The North African Journal of Scientific Publishing (NAJSP)
مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي (NAJSP)
E-ISSN: 2959-4820
Volume 4, Issue 2, 2026
Page No: 313-325
Website: https://najsp.com/index.php/home/index
SJIFactor 2024: 5.49 **0.69 :2025 (AIF) معامل التأثير العربي** **ISI 2024: 0.696**

Evaluate the quality of well water and desalinated water, their suitability for drinking, and assess their health risks

Hajer Younus Ali Al-Maslati*
Department of Biotechnology, Faculty of Health Sciences, Aljafara University, Libya.

تقيم جودة مياه الابار ومياه التحلية ومدى ملاءمتها للشرب وتقدير مخاطرها الصحية

هاجر يونس على المسلاتي*
قسم التقنيات الحيوية، كلية العلوم الصحية، جامعة الجفارة، ليبيا

*Corresponding author: almslatyhajr719@gmail.com

Received: March 13, 2026	Accepted: April 26, 2026	Published: May 10, 2026

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/).

Abstract:
This study aims at evaluating the quality of drinking water in Tripoli and its surrounding areas. By analyzing groundwater well water and desalinated water samples for several physical, chemical, and biological parameters. The study is based on samples collected from 10 samples wells and 10 samples desalinated water in different locations were analyzed including the measurement of pH, total hardness, electrical conductivity, total dissolved solids, nitrate, and sulphate, as well as the determination of selected heavy metals, namely aluminum, chromium, iron, copper, lead, and zinc. The results were interpreted by comparing the physical and chemical quality of both water sources to international standards, such as the World Health Organization (WHO) guidelines, as well as the Libyan drinking water specification .The results showed that some well water samples contained high levels of dissolved salts and nitrates likely due to aquifer geological conditions or contamination from agricultural activities. But desalinated water contained lower concentrations of dissolved salts as a result of the treatment process however; it often had reduced levels of beneficial minerals, which may lead to chemical imbalance and greater interaction with plumbing materials. In both well water and desalinated water ,chromium was higher levels indicating potential limitations in treatment performance or contamination during storage and distribution. Microbiological contamination was detected in most well water samples, indicating possible external pollution of groundwater. When comparing the two water sources, clear differences were observed in chemical composition and mineral balance. Well water was characterized by a greater variety of naturally occurring minerals, whereas desalinated water was low in salts but often appears chemically “dead” due to the lack of mineral rebalancing. However, the desalinated water was found to be lacking in beneficial minerals, which can make it more chemically “unstable” or “dead” in terms of mineral balance. the, study concludes that it is necessary to establish a new, comprehensive, periodic monitoring and evaluation system for drinking water It is also important to re-mineralize desalinated water to ensure health safety and suitability for long-term use, while reducing problems related to corrosion and secondary contamination during distribution through domestic water networks.

Keywords: well water -desalinated water-the quality of drinking water.

الملخص:
تهدف الدراسة إلى تقييم جودة مياه الشرب في مدينة طرابلس وضواحيها من خلال تحليل عينات مياه الآبار ومحطات التحلية لعدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في هذه الدراسة نم إجراء تحليل مقارن بين خصائص مياه الآبار ومياه التحلية عبر تقييم الجوانب الفيزيائية والكيميائية، وبعض العناصر الثقيلة لكلا المصدرين. شملت الدراسة جمع 20 عينة 10) من الآبار الجوفية و10 من محطات التحلية وتحليلها وفقًا للمعايير الدولية مثل معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) والمواصفة الليبية لمياه الشرب. وأجريت عليها فحوصات ميكروبية وكيميائية شملت (قياس الرقم الهيدروجيني، العسر الكلي، التوصيل الكهربائي، الأملاح الذائبة الكلية والنترات والكيريتات وقياس بعض العناصر منها الألومنيوم والكروم والحديد والنحاس والرصاص والخارصين وكشفت النتائج من خلال تقييم الجوانب الفيزيائية والكيميائية لكلا المصدرين بعض عينات مياه الابار تحتوي على تركيزات عالية من الاملاح الدائبة والنترات ويعود هدا لتكوينات الصخور او التلوث بالأسمدة الزراعية بينما بكون نسبة ضئيلة للأملاح في مياه التحلية ويرجع دلك لنظام معالجة وتنقية المياه الدي جعلها تفتقر للمعادن المفيدة .اوضحت النتائج زيادة عنصر الكروم في كل من مياه التحلية والآبار. حتى بعد التحلية قد يدل على خلل في كفاءة بعض مراحل المعالجة أو وجود تلوث ثانوي ناتج عن التخزين أو النقل. وأظهرت نتائج الدراسة تلوثا بيولوجيا في اغلب عينات الابار مما يدل تلوث خارجي للمياه الجوفة نتيجة مياه الصرف الصحي وقد بينت المقارنة بين مياه الآبار ومياه التحلية وجود اختلافات واضحة من حيث التركيب الكيميائي والتوازن المعدني، حيث تميزت مياه الآبار بتعدد معادنها الطبيعية، بينما كانت مياه التحلية نقية من الأملاح لكنها غالبًا "ميتة كيميائيًا" بسبب انعدام التمعدن، مما يجعلها أكثر قابلية للتفاعل مع الأنابيب ونقل الملوثات الثانوية. في الختام، تبيّن من نتائج الدراسة ضرورة تطبيق نظام مراقبة فعّال لمياه الشرب بعد مرحلة الإنتاج، خصوصاً في محطات التحلية، مع العمل على إعادة تمعدن المياه المحلاة لضمان سلامتها الصحية وصلاحيتها للاستخدام على المدى الطويل، والحد من مشكلات التآكل والتلوث الثانوي أثناء النقل عبر شبكات التوزيع المنزلية.

الكلمات الافتتاحية: جودة المياه، مياه الابار، مياه التحلية، مياه الشرب.

المقدمة:

مصادر مياه الشرب متنوعة تشمل المياه السطحية مثل الأنهار والبحيرات، والمياه الجوفية كالآبار ،ايضا في المناطق التي يقل فيها الموارد المائية فأنها تعتمد عبة محطات التحلية لمعالجة المياه ونتيجة لزيادة الكثافة السكانية يتزايد الاعتماد على مياه الآبار ومياه التحلية التجارية لتلبية احتياجات السكان، تعتبر هذه المصادر مهمة لتوفير مياه صالحة للشرب، إلا أن جودتها تختلف باختلاف الظروف الجغرافية والتقنية المستخدمة في المعالجة (2)، تتميز مياه الآبار بكونها مياه جوفية قد تحتوي على تركيزات متفاوتة من المعادن والملوثات بالتالي فان هدة المصادر مهمة لتوفير مياه صالحة لشرب ذات جودة عالية وغير ملوته وتعد العناصر الثقيلة من اهم ملوثات المياه واشدها خطورة نتيجة لسميتها العالية وقدرتها على التراكم وقد تحتوي مياه الابار تحتوي على تركيزات مرتفعة من المعادن الثقيلة مثل الرصاص، والنترات الناتجة عن الأنشطة الزراعية، بالإضافة إلى المبيدات الحشرية التي تصل إلى المياه الجوفية بفعل استخدام الأسمدة والمبيدات في الأراضي الزراعية المجاورة، هذه الملوثات قد تسبب مشاكل صحية خطيرة عند استهلاكها لفترات طويلة، تشمل التسمم المزمن وأمراض الكلى والسرطان (3).

