مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
journal@fezzanu.edu.ly

دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية لآبار مياه الشرب بمنطقة تراغن جنوب ليبيا

*مريم سليمان صالح [1]، أمل محمد فرج[2]، عبد السلام محمد صالح اعبيدات [2]
[1]قسم الاتجاه العام–كلية التقنية–جامعة سبها
[2] قسم الاحياء–كلية التربية تراغن–جامعة فزان.

الملخص

الماء هو أساس الحياة لجميع الكائنات الحية، وللوقاية من الأمراض المنقولة بالماء يحتاج الإنسان إلى مياه نظيفة وآمنه لشرب. أجريت هذه الدراسة على آبار مياه الشرب بمنطقة تراغن جنوب ليبيا؛ بهدف تقييم جودتها وصلاحيتها، ومدى مطابقتها للمعايير ومواصفات منظمة الصحة العالمية، والمعايير الاسترشادية الصادرة عن مجموعة دول المجتمع الأوربي لعام 1992م، والمواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة 1992م. تم أخذ عينات من 4 آبار رئيسية بالمنطقة، وعينة من خزان أرضي، وعينة من جهاز تحلية منزلي لغرض المقارنة، وتم قياس بعض الخواص الفيزيوكيميائية بها، وأظهرت النتائج أن قيم الاس الهيدروجيني تراوحت بين(6.8–7.7)، والايصالية الكهربية(134–2166 dS/cm)، وقيم المواد الذائبة الكلية (90–1451.2 ملجم.لتر$^{-1}$)، القلوية الكلية (15–28 ملجم.لتر$^{-1}$)، العسور الكلية (223–463 ملجم.لتر$^{-1}$)، المغنيسيوم (19.2–32.88 ملجم.لتر$^{-1}$)،الكالسيوم(4–57.2 ملجم.لتر$^{-1}$)، الكلورايد (0.1–229.6 ملجم.لتر$^{-1}$)، ومن خلال هذه النتائج تبين أن جميع القيم كانت ضمن معايير منظمة الصحة العالمية والمعايير الأوروبية والمواصفات القياسية الليبية، وعليه نوصي بتقييم جودة مياه هذه الآبار من الناحية الكيميائية والميكربيولوجية؛ لتحديد مدى صلاحيتها للشرب وللاستخدامات المنزلية المختلفة.

الكلمات المفتاحية: آبار، الخواص الفيزيوكيميائية، تراغن، جهاز تحلية، خزان ارضي، مياه الشرب.

Study of some physiochemical properties of drinking water wells in the Traghen region, southern Libya

*Mariam Soliman Bakory[1] and Aml Mohamed Almurabit[2] and Abdulsalam Mohammed Aebeedat[2]
[1]Department of General Orientation - College of Technology - Sebha University.
[2]Department of Biology - Faculty of Education, Traghan - University of Fezzan.

Abstract

This study was conducted on drinking water wells in the Traghen region of southern Libya to evaluate their quality and suitability. The analysis also assessed the extent of compliance with the standards set by the World Health Organization, the guiding standards issued by the European Community of Nations in 1992, and Libyan Standard Specification No. 82 of 1992.

* المؤلف الرئيسي: عناوين البريد الإلكتروني Mar.bakkory@sebhau.edu.ly تاريخ استلام البحث 7 يناير 2025 استلام رد المحكمين27فبراير 2025 تم قبوله 4 ابريل 2025 تاريخ النشر 8 يوليو 2025

Samples were collected from four main wells in the region, along with samples from a ground tank and a home desalination device for comparison. We measured several physicochemical properties, and the results indicated the following ranges: pH values from 6.8 to 7.7, electrical conductivity from 134 to 2,166 dS/cm, total dissolved solids ranging from 90 to 1,451.2 mg.L-1, total alkalinity from 15 to 28 mg.L-1, total dissolved materials from 223 to 463 mg.L-1, magnesium from 19.2 to 32.88 mg.L-1, calcium from 4 to 57.2 mg.L-1, and chloride from 0.1 to 229.6. mg.L-1

All results fell within the acceptable ranges established by the World Health Organization, European standards, and Libyan standards. Therefore, we recommend a further evaluation of the water quality from these wells, examining both chemical and microbiological aspects, to assess its suitability for drinking and various domestic uses.

Keywords: Wells, physicochemical properties, traghen, desalination device, ground tank, drinking water.

