(SUJHUS) مجلة جامعة سومر للعلوم الانسانية (ISSN: 2959-5436)
عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الدولي الرابع للعلوم الانسانية والتربوية والنفسية الذي اقامته جامعة سومر للفترة من 7-8 نيسان 2025 /القسم الرابع, الصفحات 444-466

التباين المكاني لخزانات المياه الجوفية وحالتها الهيدروجيولوجية في محافظة صلاح الدين

م.د. نورالدين فيصل ابراهيم حسن [1]*

[1]كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة سامراء، العراق

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة التباين المكاني لخزانات المياه الجوفية في محافظة صلاح الدين، وتحليل حالتها الهيدروجيولوجية من حيث الخصائص الطبيعية والكمية والنوعية. اعتمدت الدراسة على مجموعة من البيانات الطبوغرافية والجيولوجية والهيدرولوجية، فضلاً عن نتائج الآبار والمسوحات الحقلية، بالإضافة إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحليل وتوزيع الخزانات الجوفية على مستوى الوحدات الإدارية.

أظهرت النتائج وجود تباين واضح في توزيع الخزانات الجوفية من حيث العمق والامتداد والخصائص الفيزيائية والكيميائية، حيث تتأثر هذه الخزانات بالعوامل البنيوية والجيومورفولوجية والأنشطة البشرية المختلفة. وقد تبين أن الخزانات تتوزع بين خزانات حبيبية (حصوية ورملية) وأخرى كارستية (جيرية)، ولكل منها خصائصها الهيدروجيولوجية المميزة من حيث السعة والخزن والتجدد. كما لوحظ تدهور نوعي في بعض المناطق نتيجة الاستغلال المفرط أو التلوث الزراعي والصناعي.

تُبرز الدراسة الحاجة إلى إدارة مستدامة للموارد المائية الجوفية في المحافظة، من خلال مراقبة الاستغلال، وتحديث قواعد البيانات المائية، وتعزيز الوعي البيئي، واقتراح استراتيجيات مستقبلية تضمن استدامة المياه الجوفية كمورد حيوي في ظل التحديات البيئية والمناخية.

الكلمات المفتاحية: التكوينات الجيولوجية، صلاح الدين، الهيدروجيولوجية، المياه الجوفية، العيون.

Spatial variation of groundwater reservoirs and their hydrogeological condition in Salah al-Din Governorate

Asst. Dr. Noor Al-Den Faisal Ibrahim Hassan[1*]

[1]*College of Education for Humanities, University of Samarra, Iraq*

Abstract:

This research aims to study the spatial variation of groundwater aquifers in Salah al-Din Governorate and analyze their hydrogeological status in terms of physical, quantitative, and qualitative characteristics. The study relied on a combination of topographic, geological, and hydrological data, as well as the results of wells and field surveys. Furthermore, it utilized Geographic Information Systems (GIS) to analyze and distribute groundwater aquifers at the administrative unit level.

The results revealed a clear variation in the distribution of groundwater aquifers in terms of depth, extent, and physical and chemical properties. These aquifers are affected by structural and geomorphological factors and various human activities. It was found that aquifers are distributed between granular (gravelly and sandy) and karst (limestone) aquifers, each with its own distinct hydrogeological characteristics in terms of capacity, storage, and replenishment. Qualitative deterioration was also observed in some areas as a result of overexploitation or agricultural and industrial pollution. The study highlights the need for sustainable management of groundwater

Email Address: Nouraldeen.Faisal@uosamarra.edu.iq

resources in the governorate, through monitoring exploitation, updating water databases, enhancing environmental awareness, and proposing future strategies to ensure the sustainability of groundwater as a vital resource in light of environmental and climatic challenges.

Keywords: Geological formations, Salah al-Din, Hydrogeology, Groundwater, Springs.

المقدمة

تعد محافظة صلاح الدين من المحافظات التي تحتوي على عدد كبير من الخزانات المائية الجوفية التي تتفاوت في توزيعها وكذلك خصائصها، وتعد دراسة التباين المكاني للخزانات الجوفية وحالتها الهيدروجيولوجية لمنطقة الدراسة من الأمور المهمة التي تتفاوت فيها مستويات المياه الجوفية وتوزيعها، والتعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للخزانات، وقد تضمنت الدراسة مراجعة عدد من التقارير والدراسات والخرائط الموثقة لاختيار المناطق التي تتوفر فيها معلومات كافية عن الخزانات المائية الجوفية في المحافظة، مثل الدراسات الجيولوجية والبيانات الإحصائية المختلفة في عموم المحافظة، وكذلك الإحصائيات المتعلقة بالتحاليل الكيميائية لعينات المياه المأخوذة من الآبار والمعلومات الطبوغرافية والمناخية، لذلك اقتضت الدراسة الى دراسة التباين المكاني لخزانات المياه الجوفية وحالتها الهيدروجيولوجية أي دراسة طبيعة المياه الجوفية في منطقة الدراسة، وذلك لمعرفة وتحديد كمية ونوعية المياه الجوفية في مختلف التكوينات الجيولوجية التي تحتوي على المياه ومدى الاستفادة منها في سد النقص في كميات المياه السطحية لمواجهة الطلب المتزايد على المياه نتيجة للتوسع الكبير في كافة مجالات ومجالات الحياة ونتيجة للزيادة الطبيعية في عدد السكان. وتم التركيز على الطبقة الجوفية الرئيسية العليا (الأقرب إلى السطح)، بهدف تقييم كمية ونوعية المياه الجوفية التي تحتويها ومدى إمكانية استخدامها لأغراض مختلفة.

1_1: مشكلة البحث:

تمثل مشكلة البحث الخطوة الأساسية لنجاح البحث العلمي، لذا تم طرح المشكلة على النحو التالي:

1. هل هناك تباين في توزيع خزانات المياه الجوفية في منطقة الدراسة؟

2. هل تتأثر الحالة الهيدروجيولوجية بالعوامل الجيولوجية والطبوغرافية والجيومورفولوجية والمناخية السائدة في منطقة الدراسة؟

3. هل تختلف خزانات المياه الجوفية عن بعضها البعض من حيث الخصائص الكيميائية والفيزيائية في منطقة الدراسة؟

1_2: فرضيات البحث:

1. هناك تباين في توزيع خزانات المياه الجوفية في منطقة الدراسة؟
2. تتأثر الحالة الهيدروجيولوجية بالعوامل الجيولوجية والطبوغرافية والجيومورفولوجية والمناخية السائدة في منطقة الدراسة؟
3. تختلف خزانات المياه الجوفية عن بعضها البعض من حيث الخصائص الكيميائية والفيزيائية في منطقة الدراسة؟

1_3: أهمية البحث:

1. تبرز أهمية البحث في معرفة وتحديد كمية ونوعية المياه الجوفية في مختلف التكوينات الجيولوجية الحاوية على المياه.
2. الاستفادة منها في سد النقص الحاصل في كميات المياه السطحية لتلبية الطلب المتزايد على المياه بسبب التوسع الكبير في كافة مجالات وميادين الحياة.

1_4: اهداف البحث:

1. التعرف على الحالة الهيدروجيولوجية والهيدروكيميائية ضمن محافظة صلاح الدين من حيث نسبة الخزين الجوفي الرئيسي من خلال امتداد واصل المياه التي يحتويها.
2. التعرف على مناطق التغذية والتصريف والاتجاه العام لحركة المياه الجوفية، بالإضافة الى تحديد نوعية المياه ضمن المحافظة واختلاف ملوحتها وامكانية استغلالها للأغراض المختلفة.

