حرف الصليب ديروتان	P8
0.08	1.259	1.211	الانحراف المعياري SD		
37.38	30.5	26.34	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.297 <sup>ab</sup>	3.1	6.455	المتوسط	كرم فوزي	P9
0.307	1.497	5.997	الانحراف المعياري SD		
103.37	48.29	92.91	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.135 <sup>a</sup>	3.788	5.175	المتوسط	عين شفاق 1	P10
0.098	1.076	3.429	الانحراف المعياري SD		
72.59	28.41	66.26	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		
0.137 <sup>a</sup>	3.922	8.918	المتوسط	عين شفاق 2	P11
0.073	0.644	9.129	الانحراف المعياري SD		
53.29	16.42	102.37	الانحراف المعياري النسبي المئوي RSD%		

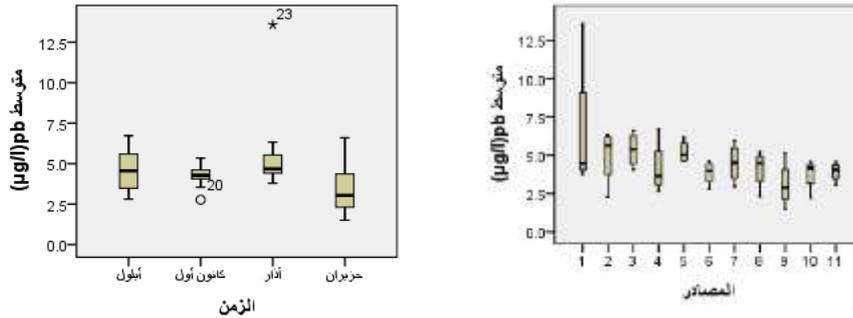
a, b <sup>10</sup> سويا ت الفروق المعنوية بين المتوسطات عند درجة ثقة 95%.

تم الكشف عن وجود النحاس في كل فترات الدراسة وفي جميع المصادر. يُلاحظ من الجدول (7) أن متوسط تركيز عنصر النحاس كان (5.425µg/l) بينما سجلت القيمة الأدنى (0.39µg/l) والقيمة الأعلى (22.59µg/l) وهي ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة القياسية السورية، ويُلاحظ من الجدول (8) أن أكبر قيمة للنحاس كانت في شهر أيلول (6.685µg/l) بينما أصغر قيمة في شهر كانون أول (2.843µg/l) الشكل (3)، تظهر النتائج أن أعلى تركيز للنحاس في المصدر 2 (9.47µg/l) والمصدر 11 (8.918µg/l) (الجدول 9)، ويمكن أن يعزى ذلك إلى وجود حفر فنية في هذه المنطقة بالقرب من هذين البئرين، واحتمال وصول النحاس إلى المياه الجوفية من خلال مياه الصرف الصحي، كما أن قرب البيوت البلاستيكية التي تستخدم الأسمدة و(المبيدات) استخداماً كبيراً قد يكون مصدر محتمل للنحاس. يشكل وجود النحاس في هذه المصادر المائية مصدر خطر على الصحة لأنه من المعادن التي تؤثر في الكبد والقلب والأوعية الدموية والكلية [29،30].