بينما في المقابل مياه التحلية التجارية تعتمد على تقنيات مختلفة لإزالة الأملاح والمعادن من مياه البحر أو المياه المالحة، و بما أن مياه التحلية تعُد حلًا حيويًا لمشكلة ندرة المياه في المناطق الساحلية والجافة، إلا أن عمليات التحلية لا تخلو من تحديات تتعلق بجودة المياه الناتجة، تشمل التحديات بقايا المواد الكيميائية المستخدمة في عمليات التعقيم ، ، والتي قد تتجمع في المياه المحلاة بنسب قد تتجاوز الحدود الصحية الموصي بها بالإضافة إلى ذلك، قد تحتوي المياه المحلاة على ملوثات عضوية أو معدنية تنتج عن المعدات والتقنيات المستخدمة في التحلية، تسبب هذه الملوثات آثارًا صحية محتملة مثل اضطرابات الغدد الصماء، زيادة خطر الإصابة بأمراض مزمنة، ومشاكل في الجهاز المناعي، لذلك، يصبح من الضروري متابعة جودة مياه التحلية بشكل مستمر وتحسين تقنيات المعالجة لتقليل هذه المخاطر (8).

يستخدم مؤشر معروف (WHO)لتقيم جودة المياه ويوضح مدى صلاحية المياه للاستهلاك البشري والشرب ويعتمد على قياس تركيز الملوثات والعناصر الثقيلة والمركبات العضوية والجراثيم والمواد الكيمائية توفير مياه نظيفة ضرورة للحماية من الأمراض التي تسببها الملوثات المائية حيت أظهرت الدراسات ان نقص توفر المياه النظيفة يفاقم من حدة الأمراض. ولهدا تحسين جودة المياه يعد من الضروريات الأساسية. وللحماية الصحة يجب توفير مياه ذات جودة عالية للحفاظ على الصحة العامة، والوقاية يشكل عام من مسببات الامراض ومن هدا المنطلق جاءت الدراسة على لتقيم جودة مبأة الابار ومياه التحلية ومدى صلاحيتها للشرب.

منطقة الدراسة:

تمتد منطقة الدراسة في نطاق مدينة طرابلس الكبرى وضواحيها المحيطة وهي تشمل مواقع مختارة من حيت كثافة السكان والتنوع الجغرافي والجيولوجي. وتختلف تضاريسها بين مناطق مرتفعة مثل الهضبة ،و هي اكثر المناطق كثافة سكانية واستهلاكيا للمياه، ومناطق منخفضة ذات طابع ريفي وزراعي مثل السواني وقصر بن غشير والأحياء البرّية، والتي تعتمد بشكل أساسي على المياه الجوفية لتلبية الاحتياجات المنزلية والزراعية كما تختلف هذه المناطق في البنية

التحتية الخاصة بشبكات توزيع المياه، إذ تعتمد بعض الأحياء على الشبكات الرسمية العامة، بينما يلجأ البعض الآخر إلى الصناعية الآبار الفردية أو الصهاريج التجارية هدة المواقع مختارة بعناية لتمثل المصادر الرئيسة لمياه الشرب المستخدمة من قبل السكان. في مناطق الدراسة مصادر المياه التي تعتمدها السكان للحصول على مياه الشرب هي مياه الابار ومياه محطات التحلية ولنتمكن من تقيم جودة المياه التي يستخدمها السكان للشرب لقد تم اختيار عشرين موقعًا استراتيجيًا لجمع عينات المياه (10 آبار جوفية + 10 محطات لتحلية المياه) موزعة جغرافيًا لتغطي مختلف المناطق الحضرية والريفية.

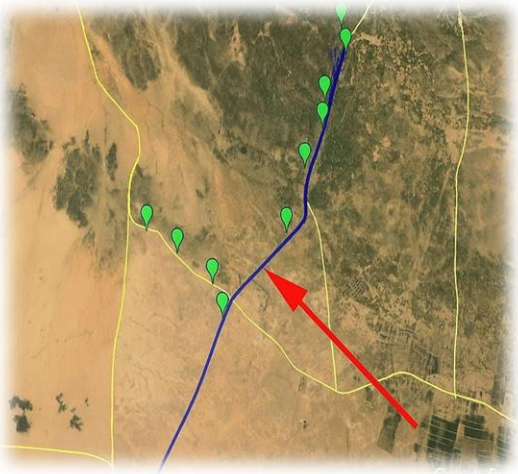
جمع العينات.

تم جمع عينات المياه من مواقع الدراسة المختلفة بتاريخ 20 أبريل 2025، وشملت عشر عينات من آبار جوفية تقليدي وعشر عينات من محطات تحلية كما هو موضح في الجدولين (1) و (2) اعتمدت طريقة الجمع على أسلوب اليدوي، حيث تم جمع كل عينة في حاويات بلاستيكية نظيفة ومعقمة، بعد غسلها ثلاث مرات بماء العينة نفسها، وذلك لضمان عدم التلوث. نُقلت العينات مباشرة إلى المختبر تحت ظروف نقل مناسبة، مع تسجيل المعلومات التالية في حينها (اسم الموقع، نوع المصدر (بئر، تحلية) وقت الجمع وتاريخ الجمع ودرجة حرارة وملاحظات على اللون أو العكارة الظاهرة تم حفظ العينات في صناديق تبريد لتثبيت خصائصها الفيزيائية والكيميائية، وأُجري التحليل المخبري خلال 24 ساعة من وقت الجمع.

جدول رقم (1): يوضح مواقع عينات مياه الآبار

رمز العينة	اسم الموقع	تاريخ الجمع	درجة حرارة	العمق	القطر	التأثير
W1	شمبيشه	20\4\2025	25C	75 m	85بوصة	ارض زراعية
W2	سيدي السائح1	20\4\2025	25C	75m	80بوصة	ارض زراعية
W3	الهضبة الشرقية	20\4\2025	19C	30 m	40بوصة	بئر منزلي
W4	بئر العالم	20\4\2025	25C	100 m	120بوصة	ارض زراعية
W5	بئر التوتة	20\4\2025	27C	180 m	210بوصة	ارض زراعية
6W	السواني بن ادم	20\4\2025	17C	210 m	300بوصة	ارض زراعية
W7	قصر بن غاشير	20\4\2025	18C	250 m	250بوصة	مطار طرابلس الدولي
W8	الاحياء البرية	20\4\2025	21C	110 m	250بوصة	خزانات النفط
W9	سيدي السائح 2	20\4\2025	23C	130m	300بوصة	ارض زراعية
W10	سوق الخميس	20\4\2025	2C	200 m	300بوصة	ارض جافة خدا

شكل رقم (1): توضح مواقع محطات الابار المياه ضمن نطاق الدراسة (المشار إليها بالنقاط الزرقاء)



شكل رقم (2): توضح مواقع محطات تحلية المياه ضمن نطاق الدراسة (المشار إليها بالنقاط الخضراء)

جدول رقم (2): يوضح مواقع عينات مياه التحلية

رمز العينة	مكان جمع العينة	تاريخ الجمع	درجة حرارة
W1	القو 1	20\4\2025	23C
W2	قرية بن عون	20\4\2025	19C
W3	النعم	20\4\2025	25C
W4	شمبيشه	20\4\2025	23C
W5	القو 2	20\4\2025	23C
W6	السواني بن ادم	20\4\2025	22C
W7	قصر بن غاشير	20\4\2025	C22
W8	الاحياء البرية	20\4\2025	23C
W9	سيدي السائح	20\4\2025	23C
W10	سوق الخميس	20\4\2025	26C

النتائج والمناقشة:

تم اجراء مجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية على العينات المأخوذة من مصادر مياه الآبار ومحطات التحلية وفق الإجراءات القياسية المعتمدة في وقد شملت الفحوصات وتم الحصول على عدة نتائج تم تمثيلها في أشكال بيانية، ومقارنة نتائج بالمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب.

