

تقييم نوعية المياه الجوفية باستخدام مؤشر جودة المياه بمنطقة سوق الثلاثاء - زليتن

■ م.أسامة محمد خليفة**

■ د.دفتحي خليفة اليعقوبي*

● تاريخ القبول 2023/07/11م

● تاريخ الاستلام: 2023/05/19م

■ الملخص:

تعتبر منطقة سوق الثلاثاء بمدينة زليتن من المناطق التي تشهد نموا سكانيًا وقد نتج عن هذه الزيادة تزايد النشاط الزراعي والصناعي والذي يترتب عليه الزيادة في استهلاك المياه الجوفية وتعرض هذه المياه لتداخل مياه البحر نتيجة لسحبها بكميات كبيرة تفوق كميات التغذية مما أدى إلى تدني نوعيتها. وأظهرت نتائج التحاليل الكيميائية لعينات مياه الآبار أن هناك زيادة في تركيز مجموع الأملاح الذائبة TDS حيث تراوحت ما بين 1313ppm إلى 2500ppm. وزيادة في تركيز الصوديوم Na⁺ من 339ppm إلى 558ppm بينما تركيز الكلوريد-Cl تتراوح من 1218ppm إلى 2838 ppm والنتائج كلها تتجاوز الحد المسموح بها طبقا للمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب. بينما مؤشر جودة المياه (WQI) أوضح أن جميع الآبار ذات مياه رديئة، عدا البئر W1 فمياهه جيدة، ونتائج نسبة جوائز تشير إلى وجود تداخل لمياه البحر.

الكلمات المفتاحية: الخواص الفيزيائية والكيميائية - مؤشر جودة المياه (WQI) - مؤشر نسبة جوائز (JR) - سوق الثلاثاء-زليتن.

Abstract:

The suq tholta area in the city of Zliten is witnessing a population growth, and an increase in agricultural and industrial activity, which leads to an increase in the consumption of groundwater. The results of chemical analyzes of well water samples showed that there was an increase in the concentration

*أستاذ مشارك بقسم الهندسة الجيولوجية - كلية الهندسة-جامعة طرابلس. Email: Fathi_khalifa@yahoo.com

**محاضر مساعد - هندسة بيئية-جهاز تنفيذ وإدارة الطرق الحديدية Email:Ohisnawy90@gmail.com

of total dissolved salts (TDS), ranging from 1313ppm to 2500ppm. And an increase in the concentration of sodium Na+ from 339 ppm to 558 ppm, while the concentration of chloride Cl- ranged from 1218 ppm to 2838 ppm, and all results exceed the permissible limit according to the Libyan standard specifications for drinking water. While the Water Quality Index (WQI) showed that all wells have poor water, except for well W1, which has good water, and the results of the Jones ratio indicate that there is an overlap of sea water.

- **Keywords:** physical and chemical properties - water quality index (WQI) - Jones Ratio Index (JR) –suq tholta- Zliten.

■ المقدمة

تمثل المياه الجوفية أكثر من 30.1 في المائة من موارد المياه العذبة في جميع أنحاء العالم⁽¹⁾. وفي المناطق الساحلية تعد مصدرا رئيسيا لإمدادات المياه العذبة في العديد من بلدان العالم وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة⁽²⁾. في المناطق الساحلية يتأثر هذا المورد الثمين بشدة بتداخل مياه البحر⁽¹⁾. في كثير من دول العالم ومنها ليبيا⁽³⁾ وتونس⁽⁴⁾ ولبنان⁽⁵⁾ وفلسطين⁽⁶⁾ وإيطاليا⁽⁷⁾ وجنوب كوريا⁽⁸⁾. وذلك بسبب معدلات التحضر والأنشطة الاقتصادية المتزايدة أدت إلى زيادة في الطلب على المياه الجوفية⁽⁹⁾. وهناك الكثير من الأبحاث العلمية التي أجريت على تملح المياه الجوفية وأشارت إلى أن تلوث المياه الجوفية قد يرجع إلى أسباب عدة منها: تداخل مياه البحر⁽¹⁰⁾. أو نتيجة تأثير المكونات الصخرية عند اتصالها بالمياه⁽¹¹⁾. أو من تأثير الأنشطة البشرية⁽¹²⁾. المياه الجوفية في ليبيا تعتبر المصدر الأساسي حيث تشكل 95% من الموارد المائية المستغلة حيث لا يوجد أنهار دائمة الجريان والمناخ السائد هو المناخ الجاف وزيادة السكان والأنشطة الاقتصادية والتطور العمراني يؤدي ذلك بدوره إلى الزيادة في الاستهلاك⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾. وبالتالي للزيادة في حفر الآبار واستنزاف المياه بطرق غير مقننة يؤدي إلى تدهور جودة المياه^(2, 14). عندما تكون معدلات السحب بكميات تفوق كمية التغذية الطبيعية يؤدي ذلك إلى تسلسل مياه البحر للخزانات الجوفية لتعويض الفاقد من المياه الجوفية