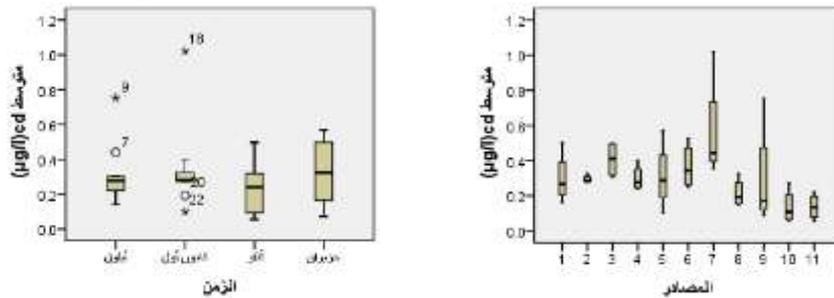
يعدّ الرصاص من المعادن السامة جداً والحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية هو (10µg/l). أظهرت النتائج أن متوسط تركيز الرصاص في المصادر المائية المدروسة كان (4.507µg/l) وأعلى قيمة (13.58µg/l) تتجاوز الحد المسموح به وأصغر قيمة (1.51µg/l) (الجدول 7)، ووجد من خلال الجدول (8) أن أعلى قيمة لعنصر الرصاص سجلت في شهر آذار 2018 (5.628µg/l) بالمقارنة مع بقية الأشهر، بينما تم في شهر حزيران الكشف عن أصغر تركيز للرصاص (3.571µg/l) (الشكل 4)، وقد تم الكشف عن أعلى تركيز في المصدر 1 (6.565µg/l) في حين تم الكشف عن أقل تركيز في المصدر 9 (3.1µg/l)، وقد يعزى تلوث المياه الجوفية بالرصاص نتيجة الأنشطة البشرية المختلفة وخاصة مياه الصرف الصحي المنزلية، مياه الجريان السطحي الزراعية التي تحتوي الأسمدة الفوسفاتية والفضلات الحيوانية، كما أن البيوت البلاستيكية القريبة من مصادر المياه تستخدم كميات كبيرة من الأسمدة، إضافة إلى كون هذه الآبار قليلة العمق وقريبة من السطح مما يجعلها عرضة لتسرب مياه الصرف الصحي وبالتالي قد يؤدي إلى ارتفاع تراكيز الرصاص في المياه الجوفية، ويمكن أن يسبب التعرض للرصاص التهاب مفاصل، فرط نشاط، عدم تركيز، فقدان وزن [29،31]. أظهرت النتائج أن قيم عنصر الكاديوم تراوحت بين (0.056µg/l و 1.022) ومتوسط عنصر الكاديوم كان (0.302µg/l) (الجدول 7) وسجل شهري كانون أول وحزيران أعلى قيم (0.334, 0.343µg/l) على التوالي، بينما سجل شهر آذار أصغر قيمة (0.226µg/l) (الجدول 8) والشكل (5)، كما تم الكشف عن أعلى قيمة له في المصدر 7 (0.564µg/l) وأصغر قيم في المصدرين 10 و 11 (0.137, 0.135µg/l) على التوالي (الجدول 9) والشكل (5). أشارت نتائج الدراسات إلى وجود الكاديوم في بعض مصادر مياه الشرب في منطقة اللاذقية بتراكيز منخفضة تراوحت ضمن المجال (0.005-0.139µg/l) تغيرت خلال فصول السنة المختلفة، وقد تقاربت نتائج هذه الدراسة مع النتائج التي تم التوصل إليها خلال هذا البحث [32]، ومن المحتمل أن تكون مياه الصرف الصحي مصدر تلوث للكاديوم، وكما أنه يتوافر كمادة ملوثة في الأسمدة الفوسفاتية، وقد يسبب التعرض المستمر للكاديوم تلف الكلية والتأثير في الرئة ويمكن أن يسبب السرطان [9،13،33].



شكل (3): تغيرات عنصر النحاس مع اختلاف كل من مصادر المياه والزمن في فترة الدراسة.



شكل (4): تغيرات عنصر الرصاص مع اختلاف كل من مصادر المياه والزمن في فترة الدراسة.



شكل (5): تغيرات عنصر الكاديوم مع اختلاف كل من مصادر المياه والزمن في فترة الدراسة.

تجدر الإشارة إلى أنه بما يتعلق بمؤشرات التلوث وتقييم الخطر، فإن وفرة وتوزع المعادن الثقيلة وحدها ليس كافياً لتقييم أثارها البيئية المحتملة؛ لذلك تم حساب أنواع مختلفة من مؤشرات التلوث لتقييم حالة تلوث المياه الجوفية بالمعادن الثقيلة، يصنف مستوى التلوث في عينات المياه الجوفية في فئات مختلفة على أساس مقاييس معينة تقدم تفاصيل أكثر دقة عن حالة التلوث.

