

استخدام مؤشر جودة المياه لتقييم نوعية المياه الجوفية بمنطقة النواحي الأربعة في ليبيا

خيري محمد العماري^{1*} و عبدالرزاق مصباح الصادق عبدالعزيز²¹ قسم العلوم والهندسة البيئية، الأكاديمية الليبية، ليبيا² قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة طرابلس، ليبيا

* البريد الإلكتروني: khamari@gmail.com

Using Water Quality Index to Assess Groundwater Quality in
Al-Nawhi Al-Arbaa Area in LibyaK. Mohamed Alamari^{1*}, and A. Musbah Abdulaziz²¹Environmental Science and Engineering Department, Libyan Academy, Tripoli, Libya²Soil and Water Department, Faculty of Agriculture, University of Tripoli, Tripoli, Libya

الملخص

أجريت هذه الدراسة لتقييم جودة المياه الجوفية باستخدام مؤشر جودة المياه (WQI) في منطقة النواحي الأربعة بليبيا. اشتملت الدراسة على أربعة مناطق وهي منطقة قصر بن غشير ومنطقة سيدي السائح ومنطقة سبيعه ومنطقة سوق الخميس. تم تحديد العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لأربعة عشر عينة من المياه الجوفية هذه المناطق لتقدير مؤشر جودة المياه WQI خلال صيف 2015م. أظهرت النتائج أن بعض البارامترات الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه كانت ضمن الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية الليبية للشرب. أما من الناحية البكتريولوجية فقد أظهرت نتائج التحليل أن جميع العينات غير ملوثة باستثناء عينة واحدة فقط كانت ملوثة وبالتالي تعتبر غير صالحة للاستعمال البشري. وفيما يتعلق بـ WQI، أظهرت النتائج أن قيم مؤشر جودة المياه للأبار (w14، w13، w12، w3، w2) تقع ضمن مدى المياه الجيدة فيما صنف بقية الأبار ضمن مدى المياه غير الملائمة لأغراض الشرب.

الكلمات الدالة: مؤشر جودة المياه WQI، الخصائص الكيميائية والبكتريولوجية لمياه الشرب، نوعية مياه الشرب.

Abstract

This study has been conducted to assess groundwater quality by using Water Quality Index (WQI) in the Al-Nawhi Al-Arbaa in Libya. The study included four areas: Qasr bin Ghashir area, Sidi-ALSaeah, Sbeayah, and Suq-Alkhamis. To estimate WQI, many physical, chemical, and bacteriological properties of 14 samples of groundwater were determined during the summer of 2015. The results revealed that some of the physical, and chemical parameters of groundwater samples were among the Libyan Standards that allowed limits for a drink. Bacteriologically, the results showed that well number (13) was contaminated and was not suitable for human use, while the rest of the wells were not contaminated. In terms of WQI, it was found that wells (w2, w3, w12, w13, w14) were within the range of good water while the other wells were classified within the range of unsuitable for drinking purposes.

Keywords: WQI water quality index, Chemical & Bacteriological properties of drinking water.

