The Libyan Journal of Science
University of Tripoli Vol. 27, No. 03
https://uot.ed.ly/journals/index.php/ljs

تقييم وضع المياه الجوفية في محلة السواوة – مصراتة سنة 2021 وتأثيراتها البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

فاطمة صالح إبشير*[1]، علي مصطفى سليم[1]

1. قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة مصراتة

Corresponding authors: fatimaebshier@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17/02/2023

Received in revised form 10/10/2024

Accepted 26/10/2024

المستخلص

يهدف البحث إلى تقييم الوضع الحالي لخصائص المياه الجوفية في محلة السواوة بمنطقة المحجوب-مصراتة سنة 2021 اعتماداً على نتائج تحليل عدد 13 عينة من مياه الآبار الجوفية بالمنطقة في المختبر لعدد من الخصائص، منها: الرقم الهيدروجيني (pH) والموصلية الكهربائية (EC) والأملاح الكلية الذائبة (TDS)، وبعض الأيونات السالبة والموجبة بالإضافة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية لها وإنتاج خرائط رقمية باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS10.8). تُظهر النتائج وجود تباين مكاني في توزيع الخصائص النوعية لمياه الآبار الجوفية في منطقة الدراسة، حيث تراوحت قيم الأس الهيدروجيني بين 6.94 و7.50، أما قيم الأملاح الذائبة الكلية فكانت بين 4556 ونحو 1198 mg/L. بهذه القيم تكون آبار منطقة الدراسة خارج الحدود المسموح بها وفق المواصفات الليبية والدولية للاستخدامات المختلفة وخاصة المنزلية والزراعية، فقد بلغت قيم الموصلة الكهربائية بين 1788 و6800، كما أن المياه عسرة جدا وفق تصنيف Todd حيث تجاوز العسر الكلي لها 301 mg/L، وكانت تراكيز الكالسيوم في أبار المياه الجوفية بين 120 و400 mg/L، وسجل متوسط الكلوريد بين 532.5 و1881.5 mg/L، مع ظهور مؤشرات لتدهور الأراضي الزراعية وتصحرها، وأنتجت الدراسة خرائط رقمية "Digital Maps" تبين التوزيع الجغرافي لخصائص المياه الجوفية واختلافه المكاني في محلة السواوة.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، الرقم الهيدروجيني، خرائط رقمية، التوزيع الجغرافي، نظم المعلومات الجغرافية

Abstract: The research aims to assess the current status of groundwater properties in Al-Sawawah area. The Mahjoub-Misurata Area in the years 2021, based on the results of Ph. Electrical conductivity (EC), total dissolved salts (TDS), and some negative and positive ions of 13 groundwater samples. In addition, geographic database is built to produce digital

maps using Arc GIS10.8. The results show a spatial discrepancy in the distribution of the qualitative characteristics of groundwater, where the pH values ranged between 6.94 and 7.50, while the values of the total dissolved salts were between 4556 and about 1198 mg/L. These values, the groundwater exceed the permissible limits according to the Libyan and international specifications for different use, especially domestic and agricultural uses. Furthermore, the electrical conductivity values range between 1788 and 6800, and the water was very hard according to the Todd classification, where the total hardness exceeded 301 mg/L, and the concentrations of calcium in groundwater wells were between 120 and 400 mg /L. The average chloride was recorded between 532.5 and 1881.5 mg/L with the evident indicators of agricultural land degradation and desertification. The study produced digital maps showing the geographical distribution of the groundwater properties and its spatial difference in Al-Sawawah locality.

Keywords: groundwater, pH, digital maps, geographical distribution, GIS

1. المقدمة

تعد المياه الجوفية مصدراً مهماً للاستخدامات البشرية المتعددة في المناطق الجافة وشبه الجافة وذات المصادر المحدودة من المياه السطحية، كما تشكل مصدراً رئيسياً يلبي احتياجات السكان المتزايدة في الوقت الحاضر، الأمر الذي شجع على تطوير التقنيات الخاصة باكتشافها ومعالجتها وحمايتها واستخراجها [1]. بما أن سكان منطقة الدراسة يعتمدون بدرجة رئيسية على المياه الجوفية في استخداماتهما المختلفة (منزلية، زراعية، صناعية)، لذلك فإن الزيادة السكانية والعمرانية خلال السنوات الأخيرة ساهمت في زيادة استهلاك المياه الجوفية إلى أن وصلت إلى مرحلة استنزافها وتدهورت نوعيتها. بالإضافة إلى ذلك، فإن تذبذب كميات الأمطار الموسمية وتناقصها في منطقة السواوة، أصبحت معدلات الفقد تفوق معدلات التغذية للخزان الجوفي السطحي، مما أدى ذلك إلى الانخفاض في منسوب مياه الجوفية إلى أكثر من 10 أمتار، وتدهور في نوعيتها بسبب تداخل مياه البحر. بناءً على ما سبق ذكره، فإن معرفة الخصائص النوعية (الفيزيائية والكيميائية) للمياه الجوفية لا تقل في أهميتها عن معرفة أماكن تواجدها وكميتها، لأن معرفة تلك الخصائص تحدد نوع الاستعمالات المختلفة وطرق استثمارها، لاسيما في ظل تزايد أهمية المياه في الوقت الحاضر نتيجة التغيرات المناخية وتزايد عدد السكان [2].