تقع جميع العينات المدروسة من منطقة سهل جبلة في نطاق غير الملوث  $CI < 1$  وكانت متوسط  $CI$  (0.186) وتغيرت القيم ضمن المجال (0.071-0.481) حيث كانت في الموقع 1 (0.481) في شهر آذار و (0.071) في الموقع 9 في شهر حزيران، وأعلى قيمة في المصدر 1 (0.254) الجدولين (10,11) ويمكن أن يعزى السبب إلى وجود البيوت البلاستيكية بالقرب من هذا المصدر، أما بالنسبة لمؤشر المخاطر البيئية  $IER$  فكانت جميع القيم المحسوبة ل  $IER$  أصغر من الصفر بالتالي لا يوجد خطر في الوقت الحالي.

يوضح الجدول (12) متوسطات الجرعة اليومية  $ADD$  وحاصل الخطر  $HQ$  لكل من النحاس والرصاص والكاديوم في المصادر المختلفة وقيم  $HI$ ، وقد أظهرت النتائج أن أكبر قيمة ل  $HQ_{Cu}$  هي (0.0067) في المصدر 2 وأكبر قيمة

لـ  $HQ_{Pb}$  في المصدر 1 (0.053) وفي المصدر 7 كانت أعلى قيمة لـ  $HQ_{Cd}$  (0.032)، وكانت جميع قيم  $HI < 1$  الشكل (6) وهذا يشير أن المعادن لن تشكل اي تأثير ضار أو مخاطر صحية غير مسرطنة على المستهلكين.

جدول (10): قيم مؤشر التلوث CI.

مؤشر التلوث	القيمة الأقل	القيمة الأعلى	المتوسط	الانحراف المعياري	الانحراف المعياري النسبي RSD% المنوي
CI	0.071	0.481	0.186	0.066	35.48

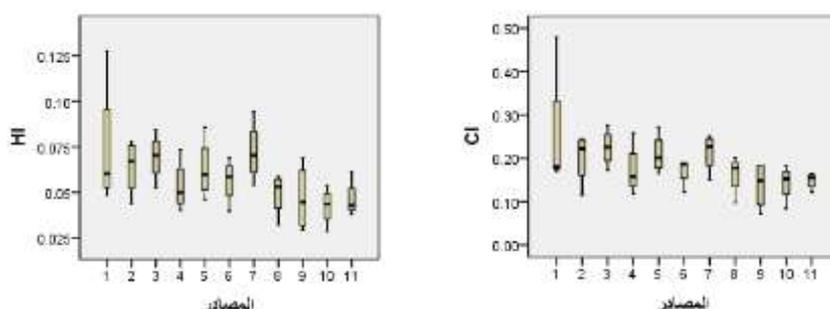
جدول (11): متوسطات قيم مؤشرا التلوث والخطر في مصادر مياه الشرب المدروسة.

مؤشر الخطر $I_{ER}$	مؤشر التلوث CI	مؤشرات إحصائية	اسم مصدر مياه الشرب	رقم مصدر مياه الشرب
-2.239	0.254	المتوسط	جبلة	P1
	0.152	الانحراف المعياري SD		
-2.396	0.201	المتوسط	الاسكان	P2
	0.06	الانحراف المعياري SD		
-2.325	0.225	المتوسط	نبع القليع	P3
	0.043	الانحراف المعياري SD		
-2.48	0.173	المتوسط	بطرة	P4
	0.06	الانحراف المعياري SD		
-2.37	0.21	المتوسط	القبيلية ارتوازي	P5
	0.045	الانحراف المعياري SD		
-2.49	0.17	المتوسط	القبيلية عربي	P6
	0.032	الانحراف المعياري SD		
-2.359	0.214	المتوسط	بنجارو	P7
	0.045	الانحراف المعياري SD		
-2.511	0.163	المتوسط	حرف الصليب ديروتان	P8
	0.045	الانحراف المعياري SD		
-2.585	0.138	المتوسط	كرم فوزي	P9
	0.056	الانحراف المعياري SD		
-2.571	0.143	المتوسط	عين شقاق 1	P10
	0.042	الانحراف المعياري SD		
-2.553	0.149	المتوسط	عين شقاق 2	P11
	0.019	الانحراف المعياري SD		

جدول (12): متوسطات قيم متوسط الجرعة اليومية ADD وحاصل الخطر HQ ومؤشر الخطر HI في مصادر مياه الشرب المدروسة.

