مجلة سوزوسا العلمية المحكمة
Sozusa Peer-Reviewed Scientific Journal
ISSN: 3078 – 2767
المجلد الأول، العدد الأول، سبتمبر 2024 Vol:01,No; 01 Sep 2024

تقييم التلوث الناجم من الآبار السوداء وتأثيرها على المياه الجوفية بمدينة البيضاء-ليبيا (دراسة تحليلية)

Evaluation of pollution caused by black wells and their impact on groundwater in Al-Bayda city, Libya(Analytical study)

أ. مصطفى محمد حمد[1] د. وسام فرج محمد[2] د. زهران الرواشدة[3]

[1]المعهد العالي للعلوم والتقنية – البيضاء– ليبيا. [2]كلية التربية، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

[3] كلية الآداب والعلوم، جامعة درنة ، ليبيا

Bofa19912017@gmail.com

Received: May 31, 2024 Revised: June 20, 2024 Accepted: Aug 31, 2024 Online Published: Sep 24, 2024

الملخص

هدفت هذه الدراسة الي قياس بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه بعض الآبار الجوفية في مدينة البيضاء، وذلك لبيان مدى صلاحية تلك المياه لغرض الشرب. لتحقيق ذلك تم سحب عينات المياه من بعض الآبار والتي تم اختيارها بطريقة عشوائية وأرسلت تلك العينات الى المختبرات لغرض أجراء التحاليل والتي شملت درجة الحرارة، اللون، العكارة، التوصيل الكهربائي، الرقم الهيدروجيني، الاملاح الذائبة الكلية، الكالسيوم، الماغنسيوم، الصوديوم، الامونيا، الحديد، العسرة الكلية، الكربونات والبيكربونات، النترات، الكلور، الكلوريد، الفوسفات، ثم قورنت النتائج المتحصل عليها مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO). وأظهرت النتائج أن تركيز الأملاح الذائبة الكلية في العينات المختبرة كانت ضمن حدود المواصفات باستثناء (6) آبار كانت تراكيز الأملاح الذائبة الكلية فيها أعلي من حدود المواصفة الليبية. أما خاصية اللون فقد كانت عينة واحده فقط من العينات المختبرة غير مطابقة لمواصفات WHO وعينتان خالفت حدود المواصفات الليبية. مستوى العكارة في عينات الدراسة كان ضمن حدود مواصفات WHO، في حين كان هذا المستوى أعلى منه في حدود المواصفة الليبية لمياه الشرب في 11 بئر من الآبار المدروسة، وكان تركيز البيكربونات في العينات المدروسة ضمن حدود المواصفات الليبية والعالمية. كما أنه احتوت عينات الدراسة تراكيز من النترات أعلى من تلك المسموح بها ضمن مواصفات WHO، والمواصفات القياسية الليبية في عدد 3 و11 بئر، على التوالي. فقط عدد 2 من العينات المختبرة فاق محتواها من الفوسفات حدود المواصفات المسموح بها. أظهرت نتائج التحاليل المكروبيولوجية أنه باستثناء عدد (6) من الآبار المختبرة، فإن جميع الآبار المدروسة كانت ملوثة، وربما يعزى هذا إلى ما لوحظ من ارتفاع كبير في تركيز الكلور في الآبار غير الملوثة.

الكلمات المفتاحية: تلوث المياه، الآبار الجوفية، الآبار السوداء، البيضاء.

Abstract

This study aimed to measure some physical, chemical, and biological properties of the water from certain groundwater wells in the city of Al-Bayda to determine their suitability for drinking purposes. To achieve this, water samples were collected from various wells chosen randomly and sent to laboratories for analysis. The analyses included temperature, pH, electrical conductivity, total dissolved solids, color, turbidity, total hardness, sodium, calcium, magnesium, carbonates and bicarbonates, chloride, ammonia, iron, chlorine, nitrates, and phosphates. The obtained results were compared with Libyan standard specifications and the World Health Organization (WHO) guidelines.

The results showed that the concentration of total dissolved solids in the tested samples was within the standard limits, except for six wells where the concentrations exceeded the Libyan standard. For color, only one sample did not meet the WHO standards, and two samples exceeded the Libyan standards. The turbidity level in the study samples was within WHO standards, while it exceeded the Libyan drinking water standards in 11 of the studied wells. the bicarbonate concentration in the studied samples was within both Libyan and international standards. The nitrate concentrations in the study samples were higher than those permitted by WHO and Libyan standards in 3 and 11 wells, respectively. Only two of the tested samples had phosphate levels exceeding the permissible standards.

Microbiological analysis results showed that, except for six wells, all the studied wells were contaminated. This contamination might be attributed to the observed high chlorine concentration in the uncontaminated wells.

Keywords: Water pollution, groundwater wells, sewage tanks, Al-Bayda.

1.المقدمة: الماء أساس الحياة قال تعالى:﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ﴾ (سورة الأنبياء، آية 30). وإذا تأملنا العلاقة الوثيقة التي تربط ما بين الماء والحياة على الأرض، وخاصة حياة الإنسان، وجدنا أنها علاقة قديمة بدأت بخلق الإنسان ذاته،﴿ وَهُوَ الذي خَلَقَ مِنَ الماء بَشَرًا ﴾ (سورة الفرقان، آية 54). يعد الماء من الموارد المهمة في الكرة الأرضية، وركن رئيسي لتهيئة الظروف المناسبة للحياة واستمرارها، ويمتاز الماء بعدة خواص تجعله من أهم المصادر على سطح الكرة الأرضية وفي باطنها والغلاف الجوي (Narsimha *et al.*,2012). في ليبيا، تعد المياه الجوفية ثروة طبيعية أساسية في سبيل تحقيق أهداف التنمية المستدامة المنشودة في خطط التنمية الوطنية، ويمثل هذا المصدر الطبيعي حوالي 97% من اجمالي المياه المستهلكة في الأغراض اليومية

المختلفة للمجتمع (الباروني، 1997). يشهد العالم نمواً سكانياً هائلاً، مما أدى إلى زيادة كبيرة في حجم ونوعية المخلفات المطروحة وهذا بدوره يتطلب عمليات تصريف ومعالجة للحد من التلوث الذي قد ينجم عن طرح تلك الملوثات في البيئة (بغني، 2018). بصفة عامة، تتأثر جودة الماء بمجموعة من المتغيرات والظروف التي قد تتحكم في الخصائص الطبيعية، الكيميائية، والبيولوجية للمخزون المائي، وسيؤثر أي تغير غير مرغوب على خصائص المياه بدرجة ما على صحة المستهلك أو ملائمة تلك المياه للاستخدامات المختلفة. فعلى سبيل المثال، انخفاض الجودة الكيميائية لمياه الشرب، قد يتسبب في الإصابة بالأمراض ومن ثم يكلف السلطات موارد جمة في سبيل التدخل والمعالجة. تدهور الخصائص الكيميائية للمياه قد يكون ناتج عن انخفاض أو زيادة تراكيز العناصر الكيمائية عن الحدود المسموح بها (أبو لبدة وآخرون، 2021). ورغم التطور الكبير الذي شهدته تقنيات التخلص من المخلفات، إلا أن الكثير من البلدان النامية، ومن ضمنها ليبيا، قد لا تستخدم تلك التقنيات بالكمية والنوعية المناسبة لمعدل وطبيعة المخلفات المنتجة في تلك الدول. فبالرغم من وجود محطات معالجة للمياه السوداء في بعض المدن الليبية، إلا أنه معظم تلك المحطات لا يستفاد منها لكونها متوقفة عن العمل، علاوة على ذلك فأن الكثير من المدن الليبية تفتقر أساساً لوجود محطات معالجة.

