Sirte University Journal of Humanities **(SUJH)** مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية
Source Homepage: http://journal.su.edu.ly/index.php/Humanities/index
https://doi.org/10.37375/sujh.v13i1.1317

التحليل المكاني لجودة المياه الجوفية في بلدية بئر الأشهب

د. جمعة أرحومة جمعة الجالي jumma.elgali@tu.edu.ly
د. محمود محمد محمود سليمان soliman4075@gmail.com
كلية الآداب/جامعة طبرق/ليبيا

الملخّص

تهدف الدراسة للتعرف على خصائص المياه الجوفية في بلدية بئر الأشهب، لتحديد مدى ملائمتها للاستهلاك البشري، بالاعتماد على مؤشر جودة المياه Water Quality Index (WQI). جُمعت عينات المياه الجوفية من الآبار مباشرة، وتم تحليلها كيميائيًا من حيث الأس الهيدروجيني، المواد الصلبة الذائبة، الموصلية الكهربائية، العسر الكلي، والكلوريدات، كما تم الاعتماد على هذه العناصر في احتساب قيم مؤشر جودة المياه. ومن ثم استخدمت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإنتاج خرائط التباين المكاني لجودة المياه الجوفية في المنطقة. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن تركيز كل العناصر كان أعلى من الحدود المسموح بها، باستثناء الرقم الهيدروجيني، كما أن قيم مؤشر جودة المياه تراوحت ما بين (125) إلى (169)، وهي إشارة إلى أن المياه الجوفية في منطقة الدراسة ذات جودة فقيرة (متدنية)، أما عن التباين المكاني لجودة المياه، فقد تبين أن مياه الآبار الموجودة شمال المنطقة أفضل جودة من تلك الموجودة في الوسط والجنوب.

الكلمات المفتاحية:
المياه الجوفية، خصائص المياه، مؤشر جودة المياه، التباين المكاني، بئر الأشهب

Spatial analysis of groundwater quality in Bir Al-Ashhab municipality

Jumma Arhouma Jumma Elgali jumma.elgali@tu.edu.ly
Mahmood Mohammed Mahmood Soliman soliman4075@gmail.com
Faculty of Arts - University of Tobruk, Libya

Abstract

This study aims to identify characteristics of groundwater in Bir Al-Ashhab municipality to determine its suitability for human consumption based on the Water Quality Index (WQI). Groundwater samples in different positions were collected directly from the wells for chemically analyzed in terms of (PH), (TDS), (EC), (TH) and (CL), and WQI was calculated based on these parameters. Geographical Information systems (GIS) were used to produce spatial variation map of groundwater quality in the study area. The results showed that the concentrations of all parameters were higher than permissible limits except the values of (PH). Moreover the values of the water quality index ranged from (125) to (169), which indicates that the groundwater quality in the study area is poor. The spatial distribution maps have indicated that the best groundwater quality is concentrated in north part of the study, and the quality decreases gradually in the southward and direction.

Keywords
Groundwater Water Characteristics, Water Quality Index, Spatial Distribution, Bir Al-Ashhab Municipality

المقدمة

غالبًا ما تعاني المناطق الواقعة ضمن الأقاليم الجافة وشبه الجافة من ندرة المياه، حيث تذبذب الأمطار وقلة مصادر المياه السطحية، وكذلك الظروف المناخية القاسية، التي تزيد من معدلات فقدان المياه بالبخر؛ نتيجة لارتفاع درجات الحرارة، خاصة في فصل الصيف (عبدالعزيز 2020)، وبالتالي تُعد المياه الجوفية من أهم مصادر المياه في تلك الأقاليم، والتي من ضمنها منطقة الدراسة.

تتمتع المياه الجوفية بخصائص تجعلها أفضل من المياه السطحية من عدة جوانب، وغالبًا ما تكون محمية من مصادر التلوث المحتملة أكثر من المياه السطحية، وأقل عرضة للتغيرات الموسمية (عبدالعزيز واخرون2019)، ولكن نتيجة لتزايد الأنشطة البشرية وسوء الاستخدام، كثيرًا ما تتعرض المياه الجوفية للتدهور النوعي والكمي. لذلك يجب على الإنسان أن يُعطي اهتماما كبيرا لهذا المصدر الحيوي الهام، وأن يسعى للحفاظ على نقائه .(Jumma, 2012) كما إن تقييم جودة مصادر المياه الجوفية بشكل دوري يعدُّ أمرا غاية في الأهمية، لضمان الاستخدام الآمن لهذا المورد الحيوي الهام، للمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة (عبدالعزيز وآخرون، 2019).

فجودة المياه هي الخصائص الفيزيائية والكيميائية، والبيولوجية للمياه، وهذه الخصائص هي التي تعطي معلومات واضحة عن مدى ملائمة المياه للاستهلاك البشري، في الأغراض المختلفة مقارنةً بالحدود

المسموح بها، لمواصفات المياه القياسية محليًا وعالميًا. كما توجد العديد من الطرق المستخدمة في تقييم جودة المياه ومنها مؤشر جودة المياه Water Quality Index (WQI)، والذي يُعد أحد أكثر الطرق المهمة والفعالة لتقييم وإدارة المياه، وهو يعبر عن التأثير المركب لعدة محددات (مقاييس) مختلفة لجودة المياه بقيمة واحدة، ويعرَّف على أنه معادلة رياضية لحساب قيمة واحدة، ناتجة من تحليل عدة مقاييس مختلفة لخصائص المياه، لتعطى مؤشرا واحدًا يحدد مستوى جودة المياه بشكل عام. (Elgali, 2013).