HI	$HQ_{Cd}$	$HQ_{Pb}$	$HQ_{Cu}$	$ADD_{Cd}$ (mg/kg/day)	$ADD_{Pb}$ (mg/kg/day)	$ADD_{Cu}$ (mg/kg/day)	اسم مصدر مياه الشرب	رقم مصدر مياه الشرب
0.074	1.71E-02	5.36E-02	3.51E-03	8.54E-06	1.88E-04	1.40E-04	جبلة	P1
0.064	1.67E-02	4.06E-02	6.76E-03	8.36E-06	1.42E-04	2.71E-04	الاسكان	P2
0.069	2.32E-02	4.37E-02	2.41E-03	1.16E-05	1.53E-04	9.64E-05	نبع القليع	P3
0.053	1.71E-02	3.41E-02	2.24E-03	8.54E-06	1.19E-04	8.95E-05	بطرة	P4

0.063	1.77E-02	4.27E-02	2.34E-03	8.86E-06	1.50E-04	9.36E-05	القيسية ارتوازي	P5
0.056	2.09E-02	3.14E-02	4.07E-03	1.05E-05	1.10E-04	1.63E-04	القيسية عربي	P6
0.072	3.22E-02	3.66E-02	3.34E-03	1.61E-05	1.28E-04	1.34E-04	بنجارو	P7
0.049	1.22E-02	3.37E-02	3.28E-03	6.11E-06	1.18E-04	1.31E-04	حرف الصليب ديروتان	P8
0.047	1.70E-02	2.53E-02	4.61E-03	8.48E-06	8.86E-05	1.84E-04	كرم فوزي	P9
0.042	7.74E-03	3.09E-02	3.70E-03	3.87E-06	1.08E-04	1.48E-04	عين شفاق 1	P10
0.046	7.83E-03	3.20E-02	6.37E-03	3.91E-06	1.12E-04	2.55E-04	عين شفاق 2	P11



شكل (6): مؤشر التلوث CI وحاصل الخطر HI في مصادر المياه المدروسة.

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات

1. كانت تراكيز العناصر الثقيلة المدروسة Zn، Fe، Pb، Cu، Cd ضمن الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية باستثناء تركيز عنصر الرصاص في المصدر (1) ( $13.58\mu\text{g/l}$ ) في شهر آذار 2018 ويمكن أن يعزى ذلك إلى أن هذا المصدر قريب من البيوت البلاستيكية التي تستخدم كميات هائلة من الأسمدة والمبيدات ومنذ فترة طويلة.
2. يدل مؤشر التلوث  $CI < 1$  إلى أن جميع العينات المدروسة من منطقة سهل جبلة تقع في النطاق غير الملوث.
3. سجل مؤشر المخاطر البيئية  $I_{ER}$  قيماً أصغر من الصفر وبالتالي صنف أنه لا يوجد خطر.
4. أظهر حاصل الخطورة HQ لكل عنصر معدني ثقيل ومؤشر الخطر HI أن المياه آمنة للاستهلاك البشري من حيث وجود العناصر الثقيلة.
5. يتحكم بسمية المعادن عوامل عدة مثل الجرعة، الغذاء، العمر، نمط الحياة، الظروف المناخية، وعادات الاستهلاك اليومي للمياه في أوقات السنة المختلفة، مما يعني أنه حتى لو كان مؤشر الخطر أصغر من 1 فإن هذا لا يضمن انعدام الخطر على الصحة البشرية.

## التوصيات

1. تشير دراسات عدة إلى إمكانية ازدياد تراكيز نزر المعادن الثقيلة نتيجة الأنشطة البشرية والزراعية إذا استمرت الأنشطة على هذه الوتيرة المتصاعدة في المستقبل، وبالتالي ستكون المياه الجوفية ملوثة وغير صالحة للشرب، مما يستدعي العمل على ضبط الأمور للحفاظ على هذه الموارد وذلك باتخاذ تدابير احتياطية لتجنب النتائج السلبية.
2. توعية المزارعين إلى عدم الاستخدام المفرط للأسمدة الكيماوية في المنطقة.
3. توجيه المزارعين إلى استخدام المبيدات استخداماً مناسباً وبكميات مناسبة.