عندما يكون التكوين الصخري ذا نفاذية تسمح بتسرب المياه المالحة⁽¹⁵⁾. مدينة سوق الثلاثاء زليتن تعتبر من ضمن المدن الساحلية والتي زادت معدلات الاستهلاك للمياه الجوفية بها عن معدلات التغذية الآمنة للخزانات الجوفية والتدهور النوعي لها الأمر الذي يتطلب حالياً بإعادة تقييم الوضع المائي لهذه المنطقة بهدف التنمية المستدامة. مؤشر جودة المياه (WQI Water Quality Index) يستخدم كعامل في تقييم جودة المياه خلال فترة من الزمن⁽¹⁶⁾. ويعتبر واحداً من أكثر الأساليب فعالية⁽¹⁴⁾. بالإضافة إلى التراكيز العالية لمجموع الأملاح الذائبة (TDS) والتوصيل الكهربائي (EC) و الصوديوم والكلوريد. كما توجد عدة مؤشرات كيميائية أخرى تدل على احتمالية تداخل مياه البحر مثل ونسبة جونز (JR) التي تدل على التمييز بين نوعية المياه سواء كانت مياه بحر أو غيرها من المصادر التلوث الأخرى وعندما يكون نسبة جونز منخفضة أي أقل من 0.86 نسبة مولارية تكون نتيجة لتداخل مياه البحر وعندما تكون أعلى من 1 تدل على أن الملوحة نتيجة التأثير من التكوينات الصخرية بالخزان الجوفي أو مصادر أخرى⁽¹⁸⁾. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم بعض مياه الآبار بالمنطقة ومدى تأثيرها بالملوحة باستخدام مؤشر جودة المياه (WQI) وحساب نسبة جونز (JR) استناداً على المواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب رقم (82)⁽¹⁹⁾.

● المواد والطرق:

تم تجميع 21 عينة من المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة والمحفورة على أعماق مختلفة للخزان السطحي وأخذ العينات من الآبار الخاصة ببعض المنازل والمزارع وتم تحديد موقع كل بئر على الخارطة بموقع (Google earth) باستخدام جهاز الإحداثيات الأرضية (GPS) كما في الشكل (1). ولغرض إجراء التحاليل الكيميائية لعينات المياه ثم أخذ ثلاث عينات من كل بئر في قنينات بلاستيكية مغطاة ومعقمة وفقاً للطرق العلمية المتبعة. تم قياس كلا من الرقم الهيدروجيني (pH) والتوصيل الكهربائي (EC) والأملاح الكلية الذائبة (TDS) وتقدير الكربونات والبيكربونات والكبريتات وكربونات الكالسيوم

والنترات وايونات الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد وذلك حسب الطرق القياسية المتبعة (20).



الشكل (1) موقع الدراسة

تم حساب مؤشر جودة المياه (WQI) باستخدام طريقة الدليل الحسابي الموزون (21) Weighted Arithmetic Method.

$$(W_i=1/S_i \dots\dots\dots(1)$$

$$(q_i=C_i/S_i \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

$$=WQI$$

$$= \text{Overall WQI}$$

حيث إن:

W_i : الوزن النسبي لكل باراميتير.

q_i : مقياس درجة النوعية لكل باراميتير.

C_i : التركيز المقاس.

Si: القيمة المسموح بها عالميا .

N: عدد البارامترات المقاسة .

ونسبة جونز (JR) يتم حسابها وفقا للمعادلة الآتية: $[JR] = [Na^+] / [Cl^-]$ (18).