1_5: منهجية البحث:

منهجية البحث هي المنهج الذي يتبعه الباحث لكشف الحقائق العلمية وتفسير الظواهر ضمن محور الدراسة. ويتحدد المنهج بتخصص الباحث، بناءً على أبعاد الموضوع، وتوافر البيانات، ومناهج البحث المتاحة، وذلك على النحو التالي:

1. المنهج الجيومورفولوجي: الذي يركز على أبعاد التضاريس الجيومورفولوجية وتصنيفها. وهو أقرب إلى الجغرافيا منه إلى مجالات المعرفة الأخرى.

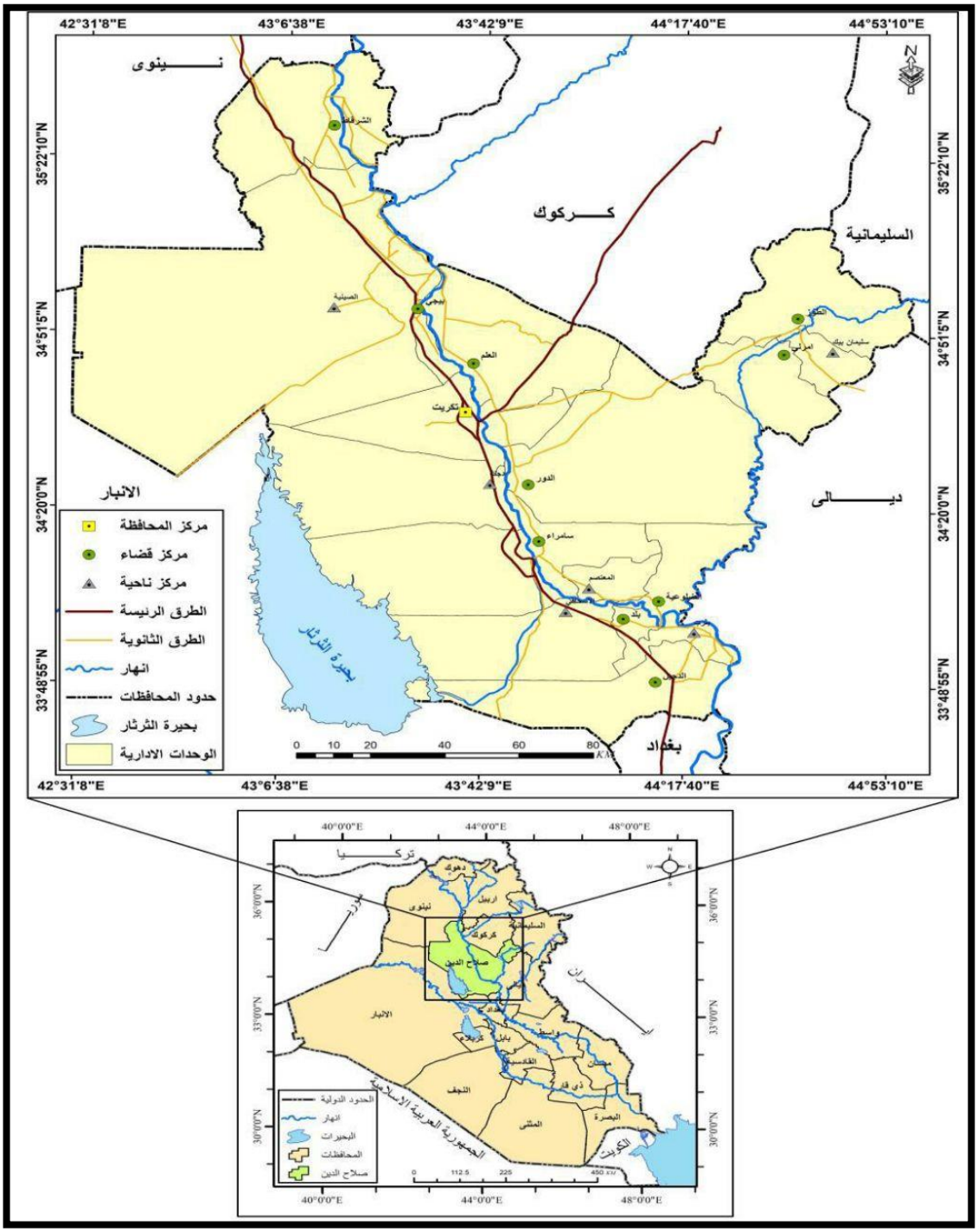
2. منهج النشأة والتطور: يعتمد هذا المنهج على الزمن، والفترة التاريخية، وأسباب نشوئها. وهو أقرب إلى مجال الجيولوجيا منه إلى العلوم الأخرى.

3. منهج التحليل الكمي: يعتمد هذا المنهج على الكميات، وتطبيق المعادلات الرياضية، والتحليل الإحصائي، وبناء النماذج. وهذا ما تم اعتماده في الدراسة الحالية.

1_6: الموقع:

من حيث الموقع الجغرافي، تقع محافظة صلاح الدين في الجزء الشمالي الأوسط من العراق، ويحدها شمالاً محافظات نينوى وأربيل والتأميم، وشرقاً محافظتا السليمانية وديالى، وجنوباً محافظة بغداد، وغرباً محافظتا نينوى والأنبار. أما من حيث الموقع الفلكي، فتقع بين خطي عرض (34˚00΄00΄) و-(35˚00΄00΄) شمالاً، وبين خطي طول (43˚00΄00΄) و (45˚00΄00΄) شرقاً، كما هو موضح في الخريطة رقم (1-1).

خريطة (1-1): خريطة موقعية لمحافظة صلاح الدين



المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الإدارية بمقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠٠، وخريطة محافظة صلاح الدين الإدارية بمقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠، وباستخدام برنامج Arc Map.v.10,8

2_1: مناخ منطقة الدراسة

يُعتبر المناخ من أهم المتغيرات الهيدرولوجية التي تُحدد قيم بعض عناصر الدورة الهيدرولوجية. وتُشكل التغيرات التي تطرأ على عناصر المناخ العامل الرئيسي المؤثر في المتغيرات الهيدروجيولوجية، وهي المسؤولة والمتحكمة إلى حد كبير في العوامل الجيومورفولوجية. وتعتمد هيدرولوجيا أي منطقة على مناخها أولاً، وعلى تضاريسها وظروفها الجيولوجية ثانياً. كما يعتمد المناخ بشكل كبير على الموقع الجغرافي للكرة الأرضية [1]، وبشكل عام، تُحدد الظروف المناخية والجيولوجية للمنطقة معدل تغذية المياه الجوفية، وسرعة حركتها، والفقد الناتج عن الخاصية الشعرية والتبخر. وتُعدّ كمية الأمطار وتوزيعها في المنطقة، والتغيرات الموسمية في درجات الحرارة، عوامل مهمة تؤثر على موارد المياه الجوفية. ويتأثر مناخ محافظة صلاح الدين بعدة عوامل مناخية، منها موقعها الجغرافي، واتجاه الرياح على مدار العام، وبعدها عن المسطحات المائية الكبيرة، وارتفاعها عن سطح الأرض [2]، لتحليل العناصر المناخية ضمن محافظة صلاح الدين، اعتمدنا على البيانات المناخية المتوفرة في محطة بيجي، كونها تتضمن بيانات مناخية متكاملة للفترة (1991-2024)، أي أنها تمثل دورة مناخية متكاملة (الجدول 1-1). وتشمل العناصر المناخية التي تم تحليلها في هذه المحطة ما يلي:

جدول رقم (1) يوضح البيانات المناخية من سنة (1991_2024 م)، لمنطقة الدراسة.

