Journal of Libyan Academy Bani Walid 2025
مجلة الأكاديمية الليبية بني وليد
e-ISSN: 3104-3860
المجلد الأول، العدد الثالث، 2025

تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة والنترات في بعض الابار الجوفية في مدينة درنة.

جمال سليمان محمد[1*]، جمال سعيد درياق [2]، محمد فتح الله الحاسى[3]
[1،3] قسم المواد الطبيعية، كلية الموارد الطبيعية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا
[2] قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

[*]البريد الإلكتروني (للباحث المرجعي): jamal.elgosni.@gmail.com

Pollution of some ground waterwells with and Some Heavy Metals and Nitrate in in Derna city

Jamal EL-Gosni[*1],Jamal Saeed Deryag [2], Mohammed Fathallah El-Hasi[3]
[1,3] Department of Natural Resources, Faculty of Natural Resources, Omar El-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya
[2] Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Omar El-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

Received: 18-04-2025; Accepted: 23-06-2025; Published: 26-07-2025

الملخص

أجريت الدراسة على مياه بعض الآبار الجوفية المستخدمة للري في بعض المزارع الواقعة فى ضواحي مدينة درنة، بهدف معرفة مستويات التلوث المحتمل بعناصر الرصاص والكادميوم والكروم بالإضافة إلى مدى تلوثها بأيون النترات، وذلك في الموسم الشتوي 2020م .تم اختيار عدد خمس أبار عشوائيا من بعض المزارع فى ضواحي مدينة درنة. أوضحت النتائج المتحصل عليها ان تركيز هذه العناصر فى مياه الابار الجوفية كان فى المتوسط: (0.0438، 0.00376، 0.000206) لكل من عناصر الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) والكروم (Cr) على التوالي ، بينما كان تركيز ايون النترات(NO3) فى المتوسط (29.08) مجم/ لتر.

الكلمات الدالة: العناصر الثقيلة، مياه الري، النترات، المياه الجوفية، التلوث.

Abstract

A study aims to detect the presence and concentration of some heavy metals and nitrate (NO3) ions in samples of groundwater wells, in Derna city which located in east of Libya. Three heavy metals were chosen to be examined; Pb,Cd, and Cr. The resulted showed that the concentration of the selected heave metals were in normal range in the samples if they were compared with slandered references. The average concentration were (0.0438 ,0.00376 ,and 0.000206) mg/l for Pb, Cd, and Cr respectively.

From the results could noted that, sample No (w01) had highest Pb concentrate (0.0483) mg/l , For Cd element sample No (w02) had highest Cd concentrate (0.0516) mg/l. and for Cr element sample No (w04) had highest Cr concentrate (0.000291) mg/l. which mean lowest than permissible rate,. Also, the resulted showed the samples were polluted with NO3 ions where the highest concentrate with NO3 ion was in sample No (w01) which was (80.60) and sample No (w03) which was (49.0) mg/l ,which mean higher than permissible rate, while the

lowest concentrate sample No (w04) was (2.16)mg/l. By comparing these results with permissible range of these elements, according to that reported by FAO, most of the samples was consider free of contamination from these elements and nitrate with the exception of some samples.

Keywords: Heavy metals, Irrigation water, Nitrate, Groundwater, Pollution.

مقدمة

تعتمد ليبيا بشكل رئيسي على المياه الجوفية كمصدر للشرب والري، وأدت عمليات الاستنزاف المستمر للمياه الجوفية إلى انخفاض مستويات وارتفاع ملوحتها ومن ثم تدني نوعيتها خصوصا في المناطق القريبة من البحر، بالإضافة إلى احتمالية تلوث المياه ببعض العناصر الثقيلة. وتعد ظاهرة تلوث مياه العيون والآبار الجوفية مشكلة تعاني منها مختلف مناطق الجبل الأخضر وذلك لتضاعف نمو حجم السكان وتوسع نشاطها الصناعي والزراعي، مما نتج عنها زيادة الطلب على استخدام المياه وزاد من كميات مياه الصحي التي لم تعالج وتتسرب عبر الشقوق والفوالق إلى طبقات المياه الجوفية ونتج عند ذلك زيادة مستويات التلوث في المياه الجوفية خاصة القريبة من المراكز السكانية (**Al-Rawashdeh، 2012**).

تلوث المياه يعتبر من اهم المشاكل التي تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على صحة الانسان بسبب انتقال التلوث للتربة والنبات والمحاصيل وخاصة عند تلوثها بالمعادن الثقيلة بسبب تأثيرها التراكمي وعدم تحللها.(**محناية و اخرون، 2022**). ويشير مصطلح تلوث المياه (Water Pollution) إلى التغير فيزيائي أو الكيميائي في نوعيه المياه بسبب مباشر أو غير مباشر ويؤثر سلباً على الكائنات الحية أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة (**خفاق وخضير، 2005**). وتسبب بعض الأنشطة الزراعية والصناعية في تلوث المياه الجوفية والتي بدورها تتسبب في العديد من الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية. (**الدهان, 2015**).

