Received : 1 / 10 / 2024 Accepted : 13 / 11 / 2024 Published : 10 / 7 / 2025

تقييم خصائص المياه الجوفية في قضاء الحضر

أ.م.د.علي سليمان إرزيك الكربولي أ.م.د.أحمد عياده خضير

alisu8720@gmail.com ahmed.al-hadeethi@aliraqia.edu.iq

المديرية العامة لتربية الانبار الجامعة العراقية ، كلية الآداب

الملخص:

ان خصائص المياه الجوفية وصفاتها تختلف في نسبها من منطقة إلى أخرى وفقاً لكمية الأمطار وغزارتها اولاً وطبيعة تضاريس المنطقة وتركيبها الصخري وغطائها النباتي ثانياً، وبشكل عام تتراوح نسبة المياه المترشحة إلى جوف الأرض ما بين (15–20%) من كمية مياه الأمطار المترشحة حيث تلعب المياه الجوفية على اختلاف أنواعها دوراً بارزاً في النطاقات الجافة القليلة الأمطار، إذ يساهم وجودها في زيادة المساحات الزراعية والاستيطان البشري

يهدف بحثنا هذا إلى معرفة أهم الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في قضاء الحضر التابع لمحافظة نينوى، عبر دراسة أعماق الآبار ومناسيب المياه الجوفية فيها وطاقاتها الإنتاجية (تصريفها المائي) باعتبارها من الدلائل اللازمة للتعبير عن مدى غزارة المكامن الجوفية

طريقة العمل: لمعرفة أهم الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية لجأ الباحثان إلى انتخاب (60) موضعا موزعة بشكل علمي مدروس يغطي كافة اجزاء منطقة البحث حيث تم قياس اعماق الابار وقدرتها الانتاجية باعتبارها من الخصائص المكانية المهمة التي تعطي صورة وافية عن طبيعة تلك الابار ومدى الاستفادة منها في اقامة المشاريع المختلفة فضلا عن الاعتماد على نتائج تحليل العينات المأخوذة بشكل مباشر من الابار من قبل الباحثان وبلغ عددها (20) بئرا إذا تم تحليلها في المديرية العامة للزراعة في محافظة الانبار، والقسم الآخر مأخوذ من وزارة الموارد المائية الهيئة العامة لاستثمار المياه الجوفية قسم بنك المعلومات الخاصة في محافظة نينوى والتي تمثل بدرجة أساسية محتواها من الأملاح الذائبة الكلية ((TDSوالأس الهيدروجيني(PH)) والإيصالية الكهربائية (EC)) والنترات(NO_3)) والكبريتات (SO_4) والكلورايد(CL)) ونسبة إمتزاز الصوديوم (SAR) لمعرفة سمات وخصائص تباين توزيعها الجغرافي بين أجزاء منطقة البحث.

أهم النتائج التي توصل اليها البحث: تباين أعماق الآبار ومناسيب المياه الجوفية بين أجزاء منطقة البحث، وتباين مصادر تغذيتها واختلاف غزارة المياه ضمن المكامن الجوفية، وقد صنفت المياه الجوفية للآبار المدروسة من حيث قيمة الـ (PH) فيها إلى صنفين والتي تراوحت ما بين مياه محايدة إلى ضعيفة القلوية، كما واظهر البحث تباين معدلات الأملاح الذائبة الكلية بين الآبار المدروسة نتيجة لتباينها في القرب من مصادر التغذية الجوفية وتباين سرعة المياه داخل الشقوق والمسامات الصخرية

الكلمات المفتاحية : الخصائص النوعية، المياه الجوفية، المناسيب الثابتة، الاملاح الذائبة

valuation of Groundwater Characteristics in the Hatra District

Asst.prof. Ali Suleiman Erzik AL-Karbouli (PhD) Asst.prof. Dr. AhmadEyada Kuder. (PhD)

General Administration of Anbar Education Iraqi University, College of Arts , Geography Department

Abstract:

The characteristics and qualities of groundwater Different In her lineageFrom one area to another According to to Rainfall amount and intensity Firstly And nature Topography, rock composition and vegetation secondly In general, the percentage of water seeping into the ground ranges between (15-

 DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

20%) of the amount of infiltrated rain water where Groundwater plays a role indifference Its types play a prominent role in the ranges .dry little Rain, as its presence contributes to increasing agricultural areas.and human settlement
Our research aims To know the most important Features The chemistry of groundwater in Hatra district, Nineveh Governorate, through studying the depths of wells and groundwater levels in the manta Accuse me Productivity (water discharge) as an indicator necessary to express The extent of the abundance of underground reservoirs
How it works: Knowing the most important chemical properties of groundwaterThe researchers resorted to selecting (60) locations distributed in a scientifically studied manner covering all parts of the research area, where the depths of the wells and their production capacity were measured as important spatial characteristics that give a comprehensive picture of the nature of those wells and the extent of their benefit in establishing various projects, in addition to relying on the results of analyzing the samples taken directly from the wells by the researchers, and their number reached (20) wells if they were analyzed in the General Directorate of Agriculture in Anbar Governorate, and the other section was taken from the Ministry of Water Resources, the General Authority for Groundwater Investment, the Private Information Bank Department in Nineveh Governorate andWhich mainly represents its content of total dissolved salts (TDS) and the hydrogen ion (PH) and electrical conductivity (EC) and nitrates (NO3) and sulfatesSO4) and chloride (CL) and the sodium adsorption rate (SAR)To know the features and characteristics Its geographical distribution varies between parts of the research area.
The most important results of the research: Variation of well depths and groundwater levels between parts of the research area ,and The diversity of its sources of nutrition and the difference in the abundance of water within the groundwater reservoirs, And The groundwater of the studied wells was classified in terms of the value of (PH) It is divided into two categories, which range from neutral to weakly alkaline water.As it appeared The research showed that the rates of total dissolved salts varied between the studied wells due to their variation in proximity to groundwater sources and variation in water velocity within cracks and pores in the rock.
Keywords: fruit quality, groundwater, fixed levels, dissolved salts

المقدمة

تقاسي الاقاليم الجافة لاسيما في المناطق العربية التي تقع معظم منابع المياه المارة فيها خارج حدودها من تناقص حاد في كميات المياه المتوافرة لديها وإنّ توفرت فهي تتسم بتردي نوعيتها لاختلاطها بمختلف انواع الملوثات لاسيما مع ما تشهده هذه الدول من تزايد كبير في اعداد سكانها، الامر الذي يرافقه زيادة الطلب على المياه الصالحة للاستعمالات المختلفة، فمن هنا جاءت أهمية الدراسات الهيدرولوجية في الكشف عن مصادر جديدة للمياه مع اعطاء تفاصيل دقيقة عن نوعية تلك المياه المتواجدة على سطح الارض الأرض وباطنها، مفسرةً طبيعة توزيعها الجغرافي وحركتها وصفاتها الفيزياوية والكيمياوية ومدى مؤامتها للاستعمالات المختلفة. إن المياه الجوفية ما هي إلا مياه سطحية ترشحت عبر طبقات الصخرية والترب الهشة إلى داخل مكونات القشرة الأرضية لتصبح فيما بعد مكامن كبيرة لتلك المياه أما فيما يتعلق بمستوى المياه الجوفية وحركتها فهي ترتفع قليلاً في فصل الشتاء نتيجة لزيادة تغذيتها من مياه الأمطار بينما تنخفض في فترات الجفاف، متحركةً بفعل الجاذبية الأرضية من الأماكن المرتفعة باتجاه الأماكن المنخفضة، وتختلف سرعة حركتها هذه حسب طبيعة الصخور التي تمر عبرها، فكلما كانت المسامات الصخرية كبيرة ومتصلة مع بعضها كلما كانت سرعة انتقال المياه الجوفية اكبر وتلعب المياه الجوفية على اختلاف أنواعها دوراً بارزاً في النطاقات الجافة القليلة الأمطار، إذ يساهم وجودها في زيادة المساحات الزراعية وتواجد السكان .(Jassim, 2006)

مشكلة البحث

هل يؤثر التباين المكاني على الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في قضاء الحضر؟ وكيف سينعكس ذلك التأثير على طبيعة تلك المياه في القضاء؟ وهل يمكن استغلال تلك المياه في ظل توافر الظروف الطبيعية والبشرية للنهوض بالواقع الاقتصادي .

 DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

فرضية البحث: تتمتع منطقة البحث بخصائص جغرافية ممتازة لما تمتلكه من تكوينات جيولوجية تتسم بقدرتها العالية على خزن المياه والاحتفاظ بها مما أكسبها وضعاً هيدرولوجياً فريداً أثر في طبيعة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية الامر الذي قد يسهم في إيجاد فرص متعددة للاستثمارات البشرية المختلفة .

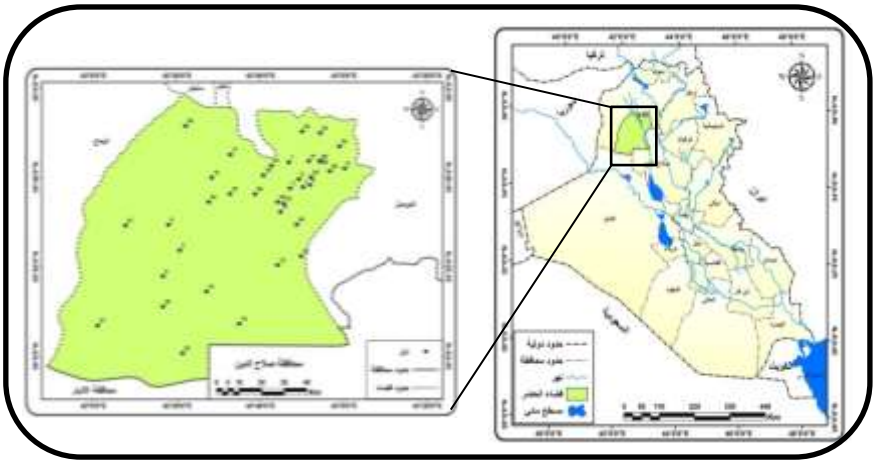
المبحث الاول: الخصائص الطبيعية لمنطقة البحث

المقدمة:

الموقع: يقع قضاء الحضر شمال العراق ضمن حدود محافظة نينوى الادارية، وينحصر جغرافيا بين خطي طول (42° 57´ 31ً) و(42° 36´ 14ً) شرقا ودائرتي عرض (35° 47´ 05ً) و (35° 23´ 59ً) شمالا ينظر الخريطة (1) وتبلغ مساحته حوالي (927.3) كم2. ويعد منطقة زراعية تعتمد مياه الأمطار والآبار بشكل رئيس، لكنها في الوقت الحالي تعد اراضي جرداء بسبب توالي سنوات الجفاف وانخفاض منسوب المياه الجوفية، ولأهمية الخصائص الطبيعية يتعين علينا دراستها بشكل مفصل وعلى النحو الآتي:

خريطة (1)

موقع منطقة البحث بالنسبة للعراق .



المصدر: وزارة الري، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، مقياس 1: 1000000 لسنة 2000.

أولاً: الخصائص الجيولوجية : يُعد هذا العامل أكثر العوامل تأثيراً على المياه الجوفية، فهو من يحدد مواقع المكامن المائية وطبيعتها وامتداداتها الأفقية والعمودية، مما يتطلب دراسة مفصلة للتكوينات الصخرية الموجودة في المنطقة ومعرفة خلفيتها التكتونية التي أسهمت في رسم خصائص وصفات المياه الحاوية عليها **وتتضمن الخصائص الجيولوجية دراسة ما يأتي:**

1. تكتونية وتركيبية منطقة البحث: تقع منطقة البحث ضمن نطاق السهل الرسوبي، حزام تكريت–عمارة الثانوي، مشكلة جزءً من الرصيف غير المستقر شمال وشمال غرب السطح العربي النوبي، وان أهم ما يميز هذا النطاق طياته الطولية المحدبة والضيقة غير المتماثلة والتي تفصل بينها طيات مقعرة ضحلة وواسعة تمتد بشكل موازي لمحاور الطيات المحدبة حيث اسهمت هذه الطيات بامتدادها الطولي الذي جعل المنطقة خزان جيد جداً للمياه الجوفية (خصباك، 1977)

2. التتابع الطباقي: بينت الدراسات الخاصة بالتتابع الطباقي لقضاء الحضر وجود مجموعة تكوينات جيولوجية اهمها:

ترسبات السبخة : يرجع عمر هذه الترسبات إلى عصر الهولوسين وعند النظر إلى الخريطة (2) يتضح لنا أن هذا الترسبات تظهر بشكل واضح وسط وجنوب قضاء الحضر، حيث المناطق التي تتسم بارتفاع مناسيب مياهها الجوفية مما يجعل التربة تكتسب رطوبة عالية وحين تبخر المياه خلال أشهر الصيف تترك خلفها ترسبات ملحية تغطي سطح الأرض تُعرف عندها بـ (السبخات) .