1. المقدمة

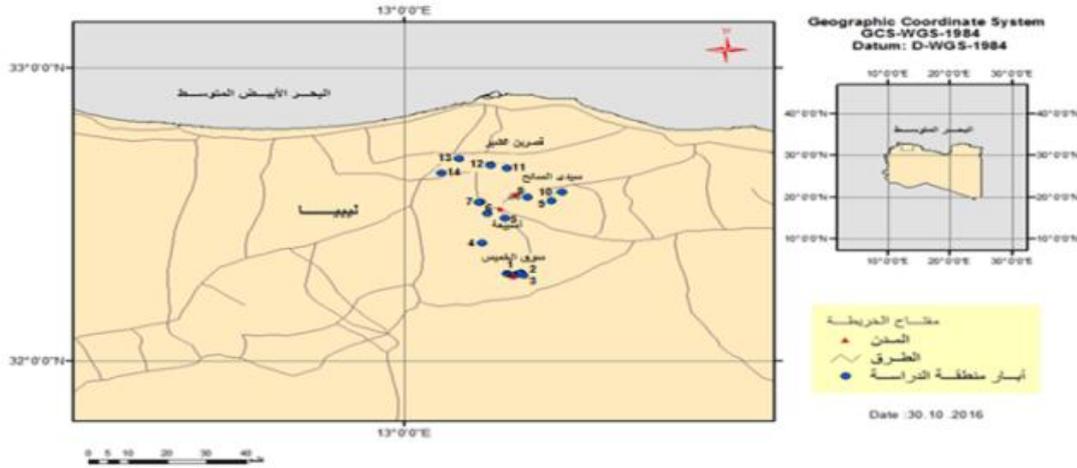
تعتبر المياه الجوفية من أهم مصادر المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة، تتلوث هذه المصادر المائية من مصادر تلوث مختلفة كالتسربات الناتجة عن أعطال شبكات مياه الصرف وكذلك تلوث الخزانات الجوفية الناتجة عن تداخل مياه البحر، ويشكل تدهور

مصادر المياه الجوفية قلق للمجتمعات المتقدمة كما تعد الانشطة البشرية المسبب الرئيسي لتلوث مصادر المياه الجوفية (Al-Janabi *et al.*, 2012). ويعود تأثير تلك الملوثات الى تلوث هذه الموارد الحيوية والذي يبدأ فعلياً في تدمير الانواع المختلفة من النباتات والكائنات الحية. بالإضافة الى ذلك يصبح تقادم هذه الموارد غير صالح للشرب وللأغراض الأخرى كالأستخدام الزراعي والصناعي. وبذلك تصبح جودة المياه اداة مفيدة في التحقق من مدى تلوث المياه وبالتالي تنفيذ التدابير المناسبة للحد من مسألة تلوث مصادر المياه. ويتم تحديد جودة المياه من خلال مقارنة العوامل الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية لعينات المياه المجمعة مع الحدود المسموحة والمعتمدة من قبل المنظمات العالمية وتستند هذه الحدود الموجودة الى الدليل المعتمد الى مستويات تلوث مسموحة علمياً وتتعلق بدرجة السمية على صحة الانسان او على الكائنات الحية (Danquah *et al.*, 2011). ان مفهوم WQI يساعد في تقييم طبيعة المياه الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ولاسيما فيما يتعلق بصحة الانسان والأستخدامات المستهدفة في تقييم جودة المياه، حيث يتم استخدام العديد من الطرق في تحليل وعرض بيانات جودة المياه وأحدى هذه الطرق هو مؤشر جودة المياه (Water Quality Index –WQI). المؤشر هو في الأساس وسيلة رياضية لحساب قيمة واحدة من نتائج اختبارات متعددة وتمثل نتيجة هذا المؤشر مستوى جودة المياه في حوض ماء معين، مثل خزانات المياه الجوفية او بحيرة او نهر او مجرى مائي، وهو مهم جدا لمراقبي جودة المياه على مدى فترات معينة من الزمن من اجل الكشف عن التغيرات في النظام المائي والبيئي. ويتم تعريف WQI على انها تقنية التصنيف، والتي تظهر التأثيرات لمعايير نوعية المياه الفردية على الجودة الكلية للمياه. ويمكن اجراء اختبار جودة المياه ومدى ملائمتها لأغراض الشرب من خلال تحديد مؤشر الجودة الخاص بها (WHO, 2011). ان مؤشر جودة المياه يمكن ان يعطي دلائل على الحالة الصحية للمياه في نقاط رصد مختلفة، ويمكن استخدامها لتتبع وتحليل التغيرات الحاصلة او لرصد التغيرات في جودة مياه امداد التجمعات السكنية مع مرور الزمن، كما يمكن استخدامه لمقارنة جودة مياه مصدر مائي مع مصادر امداد اخرى في المنطقة او في مناطق مختلفة من أنحاء العالم. تهدف هذه الدراسة الى تقييم جودة المياه في منطقة النواحي الأربعة لأغراض الشرب من خلال دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتيرية لهذه المياه، واعطاء صورة عن السلامة الصحية لمياه الشرب في المنطقة وتقييم نوعيتها باستخدام مؤشر جودة المياه WQI استنادا على المواصفة القياسية لليبية لمياه الشرب رقم (82).