تعرف العناصر الثقيلة بأنها العناصر التي تمتلك وزناً ذرياً مرتفعاً أكبر من(20) وكثافة نوعيه تتجاوز الكثافة النوعية للماء بخمس مرات أو أكثر وأنها سامه لأشكال المياه وليست ضرورية للحفاظ عليها. (**حسيب والجميلي،2020**).

الرصاص من المعادن الثقيلة ورمزه الكيميائي **Pb** اختصار للاسم اللاتيني للرصاص Plumbum والرقم الذري **"82"** بينما وزنه الذري **(207.20)** وكثافته **11.34** جرام/سم^3 ويتواجد بشكل طبيعي في الأرض بقيمة تتراوح "5-50" ميكروجرام/جرم وفي المياه السطحية بشكل طبيعي وبكميات منخفضة.

الكادميوم أحد العناصر الثقيلة غير الأساسية وقد يحتاجها النبات في عمليات الفسيولوجية الحيوية في أنسجة النبات، ولكن بكميات منخفضة جداً، والرمز الكيميائي لها **Cd** وزنه الذري 112.411. وقد كتب **Pescod (1991)**، ان عنصر الكادميوم Cd من اخطر المعادن الثقيلة السامة , حيث صنف من اهم العوامل المسببة للسمية المرتبطة باستهلاك النباتات المروية بالمياه العادمة وينتج عن صناعات كثيرة مثل صناعة الأسمدة الفوسفاتية. وتراكمه في الأنسجة المختلفة يسبب أضرار في الحياة البرية للكائنات الداخلة في السلسلة الغذائية(**Kosma وآخرون، 2004**).

الكروم احد العناصر الثقيلة يوجد في القشرة الأرضية بنسبه **%2.1-1.8** في شكل كرومات الحديد$F_eCr_2O_4$ ويرمز له برمز**Cr** ورقمه الذري24 وبينما وزنه الذري **"51.99"** .ويعتبر من اكثر العناصر الثقيلة التي تتراكم في المحاصيل ويتراوح تركيزه الطبيعى في النبات بين (0.5 -2.0) مجم/كجم نبات ,ويعد ساما اذا تجاوز (5.0)مجم/كجم نبات, ويتراوح محتواه في التربة بين (10 – 150) مجم/كجم تربة.(**Adriano,1986**) . وهو من العناصر الثقيلة قليله الذوبان في الماء وتيسره للنبات منخفضا، يوجد في الهواء والصخور والتربة والماء والمواد الحيوية (**Soni,1990**).

كتب **علياء واخرون,(2019)** ان وجود المعادن الثقيلة في المياه الجوفية يشكل خطرا على حياة الانسان وذلك في دراسة لتقدير تراكيز بعض العناصر الثقيلة شملت (الرصاص والكادميوم والنحاس والزنك

والحديد) في المياه الجوفية في سهل جبيلة في سوريا. أوضحت النتائج ان تراكيز هذه العناصر يقع في الحدود المسموح بها عدا بعض الابار وجد بها نسبة عالية من الرصاص بمعدل اعلى من المعدل المسموح به.

درس بن **ساسى واخرون،(2021)**، تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث وذلك في مياه الابار بمنطقة الصقور بمدينة مصراتة، أوضحت النتائج ان قيم عينات الدراسة كانت ضمن كل من الحد الأدنى والاعلى المسموح بها للمواصفات المعتمدة. وكذلك وجد **Ullah واخرون،(2022)** . في دراسة عن تلوث المياه الجوفية بالمعادن الثقيلة في الباكستان ان التلوث بالمعادن الثقيلة مثل الكروم والكادميوم والرصاص (Pb,Cd,Cr) نتج عن مصادر جيولوجية او بشرية او كلاهما وقد تشمل هده المصادر تفاعل الصخور مع المياه، واعمال التعدين، والممارسات الزراعية، ومياه الصرف الصحي المنزلية، والنفايات الصناعية في منطقة الدراسة.

اشارت دراسة لـ **Shahriar واخرون،(2023)**، الى ان العناصر الثقيلة يمكن ان يحدث لها امتصاص بواسطة المحاصيل ويحدث لها تراكم في أجزاء النبات الصالحة للأكل ويؤدى ذلك الى العديد من الامراض العصبية والسرطان وذلك نتيجة لرى النبات بمياه ملوثة بالعناصر الثقيلة .

أيون النترات NO_3^- من الأيونات الشائعة في المياه وإن ارتفاع تركيزها عن الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً 45 مجم/لتر يعتبر ساماً للكائنات الحية وينتج عنه حدوث بعض المخاطر الصحية. **(ديهوم وآخرون,2016)**. أجريت الدراسة بهدف تقييم مدى تلوث مياه الآبار الجوفية في بعض المزارع في ضواحي مدينة درنة ببعض العناصر الثقيلة والنترات.