2. هدف الدراسة: تهدف الدراسة لمعرفة مدى صلاحية المياه الجوفية للشرب في بلدية بئر الأشهب، بعد تحليلها بالاعتماد على مؤشر جودة المياه (WQI)، بالإضافة إلى تحديد التباين المكاني لجودة المياه الجوفية بمنطقة الدراسة.

3. الدراسات السابقة:

حظي موضوع تقييم جودة المياه الجوفية وتحليل خصائصها، والمعتمدة على مؤشر جودة المياه بالعديد من الدراسات، ومن ضمنها دراسة Nair et al (2005) التي تطرقت لتقييم ملائمة جودة المياه الجوفية للشرب، في منطقة مختارة من الجبل الأخضر، حيث حُددت الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعينات المجمعة. وقد بيَّن مؤشر جودة المياه أن العينات المأخوذة من مدينتي أجدابيا وشحات كانت جيدة على الرغم من وجود تلوث بسيط، في حين كان التلوث بدرجة متوسطة في كل من المرج، ورأس هلال، ودرنة، أما في بئر سوسة فكان التلوث شديدا، ومن ثم المياه غير صالحة للشرب.

كما تناول Elgali et al (2012) دراسة التوزيع المكاني لجودة المياه الجوفية في منطقة درنة بشرق ليبيا، حيث تم تحليل بعض العناصر الكيميائية لعدد أربع عشرة عينة، وبيَّنت نتائج الدراسة أن قيم كل من(TDS) و (Cl) و(T.H) و(Po4) قد تجاوزت الحدود المسموح بها في عدة عينات، وأن أغلب تركيزها كان في شمال شرق منطقة الدراسة، في حين تتحسن جودة المياه باتجاه الجنوب الشرقي.

كما تناول عبد العزيز وآخرون (2019) دراسة تهدف إلى تطبيق مؤشر جودة المياه(WQI) لتقييم عينات المياه الجوفية في مدينة صرمان غرب ليبيا، حيث جُمعت 29 عينة، وتم تحليلها كيميائياً، من حيث الرقم الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي، والأملاح الذائبة الكلية، والايونات الرئيسية. وأظهرت نتائج الدراسة أن(WQI) للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة، تتراوح من جيدة إلى غير ملائمة لأغراض شرب الإنسان. وعلى المستوى العالمي فقد قام Ramakrishnaiah. Et al (2009) بدراسة تقييميه باستخدام (WQI) في منطقة (تومكور تالوك) (Tumkur Taluk) بالهند، وكشفت الدراسة أن قيم (WQI) للعينات المختارة تراوحت بين 89.21 و660.56، وأن المياه في حاجة لبعض المعالجة قبل الاستهلاك.

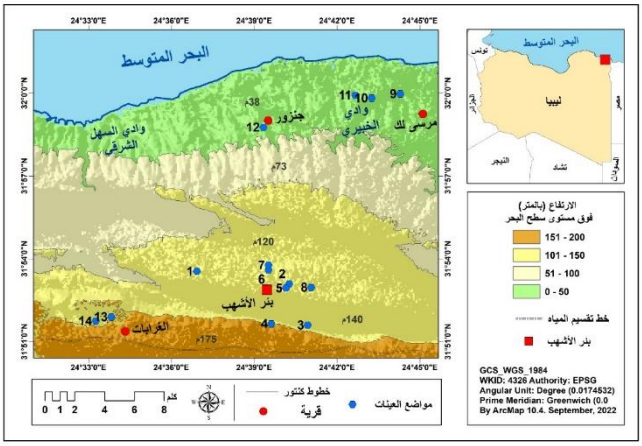
4. منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة في جزء من بلدية بئر الأشهب، الواقعة في أقصى شمال غرب ليبيا، وهي جزء كبير من شمال وسط هضبة الدفنة، وتمتد جغرافيًا من وادي (مرسى لك) شرقاً، حتى وادي (السهل الشرقي) غرباً، بمسافة تقدر بـ 24 كلم تقريباً، ومن البحر المتوسط شمالاً حتى خط تقسيم المياه عند محلة (الغرابات) جنوباً، بمسافة تقدر بحوالي 22 كلم تقريباً، وبهذا تبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي 513 كلم^2 تقريباً، وبذلك فهي تمتد فلكيًا بين دائرتي عرض (31.841° و 32.024°) شمالاً، وخطي طول (24.540° و 24.754°) شرقاً، شكل (1). وكما هو واضح من الخريطة المرفقة يمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاثة أقسام، هي:

القسم الأول: سهل ساحلي ضيق لا يتجاوز ارتفاعه 40 مترا، تقطعه بعض الأودية الساحلية التي تتخذ اتجاه شمالي جنوبي، وتتعرج أحياناً باتجاه شرق غربي، وتصب مياهها في البحر المتوسط، ومن أهمها وادي الطرفاوي، وادي الخبيري، وادي جنزور.