2. مشكلة البحث

تتمحور الدراسة حول مشكلة بحثية رئيسية، وهي:

هل هناك تتباين في الخصائص الفيزيائية الكيميائية للمياه الجوفية بمنطقة الدراسة؟ ومدى إمكانية توظيف نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة معلومات جغرافية في الدراسات الكيميائية، وإظهار توزيعها الجغرافي؟

3. أهمية وأهداف الدراسة

تكمن أهمية الدراسة لإبراز دور الجغرافي في تحليل الوضع المائي لمنطقة السواوة وتقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية في الخزان المائي السطحي وفق المعايير المحلية والدولية، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، وتهدف الدراسة إلى:

تحليل الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية، وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خرائط رقمية للتوزيع الجغرافي لخصائص المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

4. الدراسات السابقة

أُجريت العديد من الدراسات لتقييم جودة المياه الجوفية في مناطق مختلفة محلية ودولية، فقد حدد شرير، خصائص مياه الشرب في محافظة شمال قطاع غزة، هدفت الدراسة إلى التعرف على الخصائص الكيميائية والفيزيائية والميكروبية لمياه الشرب ومقارنة هذه الخصائص بالحدود القياسية المسموح بها من خلال تحليل عدد 60 عينة من مياه الآبار الجوفية وعدد 101 عينة من المياه المحلاة، وتبين من خلال النتائج أن نوعية المياه الجوفية جيدة بشكل عام من حيث تراكيز بعض العناصر (K– Mg– Ca– TDS– Cl)، وأظهرت الدراسة أن معظم أبار المياه الجوفية في محافظة الشمال ملوثة بعنصر النترات، مع وجود تلوث ميكروبي في المياه المحلاة تجاوزت الحدود المسموح بها فيWHO [3]. في حين قيم وصنف امشهر، وعطاف، نوعية مياه الآبار بمنطقة وادي زمزم ومدى صلاحيتها لأغراض الشرب والري، من خلال اختيار عدد 8 آبار مختلفة الأعماق وأجريت بعض القياسات تمثلت في EC، PH بالإضافة إلى الكاتيونات والأيونات ومنها تم تقدير بعض المواصفات النوعية لها TDS، TH، SAR، % Mg، % Na، RSC، وPS. أظهرت نتائج الدراسة عدم صلاحية المياه للشرب في عينة الدراسة وفق معايير WHO وأن المياه عسرة جدا ولها تأثير ضار على نمو النباتات [4]. وقام العلاقي

وآخرون، بتقييم جودة المياه الجوفية للشرب والري بمنطقة حيونه-ترهونة لعدد 8 آبار جوفية بهدف تحديد جودة المياه للشرب والري وفق المعايير المحلية والدولية من خلال تحليل درجة التوصيل الكهربائي والأملاح الذائبة الكلية، والرقم الهيدروجيني وبعض الكاتيونات السالبة والموجبة، وتوصلت الدراسة إلى أن جميع الآبار غير صالحة للشرب؛ بسبب ارتفاع درجة التوصيل الكهربائي و(TDS) وتخطيها الحدود المسموحة بالمواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية، كما تجاوزت نتائج التحاليل لأيونات الكلسيوم والماغنيسيوم والكبريتات والبيكربونات الحدود المسموح بها [5]. وصمم سحيب، نماذج رقمية مكانية للخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الكفل وسبل استثمارها، وهدفت الدراسة إلى تحليل 30 عينة من المياه الجوفية وتحديد خصائصها وتباينها المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت الدراسة إلى أن نتائج تحليل الخصائص الفيزيائية لمياه الآبار الكثير من الاختلافات إذ تراوحت قيمة الأس الهيدروجيني بين 6.9-7.8، وبينما تراوحت المواد الصلبة الذائبة بين 732.4- 18220 mg/L، أما بالنسبة للخصائص الكيميائية التي تمثلت في الأيونات الموجبة والسالبة، حيث تراوحت قيمة الكلسيوم بين 37- 904 mg/L، بينما بلغت قيمة الكلورايد بين 38- 3308 mg/L. أتضح من الدراسة أن المياه في منطقة الكفل صالحة للزراعة ولشرب الحيوانات إلا أنها غير صالحة لشرب الإنسان لارتفاع تراكيز الأملاح فيها [6]. ودرس ارجيعة، مكونات المياه الجوفية ومدى ملائمتها لأغراض الشرب والري في منطقة المرج، بهدف تحديد نسب الأملاح الذائبة وتراكيزها في المياه الجوفية ومطابقتها للمواصفات الليبية والعالمية في عدد 2 بئر متجاورين على بعد 350 350m وبعمق 18-120m، وأظهرت النتائج أن معظم العناصر كانت أعلى بقليل عن الحد المسموح به سواء بالنسبة للمواصفات الليبية أو العالمية [7].

5. منطقة الدراسة

تقع محلة السواوة في الجزء الشمالي الغربي لبلدية مصراتة، وتتبع إدارياً الفرع البلدي زاوية المحجوب، ويحدها من الغرب محلة سعدون، ومن الشمال محلة الأمان، بينما من الشرق الفرع البلدي شهداء الرميلة، وجنوباً محلة المحجوب، أما فلكياً فتقع بين دائرتي عرض 45``.22`.32° و 32°25``.24` شمالاً، وبين خطي طول 44``.58`.14° و10`.15°(الشكل 1) ، وتغطي الدراسة زمنياً سنة 2021.

الشكل.1. الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

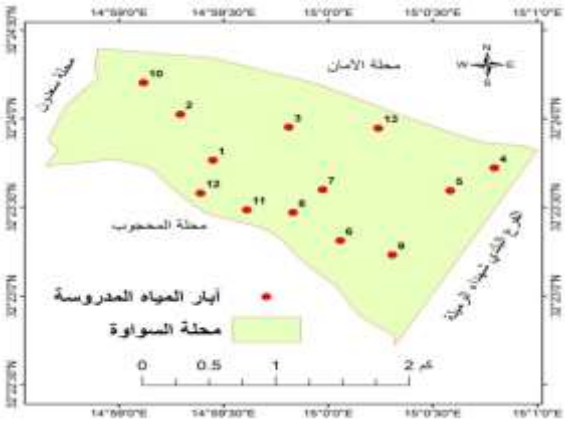
6. منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج الكمي، والمنهج التجريبي للتعرف على الخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة وتوزيعها الجغرافي، وتنوعت مصادر البيانات المتعلقة بموضوع الدراسة، وهي:

أ. جُمِعْت 13 عينة من آبار المياه الجوفية بمنطقة الدراسة بطريقة عشوائية في قناني بلاستيكية بحجم 0.5 L ، بعد زمن ربع ساعة من تشغيل مضخة البئر، وكتابة رقم العينة عليها، وحددت مواقعها باستخدام (GPS)، (الشكل 2).