2. موقع الدراسة

ثم تجميع البيانات والمعلومات الخاصة بمنطقة الدراسة والمتعلقة بموضوع البحث للتعرف من خلالها على المنطقة المدروسة عن قرب لإجراء الدراسة الحقلية، حيث تم في هذا البحث تجميع المعلومات والبيانات اللازمة والمتمثلة في منطقة النواحي الأربعة جنوب مدينة طرابلس حيث تبعد عنها حوالي 25 كيلو متر إلى الجنوب وتمتد ما بين خطى طول (13° 07' 27.1" و 13° 22' 10.4")، وخطى عرض (32° 17' 2.7" و 32° 42' 24.3") كما هو موضح في الشكل (1) وتنقسم إلى أربع مناطق وهي:

- منطقة قصر بن غشير وتقع في الجزء الشمالي لمنطقة الدراسة.
- منطقة سيدي السائح وتقع في الجزء الشرقي لمنطقة الدراسة.
- منطقة سوق الخميس وتقع في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة.
- منطقة سبيعه وتقع في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة.



شكل 1. يوضح موقع آبار منطقة الدراسة

3. الطريقة والمواد

تم في هذه الدراسة اخذ أربع عشرة عينة لمياه الآبار بمنطقة الدراسة، وقد جمعت العينات على مسافات متفاوتة في منطقة الدراسة كما هو موضح في الشكل (1) وتم تحديد مواقع أخذ العينات بدقة باستخدام جهاز الإحداثيات الأرضية (GPS)، ولغرض إجراء التحاليل الكيميائية المختلفة لعينات المياه تم أخذ عينتان من كل بئر في قناتي زجاجية مغطاة ومعقمة وفقاً للطرق العلمية المتبعة بالخصوص، القينة الأولى ذات حجم اللتر والنصف لغرض تقدير العناصر الرئيسية فيها، والثانية حجمها 0.5 لتر لغرض التحليل الجرثومي، وتم إجراء جميع التحاليل بمعامل شركة السلم لتقنية المختبرات المساهمة، بمدينة طرابلس. تم اخذ هذه العينات شهر 1 سنة 2015. اذ تم قياس EC التوصيل الكهربائي (Hach Test Method 8160) ودرجة الحموضة بجهاز meter-pH ، والقاعدية الكلية T. Alk. بالمعايرة مع حمض الكبريتيك القياسي، التوصيل الكهربائي (EC): تم قياس التوصيل الكهربائي (EC) باستخدام جهاز قياس درجة والأملاح الكلية الذائبة (TDS)، باستخدام جهاز القياس (Hach HQ40 d)، والكاتيونات الذائبة: هي الصوديوم (Na^+) والبوتاسيوم (K^+): تم تقديرهما بواسطة جهاز التقدير باللهب (Flame photometer (Jenway PFPI)، والكالسيوم (Ca^{+2}): تم تقدير الكالسيوم (Ca^{+2}) بطريقة المعايرة بواسطة محلول الفرسنت EDTA معلوم العيارية (0.01 N). المغنيسيوم (Mg^{+2}): تم تقدير المغنيسيوم (Mg^{+2}) بطريقة المعايرة وذلك بتقدير (الكالسيوم + المغنيسيوم) معاً ($Mg^{+2} + Ca^{+2}$) ثم طرح الكالسيوم السابق تقديره. اما الأنيونات الذائبة: الكلوريد Cl^- (تم تقدير الكلوريد Cl^-) بطريقة المعايرة بواسطة نترات الفضة ($AgNO_3$) معلوم العيارية وفق ما ورد في (Rump and Krist, 1992). والبيكربونات (HCO_3^-): تم تقديرها بواسطة المعايرة بحامض الكبريتيك معلوم العيارية (0.005 N) مع إضافة دليل الميثيل برتقالي، والكبريتات (SO_4^{-2}) تم تقديرها حتماً بواسطة ترسيب الكبريتات الذائبة عن طريق إضافة كلوريد الباريوم والمعايرة بمحلول الفرسنت ETDA معلوم العيارية (0.001 N)، والنترات (NO_3): تم تقديرها باستخدام جهاز المطياف