العنصر	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب
درجة الحرارة (م)	30.9	24.2	15.9	10.5	9.1	11.4	15.8	21.9	28.1	33.1	35.9	35.1
الامطار (ملم)	0.9	8.6	25.6	30.0	35.0	31.6	29.3	19.6	11.4	0.5	0.0	0.0
التبخر (ملم)	285	180.7	80	44.7	46.7	72	130	198.5	292.6	377	414	389
سرعة الرياح (م/ثا)	1.6	1.2	1	1	1.2	1.5	1.8	2.2	2.1	2.8	2.9	2.4

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2024 م.

يتضح لنا من خلال الجدول رقم (1) ان مناخ محافظة صلاح الدين يتصف بانه حار جاف صيفاً، وبارد ذو امطار متوسطة شتاءً، وعليه فان محافظة صلاح الدين يوجد فيها تباين في كمية الامطار والتبخر، وكذلك في معدلات درجات الحرارة، وهذا ما له انعكاس على طبيعة الخزانات الجوفية سواء بطريقة مباشرة او غير مباشرة.

2_2: التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

تقع محافظة صلاح الدين ضمن سفوح الجبال التي تتميز بمسطحات غير مستقرة وسهول فيضيه. تغطي رواسب العصر الرباعي أجزاءً واسعة من المحافظة، باستثناء بعض المناطق، وخاصةً على حواف الجبال، حيث توجد صخور ما قبل العصر الرباعي، ممثلةً بالتكوينات الجيولوجية التالية: الفتحة، وإنجانة، والمقدادية، وباي حسن الشكل (2-1). سنتناول هذه التكوينات الجيولوجية على النحو التالي:

2_2_1: تكوين الفتحة (المايوسين الاوسط)

يتواجد هذا التكوين في مساحات واسعة من محافظة صلاح الدين، مُشكلاً نتوءات صخرية متصلة على طول تحدبات جبال وتلال المنطقة، وعلى طول وادي الثرثار، وفي قلب بعض التكوينات الجيولوجية، مثل تكوين حمرين الشمالي وتكوين بلخانة. وينقسم تكوين الفتحة إلى قسمين:

أ- **العضو السفلي:** ينكشف هذا العضو ضمن تحدبات الجبال والهضاب، ويبلغ سمكه الأقصى ضمن تحدبات جبل مكحول الجنوبية، على عمق حوالي 95 مترًا. يعكس تتابع رواسب المارل والحجر الجيري والجبس بيئة ترسيب بحرية ضحلة إلى مائية (مغلقة بالبحيرات) [3].

ب- العضو العلوي: ينكشف هذا العضو في مساحات واسعة ضمن تحدبات الجبال والهضاب والسهول غرب نهر دجلة. ويتركز الجزء الطبقي المتكامل منه في قباب تحدبات مكحول. ويتألف هذا العضو من تكوين ذي تتابع من الحجر الطيني الأحمر والجبس والحجر الجيري، حيث يعكس هذا الجزء بيئة رسوبية بحرية (غير ساحلية) ضحلة إلى شبه مغلقة. ويتراوح سمك هذا الجزء بين (130-291) مترًا ضمن تكوين مكحول، بينما يصل سمكه الإجمالي إلى 444 مترًا في تكوين مكحول [4].

2 –2 – 2: تكوين إنجانة (المايوسين الاعلى)

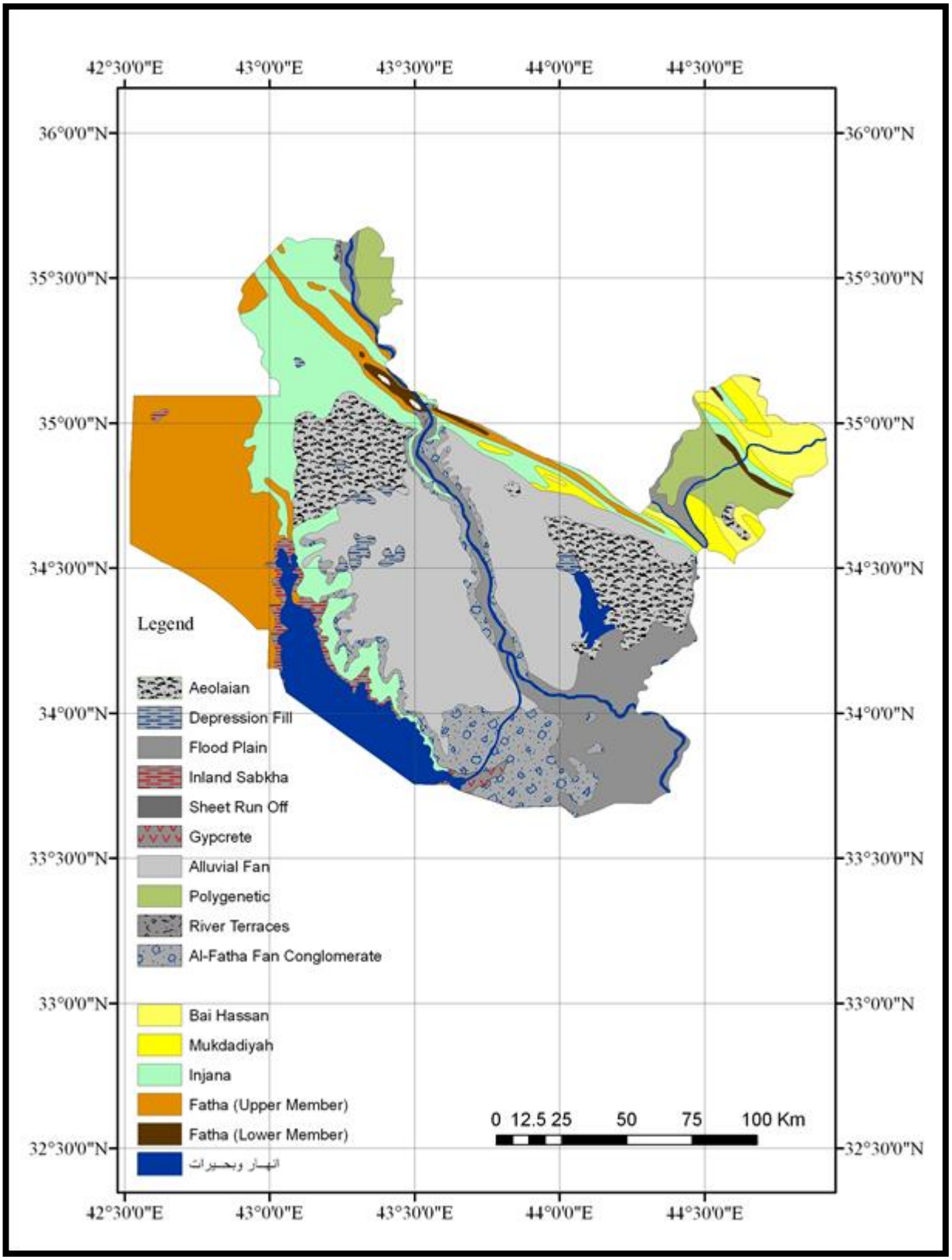
يوجد تكوين إنجانة في عدة مواقع في محافظة صلاح الدين. وقد لوحظ في تكوين بلخانة وتكويني حمرين الشمالي والجنوبي وعلى جانبي نهر دجلة في الزاوية الشمالية الغربية من المحافظة. ويوجد أيضًا على الضفة الشرقية لبحيرة الثرثار بسمك حوالي 12 مترًا. يتكون تكوين إنجانة من سلسلة من الرواسب ممثلة في الحجر الرملي والحجر الغريني والحجر الطيني، مع بعض عدسات الحجر الجيري والجص في الجزء السفلي. يتراوح سمك التكوين بين (500-900) متر. البيئة الرسوبية هي نهر عذب، باستثناء الجزء السفلي منه الذي يقع في بيئة انتقالية ذات مياه مالحة بين لاكونية وقارية. يتراوح سمك التكوين من 46 مترًا في شمال قره جوخ إلى 890 مترًا في بلخانة. وتبين أن السمك في منطقة بيجي يبلغ حوالي 190 متراً، وفي منطقة المحزم يتراوح ما بين (68,5 - 200) متراً، وفي منطقة العباسية يتراوح ما بين (83 - 87) متراً وقد يستمر إلى 200 متر [5].