ويتم مقارنة النتائج المتحصل عليها بالمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب كما في

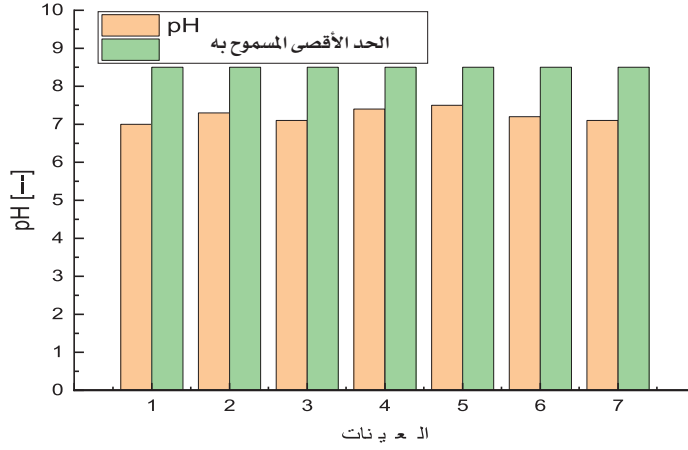
الجدول (1).

جدول (1) يوضح المواصفات القياسية الليبية (18).

المواصفات القياسية الليبية	وحدات	العناصر الكيميائية والفيزيائية
8.5-6.5		pH
2000	s/cm μ	EC
1000	ppm	TDS
200	ppm	Na^+
75	ppm	Ca^{+2}
30	ppm	Mg^{+2}
40	ppm	K^+
250	ppm	Cl^-
250	ppm	SO_4^{-2}
150	ppm	HCO_3^-

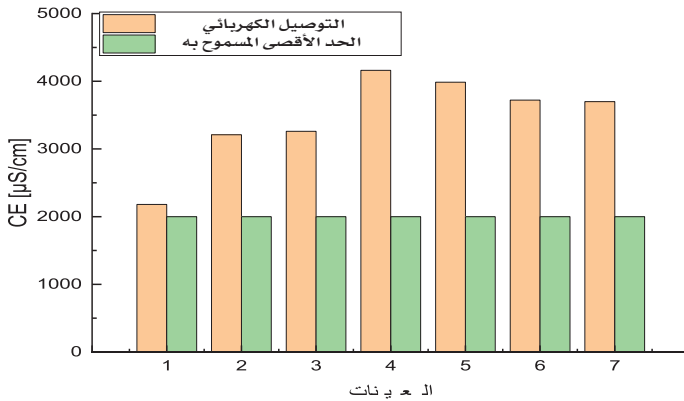
■ النتائج والمناقشة:

في الشكل (2) يوضح المقارنة بين درجة الحموضة pH لعينات المياه من جميع الآبار والحد الأقصى المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية كانت في البئر W1 بينما في البئر W5 7.5 كلها ضمن المواصفات القياسية .



الشكل (2) قيم pH للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

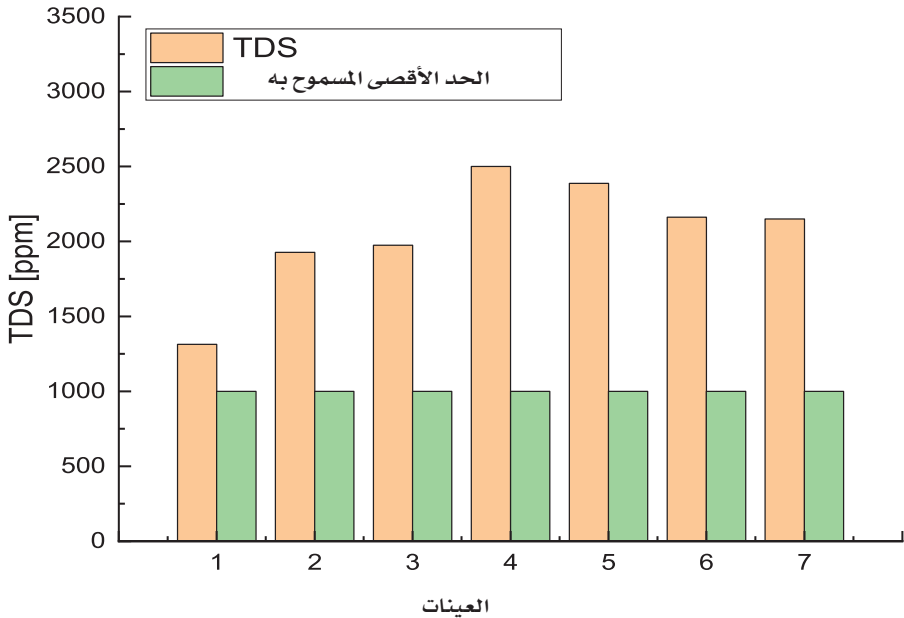
قيم التوصيل الكهربائي EC الموضحة في الشكل (3) كانت أعلى من الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية وهذا يرجع إلى ارتفاع قيم مجموع الأملاح الذائبة الكلية والتي قد تكون ناتجة من معدلات السحب والتي أعلى من معدلات التغذية للخزانات الجوفية بهذه المنطقة وأيضا قرب المنطقة من البحر والذي قد يعرضها لاحتمالية تداخل مياه البحر (22).



