دراسة تراكيز العنا صر الثقيلة السامة (الكاديميوم – الكوبالت – النيكل – والمنجنيز – الرصاص – الخارصين – الكروم) في المياه الجوفية في مدينة رداع

سامي قاسم سيف عبد الله

قسم الكيمياء , كلية التربية والعلوم رداع , جامعة البيضاء

Email: sami773483034@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.56807/buj.v3i2.142

الخلاصة

تهدف الدراسة الحالية الى تقيم تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة السامة وتأثيراتها الصحية على حياة الإنسان في مدينة رداع , ولهذا الغرض تم أخذ 14 عينة لأربعة عشر بئر من مياه الآبار الجوفية وحللت لمحتواها من العناصر (Zn , Pb , Mn, Ni , Co ,Cd , Cr) باستخدام جهاز الامتصاص الذري. أظهرت النتائج لهذه الآبار الأربعة عشر بأن معدلات تراكيزها ازدادت حسب الترتيب الآتي Zn > Pb > Mn > Ni > Co >Cd > Cr إذ بلغت (0.32, 0.08 , 0.05, 0.03 , 0.01 , 0.001, 0.0 ppm) على التوالي, وكانت مستويات كلاً من الكادميوم والكوبالت والنيكل والمنجنيز والرصاص والخارصين في جميع عينات الماء ضئيل جداً ويقع ضمن الحدود المسموح بها حسب المعايير والمواصفات اليمنية والمنظمات العالمية، واظهر التوزيع المكاني للعناصر حيث أن عنصر الكروم لم يظهر في اي منطقة من مناطق الدراسة , بينما عنصر المنجنيز ظهر في معظم أبار المدينة والتي قد يعزى الى تأثيرات الأنشطة الزراعية , وظهر عنصر الخارصين في بعض أبار وسط المدينة ومعظم أبار المنطقة الشمالية والمنطقة الغربية و المنطقة الجنوبية للمدينة ,بينما بقية العناصر ظهر قليلة جدا وتكاد معدومة في معظم الآبار.

الكلمات الدالة: *العناصر الثقيلة السامة – تلوث المياه الجوفية.*

Abstract

The present study aims to assess the pollution of groundwater with toxic heavy metals and their health effects on human life in the town of Radaa. For this purpose, 14 samples were taken from fourteen wells and analyzed for their content of elements (Cr, Cd , Co , Ni , Mn , Pb , Zn) using an atomic absorption device. The results of these fourteen wells showed that the rates of their concentrations increased according to the following order: Cr < Cd < Co < Ni < Mn < Pb < Zn, reaching (0.0, 0.001, 0.01, 0.03, 0.05, 0.08, 0.32) ppm, respectively. Cadmium, cobalt, nickel, manganese, lead and zinc in all water samples are very small and fall within the permissible limits according to the Yemeni standards and specifications and international organizations ones. The spatial distribution of the elements showed that chromium did not appear in any of the study areas.

The manganese element appeared in most of the city's wells, which may be attributed to the effects of agricultural activities whereas the zinc element appeared in some wells in the town center and most wells in the northern region, the western region and the southern region of the town. Meanwhile, the rest of the elements appeared very few and almost non-existent in most of the wells.

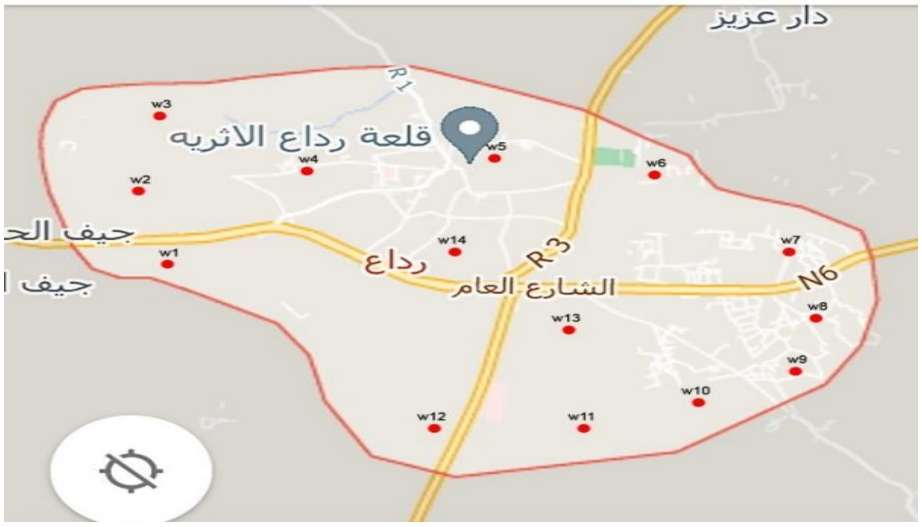
Key words*: toxic heavy metals - groundwater pollution.*