2.مواد وطرائق البحث:

1.2.تحديد المواقع واخذ العينات:

مدينة درنة أحد المدن الليبية الجبلية التي تمتاز بمياه العذبة واحراشها الجبلية وتقع فلكيا على دائرة عرض 22.40 درجة شمال خط الاستواء وعلى خط طول 32.45 درجة شرق خط جرينتش وجغرافيا في الجهة الشمالية الشرقية من ليبيا على ساحل البحر المتوسط حيث يحدها من الشمال البحر المتوسط ومن الجنوب سلسلة واحدة من تلال الجبل الأخضر تشملها منطقة الدراسة في درنة عدة مناطق أو أحياء تعبر عن ضواحي درنة حيث شملت الدراسة مياه الآبار الجوفية الموجودة في " وادي درنة، باب طبرق، منطقة الفتائح الزراعية، الخبطة، وحي المقبرة الإسلامية" وجمعت عينات المياه من آبار جوفية من هذه المناطق . واختلفت الأحياء في قربها وبعدها عن سطح البحر أجريت زيارات ميدانية لتلك المزارع وتم تحديد الابار وأخذت العينات من مياه الآبار خلال فترة الضخ لتمثل الوضع الحالي لمياه الآبار، ووضعت في قوارير بلاستيكية سعة "1.50 لتر" بعد تنظيفها بماء البئر، ووضع رقم البئر والموقع على القنينة. نقلت العينات إلى معمل التحاليل لقسم التربة والمياه -كلية الزراعة -جامعة عمر المختار. حيث أجريت عليها العديد من التحاليل الكيميائية الأولية. بالإضافة الى المؤشرات الحسابية كما هو موضح في الجداول (01، 02) باستخدام الطرق القياسية (**Black و آخرون، 1965**).

2.2.تقدير بعض الخواص الكيميائية لعينات المياه:

قدر الرقم الهيدروجيني للمياه باستخدام جهاز لتقدير الرقم لهيدروجيني باستخدام جهاز pH-meter **نوع** Jenway، موديل 3310. وتمت معايرة الجهاز باستخدام محاليل منظمة لـ pH. **و**قدر محتوى الأملاح الذائبة باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي EC-meter باستخدام جهاز EC-Meter نوع 470 موديل E/E معبرا عنها بوحدة (dS/m) عند درجة حرارة المعمل وتمت معايرة الجهاز بمحلول قياسي من كلوريد البوتاسيوم0.01N KCl وتم تقدير تركيز أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم بطريقة المعايرة باستخدام محلول 0.01N EDTA الذي يكون مركبات ثابتة مع أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم في وجود دليل chrome-black-TErio و دليل الميروكسيد عند تقدير الماغنيسيوم و الكالسيوم على التوالي تقدير تركيز أيونات

الصوديوم و البوتاسيوم في المياه باستخدام جهاز اللهب الطيفي Phlamephotometer باستخدام المحلول القياسي لكل من الصوديوم و البوتاسيوم. و تقدير الكربونات والبيكربونات بطريقة بالمعايرة باستخدام حامض الكبريتيك المخفف **0.01N H_2SO_4** في وجود دليل الفينول نفثالين و الميثيل البرتقالي لكل من الكربونات و البيكربونات على التوالي. وتقدير أيونات الكلوريد طبقاً لطريقة "Mohr"بمعايرة حجم معلوم من العينة بمحلول قياسي من نترات الفضة 0.005N $AgNO_3$ في وسط متعادل أو قلوي بوجود دليل مناسب من ثانى كرومات البوتاسيوم.

3.2.تقدير بعض مؤشرات جودة المياه للري حسابياً: تم تقدير بعض مؤشرات جودة مياه الري حسابيا كما هو موضح في الجدول (02).

.الأملاح الذائبة الكلية: حسبت **Total Dissolved Salts (TDS)** من العلاقة التالية:

$$\mathbf{TDS(mg/l) = EC\ (dS/m) \times 640} \qquad \mathbf{(01)}$$

. نسبة إدمصاص الصوديوم: Sodium Absorption Ratio (SAR) معبرا عن تركيز الكالسيوم والماغنيسيوم والصوديوم بوحدة ملليمكافى / لتر " تم حسابها من العلاقة التالية **(Richards, 1954)**:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2}+Mg^{+2}}{2}}} \qquad \mathbf{(02)}$$

.نسبة إدمصاص الصوديوم المعدلة(Adjusted SAR) حسب المعادلة وذلك بتطبيق المعادلة التي اقترحها **(Ayers and Westcot,1994)**:

$$\mathbf{, AdjSAR = SAR\ \{1+ (8.4 - PH_C)} \qquad \mathbf{(03)}$$

.حساب قيمة الاس الهيدروجينى المحسوبة "PH_C" باستخدام جداول خاصة وفق المعادلة التالية: (**خليل،1998**)

$$PH_C = \mathbf{(Pk_2 - pK_c) + P\ (\ Ca + Mg) + PAlk} \qquad \mathbf{(04)}$$

Pkc– تمثل اللوغاريتم السالب (-log) لثابت ذوبان كربونات الكالسيوم .

"Pk_2 "- تمثل اللوغاريتم السالب (-log) لثابت تحلل حامض الكاربونيك الثانى .

P (Ca + Mg)- تمثل اللوغاريتم السالب لتركيز الكالسيوم والماغنيسيوم في مياه الرى.