2_2_3: تكوين المقدادية (المايوسين الاعلى - البلايوسين)

يظهر تكوين المقدادية على جانبي تكوين حمرين الشمالي، وعلى الجانب الشمالي من تكوين حمرين الجنوبي، وكذلك داخل تكوينات الجلابات، وبلخانة، وطوز خورماتو، وعبر هامش بيجي-تكريت الصخري. يتكون تكوين المقدادية من دورات رسوبية فتاتية متعاقبة، تتمثل في الحجر الرملي الحصوي، والحجر الغريني، والحجر الطيني، بسمك يتراوح بين (42-1212) مترًا. بيئته الترسيبية نهرية-قارية [6].

4_2_2: تكوين باي حسن (البلايوسين – البلايستوسين)

يظهر هذا التكوين في جميع تراكيب محافظة صلاح الدين، والتي تشمل طية حمرين، وطية جلبات، وطية بلخانة، وطية قمر، وطية كلار، وطية بردى سور. يتكون تكوين باي حسن من سلسلة من الصخور الطينية والطينية مع بعض طبقات الحجر الغريني والحجر الرملي. يتراوح سمكه بين (300-1900) متر في الأجزاء الشرقية من المحافظة، وبين (30-1000) متر في الأجزاء الغربية. البيئة الرسوبية هي بيئة نهرية-قارية مضطربة [7].



الخريطة 2_1: خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة.

المصدر: بالاعتماد على خريطة العراق الجيولوجية وبرنامج Arc Map.v.10.8

2_3: الحالة الهيدروجيولوجية لمنطقة الدراسة.

من خلال دراسة المقاطع الجيولوجية للآبار المحفورة ضمن مناطق المحافظة، والموضحة على خريطة المحافظة الموضحة في الشكل (3-1)، ووجود المياه فيها، يمكن تكوين مفهوم عام حول طبيعة خزانات المياه الجوفية وامتدادها ضمن المحافظة.

تشكل التكوينات الجيولوجية الفتحة، وإنجانة، والمقدادية، وباي حسن الخزانات الجوفية العلوية الرئيسية ضمن المحافظة، بالإضافة إلى رواسب العصر الرباعي. ويوضح الشكل (3-2) توزيع هذه الآبار ضمن المحافظة وحسب التكوين الجيولوجي المنتج. تشكل رواسب تكوين إنجانة الخزان الجوفي العلوي الرئيسي في المناطق الواقعة غرب نهر دجلة في المحافظة، بينما تشكل رواسب تكوين المقدادية الخزان الجوفي العلوي الرئيسي في المناطق التي تحدها جبال حمرين من الشمال والشرق ونهر دجلة من الغرب. تشكل رواسب تكوين باي حسن الخزان الجوفي العلوي الرئيسي للمنطقة الواقعة شمال جبال حمرين، بينما تشكل رواسب العصر الرباعي خزانات مائية لمختلف مناطق المحافظة عندما يكون سمكها مناسبًا ويساعدها على تخزين المياه الجوفية. تتميز خزانات المياه الجوفية في المحافظة بأنها محصورة وغير محصورة، بالإضافة إلى وجود خزانات مياه جوفية معلقة يمكن الوصول إليها من خلال الآبار المحفورة يدويًا. يكون تدفق المياه في مناطق تصريف المياه الجوفية ومن خلال الآبار العميقة المحفورة فيها ارتوازيًا طبيعيًا، كما هو الحال في الضفة الغربية لبحيرة شاري. تتميز المحافظة أيضًا بوجود ينابيع مياه متناثرة في بعض المناطق، مثل شاري وبلخانة ووادي الثرثار. كما تنتشر الينابيع المعدنية في جميع أنحاء جنوب غرب جبل مكحول وحمرين، إلا أن هذه الينابيع غير صالحة للاستخدام البشري نظرًا لارتفاع نسبة تمعدنها. وبشكل عام، تتأثر الحالة الهيدروجيولوجية للمنطقة بالعوامل الجيولوجية والطبوغرافية والجيومورفولوجية والمناخية السائدة. يختلف تأثير هذه العوامل من منطقة لأخرى، تبعًا لطبيعة المنطقة وتأثير هذه العوامل. وينتج عن ذلك ظروف هيدروجيولوجية متفاوتة داخل المحافظة. يتراوح مستوى المياه الجوفية في المحافظة من مياه ذاتية الجريان إلى بضع عشرات من الأمتار تحت مستوى سطح الأرض. يبلغ متوسط عمق المياه الجوفية الواقعة شرق نهر دجلة، بين بحيرة شاري وجبل حمرين، ما يصل إلى 12 مترًا تحت مستوى سطح الأرض. وفي المنطقة الواقعة شرق تكريت، بين جبل حمرين ونهر دجلة (شمال غرب الفتحة)، يكون الماء أعمق، وخاصة عند سفوح جبل حمرين، حيث يتراوح عمق المياه الجوفية من 21 مترًا تحت مستوى سطح الأرض في المناطق الشرقية من تكريت إلى 36 مترًا تحت مستوى سطح الأرض بالقرب من جبل حمرين. وفي المنطقة الواقعة بين بحيرة الثرثار ونهر دجلة، يبلغ متوسط عمق المياه الجوفية ما يقرب من 10 أمتار تحت مستوى سطح الأرض، ويزداد العمق باتجاه البحيرة.

2_3_1: الخزانات الجوفية ضمن منطقة الدراسة.

أ- الخزان الجوفي ضمن تكوين الفتحة.