الضوئي المنظور - فوق البنفسجي نوع (UV-Visible)، كما تم حساب مؤشر نوعية المياه WQI لأحدى عشر بارامتر باستخدام طريقة الدليل الحسابي الموزون (Channo, 2012).

Weighted Arithmetic Index Method المقارنة مع الموصفات القياسية الليبية كما في الجدول (1).

$$Wi = \frac{1}{Si} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$qi = \frac{Ci}{Si} \times 100 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$WQI = \sum_{i=1}^{i=n} Wi \times qi \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Overall } WQI = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Wi \times qi}{\sum_{i=1}^{i=n} Wi} \quad \dots \dots \dots (4)$$

حيث أن:

Wi : الوزن النسبي لكل بارامتر.

qi : مقياس درجة النوعية لكل بارامتر.

Ci : التركيز المقاس.

Si : القيمة المسموح بها عالمياً.

n : عدد البارامترات المقاسة.

4. النتائج والمناقشة

1.4 التحاليل الكيميائية:

1.1.4 الأس الهيدروجيني (pH)

من خلال نتائج التحاليل الكيميائية لعينات المياه الموضحة بالجدول (1) نجد أنه لا توجد اختلافات كبيرة في قيم (pH) لكل العينات، حيث سجلت أعلى قيمة (7.8) في البئر رقم (w1، w2) وأقل قيمة (6.31) في البئر رقم (w7) وبمعدل (7.23)، وعند مقارنة نتائج التحاليل للأس الهيدروجيني نجد أنه لا يوجد تغير كبير حيث كانت كل العينات ضمن نطاق المعدل الاعتيادي لقيمة الأس الهيدروجيني وهي من (6.5 - 8.5).

2.1.4 التوصيل الكهربائي (EC)

في الجدول (1) يوضح أن قيمة (EC) للآبار الواقعة في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة أعلى قيم للتوصيل الكهربائي من باقي آبار منطقة الدراسة، ويرجع ارتفاع قيم (EC) إلى أن معدلات السحب من هذه أعلى من معدلات التغذية حول الخزانات الجوفية بهذه المنطقة، إضافة إلى ذلك قرب المنطقة من شاطئ البحر والذي قد يعرضها لاحتمالية تداخل مياه البحر في حالة زيادة معدلات السحب مسبباً بذلك الزيادة العالية في قيم التوصيل الكهربائي كدليل على زيادة تركيز الأملاح بها (الهيئة العامة للمياه، 2002).

جدول 1. قيم البارامترات للخصائص الفيزيائية والكيميائية و WQI لأبار المستخدمة للشرب في منطقة الدراسة

Well No.	pH	EC $\mu\text{m/cm}$	TDS	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	NO ₃ ⁻	WQI
W ₁	7.3	1901	1303	112	89	194	4.49	496	203	156	36	101.0
W ₂	7.42	1541	984	76	51	170	3.92	320	177	168	17	75.2
W ₃	7.58	1548	1042	84	43	192	3.88	315	179	198	26	81.2
W ₄	6.74	2850	2241	244	126	269	9.59	470	507	595	18	150.8
W ₅	6.68	2840	2385	280	140	273	9.56	616	498	548	19	160.6
W ₆	6.78	2870	23101	260	128	273	9.77	540	474	595	19	156.3
W ₇	6.78	2870	2256	260	116	275	9.78	490	471	611	21	153.9
W ₈	7.01	2107	1623	196	89	189	6.01	345	293	476	26	116.7
W ₉	7.09	2047	1499	160	85	184	6.06	311	294	413	37	110.9
W ₁₀	7.12	2045	1560	180	92	183	5.91	370	298	384	38	114.8
W ₁₁	7.26	1892	1317	136	94	155	6.89	400	170	301	45	105.3
W ₁₂	7.72	1085	840	76	70	89	6.04	255	163	142	38	69.1
W ₁₃	7.72	1357	908	116	43	105	4.58	246	134	141	96	88.8
W ₁₄	7.55	1567	1077	120	53	142	8.91	255	204	291	1.61	76.2