القوام الظاهري في المياه يشير إلى الصفات الحسية المتعلقة بالمظهر العام للماء، مثل العكارة، الترسبات، والوضوح. وهى مؤشرات داعمة في تقيم المياه.الجدول (3) يتضمن نتائج القياسات الفيزيائية لعينات المياه المأخوذة من الابار الجوفية تم الإشارة إليها بـشوائب المواقع وجود شوائب في غالبية العينات يدل على تلوث مادي ظاهر و وقصر بن غشير (W7) ولسواني بن ادم (W6) وسيدي السائح1 (W2) وشمبيشه (W1) والهضبة الشرفية (W3) وسيدي السايح2 (W9) الاحياء البرية (W8) بئر العالم (W4) والمواقع لم تسجل (بها ملاحظات) رمز \ وهما بئر التوتة (W4) وسوق خميس (W10) وأظهرت نتائج تحليل الرائحة تنوعًا في خصائص لمياه الابار، حيث كانت عينة سوق الخميس. رائحة المجاري عينة سواني بن ادم ذات رائحة الكبريت وعينة الاحياء البرية رائحة الرطوبة تشير هذه النتائج إلى وجود مؤشرات تلوث عضوي أو كيميائي في بعض العينات، خاصة تلك التي تحمل روائح مثل الكبريت والصرف الصحي، والتي قد تنجم عن تسرب مياه ملوثة إلى الخزان الجوفي أو وجود تفاعل مع مواد كبريتية في التربة. الرائحة في مياه الشرب تعد مؤشرا حسيًا مهمًا لجودة المياه، وتستخدم كعلامة أولية لتحديد الحاجة إلى مزيد من التحاليل الكيميائية من جهة أخرى فان العشرة عينات مياه التحلية الموضحة في الجدول رقم (4) تشير النتائج عن غياب الرائحة في جميع العينات وخلو الماء من المواد العضوية والمعادن المؤثرة مثل الحديد او الملوثات الأخرى التي قد تغير لونه وهذا يعكس جودة العمليات المستخدمة في التحلية وكفاءة إزالة الشوائب.

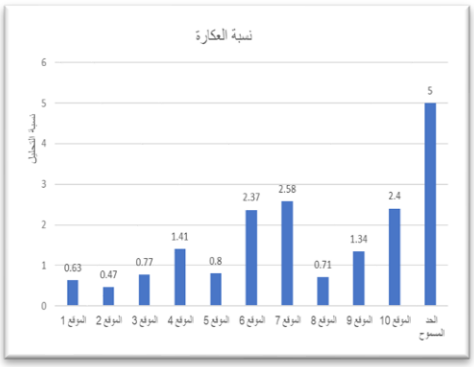
جدول رقم (3): الفحص الكيميائي والفيزيائي لعينات الابار

الموقع	التوصيل الكهربائي EC	درجةPH	نسبة العكارة	اللون	الرائحة	الشوائب	القوام	TDS	النترات	الالومنيوم	الكبريتات
W1	754	7.61	0.63	لون بلا	\	بها شوائب	\	490.1	41.9	0.04	36
W2	627.9	7.68	0.47	لون بلا	\	بها شوائب	\	408.1	33.2	0.01	180
W3	1791	7.58	0.77	لون بلا	يوجد رائحة	بها شوائب	\	1164.15	62.5	0.01	185
W4	1472	7.36	1.41	لون بلا	يوجد رائحة	بها شوائب	\	956.8	65	0	54
W5	1715	7.45	0.80	لون بلا	\	\	\	1114.75	63.1	0	165
W6	2094	7.66	2.37	لون بلا	رائحة كبريت	بها شوائب	\	1361.1	0.5	0	195
W7	1644	7.6	2.58	لون بلا	\	بها شوائب	\	1068.6	52.9	0	240
W8	720.9	7.75	0.71	لون بلا	رائحة رطوبة	بها شوائب	\	468.585	37.2	0.03	49
W9	1909	7.1	1.34	لون بلا	\	بها شوائب	\	1240.85	39.9	0	195
W10	1637	7.19	2.4	محمر	رائحة صرف صحي	\	\	1064.05	3.5	0	190
الانحراف المعياري	507.45	0.207	NTU 0.775	لون بلا	\	\	\	39.17	23.05	0.014	74.15
المواصفات الليبية	1600	6.5 – 8.5	NTU 5.0		الرائحة	الشوائب	\	1000	45	0.2	200-400

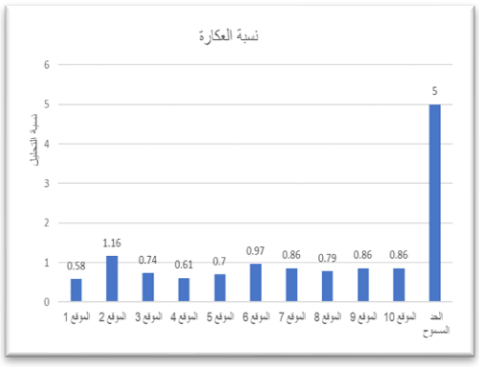
جدول رقم (4): الفحص الكيميائي والفيزيائي لعينات التحلية

الموقع	EC	درجةPH	اللون	نسبة العكارة	الرائحة	الشوائب	القوام	TDS	النترات	الالومنيوم	الكبريتات
W1	32.01	6.18	لون بلا	0.58	\	\	\	16.005	5.5	0.04	3
W2	17.9	6.05	لون بلا	1.16	\	\	\	8.95	1.7	0.01	0
W3	231.4	7.42	لون بلا	0.74	\	\	\	115.7	20.7	0	1
W4	51.07	6.4	لون بلا	0.61	\	\	\	25.535	2.1	0.02	0
W5	73.46	6.21	لون بلا	0.70	\	\	\	36.73	8.8	0	3
W6	204.9	6.95	لون بلا	0.97	\	\	\	102.45	0.4	0.01	14
W7	15.41	5.8	لون بلا	0.86	\	\	\	7.705	0.4	0	34
W8	77.65	6.85	لون بلا	0.79	\	\	\	38.825	4.5	0	14
W9	15.13	6.23	لون بلا	0.86	\	\	\	7.565	1.7	0.03	15
W10	158.9	6.89	بلا لون	0.86	\	\	\	79.45	2.4	0.01	33
الانحراف المعياري	77.18	0.48	لون بلا	NTU 0.16			\	38.59	6.15	330.01	12.30
المواصفات الليبية		6.5 – 8.5	لون بلا	NTU 5.0			\	1000	45	0.2	200-400

نسبة العكارة وهي مقياس لشفافية المياه، وتعكس وجود الجزيئات العالقة غير الذائبة مثل الطين، المواد العضوية، الكائنات الدقيقة، والطحالب. أظهرت نتائج قياس العكارة في عينات مياه الابار وعينات مياه التحلية. حيث تراوحت قيم العكارة للعينات مبأة الابار بين (NTU0.47و NTU2.58) وهو ما يشير إلى اختلاف ملحوظ في صفاء المياه بين العينات المختلفة كما القيم المنخفضة للعكارة إلى صفاء نسبي في المياه، مما يدل على ضعف احتمالية وجود ملوثات عالقة. أما القيم المرتفعة فتحتمل أن تكون ناتجة عن تسربات سطحية، أو تآكل جدران الآبار، أو نتيجة لعمليات حفر غير محكمة، وهو ما يتطلب متابعة وفحص مستمر لضمان السلامة الصحية من خلال الشكل رقم (4) أظهرت نتائج العينات مياه التحلية قيمًا تراوحت بين (NTU 0.58 وNTU1.16 وهي جميعها تقع ضمن الحد المسموح به (NTU 5) حسب معايير منظمة الصحة العالمية. العكارة المنخفضة تعد مؤشرا مهمًا على جودة المعالجة، بينما أي زيادة فيها قد تشير إلى خلل في نظام الفلترة أو تسرب مواد غريبة إلى خطوط التوزيع. ومن المهم الإشارة إلى أن العكارة لا تؤثر فقط على الطعم والرائحة، بل قد تعيق أيضًا فعالية عمليات التطهير مثل الكلور، مما يجعل مراقبتها ضرورية في أنظمة مياه الشرب.



