تحليل جغرافي للمياه الجوفية وسبل ادارتها في ناحية البغدادي ـ محافظة الانبار

م.م زياد فريح مطر أ.د ياسين حميد بدع المحمدي أ.د قاسم احمد رمل

جامعة الانبار- كلية الآداب / قسم الجغرافية

Received 3rd May 2024
Revised 27th May 2024
Accepted 5th July 2024

الكلمات الرئيسية
هيدرولوجية المياه الجوفية،
تقييم صلاحية المياه،
تخطيط وادارة المياه الجوفية

الملخص
يهدف البحث الى بيان كمية المياه الجوفية ونوعيتها في ناحية البغدادي ، احدى نواحي قضاء هيت التابعة لمحافظة الانبار بمساحة تقدر (١٨٨٩) كم٢ الواقعة ضمن اقليم الهضبة الغربية وهضبة الجزيرة ، ونظرا لسيادة المناخ الجاف وانخفاض واردات نهر الفرات بشكل كبير لأسباب بشرية واخرى تتعلق بالجفاف الناتج عن التغيرات المناخية فان المياه الجوفية هي المصدر المهم الذي يعول عليه للزراعة في تلك المنطقة، ومن خلال المؤشرات الهيدرولوجية والكيميائية لمياه آبار المنطقة واتجاهاتها المكانية تبين انها تمتلك خزينا مائيا مهما تراوحت انتاجية آبارها ما بين (1.5 - 25) لتر/ثا ، كما ان قيم الاملاح تراوحت ما بين (١٧٦٥ – ٣٤٥٠) والتي جاءت نتيجة لاختلاف البنية الجيولوجية وخصائص خزانات المياه الجوفية وبعد مقارنتها بالمعايير والمقاييس العالمية تبين امكانية استعمالها للأغراض الزراعية مع التقيد البسيط في الاستخدام ، مما يشجع في زراعة بعض المحاصيل التي يمكن ان تسهم في الاستثمار وتحقيق تنمية مكانية في تلك المنطقة ، وفي إطار تقييم صلاحية المياه للشرب، تبين أنها تفوق الحد المسموح به (١٥٠٠) ملغم/لتر، وبالتالي فهي غير صالحة للاستهلاك البشري. ولكن، وفقًا لتصنيف (Alttoviski)، تعتبر مياه الآبار صالحة للاستهلاك الحيواني، وهذا يُعَدّ جانبًا إيجابيًا يمكن أن يُسهم في تطوير استغلال مياه الآبار في المستقبل وذلك لتعزيز تنمية موارد الثروة الحيوانية والإنتاج النباتي معا في المنطقة. ان تحديد اقتصاديات الاستغلال المثلى للمياه الجوفية يُعتبر أحد أولويات إدارة الموارد المائية، فالاستغلال المفرط للمياه الجوفية يمكن أن يؤدي إلى انخفاض مستوياتها، مما يتسبب في حدوث مشكلات بيئية وهيدرولوجية عديدة، لذلك يتعين علينا العمل على الحفاظ على المياه الجوفية والسعي لتحقيق توازن مائي مستدام بين استخراج المياه الجوفية وتعويضها، وذلك لضمان توفر مصادر المياه الجوفية على المدى الطويل وتحقيق الاستثمار الآمن في هذه الموارد المهمة.

Abstract
This study examines the quantity and quality of groundwater in the Baghdadi area of the Hit District, located within the Anbar Governorate. The region encompasses an area of approximately 1590 square kilometers and is part of the Western Highlands and Jazeera Plateau. Due to the prevailing dry climate and a significant reduction in water flow from the Euphrates River caused by human activities and climate change-induced drought, groundwater is the main source for irrigation and agriculture in this area. The study includes an analysis of hydrological and chemical indicators of groundwater in wells in the region, revealing their spatial trends. The findings indicate that the groundwater in the area contains a significant water reservoir, with well productivity ranging from 1.5 to 25 liters per second. The values of salt concentrations vary between 1765 and 3450, resulting from the geological heterogeneity of the area and the characteristics of the groundwater reservoirs. After comparing these values with international

Email: zeyadfrayeh@uoanbar.edu.iq

https://doi.org/10.21608/AUBER.2024.286975.1082

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

standards, this water can be used for agricultural purposes with the application of simple usage restrictions. This encourages the cultivation of certain crops that can contribute to the development of the region. Additionally, it is found that the water is not suitable for human consumption due to exceeding the safe limit of 1500 milligrams per liter. However, the well water is suitable for animal use, which represents a positive aspect towards investing in livestock development and agricultural production in the area. It is important to determine the optimal utilization of groundwater from an economic perspective.

المقدمة :

تعتبر المياه الجوفية أحد أشكال المياه الأساسية التي تلعب دورًا حيويًا في تلبية الاحتياجات المائية في المناطق التي تعاني من نقص في مصادر المياه السطحية، لقد زاد الاهتمام بأهمية المياه الجوفية في المناطق الجافة وشبه الجافة في الوقت الحاضر، وذلك نتيجة للطلب المتزايد على المياه في ظل زيادة السكان وتطور المستوى الثقافي والاقتصادي، فضلا عن قلة الواردات المائية السطحية مع ارتفاع درجات الحرارة وظهورمشكلة الاحتباس الحراري وما نجم عنه من توالي الازمات المائية في انهار العراق. لقد اصبحت الحاجة ملحة على ايجاد بدائل عن المياه السطحية (نهري دجلة والفرات) لقلة وارداتها المائية فكان الاهتمام بالمياه الجوفية امر بالغ الاهمية ومن هنا جاء البحث ليسلط الضوء على كمية المياه الجوفية ونوعيتها ومدى ملائمتها للنشاط البشري في ناحية البغدادي لوضع الخطط والتدابير اللازمة لإدارتها بشكل يتوافق مع اهميتها .

مشكلة البحث :هل ساعدت الظروف البيئية على توافر المياه الجوفية في ناحية البغدادي بخصائص نوعية ؟ وما مدى صلاحيتها للاستخدامات البشرية ؟ وهل يمكن وضع خطط واستراتيجيات يمكن ان تسهم في تنميتها للاستفادة القصوى في تحقيق التنمية المكانية ؟

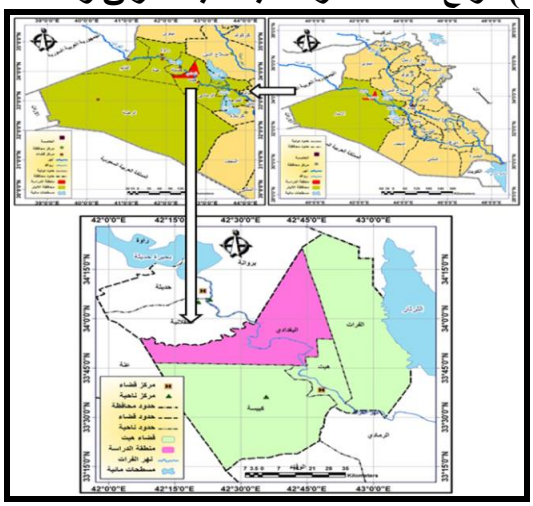
فرضية البحث: تمتلك ناحية البغدادي خزينا من المياه الجوفية يمكن ان يساهم في حل المشاكل المتعلقة بشحة المياه ورفع المستوى الاقتصادي ، وهذا يوفر فرصا مختلفة لإدارة المياه الجوفية وايجاد استثمارات مختلفة تحقق تنمية اقتصادية للمنطقة .

هدف البحث: تهدف الدراسة إلى تحليل الخصائص الطبيعية لناحية البغدادي وتقييم تأثيرها على تباين خصائص المياه الجوفية وتوزيعها، يهدف البحث أيضًا إلى فهم العلاقة بين هذه الخصائص وتحديد المناطق الملائمة، وتحديد السمات الأساسية لتطوير وتنمية هذه المناطق بشكل مستدام، كما تهدف الدراسة على ضرورة وضع خطط وتدابير إدارية فعالة للحفاظ على استدامة هذه الموارد المائية الهامة.

منهجية البحث: تم تحقيق أهداف البحث من خلال استخدام المنهج الكمي والمنهج الاستقرائي ، اذ تم تطبيق هذا المنهج للتوصل إلى حلول صحيحة لمعالجة المشكلات التي تناولها البحث. تم استخدام أساليب كمية وتقنيات متنوعة والنمذجة في رسم الخرائط للخصائص الهيدرولوجية العناصر الكيميائية للمياه الجوفية للوصول إلى النتائج المطلوبة.