1.2. مشكلة الدراسة: على الرغم من النمو السكاني المتزايد في مدينة البيضاء، وتوسعها العمراني فإنها لم تحظى بتطور مناظر لشبكات التزود بالمياه وشبكات الصرف الصحي، وظلت تعتمد على التخلص غير السليم لمياه الصرف اما عن طريق التصريف العشوائي أو الآبار السوداء والتي قد تتسرب إلى المياه الجوفية بمنطقة الدراسة، وقد تكون سبباً في تلوثها. ومن هذا المنطلق ينبثق التساؤل الرئيسي لهذه الدراسة وهو هل هناك تداخل لمياه الآبار السوداء مع المياه الجوفية في مدينة البيضاء؟ وهل أثر هذا التداخل، إن وجد، على مطابقة نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة للمواصفات القياسية المحلية والعالمية لمياه الشرب؟

1.3. أهداف الدراسة: تهدف الدراسة بشكل رئيسي إلى تقييم جودة مياه الآبار الجوفية في مدينة البيضاء وذلك بتقييم مدى تأثير الآبار السوداء في تلويث المياه الجوفية.

1.4. أهمية الدراسة: تكمن أهمية الدراسة كونها تبحث في جودة أحد أهم الموارد البيئية الأساسية اللازمة لاستمرار الحياة، وحياة الإنسان بصفة خاصة. كما أن المياه الجوفية تمثل المصدر الأساسي للتغذية بالمياه في مدينة البيضاء والتي يبلغ عدد سكانها أكثر من250 ألف نسمة (وزارة التخطيط، 2020)، مثل هذه الدراسات من شأنها دق ناقوس الخطر حول هذه المشكلة البيئية الكبيرة، للتعريف بأسباب وتبعات هذه المشاكل، ومحاولة في وضع حلول علمية لمثل هذه المشكلات والمساهمة في دفع مسيرة التنمية وتوفير الحياة الكريمة للسكان.

1.5. فرضيات الدراسة:

أ. غياب شبكات الصرف الصحي أو تهالكها يؤدي إلى تسرب مياه الصرف الصحي إلى الخزان الجوفي.

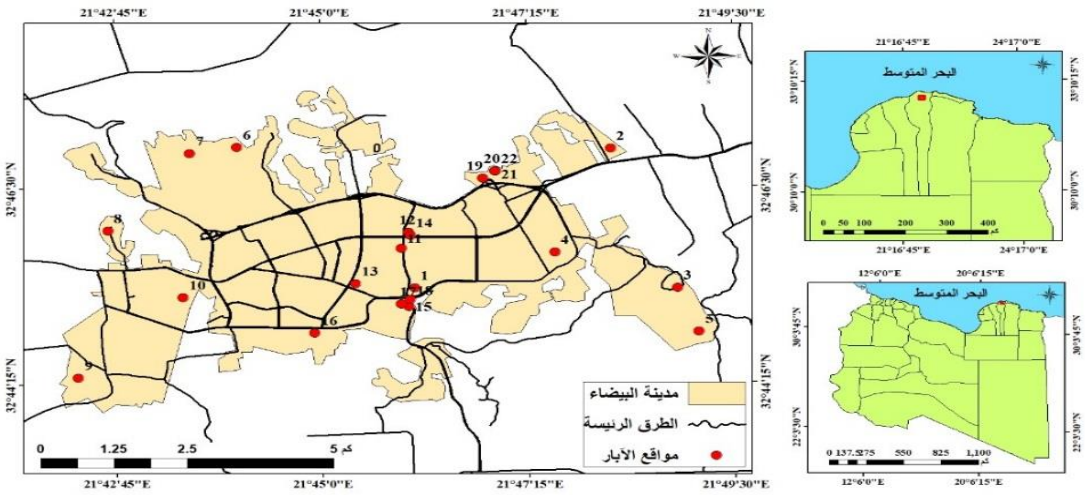
ب. أدى الاختلاط بمياه الصرف الصحي إلى تدهور الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه الجوفية.

1.6. حدود الدراسة:

1.1-6. الحد الزماني: تسعى الدراسة للتعرف على واقع مشكلة البحث والآثار المترتبة عليها في وقت إجراء الدراسة.

2.1.6. الحد المكاني: تقتصر الدراسة على مدينة البيضاء الواقعة في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا، وتعد المدينة أهم المراكز الإدارية بالمدن الواقعة ضمن نطاق منطقة الجبل الأخضر، تشغل البيضاء مساحة عمرانية تقدر بحوالي 11.429 كم²

كما هو مبين بالشكل (الشكل 1-1). والموقع الفلكي لمنطقة الدراسة ينحصر بين دائرتي عرض (45ˉ 32°) و(30ˉ 46ˉ 32°) شمالاً، وخطي طول (50ˉ 43ˉ 21°) و(55ˉ 47ˉ 21°) شرقاً.



شكل (1-1) منطقة الدراسة (من أعداد الباحث، باستخدام برنامج ArcMap10.5)

1.2.6. تلوث المياه الجوفية:

يقصد بتلوث المياه حدوث أي تغير في صفاتها الكيمائية والطبيعية مما قد يتسبب في الحد من إمكانية استغلالها، و/أو تدهور الصحة العامة والتسمم وانتشار الأمراض والأوبئة (السلاوي، 1986، عمر، 2005). وتتصل مصادر وأسباب تلوث المياه الجوفية بشكل أساسي بنشاطات الإنسان المختلفة واستخداماته للمياه، ويمكن تقسيم مصادر تلوث المياه إلى أربع مجموعات متنوعة تشمل مصادر بلدية، مصادر صناعية، مصادر زراعية ومصادر متنوعة (السلاوي، 1986). تتأثر نوعية المياه الجوفية بجميع التفاعلات التي تعرضت لها منذ لحظة تكاثفها في الجو وحتى خروجها من باطن الأرض (درداكة، 1988، المهداوي وعزة، 1997)، كما أن دخول