شكل رقم (3): يوضح نسبة العكارة لعينات مياه الآبار

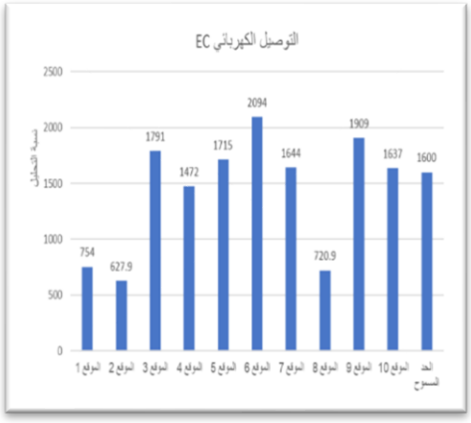


شكل رقم (4): يوضح نسبة العكارة لعينات مياه التحلية

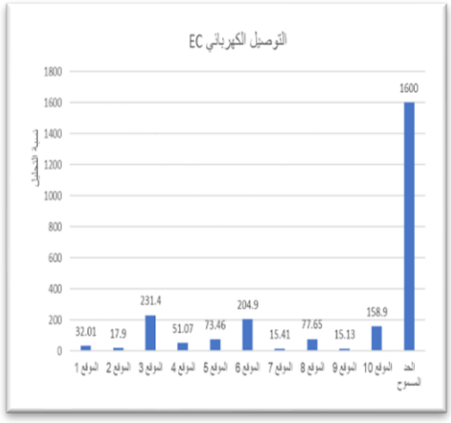
التوصيلية الكهربائية (EC):

يعبر عن مدى قدرة الماء على توصيل التيار الكهربائي، وهي من المؤشرات الفيزيائية المهمة في تقييم جودة المياه. هذه الخاصية تعتمد بشكل مباشر على تركيز الأملاح الذائبة في الماء، خصوصًا الأيونات المشحونة مثل الصوديوم (Na^+)، البوتاسيوم(K^+)، الكلوريد (Cl^-) ، الكبريتات (SO_4^{2-}) ، والكربونات(CO_3^{2-}). شكل عام، كلما زاد تركيز هذه الأيونات في الماء، ازدادت قيم التوصيلية الكهربائية، مما يعكس زيادة في المحتوى الملحي للمياه (Salinity)، وهو مؤشر غير مباشر على صلاحيتها للاستخدام البشري أو الزراعي من خلال النتائج المتحصلة عليها من الجدول (3) تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية لعينات الآبار بين 627.9 µS/cm و2094 µS/cm، بمدى بلغ 1466.1 µS/cm مما يدل على وجود تباين كبير في محتوى الأملاح الذائبة بين مختلف العينات. تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية لعينات الآبار بين 627.9 µS/cm و2094 µS/cm، بمدى بلغ 1466.1 µS/cm، وانحراف معياري قدره 507.45 µS/cm، مما يدل على وجود تباين كبير في محتوى الأملاح الذائبة بين مختلف العينات. القيم المرتفعة في بعض الآبار قد تكون ناتجة عن تداخل مياه البحر، أو وجود ترسبات جيولوجية غنية بالأملاح، أو ضعف عمليات التنقية الطبيعية، خصوصًا في المناطق ذات الصخور القابلة للذوبان. بينما تشير القيم المنخفضة إلى مياه أقل ملوحة

وأقرب إلى المعايير المقبولة للاستهلاك من الملاحظ الشكل (6) في هذه الدراسة لعينات مياه التحلية تراوحت القيم بين 15.13 µS/cm و231.4 µS/cm ، ما يعكس تفاوتا واضحًا في تركيز الأملاح حتى بعد عملية التحلية. ورغم أن هذه القيم تقع ضمن الحدود المقبولة لمياه الشرب، إلا أن ارتفاع بعض القيم قد يدل على وجود أملاح متبقية أو ترسبات من خطوط النقل. كما تعد التوصيلية الكهربائية من المعايير الرقابية الروتينية التي تستخدم لتقييم فعالية نظم التحلية. أي ارتفاع مفاجئ في هذه القيمة يُشير عادةً إلى فشل جزئي في الأغشية أو تآكل داخلي في أنظمة التخزين. لذلك، فإن مراقبتها دورياً ضرورة لضمان جودة المياه الموزعة بعد المعالجة.



شكل رقم (5): يوضح قياسات التوصيل الكهربائيEC لعينات مياه الآبار

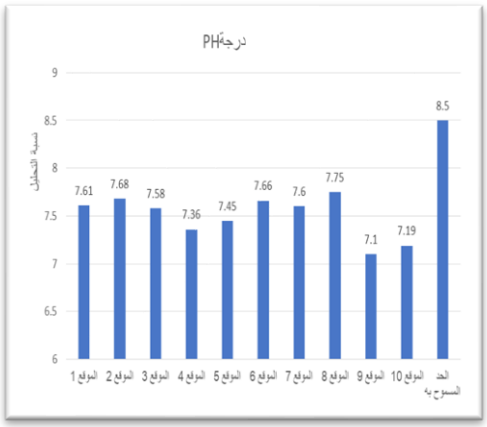


شكل رقم (6): يوضح قياسات التوصيل الكهربائيEC لعينات مياه التحلية

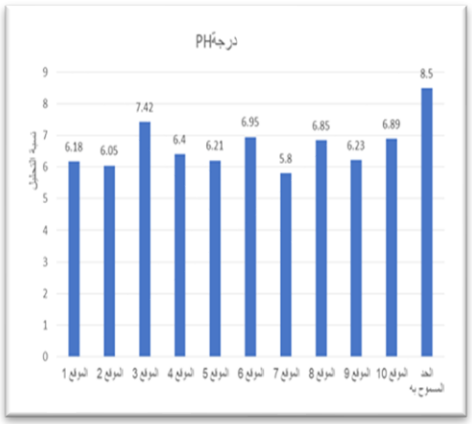
درجة الحموضة (PH):

تشير درجة الحموضة إلى مدى قلوية أو حموضة المياه، وهي من العوامل التي تؤثر على الذوق، وسلوك الأملاح، وتآكل الأنابيب القيم التي تم تسجيلها في هذه الدراسة لعينات مياه الابار المجمعة من مناطق مختلفة من الشكل (7) تراوحت قيم درجة الحموضة (pH) في عينات مياه الآبار بين 7.1 و7.75، وهو ما يضع جميع العينات ضمن النطاق المتعادل تقريبًا (6.5 – 8.5)، بحسب معايير جودة مياه الشرب .تشير إلى مياه معتدلة الحموضة تميل قليلًا إلى القلوية، مما يوفر بيئة مناسبة لكفاءة تطهير جيدة، ولا تشكل خطرا كبيرا على الاستخدام البشري أو الزراعي ضمن هذا النطاق.

من خلال النتائج الموضحة بالشكل رقم (8) لوحظ ان جميع عينات لمياه التحلية ان PHضمن الحدود الموصي بها حيث سُجّلت قيم تراوحت بين 5.8 و 7.42مما يدل على أن مياه التحلية كانت متعادلة إلى حامضية خفيفة، وهي مثالية تمامًا. ويُعد المجال المقبول عالميًا لدرجة pHفي مياه الشرب بين 6.5الي 8.5، وأي انحراف عن هذا النطاق قد يؤدي إلى تآكل الأنابيب أو ترسب الأملاح، إضافة إلى تأثيره على فعالية التطهير لتحكم في PH داخل محطات التحلية يتم غالبًا بإضافة محاليل تعديل (كالصودا أو الحمض)، لضمان استقرار الشبكة وحماية المكونات المعدنية.



