African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 5, Issue 1, 2026
Page No: 244-258
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Analytical study of the most important water characteristics of some groundwater wells in the city of Al-Bayda

Magdy Saleh Khalifa [1 *], Sami Saad Areef [2], Taieb Elferganei Taieb [3]
[1,2,3] Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Al-Mukhtar University, Al-Bayda, Libya

دراسة تحليلية لاهم خصائص المياه لبعض آبار المياه الجوفية في مدينة البيضاء

مجدي صالح خليفة [1 *]، سامي سعد عريف [2]، طيب الفرجاني طيب [3]
[3،2،1] قسم علوم البيئة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

*Corresponding author: magdykalifa444@gmail.com

Received: November 19, 2025	Accepted: January 30, 2026	Published: February 09, 2026

Abstract
This study aimed to evaluate some chemical and physical characteristics of groundwater from several wells distributed across different areas in the city of Al Bayda. The sampled wells were: "Groundwater/Niz Linizin", Al-Quds, Khadija, Teyarek, Al-Da'eri, Barshaira, and Kaf Shweikh. Chemical analyses were conducted on water samples to determine the concentrations of major ions (Sodium, Potassium, Magnesium, Calcium, Carbonate, Chloride, Bicarbonate, and Total Hardness) in addition to Nitrate (NO_3) and the heavy metals Lead, Iron, and Zinc. By comparing the obtained results with the Libyan Standard Specifications and the World Health Organization (WHO) guidelines, the study found that the values for the chemical and physical characteristics of the well water in the studied area generally fell within the permissible limits for drinking water. However, the values for Nitrate (NO_3) ranged between 16.7 and 77.7 mg/L. The highest value was recorded in the Barshaira wells (77.7 mg/L), followed by Al-Quds wells (60.36 mg/L). These levels exceed the permissible limits set by both the Libyan Standard Specifications and the WHO guidelines. In contrast, the values for heavy metals in the well water of the studied area were within the permissible limits for drinking water.

Keywords: Groundwater wells, water quality, chemical properties, pollution.

الملخص
هدفت الدراسة إلى تقييم بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية لبعض آبار مدينة البيضاء موزعة علي عدة مناطق وهي 7آبار جوفية(بئر ليخيرش، القدس، خديجة، تبارك، الدائري، بوشعيرة وكاف شويخ)، أجريت التحاليل الكيميائية على عينات المياه لتحديد تراكيز الأيونات الرئيسية (الصوديوم، البوتاسيوم، المغنسيوم ،الكالسيوم، الكبريتات، الكلوريدات، البيكربونات والعسرة الكلية) بالإضافة إلى النترات والمعادن الثقيلة المتمثلة في (الرصاص، الحديد، الزنك)، ومن خلال مقارنة النتائج المتحصل عليها مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية(WHO)، كانت نتائج الدراسة أن قيم الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه الآبار في المنطقة المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب. أما قيم النترات NO_3 كانت بين (**16.7–77.7**) مليغرام/لتر، حيث سجلت أعلى قيمة لبئر بوشعيرة بلغت (**77.7**) مليغرام/لتر وبئر القدس 60.36) مليغرام/ لتر)، وهي أعلي من الحد المسموح به للمواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية. بالإضافة إلى قيم المعادن الثقيلة لمياه الآبار في المنطقة المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب.

الكلمات المفتاحية: الأبار الجوفية، جودة المياه، الخصائص الكيميائية، التلوث.

1.مقدمة:

تعتبر مياه الشرب من أهم متطلبات الحياة التي لا يمكن العيش بدونها لاي سبب، ويجب أن ذات جودة من حيث الطعم واللون، بالإضافة إلى مطابقتها للمواصفات الفيزيائية والكيميائيه (غائب،2015)، حيث إن بعض النشاطات الزراعية والصناعية تسبب في تلوث المياه الجوفية؛ والتي بدورها تتسبب في العديد من التغيرات في الصفات الفيزيائية والكيميائية البيولوجية للمياه الجوفية (الدهان،2015). ولأهمية الماء تزايد الاهتمام العالمي بجودة المياه، وقد واكب إصدارات منظمة

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الصحة العالمية عدد كبير من المعايير ، جرى إعدادها من جانب بعض الدول كالولايات المتحدة الأمريكية، دول أوروبا، والدول العربية، (عكاشة وإبراهيم،2017).

2.مشكلة الدراسة:

زيادة معدل الاستهلاك اليومي للمياه واستنزافها بكميات كبيرة، وعدم وجود بنية تحتية جيدة لمياه الصرف الصحي.

3.أهمية الدراسة:

زيادة الطلب على الموارد المائية العذبة مع الثبات النسبي للعرض كذلك تناقص منسوب المياه الجوفية من سنة إلى أخرى وهبوط منسوب مياه الابار الجوفية.

4.أهداف الدراسة:

دراسة اهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض آبار مياه الشرب في مدينة البيضاء ومدى مطابقتها لمواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لأغراض الشرب.

5.الدراسات السابقة:

وجد (شقلابو وآخرون ،2024) لتقييم جودة المياه الجوفيه لبعض المناطق في مدينة الزاويه حسب المواصفات الليبية والعالمية، لعدد 5 مناطق من الآبار الجوفية (ورشفانه، الزاويه المركز، ديله، السيدة زينب، جنوب الزاوية)، بينت الدراسة أن عينات مياه الآبار غير صالحه للاستعمال البشري؛ لأنها غير مطابقه للمواصفات العالميه، حيث وجد أن تركيز مجموع الأملاح الذائبة أكبر من 1000جزء من المليون ماعدا عينات الماء التي تم تجميعها من منطقة ورشفانة.

هدفت دراسة (ارجيعه ،2022) إلى الكشف عن مكونات المياه الجوفيه ومدى ملاءمتها لأغراض الشرب والري في منطقه المرج, أشارت النتائج إلى أن معظم العناصر كانت في المعدل المسموح ، أما قيم العسرة الكلية وكذلك نسب المغنسيوم والكالسيوم فكانت أعلى بقليل عن الحد المسموح به سواء بالمواصفات الليبية أو العالمية, كما بينت أن أغلب العناصر تأثرت بالزمن، حيث إن حالة بئرين ساءت بمرور سنتين ؛لأسباب منها انخفاض النترات والذي يعود إلى طبيعة الأرض الطينية، وارتفاعه خلال فترة معينة قد يكون سببه؛ سوء الصرف واختلاط المياه به، وبالتالي ارتفاع تركيز النترات، أو الإفراط في استخدام الأسمدة وهو أهم أسباب ارتفاع النترات في المياه .

قام (الربيب وآخرون ،2022) بدراسة الخواص الفيزيائيه والكيميائيه للمياه الجوفية بمنطقه سوق الخميس-الخمس لأغراض الشرب والزراعة والتي يعتمد عليها سكان المدينة وتلبي احتياجاتهم، بتجميع عدد ستة عشر عينة عشوائية من الآبار الجوفية السطحية، أجريت بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية، ومن خلال النتائج المتحصل عليها وجود تراكيز عاليه لبعض الخصائص، حيث إنها تجاوزت الحد المسموح به حسب مواصفات منظمة الصحه العالمية (WHO,2006) والمواصفات القياسيه الليبية 2008.

بينت دراسة (بن ساسي وآخرون ,2021) لتقييم المياه الجوفيه وخلوها من التلوث وفقا لبعض العناصر الكيميائيه بمنطقة الصقور وسط مصراته، أظهرت النتائج بمقارنتها بالمواصفات القياسية الليبية ومواصفات الصحة العالمية للمياه الصالحة للشرب، أن قيم مياه عينات الدراسه المتمثلة في خمس آبار جوفية هي ضمن قيم كل من الحد الأدنى والأعلى المسموح به للمواصفات المعتمدة للمياه الصالحة للشرب، وفيما يخص تركيز الموصلية الكهربائية، ودرجة تركيز الملوحة الكلية فهي أعلى من قيم المسموح به.

أجرى دراسة (يوسف ومحمد, 2021) لتقييم جودة المياه الجوفيه ومدى صلاحيتها للشرب لبعض الابار ببلدية امساعد شرق مدينة طبرق , للوقوف على مدى مطابقة مياه آبار المنطقة حسب المعايير والمواصفات القياسية عالميا ومحليا لمياه الشرب, لضمان سلامة المستهلكين لها, حيث أجريت التحاليل الفيزيائية والكيميائية والحيوية لعدد 12 بئرا، وبينت النتائج أن الآبار (4،6،7،8،11،12) صالحة للشرب وخالية من التلوث, أما باقي الآبار فترتفع فيها تراكيز المغنسيوم والكلوريد والبيكربونات, في حين بينت النتائج الحيوية بأن مياه منطقة الدراسة ضمن المياه النقية والصالحة للشرب وخالية من أي تلوث ميكروبي.

أجرى (العربي وآخرون ،2021) دراسة للسحب غير المنتظم للمياه الجوفيه بمنطقه وادي الشاطئ وتأثيره على خصائص المياه النوعية، ولسد الاحتياجات الزراعية والحضرية المتزايدة، نتيجة التوسع العمراني العشوائي وعمليات الحفر العشوائية للآبار، وتهالك شبكات التغذية واتباع الأساليب التقليدية في عملية الري، أدى هذا السحب مع انعدام مياه الأمطار إلى استنزاف مخزون المياه الجوفية من خلال هبوط المناسيب في آبار المراقبة، ومن خلال النتائج الفيزيو كيميائية لعينات المياه وبمقارنتها بمعايير جودة المياه والري ومنظمة الأغذية والزراعة، أظهرت النتائج ارتفاع نسبة تراكيز الأملاح الذائبة في عينات (أبو غردقة، قيرة، الزوية، مشروع الشكوة الزراعي، تا مزاوه) وصنفت مياهها بمياه شديدة الملوحة وغير مناسبة للشرب وللتربة الزراعية، بينما عينات (تمسان، ادري) أقل تركيزا للأملاح وصنفت بأنها متوسطة الملوحة.