الشكل (3) قيم التوصيل الكهربائي EC للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

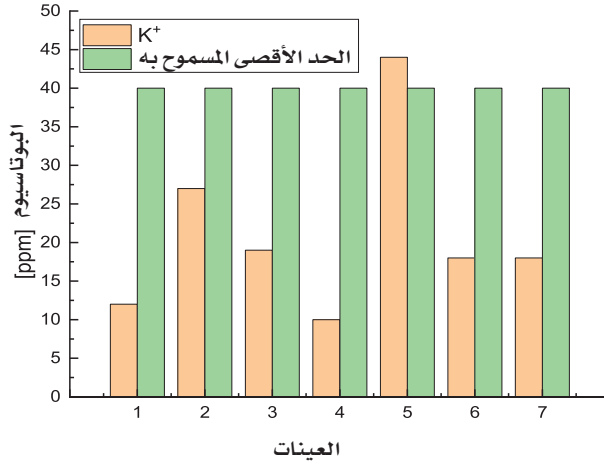
من النتائج المتحصل عليها والموضحة بالشكل (4) يتضح ان قيم مجموع الأملاح الكلية الذائبة TDS تراوحت من 1313ppm

في البئر W1 إلى 2500 ppm في البئر W4 وكانت القيم في جميع الآبار أعلى من الحد المسموح به في المواصفات القياسية لليبية ومعدلات السحب قد تكون أعلى من هذه الآبار من معدلات التغذية في الخزان الجوي في السطحي ونضوب مياهه وتعرضه للملوحة نتيجة لزحف مياه البحر باتجاه اليابسة. وهذا ما ذكر في كثير من الدراسات السابقة (22).



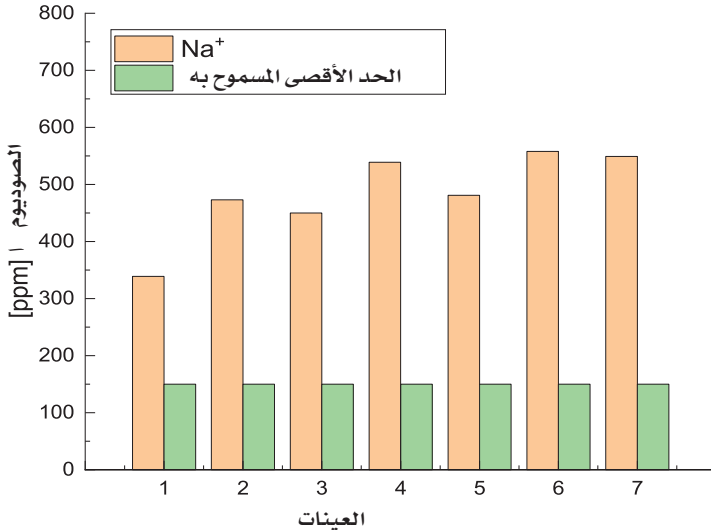
الشكل (4) قيم الأملاح الكلية الذائبة TDS للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

من الشكل (5) نتائج تركيز البوتاسيوم في البئر W5 ارتفعت إلى 44ppm بينما في باقي الآبار كان التركيز ضمن الحد المسموح به وقد يرجع الارتفاع عن الحد المسموح به بنوعية المادة الأصل المتكونة منها التربة لاحتوائها من ايون البوتاسيوم (22).



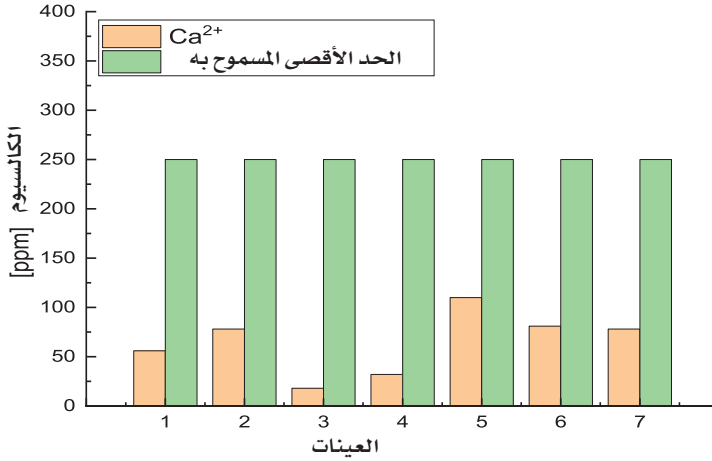
الشكل (5) قيم تركيز البوتاسيوم للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