مياه المجاري والنفايات الصناعية إلى الطبقات المائية قد يتسبب في تدهور نوعية المياه الجوفية، والإضرار بالصحة العامة (حلوة وحسين، 1999). بالإضافة إلى ذلك، تمثل النشاطات الزراعية مصدر تلوث للمياه الجوفية وذلك نتيجة استخدام الأسمدة والمخصبات والمبيدات بمختلف أنواعها على نطاق واسع لتحسين إنتاج الأراضي. هذه الكيماويات يمكن أن تصل إلى المياه الجوفية من خلال رشحها مع مياه الري، وتؤدي الي تلوثها (السروي، 2007، الربيعي، 2008). يعد إطلاق مخلفات المصانع ومياه الغسيل في مياه المجاري مصدر رئيسي لتلوث المياه الجوفية بالمعادن الثقيلة، كما أن تراكم المعادن الثقيلة في الأراضي الزراعية نتيجة ري المزارع بالمياه العادية غير المعالجة؛ قد يتسبب في نقل هذه المعادن مع مياه الرشح إلى الخزان الجوفي (Oliver, 1997; Tripathi, *et al*, 1999; Mendil, 2006). كما أن الأنشطة الصناعية والبشرية، يمكن أن تمثل مصادر هاماً للتلوث بالعناصر الثقيلة. فعلى سبيل المثال، تمثل مصانع البطاريات والأنابيب المستخدمة في نقل مياه الشرب وإلقاء بعض المخلفات الصناعية أو الرصاص الناتج عن عوادم السيارات، المصدر الرئيسي للتلوث بالرصاص والذي له العديد من التأثيرات الصحية الضارة (Canli, *et al,* 1998).

1.7.مواد وطرائق البحث:

2.7. نقاط جمع العينات:

تم جمع العينات من عدد من الآبار الجوفية التي تم اختيارها بشكل عشوائي لتمثل كل منطقة الدراسة قدر الإمكان. فبعد عدد من الزيارات الميدانية لتلك الآبار، تم سحب العينات من عدد 23 بئر جوفي، وفقاً للطريقة المتبعة من قبل مختبر تحليل المياه التابع لمكتب الإصحاح البيئي بالجبل الأخضر، وذلك خلال فترة الضخ لتمثل الوضع الحالي لمياه الآبار. تم وضع العينات في قوارير بلاستيكية، سعة (1.5) لتر تم غسلها بماء البئر تحضيراً للبدء في إجراء التحاليل الكيميائية. أما العينات المسحوبة لغرض إجراء الاختبارات المكروبيولوجية، فقد تم حفظها في قوارير زجاجية معقمة سعة 300 ملم. تم تسجيل المعلومات الخاصة بكل بئر (رقم البئر والموقع) على القنينة كما هو موضح في الجدول (3–1).

1.2.7. التحاليل المعملية:

1.1.2.7. درجة الحرارة: تم قياس درجات الحرارة للمياه الجوفية حقلياً عند لحظة أخذ العينات مباشرةً وقبل الانتقال إلى موقع أخر باستخدام ترمومتر زئبقي مدرج (0 –100) معبراً عنه (بدرجة مئوية) (C°).

2.1.2.7 اللون Color: تم قياس اللون الحقيقي في المختبر، بواسطة جهاز (Colorimeter) معبراً عنه (وحدة كوبلت حقيقي) (TCU).

3.1.2.7 العكارة Turbidity: تم قياس العكارة في المختبر بواسطة جهاز (Spectrophotometer) نوع (Jenway) موديل (6300)، معبراً عنه (وحدة عكارة نيفلومترية) (NTU) بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-1889, 2023).

4.1.2.7 التوصيل الكهربائيEC : تم قياس التوصيل الكهربائي في المختبر بعد عملية قياس الرقم الهيدروجيني مباشرةً، باستخدام جهاز (Conductivity Meter) نوعه (HACH)، موديل (HQ14d) معبراً عنه بوحدة (ميكروسمنز/ سم) (µS/cm) بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-1125, 2023).

5.1.2.7 الرقم الهيدروجيني pH: تم قياس الرقم الهيدروجيني في المختبر بطريقة فرق الجهد الكهربي، بواسطة جهاز
(pH-meter) نوع (HANNA) موديل (HI8314) ذو الكترود زجاجي، وتم إجراء الاختبار بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-1293, 2023).

6.1.2.7 الأملاح الذائبة الكلية T D S: تم قياس الأملاح الذائبة الكلية في المختبر، بواسطة جهاز (Conductivity Meter) موديل (4320) معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر)، بالطريقة المنصوصة عليها في (EPA, 1983).

7.1.2.7 الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم: استخدمت طريقة المعايرة لقياس الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم في المختبر، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر)، تبعاً لما ورد في (ASTM D-1428, 2023)، (ASTM D-511-3, 2023).

8.1.2.7 الامونيا والحديد: تم قياس الامونيا والحديد في المختبر بواسطة جهاز (Spectrophotometer) نوع (Jenway)، بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-1426, 2023),

جدول (3-1) إحداثيات وأعماق أبار المياه الجوفية التي شملتها الدراسة الحالية

رقم البئر	احداثيات البئر		أقرب بئر اسود م	عمق البئر/ م	تاريخ أخذ العينة	توقيت أخذ العينة	درجة حرارة الطقس
	شرقاً	شمالاً					
w1	°21 ¯46 ¯1	°32 ¯45 ¯21	92	360	2023/11/23	5:15	°19
w2	°21 ¯48 ¯12	°32 ¯45 ¯55	105	325	2023/11/24	3:48	°22
w3	°21 ¯48 ¯53	°32 ¯45 ¯19	87	330	2023/11/24	4:45	°22
w4	°21 ¯47 ¯33	°32 ¯45 ¯45	45	375	2023/11/24	5:37	°21

w5	°21 ¯49 ‟7	°32 ¯44 ‟32	30	350	2023/11/25	3:20	°16
w6	°21 ¯44 ‟5	°32 ¯46 ‟58	47	360	2023/11/25	5:10	°15
w7	°21 ¯43 ‟35	°32 ¯46 ‟55	98	350	2023/11/25	6:05	°14
w8	°21 ¯42 ‟40	°32 ¯46 ‟1	26	330	2023/11/25	4:15	°13
w9	°21 ¯42 ‟20	°32 ¯44 ‟21	51	360	2023/11/25	5:18	°12
w10	°21 ¯43 ‟29	°32 ¯45 ‟15	45	385	2023/11/27	4:00	°14
w11	°21 ¯43 ‟29	°32 ¯45 ‟18	80	380	2023/11/27	5:32	°14
w12	°21 ¯45 ‟52	°32 ¯45 ‟48	200	350	2023/11/29	10:5	°19
w13	°21 ¯45 ‟57	°32 ¯45 ‟59	55	350	2023/11/29	11:18	°20
w14	°21 ¯45 ‟22	°32 ¯45 ‟24	350	360	2023/11/29	11:50	°19
w15	°21 ¯45 ‟58	°32 ¯45 ‟57	250	350	2023/11/29	1:30	°19
w16	°21 ¯45 ‟51	°32 ¯45 ‟8	55	370	2023/11/29	3:00	°20
w17	°21 ¯44 ‟55	°32 ¯44 ‟50	30	360	2023/11/29	3:45	°19
w18	°21 ¯45 ‟52	°32 ¯45 ‟10	200	370	2023/11/29	4:30	°19
w19	°21 ¯45 ‟40	°32 ¯45 ‟13	45	390	2023/11/29	5:00	°19
w20	°21 ¯46 ‟44	°32 ¯46 ‟36	67	350	2023/11/29	5:30	°18
w21	°21 ¯46 ‟54	°32 ¯46 ‟41	98	360	2023/11/29	6:00	°18
w22	°21 ¯46 ‟54	°32 ¯46 ‟41	98	360	2023/11/30	3:00	°20
w23	°21 ¯46 ‟54	°32 ¯46 ‟41	98	360	2023/11/30	3:00	°20