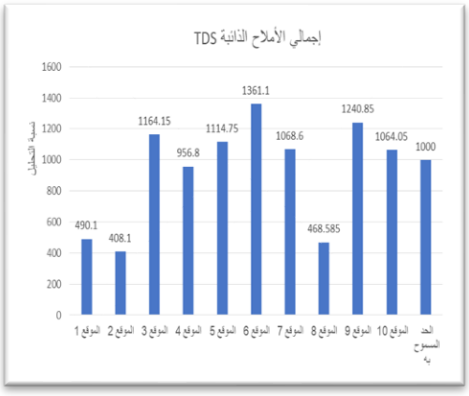
شكل رقم (7): يوضح درجة PH لعينات مياه الابار



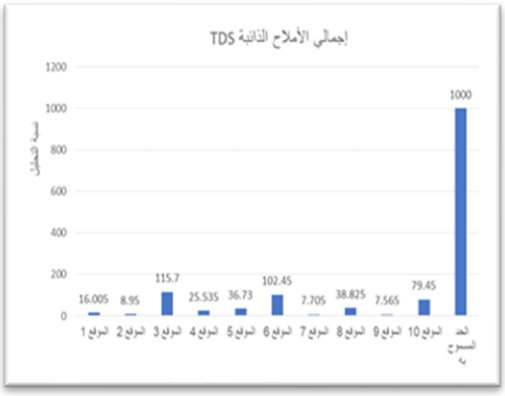
شكل رقم (8): يوضح درجة PH لعينات مياه التحلية

المواد الصلبة الذائبة الكلية:

يُعد تحليل عن مجموع من أهم الفحوص الكيميائية التي تُجرى لتقييم نوعية المياه ومدى صلاحيتها للاستخدام البشري، خاصة كمياه شرب. يُعبّر مؤشر تركيز المواد غير العضوية (مثل الأملاح المعدنية) والعضوية الذائبة في الماء، والتي تشمل أيونات، (Cl^-)، الكلوريد (Mg^{2+})، المغنيسيوم (Ca^{2+}) ، الكالسيوم(K^+)، البوتاسيوم(Na^+) مثل الصوديوم (CO_3^{2-}) والكربونات(SO_4^{2-}) الكبريتات. وتؤثر قيمة TDS بشكل مباشر على طعم المياه وتُستخدم كمؤشر غير مباشر على مدى ملوحة الماء. كما أنها تلعب دورًا مهمًا في تحديد الحاجة إلى معالجات إضافية مثل التحلية أو التنقية، خاصة عند استخدام المياه في الأغراض المنزلية أو الصناعية. نلاحظ من خلال النتائج الموضحة في الجدول رقم (3) والشكل (9) أن قيم الأملاح الكلية الذائبة لمياه الابار تراوحت قيمة بين 408.135و1361.10 ملغ/لتر. يشير هذا إلى تفاوت كبير في تركيز الأملاح بين المواقع. القيم الأعلى من (1000 ملغ/لتر) كما في بعض المواقع قد تؤثر على الطعم وصلاحية المياه للشرب، وتحتاج إلى مراقبة مستمرة. وفي المقابل أظهرت نتائج عينات مياه التحلية تباينًا في قيم TDSتراوحت بين 7.565ملغم/لتر و115.7 ملغم/لتر، كما موضح بالشكل رقم (10) مما يدل على وجود فروقات واضحة في كمية الأملاح المتبقية بعد التحلية القيم المسجلة عمومًا تقع ضمن الحد المسموح به لمياه الشرب وفقا لمنظمة الصحة العالمية (1000 ملغم/لتر)، ما يشير إلى كفاءة مقبولة في ازالة الأملاح الذائبة.



شكل رقم (9): يوضح إجمالي الاملاح الذائبة لعينات مياه الابار

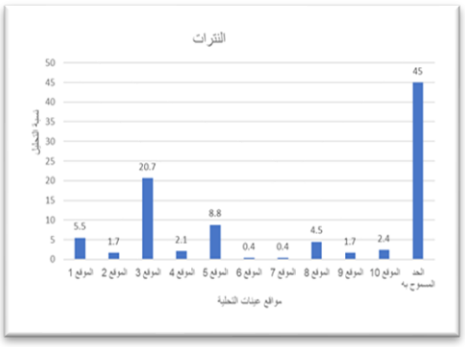


شكل رقم (10): يوضح إجمالي الاملاح الذائبة لعينات مياه التحلية

النترات:

تعد من المركبات الكيميائية الهامة التي يُشير وجودها في المياه إلى مصادر تلوث زارعيه أو صرف صحي. وتنتج النترات عادة عن تحلل المواد العضوية، أو تسرب الأسمدة النيتروجينية لقد سجّلت تركيزات النترات في عينات مياه الآبار قيمًا تراوحت بين 0.5 ملغ/لتر و63.1 ملغ/لتر، بمتوسط عام بلغ 39.97 ملغ/لترمما يُظهر تفاوتا ملحوظًا في توزيع النترات بين المواقع المختلفة. في هذه الدراسة، سجلت عينات مبأة التحلية تركيزات تراوحت بين 0.4 ملغم/لتر و20.7 ملغم/لتر القيم المسجلة تعد منخفضة جدًا مقارنةً بالحد الأقصى المسموح به (45 ملغم/لتر)، مما يدل على كفاءة المعالجة واستقرار مصدر المياه الخام المستخدم في التحلية. ورغم ذلك، فإن العينات التي تجاوزت (15 ملغم/لتر) مثل العينة موقع النعم تستوجب إعادة فحص مصدر المياه أو خطوط التخزين. والخطورة الكبرى للنترات تكمن في تأثيرها على الأطفال الرضع، إذ قد تسبب ما يعرف بمتلازمة "الطفل الأزرق"، وهي حالة ناتجة عن انخفاض قدرة الدم على حمل الأوكسجين. لذلك فإن السيطرة على هذا المركب تعد ضرورية جدًا، خاصة في المناطق التي تعتمد على التحلية كمصدر رئيسي للمياه.

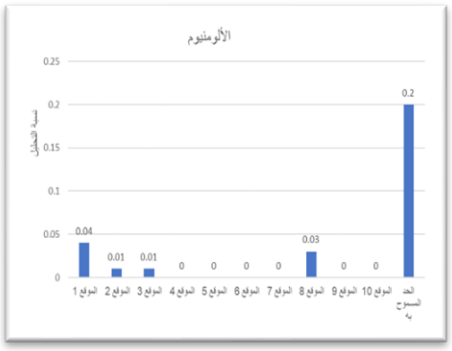
شكل رقم (11): يوضح قياسات النترات لعينات مياه الابار



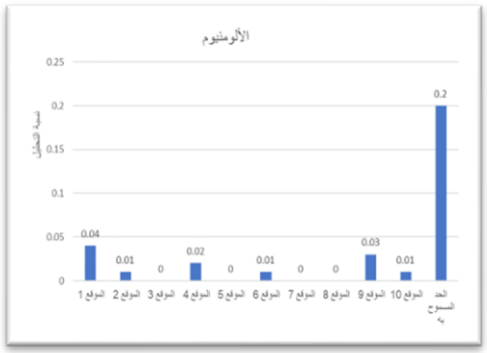
شكل رقم (12): يوضح قياسات النترات لعينات مياه التحلية

الألومنيوم:

من العناصر غير الأساسية في مياه الشرب، وعادة ما يوجد بكميات ضئيلة جدًا نتيجة استخدام الشبكات في معالجة المياه أو تسربه من الأنابيب المعدنية، يمكن أن يدخل الألمنيوم إلى مياه الشرب من مصادر طبيعية مثل الصخور والتربة التي تحتوي على هذا المعدن. أظهرت نتائج تحليل الألومنيوم في مياه الآبار مستويات منخفضة جدًا، تراوحت بين 0.00ملغ/لتر في عدد من المواقع، و0.04ملغ/لتر كأعلى تركيز تم رصده في الموقع شمبيشه ، ما يُشير إلى ثبات وتركيز ضئيل جدًا لهذا العنصر في معظم المواقع. كما أوضحت النتائج الواردة من جدول رقم (4) والشكل رقم (14) ان جميع القيم المسجلة لعينات مياه التحلية كانت ضمن الحدود المثالية لمياه الشرب، تراوحت تراكيز الألومنيوم بين 0.00و0.04 ملغم/لتر. يُعد الألومنيوم من العناصر غير الأساسية لجسم الإنسان، ويمكن أن يتواجد في المياه إما بسبب التكوين الجيولوجي للتربة أو من خلال استخدام مواد تحتوي على الألومنيوم في شبكات التوزيع أو التنقية مثل الشبكات في محطات المعالجة. ورغم عدم وجود حد صارم من منظمة الصحة العالمية بخصوص تركيزه، إلا أن المستويات الأعلى من 0.2 ملغ/لتر قد تؤثر على الطعم واللون وتسبب ترسبات.