1. المقدمة

نظرا للأهمية الكبيرة للمياه بمختلف أنواعها في حياة الإنسان سواء للشرب أو للصناعة أو للري أو للاحتياجات المنزلية المختلفة ... فقد دعت الحاجة القيام بدراسات وأبحاث شاملة ومتكاملة للماء من أجل معرفة وتحليل المواد الشائبة وتقديرها كما يجب التعرف على نوعها ومن ثم إيجاد الطرق اللازمة للتنقية والمعالجة وإزالة ما قد يؤثر سلبيا على استخدامه في المجالات المختلفة.[1] وتعتبر المعادن الثقيلة ,مثل الزئبق والرصاص والزرنيخ والسيلينوم والكادميوم من اخطر المواد التي تلوث التربة والماء, ومن اهم مصادر هذا التلوث مخلفات ونفايات المصانع وصهر المعادن واحتراق الفحم وعوادم السيارات ومبيدات الآفات على عنصر الزرنيخ . واحد من المشكلات الصحية الرئيسية في مصادر مياه الشرب وهو وجود العناصر الثقيلة وبتراكيز اكثر من الحدود المسموحة حسب المواصفات العالمية واليمنية للمياه [2– 3]. حيث أن العناصر الثقيلة تعتبر عامل محتمل وفعال في معاناة الإنسانية من أمراض مختلفة بما في ذلك السرطان .وتعرف العناصر الثقيلة بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسة أضعاف كثافته الماء أي اكثر من (5ملغم / سم^3)ولها تأثيرات سلبية على البيئة عند الإفراط في استخدامها كما تأثر على صحة الأنسان والحيوان والنبات [4، 5]. وأن جميع هذه المعادن تشترك كثيرا في صفاتها الطبيعية إلا أن تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا على أثارها البيئية فبعض هذه المعادن كالزئبق والرصاص والكادميوم منشئها خطر على الصحة العامة بينما المعادن الأخرى مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصر أثارها أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي اقل خطرا من المعادن الأخرى الرصاص الذي زاد انتشاره في الآونة الأخيرة واصبح موجودا بكثرة في الماء والهواء والغذاء. [6] [7] وان كثير من المعادن الثقيلة ضرورية للحياة حتى ولو استخدمت بمقادير قليلة جدا ولكنها تكون سامة إذا وصل تركيزها مستوى عالي في الجسم تصبح بعدها قادرة على التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي. [8] وتتوافر المعادن الثقيلة بتراكيز واطئة في النظام البيئي المائي. لكن هذه التراكيز قد تزداد نتيجة للنمو السريع للتجمعات السكانية البشرية ونشاطاتها المختلفة. وبرامج استصلاح الاراضي الزراعية والتوسع في فعاليات المصانع المختلفة وتوسع المدن[9]، [10] وتتواجد العناصر الثقيلة في المياه العذبة بصورة طبيعية وبتراكيز متباينة من بيئة إلى أخرى نتيجة لعدة عوامل كالتعرية الجيولوجية للصخور الحاوية على العناصر وعمليات استخراج الخامات من المناجم وعمليات إعداد واستعمال المعادن ومركباتها في الصناعة واستخدام الأسمدة الكيمياوية والمبيدات الزراعية وما تطرحه المصانع الكيمياوية والفضلات المنزلية السائلة وما تحمله الأمطار إلى البيئة وترتفع تراكيزها في البيئة بصورة غير مباشرة نتيجة هلاك الأحياء المائية وتحللها. لذلك تهدف هذه الدراسة تقدير تراكيز سبعة عناصر ثقيلة سامة وهي (الكادميوم (Cd) ، الرصاص (Pb) ، الكروم (Cr) ،الكوبالت (Co) , النيكل (Ni), الخارصين (Zn) , المنجنيز (Mn) ,في المياه الجوفية لمنطقة مدينة رداع محافظة البيضاء اليمن وهي دراسة فريدة من نوعها في المحافظة كونها تمس حياة المواطن[11] [12] [13] [14].