المقدمة

المياه الصالحة للشرب هي المياه الآمنة للاستخدام، سواء عند شربها مباشرة في صورة سائلة أو استهلاكها بشكل غير مباشر من خلال إعداد الطعام، وغالبًا يتم توفيرها من خلال الصنابير، وفي هذه الحالة تسمى أيضًا مياه الصنبور. عادةً في البلدان المتقدمة تلبي مياه الصنبور معايير جودة مياه الشرب، على الرغم من استهلاك نسبة قليلة فقط منها، أو استخدامها في إعداد الطعام، ويشمل الاستخدامات النموذجية الأخرى لمياه الصنبور الغسيل، والمراحيض، والري، وأوضحت الدراسات أن 89% من الناس على مستوى العالم، غير قادرين على الوصول إلى المياه من مصدر مناسب للشرب – يسمى مصادر المياه المحسنة(Water Fact sheet, 2014) (الشريف، 2024) (أبو الذهب، 2017).

تختلف كمية مياه الشرب المطلوبة للحفاظ على الصحة الجيدة، وتعتمد على مستوى النشاط البدني، والعمر، والقضايا المتعلقة بالصحة، والظروف البيئية (Exposure Factors Handbook ,2011).

وتعتبر الماء ثاني أهم عامل للحياة في المرتبة الثانية بعد الأكسجين، حيث يستطيع الإنسان أن يعيش أياما وأسابيعا بدون طعام، لكنه لا يستطيع أن يعيش دون ماء سوى أربعة أيام فقط على الأقصى(أبو الرب، 2023)، ويستهلك الشخص البالغ العادي ما يصل إلى 2 لتر أو اكثر من الماء يوميا، ويتم توفير بعض هذا الماء من خلال الاطعمة، ولكن يتم استهلاك معظمه خلال المشروبات، وينصح عموما بأن يستهلك البالغون من 6 إلى 8 أكواب من السوائل يوميا، مع مراعاة أن بعض المشروبات مثل القهوة والشاي والصودا التي تحتوي على الكافيين والكحول مدره للبول وتزيد من إفراز البول و يمكن لهذه المشروبات، إذا تم استهلاكها بكمية كبيرة أن تعطل توازن الماء في الجسم (Sharon , 2011).

إن مياه الشرب ليست نقيه تماما؛ فالمياه تحتوي بشكل طبيعي على معادن وكائنات دقيقة وجزيئات من الصخور والتربة والهواء الذي تتلامس معه، ويمكن للأنشطة البشرية أن تضيف العديد من المواد الأخرى إلى المياه، ولكن مياه الشرب لا تحتاج إلا أن تكون نقية لتكون آمنة (الوشلي، 2009)؛ بعض المعادن المذابة في الماء يمكن أن تكون مفيدة للصحة؛ فالمياه التي تحتوي مثلا على الكالسيوم المذاب والماغنسيوم تساهم عموما بكميات صغيره في

تلبية احتياجات الإنسان الغذائية من الكالسيوم والماغنيسيوم، كما يمكن أن يساعد الفلورايد في الحماية من تسوس الإسنان سواء كان طبيعيا أو مضافا إلى إمدادات المياه، ويعتمد ما إذا كانت مياه الشرب آمنه أم لا على المواد الموجودة وكمياتها (Millhone, 2023) (Nordstrom ;Smedley,2024).

وتحدد اللوائح مستويات يمكن تحقيقها لجودة مياه الشرب لحماية الصحة، وتضع هذه المعايير حدودًا لكميات المواد المختلفة المسموح بها في مياه الشرب العامة، وكل مصدر مياه عام في البلاد يخدم على الأقل 25 شخصا، ويجب أن يضمن أن مياهه تلبي هذه المعايير ولو بحدودها الدنيا، وتعكس لوائح مياه الشرب التي وضعتها وكالة حماية البيئة أفضل حكم علمي وفني متاح (المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية،1992). وتقسم وكالة حماية البيئة مياه الشرب إلى فئات مختلفة تستند فيها المعايير الأولية ومستويات العمل إلى اعتبارات صحية، وهي مصممة لحماية الإنسان من ثلاث فئات من الملوثات (مسببات الأمراض) كالميكروبات وغيرها، (العناصر المشعة) و(المواد الكيميائية السامة)، كما توجد بعض المعايير الثانوية؛ كخصائص الطعم والرائحة واللون (منظمة الصحة العالمية، 2009).

لا يمكن فرض هذه القواعد، ولكنها تعمل كدليل إرشادي لمرافق المياه التي تحاول توفير أفضل نوعية ممكنه من المياه، وإن تحديد معايير مياه الشرب ينطوي على عدم اليقين؛ فالمعلومات المتعلقة بالتأثيرات الصحية للإنسان بسبب المواد الكيميائية في مياه الشرب محدودة، ومن الصعب التنبؤ بآثار شرب كميات قليلة من المواد الكيميائية على فترات مختلفة على مدى الحياه، أي أن معظم المواد الكيميائية في مياه الشرب هي مصدر قلق بعد التعرض الطويل عادة لسنوات أو أشهر، ويعود السبب في ذلك إلى أن الآثار الصحية عادة قد تتراكم وتزداد بمرور الزمن (أبو الذهب، 2017) ، بالإضافة إلى ذلك غالبا ما تتضمن القرارات التنظيمية اعتبارات اقتصادية وسياسية واجتماعية، لذلك من المهم فهم أن المعايير الخاصة بملوثات مياه الشرب لا تضمن أن المياه التي يقل مستوى الملوثات فيها عن المعيار خالية من الملوثات، ولا تعني اللوائح أيضا أن المياه التي يزيد مستوى الملوثات فيها عن المعايير غير آمنه بالمطلق، وتوضح مواصفات مياه الشرب الحالية حكما علميا يستند إلى أفضل المعارف الممكنة .