حدود الدراسة: تقع ناحية البغدادي من الناحية الادارية ضمن قضاء هيت الذي يتبع اداريا لمحافظة الانبار و تبعد عن مركز القضاء (٤٠)كم تقريبا, يحدها من الشمال الغربي قضاء حديثة و من الجنوب الشرقي مركز قضاء هيت كما يحدها من جهة الشرق ناحية الفرات و من جهة الغرب قضاء عنه وبهذا الموقع يقسمها نهر الفرات الى جزئين احداهما في هضبة الجزيرة والاخر ضمن الهضبة الغربية ينظر خريطة (١). فلكيا تقع بين دائرتي عرض (ً٥٦ ´٤٥ °٣٣ - ً٣٧ ´٢١ °٣٤) شمالا و خطي طول (ً٢١ ´٠٧ °٤٢ - ً٣٩ ´٤٨ °٤٢) شرقا خريطة (١) . تبلغ مساحة ناحية البغدادي (١٨٨٩)كم٢ مشكلة نسبة (٢٣,٩٩)%من مساحة قضاء هيت التي بلغت مساحته (٧٨٧٣)كم٢ ونسبة (١,٣٧) % من مساحة محافظة الانبار والبالغة (١٣٨٢٨٨) كم٢ (وزارة التخطيط ،٢٠٠٣:ص٩٧)،اما الحدود الزمنية فقد امتدت الدراسة من عام(١٩٩٠ – ٢٠٢٢) .

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للعراق ومحافظة الانبار



المصدر : جمهورية العراق , وزارة الموارد المائية ، مديرية المساحة العامة ، خريطة الانبار الادارية ، لسنة ٢٠٠٠، مقياس (١ : ٥٠٠٠٠٠) .

هيكلية الدراسة : من أجل تحقيق نتائج دقيقة ومفصلة، تضمن البحث مناقشة وتحليل المحاور التالية:

المحور الاول : الخصائص الطبيعية المؤثرة في المياه الجوفية:

المحور الثاني : الخصائص الهيدرولوجية للمياه الجوفية في ناحية البغدادي:

المحور الثالث : الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية :

المحور الرابع: تقييم صلاحية المياه الجوفية في ناحية البغدادي:

المحور الخامس : تخطيط وادارة المياه الجوفية في ناحية البغدادي :

المحور الاول : الخصائص الطبيعية المؤثرة في المياه الجوفية:

تمثل العوامل الطبيعية لأي منطقة اهمية كبيرة لأنها تحدد التغاير المكاني للظواهر الجغرافية ، فالمياه الجوفية هي انعكاس للعوامل الطبيعية فعناصر المناخ (التساقط ودرجات الحرارة) فضلا عن البنية الجيولوجية والتضاريس اذ ساهمت في تواجدها وتوزيعها المكاني وخصائصها النوعية ومدى استثمارها وصلاحيتها للاستعمالات المختلفة . كما ان هذه العوامل تباين مستوى تأثيرها على كمية المياه ونوعيتها بحسب سيطرة ذلك العامل على العوامل الاخرى. ونظرا لقلة الغطاء النباتي بسبب جفاف المنطقة وقلة الامطار وتذبذبها لم يتم التطرق الى عامل الغطاء النباتي والترب واكتفى البحث بتحليل العوامل الاخرى .

اولا : البنية الجيولوجية:

تؤدي البنيه الجيولوجية في اي منطقة دورا اساسيا في التأثير على المياه الجوفية . فهي التي تحدد مواقع خزانات المياه و امداداتها الافقية و العمودية و كذلك كمية المياه الموجودة فيها و نوعيتها و حركتها و التي ترتبط جميعها بميل الصخور وخصائصها الطبيعية و الكيميائية. (يحيى عباس حسين،١٩٨٣:ص٩) ونظرا لأهميتها في تحديد الخصائص الهيدرولوجية للمياه الجوفية تم دراسة اهم التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة: خريطة (٢)

1- تكوين الفرات (المايوسين الاسفل): ينكشف تكوين الفرات في نطاق واسع غرب مجرى نهر الفرات ينظر خريطة (٢) ويشكل في بعض الاماكن حافات صخرية تشرف على المجرى (مشعل محمود فياض الجميلي،١٩٩٠:ص٩) تتألف مكوناته من حجر الجير والطفل والانهايدرايت والجبس وبسبب وجود الصخور الجبسية القابلة للذوبان في الماء فذلك يؤدي الى زيادة تغذية المياه الجوفية للاماكن الموجودة في هذه التكوينات من خلال السماح للمياه السطحية بالتسرب عبر الشقوق والمسامات الى داخل الارض.

2- تكوين الفتحة : يعود عمر هذا التكوين الجيولوجي لعصر المايوسين الاسفل , يبلغ سمك هذا التكوين (المايوسين الاسفل) (١٠٠) م وينكشف بمنطقة الجزيرة بين نهر الفرات ووادي الثرثار ويتكون من حجر الصوان والصخور الكلسية الطينية ذات طبقات حاوية للماء والصلصال وصخور جبسيه .

3- ترسبات العصر الرباعي : هي ترسبات حديثة تكونت خلال البلايستوسين والعصر الحديث, توجد ضمن منطقة الدراسة مجموعة من ترسبات العصر الرباعي وان دراستها توضح الكثير من خصائصها الطبيعية التي اسهمت في وجود الآبار الواقعة في المنطقة ومن اهم هذه الترسبات هي :

أ- رواسب الشرفات النهرية : عملها نهر الفرات امثال الرمل الناعم و الطين والغرين مع قليل من الحصى الناعم يكون ارتفاعها بمقدار ٣ امتار عن الاراضي المجاورة وتنتشر في منطقة الدراسة بشكل نطاق ضيق على الجانب الشرقي من نهر الفرات جنوب شرق البغدادي (هشام عبد الجبار الهاشمي وخلدون بصام،١٩٨٥:ص٨). خريطة رقم (٢).

ب- رواسب المنحدرات : توجد وسط و جنوب غرب ناحية البغدادي تتكون من فتاتيات صخرية ذات خصائص حجمية و شكلية , تكون هذه مغطاة بالتربية المنقولة بواسطة مياه الامطار والتي تنحدر من المناطق المرتفعة باتجاه المناطق الاقل انحدارا ثم يتم الترسيب.

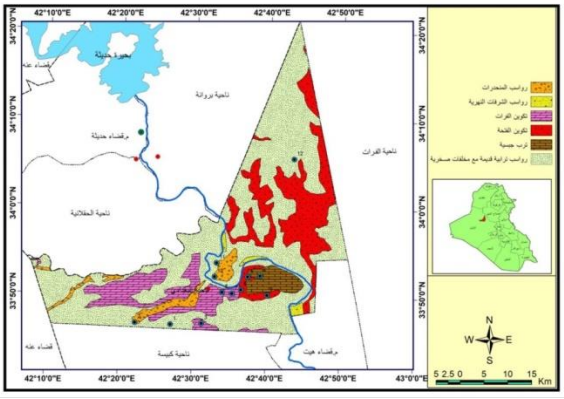
ت- رواسب ترابية قديمة : هذه الترسبات من اكثر ترسبات العصر الرباعي انتشارا وتوزيعا في منطقة البغدادي فهي منتشرة في كل انحاء المنطقة.

ث- رواسب جبسية : يكون نطاق انتشارها ضيقا ومحصورا في جنوب شرق البغدادي.