3.1.4. الأملاح الكلية الذائبة (TDS)

توضح النتائج في الجدول (1) ان قيم (TDS) للأبار (W₁، W₄، W₅، W₆، W₇، W₈، W₉، W₁₀، W₁₁) سجلت أعلى قيم في الأملاح الكلية الذائبة. ولأن معدلات السحب من هذه الآبار أعلى من معدلات التغذية نتيجة لاختراق هذه الآبار لطبقات الخزان الجوفي السطحي ونضوب مياهه وتعرضه للملوحة، حدوث تقدم لجبهة المياه المالحة من البحر لتعويض الفاقد من المياه الجوفية العذبة مسببا فيما يعرف بظاهرة زحف مياه البحر باتجاه اليابسة. حيث تجاوزت ملوحة مياه الآبار للمعايير المحددة دوليا لمياه الشرب وذلك من خلال ما أوضحته العديد من الدراسات السابقة حول هذه الخزانات الجوفية (عبدالعزيز، 2016).

4.1.4. الكالسيوم (Ca⁺²)

تشير النتائج الواردة في الجدول (1) أن هناك زيادة في قيم الكالسيوم (Ca⁺²) في جميع عينات آبار منطقة الدراسة حيث زاد التركيز إلى (280 mg/l)، ويرجع سبب وجود هذا الايون إلى المصدر الجيولوجي (الحجر الجيري والدولميت) المكون لخزان الجوفي، وقد يعزى ذلك لوجود عدسات من الجبس في التكوين الجيولوجي لهذه الآبار .

5.1.4. المغنسيوم (Mg⁺²)

تظهر النتائج الواردة في الجدول (1) أن قيم توزيع أيون المغنسيوم (Mg⁺²) للأبار الواقعة في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة أعلى قيم من باقي آبار منطقة الدراسة، زيادة في تركيز المغنسيوم في معظم العينات حيث سجلت في البئر رقم (W₅) 140 mg/l، وأن مختلف هذه القيم لا تزال ضمن الحدود المسموح بها لتركيز هذا العنصر في مياه الشرب وفقاً للمواصفات القياسية، ويرجع سبب وجود هذا الايون إلى المصدر الجيولوجي.

6.1.4. الصوديوم (Na^+)

تشير النتائج الموضحة في الجدول (1)، أن قيم توزيع أيون الصوديوم (Na^+) تزداد بقيم متفاوتة في المنطقة، حيث أن الآبار الواقعة في الجزء الغربي أعلى قيم في تركيز أيون الصوديوم من باقي آبار منطقة الدراسة، وبصفة عامة يتضح من النتائج ان هناك زيادة في قيم توزيع أيون الصوديوم (Na^+) في معظم العينات، وقد يرجع وجود هذه التراكيز من أيون الصوديوم إلى التاريخ الجيولوجي لمنطقة الدراسة، حيث أدى تقدم البحر وتراجعها إلى انتشار التكوينات البحرية التي تتدخل مع تكوينات رسوبية قارية، نقل معظمها من الحافات الجبلية المجاورة والتي ترسبت في بطون الأودية خلال الزمنين الثالث والرابع .

7.1.4. البوتاسيوم (K^+)

توضح النتائج الواردة في الجدول (1) أن قيم توزيع أيون البوتاسيوم في الآبار الواقعة في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة أعلى قيم من باقي آبار منطقة الدراسة، وقد يفسر هذا التوزيع غير المنتظم لعنصر البوتاسيوم بكمية ونوعية الأسمدة المستخدمة في تسميد المزارع بهذه المنطقة وبنوعية مادة الأصل المتكونة منها التربة ومحتواها من أيون البوتاسيوم. (المعتاز، 1989).