مشكلة البحث:

يجب على جميع موردي المياه العامة توفير المياه التي تم اختبارها، وهناك متطلبات أو ضرورة لتكرار الاختبار لكل ملوث، وإذا تبين أن مستوى التلوث أعلى من الحد الأقصى المسموح به فيجب على مورد المياه خفض المستوى.

أهمية البحث:

تشير جودة المياه إلى ملاءمتها للاستخدامات المختلفة وفقًا لخصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والحسية (المتعلقة بالطعم)، ومن المهم بشكل خاص فهم وقياس جودة المياه؛ لأنها تؤثر بشكل مباشر على الاستهلاك البشري والصحة والاستخدام الصناعي والمنزلي والبيئة الطبيعية.

أهداف البحث:

دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية لآبار المياه بمدينة تراغن ومقارنتها مع معايير مياه الشرب المحلية والدولية والدراسات السابقة.

الدراسات السابقة:

في دراسة قام بها (حامد، 2019) لبعض الخصائص الفيزوكيميائية لمياه الشرب بمنطقة مرزق وتأثير أعماق الآبار على نوعية المياه ومدى مطابقتها لمواصفات منظمة الصحة العالمية و المواصفات الليبية، وأظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب بمنطقة الدراسة ارتفاع في ملوحة المياه بسبب ارتفاع الإيصالية الكهربائية، وتركيز الأملاح الذائبة الكلية، إضافة لارتفاع أيونات الصوديوم والكلوريد؛ حيث تراوح تركيز الأملاح الذائبة الكلية ما بين (554 –117 ملجم.لتر$^{-1}$)، أما الآبار السطحية التي لا يزيد عمقها عن (100متر) فيتراوح تركيز الأملاح الذائبة الكلية فيها بين (1372 –502 ملجم.لتر$^{-1}$) ، والكلوريد في الآبار السطحية ما بين (365 – 153 ملجم.لتر$^{-1}$) أما في الآبار العميقة فتتراوح ما بين (193 –17 ملجم.لتر$^{-1}$)، حيث تجاوز تركيزها في الآبار السطحية الحدود المسموح بها طبقاً للمواصفات العالمية لمياه الشرب والمواصفات القياسية الليبية خاصة في مياه الآبار السطحية لمنطقتي الدراسة الثانية والثالثة مقارنة بمياه الآبار العميقة، أما تركيز الكالسيوم والماغنسيوم فلم تتجاوز الحدود المحلية والدولية المسموح بها في جميع عينات الدراسة.

وفي دراسة قام بها (اعبيدات واخرون،2013) على مجموعة من الآبار الجوفية المستخدمة لأغراض الشرب والري جنوب غرب ليبيا، وذلك لتقييم جودة المياه بها من الناحية الكيميائية والميكروبيولوجية، وتقييم صلاحية المياه بها لأغراض الري حيث خلصت الدراسة إلى أن معظم الخصائص تقع ضمن النطاق المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات المحلية والدولية، فيما عدا عنصر الحديد الذي تجاوز في جميع الآبار الحدود المسموح بها.