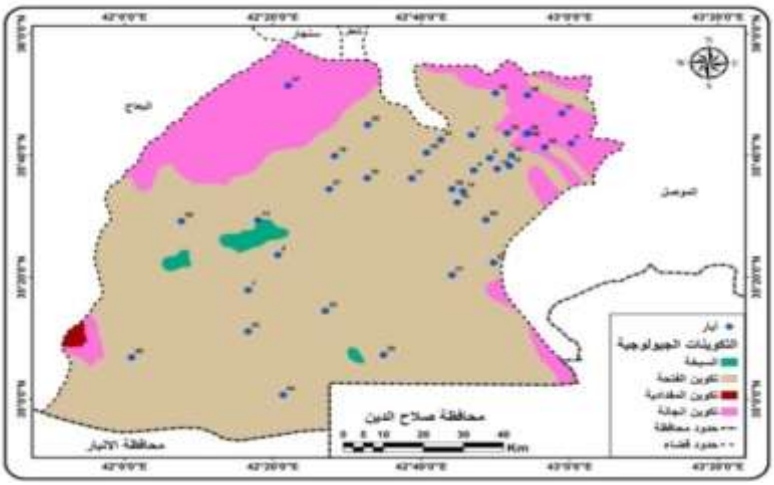
تكوين الفتحة (المايوسين الأوسط): يعد هذا التكوين الاوسع انتشار في منطقة البحث حيث يغطي معظم اجزائها ينظر (الخريطة 2) يعود عمر هذا التكوين إلى عصر المايوسين الأوسط ويتكشف في معظم أجزاء قضاء الحضر ويقدر متوسط سمكه (500م)، وأن أقصى سمك له يزيد عن(900م)، ويتكون من طبقات متعاقبة من الجبس والحجر الجيري والمارل ومواد فتاتيه من الحجر الطيني

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

والغريني أما البيئة الترسيبية لهذا التكوين فهي بيئة بحرية ضحلة، وتمتاز صخوره بضعف مقاومتها لعمليات التعرية والتي تؤدي إلى تكوين أشكال جيومورفولوجية تعروية مثل التكهفات والحفر الكارستية. (الجبوري،، 2004)

تكوين إنجانة (المايوسين الأعلى): يظهر هذا التكوين في الاجزاء الشمالية الشرقية والشمالية الغربية من قضاء الحضر وتعد صخور الطين والغرين من اهم مكوناته فضلاً عن طبقات من الحجر الرملي ذات الحبيبات المتوسطة إلى الخشنة يتميز هذا التكوين بزيادة نسبة المواد الفتاتية مما يعني ان لهذا التكوين مسامية ونفاذية عاليتين وبالتالي تتسرب وتؤدي إلى زيادة مخزون المياه الجوفية وتزداد كلما اتجهنا نحو الأعلى أما في الاجزاء السفلى فتظهر المواد الفتاتية الناعمة وبعض المكونات الجيرية والطفل، سمك هذا التكوين متباين من منطقة لأخرى نتيجة لتعرضه إلى التعرية، أما بيئة ترسيب هذا التكوين فهي بيئة نهرية وبعد أول ظهور لطبقات تكوين الانجانة بعد أخر طبقة جبس سميكة من طبقات تكوين الفتحة، إن هذا التكوين درس من قبل العديد من الباحثين لكونه المستودع المائي الأكثر أهمية في شمال غرب العراق يوجد هذا التكوين في المنطقة بشكل محدود ولكن لم يستثمر كخزان مائي.(السياب، 1982)

الخريطة (2) الخريطة الجيولوجية لمنطقة البحث



المصدر: المديرية العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة العراق البنيوية، بغداد، 1983.

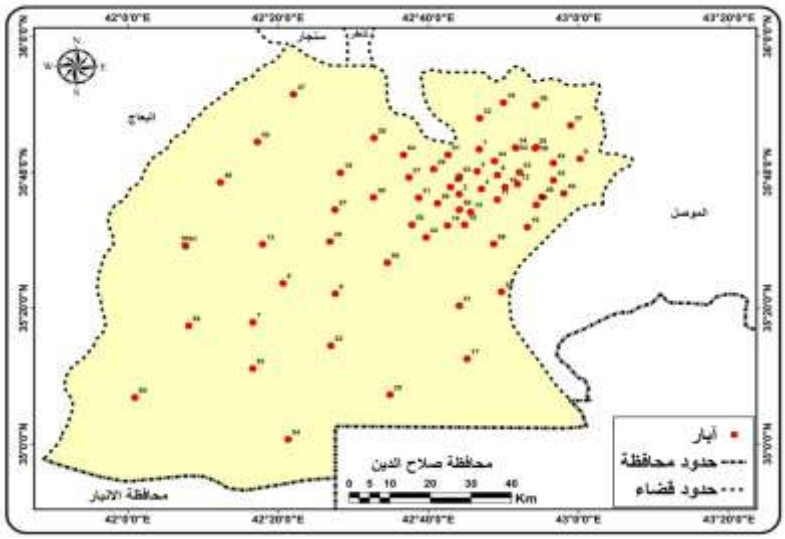
تكوين المقدادية : يظهر هذا التكوين بمنطقة صغيرة جنوب غرب قضاء الحضر يعود عمر التكوين إلى البلايوسين ويصل سمكه في طية (قره جوخ) الشمالية الى (42م)، ان اهم ما يميز هذا التكوين هو تعاقب طبقات الحجر الطيني الناعم ذي اللون الرمادي الصفر إلى البني الفاتح مع طبقات الحجر الرملي الرمادي والحجر الغريني البني والرمادي، وقد تظهر في معظم الاجزاء العليا للتكوين عدسات نحيفة من المدملكات.

المبحث الثاني : الخصائص المكانية للمياه الجوفية

ثالثاً. الخصائص المكانية للمياه الجوفية : إنّ دراسة المياه الجوفية وتوزيعها المَكاني تستوجب من الباحثان دراسة أعماق الآبار ومناسيبها وطاقتها الإنتاجية، وغالبا ما نجد ان ثمة تباين في تلك الخصائص من منطقة لأخرى وفقاً لمصادر تغذيتها وطبيعة التكوينات الجيولوجية الحاضنة لها، فالمناطق التي تزداد فيها معدلات الأمطار السنوية تمتاز بغزارة مياهها الجوفية لاسيما إذا ما اقترن ذلك بنوعية التربة ومدى وجود النباتات الطبيعية وملائمة الظروف المناخية بالشكل الذي يزيد من تغذية مكامن المياه الجوفية، وقد تم انتخاب (60) بئراً موزعة بشكل يغطي كافة اجزاء منطقة البحث ينظر (الخريطة 3)، ووفقاً لذلك سيتم التعرف على أهم الخصائص المكانية للمياه الجوفية في منطقة البحث.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

خريطة (3) مواقع الآبار بالنسبة لقضاء الحضر



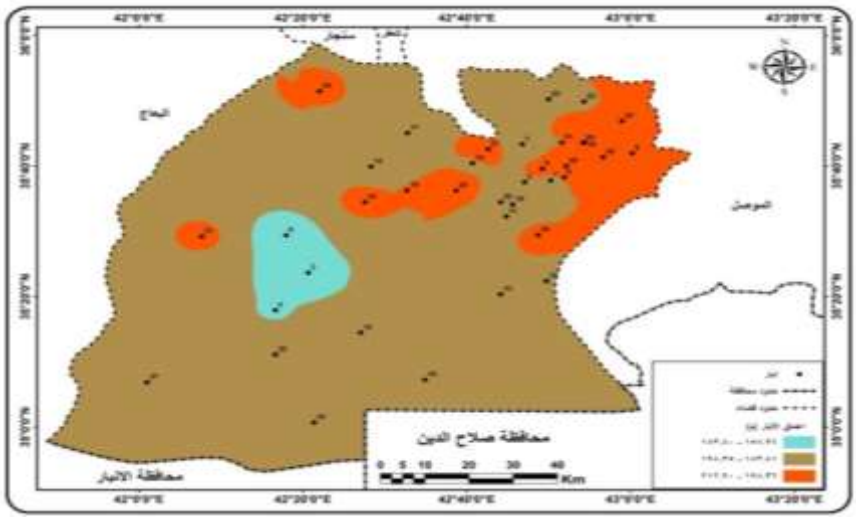
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على بيانات الملحق رقم (1) وباستخدام برنامج (Arc map 9.3).

1 . أعماق الآبار:

إن أعماق الآبار في منطقة البحث متباينة من منطقة لأخرى تبعاً لتأثير الخصائص الطبيعية في ذلك، تم تحديد مواقع الآبار التي تم اختيارها للدراسة عن طريق جهاز تحديد المواقع العالمي (GPS) الذي تم من خلاله تحديد (60) موقعاً بالإعتماد على طريقة العينة العشوائية لغرض إجراء التحاليل المختبرية للعينات المأخوذة من تلك الآبار، إذ تراوحت أعماق الآبار في منطقة البحث (158–212م)، وبمعدل في عموم منطقة البحث (194.14م) كما موضح في الملحق (1).ولغرض دراسة أعماق الآبار بصورة أكثر دقة فقد تم توزيعها جغرافياً في ثلاث فئات، ينظر الخريطة (4)

1. الفئة الأولى الآبار التي تتراوح أعماقها بين (158– 183م) حيث تظهر هذه الفئة في الأجزاء الوسطى من منطقة البحث ويعزى سبب انخفاض أعماقها نتيجة لوقوع آبارها ضمن تكوينات السبخة التي تمتاز برطوبتها العالية مما اسهم بوجود خزانات ضحلة للمياه الجوفية قريبة من سطح الأرض في هذه الأجزاء .

خريطة (4) : أعماق الآبار (متر) في منطقة البحث.



المصدر: بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (1) برنامج (Arc map 9.3).

2. الفئة الثانية فقد ضمت الآبار التي تراوحت أعماقها من (183– 198م) وتغطي أجزاء واسعة جدا من منطقة البحث، وان معظم ابارها تقع ضمن مكمن الفتحة الجوفي الذي يمتاز بعمقه وغزارة مياهه الجوفية التي تنحدر من الأجزاء الشمالية للعراق التي تتمتع بغزارة امطارها لذا تعد مصادر رئيسة للمياه الجوفية .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

3. الفئة الثالثة الآبار التي تتراوح أعماقها ما بين (198.3 – 212 م) تركزت آبارها في الاجزاء الشمالية الشرقية من منطقة البحث ويعزى سبب زيادة اعماق هذه الفئة مقارنة بآبار الفئات السابقة وقوعها ضمن مكمن انجانة لوقوع آبار هذه الفئة بين في الجهات الشمالية الشرقية يجعلها قريبة من مناطق اقدام الجبال مما يعني تعقد مظهرها الطوبوغرافي والجيومورفولوجي مما يفسر الزيادة الحاصلة في أعماقها.

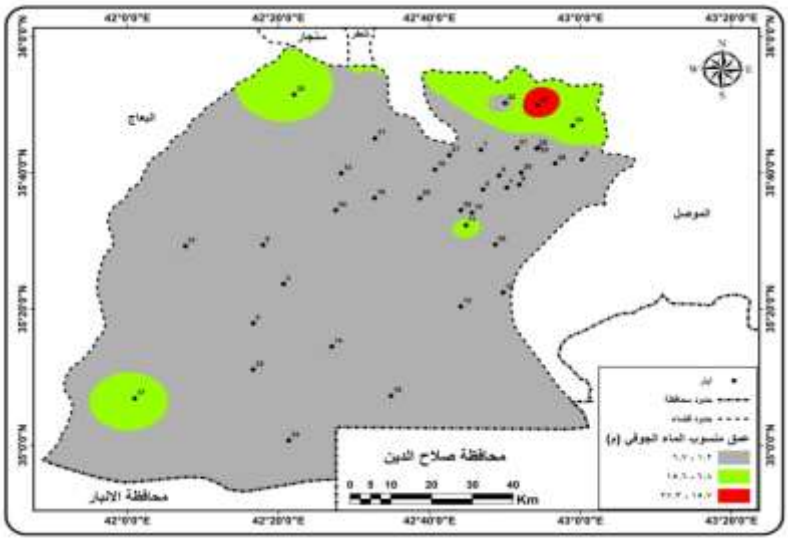
2 . مناسيب المياه الجوفية :

يقصد بمنسوب المياه، المستوى الذي تستقر عنده المياه الجوفية في الآبار، وهو المنسوب الذي يتعادل فيه الضغط الجوي والضغط الهيدروليكي عند السطح للمياه الجوفية غير المحصورة وتكتسب دراسة مناسيب المياه الجوفية أهمية كبيرة في الدراسات التنموية، كونها من العوامل المحددة لإستثمار المياه الجوفية، تتصف مناسيب المياه الجوفية في منطقة البحث على نحو عام بالازدياد في أشهر الشتاء مما يعني تعاظم مخزون المياه الجوفية نتيجة سقوط الأمطار يصاحبه قلة الاستهلاك، وتقل في أشهر الصيف بسبب زيادة الاستهلاك مما يؤدي الى تباين مناسيب المياه الجوفية وعدم ثبات مستوياتها زمانياً. (المرعاوي، 2012)

إنّ قلة توافر البيانات الهيدرولوجية لبعض أجزاء الابار، دفع الباحثان إلى قياس الآبار حقلياً باستعمال جهاز المجس الكهربائي (Electrical Sounder)، لتظهر تلك القياسات تبايناً في اعماق مياهها الجوفية وهذا عائد إلى تباين بنيتها الجيولوجية والطبوغرافية بشكل اثر على خزاناتها الجوفية، ليتبين من عملية القياس أن مناسيب المياه الجوفية تتراوح بين (1.2– 27.3 م) عن سطح الأرض، أما المعدل العام لمستوى المياه الجوفية فقد بلغ (5.43) م في عموم الآبار، ينظر(الملحق1)، علماً إن هذه المستويات تتباين من منطقة لأخرى وفقاً لمصادر تغذيتها وبنيتها الجيولوجية، لذلك تم توزيعها إلى مستويات ثلاث، ينظر (الخريطة 5) وكما يأتي:

المستوى الأول (1.2 – 6.7 م): يظم هذا المستوى كافة ابار منطقة البحث باستثناء الابار الواقعة ضمن تكوين انجانة في الجهات الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية (الابار 23–27) ويُعزى السبب في ارتفاع مناسيب المياه الجوفية ضمن هذه الآبار إلى وقوعها ضمن تكوين، الفتحة الذي يتمتع بزيادة كمية المياه الجوفية المتسربة اليه من الجهات الشمالية والشمالية الشرقية وطبيعة هذا التكوين التي تسمح بتسرب كميات كبيرة إلى داخل القشرة الأرضية لاسيما في فترات هطول الأمطار، ويعد هذا أمراً إيجابياً يمكن أن يُسرعَ من عمليات التنمية في تلك المناطق نظراً لقرب مصادر المياه الجوفية من سطح الأرض.