8.1.4. الكلوريد (Cl^-)

تفيد النتائج الواردة في الجدول (1) أن قيم أيون الكلوريد للآبار الواقعة في غرب منطقة الدراسة أعلى من باقي آبار مناطق الدراسة الاخرى أثناء تنفيذ هذه، وقد يعزى وجود هذه التراكيز من أيون الكلور إلى التاريخ الجيولوجي لمنطقة الدراسة، بالإضافة إلى قرب المنطقة من البحر الذي يحتوي على تراكيز عالية جداً من أيون الكلوريد.

9.1.4. البيكربونات (HCO_3^-)

توضح النتائج الواردة في الجدول (1) أن قيم توزيع أيون البيكربونات يزيد تركيزها في الآبار الواقعة في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة، وبصفة عامة يتضح من النتائج المتحصل عليها أثناء تنفيذ هذه الآبار أن هناك زيادة في قيم تركيز البيكربونات في جميع عينات آبار منطقة الدراسة حيث أن بعض هذه الآبار فاقت الحد المسموح به للموصفات القياسية لمياه الشرب وقد يرجع ذلك لأسباب طبيعية وجيولوجية.

10.1.4. الكبريتات: (SO_4^{2-})

تفيد النتائج الواردة في الجدول (1) أن هناك زيادة في قيم توزيع أيون الكبريتات في جميع عينات آبار منطقة الدراسة. وكانت في البئر (W6) (595 mg/l)، وبصفة عامة يتضح من خلال القيم المتحصل عليها، أن معظم تراكيز هذا الايون في مياه الآبار المدروسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في مياه الشرب وفقاً للمعايير والمواصفات القياسية لمياه الشرب، وقد تفسر الزيادة في تركيز هذا الايون لوجود عدسات من الجبس في التكوين الجيولوجي لهذه الآبار.

11.1.4. النترات (NO_3^-)

من النتائج الموضحة في الجدول (1) توجد زيادة في تركيز أيون النترات، حيث سجلت أعلى قيمة (96 mg/l) في البئر رقم (W13)، وربما يفسر التركيز العالي لأيون النترات في هذا البئر إلى قربها من مجمع مجارى حيث لوحظ أن البئر لا يتجاوز عدة مترات

عن هذا المجمع ويقع داخل مجمع سكني، حيث تسرب مياه الصرف الصحي من شبكة تصريف مياه الصرف الصحي النالفة، وعموماً فإن تركيز أيونات النترات في أغلب عينات مياه الشرب المدروسة لم يتجاوز المسموح به وهو (45 mg/l) باستثناء هذا البئر.

2.4. التحليل البكتريولوجي

يظهر اختبار التلوث البكتريولوجي من الاختبارات المهمة والتي تعطي صورة واضحة عن مدى تلوث المياه بالأحياء المجهرية وخاصة خلال نقل المياه بواسطة الانابيب وخزانات المياه وكما تعطي صورة واضحة عن المشاكل الصحية الناتجة عن ذلك، وتشير النتائج الى أن جميع العينات غير ملوثة باستثناء عينة واحدة من البئر رقم (W_{13}) فقط كان ملوثاً جرثومياً، أما باقي الآبار غير ملوثة جرثومياً وذلك حسب المواصفات القياسية لمياه الشرب، حيث نستنتج من ذلك أن أغلب الآبار المدروسة بهذه المنطقة تتسم بالعمق فهي لم تتعرض بعد للتلوث البكتريولوجي.