2. منطقة الدراسة :

رداع هي إحدى مدن اليمن تقع في الشرق الجنوبي من العاصمة صنعاء على بعد (150 كيلو متر) وترتفع عن مستوى سطح البحر بحوالي (2100 متر)، تتبع جغرافيا لمحافظة البيضاء



شكل 1: يمثل موقع منطقة الدراسة موزعا عليها موقع العينات.

3. المواد وطرق العمل :

تم جمع (14) عينة من المياه الجوفية للآبار الموزعة في منطقة رداع على أعماق متباينة من سطح الأرض ,والتي تستخدم وبشكل واسع لأغراض الري للمحاصيل المختلفة لقلة مياه الأمطار في فصل الشتاء لبعد قري منطقة الدراسة عن المياه السطحية. تضمنت عملية أخذ العينة بعد تشغيل المضخة لمدة عشرة دقائق لغرض التخلص من المياه الراكدة في البئر وقد استخدمت لهذا الغرض أوعية بلاستيك سعة (لتر واحد) مغسولة بالماء المقطر ومن ثم تم ملئها بماء النموذج ثم تم إضافة حمض النتريك المركز بمقدار 1 مل لكل عينة بعد أخذها مباشرة وذلك لمنع العناصر المراد قياسها من الالتصاق بجدران الأوعية [15], واحتفظت بالعينات في مكان بارد (4c°) غير معرض لأشعة الشمس وذلك بسبب تأثر العناصر الثقيلة بأشعة الشمس.[16] . لذلك تم أخذ النماذج على مرحلتين, كانت المرحلة الأولى في يوم الأحد الموافق 1 / 3 / 2020 , والمرحلة الثانية كانت في يوم السبت الموافق 3 / 2020 27/ م . ومن ثم تم تحليل النماذج لمحتواها من العناصر الثقيلة السامة باستخدام جهاز الامتصاص الذري، من شركة BERKIN موديل (2380) الموجود في المختبرات المركزية التابعة لوزارة النفط في صنعاء.

وقد تم ضبط الجهاز باستخدام أربعة استاندرات لضبط الجهاز وهي ppm (0.25 , 0.50 , 1.00 , 2.00) ثم تصفير الجهاز على الماء المقطر والتأكد من وجود الامتصاصية والتركيز عند ضبط الاستاندرات بعدها تم قياس العينة ثم إعادة قياس بعض العينات للتأكد من القراءة.

4. النتائج والمناقشة:

من أجل معرفة تراكيز ومديات هذه العناصر في هذه المياه قيد الدراسة ونظرا لكون منطقة رداع متأثرة بعدة أنشطة بشرية تكون مصدرا لها، بالإضافة الى دور الطبقات الخازنة لها في إضافة هذهِ العناصر لمياه الآبار نتيجةً لتفاعلات الصخر مع الماء . لذلك تم اخذ (14) عينة من الماء من مناطق مختلفة لمدينة رداع، من اجل تقدير تركيز بعض العناصر (المعادن) الثقيلة السامة, (الرصاص . الكادميوم . الكوبالت . النيكل . الزنك . الكروم . المنجنيز) لتلك العينات والتي كانت ممثلة للمصادر التي أخذت منها . وتم حفظ تلك العينات تحت ظروف معينة و مناسبة ، حتى إجراء التحليل الكمي لها.