بينت دراسة (عبد العزيز وعبد السلام، 2020) لتقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلي منطقة عقار، أجريت مجموعة من التحاليل على المنطقة الممتدة من ساحل الأبيض المتوسط شمالا إلي منطقة

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

عقار جنوبا، بقطاع طوله 20 كيلو متر وعرض 2كيلو متر ل39 بئر موزعة بشكل عشوائي وبأعماق مختلفة، بمقارنة التحاليل من حيث المحتوى الكيميائي والبيولوجي بالمواصفات الليبية والعالمية لمياه الشرب، وجد أن جميع الآبار بمنطقة الدراسة غير صالحة للشرب, ويرجع ذلك إلى عدة أسباب تختلف من بئر إلى آخر، ومنها ارتفاع الأملاح الذائبة الكلية، حيث كانت أعلى من الحد المسموح به، وقد يكون سبب ارتفاعها نتيجة تداخل مياه البحر أو التركيب الجيولوجي أو شدة السحب وغيرها.

6.منطقة الدراسة:

حددت منطقة الدراسة في مدينة البيضاء، التي تقع في شمال شرق أعلى قمة الجبل الأخضر بليبيا، و يقع الجبل الأخضر بين دائرتي عرض 31 إلى 32.49 شمالا، وخطي طول 20.54 إلى 23 شرقا، ويقع جغرافيا بين منحدر الباكور غرب مدينة المرج من ناحية الغرب، إلى مدينة درنة في شرق الإقليم لمسافة حوالي 200كم (الجهيمي ،2018)، حيث تقع مدينة البيضاء على ارتفاع يبلغ حوالي 624 مترا، عن سطح البحر.

7.جمع وحفظ العينات:

تم اختيار 7 آبار جوفية وهي: (ليخرش، القدس، خديجة، تبارك، الدائري، بوشعيرة، كاف شويخ) ورقمت على التوالي (1،2،3,4،5،6،7)، تستخدم هذه الآبار للشرب والأغراض الأخرى، تم جمع العينات خلال شهر نوفمبر 2023، حيث تم اختيارها بشكل عشوائي، تم أخذ العينات بعد تشغيل المضخة لمدة 5 دقائق للتخلص من أي ملوثات، وحفظها في عينات من الزجاج سعة 1 لتر بعد غسلها عدة مرات من مياه الآبار نفسها للتأكد من عدم وصول أي ملوثات للعينة, ثم وضع ملصق يحمل رمز كل عينة، وتم قياس درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، والتوصيل الكهربائي لكل عينه في الموقع بجهاز pH \CONDUCTIVITY METER PCE-BPH 20، تم الاحتفاظ بها حسب الأساليب المستخدمة لحفظ العينات، ومن ثم نقلت لمختبر(دلتا) لتحليل العناصر الكيميائية والفيزيائية للعينات ومقارنة النتائج بالمقاييس العالمية والليبية لمياه الشرب.

8.النتائج والمناقشة:

بعد جمع العينات ونقلها للمختبرات الخاصة لتحاليل المياه، وبإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية، وكذلك التحاليل الإحصائية، تم تسجيل النتائج المتحصل عليها في جداول مناسبة، وسنتطرق في هذا الفصل إلى عرض ومناقشة النتائج والتفسيرات للنتائج المتحصل عليها. فيما يلي يوضح الجدول بعض خواص الآبار مع مناقشة النتائج وتفسيرها.

جدول رقم (1): متوسط الخصائص لقيم عينات الآبار في المنطقة الدراسة

الآبار / الخاصية	لخيرش	القدس	خديجة	تبارك	الدائري	بوشعيرة	كاف شويخ	أقل قيمة	أعلى قيمة	المتوسط
P^H	6.8	6.8	6.6	4.7	7.3	6.6	7.1	7.1	8.4	6.9
µs EC /cm	893	844	880	754	745	965	747	745	965	833
Mg/l S TD	570	536	556	489	476	619	479	476	619	532.3
mg/l TH	390	300	376	342	340	376	311	300	390	347.9
mg/l C a	124	107	113	105	88	120	79.5	88	124	105.6
mg/l Mg	19.3	9.66	19.8	17.3	29.7	19.9	21,8	9.66	29.7	19.55
mg/l Na	59.3	53.1	50.1	44.6	41.2	76.1	44.7	41.2	76.2	52.7
mg/l K	4.71	5.13	8.30	12.4	6.12	7.41	1.76	1.69	12.43	6.48

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

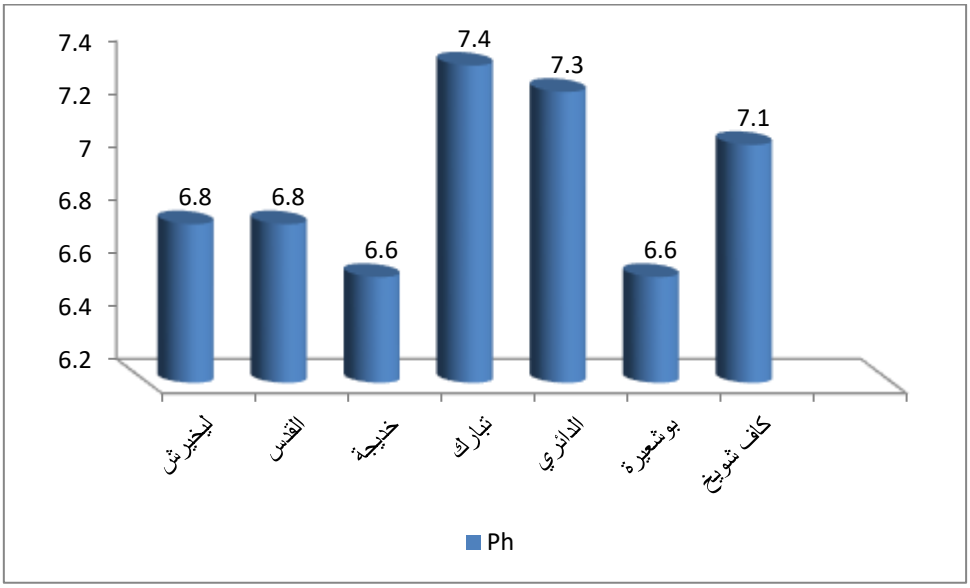
الآبار / الخاصية	لخيرش	القدس	خديجة	تبارك	الدائري	بوشعيرة	كاف شويخ	أقل قيمة	أعلى قيمة	المتوسط
mg/l Cl	96.3	82.5	99.7	92.4	82.8	120.3	25.8	25.8	120.3	85.86
% HcO_3	40.1	32.9	42.2	36.6	36.6	37.7	31.8	31.6	42.4	36.86
mg/l SO_4	68.6	53.6	55.8	49.9	45.6	64.4	69.9	45.5	69.1	58.15
mg/l NO_3	39.5	60.6	32.5	23.5	16.7	77.7	24.7	16.6	77.7	39.34
mg/l Fe	ND		ND		ND	ND	ND	ND	ND	ND
mg/l Pb	ND		ND		ND	ND	ND	ND	ND	ND
mg/l Zn	ND		ND		ND	ND	ND	ND	ND	ND

1.8 التحاليل الفيزيائية للآبار

1.1.8 الرقم الهيدروجيني pH

الغرض من قياس الرقم الهيدروجيني هو تقدير قوة حموضة الماء أو قلويته، وذلك بتقدير قوة تركيز الهيدروجين المتأين (أيون الهيدروجين) الموجود في الماء، فإذا قيس الماء ووجد أقل من سبعة؛ دل على حامضيته، وبالعكس إذا وجد أكبر من سبعة دل على قلويته ولقوة تركيز أيون الهيدروجين أهمية على خصائص المياه ومدى صلاحيتها للاستعمال، فالمياه ذات pH المنخفض قد تضر بالصحة لاحتوائها على أملاح كبريتات الكالسيوم أو المغنسيوم مثلا، كما أن المياه ذات pH المرتفع تحتوي على أملاح كربونات وبيكربونات الكالسيوم المسببة لعسر المياه (الحفيظ، 2014).

يتضح من النتائج المبينة بالجدول رقم (1) كمتوسط لقيم pH للرقم الهيدروجيني لمنطقة الدراسة أنه يوجد فروق بين قيم الآبار السبعة، حيث تم تسجيل أعلي قيمة في بئر تبارك بلغت (7.4) تقترب بذلك إلى الحد الأعلى المسموح به، وأقل قيمة سجلت (6.6)كانت لبئر بوشعيره وبئر خديجة، أما متوسط القيم للرقم الهيدروجيني للآبار بلغ (6.9)وحدة.



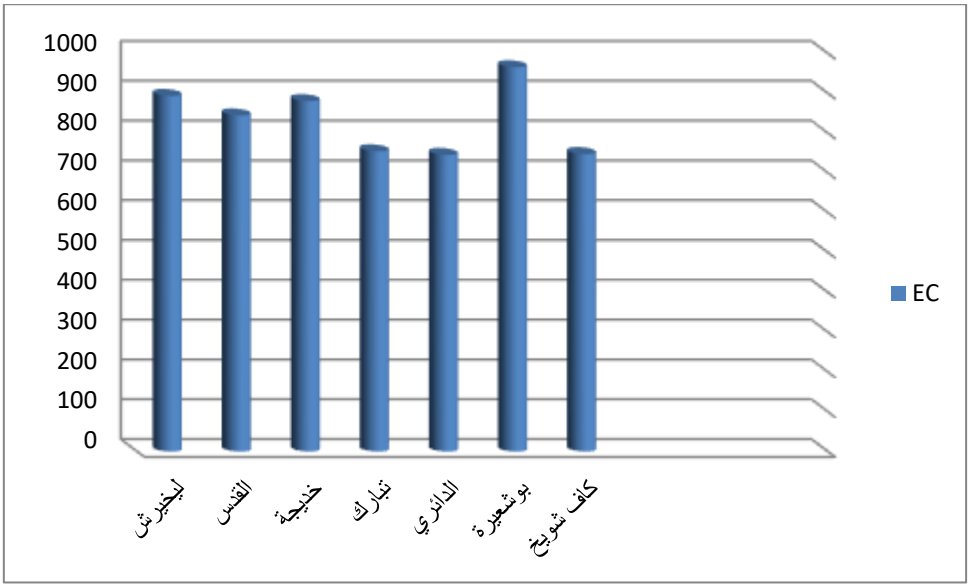
شكل (1): قيم الرقم الهيدروجيني pH لآبار منطقة الدراسة