القسم الثاني: يتمثل في مناطق السقايف وهي منخفضات طويلة، تفصل فيما بينها تلال صغيرة، تتخذ اتجاه شرقي غربي، لا يتجاوز متوسط ارتفاعها 140 مترا.

القسم الثالث: وهو الأعلى ارتفاعًا، ويمثل منطقة خط تقسيم المياه، جنوب محلة (الغرابات)، ويبلغ أقصى ارتفاع لها حوالي 180 مترا، وتنحدر تدريجياً نحو الشمال والجنوب، حيث تتجه مياه الأمطار منها شمالاً نحو مناطق السقايف، ثم إلى الأودية الساحلية، والثاني جنوباً حيث تتجمع المياه في أحواض رسوبية منخفضة، يُطلق على مفردها اسم (غوط)، تشبه في طبيعتها مناطق السقايف، ثم تتجه مياه الأمطار إلى الجنوب حيث مناطق (البلط)، التي تحتفظ بالمياه مدة طويلة قد تصل إلى فصل الصيف.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة وملامحها الطبيعية

الخصائص المُناخية لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن المناخ شبه الجاف Soliman, (2020)، ولا شك أن هيدرولوجية أي منطقة ماهي إلا انعكاس لمعطياتها المناخية، فالعناصر المناخية كعنصري الحرارة والتساقط تؤثر بشكل كبير على الموارد المائية، كما أن المناخ هو الذي يحدد العجز أو الفائض المائي في أي منطقة على سطح الأرض. ولعدة عوامل محلية كطبوغرافية السطح واتجاه خط الساحل وندرة الغطاء النباتي، واستمرار فترات الجفاف، وسيطرة نُظُم أضداد الأعاصير (مقيلي، 2009)، والهواء الجاف المستقر، الذي يعمل على صد المنخفضات الجوية خلال بدايات الخريف، أدى إلى قلة الأمطار في منطقة الدراسة وتذبذبها من عام إلى آخر، مما ترتب على ذلك نقص كبير في الموارد المائية بالمنطقة.

ويتضح من خلال الجدول (1) ارتفاع درجات الحرارة خلال شهور فصل الصيف، حيث بلغ معدل درجات الحرارة العظمى أقصاه في شهر أغسطس (31 مْ)، وانخفضت في شهور فصل الشتاء، لتصل درجات الحرارة الصغرى إلى (9 مْ) في شهر يناير، بينما اعتدلت خلال فصل الربيع (20.4مْ) في شهر مارس، وفصل الخريف (22.1 مْ) في شهر نوفمبر، وينعدم سقوط الأمطار في شهور فصل الصيف وتقل في شهور فصلي الربيع والخريف، وتزداد نسبياً في شهور فصل الشتاء، حيث بلغت أكبر كمية للأمطار في شهر يناير (34 ملم/ الشهر) فقط، وقد وصل المعدل السنوي العام للأمطار في المنطقة إلى (133 ملم/ السنة)، وهي كمية قليلة جداً، لا يمكن الاعتماد عليها في مشاريع الحصاد المائي، أو الأنشطة الرعوية والزراعية.

جدول (1) الخصائص المناخية لمنطقة بئر الأشهب للفترة 1985م – 2019م.

العنصر المناخي	شهور السنة												المعدل السنوي
	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	
الصغرى (مْ)	9.0	9.3	10.7	13.2	16.2	19.4	21.9	22.5	21.1	18.1	14.1	10.9	15.53
العظمى (مْ)	16.4	17.5	20.4	23.5	26.7	29.1	30.7	31.0	29.6	26.2	22.1	17.9	24.26
المعدل (مْ)	12.7	13.4	15.6	18.4	21.5	24.3	26.3	26.8	25.4	22.2	18.1	14.4	19.93
الأمطار(ملم)	34.0	22.0	10.0	5.0	4.0	0.0	0.0	0.0	2.0	8.0	17.0	31.0	133.0

المصدر: إعداد الباحثان، اعتماداً على موقع البيانات المناخية https://en.climate-data.org

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة في جمع البيانات على عدة مصادر مكتبية كالكتب، والرسائل، والبحوث العلمية المنشورة، بالإضافة إلى البيانات المناخية الخاصة بمنطقة الدراسة. ومن أجل الحصول على البيانات المتعلقة بموضوع الدراسة، والتي يصعب الحصول عليها من المصادر سالفة الذكر، فقد اعتمدت الدراسة على العمل الميداني لجمع هذه البيانات، فقد تم اختيار عدد (14) بئرا جوفيًّا، متباينة في مواضعها وارتفاعاتها وبُعدها عن ساحل البحر بمنطقة الدراسة، وحُددت إحداثياتها الجغرافية باستخدام جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS). ولمعرفة خصائص المياه الجوفية وجودتها جُمعت منها عينات بصورة مباشرة في عبوات بلاستيكية، بعد أن غسلت عدة مرات بنفس الماء المراد تحليله.