خريطة (5): مستوى مياه الآبار (متر) عن سطح الأرض في منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (1) برنامج (Arc map 9.3).

المستوى الثاني (6.8 – 15.6 م) يضم الابار الواقعة ضمن تكوين انجانة الذي يشكل بيئة ترسيب نهرية تظهر غالبا بعد أخر طبقة جبس سميكة من طبقات تكوين الفتحة، ان سبب إنخفاض مناسيب المياه الجوفية في الابار الواقعة ضمن هذه الفئة فيعود لعامل الإرتفاع عن مستوى سطح البحر مما ادى لإنخفاض مناسيب المياه الجوفية ضمن آبار هذا المستوى.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

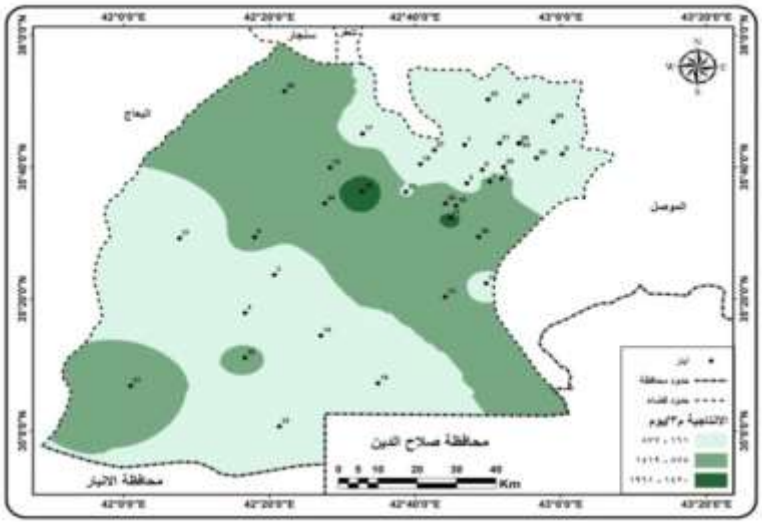
المستوى الثالث (15.7–27.3 م): تظم هذه الفئة البئر رقم (23) والذي بلغ مستوى الماء الجوفي فيه (27.3) ويعزى سبب انخفاض مستوى المياه في هذا البئر الى ارتفاعه عن مستوى سطح البحر إذ بلغ (220م) فضلا عن وقوعه في مكمن مغلق يقع في منطقة ذات فوالق وتكسرات تنحدر بشكل معاكس لامتداده .

3 . الطاقة الإنتاجية (تصريف الآبار لتر/ ثا) :

إن حالة الاتزان بين استخراج المياه الجوفية وكميات التعويض في الآبار يُسهم في تحقيق ظروف استثمار آمنة للمياه الجوفية وبشكل يساعد على ديمومتها واستمرار تدفقها، وهذا ما يمكن معرفته عن طريق دراسة خصائص الصرف المائي للآبار وتحديد الواقع الامثل لمعدلات السحب من الخزانات الجوفية، فالاستغلال المفرط للمياه الجوفية يؤدي إلى انخفاض مناسيبها، وخلق مشاكل هيدرولوجية وبيئية، تمّ رصد إنتاجية الآبار المدروسة حقلياً، بعد تشغيل ماكنة السحب المنصبة على الآبار مدة زمنية كافية يصل فيها البئر لحالة من الاستقرار قبل عملية القياس للخروج بنتائج أكثر دقة .

ليتضح من معطيات (الملحق1) أن الطاقة الإنتاجية للآبار المدروسة متباينة من بئر لآخر، وهذا عائد لأسباب عدة منها تأثير الظروف الطبيعية على الآبار وتباين مصادر تغذيتها فضلاً عن تنوع المضخات المستخدمة في رفع المياه كل تلك الاسباب ادت إلى تباين الطاقة الإنتاجية للآبار، أنّ أعلى معدل إنتاجية سُجل كان في البئر (19) وبلغ (1961 لتر/ثا) أما أقل معدل فقد سُجل في البئر (39) وبلغ (161 لتر/ ثا) بينما بلغ المعدل العام لإنتاجية الآبار في عموم منطقة البحث (716.67 لتر/ ثا). ويتضح من (الخريطة 6) ولغرض إبراز الطاقة الانتاجية للمياه الجوفية في ابار منطقة البحث بصورة أكثر دقة فقد تم توزيعها وفق ثلاث مستويات وكما يأتي:

خريطة (6): إنتاجية الآبار (لتر/ ثا) في منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (1) برنامج (Arc map 9.3).

المستوى الأول (161 – 877 لتر/ثا): يظهر هذا المستوى في الأجزاء الشمالية الشرقية لمنطقة البحث فضلاً عن جزئها الاوسط والجنوبي الشرقي، ويعود سبب إنخفاض معدلات الإنتاجية ضمن آبار هذا المستوى مقارنة بالمستويات الاخرى إلى صغر أحجام المضخات المستخدمة في سحب المياه مما إنعكس على إنخفاض إنتاجية هذه الآبار.

المستوى الثاني (878 – 1419 لتر/ثا): يشغل هذا المستوى أجزاء واسعة شمال ووسط منطقة البحث فضلا عن جزئها الجنوبي الغربي وتتمتع هذه الابار بإنتاجية عالية وذلك بسبب وقوعها ضمن تكوين الفتحة الذي يتمتع بقدرته العالية على الخزن.

المستوى الثالث (1420– 1961 لتر/ ثا): يمثل هذا المستوى في الابار ذات الانتاجية العالية والتي تقع في وسط وشمال شرق منطقة البحث ويعزى سبب ارتفاع انتاجية هذه الابار إلى اعماقها الكبيرة الامر الذي زاد من مصادر تغذيتها من المياه الجوفية، فضلاً عن القدرة الحصانية العالية للمضخات المستخدمة في سحب المياه ضمن آبار هذا المستوى .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

المبحث الثالث: الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية

ثانياً: الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية :

تحظى دراسة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية بأهمية كبيرة في الدراسات كافة، إذ من الممكن أن تتواجد المياه الجوفية في أي منطقة وبأعماق وكميات مختلفة، ألا إن هذا لا يحدد مدى صلاحية تلك المياه للإستخدامات البشرية المختلفة، فالأهمية النوعية للمياه توازي اهميتها الكمية(10) إذ أن التركيب الكيميائي للمياه الجوفية هو نتيجة التفاعلات التي تجري بين المياه التي تدخل مكامن المياه الجوفية والصخور الحاوية على المعادن المختلفة (Younger، 2007)

تبرز أهمية دراسة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة البحث كونها المصدر الرئيس لقيام الأنشطة البشرية المختلفة، أن سعة مساحة منطقة البحث أدى إلى بعد الكثير من أجزائها عن مصادر المياه السطحية، مما جعل المياه الجوفية المصدر الرئيس الذي يعتمد عليه السكان في تلك المناطق، لاسيما ما يتعلق منها بالاستثمار الزراعي، ومدى تأثير تلك الخصائص في المحاصيل الزراعية، وعلى هذا الاساس تم دراسة الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية في منطقة البحث من خلال التحاليل المختبرية التي أجريت لعينات المياه المأخوذة من الآبار المختارة للدراسة، والتي سيتم توضيحها بشكل مفصل وكما يأتي:

1 . مجموع الأملاح الذائبة الكلية (TDS):

مجموع الأملاح الصلبة غير العضوية المتحللة في المياه، ولا تتضمن المواد العالقة والغروية والغازات الذائبة، وتتصف بأنها ذات تراكيز متنوعة تحددها البنية الجيولوجية واختلاف ذوبانية المعادن (Arzek، 2018) أن تراكيز الأملاح الذائبة الكلية تختلف في المياه تبعاً لتركيب المياه المغذية للمياه الجوفية وسرعتها، حيث تمتاز المياه الجوفية ذات السرعة العالية باحتوائها على نسب قليلة من تراكيز الأملاح الذائبة بسبب قصر زمن البقاء، الذي يعمل على تباطء زمن التبادل الأيوني بين الصخور والمياه المارة عليها مما يجعل تركيز الأملاح فيها منخفض، في حين يحدث العكس في المياه البطيئة الحركة مما يجعلها أكثر ملوحة يتضح من (الملحق1) وجود تباين في معدلات الأملاح الذائبة بين آبار منطقة البحث، إذ تراوحت بين (1380 – 3920 ملغم/ لتر)، أما معدلها العام في عموم منطقة البحث فقد كان (2523 ملغم/ لتر). ولغرض إبراز كميات الأملاح الذائبة في المياه الجوفية لمنطقة البحث بصورة أكثر دقة فقد تم توزيعها **وفق ثلاث مستويات وكما يأتي:**

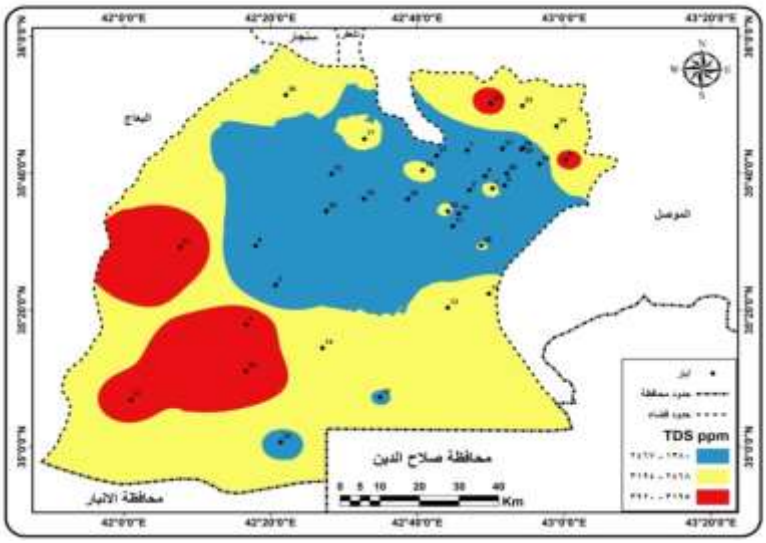
المستوى الأول (1380 – 2467 ملغم/ لتر): يظهر هذا المستوى في اجزاء واسعة من منطقة البحث لا سيما الاجزاء الوسطى والشمالية الشرقية، ينظر الخريطة (7)، وذلك بسبب انخفاض كمية الأملاح في مياه آبار هذا المستوى نتيجة لقربها من مصادر التغذية الجوفية، مما ساعد على سرعة جريان المياه الجوفية داخل الطبقات الصخرية وبشكل إنعكس على إنخفاض تراكيزها الملحية نتيجة لقلة زمن البقاء، أي التبادل الأيوني ما بين الصخور والمياه المارة عليها.

المستوى الثاني (3188 – 4569 ملغم/ لتر) : يعد هذا المستوى الاكثر انتشارا في منطقة البحث حيث يظهر وسط وشمال شرق وجنوب المنطقة، خريطة (7) ويعزى سبب إرتفاع كميات الأملاح الذائبة في مياه هذه الآبار إلى بطئ جريان المياه الجوفية داخل الشقوق والمسامات الصخرية مما إنعكس على زيادة زمن التبادل الأيوني بين المياه والصخور وبالتالي زيادة ذوبانية الأملاح منها.