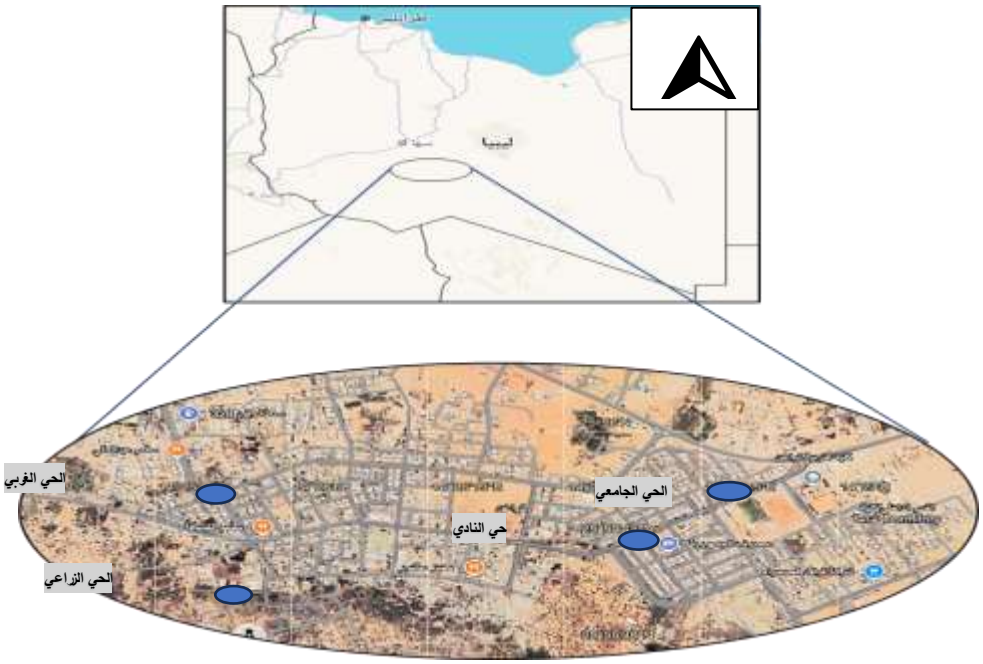
وفي دراسة (الحمري، 2008) كانت قيم الرقم الهيدروجيني والكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم والكبريتات مطابقة لمواصفات منظمة الصحة العالمية والمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب، بينما تعدى التوصيل الكهربي والأملاح الكلية الذائبة والصوديوم والكلوريد والنترات والنيتريت والعسر الكلي والتلوث بالصرف الصحي الحدود المسموح بها في منطقة واحدة، وتعدت البيكربونات الحدود المسموح بها في جميع المناطق، وأظهرت النتائج أن تركيز الفوسفات كان ما بين (0.08–0.94 ملجم.لتر$^{-1}$) ، وقيم القاعدية كانت مابين (164–336 ملجم.لتر$^{-1}$) ، وبينت نتائج المعادن الثقيلة انخفاض التركيز عن الحدود المسموح بها حيث سجلت ما بين (0.0027–0.163 ملجم.لتر$^{-1}$) ، النحاس (0.001–0.049 ملجم.لتر$^{-1}$) ، الزنك (0.001– 0.0599 ملجم.لتر$^{-1}$).

المواد وطرق العمل:

أجريت الدراسة على المصادر المائية في نطاق مدينة تراغن جنوب غرب ليبيا، وتم اخذ العينات من المواقع الأربعة الرئيسية التي تعتمد عليها المدينة والموضحة مواقعها على الخريطة في الصورة رقم (1) وهي: (الحي الجامعي (A_1)(14.27 E –25.55'45"N)– الحي الغربي(A_2)(14.26 E–25.55 '45"N) – حي

النادي(A_3)(25.55'45"N -14.26 E)- الحي الزراعي(A_4)(25.55 '30" N-14.26 E) واخذت عينات من محطة تحلية(A_5) تستخدم محليا وخزان أرضي(A_6) لغرض المقارنة.

تم أخذ العينات بواقع ثلاث مكررات من كل مصدر، وتم حساب المتوسط للقيم المدروسة كما هو موضح في الملحق (رقم 1).



صورة رقم (1): توضح مواقع آبار الدراسة بمنطقة تراغن.

طرق التقدير:

تم قياس الأس الهيدروجيني لعينات المياه مباشرة بعد جمعها، وذلك باستخدام جهاز pH Meter Model AR-50-HACH (Standard Methods, 2017) (الوشلي، 2009) (FSSAI. 2016) ، وتم قياس التوصيل الكهربائي حقليا باستخدام جهاز قياس التوصيل الكهربائي Electrical Condctivity Meter Model AR-50-HACH، وتؤخذ القراءات مباشرة من مقياس الجهاز وحسبت بوحدة ($\mu mhos.cm^{-1}$) عند 25 درجة مئوية، كما تم قياس الأملاح الذائبة الكلية (TDS) بواسطة جهاز T.D.S meter Model AR-50-HACH وحسبت بوحدة ($mg.l^{-1}$)(Standard Methods, 2017) (الوشلي، 2009) (FSSAI. 2016).

قدرت القلوية بمعايرة عينات المياه بواسطة حمض الهيدروكلوريك (HCl) وباستخدام دليل الفينول فيثالين في حالة الكربونات، ودليل الميثيل البرتقالي في حالة البيكربونات، كما ورد في (Standard Methods, 2017) (الوشلي، 2009) (FSSAI. 2016) وحسبت بوحدة (mg/l)، وقدر عسر الكالسيوم والماغنيسيوم في عينات المياه بطريقة التسحيح، وذلك بالمعايرة مع EDTA باستخدام الكواشف E.B.T، ودليل Standard Methods, Murexid(2017)، وقدرت العسرة الكلية ككربونات كالسيوم ($CaCO_3$)، بطريقة المعايرة باستخدام EDTA،

(ايثلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخليك)، وذلك باستخدام دليل (Eriochrome – Black T) وفقاً لما ورد في (Standard Methods, 2017؛ Csuros,1997) (الوشلي، 2009)(FSSAI. 2016). تم تقدير الكلوريد في المياه بطريقة المعايرة (موهر) بواسطة محلول نترات الفضة معلوم العيارية(N 0.05) (Standard Methods. 2017). Otometer (USDA.1954) (الوشلي، 2009) (FSSAI. 2016).