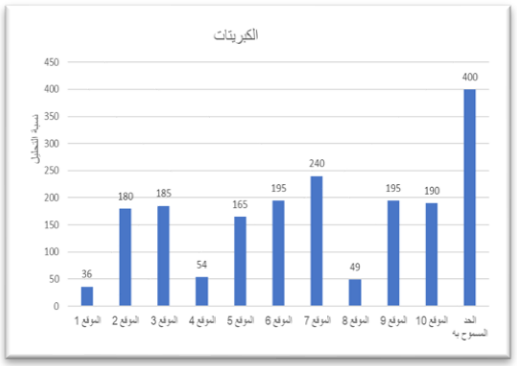
شكل رقم (13): يوضح قياسات الألومنيوم لعينات مياه الابار



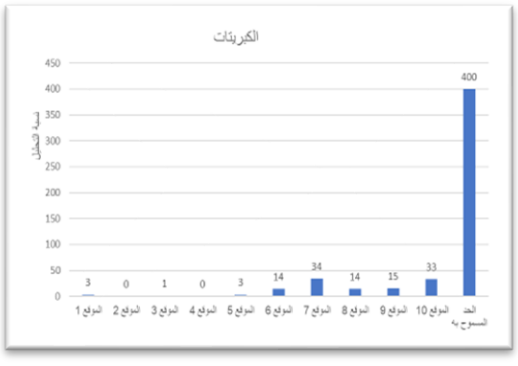
شكل رقم (14): يوضح قياسات الألومنيوم لعينات مياه التحلية

الكبريتات:

وهي مركبات غير عضوية تذوب في الماء بفعل تحلل الصخور أو التربة أو بسبب وجود رواسب معدنية، وغالبًا ما توجد في المياه الجوفية بنسب متفاوتة. حيث أظهرت نتائج تحليل الكبريتات في مياه الآبار المدروسة تباينًا واسعًا، حيث تراوحت القيم بين 36 ملغ/لتر و240ملغ/لتر، وهو ما يدل على وجود اختلافات واضحة في تراكيز الكبريتات بين الآبار. وتعتبر الكبريتات من الأيونات الطبيعية التي توجد في المياه الجوفية نتيجة لذوبان الصخور المحتوية على الجبس أو البيريت أو الكبريتات المعدنية. وتعد من المركبات غير الضارة غالبًا عند مستويات منخفضة، ولكن عند تجاوز 250 ملغ/لتر قد تؤدي إلى تأثيرات ملينة، وتسبب طعمًا غير مستساغ في المياه. النتائج الحالية تظهر أن جميع القيم المسجلة ضمن الحدود الآمنة جدًا، ولا تشكل خطرا صحيًا مباشرا، ومع ذلك فإن التفاوت بين المواقع يشير إلى اختلاف في الطبيعة الجيولوجية أو قرب بعض الآبار من مصادر سطحية تتأثر بتصريف الأملاح أو المخلفات الزراعية. وأيضا عينات مياه التحلية تراوحت قيم الكبريتات في عينات الدراسة بين 0.00 و34 ملغم/لتر، وهي نسب تعتبر منخفضة جدًا ولا تسبب أي تأثير سلبي على صحة الإنسان أو طعم المياه.



شكل رق (15): يوضح قياسات الكبريتات لعينات مياه الابار



شكل رقم (16): يوضح قياسات الكبريتات لعينات مياه التحلية

فحوصات العناصر الثقيلة:

تُعد العناصر الثقيلة من الملوثات الكيميائية التي تثير قلقًا صحيًا كبيرًا بسبب طبيعتها السامة حتى عند تركيزات منخفضة، وقدرتها على التراكم في الجسم البشري والبيئة على المدى الطويل. المعادن الثقيلة (مثل النحاس، والزنك) ضرورية للعمليات الحيوية ومع ذلك، في تركيزات أعلى فإنها يمكن أن تؤدي إلى التسمم. يمكن أن يؤدي التسمم بالمعادن الثقيلة، على سبيل المثال، من تلوث مياه الشرب (أنابيب الرصاص على سبيل المثال)، ويؤدي إلى تلف الجهاز العصبي واضطرابات النمو لدى الأطفال. يُعد الكروم من أكثر العناصر خطورة ضمن فئة المعادن الثقيلة، خصوصًا في صورته سداسية التكافؤ($^{6+}$Cr) لتي تصنف كمادة مسرطنة ومضرة بالصحة. تتضمن هذه الدراسة التحقق من تلو مياه الشرب بالمعادن الثقيلة منها النحاس (Cu) الخارصين (Zn)،الكروم(Cr) ، والحديد(Fe) ، و الرصاص .(Pb) كما مبين في الجدولين 5 و6.

جدول رقم (5): يوضح فحص العناصر الثقيلة للعينات مياه الابار

رمز الموقع	النحاس	الكروم	الخارصين	الرصاص	الحديد
W1	0.002	ND	0	ND	0
W2	0.014	0.053	0	ND	0
W3	ND	ND	0	ND	0
W4	10.01	ND	0	ND	0
W5	0.03	ND	0	ND	0
W6	ND	ND	0	ND	0
W7	0	ND	0	ND	0
W8	ND	ND	0.0646	ND	0
W9	0.003	ND	0	ND	0
W10	0	ND	0	ND	0
	0.0124	ND	0	ND	0
-	1	0.05	15	0.05	0.3

في هذه الدراسة، تم تحليل تركيز عنصر الحديد في عشر عينات من المياه الجوفية جُمعت من آبار تقع في مناطق متفرقة من مدينة طرابلس وضواحيها. أظهرت نتائج التحليل المختبري أن معظم العينات لا تحتوي على تركيزات ملحوظة من الحديد القابل للذوبان. ومن الجدول رقم (5) سجّلت تركيزات عنصر الخارصين في عينات مياه الآبار الاحياء البرية، 0.0646 Mg/Lفي هدا الموقع كأعلى قيمة، ولوحظ انخفاض التركيز عن حدود المسموح، مما يعكس وجود العنصر بنسب ضئيلة. وتشير هذه النتائج إلى أن معظم القيم في العينات الابار الأخرى كانت لا تحتوي على عنصر الخارصين وقد قيم تركيز عنصر الرصاص Pb في عشر عينات من مياه الآبار الجوفية المجمعة من مواقع مختلفة في مدينة طرابلس وضواحيها. وكان تركيز الرصاص اقل من حد الكشف وهدا يشير الى انخفاضه وهو ما يُعد مؤشرا إيجابيًا نسبيًا.