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

* تم تقدير أعماق الآبار عن طريق توجيه السؤال إلى مالكي الآبار.

(ASTM D-5463, 2023)، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر).

9.1.2.7 العسرة الكلية: تم قياس العسرة الكلية في المختبر بطريقة المعايرة، بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-1126, 2023)، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر).

10.1.2.7 الكربونات والبيكربونات: تم قياس الكربونات والبيكربونات في المختبر بطريقة المعايرة، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر)، بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-1067, 2023).

11.1.2.7 النترات: تم قياس النترات في المختبر بواسطة جهاز (Palin test)، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر).

12.1.2.7 الكلور والكلوريد: تم قياس الكلور والكلوريد في المختبر بطريقة المعايرة، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر)، بالطريقة المنصوصة عليها في (AWAD, 1998)، (ASTM D-1067, 2023)،

13.1.2.7 الفوسفات: تم قياس الفوسفات في المختبر بواسطة جهاز (SpectrophotometerUV)، بالطريقة المنصوصة عليها في (ASTM D-515-2, 2023)، معبراً عنه بوحدة (ملجم/ لتر).

14.1.2.7 التحاليل البيولوجية: تم أخذ العينات من الآبار بمناطق الدراسة بالطريقة المنصوص عليها في (WHO,2006)، وأجريت الاختبارات الميكروبية من بداية جمع العينات

البئر	درجة الحرارة	اللون	العكارة	التوصيل الكهربي	الحدود المسموح بها							
	وحدة القياس				المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10				مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO			
	°C	TCU	NTU	µS/cm	درجة الحرارة	اللون	العكارة	التوصيل الكهربي	درجة الحرارة	اللون	العكارة	التوصيل الكهربي
	القيمة				#	5 >	1 >	1400 >	#	15 >	15 >	2300 >
1	°23	17	8	977	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓
2	°24	3	8	1089	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
3	°25	3	1	699	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	°21	3	1	1081	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	°22.5	3	2	896	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
6	°23.6	3	1	1081	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	°22.7	16	8	880	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓
8	°23	3	1	826	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	°23.6	3	8	689	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
10	°24.8	3	2	859	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
11	°23.5	3	1	860	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	°24	3	1	842	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	°21	3	1	647	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	°21	3	4	870	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
15	°22.6	3	7	609	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
16	°24.1	2	1	742	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	°23.6	2	3	802	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
18	°24	2	1	791	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	°23	3	1	688	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	°21.9	3	1	698	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21	°22.3	2	3	844	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
22	°23.4	1	2	798	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
23	°22	2	1	808	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

في زمن لم يتجاوز 24 ساعة من إحضار العينات للمختبر وتم إتباع الطرق المنصوص عليها في (ISO, 5667-5, 2006).

1. النتائج والمناقشة:

1.8. درجة الحرارة، اللون، العكارة، التوصيل الكهربائي:

كما هو مبين في الجدول (4–2)، أظهرت القياسات الحقلية وجود تغيرات متفاوتة وبسيطة في درجة حرارة مياه الآبار المدروسة، وقد سجلت الآبار (4، 13، 14) أقل درجة حرارة وهي (21°)، في حين سجلت أعلي درجة (25°) عند البئر رقم (3)، ودرجة حرارة المياه قد تعكس درجة حرارة الجو وحرارة الأرض وقت جمع العينة، وربما تتأثر حرارة المياه الجوفية قليلاً بالتغير الفصلي كما تتأثر بالتوقيت اليومي والعمق (عون، 2002). فيما يتعلق باللون كانت أعلى قيمة في مياه البئر رقم (1) بمتوسط (17كوبلت حقيقي)، (TCU) وأقل قيمة في مياه البئر رقم (22) بمتوسط (1 كوبلت حقيقي). اما العكارة فقد سجلت أعلى قيمة في مياه البئر رقم (9،7،2،1) بمعدل (8 عكارة نيفلومترية)، (NTU) أما أقل قيمة سجلت لعدد 13 بئر بمعدل (1 وحدة عكارة نيفلومترية). سجلت أعلى قيمة للتوصيل الكهربي في البئر رقم (2) (1089 ميكروسمنز/ سم)، (µS/cm) واقل قيمة في البئر (15) (609 ميكروسمنز/ سم)، بمتوسط عام (794.260 ميكروسمنز/ سم).

إن التغيرات الحاصلة في درجة حرارة المياه المسجلة في هذه الدراسة يمكن اعتبارها تغيرات طبيعية، فمن الجدير بالذكر أن منطقة الدراسة تخلو من أنماط الأجسام المائية الجوفية الحارة. وكانت نتائج تحاليل اللون ضمن الحدود المسموح بها طبقاً لمنظمة الصحة العالمية (WHO) باستثناء البئر(1) الذي كان غير مطابق لتلك المواصفة، اما بالنسبة لمقاييس الليبية، فإن جميع الآبار ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب ماعدا الآبار(7،1) فهي كانت غير مطابقة للمواصفات، وقد يشير ذلك إلى تغيرات طارئة في لون المياه نتيجة تلوثها بمياه المخلفات (الحمداني، 2021)، وفيما يتعلق بـــ قيم العكارة كانت ضمن، الحدود المسموح بها طبقاً لمواصفات WHO، اما مقارنةً مع المقاييس الليبية فأن الآبار المدروسة كانت ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب ماعدا (11) بئر، وقد يرجع ذلك الي وجود المواد الصلبة العالقة مثل دقائق التربة والرمل والطين والمواد العضوية وغير العضوية العالقة أو وجود البكتريا وكائنات حية دقيقة ونباتات طافية (أحمد، 2022).