ثانيا : السطح : تؤثر مظاهر السطح تأثيرا كبيرا على اعماق الآبار وفرة المياه داخل الاراضي , اذ تزداد كمية المياه في الاراضي المنبسطة او في المنخفضات عنها في الاراضي الشديدة الانحدار , وذلك لتباطؤ سرعة الجريان السطحي عليها وبالتالي اتاحة الفرصة امام اكبر كمية في المياه للشرب نحو الاعماق (Thomas C, Winter J W, Harvey J, (Franke,1998:p34

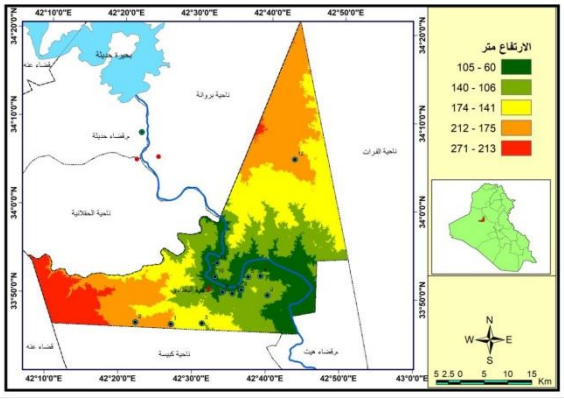
تمت دراسة خصائص السطح لمنطقة الدراسة باستخدام المرئية الفضائية (DEM) نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (٣٠) م لسنة ٢٠٢٠ كما تم استخدام الخرائط الطوبوغرافية بمقياس (١/١٠٠٠٠٠) وتم التحليل باستخدام برنامج ArcMap 10.8.1 ثم معالجتها واخراجها على شكل خرائط وبيانات تلائم متطلبات وهدف البحث , يتصف سطح الارض في ناحية البغدادي بالتدرج من حيث الارتفاع كلما اتجهنا الى الشمال الغربي فمن خلال ملاحظة خريطة (٣) يتراوح ارتفاع المنطقة. بين (٦٠) م فوق مستوى سطح البحر على جانبي نهر الفرات وبين (٢٧١) م فوق مستوى سطح البحر في الاجزاء الجنوبية الغربية في كما وتتصف منطقة الدراسة بتباين سطحها من منطقة لأخرى مما يجعلها قريبة من الاستواء في بعض الاجزاء ومتعرجة في اجزاء اخرى . وقد انعكس هذا التباين الطوبوغرافي وتعدد اتجاهات الانحدار على اختلاف الجريان السطحي لمياه الامطار ومن ثم كمية التغذية الواصلة الى الخزانات الجوفية .

خريطة (٢) التكوينات الجيولوجية



المصدر : وزارة الصناعة والتعدين ، المنشاة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، خريطة الرمادي الجيولوجية ، لسنة ٢٠٠٠ . مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠

خريطة (٣) الارتفاعات/ م



المصدر : بالاعتماد على نموذج التضرس الرقمي ، للمتحسس (SRTM) ، دقة ٣٠ متر ، امتداد (DEM) , (لسنة ٢٠٢٠.

ثالثا :المناخ : يعد المناخ بعناصره المختلفة عامل مهم يؤثر على توافر المياه الجوفية , اذ ان زيادة معدلات الامطار السنوية تعمل على زيادة مخزون الماء الجوفي وارتفاع مناسيبه بالمقابل فان قلة الامطار مع زيادة عملية التبخر تعمل على اضمحلال هذا المخزون وانخفاض مناسيبه. يصنف مناخ منطقة الدراسة بمحافظة الانبار ضمن المناخ الجاف (Bwhs) والذي يتميز بالمدى الحراري الكبير وزيادة كمية الاشعاع الشمسي مع قلة الامطار وتذبذبها .
ولأجل دراسة عامل المناخ في المنطقة تم الاستعانة بالبيانات المناخية لمحطة حديثة التي لا تبعد كثيرا عن منطقة البحث. من خلال تحليل معطيات الجدول (١) يتبين لنا ان المنطقة تتصف بقلة سقوط الامطار وتذبذبها السنوي والشهري وذلك لأنها تقع ضمن المناخ الجاف اذ يبلغ مجموع الامطار السنوي (١٢٥,٧) ملم كما تشهد المنطقة تذبذبا واضحا في كمية الامطار خلال اشهر السنة اذ يبلغ اعلى مجموع شهري للأمطار في شهر شباط بواقع (٢٢) ملم, ويوضح الجدول (١) ارتفاع درجات الحرارة وزيادة كميات التبخر مما يؤثر سلبا على كمية المياه الجوفية من خلال زيادة الضائعات المائية الناتجة عن التبخر لمياه الامطار الهاطلة الامر الذي يقلل نسب تغذية المياه الجوفية في المنطقة ذاتها ، فضلا عن ان ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر يؤثر على زيادة الضائعات المائية من المياه الجوفية نفسها لاسيما المناطق التي ترتفع بها المياه الجوفية الى الاعلى عن طريق الخاصية الشعرية للتربة (نعمان شحاذة،٢٠١١:ص٥٧).

جدول (١) خصائص العناصر المناخية لمحطة حديثة للمدة (١٩٩٠ – ٢٠٢٢)

الاشهر	الامطار/ ملم	معدل درجة الحرارة (مْ)	التبخر/ ملم
كانون الاول	٢١,٤	8.6	48.6
شباط	٢٢	10.4	77.5
اذار	١٧,٤	14.4	120.6
نيسان	١٤,٤	21	204
مايس	٦,٣	26.7	270.4
حزيران	0.0	31.5	242.4
تموز	0.0	34.4	488.6
اب	0.0	33.7	428.6
ايلول	0.3	29.6	336.8
تشرين الاول	5.7	23.8	218.7
تشرين الثاني	17.4	15.6	103.3
كانون الاول	20.8	10.9	53.2
المجموع	125.7		2592.7
المعدل		21.72	216.06

المصدر : وزارة النقل والمواصلات , الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ، بيانات غير

المحور الثاني : الخصائص الهيدرولوجية للمياه الجوفية في ناحية البغدادي:

ان دراسة التحليل المكاني للمياه الجوفية مهمة لما تعطيه من مؤشرات هيدرولوجية توضح من خلالها التوزيع الجغرافي لمكامن المياه الجوفية واعماقها ومناسيبها فضلا عن حركتها واتجاهاتها المكانية لوضع الخطط الكفيلة لاستثمار تلك المياه بشكل عقلاني ويحقق الاستثمار الامثل لها . ويظهر الجدول (٢) توزيع الآبار بحسب خصائصها الهيدرولوجية ، موزعة في جنوب البغدادي وعلى جانبي نهر الفرات باستثناء البئر (١٢) الذي يقع شمال البغدادي خريطة (٤).

١- اعماق المياه الجوفية : تباينت اعماق الآبار بحسب توزيع المكامن الحاملة للمياه الجوفية اذا ان هناك علاقة بين طوبوغرافية سطح الارض من ناحية الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر وبين الطبقات الصخرية الحاوية على المياه الجوفية والذي انعكس على اعماق الآبار التي تراوحت ما بين (٢٢) م في بئر (٥) وبين (٢٨٠) م في بئر (١).وذلك بحسب الوضع الطوبوغرافي ،اذ انها ينخفض ارتفاع اعماقها بالقرب من نهر الفرات ، بينما يزداد ارتفاعها

بالابتعاد عن مجرى نهرى النهر . الاختلاف في عمق الآبار في المنطقة يؤثر بشكل مباشر على تكاليف استغلال المياه الجوفية، فكلما زاد عمق البئر، زادت التكاليف المرتبطة بحفر البئر وتجهيزه وصيانته، ويتطلب استخراج المياه من عمق أكبر استخدام معدات وتقنيات خاصة، وهذا يزيد من التكاليف العامة لاستغلال المياه الجوفية في المنطقة.

٢- حركة المياه الجوفية: تتحرك المياه الجوفية افقيا وعموديا من مستويات الضغط العالي باتجاه المستويات الاقل ضغطا، وان هذه الحركة تكون بطيئة بالمقارنة مع حركة المياه السطحية اذ تكون بالغالب (١٠) م/سنة (S.W Kohman,1989:p708) لكونها تتحكم بحركتها محددات عديدة منها الفواصل و الشقوق و الفوالق اضافة الى الميل الهيدروليكي(*) داخل المكمن المائي ، وفي هذه الظروف تتجه حركة المياه الجوفية في ناحية البغدادي نحو نهر الفرات، حيث يكون اتجاهها من الغرب نحو الشرق في الهضبة الغربية، ومن الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي في هضبة الجزيرة تتوافق هذه الحركة مع الانحدار العام للمنطقة. ينظر خريطة (٥) .