ب. أُجرِيْت اختبارات العناصر الفيزيائية والكيميائية لعينات الدراسة في مختبر تحليل المياه بمحطة الكهرباء والتحلية بالشركة الليبية للحديد والصلب ببلدية مصراتة، وذلك بإشراف فني المختبر، وقد أشملت الاختبارات الخصائص الفيزيائية التي تمثلت في قياس الموصلية الكهربائية EC بواسطة جهاز Electrical conductivity meter (EC meter)، أما الأملاح الصلبة الذائبة (TDS) فقد تم حسابها اعتماداً على قيمة التوصيل الكهربائي، وذلك بضرب القيمة في الرقم الثابت (0.67)، أما الأس الهيدروجيني (PH) تم قياسه بجهاز (PH Meter)، أما الخصائص الكيميائية فقد حُسِب العسر الكلي لعينات الدراسة بالمعايرة مع محلول (EDTA) 0.01M بعد إضافة 1 ملم من المحلول المنظم (PH10) للعينة وباستعمال (Eriochrome black T) (EBT) ككاشف أو دليل، أما تقدير الكالسيوم (Ca^{2+}) فتُبعت نفس الطريقة وذلك بالمعايرة مع محلول (EDTA) 0.01M وإضافة قطرات من المحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، واستعمال دليل (Murexide)، في حين تم حساب تراكيز أيون الماغنيسيوم بطرح العسرة الكلية من تركيز أيون الكالسيوم، وكذلك تم قياس تركيز الكلورايد وذلك بإضافة دليل (P.C) كرومات ثنائي البوتاسيوم وبالمعايرة مع محلول نترات الفضة ($AgNO_3$) 0.01M، أما تقدير البيكربونات فقد أضيف دليل الميثيل البرتقالي (M.O) وتمت المعايرة بواسطة محلول حمض

الهيدروكلوريك(HCl) 0.01M، أما بالنسبة للنترات فتم تحليله عن طريق جهاز DR/890 Colorimeter وبإضافة مادة الفحص Nitra ver5 إلى العينة.



الشكل .2.آبار المياه الجوفية في منطقة الدراسة

ج. وظفت الدراسة تقنية نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System(ArcGIS)10.8 في تحويل ملف أكسل Excel sheet إلى ملف نقطة Point Shape file لمواقع الآبار الجوفية وخصائصها، وتحديد منطقة الدراسة في هيئة Polygon Shape file وبناء قاعدة بيانات جغرافية لخصائص المياه الجوفية وإنتاج خرائط رقمية Digital Maps تبين توزيعها المكاني في منطقة الدراسة من خلال طرق الاشتقاق أو الاستكمال المكاني Interpolation method وفق خطوات محددة بالاعتماد على طريقة مقلوب المسافة الموزونة Inverse Distance Weighted (IDW).

7. النتائج والمناقشة

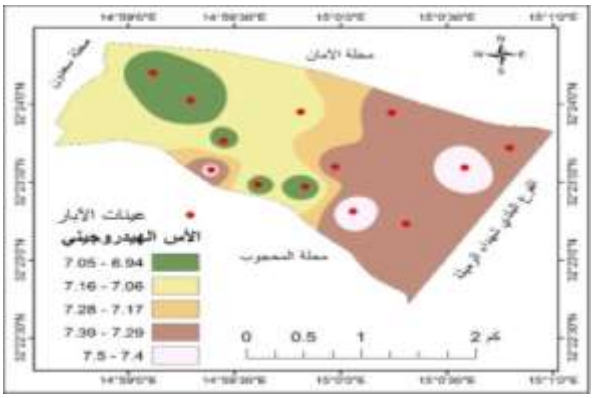
1.7. الخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية في منطقة السواوة

1.1.7. الأس الهيدروجيني (PH)

يعد الأس الهيدروجيني مقياس نشاط أيون الهيدروجين، ومدى تأثيره على الماء وعلى أساسه يصنف نوع الماء سواء كان حمضياً أو قاعدياً؛ لذلك فهو يحدد مدى صلاحية الماء للشرب. وتتأثر قيمة الأس الهيدروجيني بدرجة الحرارة، ووجود البيكربونات والكالسيوم والنباتات، حيث أن عملية التمثيل الضوئي تقلل كمية غاز CO_2 مما يعمل على زيادة الأس الهيدروجيني [9,10]، ويتضح من خلال نتائج التحاليل المختبرية للأس الهيدروجيني (الجدول1)، أن أعلى قيمة سجلت 7.50 في البئر رقم 6، ويتركز توزيعها جغرافياً في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة، بينما كانت أدنى قيمة نحو 6.94 في البئر8، وهي تسود في الأجزاء الوسطى الجنوبية والأطراف الشمالية الغربية من محلة السواوة (الشكل 3) وهذا يعني أن مياه آبار منطقة الدراسة متعادلة مع اتجاهها نحو القاعدية، وضمن حدود المعايير المحلية والدولية المسموح بها (الجدول2)، وبذلك تعتبر مياه الآبار المدروسة صالحة للاستخدامات المختلفة وذلك من خلال معيار الأس الهيدروجيني.