جدول (4–2) قيم درجة الحرارة، اللون، العكارة، التوصيل الكهربائي

البئر	الرقم الهيدروجيني	الأملاح الذائبة الكلية	الحدود المسموح بها			
	وحدة القياس		المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10		مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO	
	#	ملجم/ لتر	الرقم الهيدروجيني	الأملاح الذائبة الكلية	الرقم الهيدروجيني	الأملاح الذائبة الكلية
	القيمة		8.5 : 6.5	< 500	8.5 : 6.5	< 1500
1	6.8	455	✓	✓	✓	✓
2	7.1	708	✓	✖	✓	✓

3	7.6	455	✓	✓	✓	✓
4	6.9	355	✓	✓	✓	✓
5	6.8	441	✓	✓	✓	✓
6	7.2	561	✓	✓	✖	✓
7	7.1	459	✓	✓	✓	✓
8	6.9	413	✓	✓	✓	✓
9	7.3	339	✓	✓	✓	✓
10	8.3	559	✓	✓	✖	✓
11	8	541	✓	✓	✖	✓
12	8.2	532	✓	✓	✖	✓
13	7.1	340	✓	✓	✓	✓
14	6.8	451	✓	✓	✓	✓
15	6.9	299	✓	✓	✓	✓
16	7.3	359	✓	✓	✓	✓
17	6.7	397	✓	✓	✓	✓
18	6.9	351	✓	✓	✓	✓
19	7.1	360	✓	✓	✓	✓
20	7.2	339	✓	✓	✓	✓
21	8	548	✓	✓	✖	✓
22	6.9	371	✓	✓	✓	✓
23	6.9	3	✓	✓	✓	✓

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

وكانت قيم درجة التوصيل الكهربي للعينات المدروسة ضمن نطاق المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية.

2.8.الرقم الهيدروجيني PH، الأملاح الذائبة الكلية T D S:

تراوحت قيم الرقم الهيدروجيني لمياه الآبار المدروسة بين 6.5 و8.3 بمتوسط عام (7.22) (جدول 4-3)، فكانت أقل قيمة للرقم الهيدروجيني عند البئر (17) وأعلي قيمة للرقم الهيدروجيني عند البئر رقم (10). وفيما يتعلق بمستويات الأملاح الذائبة، فقد سجلت أعلى قيمة في البئر رقم (2) بمتوسط (708 ملجم/ لتر)، وأقل قيمة سجلت في الموقع (15) بمتوسط (299 ملجم/ لتر).

تذبذب قيم الرقم الهيدروجيني لمياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة ربما يعكس حركة المياه الجوفية واختلاط نوعيات مختلفة منها عند مرورها عبر طبقات صخرية مختلفة، وفيما يتعلق بـ الرقم الهيدروجيني في المياه المختبرة فقد كانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية الليبية ومواصفات

منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب. وكانت نتائج الأملاح الذائبة الكلية ضمن المدى المسموح به في مواصفات WHO، أما بالنسبة للمواصفات الليبية فأن تركيز الأملاح الذائبة في الآبار (2، 6، 10، 11، 12، 21) كان أعلى من النطاق المسموح به في المواصفات الليبية لمياه الشرب؛ هذا الارتفاع قد يرجع إلى تغيرات كالرقم الهيدروجيني، تركيز الكالسيوم، تركيز المغنسيوم، تركيز النترات، تركيز الحديد في المياه (السليمان وآخرون، 2014).

البئر	الكالسيوم	المغنسيوم	الصوديوم	الحدود المسموح بها					
	وحدة القياس			المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10			مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO		
	ملجم/ لتر	ملجم/ لتر	ملجم/ لتر	الكالسيوم	المغنسيوم	الصوديوم	الكالسيوم	المغنسيوم	الصوديوم
	القيمة			200 >	150 >	100 >	200 >	150 >	200 >
1	100	34	52	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	131	35.7	60	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	92	41	18	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	128	31.9	61	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	119	24	56	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	131	31.9	62	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	99	28.3	29	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	109	40	51	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	142	35	20	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	88	29.2	41.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	90	30	43	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	87	29.4	46	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	115	24.9	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	98	31	29	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	139	27.7	46	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	130	49	19	✓	✓	✓	✓	✓	✓

جدول (3-4) قيم الرقم الهيدروجيني pH ، الأملاح الذائبة الكلية T D S

الرقم	pH ، الأملاح	T D S								
17	129	42	65	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
18	102	34	79	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
19	118	27.8	61	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
20	119	28.3	53	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
21	88	21.9	44.8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
22	133	35.4	54	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
23	141	37.7	64	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

3.8.الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم:

يتضح من النتائج المبينة في الجدول (4-4)، أن أعلى تركيز للكالسيوم سجل في البئر (9) (142 ملجم/ لتر)، أما أقل قيمة فقد سجلت في الموقع رقم (12) (87 ملجم/ لتر). بالنسبة للمغنسيوم، سجلت أعلي قيمة في مياه الموقع (16) (49 ملجم/ لتر)، أما أقل قيمة فلقد سجلت للبئر رقم (21) (21.9 ملجم/ لتر)، وفيما يتعلق بـ الصوديوم سجلت أعلى قيمة في مياه البئر رقم (18) (79 ملجم / لتر)، أما أقل قيمة فقد سجلت في البئر رقم (13) (17 ملجم / لتر).

جدول (4-4) قيم الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

كل القيم المسجلة كانت ضمن الحدود المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات الليبية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

4.8.الامونيا والحديد:

يتضح من النتائج المبينة بالجدول رقم (4-5) أن أعلى تركيز للأمونيا تم تسجيله في مياه البئر (1) (6.5 ملجم/ لتر)، وسجلت أقل قيمة في الآبار (6، 8) بمعدل (0.1 ملجم/ لتر)، وكانت أعلي قيمة للحديد لمواقع الدراسة في مياه البئر (18) (0.2 ملجم/ لتر)، أما أقل قيمة فقد سجلت لعدد (4) آبار بتركيز بلغ (0.1 ملجم/ لتر).

جدول رقم (4-5) مستويات الامونيا والحديد

البئر	الامونيا	الحديد			الحدود المسموح بها	
	وحدة القياس		المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10		مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO	
	ملجم/ لتر	ملجم/ لتر	القيمة			
			الامونيا	الحديد	الامونيا	الحديد
			0.5 >	0.3 >	0.5 >	0.2 >
1	6.5	0.15	✖	✓	✖	✓

2	1.2	0.02	✖	✓	✖	✓
3	0.1	0.01	✓	✓	✓	✓
4	0.9	0.02	✖	✓	✖	✓
5	0.4	0.02	✓	✓	✓	✓
6	0.9	0.04	✖	✓	✖	✓
7	0.6	0.04	✖	✓	✖	✓
8	0.1	0.01	✓	✓	✓	✓
9	5	0.03	✖	✓	✖	✓
10	1	0.05	✖	✓	✖	✓
11	0.9	0.02	✖	✓	✖	✓
12	0.8	0.05	✖	✓	✖	✓
13	0.2	0.04	✓	✓	✓	✓
14	0.2	0.02	✓	✓	✓	✓
15	0.4	0.01	✓	✓	✓	✓
16	0.3	0.01	✓	✓	✓	✓
17	0.9	0.04	✖	✓	✖	✓
18	0.5	0.2	✓	✓	✓	✓
19	1.1	0.04	✖	✓	✖	✓
20	0.8	0.03	✖	✓	✖	✓
21	0.2	0.01	✓	✓	✓	✓
22	1.1	0.07	✖	✓	✖	✓
23	1.2	0.05	✖	✓	✖	✓