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ومن خلال النتائج المتحصل عليها في الجدول رقم (1) والشكل رقم (1)؛ نلاحظ اختلافًا في قيم الرقم الهيدروجيني بين الآبار السبعة، وقد يعود التغير ما بين الآبار في منطقة الدراسة إلى تأثيرات درجة الحرارة أو حدوث تغيرات بمعدلات ضخ المياه التي بدورها تؤثر على محتوى المياه من أيونات الكربونات والبيكربونات الذائبة (Davies and Dewiest,1966).
وقد تتأثر قيم الرقم الهيدروجيني بنوعية الغازات المذابة في الماء، وكذلك الأملاح المعدنية المذابة فيه ويكون الماء قلويا؛ إذا احتوى على أملاح الكربونات أو البيكربونات أو الهيدروكسيد، وأملاح الكربونات والبيكربونات هي الأكثر تواجدا في المياه، بينما أملاح الهيدروكسيد فنادرا ما تتواجد في المياه الطبيعية، أما حموضة الماء فتنتج عن وجود ثاني أكسيد الكربون المنحل أو الأحماض المعدنية، ولقلوية الماء علاقة بكمية الهيدروكسيد والكربونات والبيكربونات (مريم،2020)، وبصفة عامة تراوحت قيم الرقم الهيدروجيني ما بين (6.6-7.4)، وهي من قليلة الحموضة إلي متعادلة؛ وهي من ضمن الحد المسموح به للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015، والمواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب والتي حددت ما بين (6.5-8.5).

2.1.8 التوصيل الكهربائيEC

توضح نتائج الجدول رقم(1) كمتوسط لقيم التوصيل الكهربائي لمنطقة الدراسة، فإن أعلى قيمة قد سجلت لبئر بوشعيره بقيمة (965) ميكروسمنز/سم، وأقل قيمة كانت لبئر الدائري بقيمة (745) ميكروسمنز/ سم، أما متوسط قيم التوصيل الكهربائي للآبار بلغت (832.7)ميكروسمنز /سم.



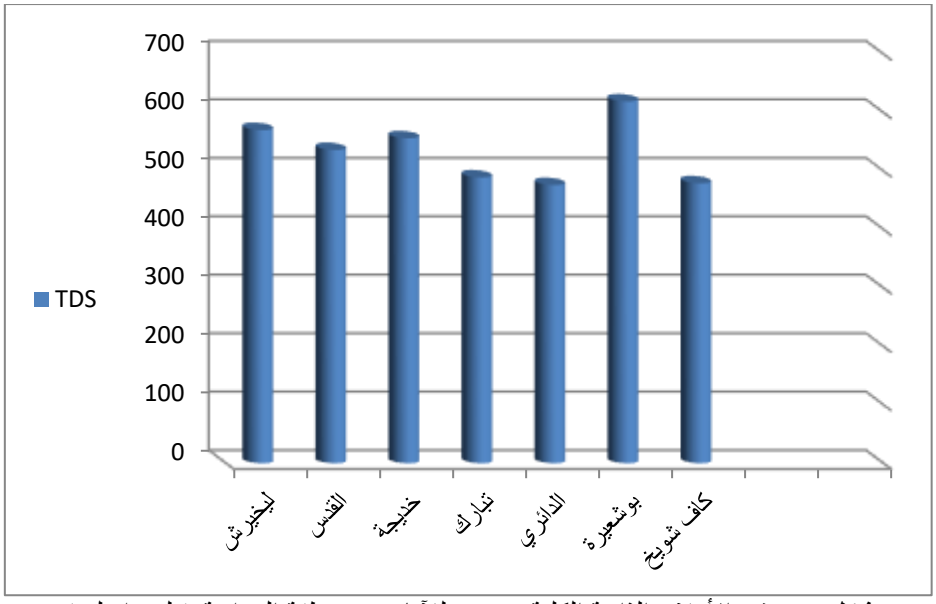
شكل (2): قيم التوصيل الكهربائي EC للآبار في منطقة الدراسة (ميكروسمنز/سم)

كذلك تبين من الجدول رقم (2) والشكل (2) وجود اختلاف في قيم الآبار السبعة، حيث إن قدرة الماء على تمرير التدفق الكهربائي ترتبط مباشرة بتركيز الأيونات في الماء، كما أنه كلما زادت درجة الحرارة وكمية الأملاح المذابة زاد التوصيل الكهربائي (Najah.Z.M,2021)، وبصفة عامة فإن قيمة التوصيل الكهربائي تراوحت ما بين (745-965) ميكرو سنمز /سم؛ وهي لا تتجاوز الحد المسموح به لكل من المواصفات القياسية الليبية لسنة 2015 والمواصفات القياسيه العالمية لجميع آبار الدراسة والتي حددت (µs/cm2300).

3.1.8 الأملاح الذائبة الكلية T.D.S

ذكرت منظمة الصحة العالمية (2011)، أن تركيزات الأملاح الذائبة الكلية T.D.S في الماء تختلف في المناطق الجيولوجيه المختلفه بالاختلاف في درجة ذوبان المعادن، وتستخدم المواد الصلبة الذائبة كامؤشر لملوحة المياه. وتتكون المواد الصلبة الذائبة بشكل أساسي من الأملاح غير العضويه: (الكالسيوم - الصوديوم - المغنسيوم - البوتاسيوم - البيكربونات- الكلوريدات - الكبريتات)، وكميات صغيرة من المواد العضويه المذابه في المياه، وهي مقياس لملوحة المياه (علوان،2017)، وبينت دراسة (محمود،2012) بأنه قد يؤدي الضخ الجائر إلى ارتفاع نسبة الملوحة؛ بسبب فقدان التوازن في الطبقات الحاملة للمياه، مما يعطي فرصة لاندفاع الملوحة إلى أعلى، بالإضافة إلي تكوينات التربة، ومن خلال النتائج المتحصل عليها من الجدول (2) كمتوسط لتراكيز الأملاح الذائبة الكلية، تبين أن هناك اختلافًا لتراكيز الأملاح الذائبة في الآبار السبعة، حيث كانت أعلي قيمة سجلت في بئر بوشعيرة بقيمة (619) مليغرام /لتر، بينما سجل بئر الدائري أقل قيمة وهي (476) مليغرام/ لتر، أما متوسط قيم الأملاح الذائبة للآبار بلغت (532.35)مليغرام /لتر.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



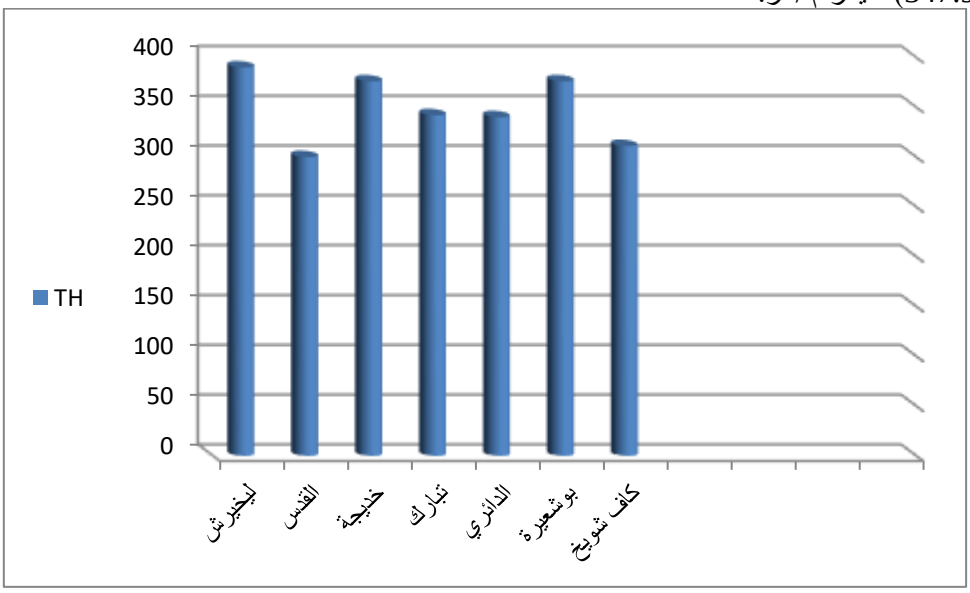
شكل (3): قيم الأملاح الذائبة الكلية T.D.Sللآبار في منطقة الدراسة (مليغرام/لتر)

يتضح من النتائج المتحصل عليها من الجدول رقم (1) والشكل رقم (3)؛ أن هناك علاقة بين قيم التوصيل الكهربي ومستوى التراكيز للأملاح الذائبة في الآبار، حيث إنه بزيادة تركيز الأملاح الذائبة تزداد قيمة التوصيل الكهربي، وهذا متطابق لما توصلت الية دراسة (Hynes,1974). وتعتبر الأملاح الذائبة خطيرة على صحة الانسان حيث تصيبة بالأمراض منها (الفشل الكلوى، ارتفاع ضغط الدم، الازمات القلبيه، تصلب الشرايين، السرطان)، وبصفة عامه فإن قيم الأملاح الذائبة الكلية تراوحت ما بين (476-619) مليغرام/لتر؛ وجميعها تقع ضمن الحدود المسموح به للمواصفات القياسية العالمية والمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015 التي حددت (500-1000) مليغرام/لتر.