من الشكل (6) نلاحظ ان جميع الآبار كان تركيز الصوديوم بها أعلى من الحد المسموح به طبقا للمواصفات الليبية وتراوح التركيز من 339ppm في البئر W1 ويصل إلى أعلى قيمة في البئر W6 تصل إلى 558ppm وقد يعزى السبب لإحدى الأسباب التالية: تداخل مياه البحر لهذه الآبار مقارنة بتراكيز الكلوريد المرتفعة عن الحد المسموح به (19) أو نتيجة تقدم البحر وتراجعته يؤدي إلى انتشار التكوينات البحرية التي تتدخل مع تكوينات الرسوبية القارية (22).



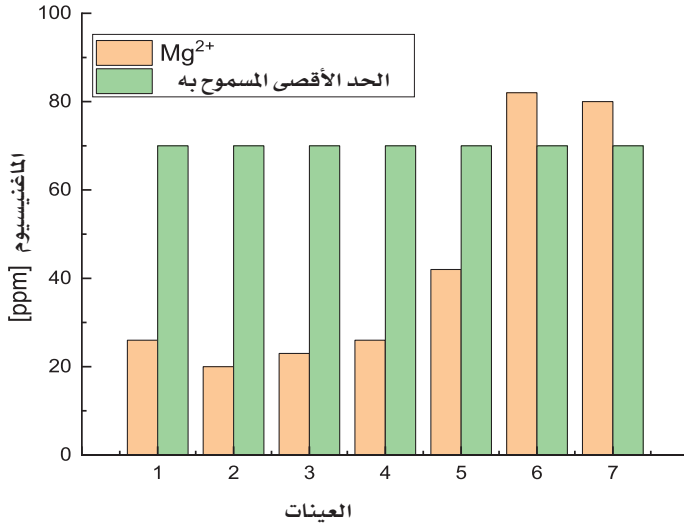
الشكل (6) قيم تركيز الصوديوم للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

تفيد النتائج المتحصل عليها في الشكل (7) أن جميع تراكيز الكالسيوم في جميع الآبار تقع ضمن الحد المسموح به وكما نعرف أن زيادة الكالسيوم في الماء يعتبر المسبب الرئيسي لعسر الماء (19).



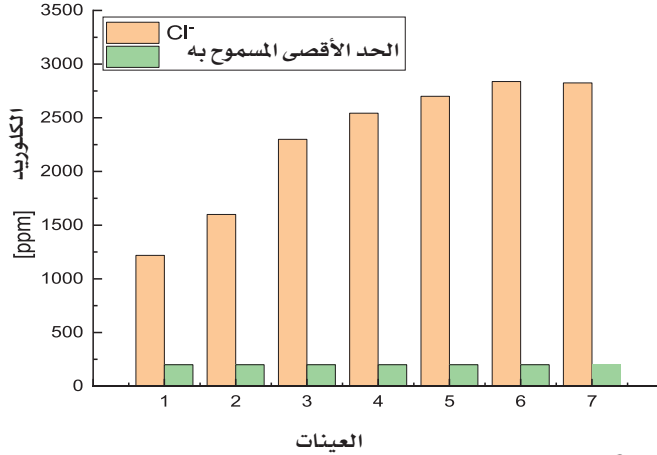
الشكل (7) قيم تركيز الكالسيوم للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

تظهر النتائج في الشكل (8) أن البئر W6 و W7 يصل تراكيز الماغنيسيوم إلى 82 و 80 ppm على التوالي وكان أعلى من الحد المسموح به طبقاً للمواصفات الليبية وقد يعزي سبب ذلك إلى التكوين الصخري للمنطقة (22) أما في باقي الآبار تقع ضمن الحد المسموح به.