٣- مناسيب المياه الجوفية الثابتة و المتحركة : يقصد بمنسوب المياه الجوفي الثابت المستوى الذي تستقر عنده المياه الجوفية في الآبار عندما يترك ماء البئر لمدة من الزمن بلا سحب . و في هذا المستوى يتساوى فيه الضغط الجوي مع الضغط الهيدروستاتيكي(*) بالمكمن الحر(خليفة درادكة،١٩٨٨:ص١٠٣). اما منسوب الماء المتغير فيقصد به المستوى الذي تستقر عنده المياه الجوفية داخل البئر بعد السحب لمدة من الزمن (ديفيد كيث تود،١٩٨٢:ص١٦٩) . يتضح من معطيات الجدول (٢) ان المعدل العام لمناسيب المياه الثابتة لآبار منطقة الدراسة بلغ (١٤,٥) م عن مستوى سطح البحر وتختلف هذه المناسيب من مكان لآخر حيث سجل اعلى عمق لها (٤٢) م في البئر رقم (٤) في حين ان اقل عمق لمناسيب المياه الجوفية الثابتة في بئر رقم (١) وبعمق (٤)م. اما منسوب الماء المتغير فقد بلغ المعدل العام لآبار منطقة الدراسة (١٩,٤٥) م عن مستوى سطح الارض ، اما الحد الاعلى و الادنى لأعماق المنسوب الجوفي المتحرك في آبار ناحية البغدادي فيتناوب بين(٤٦,٥ و٦,٥) م ينظر خريطة(٦ و٧).

٤- الانتاجية (تصريف البئر): دراسة خصائص تصريف البئر تُعد أحد المواضيع الحيوية في الدراسات الهيدرولوجية، حيث تُحدد معدلات سحب المياه من الخزان الجوفي وحدود تخزينه، وهذه العوامل تُعتبر أساسًا لتحديد الاستغلال الاقتصادي الأمثل لموارد المياه ،لان الاستغلال المفرط سيؤدي الى انخفاض مناسيبها مما ينتج العديد من المشكلات البيئة و الهيدرولوجية ، وان تحقيق حالة الاتزان المائي بين استخراج المياه الجوفية وكميات التعويض في الآبار يعتبر أحد أهم مراحل الحفاظ على المياه الجوفية وضمان استدامتها، وذلك بهدف إيجاد بيئة آمنة لاستغلال المياه الجوفية،

جدول (٢)الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة لعام ٢٠٢٢

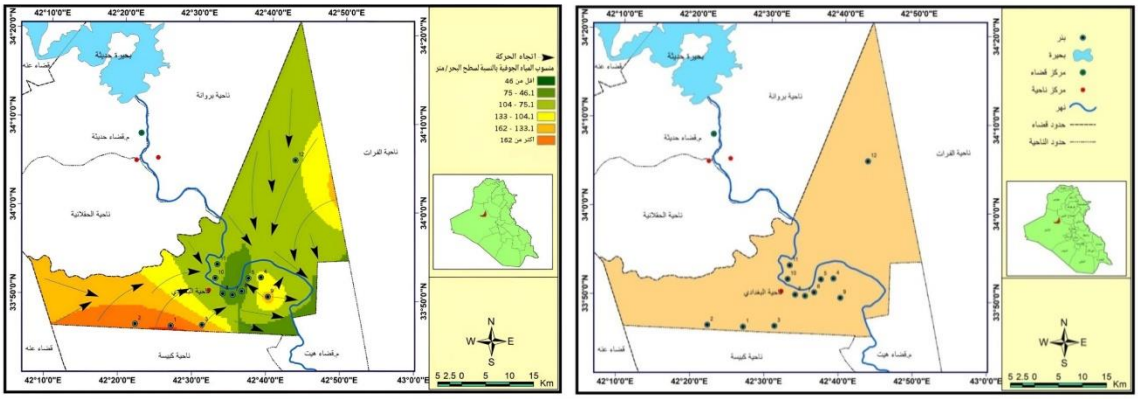
رقم البئر	درجات العرض y	خطوط الطول X	الارتفاع	عمق البئر	منسوب المياه الجوفية الثابت(م)	منسوب المياه الجوفية المتحرك (م)	الانتاجية او التصريف/ لتر/ثا
١	٣٧٣٣٣٦٦	٢٦٤٤٤٣٠٥	١٦٧	٢٨٠	٤	٦,٥	٢٥
٢	٣٧٣٣٣١٥	٢٦٣٩٧٨٠٥	١٦٨	١٥٠	٩	٣٢	١٠
٣	٣٧٣٣٦٤٥	٢٦٦٨٧٢	١٥٨	٢٧	١٧,٥	١٨,٣	١,٥
٤	٣٧٥٠٥٣١	٢٨٢٨٤١٠٧	١٠٣	٨٠	٤٢	٤٦,٥	١,٥
٥	٣٧٥١٦٧٤	٢٧٨٧٢٨٠٦	٧٠	٢٢	٥	١٠	١,٥
٦	٣٧٤٩٤٤٣	٢٧٧٨٧٩٠٤	٧٩	٥٥	١٢	12.65	6
٧	٣٧٤٨٧٠٤	٢٧٦٥٢٤٠٨	٦٦	٣٠	١٤,٣٧	19.2	2
٨	٣٧٤٨٩٥٤	٢٧٦٤٠٢٠١	٧١	٣٠	١٣,٢	17.3	2
٩	٣٧٤٦٤٩٢	٢٨٤٢٤١٠٣	١٢٢	٤٥	١٧	19.5	2.5
١٠	٣٧٥٠٤١٤	٢٧٣٢٩٩٠٣	٩٣	٦٢	٢٠	25	3
١١	٣٧٥٠٠٨٨	٢٧٢٧٥١٠٥	٩٤	٤٨	١٤	17.5	3
١٢	٣٧٦٨٧٢٥	٣٠٣١٣٥٠٩	١٣٨	١٢٩	٦	9	18

المصدر : جمهورية العراق ،وزارة الموارد المائية ، هيئة حفر الآبار ، المياه الجوفية ، بيانات غير منشورة .

(*) الميل الهيدروليكي هو الفرق في مستوى المياه الجوفية بين نقطة واخرى مقسوم بين النقطتين .

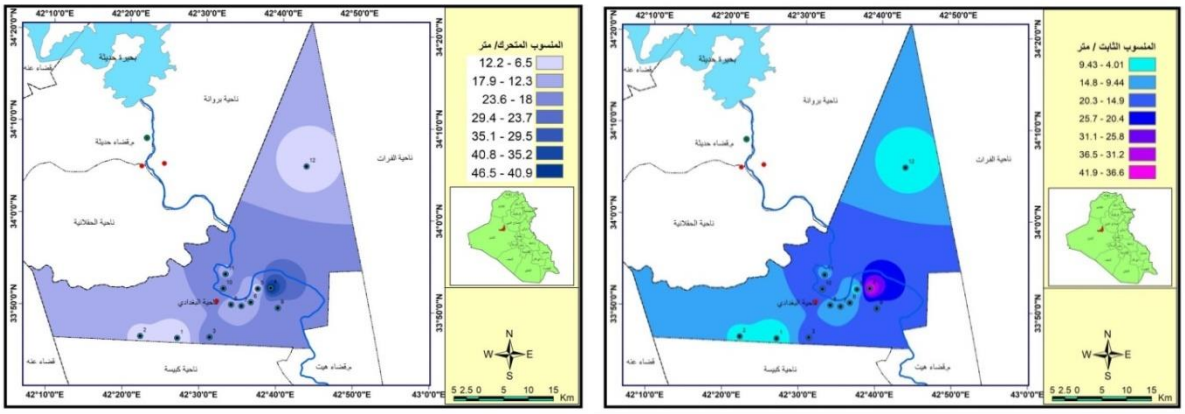
(*) الضغط الهيدروستاتيكي الذي ينتج عن وزن السائل الذي يكون في حالة سكون عند نقطة محددة.

خريطة (٤) مواقع الآبار **خريطة (٥) اتجاهات حركة المياه الجوفية**



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٢) وبرنامج ArcMap

خريطة (٦) منسوب الماء الثابت لعام ٢٠٢٢ **خريطة (٧) منسوب الماء المتحرك لعام ٢٠٢٢**



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٢) وبرنامج ArcMap 10.8.1

تتراوح انتاجية الآبار في منطقة الدراسة ما بين (١,٥ - ٢٥) لتر/ثا، جدول رقم (٢) و الخريطة (٨) ويعود سبب غزارة الانتاجية في مجموعة من الآبار الى امتداد الخزانات الجوفية المغذية لها في مناطق بعيدة ذات صفات هيدروليكية متميزة، فضلا عن التغذية من نهر الفرات وهذا يعطي خزاناتها الجوفية قدرة كبيرة على استيعاب وخزن المياه وتمويل الآبار المستمر.