ولمعرفة خصائص المياه تم نقل العينات المجمَّعة إلى مختبر تحليل المياه بمصفاة طبرق النفطية، لغرض إجراء التحاليل الكيميائية، والتي اشتملت على الأس الهيدروجيني (PH)، والأملاح الكلية الذائبة (TDS)، والموصلية الكهربائية (EC)، والعسر الكلي (TH)، والكلوريد (CL). ولتقدير الجودة الكلية للمياه تم حساب مؤشر جودة للمياه لكل عينة باستخدام طريقة الدليل الرياضي الموزون، حيث تم تعيين وزن نسبي ومقياس تصنيف جودة، اعتمادًا على الحدود القياسية العالمية المسموح بها لكل عنصر، جدول (2)وفق المعادلات الآتية (khudair,2013) و(الصفاوي وآخرون، 2018):

$$qi = \frac{Ci}{Si} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

$$wi = \frac{1}{si} \quad \text{.....(2)}$$

$$WQI = \sum_{i=1}^{i=n} wi \times qi \quad \text{.....(3)}$$

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

حيث:

wi: الوزن النسبي لكل عنصر.

qi: مقياس تصنيف الجودة لكل عنصر.

ci: التركيز المقاس لكل عنصر.

si: الحد المسموح به عالميا.

n: عدد العناصر المدروسة.

جدول رقم (2): الحدود القياسية والوزن النسبي لمقاييس جودة المياه.

مقاييس جودة المياه	الرمز	وحدة القياس	الحدود القياسية المسموح بها (si)	الوزن النسبي (wi)
الأس الهيدروجيني	PH	-	6.5 - 8.5	0.13
المواد الصلبة الذائبة	TDS	mg/l	<1000	0.001
الموصلية الكهربائية	EC	µS/cm	< 2300	0.000435
العسرة الكلية	TH	mg/l	< 500	0.002
الكلوريد	CL	mg/l	< 250	0.004

المصدر: إعداد الباحثان - المعادلة رقم (2)

WHO, Guidelines for drinking-water quality - 4th ed, 2011-

6. النتائج والمناقشة:

6. 1. خصائص المياه الجوفية في منطقة الدراسة وتباينها المكاني:

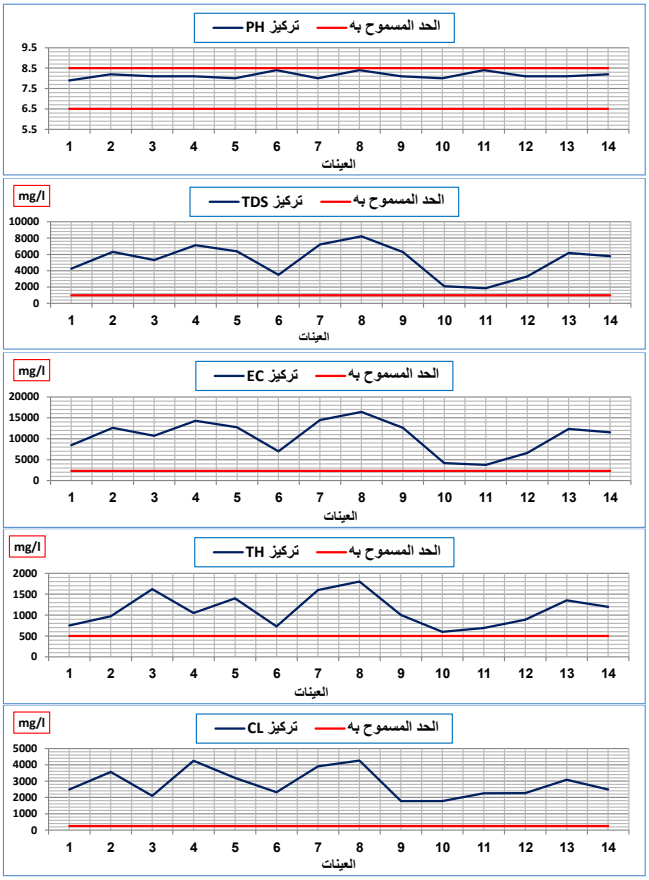
تشير نتائج تحليل خصائص المياه الجوفية بمنطقة الدراسة أن تركيز عناصر جودة المياه كانت أعلى من الحدود القياسية، الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية، باستثناء الرقم الهيدروجيني (PH)، حيث كانت كل القيم في نطاق الحدود المسموح بها. ومن خلال الجدول (3)، وشكل (3) وخرائط التباين المكاني، لجودة المياه الجوفية في منطقة الدراسة يتبين ما يلي:

- الأس الهيدروجيني (PH): يُعد معيارا مهما لتقدير مدى ملائمة المياه للاستخدامات المختلفة، واحتمالية حدوث التلوث(Channo, 2012)، وقد تراوحت قيمته في الآبار المشمولة بالدراسة بين (7.9) في البئر رقم (1) غرب منطقة الدراسة و(8.4) في الآبار (6، 8، 11) وسط وشمال منطقة الدراسة، شكل (4) وهي بذلك تكون في المستوى الآمن والمسموح به محليًا وعالميًا، ولكنها تقارب قليلًا إلى القلوية.
- المواد الصلبة الذائبة (TDS): هي مؤشر عام على كمية المياه المالحة وأصلها ونوعها، وأن نوع وتركيز الملح المذاب في الماء يعتمد على بيئة المنطقة المدروسة، ونوع الصخور الموجودة وسرعة جريان المياه(Channo, 2012). وقد أوضحت الدراسة أن تركيز المواد الصلبة الذائبة مرتفع في كل الابار المدروسة، حيث تراوحت قيمها من (ملغ/ل860) في البئر رقم (11) بالسهل الساحلي في شمال المنطقة، إلى(8210 ملغ/ل) في البئر رقم (8) بوسط منطقة الدراسة، شكل (5).
- كل قيم الموصلية الكهربائية (EC) كانت أعلى من الحدود المسموح بها، حيث بلغت أقل قيمه لها (3730ميكرو سيمنس/سم) في البئر رقم (11) في أحد الأودية شمالًا، ثم أخذت في الارتفاع التدريجي لتصل إلى (16430 ميكرو سيمنس/سم)في البئر رقم (8) بوسط منطقة الدراسة، شكل (6). الموصلية الكهربائية هي كمية التيار الكهربائي الذي يمر من خلال الماء، أو قدرة الماء على التوصيل الكهربائي، وهي مؤشر على وجود الأملاح الذائبة في الماء (Channo, 2012)، ويُعد ارتفاع قدرة الماء على التوصل الكهربائي دليل على زيادة تركيز الأملاح الذائبة بها.
- العسرة الكلية (TH) أيضًا كانت أعلى من الحد المسموح به (500 ملغ/ل) في كل العينات قيد الدراسة، وقد تراوح تركيزها بين (600ملغ/ل) في البئر رقم (10) في الجزء الشمالي و(1800ملغ/ل) في البئر رقم (8) في وسط منطقة الدراسة، شكل (7). العسرة الكلية توضح تركيز عنصري الكالسيوم والماغنيسيوم في الماء، وأن الماء العسر يقلل من فعالية الصابون (Elgali et al, 2012).
- الكلوريدات (CL) أيضاً تجاوزت معدلاتها الحدود المسموح بها، بفارق كبير في كل الآبار، حيث كان أقل تركيزا لها (1775 ملغ/ل) في البئر رقم (9) و(10) في الأودية الساحلية شمالًا، بينما وصل أعلى تركيز إلى (4260 ملغ/ل) في البئر رقم (8) وسط منطقة الدراسة شكل (8). ويعد الكلوريد هو ثاني أيون مهيمن في المياه الجوفية، وإذا زاد محتواه عن الحد المسموح به والمقدر بـ 250 ملغ/ل فإنه يعطي طعم مالح إلى الماء (Venkateswara et al 2009).

جدول (3) خصائص المياه الجوفية في منطقة الدراسة

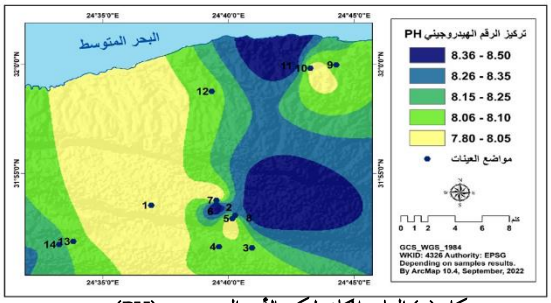
رقم البئر	الإحداثيات		منسوب الماء (م)	العمق (م)	البعد عن البحر(كم)	عناصر جودة المياه				
	خط الطول (ق)	دائرة العرض(ش)				PH	TDS	EC	TH	CL
1	31.892	24.615	114	145	12.161	7.9	4240	8480	750	2485
2	31.885	24.671	122	158	14.521	8.2	6310	12630	970	3560
3	31.860	24.682	126	-	17.833	8.1	5310	10690	1620	2100
4	31.861	24.660	142	-	17.212	8.1	7140	14300	1050	4250
5	31.882	24.669	135	127	14.8	8.0	6370	12750	1400	3190
6	31.893	24.659	125	125	13.53	8.4	3490	7000	730	2320
7	31.896	24.659	121	120	13.21	8.0	7230	14470	1600	3905
8	31.883	24.684	133	-	15.141	8.4	8210	16430	1800	4260
9	32.001	24.790	24	-	2.06	8.1	6300	12600	1000	1775
10	31.997	24.721	26	18	2.841	8.0	2100	4190	600	1775
11	31.999	24.711	31	23	2.518	8.4	1860	3730	690	2250
12	31.98	24.655	56	-	3.92	8.1	3300	6610	890	2260
13	31.865	24.564	143	157	12.93	8.1	6180	12370	1350	3080
14	31.863	24.544	146	180	13.163	8.2	5770	11540	1195	2485

المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على الدراسة الميدانية، ونتائج تحليل العينات.