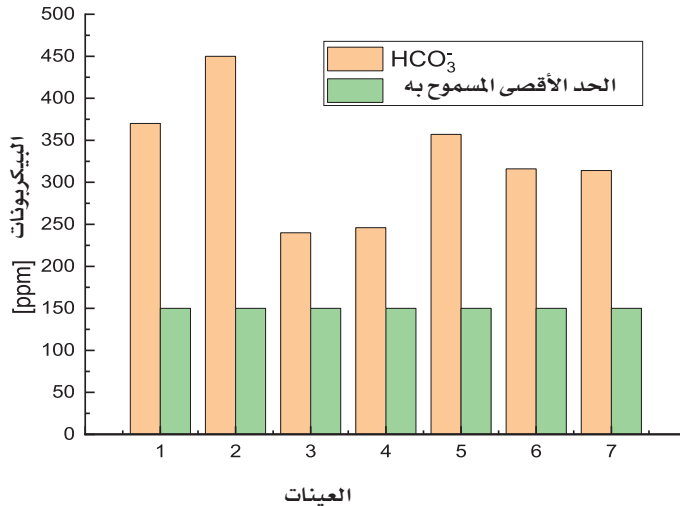
الشكل (8) قيم تركيز الماغنيسيوم للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

لوحظ من الشكل (9) أن تركيز الكلوريد يتراوح من 1218ppm إلى 2838ppm في البئر W1 و W6 على التوالي ونتائج التراكيز كانت أعلى من الحد المسموح به في جميع الآبار ويعزى ذلك لقرب المنطقة من البحر (22) وهذا يعطي مؤشرا على احتمال لتداخل مياه البحر (19).



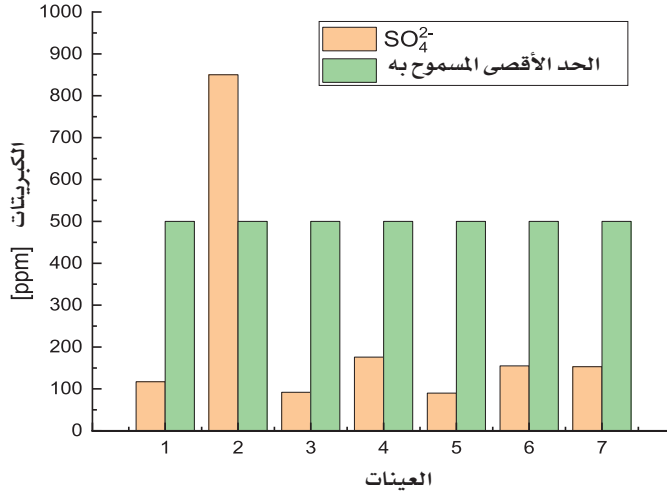
الشكل (9) قيم تركيز الكلوريد للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

ارتفاع تركيز البيكربونات عن الحد المسموح به كما في شكل (10) وقد يرجع ذلك للتكوين الصخري لهذه الآبار (22)



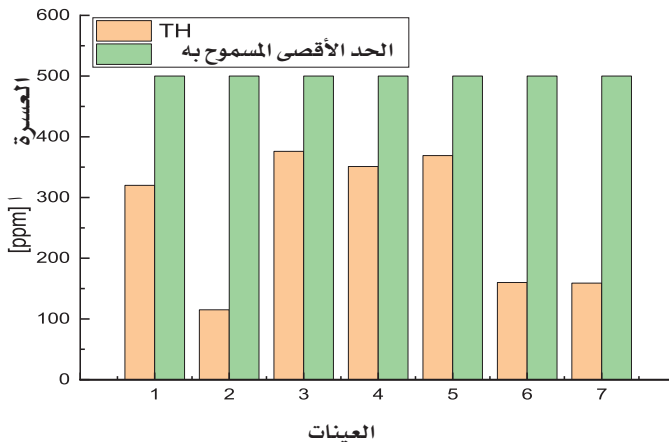
الشكل (10) قيم تركيز البيكربونات للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

النتائج الموضحة في الشكل (11) تشير الى تراكيز الكبريتات والتي كانت أقل من الحد المسموح به في جميع الآبار ما عدا البئر W2 التي وصلت إلى 850ppm وقد يعزي ذلك لوجود عدسات من الجبس في التكوين الصخري لهذا البئر (22).