المستوى الثالث (4569 – 6080 ملغم/ لتر) : يظهر هذا المستوى في الأجزاء الجنوبية الغربية وبعض الابار الواقعة في شمالها الشرقي ويمكن تعليل السبب في إرتفاع نسبة الأملاح ضمن الابار الواقعة ضمن الاجزاء الغربية وقوعها ضمن تكوين السبخة الضحل الذي ترتفع فيه نسبة الاملاح السريعة التفاعل والذوبان في المياه أما الابار الواقعة في الاجزاء الشمالية الشرقية فيعزى سبب الارتفاع الى زيادة استخدام الاسمدة الكيميائية من قبل المزارعين مما ادى الى ارتفاع نسبة الأملاح فيها .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

خريطة (7) : تراكيز الأملاح (ملغرام/ لتر) في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3).

2 . الأُس الهيدروجيني (pH):

يعرف باللوغارتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين في الماء، وهو يمثل مقياساً لحامضية وقاعدية المحاليل المائية، وتتراوح قيمته ما بين (0– 14) ينظر (الجدول1) أن قيمة الأس الهيدروجيني تتأثر بعدة عوامل منها درجة الحرارة ووجود الكالسيوم وكثافة النباتات الموجودة إذ تؤدي عملية التركيب الضوئي إلى تقليل كمية غاز ثاني أوكسيد الكاربون (CO_2) مما ينتج عنه إرتفاع قيم الأس الهيدروجيني (الهيتي، 1985) يتبين من خلال معطيات (الملحق2) أن قيم (pH) في مياه آبار منطقة البحث تراوحت بين (7.79 – 8.91)، أما معدلها العام لعموم الآبار المدروسة فقد بلغ (7.4). وعند مطابقة قيم (pH) لآبار منطقة البحث مع معطيات الجدول (3) يتضح أن مياه آبار منطقة البحث ضعيفة قلوية.

جدول (1): تصنيف نوعية المياه حسب قيمة (PH) فيها.

نوع المياه	قيمة PH
شديد الحموضة	أقل من 3.5
حامضية	5.5 – 3.5
ضعيفة الحموضة	6.8 -5.5
محايدة	7.2 – 6.8
ضعيفة القلوية	8.5 -7.2
قلوية	أكثر من 8.5

p: 463 .،1966 ،NewYork،Hydrogeology،R.J ، and Dewiest ، S.N.،Davis

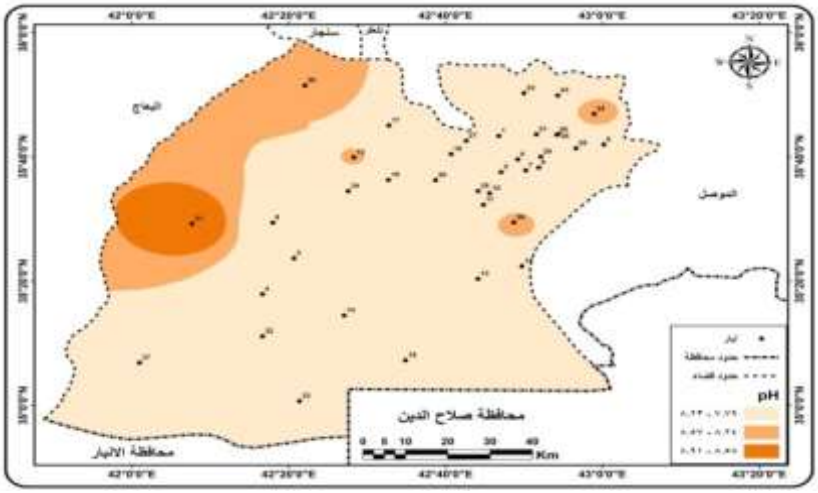
أما جغرافياً فإن قيم الـ (PH) تتوزع في آبار منطقة البحث وفق فئات ثلاث، ينظر الخريطة (6)

المستوى الاول (7.79 – 8.23): يغطي معظم اجزاء منطقة البحث ويعود سبب سيادة هذا المستوى إلى أن المياه الجوفية المتسربة من المكامن الجيولوجية في هذه الاماكن غنية بمركبات الكالسيوم مما ساعد على إنخفاض قيمة (PH) في آبارها.

المستوى الثاني (8.24– 8.57): يظهر على شكل شريط في الاجزاء الغربية والشمالية الغربية ويعود سبب ميل مياه هذه الآبار إلى حالة القلوية الخفيفة نتيجة لوجود أيونات الكالسيوم والمغنسيوم التي تكون أملاحاً غير متعادلة، فضلاً عن ان معظم اراضي هذه المنطقة مساحات زراعية يستخدم المزارعين فيها الاسمدة والمخصبات الكيمياوية مما يسهم في قلوية تلك المياه .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

خريطة (8): درجة الحامضية في آبار منطقة البحث.



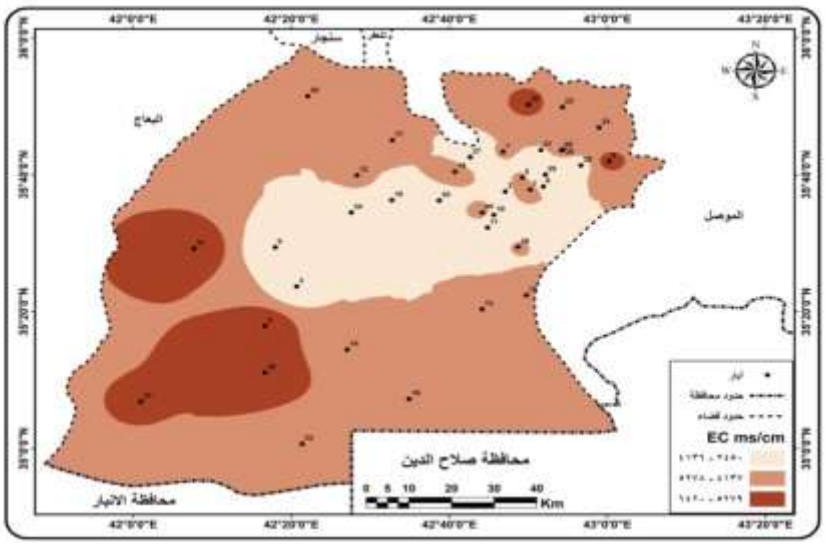
المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3).

المستوى الثالث (8.58 – 8.91) : يظهر في الجزء الغربي من منطقة البحث، ويعود سبب ارتفاع نسبة القلوية في مياه هذه الابار مقارنة بأقرانها الى وقوعها ضمن تركيب السبخة الذي ترتفع فيه المياه الجوفية الى السطح فتتعرض الى التبخر الشديد فضلاً بسبب الأجواء الحارة لمنطقة البحث مما يؤدي إلى ترسيب البيكاربونات في مياه هذه الآبار بشكل كبير يؤدي إلى إرتفاع قيمة الـ (pH) فيها.

3 . الإيصالية الكهربائية (Ec) : قابلية كل (1سم3) من الماء على توصيل التيار الكهربائي عند درجة حرارة (25)م°، معتمدة بذلك على درجة الحرارة، ونوع الأيونات وتركيزها في المياه،(AlKarbooly, 2022) . تتراوح قيم الإيصالية الكهربائية (في مياه آبار منطقة البحث ما بين (2450 – 4136) ديسي سيمنز/م، في البئر رقم (7) وصولاً إلى أعلى مستوى لها في البئر رقم (11) والتي بلغت (9.5) ديسي سيمنز/م، ينظر الملحق (1) بينما بلغ معدلها العام لجميع الآبار المدروسة (5.6) ديسي سيمنز/ م.

أما التوزيع الجغرافي لقيم الإيصالية الكهربائية فيمكن ملاحظته من الخريطة (9) التي توضح أن أعلى معدل لقيم (EC) يظهر في الأجزاء الجنوبية الشرقية لمنطقة البحث والذي تراوح بين (7.14– 9.5) ميلي سيمنز/م، ويمكن تعليل سبب تباين قيم الإيصالية الكهربائية بين أجزاء منطقة البحث إلى ارتفاع قيم التراكيز الملحية وهذا ما يمكن استنتاجه من خلال مطابقة الخريطة (7) مع خريطة التراكيز الملحية رقم (2)، والتي يتضح من خلالها أن قيم الايصالية ترتفع في مياه الآبار التي تكون تراكيز املاحها عالية، مما يجعل الخريطتين متطابقتين تماماً، وهذا يفسر لنا طبيعة العلاقة الطردية بين الإيصالية الكهربائية وكمية الأملاح الذائبة.

خريطة (9) : الإيصالية الكهربائية في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3).

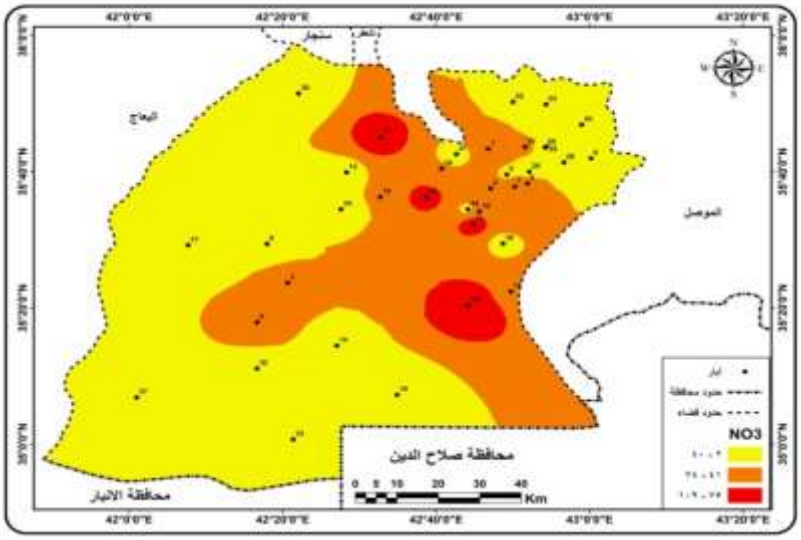
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

4 . النترات (NO3) :

تتعدد مصادر النترات في المياه الجوفية ومن أهمها، مياه الأمطار ومياه الفضلات الصحية، والعمليات البايولوجية في التربة، فضلاً عن النشاط الزراعي للإنسان لاسيما في المناطق شبه الجافة، إذ تشتق النترات من بقايا النباتات والمحاصيل الزراعية والأسمدة المستخدمة في العمليات الزراعية (Thangarajan، 2010) ويتبين من خلال معطيات الملحق (1) أن تراكيز النترات تختلف ما بين الآبار المدروسة، وتتوزع قيم النترات التي توضحها الخريطة (10) بنسب متباينة بين آبار منطقة البحث حسب درجة تركيزها في المياه الجوفية لتلك الآبار ولغرض إبراز كميات النترات في منطقة البحث بصورة أكثر دقة فقد تم توزيعها وفق ثلاث مستويات وكما يأتي:

المستوى الاول (2–40) ملي مكافئ/ لتر: يغطي معظم اجزاء منطقة البحث، ويعود سبب انخفاض قيمة النترات في هذا المستوى الى وقوع معظم ابار هذا المستوى واقعة ضمن مكامن مفتوحة مما يعني حصولها على تغذية مستمرة من المياه السطحية والجوفية المتحركة من اماكن اخرى .

خريطة (10) : تراكيز النترات في آبار منطقة البحث



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3).

المستوى الثاني (41–74) ملي مكافئ/ لتر: يغطي هذا المستوى كافة اجزاء الجهة الوسطى والشرقية لمنطقة البحث.

المستوى الثالث (75–109) ملي مكافئ/ لتر: يظهر هذا المستوى في اربعة ابار في اجزاء متفرقة وسط وشمال منطقة البحث، وسبب ارتفاع تراكيز النترات في مياه ابار الفئتين الثانية والثالثة يعزى لزيادة الإستثمار الزراعي (النباتي، الحيواني) في هذه المناطق، فضلاً عن إستخدام الأسمدة والمخصبات الكيمياوية في العمليات الزراعية، مما ساعد على زيادة تراكم الفضلات والمخلفات الزراعية وهذا بدوره إدى لزيادة نسبة النترات.