وقد أظهرت النتائج لهذه الآبار الأربعة عشر بأن معدلات تراكيزها ازدادت حسب الترتيب الآتي Co >Cd > Cr > Ni > Mn > Pb > Zn إذ بلغت (0.0 ppm 0.001, 0.01 , 0.03, 0.05 , 0.08, 0.32) على

التوالي, وكانت مستويات كلاً من الكادميوم والكوبالت والنيكل والمنجنيز والرصاص والخارصين في جميع عينات الماء ضئيل جداً ويقع ضمن الحدود المسموح بها حسب المعاير والمواصفات اليمنية والمنظمات العالمية، واظهر التوزيع المكاني للعناصر حيث أن عنصر الكروم لم يظهر في أي منطقة من مناطق الدراسة , بينما عنصر المنجنيز ظهر في معظم أبار المدينة والتي قد يعزى الى تأثيرات الأنشطة الزراعية , وظهر عنصر الخارصين في بعض أبار وسط المدينة ومعظم أبار المنطقة الشمالية والمنطقة الغربية و المنطقة الجنوبية للمدينة ,بينما بقية العناصر ظهر قليلة جدا وتكاد معدومة في معظم الآبار كما هو موضح في الجداول رقم (1، 2، 3، 4، 5).

جدول 1: نتائج فحوصات مستويات العناصر الثقيلة السامة لعينات المياه الجوفية (1و2 و3) في منطقة الدراسة حسب منضمة الصحة العالمية .

Cr (ppm)	W1	W2	W3	منظمة الصحة العالمية (الحد المسموح به)
Cr (ppm)	0	0	0	0.05
Cd(ppm)	0	0	0.001	0.005
Co (ppm)	0	0	0	0.05
Ni (ppm)	0.03	0	0	0.1
Mn(ppm)	0.01	0.025	0.024	0.1
Pb (ppm)	0	0.088	0	5
Zn (ppm)	0.22	0	0.01	10

جدول 2: نتائج فحوصات مستويات العناصر الثقيلة السامة لعينات المياه الجوفية (4 و5 و 6) في منطقة الدراسة حسب منضمة الصحة العالمية .

Cr (ppm)	W4	W5	W6	منظمة الصحة العالمية (الحد المسموح به)
Cr (ppm)	0	0	0	0.05
Cd(ppm)	0	0	0	0.005
Co (ppm)	0.025	0	0	0.05
Ni (ppm)	0	0	0.03	0.1
Mn(ppm)	0	0.02	0.01	0.1
Pb (ppm)	0.2	0	0	5
Zn (ppm)	0	0.05	0.34	10

جدول 3: نتائج فحوصات مستويات العناصر الثقيلة السامة لعينات المياه الجوفية (7و8 و9) في منطقة الدراسة حسب منضمة الصحة العالمية .

Cr (ppm)	W7	W8	W9	منضمة الصحة العالمية (الحد المسموح به)
Cr (ppm)	0	0	0	0.05
Cd(ppm)	0	0	0	0.005
Co (ppm)	0	0	0.045	0.05
Ni (ppm)	0	0.001	0	0.1
Mn (ppm)	0.052	0	0	0.1
Pb (ppm)	0	0	0.33	5
Zn (ppm)	0.004	0	0	10

جدول 4: نتائج فحوصات مستويات العناصر الثقيلة السامة لعينات المياه الجوفية (10 و11 و 12) في منطقة الدراسة حسب منضمة الصحة العالمية .

Cr (ppm)	W10	W11	W12	نظمة الصحة العالمية (الحد المسموح به)
Cr (ppm)	0	0	0	0.05
Cd(ppm)	0	0.001	0	0.005
Co (ppm)	0	0	0.01	0.05
Ni (ppm)	0.011	0.0018	0	0.1
Mn (ppm)	0.024	0.02	0	0.1
Pb (ppm)	0	0	0.34	5
Zn (ppm)	0.102	0.021	0	10

جدول 5: نتائج فحوصات مستويات العناصر الثقيلة السامة لعينات المياه الجوفية (13و14) في منطقة الدراسة حسب منضمة الصحة العالمية .