يُعد خزان المياه الجوفية ضمن تكوين الفتحة خزانًا عميقًا نسبيًا مقارنةً بالخزانات الأخرى في المحافظة. وبشكل عام، يُعد هذا الخزان غير مهم نظرًا لمحدودية المعلومات المتوفرة عنه، نتيجة لقلة عدد الآبار المحفورة فيه، والتي تقع في الجزء الغربي من المحافظة. ومن خلال المعلومات والبيانات الهيدروجيولوجية المتوفرة عن الآبار المحفورة ضمن المحافظة في هذا التكوين، ومن خلال عمليات الضخ الاختبارية التي أجريت، تم تحديد المعلمات الهيدروجيولوجية لهذه

الآبار. وقد لوحظ أن قيم معامل التوصيلية تراوحت بين (8-104) متر مربع/يوم، وقيم معامل النفاذية تراوحت بين (0.2-2.8) متر مربع/يوم، وتراوحت إنتاجية الآبار بين (157-638) متر مكعب/يوم، وتراوح عمق المياه المستقرة بين (1.5-35) مترًا تحت سطح الأرض. يعود انخفاض إنتاجية هذا الخزان الجوفي إلى طبيعة صخور هذا التكوين والتي تحتوي على صخور طينية ومارل، الأمر الذي ظهر جلياً في انخفاض نفاذية وتوصيل صخور الخزان الجوفي للمياه.

الجدول 3 – 1: الخواص الهيدروجيولوجية للإبار المحفورة ضمن تكوين الفتحة في منطقة الدراسة

رقم البئر	اسم البئر	ارتفاع البئر (متر فوق ص.ب)	عمق الحفر (متر)	العينات	عمق الماء الجوفي (متر)	التصريف ($م^3$/يوم)	النفاذية (م/يوم)	الناقلية المائية ($م^2$/يوم)	نوع البئر
1	زهليل / 1	127	63.6	5	9.1	157	0	0	يدوي
2	شامان اسون	109.6	60	5	35.3	638	2.8	104	ارتوازي
3	الجهروز	98	90	5	6	389	0.4	33	يدوي
4	الثرثار 2	83	66	5	1.5	0	0	0	يدوي
5	حمد خلف	95	90	5	23	328	0.2	8	ارتوازي
6	شرقاط	240	150	5	26.3	363	0.3	10	ارتوازي

المصدر: مديرية دائرة المياه الجوفية – محافظة صلاح الدين، بيانات غير منشورة، 2024.

ب- الخزان الجوفي ضمن تكوين إنجانة:

يمثل تكوين إنجانة الخزان الجوفي العلوي الرئيسي للمناطق الواقعة غرب نهر دجلة وحتى الحدود الشرقية لبحيرة الثرثار. يتكون تكوين إنجانة بشكل عام من سلسلة من الحجر الرملي والحجر الغريني والحجر الطيني، مع بعض عدسات الحجر الجيري والجبس. واستنادًا إلى الجدول 3-2 والمعلومات الهيدروجيولوجية المتاحة عن الآبار المحفورة ضمن هذا التكوين (245 بئرًا)، لوحظ تباين واضح في المعاملات الهيدروليكية داخل المحافظة. واستنادًا إلى قيم التوصيل المائي للتكوين، لوحظ أن الآبار أظهرت قيم توصيل منخفضة في المناطق الشمالية من المحافظة، تتراوح بين 3 و134 مترًا مربعًا/يومًا. زادت هذه القيم في المناطق الوسطى، تتراوح بين 4 و503 مترًا مربعًا/يومًا. وفي المناطق الغربية من المحافظة، وصلت التوصيلية إلى 253 مترًا مربعًا/يومًا. تراوح معامل النفاذية بين (0.1 - 6.3) متر مكعب/يوم في المنطقة الشمالية، وارتفع في المنطقة الوسطى من المحافظة ليتراوح بين (0.1 - 47) متر مكعب/يوم، أما في المنطقة الغربية فتراوح بين (0.1 - 20) متر مكعب/يوم. ويعود هذا التباين في قيم هذه المعاملات إلى اختلاف نوعية وطبيعة الصخور الموجودة في هذه المناطق، مما أدى إلى تباين كميات المياه المنتجة من الآبار في هذه المناطق. وتراوحت الإنتاجية في المناطق الشمالية من المحافظة بين (56 - 1037) متر مكعب/يوم، وارتفعت في المنطقة الوسطى وتراوحت بين (58 - 1555) متر

مكعب/يوم، بينما انخفضت في المناطق الغربية لتصل إلى 864 متر مكعب/يوم كأقصى إنتاجية. وتراوح منسوب المياه الجوفية المستقر في المحافظة ما بين (1.6 - 40) متراً تحت سطح الأرض في المناطق الشمالية، فيما تراوحت هذه المنسوبات في المناطق الوسطى من المحافظة ما بين (1.6 - 69) متراً تحت سطح الأرض، وما بين (3.6 - 40) متراً تحت سطح الأرض في المنطقة الغربية.

الجدول 3 – 2: الخواص الهيدروجيولوجية للإبار المحفورة ضمن تكوين إنجانة في محافظة صلاح الدين

رقم البئر	اسم البئر	ارتفاع البئر (متر فوق س.ب)	عمق الحفر (متر)	العينات	عمق الماء الجوفي (متر)	التصريف ($م^3$/يوم)	النفاذية (م/يوم)	الناقلية المائية ($م^2$/يوم)	نوع البئر
7	دراجا احمد	125	50	5	9.9	0	0	0	يدوي
8	بيجي سبيخة	150	0	5	1	69	0	0	يدوي
9	سال ايرف 5	163.6	70	5	24	388	0.6	8	ارتوازي
10	كوماندو C 7	60	68.8	5	13	436	3	48	الي
11	كوماندو6 C	61	70	5	45	518	2.5	55	ارتوازي
12	الجوزة1	163	80	5	12.6	665	3.5	57	الي

المصدر: مديرية دائرة المياه الجوفية – محافظة صلاح الدين، بيانات غير منشورة، 2024.

ت- الخزان الجوفي ضمن تكوين المقدادية

يُعد هذا الخزان من أهم الخزانات المائية في المحافظة، حيث تنتشر آباره في المنطقة الوسطى، وتحديدًا شرق نهر دجلة (المنطقة الواقعة بين نهر دجلة وجبال حمرين)، بالإضافة إلى عدد قليل من الآبار الواقعة في المنطقة الجنوبية من المحافظة (الشكل 3-2). ويبلغ عدد الآبار المحفورة ضمن هذا الخزان 117 بئرًا (الجدول 3-3). وبشكل عام، يتميز هذا الخزان، الذي يتكون أساسًا من الحجر الرملي الحصوي والحجر الغريني والطين، بتفاوتات كبيرة في قيم معامل الهيدروليك نظرًا لتباين سحنات هذا التكوين. ومن خلال تجارب الضخ الاختباري للآبار في هذا التكوين، لوحظ أن قيم التوصيل المائي تراوحت بين (2-793) مترًا مربعًا/يومًا، وقيم النفاذية بين (0.1-36.1) مترًا مربعًا/يومًا. توجد أعلى قيم التوصيلية والنفاذية المائية في الآبار الواقعة شرق نهر دجلة (شمال شرق مدينة تكريت)، وهذا ما أدى إلى ارتفاع إنتاجية هذه الآبار لتصل إلى 1575 م3/يوم. وبشكل عام، يتراوح عمق المياه الجوفية في هذه الخزانات بين (3-42) مترًا تحت سطح الأرض.