الشكل (11) قيم تركيز الكبريتات للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

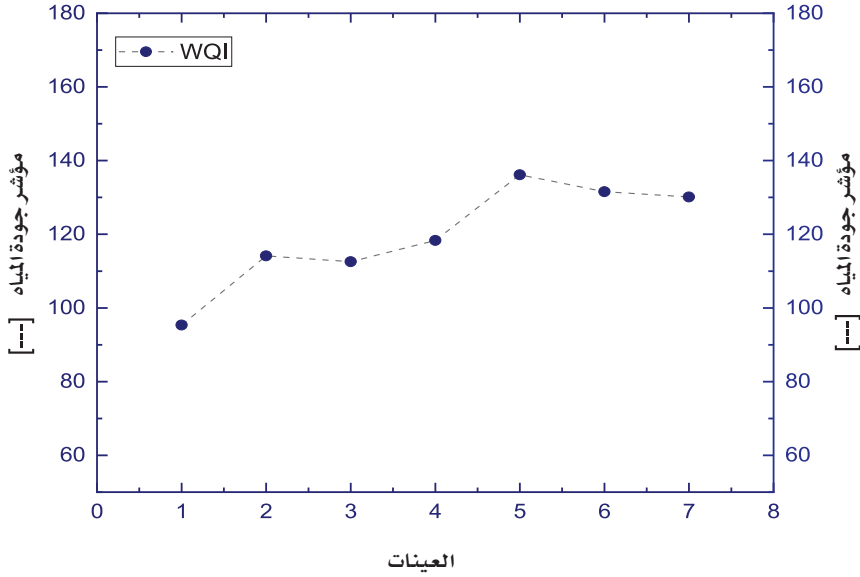
كما تشير النتائج المتحصل عليها من خلال الشكل (12) أن جميع الآبار يتراوح فيها تراكيز العسرة بها أقل من الحد المسموح به طبقا للمواصفات القياسية الليبية ومن المعروف ان المياه العسرة تسبب عدم تكون الرغوة المطلوبة عند استعمال الصابون (19).



الشكل (12) قيم تركيز العسرة للعينات مقارنة مع الحد الأقصى المسموح به

مؤشر جودة المياه (WQI)

الشكل (13) يشير إلى أن جميع الآبار التي تم تصنيفها حسب نموذج مؤشر جودة المياه (WQI) تقع في القيم من 90 إلى 140 وعند مقارنتها بجدول (2) الذي يوضح تصنيف مدى مؤشر جودة المياه (23)



الشكل (13) مؤشر جودة المياه WQI

جدول (2) تصنيف مؤشر جودة المياه

نوع المياه	المدى
مياه ممتازة	أقل من 50
مياه جيدة	100-50
مياه رديئة	200-100
مياه رديئة جدا	300-200
مياه غير ملائمة	أكبر من 300

ونلاحظ من النتائج أن البئر W1 مياه جيدة والبئر W2 أما باقي الآبار فهي ذات مياه رديئة .

مؤشر نسبة جونز (JR)

وهي نسبة تمييز بين تداخل مياه البحر أو تكون الملوحة من مصادر أخرى وذلك اذا كانت القيمة المتحصل عليها أقل من 0.86 وهذا يدل على أن أصل الأملاح الموجودة في مياه الآبار هي تداخل مياه البحر واذا كانت أكبر من 0.86 فإن مصدر الأملاح قد يكون من التركيب الصخري أو مصادر أخرى (19). نلاحظ من الجدول (3) النتائج المتحصل عليها .

جدول (3) يوضح حساب نسبة جونز (JR)

رقم البئر	$[-JR]=[Na^+]/ [Cl]$
W1	0.278
W2	0.296
W3	0.196
W4	0.212
W5	0.178
W6	0.197
W7	0.194

ومن خلال نتائج نسب جونز نلاحظ أن جميع العينات من آبار المياه ملوثة بتداخل مياه البحر .

من خلال النتائج المتحصل عليها يتضح ان جميع العينات التي أخذت من الآبار تشير الى ارتفاع الملوحة بها ولهذا نوصي بإقامة محطات التحلية لتخفيف من الاعتماد على المياه الجوفية وكذلك تطبيق قوانين بعدم السماح بحفر الآبار بهذه المناطق وبتوعية المواطنين بترشيد استهلاك المياه عن طريق وسائل الإعلام والمطويات.

■ المراجع:

- 1-Amos Agossou, JeongSeok and Boem lee. (2022). Evaluation of Potential Seawater Intrusion in the Coastal Aquifers System of Benin and Effect of Countermeasures considering future sea level rise. *Water* 14,4001
- 2-Mehdi Naderi, MasoudKermani and GholamBarani(2013). Seawater intrusion and groundwater resources management in coastal aquifers. *European Journal of Experimental Biology*,3(3),8094-.
- 3- Alfarrah N. and Walraevens K.(2018). Ground water overexploitation and seawater intrusion in coastal areas of arid and semi-arid regions. *Water*,10,143.
- 4-Kouzana L. , Benassi R., Ben MammouA.andSfarFelfoul M. (2010). Geophysical and hydrochemical study of the seawater intrusion in rissaranean semi –arid zones. Case of the korba coastal aquifer (Cap Bon, Tunisia). *J.Afr. Earth Sci.* ,58,242254-.
- 5-Saadeh M.(2008).Seawater intrusion in Greater Beirut, Labanon. In *Climatic changes and water resources in the middle east and north Africa. Environmental Science and Engineering* ,Springer,Berlin,Germany.
- 6-Qahman K. and Larabi A. (2006). Evaluation and numerical modeling of seawater intrusion in the Gaza aquifer (Palestine),*Hydrogeol J.*,14,713728-.
- 7-Antonellini M.,Mollema P., GiambastianiB.,Bishop K., Caruso L., Minchio A.,Pellegrini L., Sabia M., Ulazzi E. and Gabbianelli G. (2008). Saltwater intrusion in the coastal aquifer of the southern Po plain, Italy. *Hydrogel. J.* 16,15411556-.
- 8- Chang S., Chung M., Kim M., ToleraM.andKoh G. (2019). Application of GALDIT in Assessing the Sea water intrusion Vulnerability of Jeju Island , South Korea. *Water* 11,1824.
- 9-Bear J. and Cheng A. (1999). An overview, Chap.1, In *Seawater intrusion in coastal aquifers . Concepts, Methods and Practices.Kluwer*,18-.
- 10-Trabelsi R., Abid K. ,Zouari K. and Yahyaoui H. (2011). Ground water salinization processes in shallow coastal aquifer of Djefara plain of Medenine, Southeastern Tunisia. *Environ. Earth Sci.* doi:10.1007/s126658-1273-011-.

- التلوث وفقا لبعض العناصر الكيميائية . مجلة البحوث الأكاديمية، 19، 18-23.
- 12-Al-Janabi Z. ,Rahman-Al-Kubaisi A. and Al-Obaidy A. (2012). Assessment of water Quality of Tigris River by using Water Quality Index (CCME) Journal of Al-Nahrin University, 15(1),119126-.
- 13- فرج عبدالقادر (2012). النمو السكاني وأثره على استهلاك المياه في مدينة المرج .قدمت هذه الدراسة استكمالاً لمتطلبات درجة الإجازة العالية (الماجستير) بكلية الآداب قسم الجغرافيا .
- 14-بوفارس منصور وناصر عمر (2021). تقييم تداخل مياه البحر في المياه الجوفية باستخدام المؤشرات الكيميائية بمنطقة صبراته.جامعة الزاوية 23(3)، 409-432.
- 15-Roza R. and Singh G. (2010). Assessment of ground water quality status by using water quality index method in rissa, India, World Appli. Sci. J. 9(12),13921397-.
- 16-Stambuk G. N. (1999). Water Quality evaluation by Index in Dalmatia. Water Res. 33(16),34233440-.
- 17-Ahmed Ekhmaj, YounesEzlit and MukhtarElaalem (2014). The situation of sea water intrusion in Tripoli , Libya , Intornational conference on Biological chemical Environmental Sciences (BCES-2014) June 1415-, Penang (Malaysia).
- 18- Abdulaziz M. and Abdussalam N. (2020). Evaluation of water status in the area between Mediterranean coast and Agar sabrata city, Libya. Alex. J. Agric. Sci., 65 (1),1527-.
- 19-العصاوي إبراهيم وعبدالرحمن الضراط وعبدالله عقوب وابوبكر سويب ومحمود تكالة (2022). تقييم مؤشر جودة المياه ومدى تداخل مياه البحر مع عينات من المياه الجوفية بمنطقة مرباط مصراتة-ليبيا.مجلة البحوث الاكاديمية ، 22 ، 45-53 .
- 20-الحياني عبدالستار (1991).تقييم المياه الجوفية لبعض آبار قرية الخفاجية في محافظة الأنبار ، مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة، 2(3).
- 21-Channo R. (2012) . Studying the probability of using ground water in Baghdad city for human animal and irrigation use ,Alkhwazizmi Engineering Journal,8,6374-.
- 22-العماري خيري وعبدالرزاق مصباح (2018).استخدام مؤشر جودة المياه لتقييم نوعية المياه الجوفية بمنطقة النواحي الأربع في ليبيا . مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية.4(2).27-34-.
- 23-American Public Health Association.2005.Standard Methods for Examination of water and Waste water, 21st ed. American Public Health Association:Washington,D.C.