Cr (ppm)	W13	W14	منظمة الصحة العالمية (الحد المسموح به)
Cr (ppm)	**0**	**0**	**0.05**
Cd(ppm)	**0**	**0.001**	**0.005**
Co (ppm)	**0**	**0.04**	**0.05**
Ni (ppm)	**0.02**	**0**	**0.1**
Mn (ppm)	**0**	**0.01**	**0.1**
Pb (ppm)	**0.0096**	**0.088**	**5**
Zn (ppm)	**0**	**0.05**	**10**

1.4 مؤشر العناصر(Metal Index (MI

يتم استخدام مؤشر العناصر الثقيلة(Metal Index (MI لتقييم حالة التلوث بالعناصر الثقيلة في المياه الجوفية [17].

وتم حسابها من خلال المعادلة المقترحة من قبل Gabriella and Renzo [18]:

$$MI = \sum_{i=1}^{n} \frac{Ci}{(MAC)i} (1)$$

حيث أن الـ Ci تمثل مستويات العناصر الثقيلة السامة في هذه المياه , بينما (MAC)i تمثل أقصى تراكيز مسموح به من العناصر الثقيلة السامة في مياه الري حسب مقاييس منظمة الأغذية والزراعة [14] وصنفت جودة ونوعية المياه الى عدة فئات بحسب [19] جدول (6) جدول 6 تصنيف جودة المياه الجوفية ونوعيتها بحسب(Mi) حسب[19]

نوعية المياه	MI
نقية جدا	< 0.3
نقية	0.3 - 1.0
قليلة التلوث	1.0 - 2.0
متوسطة التلوث	2.0 - 4.0
عالية التلوث	4.0 - 6.0
شديدة التلوث	> 6.0

5 .الاستنتاجات

ومن النتائج المختبرية المستحصلة بعد قياس العناصر الثقيلة وهي كل من الكادميوم والكروم والرصاص والكوبالت و النيكل و الزنك المنجنيز والتي تم قياسها في المختبرات المركزية التابعة لوزارة النفط في صنعاء . لوحظ وجود كلاً من الكادميوم والكوبالت والنيكل والمنجنيز والرصاص والخارصين في جميع عينات الماء ضئيل جداً ويقع ضمن الحدود المسموح بها حسب المعايير والمواصفات اليمنية والمنظمات العالمية، واظهر التوزيع المكاني للعناصر حيث أن عنصر الكروم لم يظهر في أي منطقة من مناطق الدراسة , بينما عنصر المنجنيز ظهر في معظم أبار المدينة والتي قد يعزى الى تأثيرات الأنشطة الزراعية نتيجة استخدام مبيدات وأسمدة عشوائية, وظهر عنصر الخارصين في بعض أبار وسط المدينة ومعظم أبار المنطقة الشمالية والمنطقة الغربية و المنطقة الجنوبية للمدينة ,بينما بقية العناصر ظهر قليلة جدا وتكاد معدومة في معظم الآبار.

ومن خلال مؤشر العناصر الثقيلة(Metal Index (MI لوحظ أن الآبار قليلة التلوث.

6. التوصيات

1- إكمال دراسة تراكيز بقية العناصر الثقيلة للآبار الجوفية في مدينة رداع.

2- إكمال دراسة تراكيز العناصر الخفيفة ، حيث لوحظ أثناء قياس عينات الآبار في المختبر وجود تراكيز عالية للعناصر الخفيفة.

3- إرشاد المجتمع المدني بكيفية استخدام المبيدات والأسمدة الاستخدام الصحيح.

4- توعية المجتمع باستخدام الري الحديث أثناء الزراعة لان الحوض المائي للمدينة مهدد بالجفاف بسبب استنزاف المياه عن طريق الري العشوائي.

6.المراجع

المراجع العربية :

[1] جمال احمد الردايده, كيمياء المياه ومعالجتها , , جامعة البلقاء التطبيقية كلية الحصن الجامعية .