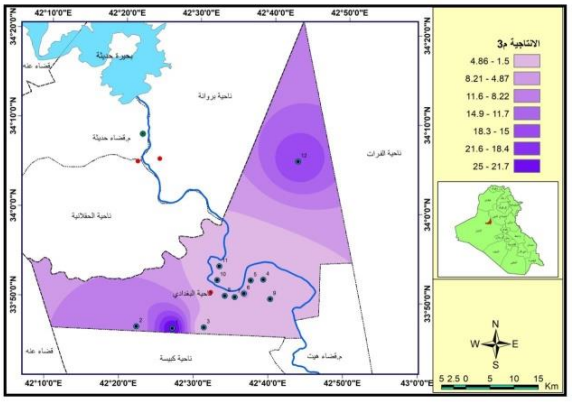
المحور الثالث : الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية:

تعتبر معرفة العناصر الكيميائية للمياه الجوفية أمرًا مهمًا بالفعل. فهي لا تقل أهمية عن معرفة مواقع وجود المياه الجوفية وكمياتها لان معرفه تلك العناصر تحدد نوع الاستعمالات المختلفة و طرق استثمارها لاسيما في ظل تزايد اهمية استعمالها في الحاضر والمستقبل . ومن اجل اعطاء صوره مفصلة عن نوعية المياه الجوفية، تم تحليل بعض العناصر الكيميائية للمياه الجوفية في ناحية البغدادي وتم رسم خريطة لكل عنصر من العناصر الكيميائية المدروسة .

١- التوصيلة الكهربائية(EC) : تعرّف التوصيلة الكهربائية بأنها قدرة الماء على تحمّل التيار الكهربائي، وتتأثر هذه القدرة بنسبة تركيز الأيونات المذابة في الماء ودرجة حرارتها أثناء القياس(ضمياء أدهام حسين الجبوري،٢٠٢١:ص١٧١). تزداد الايصالية الكهربائية في آبار منطقة الدراسة لارتفاع قيم الاملاح بشكل عام ،اذ انها تراوحت بين (٣٨١٠ ، ٣٦٨٠ ، ٤٧٢٠ ، ٥٣٠٠) في الآبار (١،٢،٦،١٢) على التوالي ويرجع ارتفاع قيم الايصالية للتكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه والتي تعمل على زيادة نسبة الملوحة وبالتالي زيادة الايصالية . ينظر خريطة (٩).

٢- الاملاح الذائبة (TDS) : تتصف قيم الملوحة بارتفاعها نسبيا في عموم آبار منطقة الدراسة على الرغم من تباينها من بئر لآخر ، اذ انها تراوحت بين (١٧٦٥ – ٣٤٥٠) ملغم/لتر وما بين تلك القيمتين تتراوح القيم الاخرى . ويرجع سبب ارتفاع نسبة الاملاح المذابة في المياه الجوفية لناحية البغدادي الى التكوينات الجبسية والكلسية سريعة الذوبان عند مرور المياه خلال مساماتها وفتحاتها. خريطة (١٠).

خريطة (٨) الانتاجية م^3 لعام ٢٠٢٢



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٢) وبرنامج ArcMap 10.8.1

جدول (٣) الخصائص الكيميائية لآبار منطقة الدراسة لعام ٢٠٢٢

رقم البئر	الاس الهيدروجيني PH	الايصالية الكهربائية EC	الاملاح الذائبة TDS	تراكيز البوتاسيوم K	تراكيز الصوديوم NA	المغنيسوم Mg	الكالسيوم Ca	الكلورايد CL	الكبريتات SO4	البيكوربونات HCO3	النترات NO3
1	7.25	3810	2740	5.3	240	160	260	440	660	255	2
2	7.18	3680	2500	10.5	337	111	211	521	611	409	7
3	7.41	3380	2413	1	373	98	136	468	681	359	1.9
4	7.17	3460	2339	12	425	95	207	457	771	460	4.4
5	7.31	2960	2120	18	421	38	71	359	516	267	2.1
6	7.18	4720	3450	7	520	119	214	766	815	368	21
7	7.31	2830	1960	3.2	250	21	40	179	307	200	4.1
8	7.6	2530	1765	2.5	230	51	162	305	501	183	2
9	7.15	2850	2020	12.1	429	36	71	362	510	270	5
10	7.6	3200	1949	26	104	170	441	284	443	293	17
11	7.7	2978	2755	27	122	180	345	249	935	342	17
12	7.3	5300	3400	20	698	189	217	940	680	457	6

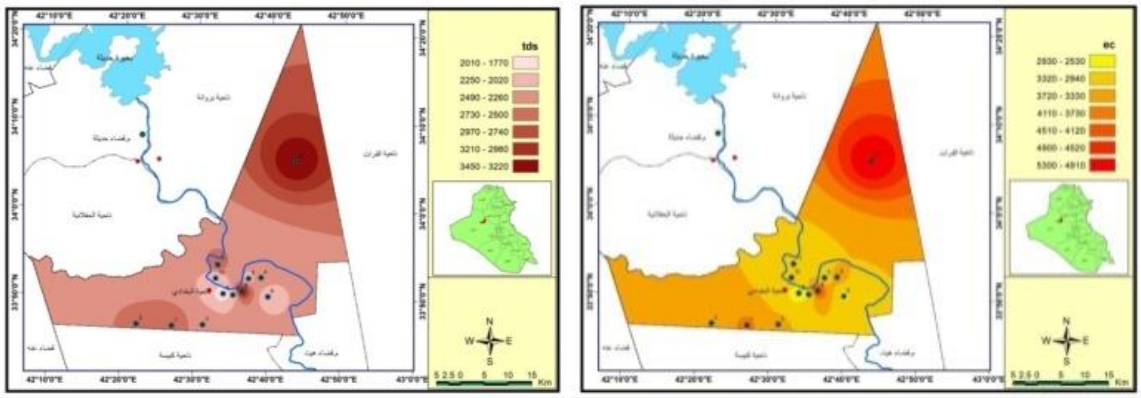
المصدر : جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، هيئة حفر الآبار والمياه الجوفية ، بيانات غير منشورة .

٣- الاس الهيدروجيني (PH): يعبر عنه بالتركيز الفعال لأيون الهيدروجين، و هو مقياس لدرجة الحامضية والقاعدية، فانخفاض قيمة (PH) اقل من (٧) يكون محلولا حامضيا ، وعند زيادته عن (٧) يكون قاعديا، وعند (٧) يكون متعادلا (دعاة كاظم عزيز الشويلي،٢٠١٨:ص٥٨). ومن خلال ملاحظة الجدول (٣) تبين ان القيم جاءت متقاربة ولم تسجل فروقات مكانية اذ وصل اقصاها (٧,٧) لذلك فجميع الآبار في منطقة الدراسة متعادلة وقريبة الى القاعدية خريطة (١١).

٤- المغنيسيوم : (Mg) : من الايونات المنتشرة في مياه آبار المنطقة وذلك بسبب انتشار الصخور الدولومايتية و الجبسية ضمن تكويناتها التي لها القابلية على الذوبان في الماء مكونة املاحا من ضمنها هذا الايون ومن خلال معطيات الجدول (٣) يتضح لنا وجود تفاوت في قيم ايون المغنيسيوم من بئر الى اخر حيث سجل اقل تركيز له (٢١) ملغم / لتر في بئر (٧)، في حين ان اعلى تركيز سجل في بئر (١٢) بواقع (١٨٩) ملغم / لتر وما بين الحدين تقع القيم الاخرى خريطة رقم (١٢) .