الجدول .1. الخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية في منطقة السواوة لعام 2021 [11]

رقم البئر	الأس الهيدروجيني PH	الأملاح الذائبة الكليةTDS Mg/L	الموصلية الكهربائيةEC µs/cm
1	7.01	2000	3380
2	6.95	2680	4000
3	7.13	1749	2610
4	7.30	2465	3680
5	7.47	1447	2160
6	7.50	4556	6800
7	7.37	2593	3870
8	6.94	3812	5690
9	7.32	1198	1788
10	7.04	4449	6640
11	7.02	4228	6310
12	7.42	1494	2230
13	7.33	2740	4090



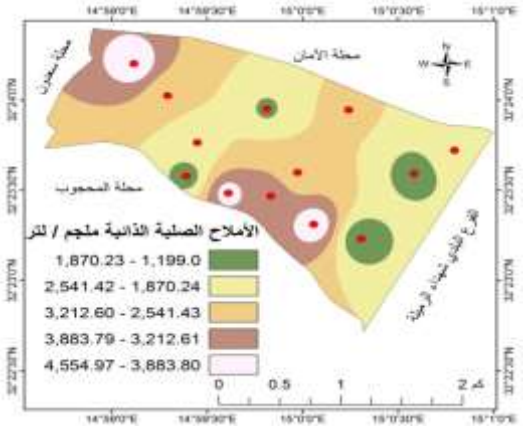
الشكل .3. التوزيع الجغرافي للأس الهيدروجيني في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

الجدول.2. المعايير القياسية للمياه الجوفية الصالحة للشرب [11-12]

الخصائص النوعية للمياه الصالحة للشرب	معايير منظمة الصحة العالمية		المعايير الليبية Mg/ L	
	الحد الأدنى	الحد الأقصى	الحد الأدنى	الحد الأقصى
الأس الهيدروجيني PH	8.5 -7	9.2 -6.5	6.5	8.5
الأملاح الكلية الذائبةTDS	500	1500	500	1000
أيون الكلورايد Cl^-	200	600	200	250
أيون الماغنيسيوم Mg^{+2}	50	150	30	150
أيون الكالسيوم Ca^{+2}	75	200	75	200
العسرة الكلية TH	250	500	200	400

2.1.7. الأملاح الذائبة الكلية Total Dissolved Solids(TDS)

تعني مجموع الأملاح الذائبة في المياه الجوفية الناتجة بتأثير ذوبان العناصر المعدنية في الصخور، وتعد المواد الصلبة الكلية المذابة مؤشر عام لمقدار التملح للمياه ونوعيتها وأصلها، وتشمل الأيونات المتأينة وغير المتأينة وتقاس (ملغرام/ لتر)، ويعتمد نوع وتركيز الأملاح في الماء على بيئة المنطقة وسرعة المياه حيث يعكس التغير الكيميائي للملوحة تغير التغذية الجوفية للخزان فضلاً عن قدرة الإحلال بين الأيونات [13]. ويتضح من خلال النتائج (الجدول1) أن أعلى تركيز للأملاح الذائبة في مياه الآبار المدروسة بلغت نحو 4556 mg/L في البئر رقم 6، وتتركز جغرافياً في الأجزاء الوسطى الجنوبية، وفي الأطراف الشمالية الغربية من منطقة الدراسة، بينما بلغت أدنى قيمة في البئر9 وبنحو 1198 mg/L ، تسود في الأجزاء الوسطى والشرقية من محلة السواوة (الشكل 4)، وقد تبين أن عينات الدراسة قد تجاوزت الحدود المسموح بها في المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب، والتي حددت قيمته بين (500–1000 mg/L)، كما تجاوزت معايير منظمة الصحة العالمية والبالغ حدها الأعلى 1500 mg/L باستثناء ثلاثة آبار جوفية (5، 9، 12) التي كانت ضمن القياسات المطلوبة، ويعود سبب ارتفاع الأملاح الذائبة في مياه الآبار الجوفية المدروسة إلى زيادة كمية السحب منها؛ مما أدى إلى تداخل مياه البحر، كما تعد مياه أبار منطقة الدراسة من نوع متوسطة الملوحة بالاعتماد على تصنيف منظمة الصحة العالمية (WHO) (الجدول 3).



الشكل .4. التوزيع الجغرافي للأملاح الكلية الذائبة في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

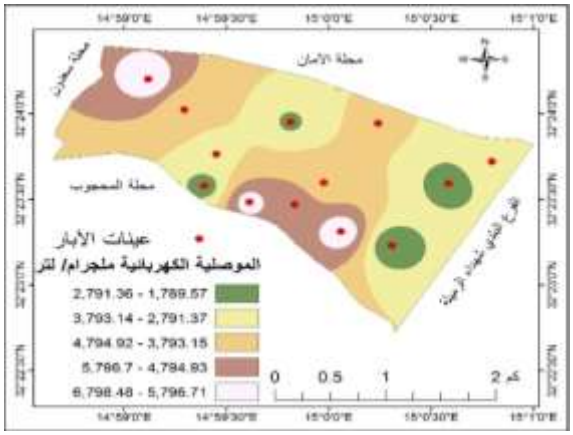
3.1.7. الموصلية الكهربائية Electrical Conductivity(EC)

تعرف بأنها قابلية المياه لإيصال التيار الكهربائي وتعتبر أسرع تقدير تقريبي للمواد الذائبة الكلية في المياه وتعتمد على درجة الحرارة ونوع تركيز الايونات الموجودة في المياه [10].

الجدول.3. تصنيف المياه على أساس كمية الأملاح الذائبة (منظمة الصحة العالمية) [14]

نوعية المياه	الملوحة الكلية
عذبة	1000 -0
متوسطة الملوحة	10000 -1000
مالحة	100000-10000
مالحة جداً	أكثر من 100000

نلاحظ من خلال نتائج التحاليل (الجدول 1) أن أعلى قيمة للموصلية الكهربائية لمياه أبار منطقة الدراسة بلغت نحو 6800 µs/cm في البئر رقم6، وتتوزع جغرافياً في الأجزاء الوسطى الجنوبية وفي أقصى الأطراف الشمالية الغربية من منطقة الدراسة، بينما بلغت أدنى قيمة نحو 1788 µs/cm في البئر رقم 9، وتتواجد في المنطقة الوسطى والشرقية وتتفق في توزيعها الجغرافي مع الأملاح الذائبة (الشكل 5)، ويعود سبب ارتفاع الموصلية الكهربائية في مياه الآبار المدروسة إلى زيادة تراكيز الأملاح الذائبة بالإضافة إلى قلة مصادر التغذية العذبة، ويتبين من (الشكل 6) أن هناك علاقة طردية بين الأملاح الذائبة الكلية والموصلية الكهربائية- أي كلما ازدادت نسبة الأملاح الذائبة ارتفعت الموصلية الكهربائية.