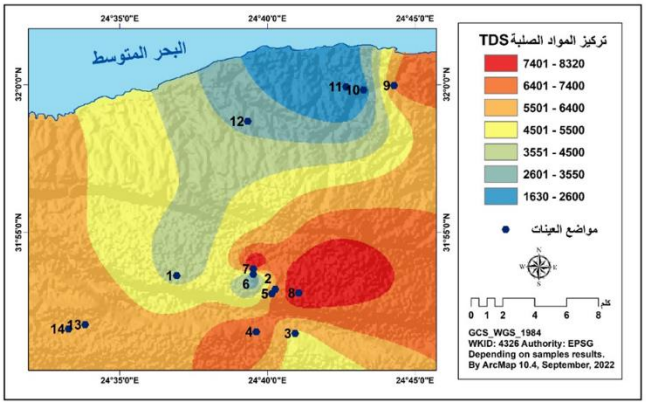


المصدر: إعداد الباحثان، اعتماداً على نتائج عينات الآبار بالجدول (3).

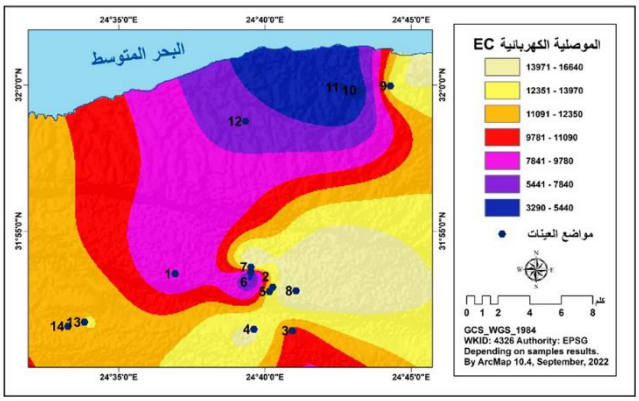
شكل (3) تركيز عناصر جودة المياه مقارنة بالحدود المسموح بها، والمعتمدة من منظمة الصحة العالمية.



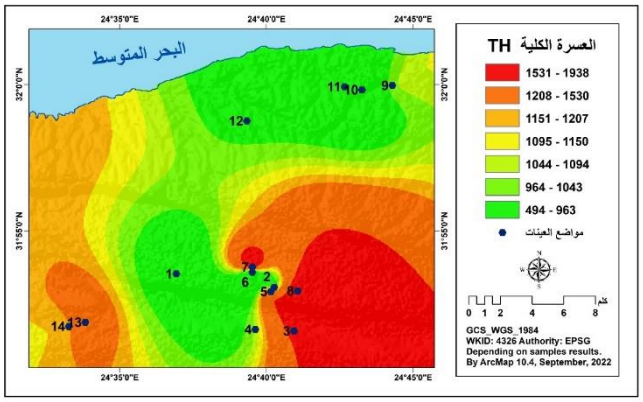
شكل (4) التباين المكاني لتركيز الأس الهيدروجيني (PH).



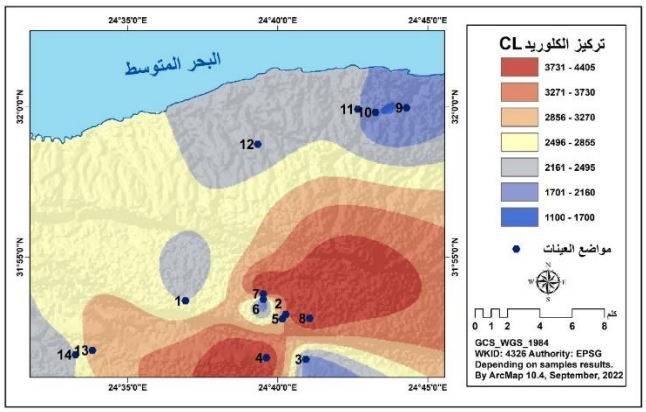
شكل (5) التباين المكاني لتركيز المواد الصلبة الذائبة (TDS)



شكل (6) التباين المكاني لتركيز الموصلية الكهربائية(EC) .



شكل (7) التباين المكاني لتركيز العسرة الكلية (TH).



شكل (8) التباين المكاني لتركيز الكلوريدات (CL).

6. 2. مؤشر جودة المياه:

جودة المياه يجب أن تكون مطابقة للمواصفات القياسية المسموح بها صحيًا و بيئياً، وأن تخضع للمراقبة الدورية للمحافظة عليها. وفي هذا المجال يعدُّ مؤشر جودة المياه واحدًا من أكثر الوسائل فعالية في إعطاء معلومات واضحة عن جودتها للسكان، وكل المهتمين بالشؤون البيئية والصحية، وبالتالي أصبح مُحددًا هامًا في تقييم وإدارة جودة المياه. ويعرف مؤشر جودة المياه بأنه مقياس يُعبر عن التأثير المركب لعدة عناصر أو مقاييس مختلفة لجودة المياه، بقيمة عددية واحدة (Ramakrishnaiah at el. 2009), وكذلك (Rajendra at el, 2009).