## المراجع:

- [1] SABIHA, ; SABIR,M; AURANGZEB,N; KHAN,A; NISA,S; *Health risk assessment and estimation of heavy metal Cd, Cr and Pb in drinking water of district Swat, Khyber-Pakhtunkhwa, Pakistan*. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES), Vol. 10, No. 6, (2017), 258-265.
- [2] DEMIRAK,A; YILMAZ,F; TUNA,A. L; OZDEMIR,N. *Heavy metals in water, sediment and tissues of Leuciscus cephalus from a stream in southwestern Turkey*. Chemosphere, 63, (2006), 1451–1458.
- [3] MUHAMMAD,S; SHAH, M. T; KHAN,S. *Health risk assessment of heavy metals and their source apportionment in drinking water of Kohistan region, northern Pakistan*. Microchemical Journal, 98, (2011), 334–343.
- [4] ZHANG, SH; LIU,G; SUN ,R ; WU,D. *Health risk assessment of heavy metals in groundwater of coal mining area: A case study in Dingji coal mine, Huainan Coalfield, China*. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal,22(7), (2016), 1469-1479.
- [5] صبوح، حسام شفيق؛ صقر، إبراهيم عزيز ؛ ناصيف، رحيق منير . مراقبة مستوى بعض الشوارد في مياه بعض الآبار السطحية المحاذية لمجرى نهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية، مجلة جامعة تشرين، العلوم الهندسية، المجلد 35 العدد1، 2013.
- [6] سويد، فؤاد عبير . دراسة تغير مؤشرات تلوث المياه الجوفية في محيط مكب البصة بالعلاقة مع الظروف الهيدرولوجية . أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، 2009.
- [7] صقر، ابراهيم عزيز ؛ معروف، ابتسام خليل. مصادر تلوث المياه الجوفية في الساحل السوري نتيجة الأنشطة البشرية وانعكاساته، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، 2006 .
- [8] متوج، هاديا حبيب. دراسة تأثير مكبات (مطامر) المخلفات الصلبة على جودة مصادر المياه السطحية والجوفية( حالة دراسة مكب البصة). أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، 2014.
- [9] HAILESLASSIE,T;GEBREMEDHIN,K. *Hazards Of Heavy Metal Contamination In Ground Water*. International Journal Of Technology Enhancements And Emerging Engineering Research, Vol 3, 2015,2347-4289
- [10] RATTAN, R. K; DATTA, S. P; CHHONKAR, P. K; SURIBABU, K; SINGH, A. K. *Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study*. Agricultural Ecosystems and Environment, 109,(2005), 310–322.