جدول 2. تصنيف مؤشر جودة المياه على اساس طريقة حسابية مرجحة (Abbas et al., 2016)

الحالة	WQI
مياه ممتازة	$50 >$
مياه جيدة	100 - 50
مياه رديئة	200 - 100.1
مياه رديئة جدا	300 - 200.1
غير ملائمة لأغراض الشرب	>300

3.4. مؤشر جودة المياه WQI

بعد حساب دليل جودة المياه بطريقة الدليل الرياضي الموزون باستعمال احدى عشر بارامتراً لمياه الشرب لتحديد نوعيتها ووصفها وصلاحياتها للشرب من عدمه، وبالمقارنة مع المواصفات القياسية الليبية الموصي بها، كانت قيمة WQI وفقاً لنتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية لكل بئر تتراوح ما بين مياه جيدة وذلك للآبار (W_{14} ، W_{13} ، W_{12} ، W_3 ، W_2) الى غير ملائمة للشرب لبقية الآبار. ويعزى هذا التردى الى ارتفاع قيم TDS ، Ca^{+2} ، Na^{+} ، HCO_3^{-} ، Cl^{-} ، SO_4^{-2} والتي زادت عن المواصفات القياسية الليبية المسموح بها لمياه الشرب رقم (82).

5. الاستنتاجات

بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الآبار كانت من ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات الليبية لمياه الشرب رقم (82). بينما هنالك تردى واضح لجودة المياه الجوفية والتي تستخدم للشرب بسبب ارتفاع الاملاح الذائبة وبعض العناصر الكيميائية مثل الكبريتات والبيكربونات والكلوريد مما يعطي اشارة لوجود مصادر لتلوث مياه هذه الآبار. وتعد جودة هذه المياه

المدرسة وحسب قيم الرقم القياسي لمؤشر الجودة WQI لكل بئر من الابار انما صنفت على اساس جيدة الى غير ملائمة في جودتها.

لذا توصي نتائج الدراسة الى: ضرورة متابعة اجراء التحاليل الدورية لمستويات العناصر الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للوقوف على اي حالة غير صحية؛ تغطية الابار والخزانات المياه بصورة محكمة منعا لحدوث اي نوع من التلوث عن طريق التيارات الهوائية الناقلة للملوثات؛ توعية المواطنين بمختلف شرائح المجتمع وبكافة الوسائل بعدم الاستهلاك المفرط في معدلات السحب من هذه الآبار وترشيد استهلاك المياه والحفاظة عليها حتى لا تكون سبب في نضوب مياهه وتعرضه للملوحة.

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية

- المعتاز، إبراهيم صالح (1989). تحسين نوعية المياه الجوفية . مجلة الزراعة والمياه، 5: 34-35.
- المواصفات القياسية الليبية رقم (82) لمياه الشرب (2013). المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية، طرابلس ليبيا.
- الهيئة العامة للمياه (2002). دراسة تداخل مياه البحر شمال غرب وجنوب شرق مدينة طرابلس، تقرير تقني، طرابلس، ليبيا.
- عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح (2016). تقييم الوضع المائي في منطقة النواحي الأربعة بليبيا، رسالة ماجستير، الاكاديمية الليبية، طرابلس، ليبيا .

قائمة المراجع باللغة الإنجليزية

- Al-Janabi Z.Z., Rahman-Al-Kubaisi A., and Al-Obaidy A. (2012). Assessment of water Quality of Tigris River by Using Water Quality Index (CCME WQI). *Journal of Al-Nahrin University*, 15(1): 119-126.
- Abbas Abdul H.A., Dawood A.S., and Al-Hasan Z.M. (2016). Evaluation of groundwater quality for drinking purpose in Basrahgovernorate by using application of water quality index. *Kufa Journal of engineering*, 1(8): 65- 78.
- Channo R.J. (2012). Studying the Probability of Using Groundwater in Baghdad City for Human, Animal and Irrigation Use. *Al-khwarizmi Engineering Journal*, 8: 63-74.
- Danquah L., Abass K., and Nikoi A.A. (2011). Antropogenic pollution of inland water: the case of the Aboabo River in Kkumasi, Ghana. *Journal of Sustainable Development*, 4(6): 103-115.
- Rump K. (1992). *Laboratory Manual for the Examination of Water Waste Water and Soil*. New York.
- WHO "World Health Organization" (2011). *Guidelines for drinking water quality*. Geneva, Switzerland.