Palk-تمثل اللوغاريتم السالب للتركيز المولارى لكربونات والبيكربونات في مياه الرى.

.كربونات الصوديوم المتبقية: كربونات الصوديوم المتبقية Residual Sodium Carbonate RSC يتم حسابها من المعادلة التي أقترحها **(Eaton,1950)**:

$$\mathbf{RSC =(\ CO^{-2}_3 + HCO^{-}_3) - (Ca^{+2} + Mg^{+2}\ )\ meq\ /\ l} \qquad \mathbf{(05)}$$

نفذت التجربة باستخدامم التصميم العشوائي التام بثلاث مكررات، وأجريت عمليات التحليل الإحصائي لكافة الصفات التي شملتها الدراسة بعد جدولتها إحصائياً باستخدام برنامج Gnestat. 7 , والمقارنة بين

المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5%.(Gomez و Gomez , 1984).

4.2.تقدير العناصر الثقيلة في مياه الآبار (المياه الجوفية):

تم تقدير تركيز العناصر الثقيلة الرصاص والكادميوم والكروم،(Pb,Cd,Cr) حسب الطريقة المعتمدة من **(APHA،1985)**، وذلك بأخذ 50 ملي من المياه ووضع في دورق سعة (100 ملي)، أضيف له (5 مل) من حامض النتريك المركز، ومن ثم سخن الدورق، ثم أضيف (5 مل) من حامض النيتريك المركز (للحصول على راسب) ومن ثم أكمل الحجم بالماء المقطر ويرشح باستخدام المرشح (Filtration Membrane 0.20 µm) بحيث أصبحت جاهزة لتقدير تركيز العناصر الثقيلة باستخدام جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectrophotometer) وتقدير ايونات النترات NO_3 في مياه الآبار الجوفية باستخدام جهاز Spectrophotometer عند طول موجي (275،220 نانومتر). في مختبر مركز البحوث والاستشارات العلمية التابع لجامعة عمر المختار.

جدول1. الخصائص الكيميائية لمياه الآبار الجوفية.

SO_4	Cl	HCO_3	K	Na	Mg	Ca	EC	pH	الصفة ←
meq/l							dS/m	//////	رقم البئر↓
9.38	27.50	0.18	0.80	65.70	10.86	17.20	11.12	7.40	**W_{01}**
8.98	7.33	0.20	0.20	6.38	2.60	7.33	1.77	8.0	**W_{02}**
3.45	22.0	0.18	0.31	10.92	4.86	5.13	3.41	8.10	**W_{03}**
2.29	9.50	0.16	0.28	5.0	0.86	6.30	1.21	7.70	**W_{04}**
3.41	8.33	0.18	0.34	5.26	1.60	4.73	1.47	7.56	**W_{05}**
2.74	**7.33**	**0.16**	**0.21**	**5.0**	**0.86**	**4.73**	**1.21**	**7.40**	**اقل قيمة**
9.38	**27.50**	**0.20**	**0.80**	**65.70**	**10.86**	**17.20**	**11.12**	**8.10**	**اعلي قيمة**
5.60	6.44	0.18	0.38	18.65	4.16	8.14	3.79	7.75	**المتوسط**

جدول2. المؤشرات الحسابية لجودة بعض مياه الآبار الجوفية.

pHc	Adj SAR	RSC	SAR	TDS	الصفة←
////////	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	رقم البئر↓
8.16	21.62	-28.24	17.54	8896	**W_{01}**
8.43	2.77	-10.13	2.96	1134	**W_{02}**
8.56	4.07	-10.18	4.89	2134	**W_{03}**
8.60	2.12	-7.32	2.65	766	**W_{04}**
8.56	2.46	-6.51	2.96	946	**W_{05}**
8.16	**2.12**	**-28.24**	**2.65**	**766**	**اقل قيمة**
8.60	**21.62**	**-6.51**	**17.54**	**8896**	**اعلي قيمة**
8.16	6.60	-12.48	6.18	27.84	**المتوسط**

3. النتائج والمناقشة.

1.3.تركيز عنصر الرصاص في المياه الآبار الجوفية:

. أظهرت النتائج المتحصل عليها في الجدول(03) وجود تلوث مياه الابار الجوفية بعنصر الرصاص. حيث كان تركيز عنصر الرصاص في مياه الآبار الجوفية في المدى(0.0326-0.0483) مجم/لتر بمتوسط عام قدره "0.0438"ملجم/لتر حيث كان أقل قيمه لتركيز عنصر الرصاص في مياه الآبار الجوفية في البئر رقم"W_{03}" بينما كانت أعلي قيمه لتركيز عنصر الرصاص في مياه الآبار الجوفية عند البئر رقم"W_{01}" من خلال هذه النتائج يلاحظ أن تركيز عنصر الرصاص في مياه بعض الآبار الجوفيه كان فى الحدود المسموح بها في مياه الري وذلك حسب تصنيف **منظمة الأغذية و الزراعة(FAO، 1994)** والتي أشارت أن الحد المسموح به لعنصر الرصاص في مياه الري يجب أن لا يزيد**"0.05"** ملجم/لتر حسب ما ذكره **Abdlateef وNaser،(2021).** بالاستعانة بما **ذكرته منظمة الأغذية و الزراعة(FAO، 1994).** وكذلك تعتبر أقل من الحد المسموح به حسب المواصفات الليبية والتي أشارت الي أن الحد الأقصى للرصاص في المياه الجوفية أن لا تزيد عن"0.095"ملجم/لتر **(ابوراوي، 2018)** ولكن اعلى قليلا ما أشارت إليه منظمة الصحة العالمية **(WHO)** بأن أعلي مستوي مقبول أو مسموح به لعنصر الرصاص في المياه الجوفية "0.4"ملجم/لتر. والتلوث بعنصر الرصاص وان كان لايشكل خطرا ربما يعود إلى تداخل مياه الصرف الصحى او استخدام الأسمدة والمبيدات الزراعية بكميات غير محددة و التى قد يدخل عنصر الرصاص من ضمن مكوناتها.

2.3.تركيز عنصر الكادميوم في الابار الجوفيه:

أوضحت النتائج المدونة في الجدول (03) وجود تلوث بمياه البار الجوفية بهذا العنصر حيث كان تركيز عنصر الكادميوم في مياه الآبار الجوفية في المدي"0.00516-0.00232"ملجم/لتر بمتوسط عام "0.00376"ملجم/لتر بحيث كان أقل تركيز له في مياه الآبار الجوفية عند البئر رقم " W_{03} " بينما كانت أعلي قيمة لتركيز الكادميوم في مياه الآبار الجوفية عند البئر رقم " W_{02} " و بالنظر الي قيمة تركيز الكادميوم في مياه الابار الجوفية حيث كان متوسط العام له "0.00376" مجم/لتر وبالرجوع لتصنيف الوارد علي **منظمة الاغذية و الزراعة(FAO، 1994)** فأن تركيز الكادميوم في مياه الابار الجوفية يقع فى المدي المسموح به أو المقبولة حيث أشارت **منظمة الاغذية و الزراعة(FAO، 1994)** أن الحد المسموح به لتركيز الكادميوم في المياة عموما و مياه الري يجب أن لا يزيد عن "0.05" ملجم/لتر وكذلك أشارت منظمة الصحة العالمية **(WHO)** يجيب أن لا يزيد العنصر تركيز الكادميوم في المياه عن"0.03"ملجم/لتر كما ورد عن **منظمة الاغذية و الزراعة (FAO، 1985)** بأن تركيز عنصر الكادميوم في المياه و مياه الري يجب أن لا يزيد عن "0.01" ميكروجرام /جرام وكذلك ما ورد عن **ابوراوي، (2018)**، بشأن التصنيف المحلي عن المواصفات الليبية عن تركيز عنصر الكادميوم في المياه الجوفية والتي أشارت الي أن لا يزيد تركيز الكادميوم في المياه الجوفية عن "0.010" ملجم/لتر.

3.3.تركيز عنصر الكروم في مياه الابار الجوفيه:

أظهرت نتائج متحصل عليها في الجدول (03) وجود تلوث لمياه الآبار الجوفية بعنصر الكروم ولكن بتركيزات منخفضة جدا ويرجع ذلك لمصادر الأساسية أو طبيعة لعنصر الكروم وقد يتراوح في تركيز عنصر الكروم في مياه الآبار الجوفية في المدي (0.000291-0.000111) ملجم/لتر لمتوسط عام قدره (0.000206) ملجم/لتر، وكان تركيز العنصر في جميع مياه الابار الجوفية متقاربة جدا ،من خلال قيم تركيز عنصر الكروم في مياه الآبار الجوفية يمكن ملاحظة أن تركيز عنصر الكروم منخفض جدا وأقل من الحدود المسموح بها حيث أشار **Ngweme و أخرون، (2020)**، نقلا عن منظمة الأغذية و الزراعة **(1985)** ان تركيب عنصر الكروم في مياه الابار الجوفية ومياه الري يجب أن لا يزيد عن "0.1" ملجم/لتر وكذلك ان التصنيف المحلي لتركيز الكروم في المياه الجوفية بحيث أن لا يزيد عن (0.0005) ملجم/لتر وذلك حسب ما ذكره **ابوراوي، (2018).**

جدول 3. تركيز العناصر الثقيلة وايون النترات فى مياه الآبار الجوفية. (ملجم/لتر).