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

تجاوز تركيز الامونيا في لعدد (14) بئر، الحدود المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات الليبية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية؛ وقد يرجع السبب الرئيسي الي هذا الارتفاع ولو بصورة جزئية إلى النشاط البشري، والذي ينتج من تصريف مياه الصرف الصحي والزراعي، بالإضافة إلى استخدامات أخرى مثل الأسمدة الزراعية التي تحتوي على النيتروجين (Subbarao، وآخرون، 2016). تبين من النتائج السابقة إن جميع الآبار المدروسة لم يتجاوز محتواها من الحديد، الحدود المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات الليبية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

جدول رقم (4–6) مستويات الصلابة الكلية

البئر	وحدة القياس ملجم/ لتر	الحدود المسموح بها	
		المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10	مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO
	القيمة	500 >	500 >
1	394	✓	✓
2	455	✓	✓
3	404	✓	✓
4	415	✓	✓

5	421	✓	✓
6	465	✓	✓
7	431	✓	✓
8	432	✓	✓
9	500	✓	✓
10	340	✓	✓
11	320	✓	✓
12	390	✓	✓
13	387	✓	✓
14	358	✓	✓
15	374	✓	✓
16	412	✓	✓
17	399	✓	✓
18	431	✓	✓
19	405	✓	✓
20	420	✓	✓
21	310	✓	✓
22	364	✓	✓
23	298	✓	✓

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

جدول (4–7) مستويات الكربونات والبيكربونات والنترات

البئر	وحدة القياس ملجم/ لتر			الحدود المسموح بها					
	القيمة			المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10			مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO		
	الكربونات	البيكربونات	النترات	الكربونات	البيكربونات	النترات	الكربونات	البيكربونات	النترات
				< 200	< 400	< 10	< 200	< 400	< 45
1	0	397	79.5	✓	✓	✖	✓	✓	✖
2	0	380	56.5	✓	✓	✖	✓	✓	✖
3	0	336	7.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	0	330	6.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	0	308	12.3	✓	✓	✖	✓	✓	✓
6	0	380	9.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	0	399	77.8	✓	✓	✖	✓	✓	✖
8	0	337	5.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	0	380	3.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	0	360	33	✓	✓	✖	✓	✓	✓
11	0	330	30	✓	✓	✖	✓	✓	✓

12	0	340	40	✓	✓	✗	✓	✓	✓
13	0	334	18	✓	✓	✗	✓	✓	✓
14	0	312	10	✓	✓	✓	✓	✓	✓
15	0	366	21	✓	✓	✗	✓	✓	✓
16	0	339	8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	0	405	15	✓	✗	✗	✓	✗	✓
18	0	400	23	✓	✓	✗	✓	✓	✓
19	0	312	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	0	398	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓
21	0	317	9	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22	0	385	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
23	0	380	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

5.8.العسرة الكلية:

من خلال الجدول (4–6) يتضح وجود اختلاف بسيط في قيم العسرة الكلية، بين مواقع الدراسة وسجلت اقل قيمة في البئر رقم (23) وأعلى قيمة للعسـرة الكلية في البئر رقم (9) (298 و500 ملجم / لتر، على التوالي).لم يتجاوز محتوى العسرة الكلية لجميع الآبار المدروسة الحد الأقصى المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات الليبية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

4–5–الكربونات والبيكربونات والنترات:

كما هو مبين في الجدول رقم (4–7) خلت العينات المختبرة من الكربونات، أما البيكربونات فقد تراوحت تراكيزها بين (308 ملجم/ لتر) في البئر رقم (5) و(405 ملجم/ لتر) في البئر رقم (17). كما سجلت أعلي قيمة للنترات في البئر (1) (79.5 ملجم/ لتر)، وأقل قيمة كانت في البئر (9) (3.2 ملجم/ لتر).

كانت جميع الآبار المدروسة فيما يتعلق بالكربونات ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب حسب المواصفات الليبية ومواصفات WHO أما بالنسبة للبيكربونات، فقد تجاوز تركيزها في مياه البئر رقم (17) الحدود المسموح بها؛ يمكن أن يُعزى ذلك إلى عمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية للصـخور المحتوية على كربونات الكالسـيوم والمغنيسيوم، والتي تعد المصدر الرئيسي للبيكربونات في المياه الجوفية. (Gill, 1997). أما النترات لم يتجاوز محتواها في الآبار المدروسة الحدود المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية، باستثناء الآبار (1، 2، 7)، اما بالنظر إلى المواصفات الليبية، فقد تجاوزات (11) بئر الحد المسموح به؛ وقد يرجع السبب الي تصريف النفايات ووحل الحيوانات والأسمدة الاصطناعية (EPA, 2014).

6.8.الكلور والكلوريد والفوسفات:

من الجدول رقم (4–8)، تراوحت مستويات الكلور بين مواقع الدراسة بين (0.51 ملجم/ لتر) في البئر (9) و (0.01 ملجم/ لتر) في البئر (13)، وأعلى مستوى للكلوريد في البئر رقم (19) (134 ملجم/ لتر)، أما أقل تركز للكلوريد فتم تسجيله في البئر رقم (21) (26.4 ملجم/ لتر)، وكانت قيم الفوسفات في البئر (5) (7.1 ملجم/ لتر)، وأقل قيمة فقد كانت (0 ملجم/ لتر) وسجلت لعدد (8) آبار.

جدول (4–8) مستويات الكلور والكلوريد والفوسفات

البئر	وحدة القياس ملجم/ لتر			الحدود المسموح بها					
	القيمة			المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10			مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO		
	الكلور	الكلوريد	الفوسفات	الكلور	الكلوريد	الفوسفات	الكلور	الكلوريد	الفوسفات
	< 0.1	< 150	#	< 0.5	< 200	< 0.5
1	0.06	121	0.3	✓	✓	#	✓	✓	✓
2	0.04	118	0.2	✓	✓	#	✓	✓	✓
3	0.06	99	0.2	✓	✓	#	✓	✓	✓
4	0.04	112	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
5	0.06	130	7.1	✓	✓	#	✓	✓	✗
6	0.14	112	0.2	✗	✓	#	✓	✓	✓
7	0.06	131	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
8	0.1	100	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
9	0.51	120	0.1	✗	✓	#	✗	✓	✓
10	0.06	82.3	0.2	✓	✓	#	✓	✓	✓
11	0.07	82.9	0.1	✓	✓	#	✓	✓	✓
12	0.05	81.9	0.8	✓	✓	#	✓	✓	✗
13	0.01	124	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
14	0.05	109	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
15	0.07	114	0.1	✓	✓	#	✓	✓	✓
16	0.17	101	0	✗	✓	#	✓	✓	✓
17	0.03	120	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
18	0.04	109	0.2	✓	✓	#	✓	✓	✓
19	0.01	134	0	✓	✓	#	✓	✓	✓
20	0.14	125	0.1	✓	✓	#	✓	✓	✓
21	0.15	26.4	0.2	✗	✓	#	✓	✓	✓