2.8 التحاليل الكيميائية للآبار

1.2.8 العسرة الكلية TH

هي عبارة عن أملاح الكالسيوم، المغنسيوم، وأحيانا أملاح الحديد والقصدير والألومنيوم (خضير، ص 169)، حيث إن أملاح الكالسيوم والمغنسيوم هما أهم مصادر عسر المياه الطبيعية، ولهما أهمية خاصة لجسم الإنسان؛ لأنهما من المكونات الرئيسية للخلايا والعظام والأسنان (المنهراوي،1997). وتختلف درجات عسر الماء تبعا لكمية الأملاح المسببة للعسرة، ويتضح من النتائج المتحصل عليها من الجدول (3) كمتوسط لتراكيز العسر الكلي وجد أن أعلى قيمة للآبار السبعة مثلها بئر ليخيرش بمقدار (390)مليغرام /لتر، بينما أقل قيمة سجلت (300) مليغرام /لتر لبئر القدس، أما متوسط القيم للآبار بلغ (347.9) مليغرام /لتر.



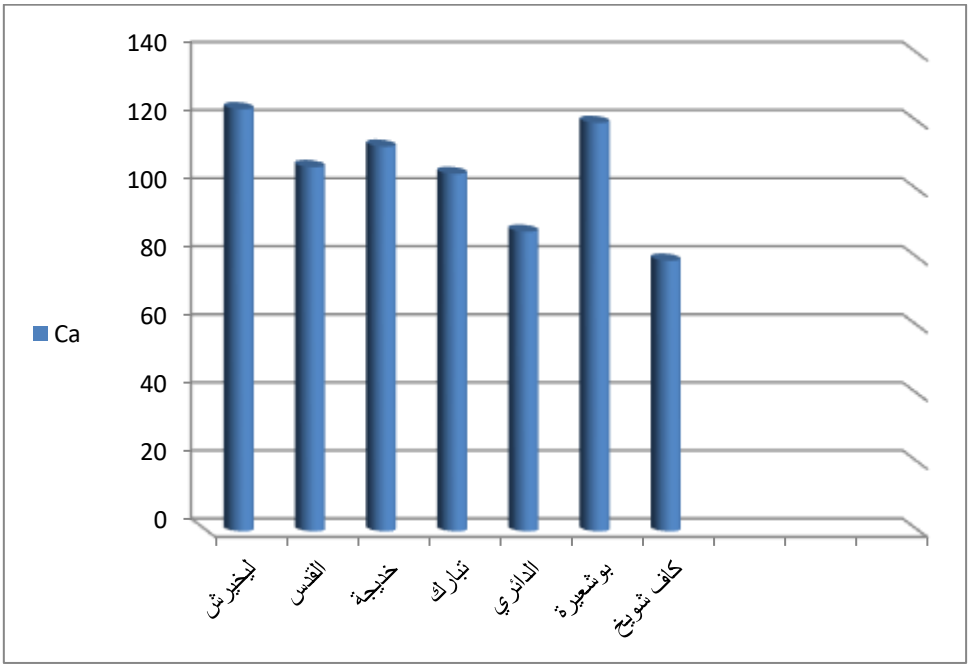
شكل (4): قيم العسر الكلى TH للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام/ لتر)

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

النتائج المتحصل عليها من الجدول (1) والشكل (4)؛ نجد اختلافًا في تراكيز العسرة الكلية للآبار في منطقة الدراسة، ويرجع سبب عسر المياه الطبيعية إلى أملاح الكالسيوم والمغنسيوم وأحيانا أملاح الحديد والقصدير والألومنيوم كما سبق ذكره، حيث تُكون هذه الأملاح رواسب مع الصابون (بالميتات وأوليات الكالسيوم) (المنهراوى،1997)، كما أن شرب المياه العسرة وبصورة مستمرة فيها مخاطر على صحة الإنسان؛ فقد تؤدي إلى زيادة الإصابة بأمراض القلب الوعائية، والفشل الكلوي، وارتفاع ضغط الدم، ومن ناحية أخري فإن شرب الماء اليسر الذي تقل عسرته عن (100 مليغرام/ لتر) له قدرة تنظيمية منخفضة مما يؤدي إلى تآكل أنابيب المياه (Alhamdani,2022)، ويمكن إزالة عسر الماء بعدة طرق؛ تبعا لنوع الأملاح المسببة للعسر، ففي حالة العسر المسبب بأملاح بيكربونات الكالسيوم فيكفي غلي الماء للتخلص من هذا العسر، حيث تتحول البيكربونات إلى كربونات تترسب عند التسخين أو الغلي، ولذا يطلق على العسر الناتج من هذه الأملاح (العسر المؤقت)، أما العسر الناتج عن كبريتات المغنسيوم وكبريتات الكالسيوم لا يمكن التخلص منه بالحرارة، ويطلق عليه ب(العسر الدائم) (مريم ، 2020)، مع العلم بأن المياه في الطبقات المائية المكونة من الحجر الجيري أو الجبس يتراوح فيها العسر الكلي بين (200-300) (درادكة ،1999)، وقد وجد (Manahan,2005) أن قيمة العسر الكلي تعتمد على تراكيز الأيونات متعددة التكافؤ ويعد الكالسيوم المغنسيوم من أكثر الأيونات المسببة للعسر الكلي في المياه الجوفية. وتتأثر قيم العسر الكلي بشكل رئيسي بطبيعة مكونات الطبقة الصخرية الحاوية للمياه (Todd,1980)، وبصفة عامه نجد أن القيم تراوحت ما بين (300-390) مليغرام/ لتر؛ أي أن جميع قيم العسرة الكلية ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية 2015، والمواصفات القياسية العالمية التي حددت (500مليغرام/ لتر).

2.2.8 الكالسيوم Ca

يعتبر الكالسيوم من العناصر الموجودة بشكل طبيعي في المياه الجوفية، وأن المياه الطبيعية تحتوي على أيونات الكالسيوم بنسب مختلفة تبعا للطبيعة الجيولوجية للمجرى المائي، وعلى نوع التكوينات الصخرية التي تمر فيها المياه، وغالبا ما يوجد الكالسيوم في صورة أملاح الكربونات والبيكربونات و الكبريتات، وفي المياه شديدة الملوحة قد يتواجد في صورة أملاح النترات الكلوريدات. ويعتبر الكالسيوم من العناصر المسببة لعسر الماء (WHO,2005) ، ويعد الكالسيوم من العناصر المهمة والضرورية لجسم الإنسان، حيث يتراوح الاحتياج اليومي منه من (800-1000مليغرام/لتر) يوميا للشخص العادي (مريم،2020)، وتوضح نتائج الجدول رقم (1) أن هناك تباينًا بين مستويات تراكيز الكالسيوم للآبار السبعة في منطقة الدراسة، حيث سجلت أعلى قيمة لبئر ليخيرش وبلغت (124)مليغرام/ لتر، وأقل قيمة مثلها بئر الدائري بقيمة (88) مليغرام /لتر، أما متوسط القيم للآبار بلغت (105.26)مليغرام/لتر.



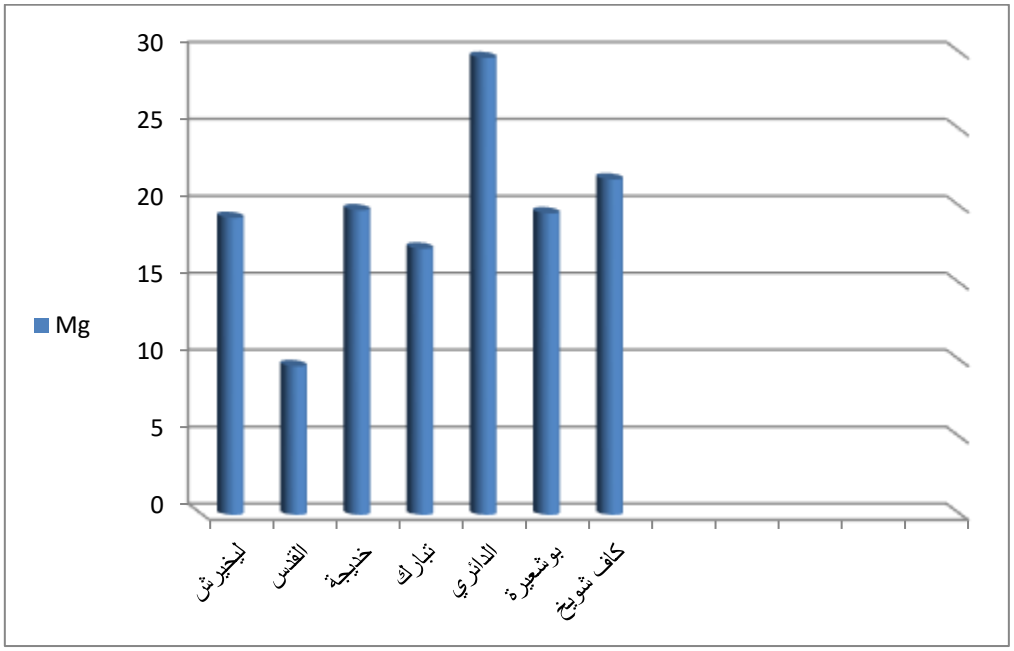
شكل (5): قيم الكالسيوم Ca للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام/ لتر)

من النتائج المتحصل عليها من الجدول (1) والشكل رقم (5)؛ كمتوسط لقيم الكالسيوم في منطقة الدراسة، نلاحظ اختلافًا في مستويات تراكيز الكالسيوم، حيث إن ارتفاع الكالسيوم أو قلته يرجع إلى أن هناك تفاعلات أيونية ما بين الكالسيوم وبعض الأملاح الأخرى ، وبصفة عامة تراوحت مستويات الكالسيوم ما بين (88- 124) مليغرام /لتر؛ وهي ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015، والمواصفات القياسية العالمية والتي حددت (200مليغرام /لتر).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3.2.8 المغنسيوم Mg

يرجع وجود المغنسيوم في المياه إلى انحلال الصخور الكربونية؛ كما في الكالسيوم، غير أن تركيزه عادة أقل من تركيز الكالسيوم، حيث يأتي بعد الكالسيوم ، ويعد ذوبان الصخور الجيرية المصدر الأساسي له في الماء، وهو من العناصر الضرورية لنمو النبات، ويلعب دورا مهما في التفاعلات الأنزيمية، والأحماض النووية ورد الفعل العصبي العضلي، وزيادته أو نقصانه يؤديان إلي تخثر في الدم والإصابة بالإمراض المزمنة (مريم،2020). ويعد المغنسيوم المكون الثاني الرئيسي للعسرة بعد الكالسيوم، وتسبب التراكيز العالية منه طعما غير مرغوب في المياه، كما يؤثر في لون وعكاره المياه (علي،2021)، وبالنظر في النتائج المبينة بالجدول رقم (1) نجد تباينًا بين مستويات تراكيز المغنسيوم لمياه الآبار في منطقة الدراسة، حيث سجلت أعلى قيمة لبئر الدائري بمقدار (29.7) مليغرام /لتر، وأقل قيمة مثلها بئر القدس بقيمة بلغت (9.66) مليغرام /لتر، أما متوسط قيم المغنسيوم للآبار في منطقة الدراسة بلغت (19.55) مليغرام/لتر.