رقم البئر	الرصاص-Pb	الكادميوم- Cd	الكروم- Cr	ايون النترات- NO_3
01	0.0483	0.00322	0.000122	80.60
02	0.0451	0.00516	0.000272	8.50
03	0.0326	0.00232	0.000237	49.0
04	0.0430	0.00427	0.000111	2.16
05	0.0470	0.00395	0.000291	6.16
القيمة الاصغر	0.0326	0.00232	0.000111	2.16
القيمة الاكبر	0.0483	0.00516	0.000291	80.60
المتوسط	**0.0438**	**0.00376**	**0.000206**	**29.08**
(1994) FAO	**اقل من 0.05**	**الحد الاقصى 0.005**	**0.10**	**45.0**

4.3.تلوث مياه الآبار الجوفية بالنترات:

أوضحت النتائج في الجدول (03) وجود تلوث في مياه الآبار الجوفية بأيون النترات NO_3 وان تركيز ايون النترات في المياه كان في اغلب الابار في المدى المسموح به والمقبول الذي لا يشكل خطر على صحة الإنسان. وفق ما شارت له منظمة الأغذية والزراعة FAO,1994. والتي أشارت أن الحد المسموح به لأيون النترات في مياه الري يجب ألا يزيد**"45.0** ملجم/لتر، عدا مياه البئر رقم (W_{01}) والذي تجاوز المدى المقبول حيث كان تركيز ايون النترات (80.60) مجم/ لتر. مياه البئر رقم (W_{03}) والذي تجاوز المدى المقبول حيث كان تركيز ايون النترات (49.0) مجم/ لتر.

وبمقارنة هذه النتائج مع المدى المسموح به من هذه العناصر حسب ماورد عن منظمة الأغذية والزراعة فان اغلب مياه الآبار الجوفية فى تعتبر خالية من التلوث من هذه العناصر باستثناء التلوث بأيون النترات (NO_3) حيث كانت مياه الابار (W_{01} , W_{03}) ذات تركيز أعلى من المعدل المسموح بأيون النترات.

أوضحت النتائج في الجدول(01) أن قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار (pHiw) قد تراوحت بين (7.46-8.10)بمتوسط عام (7.75), حيث كانت أقل قيمة للبئر رقم (W_{01}) وأعلى قيمة للبئر رقم (W_{03}). الانخفاض والارتفاع في قيم الأس الهيدروجيني لمياه الآبار، يحدث بشكل طبيعي ويعود ذلك غالباً إلى حركة المياه الجوفية واختلاطها مع نوعيات مختلفة من المياه ومرورها عبر طبقات صخرية مختلفة. (**الحديثي و العساف, 2010**).وهي تصنف إلى المياه قلوية خفيفة. و من خلال الجدول كذلك يتضح أن كل القيم تقع في المدى المقبول كما أشارت له منظمة الاغذية والزراعة,(**Ayers وWestcot،1995**).وكذلك فان هذه المياه ذات ملوحة خفيفة الى مرتفعة حسب تصنيف منظمة الاغذية والزراعة **(FAO,1994)** ،حيث كانت قيم درجة التوصيل الكهربائي فى المدى (1.21-11.12 dS/m) بمتوسط (3.79 dS/m).وهى بذلك تعتبر مياه صالحة للري،عدا مياه البئر رقم (W_{01})، والتي تعتبر مياه ذات ملوحة عالية جدا ويرجع ذلك غالبا الى قرب البئر من مياه البحر وقد يحدث تداخل لهذه المياه يؤدى الى ارتفاع ملوحتها ، وربما الى زيادة تركيز بعض الايونات الذائبة مثل ايونات الصوديوم والكلوريد والكالسيوم فى هذه المياه.

وذات تركيز متوسط إلى مرتفع نسبيا من أيونات الكلوريد وايونات الصوديوم، وقد يعود الانخفاض في درجة التوصيل الكهربائي إلى ارتفاع معدل سقوط الأمطار وذلك لان منطقة الجبل الأخضر تتميز بارتفاع معدلات سقوط الأمطار السنوي والذي يتجاوز أحيانا 300 مم/سنة وانخفاض تركيز الايونات الداخلة في تكوين المياه. كذلك يلاحظ انخفاض فى قيم نسبة الصوديوم المدمص SAR لأغلب مياه الابار عدا مياه البئر رقم (W_{01}) والتي كانت قيمتها (17.54) ميللمكافى/لتر وكذلك فأن قيم الاملاح الكلية الذائبة(TDS) في مياه البئر رقم (W_{01}) كانت عالية جدا وتجاوزت الحد المسموح حيث كانت (8896) ميللمكافى /لتر مما يشير الى عدم صلاحية مياه هذا البئر للرى،ولكن اغلب مياه الابار الأخرى حسب تصنيف منظمة