- [11] RASHED, M. N. *Monitoring of contaminated toxic and heavy metals from mine tailings through age accumulation in soil and some wild plants at Southeast Egypt*. Journal of Hazardous Materials, 178(1–3), (2010),739–746.
- [12] PEKEY, H; KARAKA, D; BAKOGLU M. *Source apportionment of trace metals in surface waters of a polluted stream using multivariate statistical analyses*. Mar Pollut Bull, 49(9), 2004,809–818.
- [13]MIRZABEYGI,M.; ABBASNIA,A;YUNESIAN,M;NODEHL,R,N; YOUSEFI,N; HADI,M ; MAHVI,A, H. *Heavy metal contamination and health risk assessment in drinking water of Sistan and Baluchistan, Southeastern Iran*. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal. Vol. 23, No. 8, 2017,1893–1905.
- [14] MAIGARI, A. U; EKANEM, E. O; GARBA, I. H; HARAMI, A. ; AKAN, J. C. *Health Risk Assessment for Exposure to Some Selected Heavy Metals via Drinking Water from Dadinkowa Dam and River Gombe Abba in Gombe State, Northeast Nigeria*. World Journal of Analytical Chemistry, Vol. 4, No. 1, 2016,1-5.
- [15] BELKHIRI,L; TIRI, A; MOUNI, L. *Assessment of Heavy Metals Contamination in Groundwater: A Case Study of the South of Setif Area, East Algeria*. Achievements and Challenges of Integrated River Basin Management. ISBN: 978-1-78923-483-1, 2018,725.
- [16]OUYANG,Y;HIGMAN,J;THOMPSON,J;TOOLE,O.T;CAMPBELL,D.*Characterization and spatial distribution of heavy metals in sediment from Cedar and Ortega Rivers sub-basin*, J. Contam. Hydrol. 54, (2002), 19–35.
- [17] JÄRUP, L. *Hazards of heavy metal contamination*. British Medical Bulletin, Vol. 68 . The British Council, 68, 2003,167–182.
- [18] STEENLAND,K; BOFFETTA, P. *Lead and Cancer in Humans: Where Are We Now?*. American Journal Of Industrial Medicine, 38(3), (2000),295-299.
- [19]JARUP,L;HELLSTROM,L;ALFVEN,T;CARLSSON,M,D;GRUBB,A;PERSSON,B;P ETTERSSON,C;SPANG,G; SCHUTZ,A; , ELINDER C,G. *Low level exposure to cadmium and early kidney damage: the OSCAR study*. Occup Environ Med.57, 2000,668-672.
- [20] VIRHA, R; BISWAS, A.K; KAKARIA, V.K; QURESHI, T.A;BORANA, K;MALIK, N. *Seasonal variation in phys\_ icochemical parameters and heavy metals in water of upper lake of Bhopal*, Bull. Environ. Contam. Toxicol., Vol. 86, 2011, 168–174.
- [21] EHI\_EROMOSELE, C.O; OKIEI, W.O. *Heavy metal assessment of ground, surface and tap water samples in Lagos Metropolis using anodic stripping voltammetry*. Res. Environ., Vol. 2, No. 3, 2012, 82–86.
- [22] PUNIA,A; SIDDAIAH,N, S. *Assessment of Heavy Metal Contamination in Groundwater of Khetri Copper Mine Region, India and Health Risk Assessment*. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, Vol. 14, No. 4, (2017), 9–19.
- [23] ADAMU1, C.I; NGANJE, T.N.; Edet, A. *Heavy metal contamination and health risk assessment associated with abandoned barite mines in Cross River State, southeastern Nigeria*. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 3, (2015), 10–21.
- [24]. RAPANT, S; KORDI'K, J. *An environmental risk assessment map of the Slovak Republic: application of data from geochemical atlases*. Environmental Geology, 44,(2003), 400–407.
- [25] US Environmental Protection Agency (USEPA). *National primary/secondary and drinking water regulations*. Washington, DC,(2009).
- [26] USEPA IRIS (*US Environmental Protection Agency's Integrated Risk Information System*). (2011). <http://www.epa.gov/iris/>. Accessed 01/15/2011

- [27] WONGSASULUK, P; CHOTPANTARAT,S ; SIRIWONG,W ; ROBSON,M. *Heavy metal contamination and human health risk assessment in drinking water from shallow groundwater wells in an agricultural area in Ubon Ratchathani province, Thailand.* Environ Geochem Health.36(1). 2013.169-182
- [28] المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45 ، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، وزارة الصناعة، دمشق، سورية، 2007.
- [29] JAMEEL, A. A; SIRAJUDEEN, J; VAHITH, R. A. *Studies on heavy metal pollution of ground water sources between Tamilnadu and Pondicherry, India.* Advances in Applied Science Research, 3, (1), 2012, 424-429.
- [30] SAKIZADEH, M; MIRZAEI, R. *Health Risk Assessment of Fe, Mn, Cu, Cr in Drinking Water in some Wells and Springs of Shush and Andimeshk, Khuzestan Province,Southern Iran.* Iranian Journal of Toxicology Vol 10, No 2, 2016,29-35.
- [31] MKUDE, I. Th. *Comparative analysis of heavy metals from groundwater sources situated in Keko and Kigogo residential areas, Dar es Salaam.* Journal of Water Resources and Ocean Science. 4,(1),2015,1-5
- [32] ناصر، رماز. *تقييم الخطر البيئي للأنشطة البشرية والزراعية على جودة مياه الشرب-حالة دراسة:منطقة قسمين. أطروحة ماجستير، جامعة تشرين، 2013.*
- [33] EL-NAHHAL, Y. *Contamination Of Groundwater With Heavy Metals In Gaza Strip. Tenth International Water Technology Conference.* Alexandria, Egypt, 10, 2006,1139-1149.