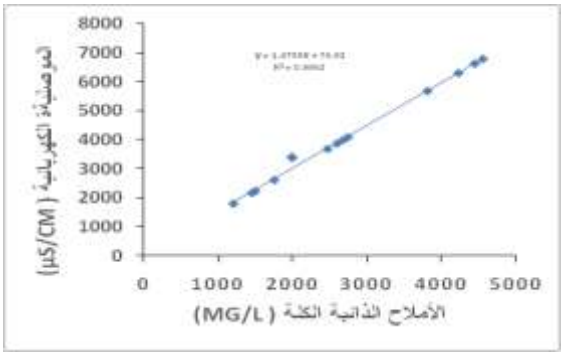
الشكل .5. التوزيع الجغرافي للموصلية الكهربائية (EC) في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

2.7. الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية بمنطقة السواوة

تباينت الخصائص الكيميائية في المياه الجوفية بمحلة السواوة نفصلها كالآتي:

1.2.7. الكالسيوم Ca^{+2}

تعد الصخور الكلسية والدولومايت والجبس والانهايدرايت أهم مصادر الكالسيوم الناتج عن فعل عمليات التجوية الكيميائية [13]، إذ بينت نتائج التحاليل لمياه آبار منطقة الدراسة في المختبر (الجدول 4).



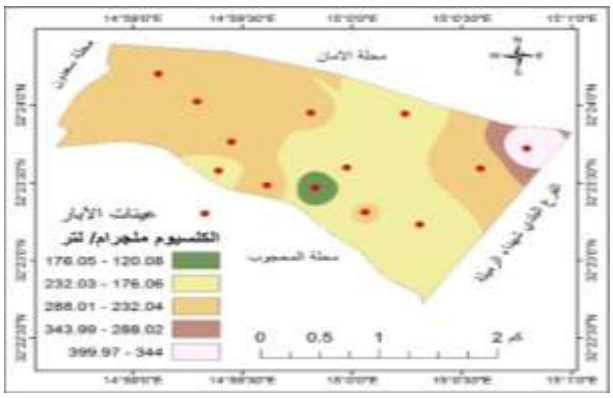
الشكل .6. العلاقة بين (TDS) و(EC) في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

أن أعلى قيمة لأيون الكلسيوم بلغت نحو 400 mg/L في البئر رقم 4، وقد توزعت مكانيا في أقصى شمال شرق منطقة السواوة، بينما بلغت أدنى قيمة لأيون الكلسيوم نحو 120 mg/L في البئر رقم 8 في المنطقة الوسطى الجنوبية (الشكل 7)، ومن خلال مطابقة نتائج التحاليل مع المعايير المحلية والدولية لأيون الكلسيوم والتي حددت القيمة المسموح بها بين (75–200 mg/L)، تبين أن أغلب مياه أبار منطقة الدراسة تجاوزت الحد الأقصى المسموح به، باستثناء الآبار رقم (7، 8، 9، 12، 13) التي كانت ضمن المعايير القياسية المطلوبة.

الجدول .4. الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية بمنطقة السواوة عام 2021

[11]

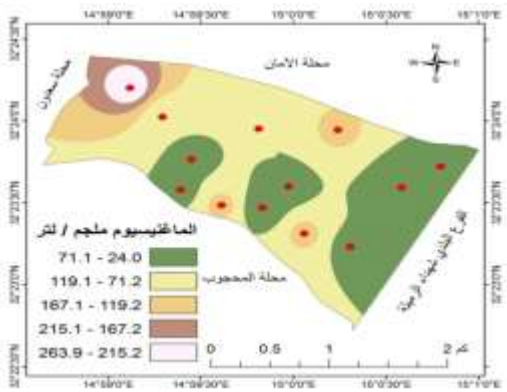
رقم البئر	الكالسيوم Ca^{+2} (Mg/L)	الماغنيسيوم Mg^{+2} (Mg/L)	الكلورايد Cl^{-} (Mg/L)	العسر الكلي $CaCO_3$ (Mg/L)	البيكربونات HCO_3^{-} (Mg/L)	النترات NO_3^{-} (Mg/L)
1	280	48	702.9	900	244	23
2	240	72	731.3	900	183	15
3	240	72	706.45	900	305	7
4	400	72	958.5	1300	183	16
5	240	24	603.5	700	244	16
6	240	144	1633	1200	244	15
7	200	48	994	700	305	19
8	120	24	1491	400	305	23
9	200	48	532.5	700	122	13
10	280	264	1881.5	1800	244	9
11	280	144	1491	1300	305	20
12	200	48	568	700	305	12
13	200	144	1171.5	1100	305	28



الشكل .7. التوزيع الجغرافي لأيون الكالسيوم في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