يتم حساب معامل جودة المياه لاختصار العدد الكبير من مقاييس جودة المياه إلى قيمة عددية واحدة، تعبر عن الجودة الكلية للمياه (Swarna and Nageswara,2010). وتعتبر هذه الطريقة أكثر نظامية، كما أنها تعطى تقييم مقارن لجودة المياه عند نقاط جمع العينات. وتصنف جودة المياه طبقًا لهذا المؤشر إلى خمس فئات، تبدأ بمياه نظيفة وتنتهي بمياه غير ملائمة للشرب. جدول(4).

وبناءً على قيم مؤشر جودة المياه، فإن المياه الجوفية في الآبار التي شملتها الدراسة تعد مياه فقيرة، أي ذات جودة متدنية، ولا ينصح باستخدامها للشرب، حيث تراوحت قيم المؤشر بين (125.41) في البئر رقم (10) الواقع في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة (169.01) في البئر رقم (8) في وسط منطقة الدراسة، جدول (5) وشكل (9).

ومن خلال ما سبق يمكن القول: إن المياه الجوفية في منطقة الدراسة ذات جودة منخفضة ولكن بدرجات متفاوتة، حيث تتركز المياه الأفضل في الأودية الساحلية شمال منطقة الدراسة، والتي يتراوح ارتفاع السطح بها بين 24 و56 متر فوق مستوى سطح البحر، في حين تتركز أغلب المياه الأقل جودة في وسط وجنوب المنطقة، حيث الارتفاعات تزيد عن 120 متر فوق مستوى سطح البحر، كما أن الآبار في الجزء الشمالي ذات أعماق قليلة جدًا لا تتعدى 30 مترًا، على عكس الآبار الجنوبية التي يصب عمق بعضها إلى أكثر من 150 مترا، الأمر الذي يوحي بوجود علاقة عكسية بين درجة جودة المياه وكل من ارتفاع السطح وعمق الآبار، أي أن المياه الجوفية في المنطقة تقل جودتها كلما زاد ارتفاع سطح الأرض، وكذلك عمق الآبار.

جدول رقم (4): تصنيف جودة المياه على أساس معامل جودة المياه.

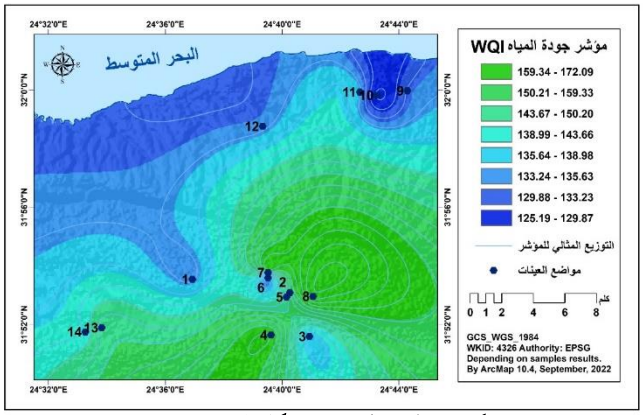
ت	قيمة مؤشر جودة المياه	تصنيف جودة المياه
1	<50	مياه ممتازة
2	100-50	مياه جيدة
3	200-101	مياه فقيرة
4	300-201	مياه فقيرة جدا
5	> 300	مياه غير ملائمة للشرب

المصدر: (Channo, 2012)

جدول رقم (5): نتائج مُعامل جودة المياه وفئاته في منطقة الدراسة.

رقم العينة	قيمة معامل جودة المياه	نوعية المياه
1	134.68	مياه فقيرة
2	154.02	مياه فقيرة
3	136.66	مياه فقيرة
4	161.99	مياه فقيرة
5	148.53	مياه فقيرة
6	138.58	مياه فقيرة
7	158.27	مياه فقيرة
8	169.01	مياه فقيرة
9	132.05	مياه فقيرة
10	125.41	مياه فقيرة
11	136.01	مياه فقيرة
12	134.37	مياه فقيرة
13	148.14	مياه فقيرة
14	141.61	مياه فقيرة

المصدر: إعداد الباحثان، اعتمادًا على نتائج المعادلات (1، 2، 3، 4)



شكل (9) التباين المكاني للجودة الكلية للمياه (WQI).

7. الخاتمة:

شملت هذه الورقات دراسة خصائص المياه الجوفية في جزء من بلدية بئر الأشهب، الواقعة في القسم الشمالي الشرقي من ليبيا، واعتمدت على عينات أُخذت من 14 بئرا جوفيًا، وأُستخدمت أهم المعايير لمعرفة جودة المياه من عدمها وهي (PH, TDS, EC, TH and CL)، و بناءً على نتائج هذه المعايير أُستخدم مؤشر جودة المياه (WQI) ومن خلاله اتضح أن جميع عينات هذه الآبار غير صالحة

للشرب. كما لوحظ أن الآبار الواقعة في الأودية بشمال منطقة الدراسة أجود بقليل من تلك الواقعة في وسطها وجنوبها، ولعل ذلك بسبب وقوعها في بطون الأودية التي تتجمع فيها مياه الأمطار، بواسطة الجريان السطحي أثناء فصل الشتاء.