الأغذية والزراعة، **FAO,1994** تعتبر مياه صالحة للري. بالإضافة إلى ذلك، أوضحت النتائج فى الجدول (03) وجود ارتفاع فى تركيز ايون النترات والتي كانت (80.60 و49.0) في مياه الابار الجوفية رقم (W_{01} و W_{03}) على التوالي وذلك يعنى تلوث مياه هذه الابار بالنترات حيث تجاوزت الحد المسموح به حسب ماورد عن منظمة الأغذية والزراعة FAO,1994 ربما يعود إلي الاستخدام المكثف للأسمدة الكيميائية المحتوية على النترات او الى وقوع هذه الآبار بالقرب من التجمعات السكانية التي تفتقر إلي معالجة المياه العادمة او بالقرب من مواقع مكبات القمامة حيث قد يحدث تتحلل للنفايات الصلبة ومن ثم وصولها إلي المياه الجوفية عبر الفواصل والشقوق . كما أن الإهمال في حماية الآبار وعدم الالتزام الكامل بالمعايير عند عملية تبطين الآبار إلي ما يزيد عن 30 متر على الأقل وبتالي تتسرب المياه العادمة السطحية بسهولة إلى مصادر تغذية المياه الجوفية لهذه الابار مما يلوثها تماماً , وهذه المشكلة تتكرر في كثير من الابار داخل المدن وذلك راجع إلي عدم الالتزام بشروط السلامة البيئية وتسبب بعض الأنشطة الزراعية والصناعية في تلوث المياه الجوفية والتي بدورها تتسبب في العديد من الصفات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية.(**الدهان, 2015)** كاستعمال المبيدات الحشرية والأسمدة وعمليات غسيل التربة إلى ظهور العديد من الملوثات مثل المبيدات السامة والأملاح الذائبة غير المرغوب فيها والعناصر الثقيلة.(**Vaishaly و اخرون,2015)**. في هذا السياق فى دراسة لـ **الجبورى والجبورى,(2021)**،عن تلوث المياه الجوفية بالعناصر الثقيلة في مدينة المثنى بالعراق بينت النتائج المتحصل عليها في الدراسة وجود تلوث بهذه العناصر وبنسب مختلفة وارجعوا ذلك الى وجود او دخول العناصر الثقيلة في تركيب الأسمدة الفوسفاتية المستخدمة في الزراعة. كذلك اشار **Nivetha واخرون ، (2021)** .ان التلوث بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم والكرم تنتج عن الأنشطة البشرية والصناعية، وتعد مكبات النفايات (القمامة) واللاسمدة الزراعية الكيميائية ومن المصادر الرئيسة لتلوث المياه الجوفية والتربة بالمعادن الثقيلة والتي تنتقل الى الانسان من خلال السلسلة الغذائية وتشكل خطرا على صحة الانسان. كذلك اوعز **Karthikeyan واخرون,(2021)**، ربما كان سبب تركيز المعادن الثقيلة في المياه الجوفية هو التبخر والانشطة البشرية وتحلل التكوينات الصخرية التى تشكل خطرا على صحة الانسان . إذا لم تتم معالجة هدا النوع من التلوث المتزايد في المياه الجوفية، قد تؤدى الى مشاكل صحية مختلفة للسكان .

الخلاصة:

يتضح من النتائج المتحصل عليها والمدونة في الجداول ان مياه الابار ذات تركيزات مقبولة وفى المدى المسموح به من العناصر الثقيلة وبعض الابار بها تلوث عالي من ابون النترات وذات ملوحة مقبولة ودرجة الاس الهيدروجينى في المدى الطبيعي.

الاستنتاجات والتوصيات:

. عينات المياه ذات تراكيز مقبولة من العناصر الثقيلة وايون النترات ولا تشكل خطرا على النبات والانسان، باستثناء بعض العينات.

. الاهتمام بالأسمدة ومصادرها والابتعاد عن استخدام المبيدات والاتجاه نحو استخدام الأسمدة العضوية

. النتائج المتحصل عليها تعتبر مؤشر فقط وذلك يتطلب اجراء المزيد من الدراسات عن تلوث المياه الجوفية.

. يجب اجراء التحاليل والمتابعة الدورية لمياه الابار الجوفية للتأكد من خلوها من الملوثات الصناعية واتخاذ الاجراءات المناسبة لمعالجة ذلك.

. العمل على وضع مكبات النفايات ومجرى مياه الصرف الصحي قدر الامكان بعيدا عن الابار الجوفية او مصادر الابار الجوفية.

المراجع

1. الجبوري، ض. أ. ح.، والجبوري، س. هـ. أ. (2021). التحليل المكاني لتلوث المياه الجوفية بالعناصر النزرة في محافظة المثنى. *مجلة كلية التربية، الجامعة المستنصرية*، (3)، 537.556–
2. أبوراوي، م. ع. (2018). تقدير بعض العناصر الثقيلة في مياه الآبار الجوفية بمنطقة أزدو-زليتن ومدى تأثيرها بحيرة الصرف الصحي عليها. *مجلة التربية، كلية الثرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية*، 4، 91.93–
3. الدهان، س. (2015). *مبادئ علم الأرض* (ص. 165). مطبوعات جامعة الكوفة.
4. الحديثي، ب. خ.، والعسافي، ر. ب. (2010). دراسة نوعية المياه الجوفية لآبار مختارة من محافظة الأنبار ومدى صلاحيتها للأغراض الزراعية. *مجلة الأنبار للعلوم الزراعية*، *14*(2)، 99.108–
5. بن ساسي، ج. ح.، والصداعي، أ. ع.، وطرينة، م. ن. (2021). تقييم المياه الجوفية ومحتواها من التلوث وفقاً لبعض العناصر الكيميائية. *مجلة البحوث الأكاديمية (العلوم التطبيقية)*، *19*، 18.22–
6. حسيب، د. ن.، والجميلي، ح. أ. (2020). تقييم مستويات تراكيز عناصر (Pb, As, Cr) في المياه الجوفية وتأثيراتها البيئية في منطقة يايجي، كركوك/شمال العراق. *KUJSS, 15*(1)، 34.52–
7. حمناية، ج.، وندى، ا.، والتلجي، م. م.، والخالدي، ع. غ. (2022). دراسة التلوث ببعض المعادن الثقيلة بمياه مجرى قويق المجاور لمحطة المعالجة في مدينة حلب. *المجلة السورية للبحوث الزراعية*، *9*(2)، 295.305–
8. خفاق، ع. خ.، وكاظم، ش. (2005). *الطاقة والتلوث* (ص. 58). الأردن: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.
9. علياء، ت. أ.، وعوض، ع.، وحايك، ط. ب.، وناصر، م. (2019). تقييم الخطر البيئي لبعض العناصر الثقيلة في المياه الجوفية لسهل جبيلة. *مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية*، *41*(2)، 53–70.
10. ديهوم، ح. ر.، ورفيدة، ع. س. إ.، وشيت، ع. ط. (2016). إزالة النترات من مياه الآبار الملوثة بزليتن باستخدام النترة الحيوي. في *وقائع المؤتمر الدولي للجيولوجيا البيئية وحماية البيئة (ICCPGE)*، 797.804–