النتائج والمناقشة:

الرقم الهيدروجيني(pH)

تشير النتائج المتحصل عليها التي تمثل متوسطات قيم الرقم الهيدروجيني للمصادر المائية لمنطقة الدراسة، الجدول (1) بعدم وجود فروق واضحة في قيم الرقم الهيدروجيني في مياه الآبار بمنطقة الدراسة، حيث سجلت أعلى قيمة في الأس الهيدروجيني المأخوذة من الحي الغربي A_2 (7.7)، وأقل قيمة للأس الهيدروجيني (6.8) المأخوذة من حي الناديA_3، وهذا يتوافق مع الدراسة التي قام بها (حامد، 2019) التي شملت الآبار الجوفية بمنطقة مرزق؛ حيث تراوحت قيم (pH) بين 7.5–7.7، وأيضا يتفق مع ما جاء في الدراسة التي قام بها (اعبيدات وآخرون، 2013) لتقييم نوعية المياه الجوفية جنوب غرب ليبيا التي تراوحت بين 6.4 – 7.7، كما أن نتائج الدراسة تقع داخل نطاق ما جاء في الدراسة التي أجراها (السعيدي ومحمد، 2012) التي شملت المياه الجوفية لحوض مرزق، التي تراوحت بين 6.2 – 9.3.

وبذلك تكون قيم pH لمنطقة الدراسة تقع ضمن المدى الطبيعي والمسموح به حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية، ومع المعايير الاسترشادية الصادرة عن مجموعة دول المجتمع الأوربي لعام 1992م، والمواصفة القياسية الليبية رقم 82 لسنة 1992م.

التوصيل الكهربي (EC):

النتائج المتحصل عليها في الجدول (1) لدرجة التوصيل الكهربي بين الآبار المدروسة تبين عدم وجود فروق واضحة ماعدا بئر الحي الزراعيA_4 ، حيث سجلت فيه أعلى قيمة بواقع 2166 dS/cm، وأقل قيمة للتوصيل الكهربي كانت في المصدر المائي للخزان الأرضي A_6 التي سجلت 134 dS/cm، وقد يعزى ارتفاع قيمة التوصيل الكهربي في بئر منطقة الحي الزراعي إلى ارتفاع تركيز الأملاح الذائبة الكلية الناتجة من غسيل التربة وتسربها للمياه الجوفية نتيجة للمعاملات الزراعية بالمنطقة.

قيم EC تتفق مع ما جاء بدراسة كل من (حامد، 2019)، و(اعبيدات واخرون، 2013) والتي تراوحت فيها نتائج التوصيل الكهربي بين (170 – 2488) ميكروموس/سم و (284 – 1983) ميكروموس/سم على التوالي.

إن قيم التوصيل الكهربي المسجلة تنحصر ضمن المدى الطبيعي المسموح به لمياه الشرب حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية (أقل من 2300 ميكروموس/سم)، أما المواصفات القياسية الليبية والمعايير الاسترشادية الصادرة عن مجموعة دول المجتمع الأوربي، فلم توصي بقيمة دليلة.

القلوية الكلية:

من خلال البيانات الواردة في الجدول (1) نلاحظ عدم وجود فروق كبيرة بين المصادر المائية المدروسة في قيمة وحدة القلوية الكلية مقدرة على هيئة كربونات كالسيوم؛ حيث سجلت أعلى قيمة للقلوية في المصدر المائي للخزان الأرضيA_6 23 مليجرام .لتر$^{-1}$، بينما كانت أقل قيمة في منطقة الحي الجامعيA_1 بواقع 15 مليجرام.لتر$^{-}$

[1] ، ومن المعلوم أن لدرجة الحرارة تأثير على ذوبان غاز ثاني أكسـيد الكربون في الماء، حيث يؤدي إلى تكوين البيكربونات الأمر الذي يفسـر الاختلاف في قيم القاعدية (على، 2012)، وكانت نتائج هذه الدراسـة أقل من النتائج التي تحصل عليها كل من (عامر،2004) في دراسته عن جودة مياه النهر الصناعي و(الحمري، 2008) في دراسـته للمياه الجوفية بالجبل الأخضـر و(اعبيدات واخرون،2013) لتقييم نوعية المياه الجوفية جنوب غرب ليبيا، حيث تراوح تركيز القلوية ما بين (119 – 139) مليجرام/لتر و(164–336) مليجرام/لتر و(112 – 162) مليجرام/لتر على التوالي، ولم توصى المواصفات القياسية الليبية والمواصفات القياسية العالمية بقيمة دليلة لوحدة القلوية الكلية في مياه الشرب.