2.2.7. الماغنيسيوم Mg^{2+}

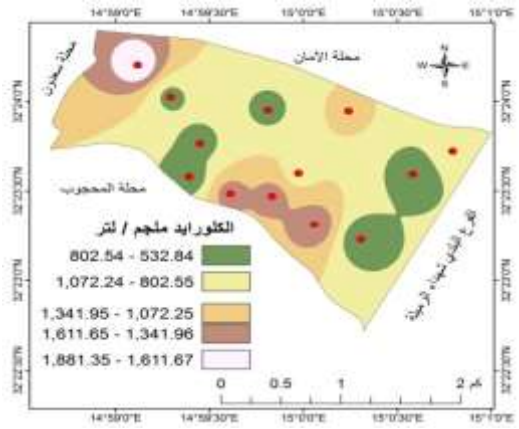
يتواجد الماغنيسيوم كأحد المكونات الرئيسية للصخور النارية والرسوبية ويأتي بعد الكالسيوم من حيث توفره في المياه الجوفية خاصة في الخزانات الدولوماتية (الجيرية)، حيث تصل نسبته في القشرة الأرضية إلى 2.1%. ويعتمد محتوي المياه الجوفية من الماغنيسيوم على نوعية الصخور التي تحوي هذه المياه [7]، وقد أظهرت نتائج التحاليل المختبرية لعينات المياه في منطقة السواوة أن قيم الماغنيسيوم في المياه (الجدول 4) بلغت أعلى قيمة نحو 264 mg/L في البئر رقم 10، بينما كانت أدنى قيمة في البئران (5-8) بنحو 24 mg/L ، ونلاحظ من (الشكل 8) أن أقل قيمة من الماغنيسيوم ظهرت في الأجزاء الوسطى الجنوبية والأطراف الشرقية من محلة السواوة، بينما تركزت أعلى قيمة في أقصى الشمال الغربي من منطقة الدراسة، ويفسر سبب ارتفاع أيون الماغنيسيوم في بعض الآبار المدروسة إلى نوعية الصخور في تلك الجهات التي حفرت فيها الآبار غنية بالماغنيسيوم الذي يذوب بفعل مياه الأمطار المترشحة من السطح التي تزداد فيها نسبة ثنائي أكسيد الكربون الذي يعمل على إذابة الماغنيسيوم واغناء المياه الجوفية بأيوناته [6]، وتقع معظم مياه آبار منطقة الدراسة ضمن المعايير الدولية والمحلية باستثناء 3 آبار جوفية وهي 5، 8، 10، كانت خارج الحدود المسموح بها.



الشكل.8. التوزيع الجغرافي لأيون الماغنيسيوم في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

3.2.7. الكلورايد Cl^-

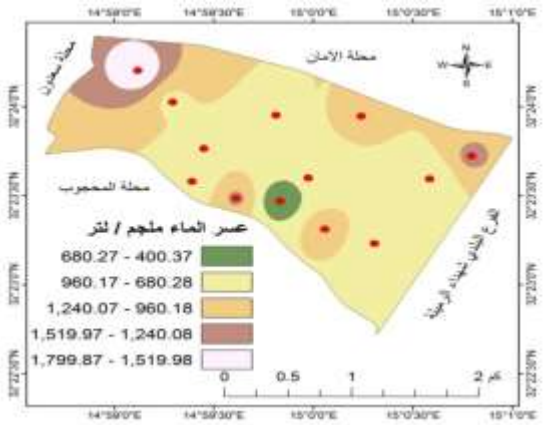
ينتج عن ذوبان أملاح الكلور في الصخور الرسوبية ومصدره الأساس ترسبات معدن الهالايت في صخور المتبخرات ومياه البحر [21]، ومن خلال (الجدول 4) تبين أن أعلى قيمة للكلورايد سجلت في مياه آبار منطقة السواوة بلغت 1881.5 mg/L في البئر رقم 10، بينما سجلت أدنى قيمة في البئر رقم 9 بنحو 532.5 ملغرام/لتر، وبمقارنة نتائج التحاليل المختبرية لأيون الكلورايد في مياه الآبار المدروسة مع المعايير المحلية بين 150-200 mg/L ، نجد أنها تجاوزت المعايير المطلوبة ومعايير منظمة الصحة العالمية والبالغ حدها الأعلى 600 mg/L باستثناء البئر 9 والبئر12 اللذان سجلا 532.5 و568 mg/L على التوالي، ويظهر من (الشكل 9) أن أعلى قيمة لأيون الكلورايد تتوزع جغرافياً في أقصى الأطراف الشمالية الغربية، بينما تنتشر أقل قيمة في مناطق متفرقة في الجزء الشرقي والغربي من منطقة الدراسة.



الشكل .9. التوزيع الجغرافي لأيون الكلورايد في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

4.2.7. العسر الكلي Total Hardness:(TH)

وهي مقياس لمحتوى تركيز أيوني (Ca^{+2}وMg^{+2}) الشائعة الوجود في المياه ويعبر عنها كمكافئ $CaCo_3$ وللعسرة أهمية في دراسة نوعية المياه لكونها تحدد صلاحية المياه للعديد من الاستخدامات المنزلية والصناعية والزراعية وأن أهم مصادر العسرة في المياه هي وجود الكربونات والجبس والانهابدرايت والدولومايت في الصخور الملامسة للماء [10]. بينت نتائج التحاليل لمياه الآبار في منطقة الدارسة (الجدول 4) أن قيم العسرة الكلية (TH) في مياه الآبار تراوحت بين (400-1800 mg/L)، فقد سجلت أقل قيمة في البئر رقم 8 في جنوب منطقة الدراسة، بينما كانت أعلى قيمة في البئر رقم 10 في أقصى الأطراف الشمالية الغربية في محلة السواوة (الشكل 10)، وهذا يشير إلى أن مياه أبار منطقة الدراسة عسرة جداً وفق تصنيف "Todd" (الجدول 5)، وتبعاً لنتائج التحاليل فإن البئر رقم 8 كان مطابقاً للمواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، أما بقية القيم فقد تجاوزت الحدود المسموح بها، وهذه الزيادة ربما حصلت نتيجة لذوبان بعض مكونات التربة في المياه أو نتيجة لتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون مع حجر الكلس لتكوين البيكربونات في هذه المياه [15].