5 . الكبريتات (SO4) :

يتواجد أيون الكبريتات في المياه الجوفية نتيجة لتفكك وذوبان صخور المتحجرات مثل الجبس، والإنهايدرايت، وقد ينتج من تحلل المواد العضوية ومن الأسمدة المستخدمة في العمليات الزراعية (AlKarbooly، 2022) ويبرز تأثير أيون الكبريتات على إستثمار المياه الجوفية من خلال الدور السلبي الذي ينتج عن زيادة تركيزه، حيث يؤدي إلى تملح التربة نتيجة لترسيب كبريتات الكالسيوم، فضلاً عن ذلك فإن التراكيز العالية لهذا الأيون تعمل على إعاقة نمو النباتات وظهور البقع على أوراقها بسبب تثبيط عملية البناء الضوئي. ولغرض إبراز كميات النترات في المياه الجوفية لمنطقة البحث بصورة أكثر دقة تم توزيعها لثلاث مستويات وكما يأتي، ينظر الخريطة (10) :

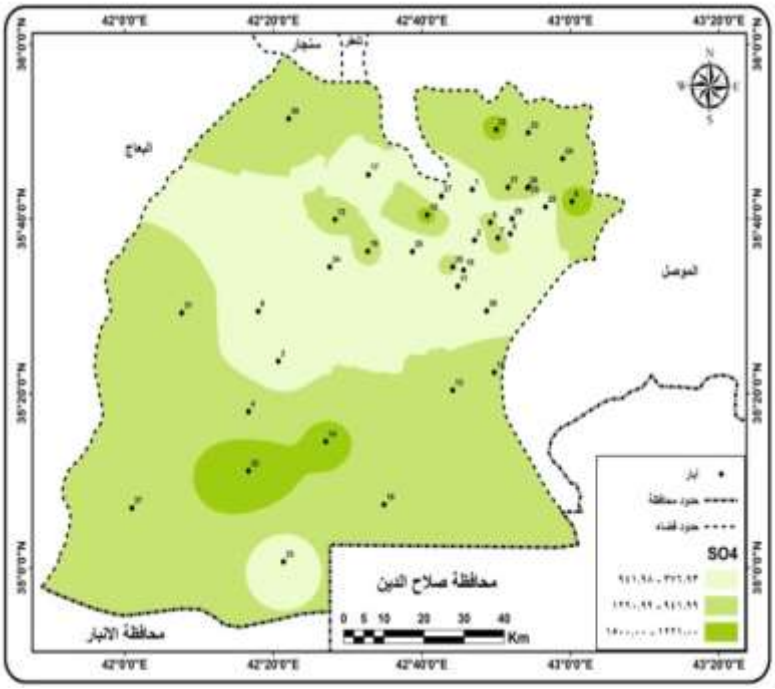
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

المستوى الاول (376- 941.98) ملي مكافئ/ لتر : يغطي معظم الاجزاء الوسطى والشمالية من منطقة البحث، ويرجع سبب إنخفاض تركز هذا الأيون في هذه الأجزاء إلى قلة تركز الصخور الجبسية ضمن هذه الاجزاء، فضلاً عن حصول آبارها على تغذية سطحية مستمرة مما إنعكس على انخفاض تركز أيون الكبريتات في مياهها الجوفية.

المستوى الثاني (942.99-1220.99) ملي مكافئ/ لتر: يغطي هذا المستوى كافة اجزاء منطقة البحث تقريبا ويعود سبب هذا التركز نظراً لوقوع آبار هذه المناطق ضمن مكمن الفتحة الذي يمتاز بغناه بأيون الكبريتات لاحتواء تكوينه الجيولوجي على الصخور الجبسية، التي ينتج عن إذابتها تواجد أيون الكبريتات بنسب عالية ضمن المياه الجوفية لهذه الآبار .

المستوى الثالث (1221-1500) ملي مكافئ/ لتر: يظهر هذا المستوى في خمسة ابار في اجزاء متفرقة منطقة البحث، ويعود سبب ارتفاع نسبة الكبريتات في مياه البئرين (14،32) الى وقوعهما بالقرب من تكوين السبخة الذي ترتفع فيه المياه الجوفية الى السطح مما يؤدي الى اذابة الصخور السطحية الغنية بالكبريتات مما يسهم في ارتفاع نسبة الكبريتات اما بالنسبة للابار (6، 18،22) فناتج عن وقوع هذه الابار في مكامن مغلقة فضلاً عن استخدام الأسمدة والمخصبات الكيمياوية في العمليات الزراعية .

خريطة (11) : درجة تراكيز الكبريتات في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3).

6 . الكلورايد (Cl) :

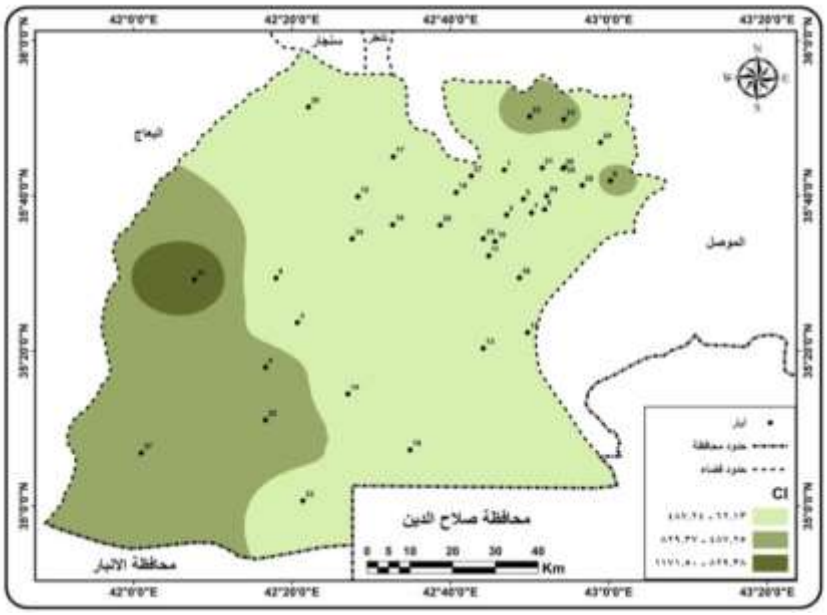
يعد أيون الكلورايد من أكثر الأيونات إستقراراً في المياه الجوفية، لأن عملية الامتزاز والتبادل تتم بشكل ضعيف عليه، وتعد محاليل الهالايت من المصادر الرئيسة لوجود الكلورايد في المياه الجوفية، فضلاً عن المعادن التي تعود إلى رواسب المتبخرات البحرية القديمة، إذ يؤدي تعرض هذه المحاليل لعمليات التبخر إلى زيادة تركيز هذا الأيون (الهيتي، 1985) مما يكسب المياه الطعم المالح لاسيما إذا ارتبط مع الأيونات الأخرى كالمغنسيوم والكالسيوم، وبالتالي فإن التركيز العالي لهذا الأيون يترك آثاراً سلبية على المحاصيل الزراعية، إذ يؤدي زيادة تركيزه إلى تجمع هذه الأيونات في النبات لاسيما في المراحل اللاحقة من النمو وبالشكل الذي يؤدي إلى ذبول الأوراق نتيجة لتركيزه العالي في النبات (Taniguchi، 2017)

ويتضح من قراءة نتائج التحاليل المختبرية للمياه في (الملحق1) وجود تباين كبير في نسب تركيز هذا الأيون في مياه الآبار المدروسة، إذ تراوحت بين (62.13- 1171.50) ملي مكافئ/ لتر، ألا إن هذه المعدلات تختلف في توزيعها الجغرافي ضمن منطقة البحث، أن نسبة تركز أيون الكلورايد في مياه الآبار المدروسة مرتفعة بشكل عام وهذا ما يمكن ملاحظته في الفئتين الثانية والثالثة التي تراوحت قيمها ما بين (487.25- 1171.50) ملي مكافئ/ لتر والتي تغطي معظم جهات منطقة البحث، نظراً لوقوع هذه الآبار ضمن نطاق مكمن الفتحة الحاوي على معادن الهالايت التي تعد مصدراً رئيساً لهذا الأيون، أما اعلى فئة لتركز هذا الأيون

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

(829.38– 1171.5) فقد تمثلت في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية لمنطقة البحث وبعض الابار الواقعة شمال شرق منطقة البحث وذلك لوقوع تلك الابار في مكامن مغلقة لا سيما تلك القريبة من تكوين السبخة، ينظر الخريطة (12)

خريطة (12): درجة تراكيز الكلورايد في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الملحق (1) برنامج (Arc map 9.3).

7 . نسبة إمتزاز الصوديوم (SAR) :

يعد أيون الصوديوم من العناصر المهمة التي ينبغي التعرف على درجة تركزها في المياه الجوفية، لاسيما التي تستخدم لأغراض الري، وذلك لأن زيادة تركزه تعمل على إرتفاع قيمة الـ (PH) في التربة مما يجعلها ذات خصائص قلوية وبالتالي يحل عنصر الصوديوم (Na) محل الكالسيوم مما يترك آثاراً سلبية في نسيج التربة، حيث تقل نفاذيتها للماء والهواء. (Arzek، 2018)

وتتوزع قيم نسبة أمتزاز الصوديوم التي توضحها الخريطة (11) بنسب متباينة بين آبار منطقة البحث حسب درجة تركيزها في المياه الجوفية لتلك الآبار، ومن خلال تحليل معطيات الملحق (1) يتضح لنا ان الفئتين الاولى والثانية لهما السيادة على كافة اجزاء منطقة البحث إذ تراوحت نسبة إمتزاز الصوديوم فيهما بين (0.34 –12.79) ملي مكافئ/ لتر، ويعزى سبب هذا الانخفاض إلى حصول معظم ابارهما على تغذية متجددة من المياه الجوفية كونها واقعة ضمن مكامن مفتوحة، أما المستوى الثالث الذي تتراوح قيم النترات فيه ما بين (12.80– 18.39) ملي مكافئ/ لتر، كما في البئرين (9–24)، ويعود سبب ارتفاع نسب إمتزاز الصوديوم فيها إلى وقوع هذه الابار ضمن مكامن مغلقة، وعند مطابقة معدلات نسب إمتزاز الصوديوم لجميع الآبار المدروسة في منطقة البحث والتي يوضحها الجدول (2) يتبين أن نوعية المياه تراوحت بين الممتازة والجيدة بالنسبة لجميع الآبار المدروسة باستثناء البئر رقم (9–24) الذين يعدان ذات مياه غير مناسبة.

جدول (2)

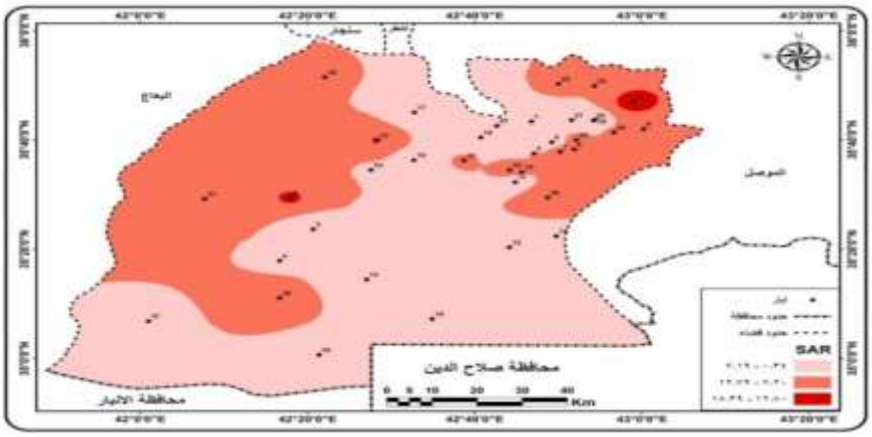
نوعية المياه حسب نسبة الصوديوم الممتز فيها.

نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) ملي مكافئ /لتر	نوع المياه
10	ممتاز
18–10	جيد
26–18	غير مناسب
26 فاكثر	سيء

Todd، D.K.، Groundwater Hydrogeology، New York، 1980، P.535.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

خريطة (13): درجة إمتزاز الصوديوم في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3)

التوزيع المكاني لأيون الكالسيوم +Ca:

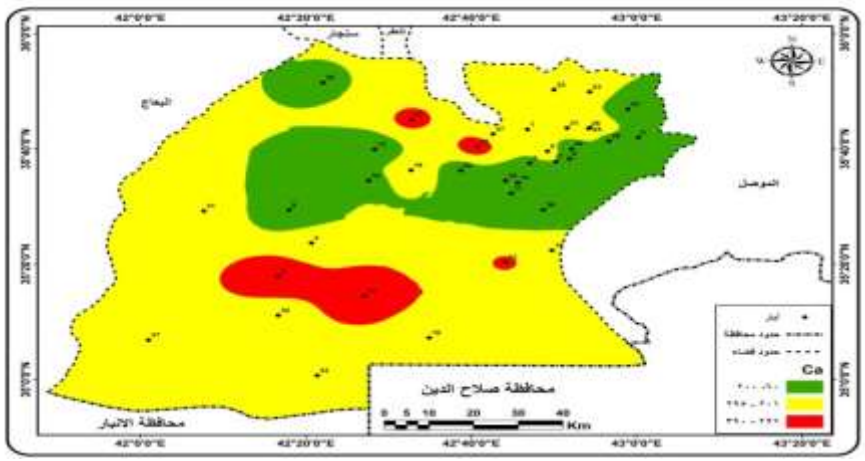
يعد أيون الكالسيوم أكثر العناصر القلوية تواجداً في المياه الجوفية وذلك لانتشاره في الصخور الرسوبية كما في الصخور الجبسية والجيرية والدولماتية والتي لها استجابة سريعة التحلل والذوبان بالماء، ونظراً لانتشار هذه الصخور في منطقة البحث أرتفعت نسبة هذه الأيون في عموم مياه الآبار، أنّ وجود الكالسيوم بكميات مناسبة مهم للكائنات الحية فهو فضلاً عن اهميته في تقليل أضرار أيون الصوديوم في المياه المستعملة في الزراعة، (دراكة، 2006) وبغية إبراز كميات الكالسيوم في المياه الجوفية لمنطقة البحث بصورة أكثر دقة فقد تم توزيعها وفق ثلاث مستويات وكما يأتي، ينظر الخريطة (13):

المستوى الاول (60–200) ملغم/ لتر: إنّ الصورة المكانية للمستوى الأول تظهر في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية لمنطقة البحث كما ويظهر امتداد مكاني للفئة ذاتها في منطقة صغيرة شمال غربها ويعزى سبب هذا الانخفاض الى حصول تلك المناطق على تغذية كافية من المياه سواء السطحية منها او الجوفية بسبب طبيعة الانحدار العام حيث تحصل تلك المنطقة على التغذية الكافية من الجهات الشمالية الغنية بالتساقط المطري .