11. Abdulateef, A. A., & Naser, K. M. (2021). A study of irrigation water pollution by some heavy metals in Baghdad Governorate. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 910*(1), 012091. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/910/1/012091
12. Adriano, D. C. (1986). *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer-Verlag.
13. Al-Rawashdeh, Z. (2012). The problem of groundwater pollution in Aljabel Alakhdar Region. *Libyan Agriculture Research Center Journal International, 3*(S2), 1369–1415.
14. American Public Health Association. (1985). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (16th ed.). APHA.
15. Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1995). *Water quality for agriculture* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29, Rev. 1). FAO.
16. Banat, K. M., & Al-Rawi. (1981). Heavy metal. [Incomplete reference – needs journal/book details].
17. Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E., & Clark, F. E. (1965). *Methods of soil analysis: Part 1 and Part 2 – Physical and*

mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. American Society of Agronomy.
18. Eaton, F. M. (1950). Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science, 69*(2), 123–134. https://doi.org/10.1097/00010694-195002000-00004
19. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1985). *The use of saline water for crop production* (Irrigation and Drainage Paper No. 48). FAO.
20. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1994). *Water quality for agriculture* (Irrigation and Drainage Paper No. 29, Rev. 1). FAO.
21. Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. John Wiley & Sons.
22. Karthikeyan, S., Arumugam, S., Muthumanickam, J., Kulandaisamy, P., Subramanian, R., … & Secar, S. (2012). Causes of heavy metal contamination in groundwater of Tuticorin industrial block, Tamil Nadu, India. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(15), 18651–18666. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13294-7
23. Kosma, D. K., Long, J. A., & Ebbs, S. D. (2004). Cadmium bioaccumulation in yellow foxtail (*Setaria glauca* L. P. Beauv.): Impact on seed head morphology. *American Journal of Undergraduate Research, 3*(1), 9–14.
24. Ngweme, G. N., Atibu, E. K., Al Salah, D. M. M., Muanamoki, P. M., Kiyombo, G. M., Mulaji, C. K., … & Poté, J. W. (2020). Heavy metal concentration in irrigation water, soil and dietary risk assessment of *Amaranthus viridis* grown in peri-urban areas in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *Watershed Ecology and the Environment, 2*, 16–24. https://doi.org/10.1016/j.wsee.2020.08.001
25. Nivetha, A., Sakthivel, C., & Prabhal, I. (2021). Heavy metal contamination in groundwater and impact on plant and human. In *Spatial Modeling and Assessment of Environmental Contaminations: Risk Assessment and Remediation* (pp. 233–246). Springer.
26. Pescod, M. B. (1991). *Wastewater treatment and use in agriculture* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 47). FAO.
27. Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* (USDA Handbook No. 60). U.S. Department of Agriculture.
28. Shahria, S. S.-M., Munshi, M., Zakir, H. M., Islam, M. J., Mohah, M. M. A., & Salam, S. M. A. (2023). Assessment of heavy metals pollution in irrigation water of Rajshahi City, Bangladesh. *Environmental and Earth Sciences Research Journal, 10*(3), 100–110.
29. Soni, R. (1990). The chemistry of lead and cadmium in soil solid phase formation. *Soil Science Society of America Journal, 54*(3), 851–856. https://doi.org/10.2136/sssaj1990.03615995005400030024x
30. Ullah, Z., Rashid, A., Ghavi, J., Nawab, J., Zeng, X. C., Shah, M., … & Iqbal, J. (2022). Groundwater contamination through potentially harmful metals and implications in groundwater management. *Frontiers in Environmental Science, 10,* 1021596. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1021596
31. Vaishaly, A. G., Mathew, B. B., & Krishnamurthy, N. B. (2015). Health effects caused by metal-contaminated groundwater. *International Journal of Advanced Scientific Research, 1*(2), 60–64.