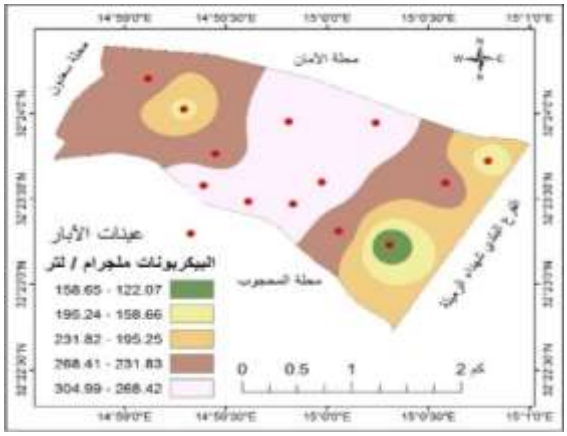
الشكل .10. التوزيع الجغرافي للعسرة الكلية في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

الجدول.5. تصنيف "Todd" لعسرة المياه ملغرام/ لتر [9]

صنف الماء	درجة العسرة
يسر	75-0
عسر نسبياً	150 - 75.1
عسر	300 -150.1
عسر جداً	أكثر من 301

5.2.7. البيكربونات HCO_3^-:

يعد الحجر الجيري والدلوميت مصدرها الرئيس في المياه الجوفية، ويبلغ تركيزها في العادة أقل من 500 mg/L في المياه الطبيعية، وقد يتجاوز 1000 mg/L في المياه العالية التشبع بالبيكربونات [7]، ومن خلال نتائج التحاليل المختبرية لمياه أبار منطقة الدراسة (الجدول 4) تبين أن أعلى قيمة للبيكربونات سجلت في الآبار (3، 7، 8، 11، 12، 13) والبالغة 305 mg/L ، ويتركز توزيعها الجغرافي في المنطقة الوسطى من محلة السواوة، بينما سُجلت أدنى قيمة لها في البئر رقم 9 والبالغة 122 mg/L تتوزع جغرافيا في جنوب شرق منطقة الدراسة (الشكل 11).



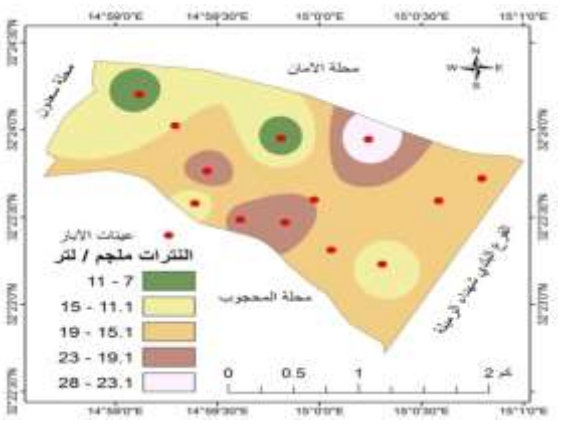
الشكل .11. التوزيع الجغرافي لعنصر البيكربونات في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

6.2.7. النترات NO_3^-

يعد أيون النترات أحد أشكال النتروجين في الماء، ويوجد في المواد العضوية ويأتي من عدة مصادر منها: مياه الأمطار الساقطة والتي تحمل أثناء سقوطها النتروجين الموجود في الجو ومياه الفضلات الصناعية والمنزلية الملوثة بهذه المركبات ومياه الري التي تستخدم هذه المركبات كأسمدة في الأرضي الزراعية [6]، وقد بينت نتائج التحاليل المختبرية (الجدول 4) أن أعلى قيمة لتركيز النترات في مياه آبار منطقة الدراسة بلغت نحو 28 mg/L في البئر رقم 13، بينما سجلت أدنى قيمة في البئر رقم 3 والتي بلغت نحو 7 mg/L ، وعند مقارنة النتائج مع المعايير المحلية والدولية تبين أن جميع العينات المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها والتي حددت قيمته 50 mg/L ، ويظهر من (الشكل 12) أن أدنى قيمة لهذا المركب تتوزع في المنطقة الوسطى الشمالية وفي أقصى الأطراف الشمالية الغربية من منطقة الدراسة، بينما تتواجد أعلى قيمة في الجزء الشمالي الشرقي من محلة السواوة، ويفسر سبب ارتفاع تركيزه إلى تسرب مياه الصرف الصحي إلى الخزان الجوفي السطحي حيث وجود خزان الآبار السوداء بالقرب من البئر.

8. التأثيرات البيئية لنوعية المياه في منطقة السواوة على الاستخدامات العامة

شهدت نوعية المياه الجوفية في منطقة السواوة تغيراً في خصائصها النوعية مما سبب في اعتماد السكان على المياه البديلة (المنقولة) في الاستخدامات المختلفة بالإضافة إلى بناء محطات إزالة عسر المياه التجارية والمنزلية لتوفير مياه الشرب، كما شهدت التربة الزراعية .



الشكل .12. التوزيع الجغرافي لعنصر النترات في المياه الجوفية بمنطقة السواوة

تدهوراً بسبب تملح مياه الري الناتجة عن الاستخدام المفرط الذي نتج عنه تسرب مياه البحر إلى الخزان الجوفي السطحي بالمنطقة، كما تراجع الإنتاج الزراعي والحيواني (زراعة الاكتفاء الذاتي) نتيجة لتدهور نوعية التربة وخصائصها ومكوناتها، كما تغيرت النظم البيئية وتصحرت المزارع الصغيرة التي تعرف محليا (النبكة).

9. النتائج

أظهرت الدراسة مجموعة من النتائج أهمها:

كانت قيم PH لمياه الآبار الجوفية المدروسة ضمن الحدود المحلية والدولية والتي تراوحت بين (6.94- 7.50).

تجاوزت تراكيز الأملاح الذائبة في جميع الآبار المدروسة الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية الليبية ومنظمة الصحة العالمية، والتي تراوحت قيمها بين (1198- 4556) mg/L.

أظهرت نتائج تحاليل الخصائص الفيزيائية أن المياه الجوفية للآبار المدروسة متوسطة الملوحة بالاعتماد على تصنيف (WHO).