المستوى الثاني (201–295) ملغم/ لتر شغل معظم أجزاء منطقة البحث، التي يغطيها تكوين الفتحة الغني بالصخور الغني بصخور المارل والحجر الجيري القابلة للذوبان مما يسهم في ارتفاع قيم هذا العنصر .

المستوى الثالث (296–390) ملغم/ لتر شغلت أقل مساحة واقتصر ظهورها في اربعة مواضع فقط اثنين منها في وسط منطقة البحث واثنين في شمالها ويعزى سبب ارتفاع قيم الكالسيوم في هذه الابار الى وقوع بعضها في مكامن مغلقة والبعض الآخر قريب من تكوين السبخة الذي ترتفع فيه المياه الى السطح مما يزيد من عمليات التبخر وارتفاع قيم معظم العناصر .

خريطة (14) : تركيز الكالسيوم في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3)

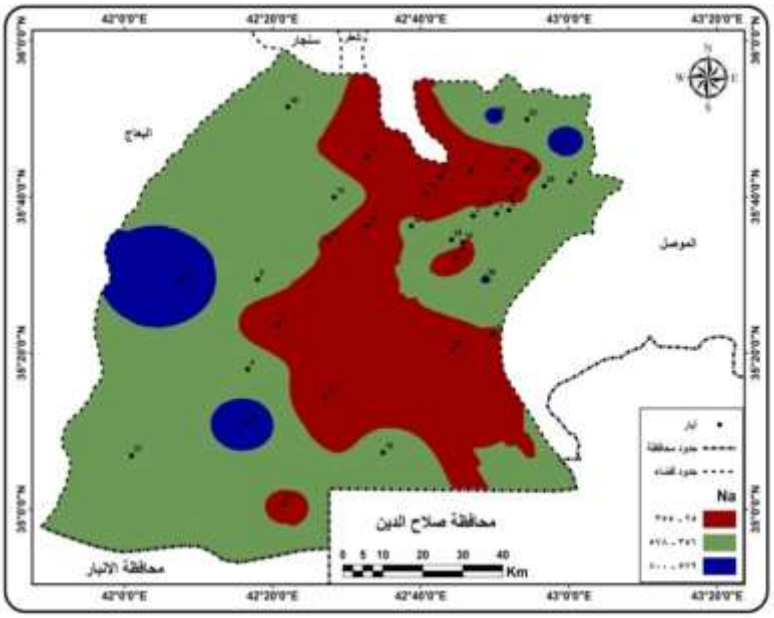
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

التوزيع المكاني لأيون الصوديوم +Na:

يتخذ الصوديوم أشكال كثيرة منها كلوريد الصوديوم وملح الطعام وكربونات الصوديوم ونترات الصوديوم وكبريتات الصوديوم، لذا فإنّ للفعاليات البشرية دوراً لتواجد الصوديوم في المياه الجوفية عبر المياه المنزلية المستخدمة ومياه الصرف الصحي والزراعي عندما تتسرب إلى الخزانات الجوفية مما يساعد في زيادة تركزه فيها (الصالحي، 2004) كما ويزداد تواجده في المياه الجوفية بنسب متباينة، في التكوينات الجيولوجية الحاوية على صخور بعض المعادن كالهالايت والجبس والمعادن الطينية، التي يتحرر منها أيون الصوديوم نتيجة للتبادل الأيوني . ولغرض إبراز كميات أيون الصوديوم في المياه الجوفية لمنطقة البحث بصورة أكثر دقة فقد تم توزيعها وفق ثلاث مستويات وكما يأتي، ينظر الخريطة (15):

المستوى الاول (25–355) ملي مكافئ/ لتر : وظهرت صورتها المكانية على شكل شريط واسع متعرج ممتد من شمال منطقة البحث بإتجاه الوسط والجنوب الغربي يغطي معظم الاجزاء الوسطى والشمالية من منطقة البحث، ويرجع سبب إنخفاض تركز هذا الأيون في هذه الأجزاء إلى قلة تركز الصخور الجبسية ضمن هذه الاجزاء، فضلاً عن حصول آبارها على تغذية سطحية مستمرة مما إنعكس على انخفاض تركز أيون الصوديوم في مياهها الجوفية.

خريطة (15): درجة تراكيز الصوديوم في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3)

المستويين الثاني والثالث (356–800) ملي مكافئ/ لتر: يغطي هذين المستويين اجزاء منطقة البحث الاخرى ويعود سبب ارتفاع نسبة عنصر الصوديوم في منطقة البحث إلى طبيعة المنطقة التي تتسم بطابعها الزراعي ووجود شبكات المبازل الكثيفة إلا ان اهمال الزراعة في الآونة الاخيرة ادى الى عدم صيانتها مما أدى إلى انتشار الملوثات وارتفاع كمية الأملاح في الماء والتربة فضلا عن إستخدام الأسمدة والمخصبات الكيمياوية في العمليات الزراعية، ما ساعده على زيادة تراكم الفضلات والمخلفات الزراعية مما أدى إلى زيادة نسبة الصوديوم في المياه .

التوزيع المكاني لأيون المغنيسيوم +Mg:

يُعدّ المغنيسيوم من الأيونات الأساسية الموجبة الموجودة في المياه الجوفية وينتشر بكثرة في القشرة الأرضية، لان الصخور الدولوماتية والصخور الجيرية المصدر الرئيس له، اذ يرتبط تواجده في منطقة البحث بارتباط تأثير مصادره بعملية التحلل والإذابة للتكوينات الصخرية وتأثرها بالمياه المارة فيها فضلاً عن إذابة بعض المعادن الطينية التي تعد من مصادر إغناء المياه بهذا الأيون (Lerner، 2015)

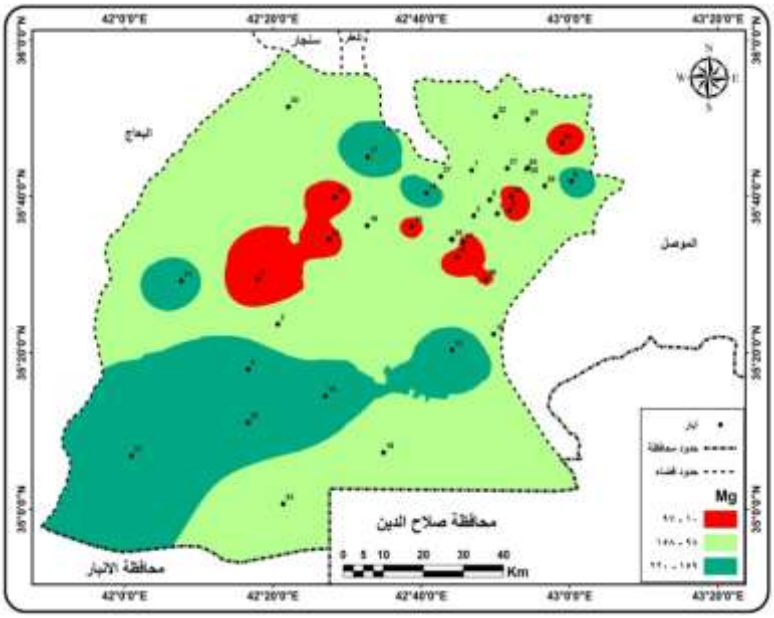
DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

من خلال تحليل معطيات(الخريطة16)الخاصة بالتوزيع المكاني لعنصر المغنيسيوم (Mg)، يتضح لنا قلة اتساع مساحة الفئة الأولى (10– 97) ملغ/لتر حيث ظهرت على شكل دوائر صغيرة وسط وشمال غرب منطقة البحث، أما الفئة الثانية (98—158) ملغ/لتر فقد اتسع امتدادها المكاني ليضم معظم اجزاء منطقة البحث كما في الأجزاء الوسطى والغربية ضمن مكامن ترسبات الفتحة وانجانة والمقدادية، في حين ظهرت الصورة المكانية للفئة الثالثة (159–220) ملغ/لتر في مناطق متفرقة من منطقة البحث اكثرها اتساعا ذلك الشريط الممتد من الاجزاء الجنوبية الغربية باتجاه وسط منطقة البحث، ويعزى ارتفاع نسبة أيونات المغنيسيوم في آبار منطقة البحث إلى تباين ذوبان صخور البازلت والدولومايت المتواجدة بكثرة في منطقة البحث .

أيون البوتاسيوم (+K):

يقل تركز أيون البوتاسيوم في المياه الطبيعية مقارنة بالعناصر الأخرى، إذ تحوي معظم المياه الصالحة للشرب على أقل من (10) جزء بالمليون منه، وأن أيون البوتاسيوم أكثر استقراراً من أيون الصوديوم بسبب مقاومته العالية لعوامل التجوية الكيمائية وسهولة امتصاصه من المعادن الطينية (Smith، 2012)

خريطة (16): درجة تراكيز المغنيسيوم في آبار منطقة البحث.



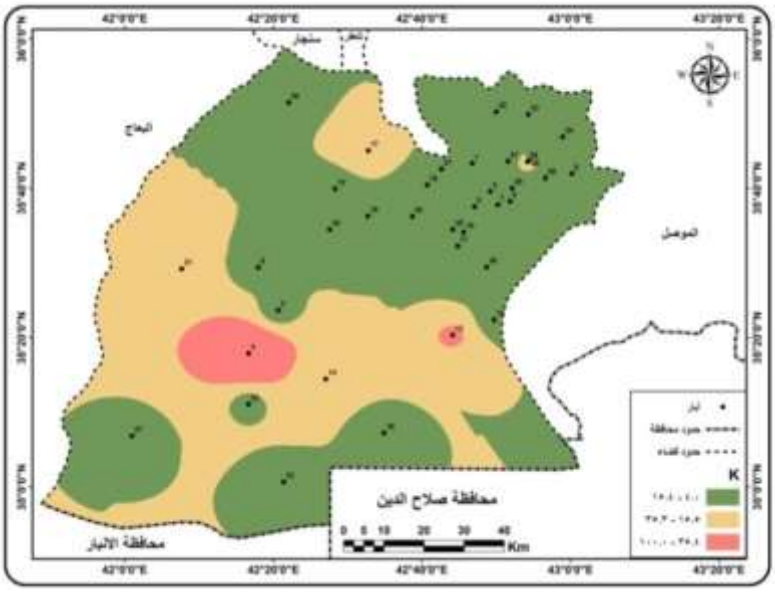
المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3)

من خلال معالجة بيانات عنصر البوتاسيوم (k) باستخدام برنامج (Arc Gis 10.2) وتوزيعها مكانيا يتضح لنا اتساع مساحة الفئة الأولى (4–15.4) ملغ/لتر ، فقد ظهر امتدادها المكاني على شكل نطاق واسع ضم أغلب أجزائها الشمالية والجنوبية وبنسبة تصل إلى (46%) من منطقة البحث، أما الفئة الثانية (15.5–35.3) ملغ/لتر فقد ظهر امتدادها المكاني في الأجزاء الوسطى لمنطقة البحث كما وظهرت صورتها المكانية على شكل منطقتين صغيرتين في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية، أما الفئة الثالثة (35–52.3) ملغ/لتر فقد ظهرت في ثلاث مناطق مختلفة ينظر (الخريطة17).

ويعود سبب ارتفاع نسبة أيون البوتاسيوم في بعض أجزاء منطقة البحث إلى كونها منطقة زراعة كثيفة تستخدم فيها الأسمدة الكيميائية فضلاً عن قلة أعماق الآبار مما أعطى فرصة لتواجده .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

خريطة (17): درجة تراكيز البوتاسيوم في آبار منطقة البحث.