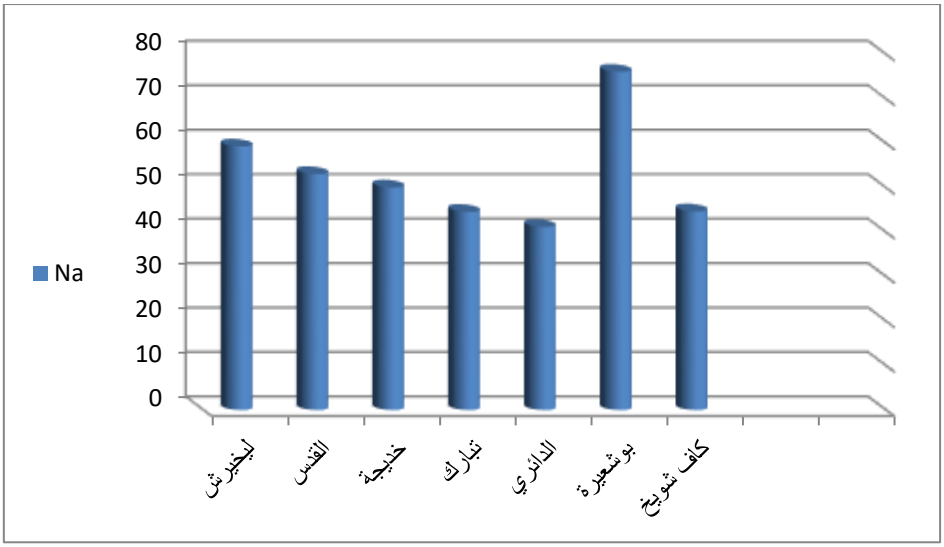
شكل (6): قيم المغنسيومMg للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام/ لتر)

نلاحظ من النتائج المتحصل عليها والموضحة في الجدول رقم (1) والشكل رقم (6) نلاحظ أن نتائج الدراسة بينت تباينًا ملحوظًا في مستويات تراكيز المغنسيوم، حيث إن معظم النتائج للآبار تعتبر أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب، التي حدد ما بين (30-50) مليغرام /لتر، وقد يرجع السبب إلى وجود أيونات سالبة الشحنات مثل البيكربونات لتكوين أملاح، والحفاظ على مستوى متوازن من المغنسيوم يساهم في الوقاية من الإجهاد التأكسدي، ويقي من أمراض الشيخوخة، ويعد مهمّا جدا للسائل النخاعي والعضلات (علي، 2021)، وبصفة عامة فإن مستويات المغنسيوم تراوحت ما بين (9.66-29.7) مليغرام/ لتر؛ وتعتبر ضمن الحد المسموح به للمواصفات القياسية العالمية التي حددت (50مليغرام لتر) .

4.2.8 الصوديوم Na

يشكل الصوديوم 2.83% من تركيب القشرة الأرضية، ويتمتع بدرجة انحلال مرتفعة في الماء؛ لذلك فانه متواجد في جميع أنواع المياه السطحية و الجوفية بشكل طبيعي ، ويؤدي التركيز المرتفع من الصوديوم في مياه الشرب إلى ظهور حالات الإسهال عند الإنسان، كما يمنع على مرضى القلب والكلى شرب المياه الغنية بالصوديوم (الحايك،2017). ويتضح من النتائج المبينة من الجدول رقم (1) أن أعلى قيمة سجلت لبئر بوشعيرة بقيمة (76.1) مليغرام /لتر، وأقل قيمة (41.20) مليغرام /لتر، أما متوسط قيم الصوديوم للآبار بلغ (52.75 مليغرام/لتر).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

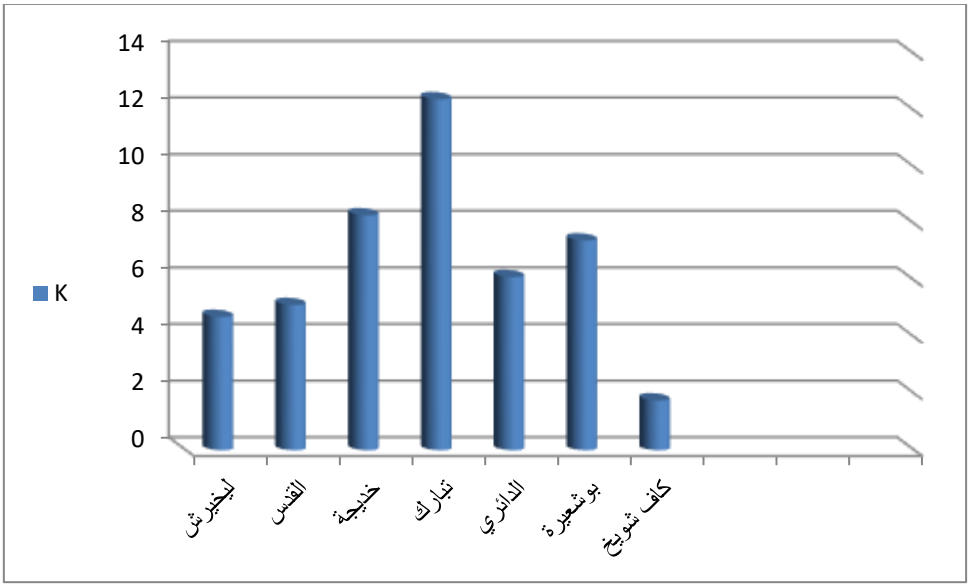


شكل (7): قيم الصوديوم Na للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام /لتر)

بينت النتائج الموضحة كمتوسط الصوديوم بالجدول (1) والشكل رقم (7)؛ أن تراكيز الصوديوم كانت متقاربة، إلا أن بئر بوشعيرة يحمل تركيزا أعلى عن غيرة من الآبار، ويتميز الصوديوم بدرجة عالية من الذوبان في الماء؛ لذا يتواجد بشكل طبيعي في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية، ويعتبر الصوديوم والبوتاسيوم من العناصر القاعدية، حيث لها مميزات وسمات كيميائية؛ إلا أن الصوديوم يعتبر العنصر الوحيد الذي يوجد بكميات كبيرة في المياه الجوفية والطبيعية (السلاوي ،1986)، حيث تراوحت قيم الصوديوم ما بين (41.20-76.1)مليغرام /لتر وبالمقارنة بالمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015، والمواصفات القياسية العالمية فإن جميع التراكيز ضمن الحدود المسموح بها والتي حددت (200مليغرام/ لتر).

5.2.8البوتاسيوم K

يتواجد البوتاسيوم في جميع أنواع المياه لكونه يشكل 59% من تركيب القشرة الأرضية، ومركباته سهلة الانحلال في الماء، غير أن نسبته بالمياه السطحية والمياه الجوفية أقل من الصوديوم؛ بسبب امتزاز التربة له على نحو جيد، وأي زيادة في نسبته تؤدي إلى تعطيل عمل الكلى وعدم انتظام دقات القلب (بلحاج، 2015)، يعتبر البوتاسيوم شبيه بالصوديوم في أغلب خواصه، ولكنه يوجد بكميات أقل في المياه، وتزداد كمية البوتاسيوم في المياه الملوثة بمياه الصرف الصحي (عوض،1990)، يتضح من الجدول رقم (1)، أن هناك تباينًا في مستويات تراكيز البوتاسيوم لمياه الآبار السبعة للمناطق المدروسة، حيث سجلت أعلى قيمة لبئر تبارك بقيمة (12.43) مليغرام /لتر، وأقل قيمة مثلها بئر كاف شويخ بقيمة (1.69) مليغرام /لتر، بينما متوسط قيم الآبار بلغت (6.48 مليغرام /لتر).



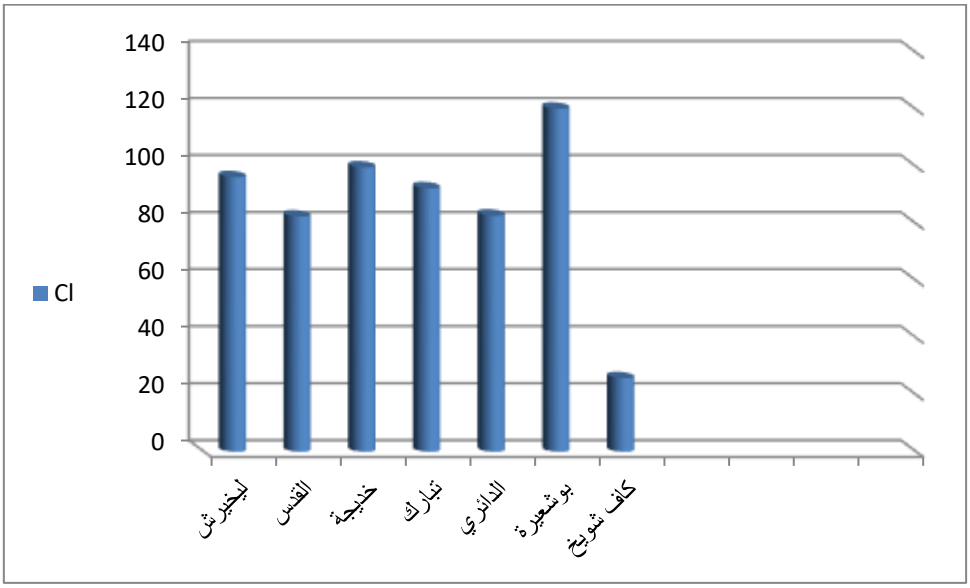
شكل (8): البوتاسيوم k للآبار في المناطق الدراسة (مليغرام/ لتر)

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

اوضحت النتائج الموضحة بالجدول (1) وشكل رقم (8) كمتوسط لقيم البوتاسيوم لمنطقة الدراسة؛ نجد أن أقل قيمة بلغت (1.69)مليغرام/ لتر، وهي تعتبر قيمة أقل جدا من الحد الأمثل، حيث أن استخدام مياه تحوي نسبًا منخفضة من البوتاسيوم قد تسبب مشاكل صحية، إذ أنه له دور اساسي لعمل الغدد الصماء، ويدخل في تركيب (Fibrinogen) الضروري في تخثر الدم، أما زيادة البوتاسيوم تؤدي إلي المساهمة في زيادة سيولة الدم (WHO,2011)، وبصفة عامة فإن قيم البوتاسيوم تراوحت ما بين12.43) (1.69- مليغرام/ لتر، أي أنها ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015والمواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب والتي حددت بـ(40مليغرام/لتر).