فاقت قيم الموصلية الكهربائية القيم المسموح بها محلياً ودولياً؛ بسبب ارتفاع تراكيز الأملاح الذائبة.

أظهرت الدراسة أن الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في أبار منطقة الدراسة تتوزع بشكل متباين بين الآبار المدروسة، حيث تراوحت قيمة الكالسيوم بين (120- 400) mg/L ، بينما بلغت قيمة الماغنيسيوم بين (24- 264) mg/L ، أما الكلورايد فكان بين (532.5- 1881) ملغرام/لتر، في حين تراوحت قيمة العسر الكلي بين (400- 1800) ملغرام /لتر، بينما كانت قيم البيكربونات بين (305- 122) mg/L ، في حين تراوحت قيمة النترات بين (7- 28) mg/L.

صنفت مياه أبار منطقة الدراسة بأنها مياه عسرة جداً وفق تصنيف "Todd".

تبين من خلال التوزيع المكاني لأيون النترات في المياه الجوفية للآبار المدروسة بأن هذا العنصر ازداد تركيزه في المنطقة الشمالية الشرقية

نتيجة لتسرب مياه الصرف الصحي إلى الخزان الجوفي السطحي حيث وجود خزان المخلفات البشرية بالقرب من البئر.

10. التوصيات

إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية بصفة دورية لمياه الآبار الجوفية، وذلك لتأكد من صلاحيتها للاستخدامات المختلفة.

العمل على إنشاء شبكة صرف صحي في منطقة الدراسة.

تنظيم محاضرات دورية في المؤسسات العلمية للتعريف بكيفية الحفاظ على المياه.

الاستفادة من تقنية نظم المعلومات الجغرافية(ArcGIS)، نظراً لما تتميز به من كفاءة عالية في إنتاج الخرائط، وذلك لأهميتها في تقريب الواقع الحقيقي لشكل الظاهرة.

11. المراجع

1. أحمد السلطاني، (2018)، إسحاق العكام، التباين المكاني لصلاحية المياه الجوفية لأغراض الاستهلاك البشري والزراعي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)- منطقة شرق الثرثار العراق، مجلة جامعة النجاح للأبحاث (العلوم الإنسانية)، المجلد 32، العدد 7، ص1338.
2. قاسم أحمد المرعاوي، (2012)، المياه الجوفية وإمكانية استثمارها في (منطقة الجزيرة) محافظة الأنبار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، العراق، ص 102.
3. نهلة حمدي شرير، (2015)، خصائص مياه الشرب في محافظة شمال قطاع غزة، (رسالة ماجستير غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسلامية- غزة.
4. عمران علي امشهر، سالم فرج عطاف، (2021)، تقييم وتصنيف نوعية مياه الآبار بمنطقة وادي زمزم ومدى صلاحيتها لأغراض الشرب والري، مجلة جامعة سبها للعلوم البحتة والتطبيقية، المجلد 20، العدد 4، ليبيا.
5. رمضان الدوكالي العلاقي، عبد الكريم أبوعجيلة مفتاح، يوسف منصور بوحجر (2021)، تقييم جودة المياه الجوفية للشرب والري بمنطقة حيونه–ترهونه، مجلة النماء للعلوم والتكنولوجيا، المجلد 2، العدد الثاني، أكتوبر، ليبيا.
6. غفران عبد الكريم سحيب، (2022)، النمذجة المكانية لخصائص المياه الجوفية في منطقة الكفل وسبل استثمارها، (رسالة ماجستير غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، العراق، ص 97- 103.
7. هدى أحمد ارجيعة، (2022)، مكونات المياه الجوفية ومدى ملائمتها لأغراض الشرب والري في منطقة المرج، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، المجلد 3، العدد1، يناير، ليبيا، ص242_ 243.
8. بلدية مصراتة، التقسيم الإداري لبلدية مصراتة، 2015.
9. عمار ياسين الفهداوي، (2020)، تحليل جغرافي للمياه الجوفية في قضاء الرطبة وإمكانية استثمارها، (أطروحة دكتوراه غير منشور) قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، العراق، ص 128_ 135_ 152.
10. باسم حسين العبيدي، محمد صادق سلمان، (2011)، دراسة نوعية ومقدار المياه الجوفية في محافظة الانبار وصلاحيتها للاستخدامات البشرية والزراعية، مجلة جامعة النهرين، المجلد 14، العدد 1، العراق، ص 4.
11. الشركة الليبية للحديد والصلب، (2021)، معالجة المياه، بيانات غير منشورة، مركز التدريب بمحطة الكهرباء وتحلية المياه، زيارة ميدانية بتاريخ 24- 29- 30- 31/ 3/ 2021.
12. فاطمة صالح إبشير، علي مصطفى سليم، (2023)، التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في محلة الأمان بمنطقة المحجوب- مصراتة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة أبحاث بكلية الآداب جامعة سرت، المجلد 15، العدد 2، ص 176.
13. سهيلة نجم عبد الإبراهيمي، (2020)، التحليل الهيدرولوجي للمياه الجوفية وتأثيره على التربة في قضاء المحمودية، مجلة دراسات للعلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد 47، العدد2، ص 394_ 395.
14. هيا نجم علي إبراهيم، (2007)، تقييم وضع المياه الجوفية في منطقة السلط وبناء خرائط رقمية للحساسية المكانية ضد عوامل التلوث باستخدام المتغيرات الجيوبيئية، (رسالة ماجستير غير منشورة)، معهد علوم الأرض والبيئة، جامعة آل البيت، الأردن، ص39.
15. عز الدين أبو شلوع، عبد الحكيم مكاري، إبراهيم غريبة، (2020)، دراسة مدى ملائمة المياه الجوفية بمدينة مزدة للأغراض المنزلية، المجلة الأكاديمية للأبحاث والنشر العلمي، ISSN :2706 -6495، ص 642.