الأملاح الذائبة الكلية:

تبين النتائج الواردة في الجدول (1) عدم وجود اختلافات واضحة في وحدة الأملاح الذائبة الكلية المصادر المائية بالمنطقة المدروسة، باستثناء منطقة الحي الزراعي A_4؛ حيث سجلت أعلى قيمة في 1451 مليجرام.لتر$^{-1}$، وتراوحت متوسطات قيم TDS لباقي المناطق بين (90 – 105) مليجرام.لتر$^{-1}$، وبذلك فأن هذه التراكيز لم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب المواصفات الليبية رقم 82 لسنة 1992م ومواصفات منظمة الصحة العالمية والمحدد بقيمة 1000 مليجرام/لتر، والمعايير الاسترشادية الصادرة عن مجموعة دول المجتمع الأوربي التي نصت على قيمة مرغوب بها 300 مليجرام/لتر، وقيمة قصوى 1500 مليجرام/لتر.

هذه النتائج متقاربة مع نتائج الدراسة التي قام بها (عامر، 2004) لدراسة جودة مياه النهر الصناعي التي كانت فيها قيم الأملاح الذائبة الكلية بين (162 – 182) مليجرام/لتر. والدراسة التي قام بها (حامد، 2019) التي شملت الآبار الجوفية بمنطقة مرزق حيث تراوحت قيم (TDS) بين 116 – 1373 مليجرام/لتر.

الجدول 1: متوسطات قيم الخصائص العامة لآبار مياه الشرب بمنطقة الدراسة

الخاصية / *الابار*	الرقم الهيدروجيني(pH)	التوصيل الكهربائي(EC) ds/cm	القاعدية mg.L^{-1} (ALK)	الأملاح الذائبة الكلية(TDS) mg.L^{-1}
الحي الجامعيA_1	7.4	136.1	15	91.1
الحي الغربيA_2	7.7	139.4	18	93.3
الحي الزراعيA_4	7.3	2166	28	1451.2
حي الناديA_3	6.8	147.5	22	99.5
مياه التحليةA_5	7.4	156.8	16	105.4
خزان ارضيA_6	7.2	134	23	90

الجدول2: متوسطات قيم الكالسيوم والماغنيسيوم والعسر الكلي والكلوريد

الابار	الكالسيوم مليجرام.لتر$^{-1}$	الماغنيسيوم مليجرام.لتر$^{-1}$	العسر الكلي مليجرام.لتر$^{-1}$	الكلوريد مليجرام.لتر$^{-1}$
الحي الجامعي A^1	4	27.84	253	0.200
الحي الغربي A_2	8	23.28	250	0.100
الحي الزراعي A_4	57.2	30.48	463	229.6
حي النادي A_3	8	32.88	243	2.500
مياه التحلية A_5	4	19.92	240	0.100
خزان ارضي A_6	5.2	19.2	223	0.748

قائمة

المراجع:

1- أبو الذهب، بسام (2017). المياه والاصحاح والقواعد الصحية في العمل. المعهد العربي للصحة والسلامة المهنية. دمشق. منظمة العمل الدولية. جنيف، (ص30)

2- اعبيدات، عبدالسلام؛ المثناني، عبدالسلام؛ عبدالحفيظ ، موسى (2013). تقييم نوعية المياه الجوفية وانعكاساتها البيئية بمنطقة وادي عتبة جنوب غرب ليبيا. المؤتمر الدولي جيوماتك الشرق الأوسط وشمال افريقيا. جامعة اليرموك. 4-8 / 2013م. الأردن.

3- الحمري، عبدالكريم (2008). دراسة الجودة للمياه الجوفية لمنطقة البيضاء. الجبل الأخضر. رسالة ماجستير. جامعة عمر المختار البيضاء. ليبيا.

4- حامد، خديجة عبدالسلام سعد (2019). دراسة حقلية عن نوعية مياه الشرب بمنطقة مرزق، مجلة العلوم التطبيقية، العدد الأول، جامعة سبها.

5- السعيدي، محمد علي؛ علي، عائشة رمضان. (2012). التغيرات الكمية والنوعية في خصائص مياه حوض مرزق واثارها على الانظمة البيئية المحيطة. مجلة مركز البحوث الزراعية الليبية الدولية 3 (س2)، 1335-1350،

المؤتمر الدولي الاول للموارد المائية في الجبل الأخضر، ليبيا.

6- على، عبدالعظيم سعيد (2012). دراسة وتقويم جودة مياه بعض العيون المنتجة في منطقة الجبل الأخضر. رسالة ماجستير. جامعة عمر المختار البيضاء. ليبيا.