6.2.8 الكلوريدات Cl

يعد الكلوريد من العناصر الهامة في الطبيعة، ويكون الشق الأيوني السالب لكلوريد الصوديوم (Nacl)، والذي ينتشر تقريبا في جميع صخور القشرة الأرضية، وتعد مياه البحار والمحيطات بمثابة مخزون هائل له، ومعظم مركبات الكلوريد لها قابلية كبيرة للذوبان في الماء، ويؤدي ذلك بطبيعة الحال إلى الانتشار في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية (مريم،2020)، تعتبر أملاح الكلوريدات من أهم الأملاح الأساسية للأملاح المتراكمة في الترب الملحية والمياه الجوفية، وتتصف جميعها بقابليتها العالية للذوبان في الماء، ومن أهمها كلوريد المغنسيوم وكلوريد الكالسيوم وكلوريد البوتاسيوم، والمحتوى الكلوريدي للمياه الجوفية في المناطق الرطبة قليل ولا يتعدى عادة جزءًا من المليون، إلا إذا كان هناك زحف لمياه البحار إلى المياه العذبة، وذلك إذا وجدت الآبار قريبة من البحر أو بجانب مناطق سبخة (الهندسي ,1998)، ويعتبر وجود الكلوريد في الماء أحد الأسباب الرئيسية للملوحة، ويحتاج جسم الإنسان العادي يوميا من أيون الكلوريد حوالي 6 غرام، ما يعادل 15 غراما من ملح الطعام؛ وذلك لتأدية الجسم وظائفه الحيوية (غربي وآخرون،2024)، يتضح من النتائج المبينة بالجدول رقم (1) أن هناك اختلافًا بين مستويات تراكيز الكلوريدات لمياه الآبار السبعة في منطقة الدراسة، ، حيث إن أعلى قيمة مثّلها بئر بوشعيرة بقيمة (120.3) مليغرام لتر، وأقل قيمة سجلها بئر كاف شويخ بقيمة (25.75) مليغرام لتر، أما متوسط قيم الكلوريدات في الآبار بلغت (85.68) مليغرام لتر.



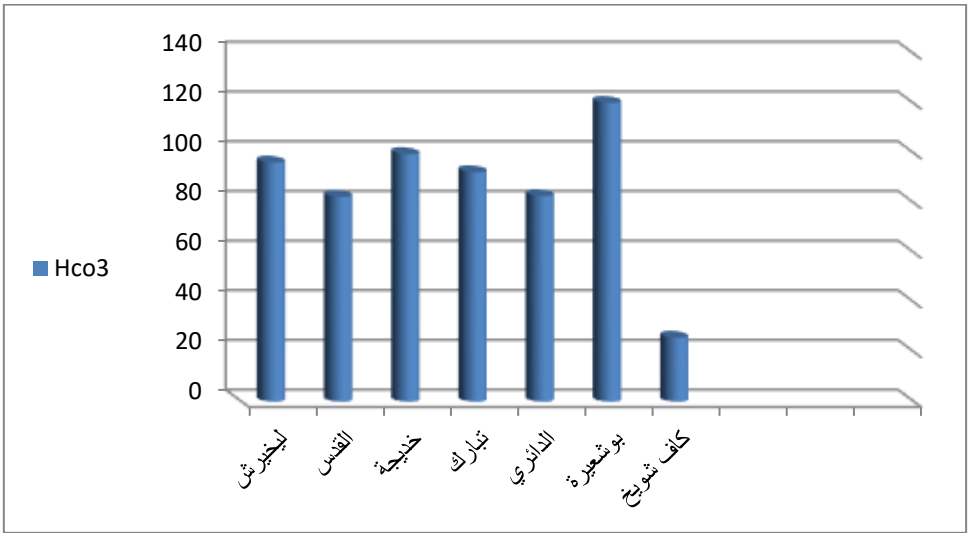
شكل (9): قيم الكلوريد Cl للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام/ لتر)

ومن خلال ملاحظة النتائج المتحصل عليها من الجدول رقم (1) والشكل رقم (9)؛ نجد أن أعلى قيمة بلغت (120.3)(مليغرام/ لتر)، وهذه النتائج مطابقة لما توصلت إليه دراسة (شاكي،1996)، حيث وجد أن الآبار السطحية والتي تقل أعماقها عن 400m يتراوح تركيز الكلوريد فيها ما بين (23.75- 90) مليغرام/ لتر، بينما الآبار العميقة التي يزيد عمقها عن 400m يتراوح تركيز الكلوريد فيها ما بين (1.8 -126)مليغرام/ لتر، وترجع أسباب ارتفاع نسبة ملوحة مياه الخزانات في بعض المناطق القريبة من السواحل إلى سحب المياه الجوفية، مما أدى إلي تداخل مياه البحر لتعويض السحب المتزايد لهذه المياه، حيث إن ارتفاع تركيز الكلوريد في المياه يؤدي إلى إكساب المياه طعما غير مقبول، وتسبب بعض الأمراض المزمنة للإنسان وتؤثر على وظائف الكلى، أما نقص الكلوريدات فتؤدي إلى انخفاض الدم بالجسم (مريم،2020)، وبصفة عامه فإن مستويات الكلوريدات تراوحت ما بين (25.75-120.3) مليغرام/ لتر؛ وهي ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية لسنة2015، والمواصفات القياسية العالمية التي حددت (250)مليغرام /لتر لمياه الشرب.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

7.2.8 بيكربونات HCO_3

يتعلق تركيز البيكربونات والكربونات في الماء بشروط التوازن القائمة بين الوسط المائي من جهة والطورين المحيطين به (الصلب والغازي) من جهة أخرى، وينشأ ذلك التوازن بين أطوار ثلاثة تتمثل بالصخور الصلبة المحيطة بالماء وغاز ثاني أكسيد الكربون في الهواء والماء ذاته، أما في حالة خلو الصخور من الكربونات فإن التوازن يحدث عند ذلك بين طورين؛ هما السائل والغاز، ومن آثار البيكربونات أنها تساعد على المحافظة وتنظيم وتوازن الحوامض في المعدة (قيس،2008)، ويكون الماء قلويا؛ إذا احتوى على أملاح الكربونات أو البيكربونات أو الهيدروكسيد، وأملاح الكربونات والبيكربونات هي الأكثر تواجدا في المياه، بينما أملاح الهيدروكسيد فنادرا ما تتواجد في المياه الطبيعية، أما حموضة الماء فتنتج عن وجود ثاني أكسيد الكربون المنحل أو الأحماض المعدنية، ولقلوية الماء علاقة بكمية الهيدروكسيد والكربونات والبيكربونات، حيث تتعلق القلوية البسيطة للماء (TA) بكمية الهيدروكسيد والكربونات، بينما تتعلق القلوية الكاملة أو الكلية للماء (TAC) بكمية الهيدروكسيد والبيكربونات معا (مريم، 2020)، من النتائج المبينة بالجدول رقم (1)، نلاحظ تباينًا في تراكيز البيكربونات للآبار السبعة، حيث سجلت أعلى قيمة (42.2) مليغرام/ لتر لبئر خديجة، وأقل قيمة (31.86) مليغرام/ لتر لبئر كاف شويخ، أما متوسط قيم البيكربونات للآبار بلغ (36.86).



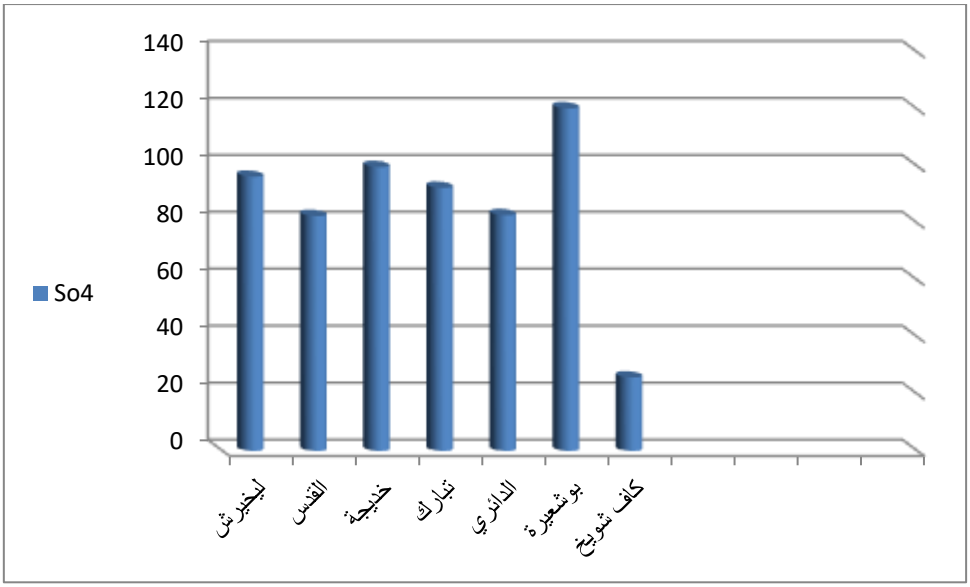
شكل (10): قيم البيكربونات للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام/ لتر)

ومن خلال ملاحظة النتائج المتحصل عليها والموضحة في الجدول (1) والشكل رقم (10)؛ نلاحظ تباينًا في مستويات تراكيز البيكربونات للآبار في منطقة الدراسة، ومن آثار البيكربونات أنها تساعد على المحافظة وتنظيم وتوازن الحوامض في المعدة (قيس،2008)، وبصفة عامة فإن مستويات البيكربونات تراوحت ما بين (31.86-42.4)؛ وهي ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية والعالمية لمياه الشرب التي حددت (200) مليغرام لتر.