ومن خلال ما تقدم من معطيات ونتائج يمكن القول: إن منطقة الدراسة تفتقر للمياه الصالحة للشرب، لذا تقترح الدراسة عدة توصيات تخص الجانب العلمي والعملي، أهمها:

- ❖ العمل على إجراء بحوث ودراسات جيومورفولوجية ومناخية وهيدرولوجية، تتناول تغذية المياه الجوفية بواسطة الجريان السطحي أثناء موسم الأمطار، وتحديد المناطق التي تنال النصيب الأكبر من المياه السطحية، عندها يمكن التعرف على المواضع الصالحة لحفر الآبار الجوفية ويمكن أن تُستخدم في تلك البحوث تقنيات عدة، كالاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية.
- ❖ إجراء دراسة تفصيلية حول الأودية الساحلية في إقليم البطنان بصورة عامة، وذلك لوضع خطة لحجز مياه الأمطار بإنشاء السدود الإسمنتية على الأودية الكبيرة، كوادي السهل الشرقي، ووادي الطرفاوي، ووادي الخبيري، ووادي العين وغيرها، فهذه المياه يمكن الاستفادة منها في الأنشطة البشرية المختلفة، وفي تغذية أحواض المياه الجوفية الواقعة في المنطقة.
- ❖ لسد العجز المائي القائم الآن يمكن لأصحاب القرار الاستفادة من تحلية مياه الآبار الجوفية، الواقعة وسط التجمعات السكانية بمنطقة الدراسة، حيث إن أغلب السكان يعانون من مشكلة النقص الحاد في المياه الصالحة للشرب، خاصة في فترات فصل الصيف إلى أوائل الخريف.

8. المراجع:

- عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح، العماري، خيري محمد، وصابر، على خير (2019)، تقييم جودة المياه الجوفية لأغراض الشرب باستخدام مؤشر جودة المياه في مدينة صرمان – ليبيا، المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة، العدد 2، ص ص 7-11.
- عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح، وعبدالسلام، ناصر مولود (2020)، تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلى منطقة عقار، Alex. J. Agric. Sci. 65(1) pp. 15–27.
- مقيلي، محمد عياد (2009) مخاطر الجفاف و التصحر، الزاوية، دار شموع الثقافة، الطبعة الثانية.
- Channo Reem J. (2012) Studying the Probability of Using Groundwater in Baghdad City forHuman, Animal, and Irrigation Use. Al-Khwarizmi Engineering Journal, Vol. 8 , No. 3 , PP 63 -74.
- Elgali, Jumma Arhouma Jumma (2013). The Impacts of Anthropogenic Activities On Groundwater Pollution in Derna Region,- Libya, Unpublished Phd Research, National University of Malaysia.
- Elgali, Jumma Arhouma, Toriman, MohedEkhwan. &Hashim, Noorazuan.(2012)The spatial distribution of groundwater quality in theregion of Derna, Libya. Academic Journal of Science. 1(2): PP 471–480.
- Jumma, Jumma Arhouma. Toriman, MohedEkhwan. &Hashim, Noorazuan (2012)Groundwater Pollution and Wastewater Management in Derna City, Environmental Research Journal, 6(1):50-54.Medwell Journal.
- Khudair, Basim Hussein.(2013) Assessment of Water Quality Indexand water Suitability of Tigris River for drinking water within Baghdad city, Iraq. Jurnal of Engineering. 19(6) 7640-774.
- Nair, G. Achuthan, Jalal Ahmed Bohjuari, , Muftah A. Al-Mariami, Fathi Ali Attia1 and Fatma F. El-Toumi (2006), Groundwater quality of north-east Libya. Journal of Environmental Biology. 27(4): 695-700.
- Rajendra, D. S. Prasad, Sadashivaiah,C&Ranganna,G. 2009. Water Quality Index and Regression Models for Predicting Water Quality and Water Quality Parameters for Tumkur Amanikere Lake Watershed, Tumkur, Karnataka, India.
- Ramakrishnaiah, C. R.,Sadashivaiah, C. &Ranganna, G (2009). Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. E-Journal of Chemistry. 6(2), 523-530.
- Swarna, Latha. P &Nageswara, Rao. K. 2010. Assessment and Spatial Distribution of Quality of Ground Water in Zone-II and III, Greater. Visakhapatnam, India Using Water Quality Index (WQI) and GIS. International Journal of Environmental Sciences. 1(2):198-212.
- Soliman, Mahmood Mohammed Mahmood (2020)Trend Analysis of Temperatures and Precipitation in Northern Part of Libya, (Unpublished PhD research), University of Karabük, Turkey.
- Rao, Ch. Venkateswara,.Sankar, M. Ravi. &Rao B.S Prakasa, (2009) Spatial Distribution of Ground Water Quality Information at Rajahmundry and its surrounding areas - GIS approach. Seminar on Spatial Information Retrieval, Analysis, Reasoning and Modeling. ISI-DRTC, Bangalore, India 18-20 March.
- W.H.O.2011. Guidelines for drinking water quality. 4rd edition. Geneva.