الجدول 3 – 3: الخواص الهيدروجيولوجية للإبار المحفورة ضمن تكوين المقدادية في منطقة الدراسة

رقم البئر	اسم البئر	ارتفاع البئر (م. فوق س.ب)	عمق الحفر (م)	العينات	عمق الماء الجوفي (م)	التصريف ($م^3$ /يوم)	النفاذية (م/يوم)	الناقلية المائية ($م^2$/يوم)	نوع الخزان
13	تل وليد / 1	50	60	5	43.8	0	0	0	ارتوازي
14	أراد راشد	63	59	5	33	293	0	0	ارتوازي
15	ارادي كارثي 1	155	54	5	10.5	628	1.3	42	آلي
16	ام تلال	86	51	5	42	599	8.1	49	ارتوازي
17	كوماندو C5	61	68	5	10	561	0.9	35	آلي
18	أبو جوان17	118.8	198	5	48	633	3	207	ارتوازي

المصدر: مديرية دائرة المياه الجوفية – محافظة صلاح الدين، بيانات غير منشورة، 2024.

ث- الخزان الجوفي ضمن تكوين باي حسن

تنتشر آبار هذا التكوين في المناطق الشمالية الشرقية من جبال حمرين بالمحافظة. يتكون هذا التكوين من الصخور الطينية والرملية والغرينية والطينية، ويعتبر من أهم الخزانات العلوية في المنطقة. وحسب المعلومات المتوفرة لدينا، فقد تم حفر 34 بئراً في هذا التكوين (الجدول 3-4). ويعتبر هذا التكوين من أهم الخزانات في المناطق القريبة من مدينة طوزخورماتو، كما هو واضح من الشكل (3-2). ومن خلال تجارب الضخ الاختباري لآبار هذا التكوين، لوحظ أن قيم التوصيل المائي في هذا التكوين تتراوح بين (15-2070) متر مربع/يوم، وقيم النفاذية تتراوح بين (0.2-20.8) متر مربع/يوم. وقد أدى هذا التباين في هذه القيم إلى تباين في كمية المياه المنتجة من آبار هذا التكوين، والتي تراوحت بين (196-3200) متر مربع/يوم. يتراوح عمق المياه الجوفية في هذا الخزان بين (5.2-48) مترًا تحت سطح الأرض. وقد يعكس التباين الظاهري في قيم المعاملات الهيدروليكية لمنطقة صغيرة نسبيًا اختلاف الطبيعة الصخرية للمنطقة، أو قد ينتج عن اختلاف معدل اختراق الآبار للخزان الجوفي في المنطقة.

نوع الخزان	الناقلية المائية ($م^2$/يوم)	النفاذية (م/يوم)	التصريف ($م^3$ /يوم)	عمق الماء الجوفي (م)	العينات	عمق الحفر (م)	ارتفاع البئر (م. فوق س.ب)	اسم البئر	رقم البئر
ارتوازي	127	12.7	583	29	5	53	220	طوز خورماتو 2	19
ارتوازي	109	4.1	324	48	5	76	220.2	طوز خورماتو 6	20
ارتوازي	17	0.3	389	30	5	95.5	200	البو شاه 4	21
ارتوازي	142	4.5	292	48	5	79.5	230.5	طوز خورماتو 5	22
آلي	0	0	0	12.5	5	156	204.4	سليمان بيك	23
ارتوازي	343	20.8	907	120	5	139.8	183.5	سيرات	24

الجدول 3 – 4: الخواص الهيدروجيولوجية للإبار المحفورة ضمن تكوين باي حسن في منطقة الدراسة

المصدر: مديرية دائرة المياه الجوفية – محافظة صلاح الدين، بيانات غير منشورة، 2024.

ج- الخزان الجوفي ضمن الترسبات العصر الرباعي

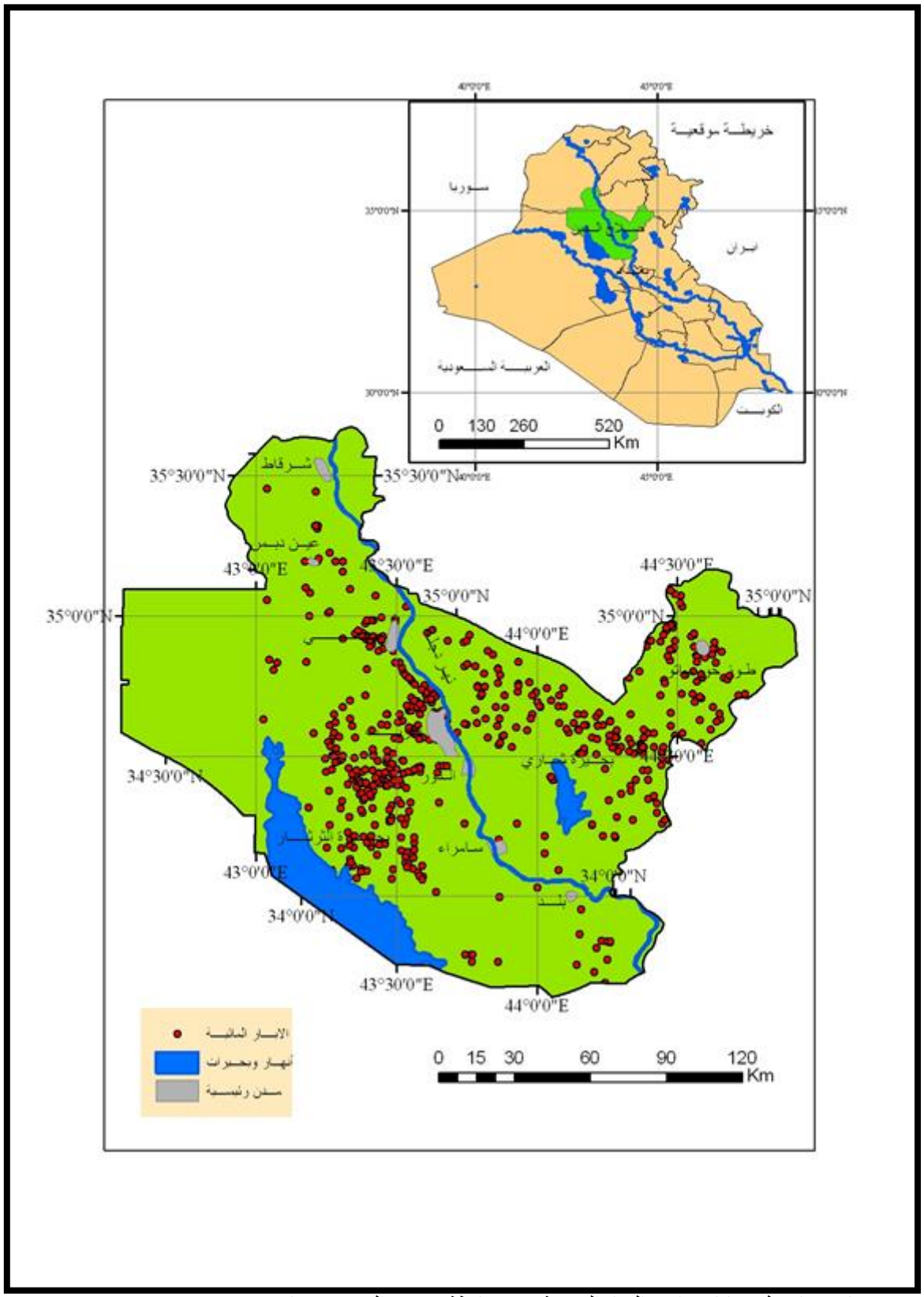
تغطي الرواسب الرباعية معظم مناطق محافظة صلاح الدين، وتتكون من رواسب متنوعة كالرمل والحصى والطمي والطين. وتقع الآبار المحفورة ضمن هذه الرواسب في الأجزاء الشرقية والجنوبية من المحافظة (الشكل 3-2). وهذه الآبار ضحلة في الغالب، حيث يكون منسوب المياه الجوفية قريبًا من السطح. ويتراوح سمك هذا الخزان عمومًا بين 3-12 مترًا وقد يصل إلى عشرات الأمتار في مناطق السهول الرسوبية للمحافظة والسهول المحاطة بالسلاسل الجبلية، مما يجعله خزانات جيدة لاحتواء المياه الجوفية. ومن خلال المعلومات الهيدروجيولوجية المتوفرة عن هذه الآبار الـ 52 (الجدول 3-5)، وجد أن قيم موصلية المياه تتراوح بين 21-1089 مترًا مربعًا/يومًا، وتراوحت نفاذيتها بين 0.1-55.4 مترًا مربعًا/يومًا. تعكس القيم العالية للمؤشرات الهيدروجيولوجية إنتاجية مائية جيدة في هذه الآبار، ولذلك تراوحت كميات المياه المنتجة من هذه الآبار بين (16-4800) متر مكعب/يوم. وتراوح منسوب المياه الجوفية لآبار هذا الخزان بين (1-28) مترًا تحت سطح الأرض. وبشكل عام، يُلاحظ تباين واضح في القيم الهيدروليكية في آبار هذا الخزان، نتيجةً للتباين السريع في السحنات المكونة لهذا الخزان رأسيًا وأفقيًا، وهي سمة من سمات الرواسب الحديثة.