8.2.8 الكبريتات SO_4

ترتبط الكبريتات بالأيونات الموجبة في الماء مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وأهم مصدر طبيعي لها هو عملية انحلال الجبس ($CaSo_4$-H_2O)، الكبريتات قابلة للذوبان في الماء ويمكن اختزالها إلى كبريتيد أو كبريتيد الهيدروجين المتطاير في الهواء، كما يمكن أن يترسب إلى ملح غير قابل للذوبان ، وتعد الكبريتات من أهم الشوارد في المياه المعدنية للأمراض الجلدية وخاصة الأكزيما والصدفية وجفاف البشرة وإزالة ألم المفاصل والروماتيزم (قيس،2008)، يتضح من النتائج المبينة بالجدول رقم (1) أن هناك تباينًا بين تراكيز الكبريتات لمياه الآبار، حيث سجلت أعلى قيمة (69.13) مليغرام/لتر لبئر كاف شويخ، وأقل قيمه مثلها بئر الدائري بمقدار(45.6) مليغرام /لتر، أما متوسط قيم الكبريتات للآبار بلغت (58.147)مليغرام /لتر.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

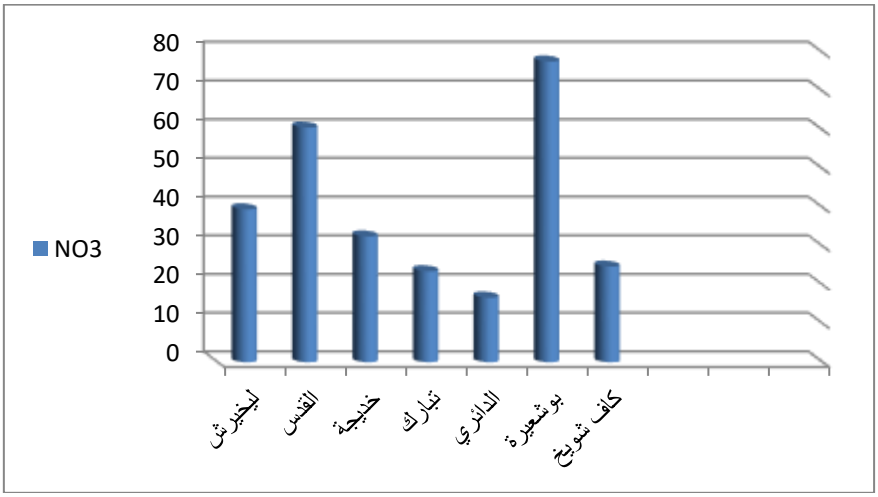


شكل (11): قيم الكبريتات SO_4 للآبار في منطقة الدراسة (مليغرام /لتر)

وتبين النتائج بالجدول رقم (1) والشكل رقم (11)؛ نلاحظ وجود تباين في مستويات الكبريتات للآبار في منطقة الدراسة، حيث تعتبر الكبريتات غير ضارة؛ إلا أنه يترك طعمًا غير مرغوب في الماء، إذا تجاوزت النسب؛ الحد المقبول (WHO,2011)، ويؤدي النقص الكبير في الكبريتات في المياه إلى ضعف الجهاز المناعي والتهاب الرئتين (اليعقوبي وأبو زيد ،2022)، وبصفة عامة فإن مستويات الكبريتات تراوحت ما بين (69.13-45.6) مليغرام/ لتر، وهي ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015، والمواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب التي حددت (250) مليغرام لتر.

9.2.8 النترات NO_3

تعد النترات من الصور الطبيعيه لمركبات النيتروجين في الطبيعة، والنترات ليست مثل الأملاح المعدنية الأخرى في المياه الجوفيه، والتي مصدرها الصخور المكونة للخزان الجوفي؛ إذ أنها تدخل المياه الجوفية عن طريق السماد والمياه العادمة (المنهراوي ،1997)، وتعتبر النترات نواتج لأكسدة النيتروجين العضوي بالجراثيم الموجودة في التربة والماء، حيثما وجد قدر كافٍ من الأكسجين، يتضح من النتائج المبينة بالجدول رقم (1) أن هناك تباينًا في النتائج بين مستويات تراكيز النترات لمياه الآبار في منطقة الدراسة، حيث سجلت أعلى قيمة لبئر بوشعيرة بلغت (77.7) مليغرام لتر، وأقل قيمة مثلها بئر الدائري بمقدار (16.7) مليغرام لتر، أما متوسط قيم النترات في الآبار بلغت (39.34)مليغرام /لتر.



شكل (12): قيم النترات NO_3 للآبار في منطقة الدراسة (mg/l)

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ومن خلال ملاحظة النتائج المتحصل عليها والموضحة في الجدول رقم (1) والشكل رقم (12)؛ نلاحظ أن هناك تباينًا في مستوي النترات للآبار في منطقة الدراسة، حيث أعلى قيمة بلغت (77.7) مليغرام /لتر لبئر بوشعيرة قد تجاوزت الحد المسموح ، وكذلك بئر القدس تجاوز الحد المسموح به بقيمة (60.36) مليغرام لتر، للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015، والتي حددت (45)، والمواصفات القياسية العالمية التي حددت (50) مليغرام/لتر كأقصى حد، أما بئر ليخرش بقيمة (39.5) مليغرام لتر، فهو مع مرور الوقت قد يتجاوز الحد المسموح به, أما بقية الآبار فقد كانت ضمن الحد المسموح به، وقد يعود إلى أن التراكيز العالية للنترات في المياه الجوفية يمكن أن يكون نتيجة للسريان المباشر للمياه السطحية ودخولها البئر، أو نتيجة تسرب أو رشح عميق للمياه الملوثة إلى الخزان الجوفي، ولا يرتبط تركيز النترات في المياه الجوفية بالتكوينات الجيولوجية، ويتغير تركيزها في مختلف المياه بدرجة كبيرة (السلاوي،1986)، ويعود أيضا سبب ارتفاع النترات في مياه الآبار إلى استخدام الأسمدة الزراعية والمبيدات الحشرية، ووجود الحفر الامتصاصية، وكذلك تسرب المياه العادمة إلى المياه الجوفية، وقد يعتبر ارتفاع مستويات النترات مؤشرًا على تلوث عضوي، وهذا يدل على الخطورة لما له من تأثير سلبي على صحة الإنسان؛ إذ يسبب العديد من الأمراض منها الميثهيموجلوبينيا لدى الأطفال الرضع أقل من 6 شهور، وكذلك تؤدي إلى خلل في الدماغ في الحالات الحادة، وكذلك يكمن خطر النترات في جسم الإنسان عندما يتحول إلى مركبات أزوتية؛ فهي ضارة جدا تؤدي إلى تعطل عمل الكلى، وكذلك زيادة النترات في المياه يؤدي إلى مرض فقر الدم (الأنيميا) لدى الأطفال (علوان،2017)، وبصفة عامة فإن مستويات النترات تراوحت ما بين (16.7-77.7) مليغرام/لتر، وتعتبر جميع الآبار ضمن الحد المسموح به ماعدا (بئر القدس وبئر بوشعيرة) فإنها تجاوزت الحد الأعلى المسموح به للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015 التي حددت (45 مليغرام /لتر)، والمواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب والتي حددت (50مليغرام /لتر).

10.2.8 العناصر الثقيلة

الحديد Fe^{2+}:

يعتبر الحديد عنصرًا هامًّا لجسم الإنسان؛ إذ يدخل في تكوين هيموكلوبين الدم، فيحتاجه الجسم بتراكيز محددة (الشريفي،2014)، وعليه يجب استهلاك ما بين 1mg و2 يوميا، أما زيادة تركيزه في الماء يؤدي إلى تغير لون الماء مع ظهور ترسبات على التجهيزات، يرجع تواجد الحديد في المياه الصالحة للشرب إلى انحلال المركبات الحديدية الموجودة في التربة، والطبقات الجيولوجية المكونة للحوض المائي (مريم ،2020)، فالمياه الجوفية يمكن أن يصل فيها الحديد إلى مستويات عالية، فهو يرتبط عادة بالصخور الرسوبية والصخور المتحولة.

الزنك Zn:

يعتبر الزنك من ضمن العناصر الأساسية للإنسان، حيث ينتج عن زيادته تسمم النباتات، أما الإنسان فإن سمّيته تعتبر منخفضة إلى حد ما، يوجد عنصر الزنك على شكل أملاح أو مركبات عضوية في كافة الأطعمة والمياه الصالحة للشرب، تصل مستوياته في المياه الجوفية والسطحية عادة (0.01و0.05) مليغرام/لتر، ومن الممكن أن تصل تراكيزه إلى ما هو أعلى بكثير في مياه الصنابير؛ نتيجة لذوبان الزنك في الأنابيب (WHO,1999).