22	0.14	95	0.2	×	✓	#	✓	✓	✓
23	0.17	108	0.4	×	✓	#	✓	✓	✓

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

جميع الآبار المدروسة لم يتجاوز محتواها من الكلور الحدود المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية، باستثناء البئر(9)، أما فيما يتعلق بخصوص المواصفات الليبية فقد تجاوزات (6) آبار الحد المسموح به؛ وقد يرجع السبب نتيجةً للتلوث الناتج عن الأنشطة البشرية، بما في ذلك كلورة المياه والنشاط الصناعي والزراعي، أو بفعل التسرب من أنظمة الصرف الصحي والنفايات الي المياه الجوفية (WHO, 2023)، اما الكلوريد فأن جميع الآبار المدروسة لم يتجاوز محتواها الحدود المسموح به لمياه الشرب، حسب المواصفات الليبية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية. وقد تجاوز محتوى الفوسفات في الآبار (5، 12) الحدود المسموح به لمياه الشرب تبعاً لمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية؛ وقد يكون ذلك نتاج استخدام الأسمدة الفوسفاتيةً أو بسبب الفوسفات المذاب في الماء والمستخدم في مساحيق الغسيل والذي يصل إلى البيئة من خلال مياه الصرف الصحي غالباً (سعد وآخرون، 2006)، أما بخصوص المواصفات الليبية فلا توجد معايير خاصة بعنصر الفوسفات.

7.8.التحاليل الميكروبيولوجي:

كما هو موضح بالجدول رقم (4–9) والتي تبين مستويات التلوث الميكروبيولوجي بين مواقع الدراسة، فقد سجلت أعلي قيمة في المواقع (1) (236/ 100 مليلتر)، أما أقل قيمة فقد سجلت في عدد (6) آبار (0/ 100 مليلتر). يشير تجاوز محتوى التلوث الميكروبيولوجي في بعض الآبار المدروسة، الحدود المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية إلى تداخل مياه الصرف الصحي مع مياه تلك الابار، أما باقي الآبار فقد يكون خلوها من التلوث الميكروبي يعكس ارتفاع نسب الكلور في تلك الآبار عن الحد المسموح به في المواصفات القياسية الليبية، والمواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

جدول (4–9) يبين نتائج التحليل الميكروبي للآبار

البئر	وحدة القياس و.ت.م / مليلتر		الحد المسموح بها					
	القيمة		المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2020:10		مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO			
	E.Coli	Pathogen	E.Coli	Pathogen	E.Coli	Pathogen	Total coliform	
			100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	

1	100/236 مليلتر	100/230 مليلتر	✖	✖	✖	✖	236
2	100/34 مليلتر	100/22 مليلتر	✖	✖	✖	✖	56
3	100/8 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	8
4	100/33 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	33
5	100/42 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	42
6	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	✓	✓	✓	✓	0
7	100/43 مليلتر	100/3 مليلتر	✖	✖	✖	✖	46
8	100/1 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	1
9	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	✓	✓	✓	✓	0
10	100/57 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	57
11	100/30 مليلتر	100/22 مليلتر	✖	✖	✖	✖	52
12	100/29 مليلتر	100/68 مليلتر	✖	✖	✖	✖	97
13	100/51 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	51
14	100/22 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✖	✓	22
15	100/10 مليلتر	100/2 مليلتر	✖	✖	✖	✖	12
16	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	✓	✓	✓	✓	0
17	100/42 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✓	✓	42
18	100/35 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✓	✓	35
19	100/50 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✓	✓	50
20	100/1 مليلتر	100/0 مليلتر	✖	✓	✓	✓	1
21	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	✓	✓	✓	✓	0
22	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	✓	✓	✓	✓	0
23	100/0 مليلتر	100/0 مليلتر	✓	✓	✓	✓	0

المصدر: (من أعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية).

5-الاستنتاجات:

1. الأملاح الذائبة الكلية :معظم العينات كانت ضمن الحدود المسموح بها وفقًا لمنظمة الصحة العالمية، باستثناء ستة آبار تجاوزت المواصفات الليبية.

2. اللون: عينتان خالفتا الحدود الليبية، وعينة واحدة لم تتطابق مع مواصفات WHO.

3. العكارة :كانت ضمن الحدود المسموح بها وفقًا لمواصفاتWHO ، لكن تجاوزت الحدود الليبية في 11 بئرًا.

4. البيكربونات :معظم العينات كانت ضمن الحدود المسموح بها باستثناء بئر واحد.

5. النترات والفوسفات: تجاوزت مستويات النترات الحدود المسموح بها في ثلاثة آبار وفقًا لمواصفات WHO وفي 11 بئرًا وفقًا للمواصفات الليبية، والفوسفات تجاوزت الحدود في عينتين فقط.

6. التحاليل المكروبيولوجية: معظم الآبار كانت ملوثة باستثناء ستة آبار غير ملوثة بفضل ارتفاع تركيز الكلور فيها.

6-التوصيات:

1-توصيات للممارسات الفورية:

أ. الإسراع في تنفيذ شبكة مياه صرف صحي للأحياء الخالي من شبكات الصرف وخاصةً المستحدثة منها.

ب. إغلاق أو تقليل استخدام الآبار التي تظهر فيها مستويات عالية من التلوث الكيميائي والميكروبي حتى يتم معالجتها لضمان عدم تعرض السكان لمياه غير صالحة للشرب.

ج. ينبغي تطبيق تقنيات تنقية المياه مثل الفلترة، التعقيم، أو إضافة مواد كيميائية آمنة للقضاء على الميكروبات والعناصر الكيميائية الضارة.

2-توصيات للسياسات والتشريعات:

أ. يجب على الجهات المعنية تطبيق اللوائح والقوانين فيما يتعلق بالبيئة.

ب. نوصي بإنشاء نظام رقابة دوري وشامل على جميع الآبار لضمان التزامها بالمعايير الصحية، وذلك عبر فرق مختصة ومجهزة بأحدث التقنيات.

3-توصيات للبحث العلمي والتقني:

أ. يوصى بإجراء دراسات إضافية لفهم مصادر التلوث بدقة أكبر وتطوير استراتيجيات فعالة للحد منه، وذلك من خلال التعاون مع الجامعات ومراكز الأبحاث.

ب. نوصي بتبني تقنيات حديثة في مراقبة جودة المياه، مثل الأنظمة الجغرافية (GIS) وأدوات التحليل الكيميائي والميكروبي، لضمان دقة البيانات وسرعة التحليل.