[2] سعاد عبد عباوي, ,محمد سليمان حسن , (1990), الهندسة العملية للبيئة, منشورات جامعة الموصل , دار الحكمة للطباعة والنشر الموصل ,.

[3] بشير محمود جرار , نوري طاهر الطيب, (1988), قياس التلوث البيئي دار المريخ للنشر, م .

[4] عبد المنعم محمد السيد , التحليل الطيفي للأنظمة الكيميائية, الدار العربية للنشر والتوزيع.

[5] عبد النبي حمزة, محمد أحمد وأخرون (1992) , الكيمياء التحليلية (تجارب عملية في طرق التحليل الالي), منشورات جامعة الملك عبد العزيز, جده , م .

[6] حسين علي السعدي, نجم قمر الدين الدهام , (1988), علم البيئة المائية ، جامعة البصرة , مديرية دار الكتاب للطباعة النشر , م .

[7] حسين أحمد شحاتة (1998) م , التلوث البيئي (فيروس العصر), دار النهضة العربية للنشر والتوزيع , الطبعة الاولى.

[8] ابراهيم زامل الزامل , الكيمياء التحليلية (التحليل الالي)، جامعة الملك سعود .

[9] السيد عبد النور عبد الباري, (2000),,ملوثات البيئة (الارض والنبات),دار النشر للجامعات , م .

[10] فؤاد حسن الصالح ,(1992), تلوث البيئة (اسبابه– اخطاره– مكافحته), منشورات الهيئة القومية للبحث العلمي , دار الكتب الوطنية , بنغازي.

المصادر الإنجليزية:

[11] .elibacak, S.; Elmaci, O. L.; Secer, M. and Bodur, A. (2002),Trace element and heavy metals concentration in fruit and vegetables of the Gediz River region., International Journal of water., 2(2/3): 196- 211.

[12] Saeed, S.M. and Shaker, I.M, (2008),Assessment of Heavy Metals Pollution in Water and Sediments and their Effect on Oreochromis Niloticus in the Northern Delta Lakes,, Egypt, International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 475-490.

[13] Azita, B. H. and Seid, A. M,(2008), Investigation of heavy metals up take by vegetable crops from metal – contaminated soil, Warld Academy of Science, Engineering and Technology.,43(1): 56-58.

[14] Ali H. Ghawi And Jwad Khadhum Al- Ghaziy, (2010), Iraqi Water Treatment Plants Process Control By Measuring Effluent Turbidity, Al-qadisiya journal of engineering sciences ,vol. 3 no. 4 . P.P. 373-381.

[15] Ali. H. Ghawi,(2011), Study Of The Effect Of Ferric Chloride Concentrations And pH On Organic Mattar Removal Percentage In Al-Dewanyia Water Treatment Plant, Basrah Journal for Engineering Science , ISSN 18146120 (print), ISSN 23118385 (Online) Year: 2011 Volume: 11 Issue: 1 Pages: 135-146

[16] . Abdul Hameed M.J. Al Obaidy, Adel H. Talib, Shahad R. Zak, (2015.) , Application of Water Pollution Index for Assessment of Tigris River Ecosystem , ISSN 2320-5407 , International Journal of Advanced Research, , Volume 3, Issue 2, 219-223.

[17] Zohreh M., Rezvan K. and Farhad E, "HeavyMetal Contamination Assessmen of Groundwater Resources in Behbahan Plain Southwest Zagros", Open Journal of Geology, 5(5), 325

[18] Gabriella T. and Renzo C, (2004) ,"Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata (Tuscany, Italy) Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena", Science of the Total Environment , 327(1-3), 41

[19] L. Lyulko, T. Ambalova and T , (2001) , "To Vasiljeva, integrated water quality assessment in Latvia" , In J. G. Timmerman, W. P. Cofino, R. E. Enderlein, W. Jülich, P. L. Literathy, J. M. Martin, P. Ross, N. Thyssen, R. K. Turner and R. C. Ward (eds) "MTM (monitoring tailor-made) III, proceedings of international workshop on information for sustainable water management", Netherlands