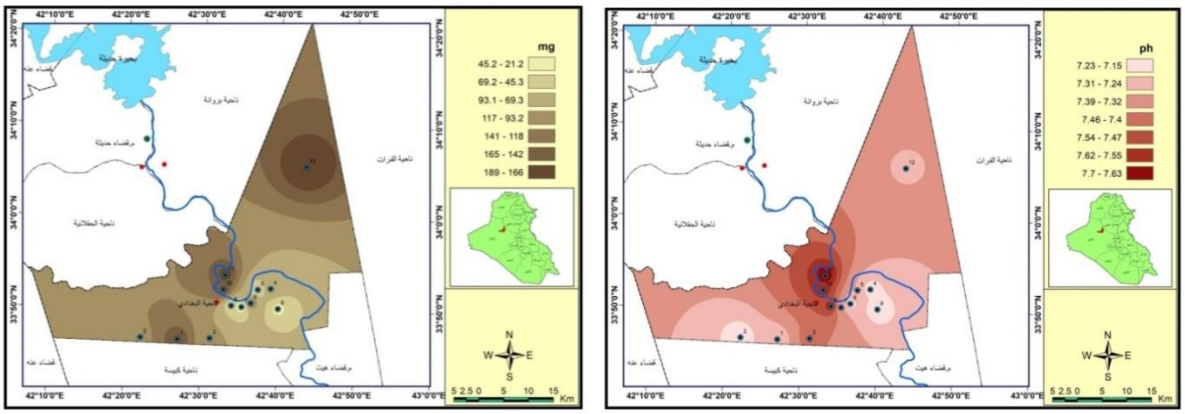
٥- الكالسيوم : (Ca): تزداد نسبه الكالسيوم المذابة في مياه الآبار وذلك بسبب التجوية الكيميائية للصخور الرسوبية، كما ان صخور الجبس و الانهايدرايت التي تتميز بقابليتها العالية على التحلل و الذوبان في الماء. تتباين نسبه الكالسيوم بين بئر واخر اذا بلغت اعلى نسبه منها هي (٤٤١) ملغم / لتر في البئر (١٠) بينما اقل نسبه كانت (٤٠) ملغم في البئر(٧) خريطة (١٣).

خريطة (٩) التوصيلة الكهربائية(EC) لعام ٢٠٢٢ خريطة (١٠) الاملاح الذائبة (TDS) لعام ٢٠٢٢



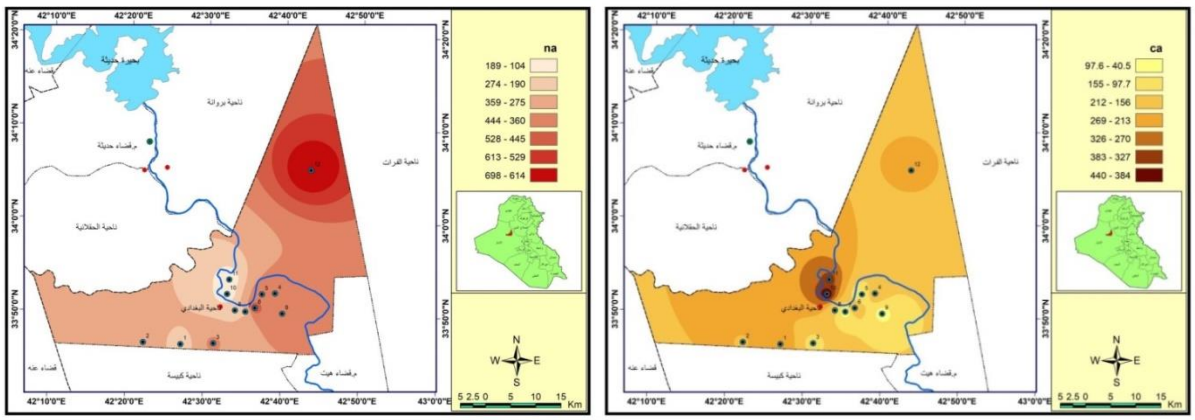
المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٣) وبرنامج ArcMap

خريطة (١١) الاس الهيدروجيني (PH) خريطة (١٢) المغنيسيوم(Mg)



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٣) وبرنامج ArcMap

خريطة (١٣) الكالسيوم(Ca) لعام ٢٠٢٢ خريطة (١٤) الصوديوم (Na) لعام ٢٠٢٢



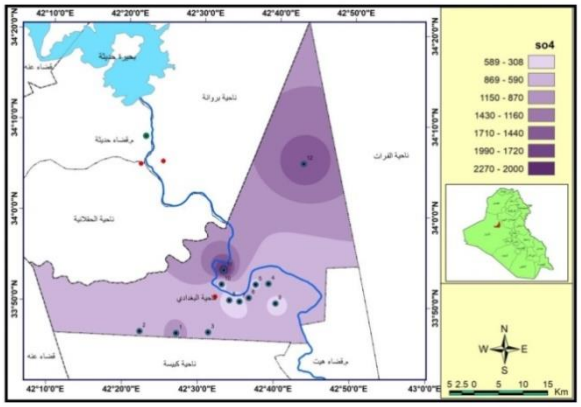
المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٣) وبرنامج ArcMap

٦- الصوديوم Na : ترتفع كذلك املاح الصوديوم الذائبة في مياه آبار منطقة الدراسة، اذ بلغ اعلى نسبة لها(٦٩٦) ملغم / لتر في بئر (١٢) ، وان ادنى نسبة لها بلغت (١٠٤) ملغم في بئر (١٠) (خريطة ١٤).

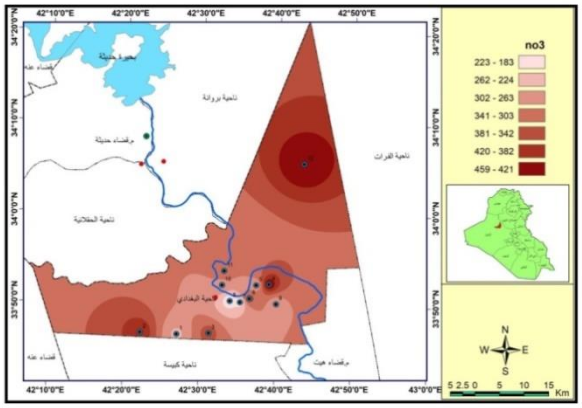
٧- الكبريتات (So4) : ان املاح الكبريتات تنتشر بشكل كبير في منطقة الدراسة، مما جعل المياه ذات مذاق مر، و يعود سبب تركز الكبريتات في هذه المياه الى ذوبان الجبس والانهايدرايت الموجود ضمن تكوينات هذه المنطقة . اذ يلاحظ من الجدول (٣) ان نسب الكبريتات تتفاوت بين (٣٠٧) ملغم / لتر في بئر (٧) و (٩٣٥) ملغم / لتر في بئر (١١) خريطة (١٥)

٨- النترات No3 : تختلف النترات عن بقية الاملاح الذائبية الاخرى في مياه الجوفية . لكون مصدرها ناتج عن تحلل الفضلات و المخلفات البشرية و الحيوانية و الزراعية ، فضلا عن مخلفات الاسمدة الكيميائية التي تتسرب الى الخزانات الضحلة للمنطقة القريبة من سطح الارض. تتباين نسبة النترات المذاب في آبار المنطقة ، اذ بلغت اعلى نسبة لها (١٧) ملغم / لتر في البئرين (١٠ ، ١١) اما اقل نسبة مسجلة لها هي (١٠٦) ملغم في بئر (٣) خريطة (١٦).

خريطة (١٥) الكبريتات (So4) لعام ٢٠٢٢



خريطة (١٦) النترات (No3) لعام ٢٠٢٢

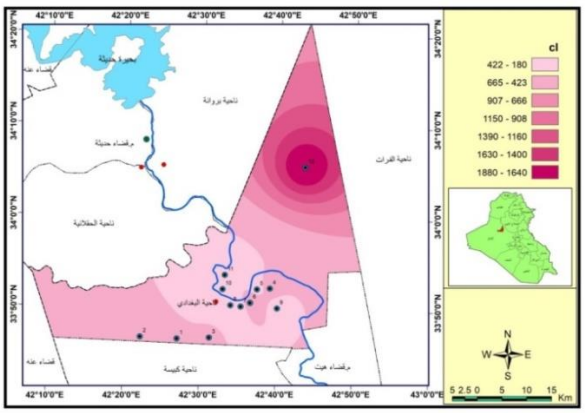


المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٣) وبرنامج ArcMap

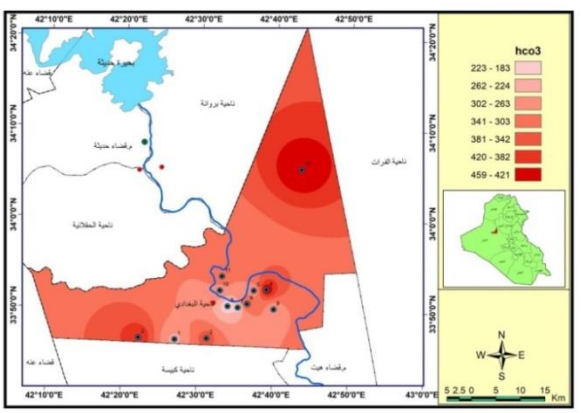
٩- الكلورايد Cl : يعد من اكثر الايونات تركزا في المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة. ينتج هذا الايون من خلال ذوبان الاملاح الصخرية ومياه التساقط المطري و الفضلات الصناعية والاسمدة ومياه الري. وفي حالة زياده نسبة تركزه يعطي طعما ملحيا، ويسبب ارتفاع ضغط الدم عند الانسان (اسيد احمد الخطيب،٢٠٠٤:ص٤) حيث سجل اقل نسبة لهذا الايون (١٧٩) ملغم/ لتر في بئر (٧) في حين سجلت اعلى نسبة لهذا الايون في بئر (١٢) حيث بلغت (٩٤٠) ملغم /لتر خريطة (١٧). ويعود سبب هذه الزيادة الى زيادة استخدام الاسمدة الكيميائية ومياه الري التي تساعد على اضافة تركز هذا الايون في المياه الجوفية فضلا عن بطئ حركة المياه الجوفية مما يؤدي الى تنشيط عمليات الاذابة وزيادة نسبة هذا الايون.