7- عامر، فوزي صالح (2004). دراسة جودة مياه النهر الصناعي رسالة ماجستير. جامعة طرابلس. ليبيا.

8- المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (1992). المواصفة القياسية الليبية رقم 82 لمياه الشرب. طرابلس. ليبيا.

9- الوشلي، عبد القادر (2009). دليل الماء والاصحاح. دليل التدريب على المياه. جمعية الهلال الأحمر اليمني. (ص3)

10 – أبو الرب، أسامة (2023). الماء عصب الحياة. 7-11-2023. تاريخ الاسترداد 8-12-2024. 11:43م. نشر بموقع:

https://www.aljazeera.net/health/2023/11/7/

11- الشريف، ايمان (2024). أكثر من نصف سكان العالم لا يشربون المياه النظيفة. تاريخ الاسترداد 8- 12-2024. 9:36 م. نشر بموقع:

https://www.aljazeera.net/science/2024/8/23/

12 -Csuros, M.(1997) . Environmental Sampling and Analysis. CRC press Boca. Florida U.S.A.

13- *Exposure Factors Handbook: (2011)- Edition* (PDF)- National Center for Environmental Assessment-September 2011- Archived from the original (PDF) on 24 September 2015- Retrieved 06 October 2024.

14- FSSAI. (2016). Manual Of Methods Of Analysis Of Foods Metals, Food Safety And Standards Authority Of India.

15-Millhone .C. (2023) . Health Benefits of Mineral Water.Bioavailable Source of Essential Minerals.

16- Nordstrom. K ؛ Smedley. P.2024. Fluoride in Groundwater. The groundwater project Guelph.Ontario. Canada Version 3. January, 2024.

17-Sharon O. Septon, Bruce A. Dvorak, and Wayne Walt (2011) - Introduction to drinking water. NEB Guide University of Nebraska-Lincoln. Institute of Agriculture and Natural Resources.

18- Standard Methods for the Examination of Water and West Water (2017) . American water works association.Water environment federation. American public health association .23RD Edition. USA.

19--"Water Fact sheet N°391". July (2014) - Archived from the original on 5 June 2019- Retrieved 06 October 2024.

الملحق:

جدول 1: مكررات تراكيز خصائص مياه الشرب بمنطقة الدراسة.

pH	Cl mg/l	TH mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	القلوية mg/l	TDS mg/l	EC µs/cm	المكرر	المناطق
7.6	0.2	259	27.80	4.8	16	90.9	135.6	A	الحي الجامعي A_1
7.3	0.2	261	27.73	3.7	15	91.3	136.6	B	
7.3	0.2	239	27.97	4.3	15	90.8	136.2	C	
7.7	0.1	279	23.20	7	18	94.1	141.2	A	الحي الغربي A_2
7.4	0.1	261	23.18	8	18	93.0	138.3	B	
7.8	0.1	210	23.22	9	17	92.9	138.6	C	
7.5	229.12	409	30.14	57.5	29	1451.6	2160	A	الحي الزراعي A_4
7.1	229.78	499	30.90	56.9	30	1451.3	2170	B	
7.2	230.00	481	30.40	57	27	1451.0	2170	C	
6.9	2.7	240	32.73	8.3	22	99.6	147.3	A	حي النادي A_3
6.8	2.6	246	32.91	7.9	22	98.9	147.3	B	
6.8	2.2	243	33.00	8	22	99.4	174.9	C	
7.7	0.1	280	19.66	3.7	16	105.5	156.7	A	مياه التحلية A_5
7.4	0.1	210	20.27	3.9	14	105.2	156.9	B	
7.1	0.1	230	19.83	4.5	15	105.8	156.7	C	
7.2	0.744	221	19.20	5.5	23	91.1	13.4	A	خزان ارضي A_6
7.4	0.744	225	19.22	5.0	22	90.0	134.7	B	
7.1	0.756	223	19.18	5.1	25	90.0	134.0	C	

جدول 2: المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية لمياه الشرب لسنة 84 م.