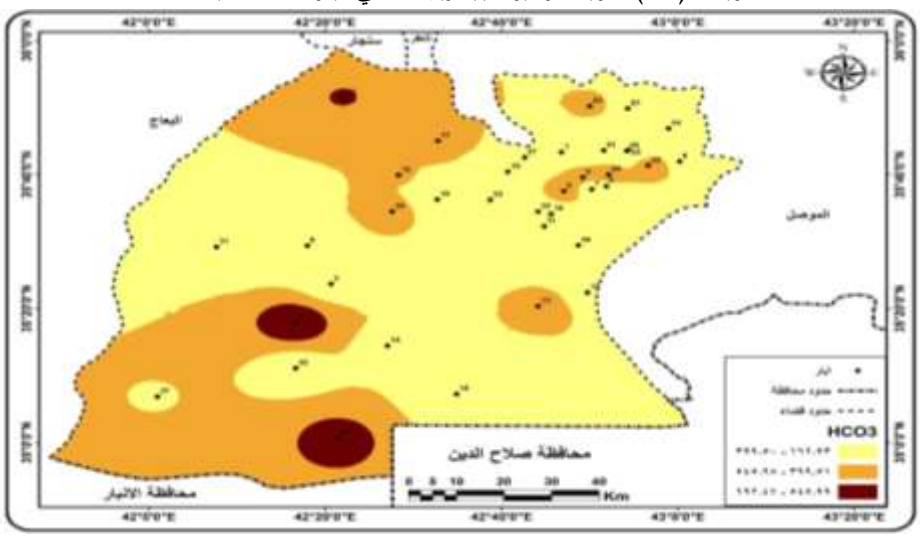
المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3)

البيكاربونات +HCo3:

إنّ ذوبان المواد الكاربونية وثنائي أوكسيد الكاربون الجوي يعدان مصدراً أساسياً للكاربونات والبيكاربونات الموجودة في المياه الجوفية، إذ يعتمد مقدار الكاربونات على مقدار co2 وتركيز أيون الهيدروجين في الماء، فإذا قلت قيمتهُ عن (8،2) ملغم/لتر فأن أيون الكاربون يتحد مع الهيدروجين ويتحول إلى بيكاربونات، يعد وجود البيكاربونات عند استعمال المياه الجوفية في عمليات الري ضرورياً، إلا أنّ زيادة البيكاربونات عن الحدود المسموحة يعمل على زيادة نسبة الصوديوم بالتربة مما يؤدي إلى انسداد مساماتها ويقلل من قدرة النبات على الامتصاص وإعاقة نموه (حلمي، 1984) يتبين من خلال تحليل معطيات (الملحق1)

المستوى الاول (162– 399.20) ملي مكافئ/ لتر: ظهرت على شكل نطاق واسع ضم معظم أجزاء المنطقة وبمساحة تصل إلى (70%) من منطقة البحث، ويرجع سبب إنخفاض تركز هذا الأيون في هذه الأجزاء إلى طبيعة التكوينات الصخرية التي تغطي المنطقة والتي تتمتع بمساميتها ونفاذيتها العالية الامر الذي يقلل من زيادة نسبة هذا الايون .(ينظر الخريطة18)

خريطة (18): درجة تراكيز البيكاربونات في آبار منطقة البحث.



المصدر: من عمل الباحثان بالإعتماد على: بيانات الجدول رقم (2) برنامج (Arc map 9.3)

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

- **المستويين الثاني والثالث(399.21-692.42) ملي مكافئ/ لتر**: يغطي اجزاء منطقة البحث الاخرى ويعزى سبب ارتفاع أيون البيكاربونات في هذه الآبار إلى ذوبان غاز ثاني أوكسيد الكاربون الناتج عن الفعاليات العضوية التي تحصل في التربة أو في النطاق المشبع للتربة لاسيما في الآبار القريبة من تكوين السبخة او الابار البعيدة عن مصادر التغذية الدائمة او التي تقع في مكامن مغلقة.

صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة:

يعتمد سكان منطقة البحث على المياه الجوفية بشكل كبير ولمختلف احتياجاتهم، وبما أن للخصائص الكيميائية محددات مهمة لجودة المياه وصلاحيتها لمختلف الاستخدامات، وللتعرف على مدى ملائمة تلك المياه للاستخدامات البشرية المتنوعة، سيتم مقارنة ومطابقة الخصائص الكيميائية لهذه المياه مع المعايير المعدة لذلك الغرض .

ملائمة المياه لأغراض الشرب:

يجب ان تحظى المياه المخصصة للشرب بمواصفات نوعية مقبولة اذا ما تمت مقارنتها مع المعايير والقياسات المعتمدة من قبل وزارة الصحة العراقية وذلك لتحقيق اعتبارات علمية وصحية تعتمد اساس على العناصر الذائبة من الايونات الموجبة والسالبة .

عند مقارنة الباحثان صفات العينات التي تم الحصول عليها وتحليلها لمعرفة صفاتها النوعية قياساً بالمواصفات المعتمدة من قبل وزارة الصحة العراقية وكما مبين في الجدول(3)، اتضح لهم ان اكثر من نصف العينات المدروسة صالحة للاستخدام البشري لان تراكيز الايونات فيها مطابقة او اقل من المواصفات العراقية، فعلى سبيل المثال بالنسبة للأس الهيدروجيني (pH) فان جميع الابار تقع يطابق المواصفات القياسية، اما بالنسبة لخاصية التوصيلية الكهربائية(EC) فنلاحظ مطابقة (36) بئرا بما يعادل (60%) يطابق المواصفات القياسية (صالحة للشرب)، ويعزو الباحثان ارتفاع قيم التوصيلية الكهربائية لمياه الآبار إلى النشاطات الزراعية واستخدام الاسمدة الكيميائية فضلا عن الممارسات البيئية الخاطئة للسكان وهذا أدى إلى ارتفاع كمية الاملاح الذائبة فيها، وكما هو معلوم ثمة علاقة طردية بينهما وان ارتفاع الاملاح الذائبة الكلية في المياه الجوفية يعزى الى ارتفاع تراكيز الايونات الموجبة والسالبة فيها وعليه تصبح المياه غير مستساغة للشرب.

صلاحية المياه الجوفية لإغراض الري .

ان ملائمة المياه الجوفية للري لاتعتمد على كمية الاملاح ومكوناتها فيها فحسب بل هناك عوامل اخرى تلعب دورا مهما في هذا الخصوص وتؤثر على عملية الانبات وعلى الانتاج منها عوامل التربة من حيث مكوناتها المعدنية والتركيب والنفاذية وطبوغرافية الارض ومستوى الماء الجوفي وكميات مياه الري وطرق الإرواء فضلا عن نوع المناخ وطبيعة المحصول

الجدول (3) صلاحية المياه الجوفية (ملغم/لتر) لشرب الانسان وفقا للقياسات العراقية

العنصر	المواصفات العراقية	مواصفات المياه الجوفية في منطقة البحث	عدد الابار الصالحة للاستخدام وفقا للعينات المأخوذة	النسبة المئوية
pH	8.5 – 6.5	8.5 – 6.4	كافة ابار منطقة البحث	100
EC	1500	6005-306	36 بئر من ابار البحث	%60
TDS	1500	6680-180	32 بئر من ابار البحث	%53.3
Ca	200	640-24	44 بئر من ابار البحث	%73.3
Mg	150	942-11	48 بئر من ابار البحث	%80
Na	200	3496-7	33 بئر من ابار البحث	%55
Cl	600	4473-4	54 بئر من ابار البحث	%90
SO4	400	5600-10	33 بئر من ابار البحث	%55
HCO3	200	479-58	34 بئر من ابار البحث	%56.6

المصدر: الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ، المواصفة العراقية لصلاحية المياه لشرب الانسان ، بغداد، 1996

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

1. التركيز الكلي للاملاح الذائبة (TDS).

ان لكمية الاملاح الموجودة في مياه الري دور مهم ينعكس تأثيره على المزروعات والتربة، لاسيما في المناطق التي تنعدم فيها المبازل، ولهذا فإن مختبر الملوحة الامريكي يعتمد معدل التركيز الكلي للأملاح عن طريق التوصيل الكهربائي لغرض معرفة مدى ملائمة المياه الجوفية للري وذلك عبر معرفة تحمل النبات للاملاح، ويتضح من الجدول (4) تقسيم المحاصيل الزراعية تبعا لتحملها الملوحة الى ثلاث مجموعات هي الفواكه والخضراوات والمحاصيل الحقلية وبثلاث مستويات لكل مجموعة (Walton، 1970) وبمقارنة قيم التوصيل الكهربائي لمياه ابار منطقة البحث مع تصنيف مختبر الملوحة الامريكي يتضح صلاحية معظم المياه الجوفية للري وخاصة المحاصيل الحقلية التي تزرع بكثرة في منطقة البحث اذ تصل صلاحية الماء لإروائها (100%) ، فضلا عن صلاحيتها لإرواء الخضراوات وبنسبة (84%) للمحاصيل التي تزرع في المنطقة، اما صلاحية المياه الجوفية المستخدمة لري اشجار الفواكه فانها تصل الى (100%) .ينظر الجدول (5)

الجدول (4) تفاوت تحمل المحاصيل لملوحة المياه.

اصناف المحاصيل	المحاصيل المقاومة للتراكيز الملحية الواطئة في المياه	المحاصيل المقاومة للتراكيز الملحية المتوسطة في المياه	المحاصيل المقاومة للتراكيز الملحية العالية في المياه
الفواكه	(0 – 3 ملليموز/سم)	(3-4 ملليموز/سم)	(4-10ملليموز/سم)
	ليمون، خوخ، لوز، ،مشمش برتقال، تفاح، اجاص،	زيتون ، تين ، رمان	اشجار النخيل
الخضراوات	(3-4 ملي موز/سم)	(4-10 ملي موز/سم)	(10-12ملي موز/سم)
	البقول الخضراء، الكرفس ، الفجل	خيار، جزر، بطاطا، خس، قرنابيط، طماطة، بصل	السبانغ ، اللفت ، البنجر .
المحاصيل الحقلية	(4-6 ملليموز/سم)	(6-10 ملليموز/سم)	(10-16 ملليموز/سم)
	البقول الحقلية	زهرة الشمس ،الذرة ،الرز ، الحنطة ، الكتان	بنجر السكر ،القطن ، الشعير.

Walton W .C,(1970),Groundwater Resource Evaluation , Mc Graw – Hill , Kogakusha,Ltd,PP.463-464

كل 1 مليموز يساوي 700 مليغم/لتر*

الجدول (5) صلاحية المياه الابار المدروسة لري المحاصيل وفقا لتحملها الملوحة التي وضعها مختبر الملوحة الامريكية.

المحاصيل	محاصيل ضعيفة المقاومة	محاصيل متوسطة المقاومة	محاصيل عالية المقاومة
فواكه	%80	%84	%100
خضر	%84	%100	%100
الحقلية	%100	%96	%100

المصدر: بالاعتماد على الملحق (1) ومطابقتها مع الجدول (4).

وتاسيسا على ماسبق يتضح صلاحية معظم ابار منطقة البحث لري مختلف انواع المحاصيل بنسب مرتفعة جدا تبعا للمؤشرات المختلفة من تراكيز الايونات والاملاح الكلية والتوصيلية الكهربائية، وعليه تعد المنطقة مشجعة للاستثمار الزراعي اعتمادا على المياه الجوفية والتحول من الزراعة الديمية التي تتميز بتذبذب انتاجها من سنة لاخرى الى الزراعة الاروائية .

صلاحية المياه لغرض الاستهلاك الحيواني .

ان المياه المستخدمة لسقي الحيوانات يجب أن لا تتجاوز تراكيز الايونات الذائبة فيها عن الحدود المسموحة لها ، اذ ان هناك مجموعة من المواصفات المقترحة لتقييم المياه لغرض الاستهلاك الحيواني ، لذا سيتم مطابقة مواصفات المياه الجوفية لمنطقة البحث مع المواصفات الآتية لتحديد مدى ملائمتها للاستهلاك الحيواني.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

المواصفات المقترحة من قبل (Ayers,1989). اعتمد (Ayers) في تصنيفه على قيم التوصيلية الكهربائية ،اذ صنف المياه كما يتضح من الجدول (6) الى ستة اصناف حسب صلاحيتها لشرب انواع الحيوانات ، وتبعا لهذا التصنيف فان أكثر من (90%) من المياه الجوفية في المنطقة تقع ضمن الصنف الثاني (مقبول جدا).

الجدول (6) صلاحية المياه لشرب الحيوانات تبعا لـ (Ayers,1989).

EC مايكرو/ سم	صنف الماء	الملاحظات	عدد الابار
اقل من1500	ممتاز	يستعمل لجميع انواع المواشي والدواجن	36 بئرا
5000-1500	مقبول جدا	يستعمل لجميع اصناف المواشي والدواجن ويحتمل حدوث اسهال وقتي للمواشي	53 بئرا
8000-5000	مقبول للحيوانات من غير الدواجن	يسبب اسهال وقتي للمواشي ويسبب الموت للدواجن ويقلص النمو	بئر واحد
11000-8000	محدود استعماله للحيوانات	عدم اعطائه للحيوانات الحاملة والرضيعة وغير مقبول للدواجن	لا يوجد
16000-11000	استعمال محدود جدا	غير مقبول للحيوانات	لا يوجد
أكبر 16000	لا يوصى باستخدامه	المخاطر عالية جدا لا يوصى باستخدامه	لا يوجد

Ayers A.S and Westcot D.W,(1989),Quality for Agriculture Irrigation and Drange, Paper 29,Rev 1,Faw, Rome,Italy,P.174

اعتمادا على التصانيف التي تم ذكرها فان المياه الجوفية صالحة بنسب مرتفعة لسقي جميع انواع الحيوانات، وهذا يعني ان المياه الجوفية مشجعة للاستثمار في مجال الثروة الحيوانية .