١٠- البيكاربونات Hco3 : ان تواجد الصخور الكربونية في منطقة الدراسة و المتمثلة (بحجر الكلس والدولومايت) يساعد في تواجد البيكاربونات الذائبة في المياه الجوفية. كما يعتمد تركز هذا الايون وارتفاع نسبته على تواجد غاز ثاني أوكسيد الكاربون وارتفاع حرارة المياه ، اللذان يعملان على تنشيط عمليات ذوبان الصخور وتحول الكربونات الى بيكربونات ذائبة.(Hatem K.AL-Jiburi,2007:p31). سجلت اقل قيمة (١٨٣) ملغم / لتر في بئر (٨) ، بينما اعلى نسبة سجلت (٤٦٠) ملغم / لتر في بئر (٤) ينظر خريطة (١٨).

خريطة (١٧) الكلورايد (Cl) لعام ٢٠٢٢



خريطة (١٨) البيكاربونات (Hco3) لعام ٢٠٢٢



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول رقم (٣) وبرنامج ArcMap

المحور الرابع: تقييم صلاحية المياه الجوفية في ناحية البغدادي:

الهدف الرئيس لتحليل خصائص مياه الآبار هو تقييم مدى توافقها للاستخدامات البشرية ، سواء كانت للاستخدام المنزلي أو الزراعي أو الصناعي، يتم ذلك من خلال تطبيق معايير وقياسات عالمية وعراقية محددة، والتي تهدف إلى تحديد إمكانية الاستفادة من هذه المياه في منطقة الدراسة، من خلال إنشاء قاعدة بيانات شاملة، تمكننا من وضع خطط استراتيجية تسهم في تنمية المنطقة.

اولا : تقييم مياه الآبار لأغراض الشرب في منطقة الدراسة:

تمت اعتماد المعايير العالمية لتقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب. تعتمد هذه المواصفات على معايير متعددة، ومن أهمها مجموع الأملاح الذائبة وفقًا للحدود المسموح بها عالميًا وعراقيًا، تشير الدراسات إلى الحد الأقصى المسموح به للأملاح الذائبة الكلية لأغراض شرب الإنسان إلى(١٠٠٠)ملغم/لتر،وفقًا لتقرير منظمة الصحة العالمية. (World Health Organaization,2003) وجمعية و كالة حماية البيئة الامريكية(US-EPA (United State-Environmental,2003) بينما ترتفع الى(١٥٠٠) ملغم/ لتر في المواصفات العراقية(الجهاز المركزي للتقييس و السيطرة النوعية،رقم ٤١٧)، ومن ملاحظة قيم الاملاح المذابة في الابار التي تم دراستها والتي تتراوح بين (١٧٦٥ – ٣٤٥٠) ملغم/لتر كما مبين في جدول (٣) و الخريطة (١٠) فان جميع مياه الآبار لا تصلح لشرب الانسان لزيادة تركز الاملاح عن الحد المسموح به .

من خلال تحليل البيانات في الجدول(٤) وباستخدام تصنيف(Alttoviski) يتضح أن مياه الآبار صالحة للاستهلاك الحيواني، هذا يعتبر جانبًا إيجابيًا يشجع على استثمارها في تطوير وتنمية الثروة الحيوانية والإنتاج الزراعي النباتي في المنطقة في المستقبل ،وان عشرة آبار مواصفاتها جيدة جدا ، والبئران الاخران مياههما جيدة ، وهذا جانب ايجابي يدعم توجهات التنمية في هذه المنطقة من محافظة الانبار .

جدول (٤) تصنيف مياه آبار المنطقة لأغراض الاستهلاك الحيواني حسب تصنيف (Alttoviski) لعام ٢٠٢٢

مجموع الاملاح ملم / لتر	مواصفاتها	عدد الآبار	الملاحظات
اقل من ٣٠٠٠	جيد جدا	١٠	يتم استخدامه في جميع أنواع المواشي والدواجن
٣٠٠١-٥٠٠٠	جيد	٢	تستخدم لجميع أنواع الدواجن والمواشي، مع احتمال حدوث اسهال مؤقت لدى المواشي.
٥٠٠١-٧٠٠٠	مقبول	لا يوجد	يسبب اسهال مؤقت للمواشي و لا يستخدم للدواجن

Source: Alttoviski, M.E , Handbook of hydrology, G Sagedizedat Moscow, Russia, 1962, P.160.

ثانيا: تقييم مياه الآبار لأغراض الانتاج الزراعي النباتي:

تم تصنيف المياه الجوفية وفقًا لصلاحيتها للإنتاج الزراعي النباتي إلى ثلاثة أقسام بناء على تأثيرها على كمية الإنتاج، كما يتبين في جدول (٥) وجد ان (٣) آبار تقع ضمن التأثير القليل الى المتوسط ، وهذا يعني ان نسبة (٢٥%) من الآبار صالحة للإنتاج النباتي مما يعطي دافع ايجابي للاستثمار في حين يمكن استخدام الاخرى بحذر ، وصدر تعديل على دليل استخدام نوعية مياه الري من منظمة الغذاء و الزراعة الدولية ليصل الى (٤٧٠٠) ملغم/لتر كحد اعلى في الاستخدام الزراعي مع توفير اساليب متقنة في المحاصيل و الري (احمد حيدر الزبيدي، ١٩٨٩:ص٢٦٦) وبذلك اصبحت كل مياه آبار منطقة الدراسة صالحة للإنتاج النباتي.

جدول (٥) تصنيف منظمة الزراعة و الاغذية (FAO) للمياه الجوفية للاستعمال الزراعي

الخصائص	قيمة التأثير على الاستعمال الزراعي		
	لا يوجد	قليل – وسط	عالي
مجموع الاملاح/ملغم/لتر	اقل من ٤٥٠	٤٥٠ – ٢٠٠٠	اكبر من ٢٠٠٠

Source: FAO (Food and Agriculture Organization, Water Quality for Agriculture Irrigation and Drainage 29 Rev. 1, 1985, p147.

المحور الخامس : تخطيط وادارة المياه الجوفية في ناحية البغدادي :

يشمل جميع الاجراءات والحلول المستندة الى المعرفة العلمية التي تضمن الحفاظ على المياه وتحقيق توازن بين احتياجات المستخدمين وما متوفر من المياه لاستدامتها وديمومتها . وتشمل هذه الاجراءات مجموعة من الامور والتي اهمها:

اولا : ترشيد استخدام المياه : وهي من اولويات العمل للمحافظة على المياه الجوفية في ظل تزايد الطلب وارتفاع المستوى الاقتصادي والثقافي وشمل الاجراءات الاتية :

١- توعية السكان على ضرورة الاهتمام والحفاظ على هذه الثروة المهمة باعتبارها الركن الرئيس لمرتكزات التنمية المكانية، لذلك من الضروري الحفاظ عليها بما ينسجم مع الحاجات المائية ويتم ذلك من خلال توعيه السكان عن طريق وسائل الاعلام والتواصل الاجتماعي والنشرات الثقافية .

٢- اداره العرض والطلب بناء على البيانات والمعلومات الخاصة بالمنطقة من الاراضي الزراعية والاستخدامات البشرية الاخرى لتحديد كمية المياه الواجب توفرها ولأي غرض يتم استثمارها .

٣- التعامل مع المياه باعتبارها سلعة اقتصادية يتم توفير اللازم لاستمرار الحياة للفرد بأسعار رمزية ووضع اسعار مرتفعة بعد استهلاك الحصة المخصصة للفرد من خلال وضع العدادات والاجهزة في كل المباني.