الخاصية	أقصى ما يمكن السماح به	الخاصية	أقصى ما يمكن السماح به
اللون (وحدة لون)	15 TCu	الصوديوم	200 مليجرام/لتر
درجة التعكير	N.T.U. 5	البوتاسيوم	20 مليجرام/لتر
الطعم	مقبولة	الرصاص	0.05 مليجرام/لتر
الرائحة	مقبولة	الزرنيخ	0.05 مليجرام/لتر
التوصيل الكهربى	2300 ميكروموز/سم^2	الكروم السداسي	0.05 مليجرام/لتر
الرقم الهيدروجينى	8.5 -6.5	الزئبق	0.001 مليجرام/لتر
التركيز الكلى اللاملاح	1000 مليجرام/لتر	الكادميوم	0.005 مليجرام/لتر
النترات	45 مليجرام/لتر	الزنك	5 مليجرام/لتر
النترات – نتروجين	10 مليجرام/لتر	النحاس	1 مليجرام/لتر
الكبريتات	400 مليجرام/لتر	الحديد	0.3 مليجرام/لتر
الكلوريدات	250 مليجرام/لتر	المنجنيز	0.1 مليجرام/لتر
الفلوريدات	1.5 مليجرام/لتر	الالومنيوم	0.2 مليجرام/لتر
الارثوفوسفات	0.01 مليجرام/لتر	الكوبالت	0.1 مليجرام/لتر
البيكربونات	200 مليجرام/لتر	النيكل	0.02 مليجرام/لتر
العسر الكلي	500 مليجرام/لتر	الانتيمون	0.005 مليجرام/لتر
عسر الكالسيوم	400 مليجرام/لتر	البيزموت	0.01 مليجرام/لتر
عسر الماغنسيوم	100 مليجرام/لتر	الفضة	0.05 مليجرام/لتر
عسر الكربونات الكالسيوم	200 مليجرام/لتر	الفانديوم	0.01 مليجرام/لتر
	200 مليجرام/لتر	ارسنيك	0.01 مليجرام/لتر
الماغنسيوم	50 مليجرام/لتر	الامونيا	1.5 مليجرام/لتر
البورون	0.5 مليجرام/لتر	اليورانيوم	0.002 مليجرام/لتر
بكتريا المجموعة القولونية	صفر/100ملىلتر		

جدول 3: الموصفات القياسية الليبية لمياه الشرب رقم (82) لسنة 1992م.

الخاصية	أقصى مايمكن السماح به	الخاصية	أقصى ما يمكن السماح به
اللون	15 وحدة لون	C.O.D.	10 مليجرام/لتر
العكارة	5 وحدات	B.O.D	6 مليجرام/لتر
الطعم	مقبول	كبريتيد الهيدروجين	0.1 مليجرام/لتر
الرائحة	مقبولة	مجموعة الكبريتيدات	0.2 مليجرام/لتر
الرقم الهيدروجيني	8.5 -6.5	المواد الصلبة الذائبة	1000 مليجرام/لتر
الكادميوم	0.005 مليجرام/لتر	النحاس	1 مليجرام/لتر
السيانيد	0.05 مليجرام/لتر	الحديد	0.3 مليجرام/لتر
الزئبق	0.001 مليجرام/لتر	الماغنسيوم	150 مليجرام/لتر
السلينيوم	0.01 مليجرام/لتر	الالومنيوم	0.2 مليجرام/لتر
الرصاص	0.05 مليجرام/لتر	الصوديوم	200 مليجرام/لتر
الكروم السداسي	0.05 مليجرام/لتر	البوتاسيوم	40 مليجرام/لتر
الباريوم	1 مليجرام/لتر	الفلورايد	1.5 مليجرام/لتر
الفضة	0.05 مليجرام/لتر	المنجنيز	0.1 مليجرام/لتر
الكايل بنزين	0.2 مليجرام/لتر	الكبريتات	400 مليجرام/لتر
الزرنيخ	0.05 مليجرام/لتر	الزنك	15 مليجرام/لتر
النيتريت	1 مليجرام/لتر	الكالسيوم	200 مليجرام/لتر
الامونيا	0.5 مليجرام/لتر	الكلورايد	250 مليجرام/لتر
النترات	45 مليجرام/لتر	العسر الكلى	500 مليجرام/لتر
الشحوم والدهون	1 مليجرام/لتر	بكتريا المجموعة القولونية	100/3مل للمياه الغير معالجة
الزيوت المعدنية	0.01 مليجرام/لتر	الكلور المتبقى	0.2- 0.5 مليجرام/لتر

جدول4: المعايير الاسترشادية الصادرة عن مجموعة دول المجتمع الأوربي عام 1992م.

الخاصية	الوحدة	القيمة المعيارية الاسترشادية	
		المرغوب بها	القصوى
درجة الحرارة	C^0	13	35
الرقم الهيدروجينى	وحدة	8.5-6.5	
مجموع الأملاح الصلبة الذائبة	mg/L	300	1500
الصوديوم	mg/L	20	175
البوتاسيوم	mg/L	10	12
الكالسيوم	mg/L	100	200
الماغنيسيوم	mg/L	30	50
الكلوريد	mg/L	25	200
الكبريتات	mg/L	25	250
النترات	mg/L	لا توجد	50
النيتريت	mg/L	لا توجد	0.10
الأمونيوم	mg/L	0.05	0.5
الفوسفات	mg/L	0.4	5.0
الحديد	mg/L	0.05	0.2
النحاس	mg/L	0.1	1.0
الرصاص	mg/L	لا توجد	0.05
الزنك	mg/L	0.1	5.00
المنجنيز	mg/L	0.02	0.05