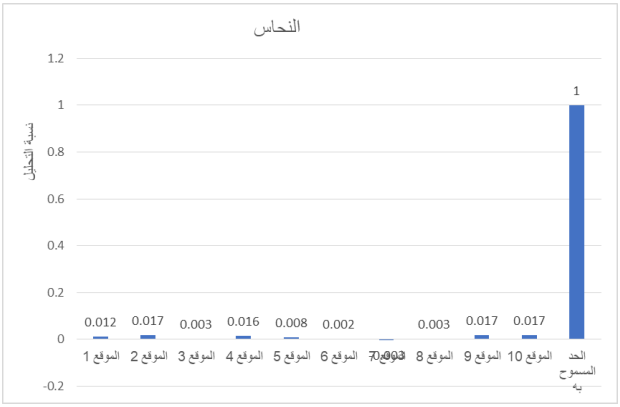
شكل رقم (17): يوضح قياسات تركيز النحاس لعينات مياه الابار

وتظهر هذه النتائج أن مستويات النحاس عمومًا منخفضة، وبعضها دون حدود الكشف، مما يشير إلى عدم وجود تلوث معدني ظاهر بالنحاس في معظم المواقع المدروسة حيث تراوحت قيم تركيز النحاس في عينات مياه الآبار mg/L 0.011-كأدنى تركيز في الموقع يئر العالم و 0.03 mg/L كأعلى قيمة مسجلة في موقع يبئر التوتة كما أظهرت نتائج تحليل عنصر الكروم في مياه الآبار الموقع سيدي السائح ، و 0.053 Mg/L كأعلى قيمة في المواقع، وهي دلالة على وجود اختلافات كبيرة في مستويات العنصر بين المواقع المختلفة. و تشير القيم في معظم المواقع إلى أن الكروم في هذه العينات كان غالبًا دون حدود الكشف.

وتضمنت الدراسة تحليل 10 عينات من مياه التحلية المجمعة من محطات مختلفة في مدينة طرابلس وضواحيها. وتم تحديد تركيز عنصر الحديد في عشر عينات ووفقا لنتائج الدراسة، فإن مياه التحلية كانت خالية فعليًا من الحديد، وهو ما يُعد مؤشرا على جودة المعالجة وعدم وجود تآكل أو صدأ في الشبكة الداخلية لنظام التحلية أو التخزين. وقد قيم تركيز عنصر الرصاص في عشر عينات، وكانت جميع العينات لا تحتوي على عنصر الرصاص ويُعتبر غياب الرصاص في العينات دليلًا على أن عمليات التحلية كانت فعالة في إزالة هذا المعدن الخطير، أو أن مصدر المياه الخام المستخدم أصلًا كان نظيفا وخاليًا من التلوث الصناعي أو التعديني. ويجدر التنويه بأن ارتفاع تركيز الرصاص قد لا يكون دائمًا ناتجً عن المصدر، بل قد يحدث نتيجة تآكل الأنابيب المعدنية القديمة أو الحنفيات، ولهذا يُوصى دومًا بمراقبة دورية حتى في أنظمة تحلية المياه. ومن جهة أخرى تم قياس عنصر النحاس في هذه الدراسة لعينات مياه التحلية، سُجلت تراكيز تراوحت بين 0.0 ملغم/لتر و 0.017 ملغم/لتر، ما يشير إلى وجود كميات ضئيلة جدًا من النحاس في بعض العينات، مع غياب شبه تام في البعض الآخر. كما موضح في الشكل (18) وبما ان الحد الأقصى المسموح به لمادة النحاس في مياه الشرب هو 1 ملغم/لتر، لذلك فإن النتائج الحالية تعتبر مثالية وآمنة نماما و من الجدول رقم (6) تراوحت تراكيز الخارصين بين - 0.0057 mg\L و0.1541 mg\L ، وهو ما يُعد نطاقا ضيقا نسبيًا وضمن المستويات المقبولة. وأظهرت نتائج التحليل في مياه التحلية غياب عنصر الكروم في معظم العينات، بينما سُجّلت قيمة 0.105 mg\L في موقع القيو، وهي أعلى من الحد الأقصى المسموح به والبالغ 50.0 mg\L بحسب منظمة الصحة العالمية والمواصفات الليبية. تعد هذه القيمة المرتفعة استثناءً. إذ قد يكون سببها تسرب من أجزاء معدنية، أو خلل في مراحل التحلية. الكروم قد يسبب تأثيرات سلبية على الكبد والكلى، ويزيد من خطر الإصابة بالأمراض السرطانية عند التعرض المزمن له. ولهذا فإن وجوده يجب أن يُتابع بدقة شديدة. تمامًا.

جدول رقم (6): يوضح فحص العناصر الثقيلة للعينات مياه التحلية

رمز الموقع	النحاس	الكروم	الخارصين	حديد	الرصاص
W1	0.012	0.105	0.0014	0	0
W2	0.017	0.065	0.0057	0	0
W3	0.003	0	0.0083	0	0
W4	0.016	0	0.0007	0	0
W5	0.008	0	0.0032	0	0
W6	0.002	0	0	0	0
W7	0	0	0.0029	0	0
W8	0.003	0	0	0	0
W9	0.017	0.003	0	0	0
W10	0.017	0	0.1541	0	0
الانحراف المعياري	07570.0	0	0	0	0
المواصفات الليبية(mmg\L)	1	O.O5	15	0.3	0



شكل رقم (18): يوضح قياسات النحاس لعينات مياه التحلية

الفحص البيولوجي للعينات:

يشكل الفحص البيولوجي جزءًا حيويًا من دراسة جودة مياه الشرب، حيث يُستخدم لتقييم مدى نقاء المياه من الملوثات الحيوية والكائنات الدقيقة الضارة التي قد تؤثر على الصحة العامة. يُعد وجود البكتيريا الممرضة أو المؤشرات الحيوية مثل بكتيريا القولون الكلية Total (Coliforms) وبكتيريا الإشريكية القولونية E.coli مؤشرًا واضحًا على تعرض المياه لتلوث محتمل من مصادر بشرية أو حيوانية.

جدول رقم (7): الفحص البيولوجي للعينات مياه الابار

رمز الموقع	ECO	TC	EC
W1	Ve+	>10	Ve+
W2	Ve+	>10	Ve+
W3	Ve-	>10	Ve-
W4	Ve-	>10	Ve+
W5	Ve-	>10	Ve+
W6	Ve+	>10	Ve+
W7	Ve+	25	Ve+(tmtc)
W8	Ve+(tmtc)	>10	Ve+
W9	Ve+(tmtc)	>10	Ve+(tmtc)
W10	Ve+	>10	Ve+
لمواصفات الليبية	Ve-	>10	Ve-

جدول رقم (8): الفحص البيولوجي للعينات مياه التحلية

رمز الموقع	ECO	TC	EC
W1	Ve+	>10	Ve+
W2	Ve-	>10	Ve-
W3	Ve+	>10	Ve+
W4	Ve-	>10	Ve-
W5	Ve-	>10	Ve-
W6	Ve-	>10	Ve+
W7	Ve-	>10	Ve-
W8	Ve-	>10	Ve-
W9	Ve+	>10	Ve-
W10	Ve+	>10	Ve+
مواصفات الليبية	Ve-	>10	Ve-

1. **بكتيريا الإيشيريشيا كولاي (E. coli – ECO):**

تُعد بكتيريا الإشريكية القولونية (Escherichia coli - E. coli) من أهم المؤشرات الحيوية المستخدمة في تقييم صلاحية مياه الشرب من الناحية الصحية. يُشير وجود هذه البكتيريا في مياه الشرب إلى تلوث حديث بمخلفات بشرية أو حيوانية، وهو مؤشر قوي على احتمالية وجود كائنات دقيقة ممرضة أخرى مثل الفيروسات، الطفيليات، أو أنواع أخرى من البكتيريا الضارة.أظهرت نتائج تحليل بكتيريا E. coli في عينات مياه الآبار تباينًا واضحًا، حيث تم تسجيل 5 عينات ملوثة (+Ve) لمواقع قصر بن غاشير(W7) ولسواني بن ادم (W6) و سيدي السائح (W2) و شمبيشه (W1) وسوق الخميس (W10) بينما تلاته عينات غير ملوثة (+Ve) في المواقع الهضبة الشرقية(W3) وبئر العالم (W4) وبئر التوتة (W5). وحالتان إيجابية مع كثافة عالية جدًا (TMTC)+Veفي الموقعين الاحياء البرية (W8) وسيدي السايح (W9) وهو ما يشير إلى أن عدد المستعمرات كان "أكثر من أن يُعدّ (Too Many To Count).