رقم البئر	اسم البئر	ارتفاع البئر (م. فوق س.ب)	عمق الحفر (م)	العينات	عمق الماء الجوفي (م)	التصريف ($م^3$ /يوم)	النفاذية (م/يوم)	الناقلية المائية ($م^2$/يوم)	نوع البئر
25	بستملي 1	168.9	43	5	15	20	0	0	آلي
26	امرلي 1	171.8	22	5	8.2	261	8.3	100	يدوي
27	خشملة	175.9	152	5	80.8	4800	14.5	634	ارتوازي
28	صياد	173.2	113	5	41	2340	1.8	98	ارتوازي
29	تل عثمان	42	241.5	5	15	594	6.3	221	آلي
30	سنارة 2	69	27	5	16	265	0	0	آلي

الجدول 3 – 5: الخواص الهيدروجيولوجية للإبار المحفورة ضمن الترسبات الحديثة في منطقة الدراسة

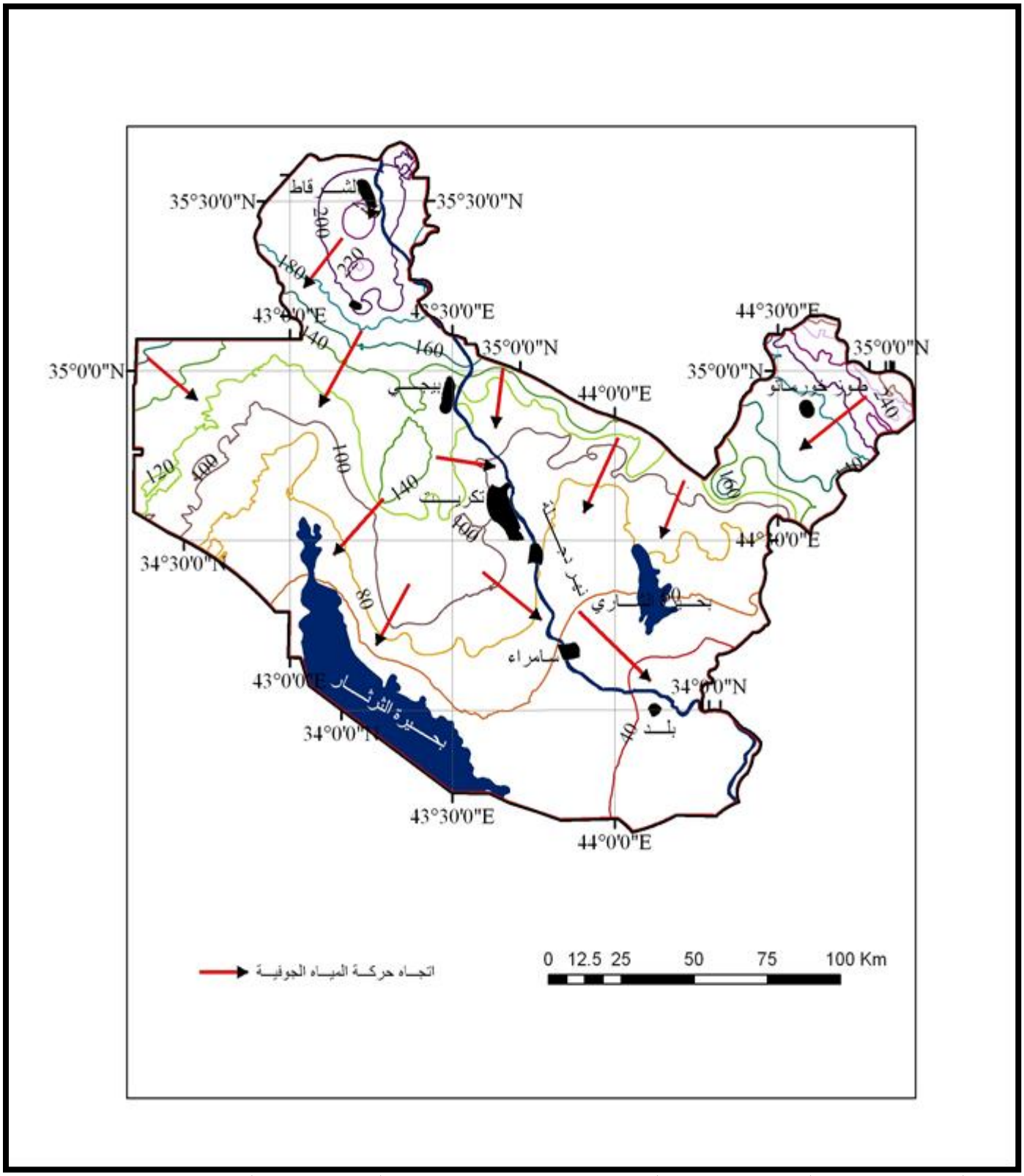
المصدر: مديرية دائرة المياه الجوفية – محافظة صلاح الدين، بيانات غير منشورة، 2024.