٤- تقييم ومراقبة كمية المياه الجوفية ونوعيتها بشكل مستمر باستخدام التقنيات الحديثة والتحليل المختبري للوقوف على جودة المياه والتغيرات الحاصلة فيها.

٥- استخدام طرائق الري الحديثة كالري بالرش والري بالتنقيط لأنها تحافظ على المياه من الهدر وتوفر اكثر من ٥٠% من المياه مقارنة بالطرق التقليدية بالري.

ثانيا : تغذية المياه الجوفية :

يتم تغذية الخزانات الجوفية بطرق مختلفة والتي منها حصاد مياه الامطار في منطقة الدراسة ضمن اوديتها المتعددة وحقن هذه المياه الى الخزانات الجوفية ، اذ يمكن تجميع مياه في منطقة الدراسة بما يقرب (٢٣٧)(*) مليون م٣ وهذا سوف يرفع كفاءة المياه الجوفية النوعية والكمية.

خلال عرض ومناقشة المحاور التي اشتمل عليها البحث. يمكن ان نبرز محصلة البحث النهائية بمجموعة من **الاستنتاجات والتوصيات الاتية:**

الاستنتاجات :

١- ناحية البغدادي تتمتع بإمكانية تنموية كبيرة نتيجة وفرة المياه الجوفية المتوزعة في مناطق مختلفة من الناحية.

٢- توجد ارتباطات وثيقة بين توزيع مياه الآبار من حيث كميتها ونوعيتها والعوامل الطبيعية، وبخاصة البنية الجيولوجية والانحدار السطحي، تؤثر هذه العوامل على حركة المياه الجوفية وتغذية الآبار في مناطق مختلفة.

٣- أظهرت الدراسة أهمية عنصر الأملاح الذائبة (TDS) كمؤشر رئيسي يؤثر في الخصائص النوعية للمياه الجوفية، حيث يتم تحديد إمكانية استخدام المياه الجوفية بناءً على هذا العنصر، توضح المؤشرات المرتبطة بهذا العنصر عدم صلاحية مياه آبار منطقة الدراسة لأغراض شرب الإنسان، وذلك بالنسبة للمواصفات العالمية والعراقية.

٤- توصلت الدراسة إلى أن مياه آبار منطقة الدراسة صالحة للاستخدام لشرب الحيوانات وتناسب بعض المحاصيل الزراعية، وهذا يعتبر أساساً هاماً في سعينا لتطوير الإنتاج الزراعي باستخدام تقنيات حديثة، وتحقيق تقدم في مستويات التنمية الزراعية في هذه المنطقة.

التوصيات :

١- إجراء دراسات مفصلة : يجب إجراء دراسات مفصلة وشاملة لتحليل المياه الجوفية في المناطق الجافة بشكل عام وناحية البغدادي بشكل خاص. يتضمن ذلك تحليل البيانات المكانية والجغرافية، وتقييم الهطول المطري والتربة والطبوغرافيا، ودراسة الأنماط الجغرافية للتوزيع والتغذية وجودة المياه الجوفية.

٢- رصد ومراقبة: يجب إقامة شبكة لرصد ومراقبة المياه الجوفية في منطقة البحث. يتضمن ذلك تثبيت آبار رصد في مناطق استراتيجية وجمع البيانات بشكل منتظم لفهم التغيرات في مستويات المياه الجوفية وجودتها على مدار الزمن.

(*) استخدمت الطريقة الحسابية لمعرفة الامطار الموزونة (المساحية) لمنطقة الدراسة ،ثم بعد ذلك تم تحويلها الى عمق (م) وضربها بمساحة المنطقة لتحويلها الى م^{3} .

٣- تعزيز الاستدامة: يجب وضع استراتيجيات وسياسات لإدارة المياه الجوفية في المناطق الجافة بطريقة مستدامة. ينبغي تعزيز استخدام المياه بكفاءة وتحفيز ممارسات الري المحسنة والتقنيات الحديثة للحفاظ على المياه الجوفية وتحسين جودتها.

٤- التوعية والتثقيف: يجب تعزيز التوعية والتثقيف بشأن أهمية المياه الجوفية وتأثيرات استخدامها. ويمكن توجيه حملات توعية للمجتمعات المحلية والمزارعين والمستخدمين الصناعيين للتعريف بأفضل الممارسات والتقنيات للحفاظ على المياه الجوفية واستخدامها بشكل مستدام.

٥- التعاون والتنسيق: يجب تعزيز التعاون والتنسيق بين المؤسسات الحكومية والباحثين والمجتمعات المحلية والأطراف المعنية الأخرى في إدارة وحماية المياه الجوفية في جميع المناطق الجافة. ويمكن تشكيل شراكات لتبادل المعرفة والموارد وتنفيذ برامج مشتركة للحفاظ على المياه الجوفية وتحسين استدامتها.

المراجع باللغة العربية

[1] احمد حيدر الزبيدي١٩٨٩ : طوبغرافية التربة الاسس النظرية و التطبيقية ، وزارة التعليم العالي و البحث العلمي ، مطبعة الحكمة , جامعة بغداد.

[2] اسيا احمد الخطيب ٢٠٠٤ : تلوث المياه الجوفية ، سلسلة البيئة و التلوث ، المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع ،الإسكندرية .

[3] الجهاز المركزي للتقييس و السيطرة النوعية ، المواصفات القياسية العراقية لشرب المياه ، رقم ٤١٧ .

[4] جمهورية العراق , وزارة التخطيط و التعاون الانمائي ,٢٠٠٣ : الجهاز المركزي للإحصاء و تكنولوجيا المعلومات , المجموعة الاحصائية السنوية .

[5] حامد خليفة علي دراجة ١٩٨٨ :هيدرولوجية المياه الجوفية ،عمان الاردن .

[6] دعاء كاظم عزيز الشويلي٢٠١٨ :التحليل المكاني للمياه الجوفية واستثمارها في منطقة كنعان رسالة ماجستير (غير منشورة)الجامعة المستنصرية ،كلية التربية .

[7] ديفيد كي تودد١٩٨٢ :هيدرولوجية المياه الجوفية،تعريب ضرغام حامد الدباغ،حميد رشيد رفيق،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ،جامعة الموصل .

[8] ضياء أدهام حسين الجبوري٢٠٢١ :التباين المكاني لخصائص المياه الجوفية في محافظة المثنى وامكانية استثمارها ،اطروحة دكتوراه (غير منشورة)جامعة بغداد،كلية التربية ابن رشد للعلوم الانسانية .

[9] مشعل محمود ضياء الجميلي ,١٩٩٠ : الاشكال الارضية لوادي نهر الفرات بين حديثة وهيت , اطروحة دكتوراه (غير منشورة) كلية الآداب , جامعة بغداد .

[10] نعمان شحاتة , ٢٠١١ : التوازن المائي في الاردن , مجلة الجمعية الجغرافية العراقية , المجلد الاول , العدد ٦٧ .

[11] هاشم عبد الجبار الهاشمي و خلدون بصام , ١٩٨٥ : التقرير التوضيحي لخريطة العراق الجيولوجية والاقتصادية , الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين .

[12] يحيى سعيد حسين , ١٩٨٣ : المياه الجوفية في الهضبة الغربية في العراق و اوجه استثمارها, رسالة ماجستير (غير منشورة) كلية الآداب , جامعة بغداد .

المراجع باللغة الانكليزية

[1] Alttoviski, M.E ,1962: Handbook of hydrology , G Sagedizedat Moscow, Russia.

[2] FAO (Food and Agriculture Organization)1985: Water quality for agriculture irrigation and Drainage.

[3] S.W Kohman,1979: Grand Water, Hydraulics, U.S Geological Surrey Professional.

[4] singer Quadrangle,sheet(N-37-16),scale1:250000,geosurv,int.rep.no3059,2007,p31.

[5] Thomas C, Winter J W, Harvey J, Franke O, and William M A,1998: Ground Water and Surface Water, a Single Resource, U.S. Geological Survey Circular 1139, Denver, Colorado.

[6] US-EPA (United State-Environmental), 2002: Protection Agency) Groundwater and Drinking water standards: national primary Drinking water regulation.

[7] (World Health Organization) 2003: Gudi line for drinking water quality.

[8] S. M. E. D. Wahba, “Friendly and Beautiful: Environmental Aesthetics in Twenty-First-Century Architecture,” Nexus Netw. J., vol. 12, no. 3, pp. 459–469, 2010, doi: 10.1007/s00004-010-0045-1.