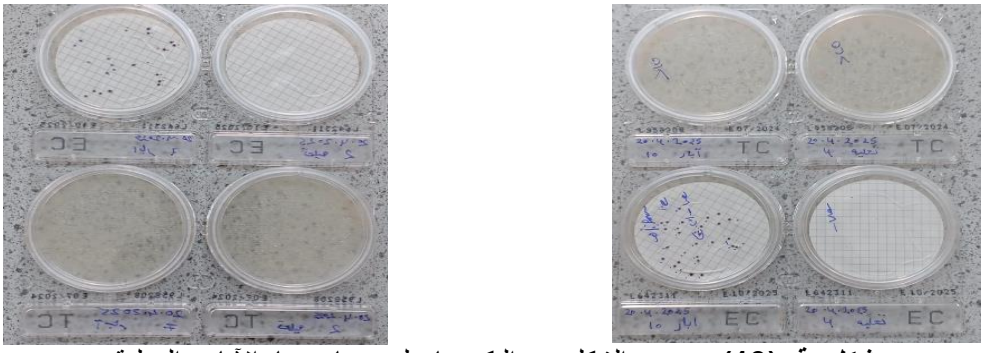
اما ى عينات مياه التحلية وكانت النتائج يوجد أربعة عينات ملوته (+Ve) وهي وسيدي السائح (W9)النعم (W3) وسوق خميس (W10) والقيو 1(W1) وجد 6 عينات غير ملوثة (-Ve) لمواقع (قرية بن عون، (W2) شمشية(W4)، والسواني بن ادم (W6) وقصر بن غاشير (W7) والاحياء البرية (W8) ما يعني خلو 60% العينات من أي نمو بكتيري لبكتيريا..E. coli

2. **البكتيريا القولونية الكلية (TC – Total Coliform):**

تمثل القولونيات الكلية مجموعة واسعة من البكتيريا التي تتواجد في البيئة المائية والتربة، وهي أقل تحديدًا من E. coli، لكنها تستخدم كمؤشر عام على جودة المياه ومدى نظافتها. تسعة عينات أظهرت قيمة "10> "، أي أن عدد البكتيريا القولونية الكلية تجاوز الحد العدّي الأدنى المسموح به في الاختبار القياسي، مما يشير إلى الي مستوى منخفض او معدوم. وأيضا عينة واحدة فقط سجّلت قيمة محددة (25)، وهي نسبة مرتفعة جدًا وتشير إلى تلوث شديد. ويوجد حالتان أخريان تم الإبلاغ عنهما ضمن مجموعة ECOعلى أنهما .TMTC بينما عينات مياه التحلية في جدول رقم (8) جميعها أظهرت قيمة "10> "، مما يُشير إلى أن المياه كانت خالية تمامًا من التلوث الجرثومي البيئي

3. **القولونية البارزية EC – Fecal Coliform**:

القولونيات البرازية تمثل مجموعة فرعية من القولونيات الكلية، لكنها أكثر ارتباطًا بالتلوث البرازي الحديث، حيث تعيش في أمعاء الإنسان والحيوان. يتضمن جدول رقم (7) نتائج فحص بكتيريا الإشريكية القولونية E-coli (Escherichia coli) في عشر عينات من مياه الآبار الجوفية المجمعة من مواقع مختلفة في مدينة طرابلس وضواحيها.



شكل رقم (19): يوضح الشكل نمو البكتيريا على عينات مياه الآبار والتحلية

الخاتمة:

خلصت الدراسة أن مياه الآبار ومياه التحلية كلاهما تؤثر على الصحة العامة بشكل متشابه رغم انها تمتلك نقاط ضعف بنيوية مختلفة في مصدرها ومن الضروري تطبيق نظام مراقبة فعّال لمياه الشرب بعد مرحلة الإنتاج، خصوصاً في محطات التحلية، مع العمل على إعادة تمعدن المياه المحلاة لضمان سلامتها الصحية وصلاحيتها للاستخدام على المدى الطويل إلى جانب تطبيق إجراءات رقابية صارمة على شبكات التخزين والتوزيع. وبهذا يمكن ضمان توفير مياه شرب آمنة وصحية، متوازنة كيميائيًا وبيئيً.

التوصيات:

1. ضرورة اجراء تحاليل منتظمة لكل من مياه الابار والتحلية وفرض رقابة صارمة
2. ترشيد استهلاك الأسمدة ونشر الوعي بين المزارعين
3. ضبط معايير حفر الابار ومرعاه التكوينات الجيولوجية والبعد عن أماكن التلوث.
4. تصميم محطات تحلية بمواصفات قياسية لتحسين جودة المياه.
5. توعية المواطنين بمواصفات المياه الصالحة للشرب واستعمالاتها.
6. تخزين الماء بطرق امنة استخدام انابيب توزيع مقاومة للصداء والتآكل لتفادي تلوت المياه.
7. تنظيم حملات لرفع التوعية الصحية والبيئية لسكان.
8. الاهتمام بتوسيع نطاق الدراسة لمناطق أخرى والتدخل العاجل ادا لزم الامر.
9. حماية مصادر المياه من التلوث

المراجع:

1. APHA, AWWA, and WFF, "Standard methods for the Examininationof water and waste water", 20 th edition American public health association Washington, D.C ,1998
2. Al-Rashed, M., & Al-Hamdan, A. (2019). Evaluation of seawater intrusion in coastal aquifers using hydrochemical indicators: A case study from the United Arab Emirates. Journal of Coastal Research, 35(4), 821–834.
3. Al-Saidi, M., et al. (2021). Quality assessment of desalinated water: Chemical contaminants. Journal of Water Research.
4. Asadi E, Isazadeh M, Samadianfard S, Ramli MF, Mosavi A, NabipourN, et al. Groundwater quality assessment for sustainable drinking and irrigation. Sustainability. 2020;12(1):1-13.
5. Environmental Protection Agency. (2018). Drinking water regulations and health advisories.
6. Khan, R., et al. (2018). Impact of contaminated water on human health. International Journal of Environmental Health.
7. Kumar, R., & Subba Rao, N. (2021). Anthropogenic versus geogenic impacts on groundwater quality in agricultural regimes of South India: Nitrates and fluoride contamination. Environmental Earth Sciences, 80(12), 432.
8. Sistan, M., & Border, K. (2020). Hydrochemical characterization and quality assessment of groundwater for drinking and irrigation purposes in Sistan and Baluchestan Province, Iran. Arid Land Research and Management, 34(3), 295–315.
9. Smith, J., Brown, L., & Jones, P. (2020). Heavy metals in groundwater: Health implications. Environmental Science Journal

10. Smith, J., Brown, L., & Jones, P. (2020). Heavy metals in groundwater: Health implications. Environmental Science Journal
11. UNiCEF. (2019). Water, sanitation, and hygiene statistics
12. World Health Organization. (2017). Guidelines for drinking-water quality. 4th Edition.
13. World Health Organization. (2020). Research gaps in water quality
14. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva (Switzerland): World Health Organization; 2017.
15. World Health Organization. (2020). Research gaps in water quality studies
16. Khan, R., et al. (2018). Impact of contaminated water on human health. International Journal of Environmental Health.
17. المواصفات الليبية رقم 82 الخاصة بمياه الشرب المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية2015