الاستنتاجات:

كشفت البحث عن تباين أعماق الآبار ومناسيب المياه الجوفية بين أجزاء منطقة البحث، نظراً لتباين مصادر تغذيتها واختلاف غزارة المياه ضمن المكامن الجوفية، فمنها ما يكون مصدر تغذيته خزاناً ثانوياً كما هو الحال في بعض آبار منطقة الوديان السفلى الواقعة ضمن تغذية مكمن المقدادية الجوفي، في حين تنخفض أعماق الآبار وترتفع مناسيب مياهها بدرجة كبيرة كما هو الحال في بعض آبار هضبة الجزيرة نتيجة لوقوعها ضمن مكمن الفتحة الجوفي والذي يتصف بغزارة مياهه.

أظهرت البحث تباين معدلات الأملاح الذائبة الكلية بين الآبار المدروسة نتيجة لتباينها في القرب من مصادر التغذية الجوفية وتباين سرعة المياه داخل الشقوق والمسامات الصخرية، فضلاً عن تعقد المظهر الجيومورفولوجي في بعض المناطق، إذ إنعكست تلك الأسباب على إختلاف زمن التبادل الأيوني ما بين الصخور والمياه الجارية عليها مما أدى إلى تباينها ما بين الآبار المدروسة.

صنفت المياه الجوفية للآبار المدروسة من حيث قيمة الـ (PH) فيها إلى صنفين والتي تراوحت ما بين مياه محايدة إلى ضعيفة القلوية، نتيجة لتأثير نوعية الصخور الحاوية على الأيونات والعناصر الكيميائية المختلفة.

أظهر البحث إرتفاع نسبة أيون الكبريتات في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية، نتيجة لوقوع آبارها ضمن مكامن الترسبات الرباعية والفتحة والتي تتصف بغناها بأيون الكبريتات الناتج عن ذوبان الصخور الجبسية الموجودة ضمن تكويناتها الجيولوجية.

إتضح من خلال دراسة الخصائص النوعية للمياه الجوفية أن نسبة إمتزاز الصوديوم في مياه الآبار المدروسة ممتازة وضمن الحدود المسموح بها والملائمة لمختلف أنواع الترب والمحاصيل الزراعية.

التوصيات :

العمل على إنشاء المراكز البحثية والتوسع في نطاق الدراسات الخاصة بالمياه الجوفية ضمن المناطق الصحراوية في منطقة البحث للتعرف على خصائصها بصورة أكثر دقة ومن ثم تحديد مقدار الجدوى الإقتصادية المتحققة من إستغلالها في الأنشطة التنموية المختلفة لاسيما الزراعية منها.

العمل على تحسين الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية لاسيما محتواها من الأملاح الذائبة عن طريق إستخدام المواد الكيماوية التي تزيد من أمكانية إستخدامها للأنشطة البشرية المختلفة وبشكل يعوض النقص الحاصل في المياه ضمن المناطق الصحراوية.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.

إن استخدام هذه المياه لأغراض الري في العمليات الزراعية باعتبارها المصدر الوحيد ضمن المناطق الصحراوية يتطلب إدخال التقنيات الحديثة في العمليات الزراعية وبشكل يضمن معه عدم إلحاق الأضرار بالترب والمحاصيل الزراعية المختلفة.

الإعتماد على إستخدام طريقة الجدوى الإقتصادية في إستثمار هذه المياه للأغراض الزراعية واختيار أنواع المحاصيل الزراعية حسب درجة مقاومتها لمحتوى المياه الجوفية من الأملاح العناصر الكيميائية وبشكل ينتج معه عدم تعريض التربة إلى التدهور باعتبارها من أكثر الموارد تأثراً بنوعية المياه وبالتالي تحقيق معدلات عالية للإنتاج الزراعي .

المصادر

هيتي. (1985) بيان محي حسين. *دراسة نوعية المياه الجوفية في منطقة بغداد*. بغداد: كلية العلوم، جامعة بغداد.

جبوري،. (2004).حاتم خضير صالح *دراسة هيدرولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوحية الكيارة (NI38-1) مقياس 1:250000*. الكيارة: الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.

دراكة. (2006).خليفة عبد الحافظ *المياه السطحية وهيدرولوجية المياه الجوفية*. عمان، الاردن: دار حنين للنشر والتوزيع.

صالحي. (2004).سعدية عاكول *البيئة والمياه* (المجلد الأولى). عمان، الاردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.

خصباك. (1977).شاكر *العراق الشمالي* . بغداد: مطبعة شفيق.

سياب. (1982).عبد الله *جيولوجيا العراق*. الموصل: مطابع دار الكتب للطباعة والنشر.

مرعاوي. (2012).قاسم أحمد رمل *المياه الجوفية وإمكانية استثمارها في (منطقة الجزيرة)، محافظة الأنبار باستخدام نظم المعلومات الجغرافية* . العراق، الانبار : كلية التربية، جامعة الأنبار.

حلمي. (1984).محمد عز الدين *علم المعادن*. القاهرة: دار الجيل للطباعة والنشر.

References

Abdullah Al-Sayyab. (1982). *Geology of Iraq*. Mosul: Dar Al-Kutub Printing and Publishing Press.

Akoul Al-Salihi, S. (2004). *Environment and water* (Vol. 1). Amman, Jordan: Safaa Publishing and Distribution House.

Al-Hiti, B. M. H. (1985). *Study of the quality of groundwater in the Baghdad area*. Baghdad: College of Science, University of Baghdad.

Al-Jubouri, H. K. S. (2004). *Hydrological and hydrochemical study of the Al-Kayara plateau area (NI38-1) scale 1:250000*. Al-Kayara: General Company for Geological Survey and Mining.

Al-Karbooly, A. S. (2022). Hydromorphometric characteristics of the Milan Valley Basin in the Western Plateau and the possibility of investing them for the purposes of water harvesting. *Journal of Tikrit University for Humanities*, 104–136.

Arzek, A. S. (2018). Evaluating the qualitative characteristics of groundwater and its suitability for human use in the Kirkuk district. *Journal of Education and Scientific Studies*, 37–57.

Draka, K. A. H. (2006). *Surface water and groundwater hydrology*. Amman, Jordan: Hanin Publishing and Distribution House.

Helmy, M. E. E. (1984). *Mineralogy*. Cairo: Dar Al-Jeel for Printing and Publishing.

Jassim, S. A. (2006). *Geology of Iraq*. Brno: Dolin, Prague and Moravian Museum.

Lerner, D. N. (2015). *Urban groundwater pollution*. United Kingdom: University of Sheffield.

Raml Al-Marawi, Q. A. (2012). *Water subterranean and the possibility of investing in (Al-Jazeera region), Anbar Governorate using geographic information systems*. Anbar, Iraq: College of Education, Anbar University.

Smith, J. A. (2012). *Remediation physicochemical groundwater*. Virginia: University of Virginia.

Taniguchi, M. (2017). *Groundwater and subsurface environments: Human impacts in Asian coastal cities*. Motoyama, Japan: Research Institute for Humanity and Nature.

Thangarajan, M. (2010). *Groundwater resource evaluation, augmentation, contamination*. Hyderabad, India: National Geophysical Research Institute.

Walton, W. C. (1970). *Groundwater resource evaluation*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.924

Younger, P. L. (2007). *Groundwater in the environment*. United Kingdom: University of Newcastle Upon Tyne, Institute for Research on Environment and Sustainabilit

ملحق (1)

تحليل الخصائص الكيميائية لأبار منطقة البحث

ارتفاع منسوب الماء الجوفي عن مستوى سطح البحر (م)	عمق منسوب الماء الجوفي من سطح الأرض (م)	ارتفاع سطح الأرض عن مستوى سطح البحر (م)	الانتاجية م3	النسبة المئوية للصوديوم N%	نسبة امتصاص الصوديوم SAR	النترات No_3	كلورايد Cl ملغم/لتر	كبريتات so_4 ملغم/لتر	البيكاربونات Hco_3	الصوديوم Na ملغم/لتر	المغنيسيوم mg ملغم/لتر	التوصيل الكهربائي EC ميكرو موز/سم	الكالسيوم CA ملغم/لتر	مجموع الأملاح الذائبة T.D.S	PH	ت
159	3.8	161	613	6.47	0.3	10	24	424	220	9	18	424	84	327	7.3	.1
161	4.8	165	411	6.4	2.4	9	121	797	427	168	123	2101	224	2816	7	.2
203	11.17	216	356	22	0.4	9	4	10	190	14	17	421	34	198	7.4	.3
196	4.9	201	564	51.6	0.3	18	28	14	171	14	21	352	48	207	6.4	.4
166	5.5	173	259	5.23	0.6	19	17	38	226	28	28	436	37	292	7.2	.5
177	6.73	184	259	47	1.2	23	23	90	250	76	36	652	48	873	8	.6
178	3.1	181	583	38	0.5	14	5	20	146	18	17	322	45	186	7.5	.7
208	3.1	204	518	27	2.6	3	82	332	168	136	46	1120	88	752	7.9	.8
206	5.4	209	194	52	18.8	16	5	16	163	24	14	306	26	180	7.1	.9
190	3. 5	191	907	56.9	5.4	9	710	1887	110	534	257	4945	345	3847	8	.10
192	2.6	197	178		1.7	11	27	203	129	36	23	1110	228	474	8.5	.11
198	5	203	907	62	5.8	22	89	1973	281	532	246	4031	185	3245	7.8	.12
165	4.8	167	874	81	8.2	49	78	860	153	328	42	2166	82	1624	8	.13
182	6.8	190	907	58.7	2.8	28	97	725	165	182	79	768	174	1784	7.2	.14
179	8.98	191	1549	42	2.2	50	156	1940	120	278	213	4000	530	3147	7.2	.15
174	4	175	574	64	16	3	247	251	62	178	85	1234	80	942	8.3	.16
171	5.55	176	654	74	3.7	42	45	10	59	18	14	350	25	294	8.5	.17
195	4.5	201	784	68	6.1	1.2	82	30	110	42	22	377	35	316	8. 5	.18
193	3.32	198	846	74	12.8	1.3	49	11	58	15	14	2345	24	572	7.5	.19
194	3.5	202		62	5.8	1.1	60	57	72		16	378	30	322	8.6	.20
197	2.5	198.1	778	25	3.6	1	50	43	65	30	24	315	28	280	8.2	.21
195	4.95	204	566	13	11.7	2	90	67	116	43	26	1234	48	1745	7.5	.22
197	3.9	197	648	38	7.1	3	137	91	170	78	34	412	55	350	8.1	.23
191	1.6	195	546	24	19.6	1.3	71	66	85	40	20	497	35	400	7.9	.24
189	2.5	191	660	44	8.7	1.5	362	453	80	263	43	789	121	1456	8.2	.25
190	3.4	195	654	17	9.9	6.3	158	604	62	110	96	2250	122	1585	7.5	.26
193	5.3	202	542	23	9.1	3	246	561	62	136	81	1938	124	1325	7.3	.27
196	5.4	201	432	21	10.8	4	533	748	309	375	132	2760	226	2017	7.4	.28
194	6.7	207	289	19	10.7	3	534	748	309	376	42	6123	224	2145	28.	.29
213	7.2	219.5	413	72	13	94	1078	2145	231	132	287	862	217	1457	7.9	.30
198	9	223	234	48	9.3	85	1762	2426	220	1120	364	754	504	6664	8	.31
207	7.2	220	324	52	0.9	21	21	68	168	30	28	594	38	304	8.2	.32
202	9.2	210	845	51	1.5	50	40	130	250	58	34	700	64	499	-	.33
201	3.9	205	645	49	12	1	136	92	172	79	35	687	51	595	7.9	.34
188	4.4	195	754	46	11.7	2	137	93	173	78	36	836	62	680	8.2	.35
202	3.4	206	475	58	12	1.1	102	84	104	50	25	752	48	847	7.7	.36
203	3.4	208	514	52	4.7	10	460	365	189	255	76	685	125	865	7.4	.37
187	5.7	194	235		7.7	6	240	720	178	305	56	448	130	390	8.2	.38
185	5.7	211	810	55	3.8	17	240	1340	185	310	15	3700	272	2492	7.4	.39
197	5.6	195	583	42	0.8	14	18	333	171	40	21	1029	88	643	7.6	.40

1. تم أخذ العينات ذات التسلسل من (1–20) ميدانيا من قبل الباحثان وتم تحليلها في المديرية العامة لزراعة الانبار .
2. وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للاستثمار المياه الجوفية، قسم بنك المعلومات، بيانات غير منشورة لعام2022– 2023، البيانات الخاصة في محافظة نينوى، قضاء الحضر .

DOI: https://doi.org/10.47831/mjh.v3i1.