4-خطط للتنمية المستدامة:

أ. يجب وضع خطط لإدارة مستدامة للموارد المائية تشمل تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر، وتطوير بنية تحتية ملائمة لتخزين وتوزيع المياه.

ب. تبني ممارسات زراعية صديقة للبيئة للحد من تلوث المياه الجوفية بالمبيدات والأسمدة، من خلال تقديم الدعم والتدريب للمزارعين على التقنيات الصديقة للبيئة.

5-التمويل والدعم:

أ. نوصي بتأمين مصادر تمويل لتنفيذ مشاريع تنقية ومعالجة المياه وتطوير البنية التحتية اللازمة، وذلك من خلال الميزانيات الحكومية أو المنظمات غير الحكومية.

ب. اقتراح طلب الدعم من المنظمات الحكومية والدولية المتخصصة في قضايا المياه والصحة، لتوفير الموارد والخبرات اللازمة لتنفيذ الخطط والتوصيات.

المراجـــع:

المراجع بالعربية:

1. **القرآن الكريم**، (سورة الأنبياء آية 30)، (المؤمنون اية 12)، (سورة السجدة آية 7)، (سورة الفرقان آية 54).

2. **أبو لبدة**، فتحي محمد، **المبروك**، فتحي محمد (2021). الآثار الجيوصحية لظاهرة تلوث المياه الجوفية بالفلور في حوض سهل الجفارة، شمال غرب ليبيا، صبراتة، ليبيا.

3. **أحمد**، حسون علي (2022). معالجة المياه، كلية الهندسة، قسم هندسة البيئة، جامعة المستنصرية، بغداد، العراق.

4. **الباروني**، سليمان صالح (1997). تأثير الاستغلال المفرط للمياه الجوفية في ليبيا، مجلة الهندسي،36-37، طرابلس، ليبيا.

5. **الحمداني**، إبراهيم عمر سعيد (2021). دراسة نوعية المياه الجوفية لبعض ابار ناحية المحلبية وصلاحيتها للاستخدامات المنزلية، المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة، العدد 2، ص 11-20، العراق.

6. **الربيعي**، صاحب (2008). التلوث المتني الأسباب والمعالجات، دار الحصاد للنشر والتوزيع، دمشق، سوريا.

7. **السروي**، أحمد (2007). التلوث الفيزيائي والكيميائي للبيئة المائية، الدار العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة.

8. **الســـلاوي**، محمود (1986). المياه الجوفية بين النظرية والتطبيق، الطبعة الأولى، الدار الجماهيرية للنشـــر والتوزيع والإعلان.

9. السـليمان، محمد عبد العزيز، **أبو كريمة**، عبد الواحد محمد، محمد، **الطاهر** سـمر محمد (2014). تقدير تركيز مجموع الأملاح الذائبة لمياه الري باستخدام منظومة استنتاج عصبية ضبابية مكيفة، المجلة المصرية للبحوث، 92 (3)، جيزة، مصر.

10. المهداوي سـمير، **عزة** حافظ (1997). المياه العذبة، الدار العربية للنشـر والتوزيع، العدد 25، ص 41-63، القاهرة، مصر.

11. عمر، أماني محمد (2005). الإنتاج الزراعي بمنطقة الخمس بين واقع الظروف الطبيعية وتنافر وتوافق العوامل البشـرية للفترة 1984-2000، رسـالة ماجسـتير في الجغرافيا، جامعة المرقب، كلية الآداب والعلوم، الخمس، ليبيا.

12. بغني، شـكري سـالم سـعيد (2018). أثر مياه الصـرف الصـحي على تلوث المياه الجوفية في مدينة نالوت، الأستاذ العدد (20)، ص 43-60.

13. حلوة عزت، **حسـين** سـهام (1999). الدليل التدريبي في مجال الطوارئ الصـحية وإصـحاح الشـرب، وازرة الصحة الأردن.

14. **سعد**، علي إبراهيم، **رياض** محمد، **مال الله**، نادية يحيى (2006). الكيمياء البيئية، الطبعة الأولى، منشورات أكاديمية الدراسات العليا، جنزور، ليبيا.

15. عون، أحمد أمحمد محمد (2002). الماء من المصدر إلى المكب، إصدارات الهيئة العامة للبيئة، طرابلس، ليبيا.

المراجع باللغة الإنجليزية:

1. ISO 5667-5 (2006). Water quality sampling: guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems, Geneva, Switzerland.

2. ASTM, Standard method “American Society for testing and material (2023).

3. AWAD, A. R., and ABU-ELSH'R, W (1998). Risk assessment for chlorinated organics in drinking water, Collogue Franco – Libanais sur.

4. Canli, M., Ay, o., & Kalay, M (1998). Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissue of Cyprinus carpio, Barbus capitoand Chondrostoma regiumfrom the Seyhan River, Turkey. Turkish journal of zoology, 22(2), 149-158.

5. EPA**,** Environmental Protection Agency (1983). United States, Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes.

6. EPA (2014). Environmental Protection Agency, Drinking Water Parameters, Wexford, Ireland.

7. Mendil, D (2006). Mineral and trace metal leveles in some cheese collected from turkey fond Chmistry, 96(4):- 532-537.

8. Narsimha**,** A., Sudarshan, V., Srinivasulu, P., Geetha, S., & Rama Krishna, B (2012**).** Major ion chemistry of groundwate in rural area of Kattanguru. Nalgonda District, Andhra Pradesh, India, Advances in Applied Science Research, 3(6), 4003-4009.

9. Oliver, M. A. (1997). Soil and human health: a review. European Journal of soil science, 48(4), 573-592.

10. Subbarao, G., Kumar, B. J., & Prashanth, B (2016). A STUDY ON CHEMICAL ANALYSIS OF WATER SAMPLES FROM MUSI RIVER AND GROUND WATER SAMPLES. I-Manager's Journal on Civil Engineering, 6(4), 7.

11. Tripathi, R. M., Raghunath, R., Sastry, V. N., & Krishnamoorthy, T. M (1999). Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products. Science of the total environment, 227(2-3), 229-235.

12. WHO, U. N. I. C. E. F. (2023) Unfpa. Geneva: WHO, 2**.**

Assessment of Pollution from sewage tanks and Their Impact on Groundwater in Al-Bayda City, Libya (Analytical Study)

Mustafa Mohamed Hamed*[1], Wesam F.A Mohamed[2], Zahran Al-Rawashda[3]
[1]Department of Environmental Science and Engineering, School of Basic Sciences, Academy of Graduate Studies, Al Jabal Al Akhdar, Libya
[2]Department of Primary Education Teacher, Faculty of Education, Omar Al-Mukhtar University, Al Bayda, Libya

[3] Department of Geography, Faculty of Arts and Sciences, Derna University, Derna, Libya
Bofa19912017@gmail.com