الرصاص Pb:

تعتبر التربة المصدر الطبيعي للرصاص في المياه السطحية بالإضافة إلي مركبات الدبال المنحلة في المياه السطحية، إلا أن المصدر الأساسي له هي مياه الصرف الصحي، ويعتبر الرصاص مادة سامة للإنسان، حيث استهلاك 1mg منه لفترة طويلة يحدث ضررا كبيرا ويؤدي إلى الموت المفاجئ، (مريم،2020)، يوجد الرصاص في مياه الصنابير إلى حد ما نتيجة انحلاله في المصادر الطبيعية، وبشكل رئيسي في أنابيب المياه المنزلية التي تحتوي على الرصاص داخل الأنابيب أو اللحام أو التوصيلات الأخرى (WHO,1999)، وعند إجراء التحاليل للعناصر الثقيلة المتمثلة في (الحديد، الزنك ، الرصاص) والتي إن وجدت تكون بتراكيز ضعيفة، حيث تواجدها في مياه الشرب؛ مؤشر على تلوثها (WHO,1999)، بينت النتائج أن جميعها ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015 والمواصفات القياسية العالمية لمياه الشرب.

9.الخاتمة:

التحاليل الفيزيائية والكيميائية التي تم إجراؤها لمياه الآبار تبين أن قيم pH نجد جميع الآبار ضمن الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية الليبية لسنة 2015 والمواصفات القياسية العالمية حيث تراوحت بين (6.6-7.4) ،كذلك نتائج التوصيل الكهربائي والعسر الكلي والأملاح الذائبة الكلية للآبار فجميعها تقع ضمن الحدود المسموح بها، كما جاءت نتائج الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم و الكلوريدات والبيكربونات ضمن المسموح بها مع وجود فرق معنوي للبوتاسيوم والكالسيوم بين بئر تبارك، وبئر كاف شويخ ،كذلك نتائج الكبريتات كانت جميع الآبار تقع ضمن الحدود المسموح بها مع وجود فروق معنوية للكبريتات بين الآبار ،أما فيما يخص نتائج النترات تراوحت ما بين (16.7-77.7)أي أن جميع الآبار ضمن الحد المسموح به فيما عدا بئر بو شعيرة وبئر القدس فقد تجاوزت الحد المسموح به للمواصفات القياسية الليبية لسنة2015 والمواصفات القياسية العالمية ويعزى ذلك لقربها من المياه العادمة ، حيث إن النترات تدحل المياه الجوفية عن طريق السماد أو المياه العادمة (المنهراوي، 1997) ، أما نتائج العناصر الثقيلة المتمثلة في الرصاص، الزنك، الحديد، للآبار تقع جميعها ضمن الحد المسموح بها.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

10.التوصيات

1. إجراء تحاليل دورية لمياه الآبار ومراقبة أي تغيرات قد تطرأ عليها مع مرور الزمن..
2. إجراء بحوث مستقبلية في هذا المجال للحفاظ على الموارد المائية وحمايتها من التلوث.
3. الاستفادة من مياه الأمطار في الري والأغراض الأخرى والحد من استهلاك المياه الجوفية.
4. توعية المواطنين ضد الاستخدام الجائر للمياه الجوفية والحفاظ عليها من الملوثات.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

11.المراجع

1.11 المراجع العربية:

1. **ارجيعة،** هدى أحمد محمد. (2022). مكونات المياه الجوفية ومدى ملائمتها لأغراض الشرب والري في منطقة المرج، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، 3(1)، 235-259.
2. **بلحاج،** سماح. (2015). (دراسة نوعية المياه الصالحة للشرب بدائرة سيدي خويلد بورقلة). رسالة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح –ورقلة.
3. **بن ساسي،** جمال محمد؛ الصداعي، محمد الطيب طرينة، (2021). تقييم المياه الجوفية وخلوها من التلوث وفقا لبعض العناصر الكيميائية، مجلة البحوث الأكاديمية, (19)، 18-22.
4. **الجهيمي،** كريمة أحمد. (2018). الجبل الأخضر: دراسة في التنمية السياحية، مجلة كلية الآداب-جامعة بنغازي، (43). 328-365.
5. **الحايك،** نصر. (2017). مدخل إلى كيمياء المياه (تلوث-معالجة-تحليل)، من منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجية، الجمهورية العربية السورية .
6. **الحفيظ،** عماد محمد ذياب. (2014). أساسيات الكيمياء، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
7. **خضير،** الكيمياء الصناعية.
8. **دراركة،** خليفة. (1999). الهيدرولوجيا والمياه الجوفية، مديرية المكتبات والوثائق الوطنية- الأردن.
9. **الدهان،** سعدي. (2015). كتاب مبادئ علم الأرض، مطبوعات جامعة الكوفة، الفصل الثالث، المعادن والمياه الجوفية.
10. **السلاوي،** محمود سعد. (1986). المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الطبعة الأولى، دار الجماهيرية للنشر والإعلان، طرابلس، ليبيا.
11. **شاكي،** علي عبد النبي محمد. (1996). تقييم الوضع المائي بمنطقة غدوة بحوض مرزق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة طرابلس- ليبيا.
12. **شرير،** نهله. (2015). خصائص مياه الشرب في محافظة شمال قطاع غزة، (رسالة ماجستير غير منشورة)، الجامعة الإسلامية –غزة، فلسطين.
13. **الشريفي** ،عقيل عباس حمد . (2014). التلوث المحتمل لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة- العراق، (رسالة ماجستير)، جامعة كربلاء، العراق.
14. **شقلابو،** عبد الواحد ؛صهيب، الكوني جليل. (2024). تقييم جودة المياه الجوفية لبعض المناطق في مدينة الزاوية حسب المواصفات الليبية والعالمية، المجلة الدولية للعلوم والتقنية، (34)، 1-12.
15. **عبد العزيز،** عبدا لرازق مصباح، عبدا لسلام، ناصر ميلود. (2020). تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلى منطقة عقار .,Sci. Agric .J .Alex، 65(1)،15-27.
16. **العربي،** العربي أحمد، السنوسي، المبروك عبد القادر، انوير، محمد انوير. (2021). السحب غير المنتظم للمياه الجوفية بمنطقة وادي الشاطئ وتأثيره على خصائصها النوعية، مجلة جامعة سبها للعلوم البحثية والتطبيقية، 119-124.
17. **عكاشة،** علي يوسف، إبراهيم، هشام جهاد. (2017). الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه الجوفية بمنطقة زليتن، (المؤتمر العلمي الرابع للبيئة والتنمية المستدامة بالمناطق الجافة وشبة الجافة، (174– 194).
18. **علوان،** محمد دياب محمود. (2017). خصائص مياه الشرب في محافظة خان يونس، رسالة ماجستير، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية –غزة، فلسطين.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

19. **علي**، صبا صلاح عبد الحسن. (2021). دراسة التلوث البكتيري وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمعامل مختارة لإنتاج المياه المعبأة في محافظة كربلاء- العراق، (رسالة ماجستير)، قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة كربلاء، العراق.
20. **عوض**، ع. (1990). أسس الهندسة البيئية. الطبعة الأولى، دار الكتاب. دمشق_ سوريا.
21. **غانب**، عبود، سمير عبد الكاظم؛ وجدان محمد حسن. (2015). التقييم النوعي لمياه الشرب في الفرات-السعودية، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، العلوم الهندسية، مجلد (14)، العدد(2).
22. **غربي**، خليفة حامد سليمان، بو حليمة، علي عبد الرحيم عمر، أدم، حيدر محمد سليمان. (2024). تقييم جودة مياه الشرب لمحطات التحلية التجارية في مدينة الكفرة، ليبيا، مجلة العلوم الإنسانية العربية 5، (1). 1-11.
23. **قيس**، باوية. (2008). (توزيع وتحليل أيونات الفليورور في المياه الصالحة للشرب وأهم الأغذية المستهلكة في الجنوب الجزائري، رسالة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح –ورقلة.
24. **محمود**، نور مصباح. (2013). التقييم المائي لنوعية مياه آبار الشرب في محافظة يونس من عام (2000-2012)، (رسالة ماجستير غير منشورة)، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.
25. **المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية** .(2015). مياه الشرب، م ق ل82، الإصدار الثاني، ليبيا.
26. **مريم**، مولاي لخضر. (2020). المساهمة في دراسة مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب لطبقة الألبيان في منطقة ورقلة- البئر والماء الحنفية، رسالة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح -ورقلة – البئر وماء الحنفية.
27. **منظمة الصحة العالمية** .World Health Organization World (Who) (1999).المكتب الإقليمي لشرق المتوسط، دلائل جودة مياه الشرب، الجزء الأول، التوصيات، الطبعة الثانية، الإسكندرية، مصر.
28. **المنهراوي**، سمير، حافظ، عزة. (1997). المياه العذبة مصادرها وجودتها، القاهرة: الدار العربية للنشر.
29. **النقيب**، سالم محمد، اليعقوبي، فتحي خليفة، الربيب، محمد .(2022). دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية بمنطقة سوق الخميس – الخمس، مجلة البحوث الأكاديمية، (العلوم التطبيقية)، (23)، 24-29.
30. **الهندسي** .(1998). مجلة فصلية تصدر عن النقابة العامة للمهن الهندسية، ليبيا، العدد 381.
31. **اليعقوبي**، فتحي خليفة، أبوزيد، عفاف عامر. (2022). دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لتقييم جودة مياه الشرب المعبأة، مجلة الأستاذ، (23)،209-219.
32. **يوسف**، حبيب فضل الله، عبد العالي إدريس. (2021).تقييم جودة المياه الجوفية ومدى صلاحيتها للشرب لبعض الآبار ببلدية أمساعد، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة طبرق، مجلة المنارة، (4)، 96-110.

2.11 المراجع الأجنبية:

1. **Al Hamdani ,** A. S.(2022). Study of the Physico-chemical properties of groundwater for some villages north of Mosul city, Journal of Education and Science, 31(3), 136-146.
2. **Davis, S.N and Dewiest**, P.J, 1966HydroeologyJhon Wiley Sons, Inc. newyor.
3. **Hynes,** H.B.N.(1974). The Biology of polluted water. Liverpool Univ. Press,212.
4. **Manahan, S,E.**(2005). Environmental chemistry CRC press, 8thed , Washington , VSA, 783**.**
5. **Todd ,D.K**.(1980)Ground water hydrology .Jhonwiley & sons.Inc .toppan printing company(L+d).New York & London 535 p.
6. **WHO. 2005**. Nutrients in Drinking water protection of the Human Environment water, sanitation and Health. Geneva, Switzerland.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).