الخريطة 3 – 1: خريطة موقعية للآبار المحفورة في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات دائرة المياه الجوفية في محافظة صلاح الدين، وبرنامج Arc Map.v.10.8

الخريطة 3 – 3: خريطة هيدروجيولوجية لمحافظة صلاح الدين توضح مناسيب المياه الجوفية (متر فوق مستوى سطح البحر) مع اتجاه حركتها



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM ذات دقة تميزية 30م لمحافظة صلاح الدين، وبرنامج Arc Map.v.10.8

تُعتبر السلاسل الجبلية في المحافظة مرتفعات بيزومترية، وهي مناطق تغذية للمياه الجوفية، وخاصةً خلال موسم الأمطار، عبر أودية المنطقة. كما قد تحدث التغذية من الأنهار وقنوات الري في بعض مناطق المحافظة، كما هو الحال في الضفة

الشرقية لنهر دجلة، جنوب تكريت. كما قد تحدث التغذية على طول الضفة الغربية لنهر دجلة، جنوب سامراء، عبر قنوات ري كقناة الإسحاقي، وهي أعلى من منسوب المياه الجوفية في المنطقة، وقنوات الري المتفرعة من ناظم ديالى. تُغذي هذه القنوات الخزان الجوفي بكميات كبيرة من المياه بشكل دائم، لارتباطها به هيدروليكيًا لعدم وجود طبقات طاردة للماء. الخزان الجوفي من النوع المفتوح [8]. كما يوجد إمداد للجزء الغربي من نهر دجلة بين مدينتي تكريت وسامراء من خارج المنطقة، قادمًا من المرتفعات البيزومترية الواقعة بين نهر دجلة ووادي الثرثار (الشكل 3-3). وهناك إمداد آخر قادم من المناطق الشرقية البعيدة عن المحافظة، وخاصة منطقة نهر العظيم، التي تتميز بأهميتها النسبية بالنسبة لنهر دجلة. أما بالنسبة لمناطق تصريف المياه الجوفية في المحافظة، فإن نهر دجلة، الممتد بين مدينتي بيجي وشمال تكريت، يعتبر منطقة تصريف لكلا الضفتين المصب، وهو منطقة تصريف فقط على ضفته الغربية في المنطقة الممتدة بين مدينتي تكريت وسامراء. وتعتبر بحيرة الشاري منطقة تصريف للمناطق الواقعة جنوب وجنوب غرب جبال حمرين. بالإضافة إلى ذلك، يتم تصريف بعض المياه الجوفية من خلال عدد من الينابيع على طول سفوح جبل حمرين، ولكن بكميات قليلة [9]، إلى الجنوب من مدينة بلد، وبسبب انخفاض التدرج الهيدروليكي في المنطقة، فإن تأثير الصرف أقل وضوحا (الشكل 3-3).

2_3_2: عمق المياه الجوفية وتذبذب مستوياتها

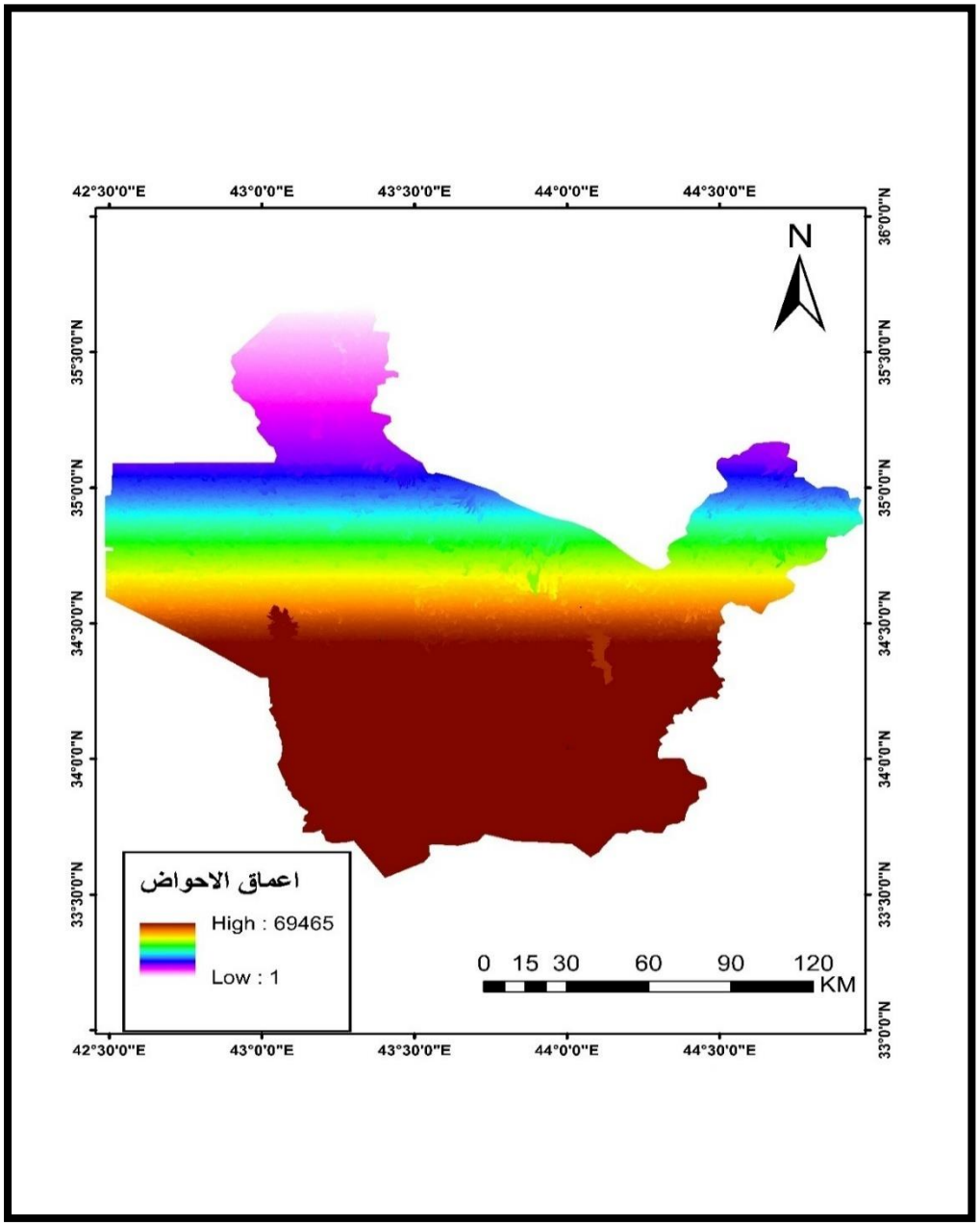
من المعروف أن منسوب المياه الجوفية يتأثر بشكل مباشر بالفترات الرطبة والجافة. لذلك، يُلاحظ ارتفاع منسوب المياه الجوفية المستقر خلال موسم الأمطار في فصل الشتاء، خاصةً إذا كانت هذه الخزانات مفتوحة وتتغذى مباشرة من السطح. تنخفض هذه المستويات خلال فترات الجفاف والحرارة، حيث يلعب التبخر دورًا مهمًا. يعتمد عمق المياه الجوفية أيضًا على كمية المياه المصرفة من الخزانات ومدى إعادة التغذية. تلعب الخصائص الهيدروليكية للخزانات (النفاذية، والتوصيل المائي، وسمك الطبقات المشبعة) دورًا مهمًا في سرعة إعادة التغذية. يلعب وجود المسطحات المائية أيضًا دورًا في تحديد عمق المياه الجوفية في المنطقة. تنقسم محافظة صلاح الدين إلى عدة مستويات لعمق المياه الجوفية نظرًا لطبيعتها الطبوغرافية، بالإضافة إلى العوامل المذكورة أعلاه. هذه الأعماق موضحة في الشكل (3-4)، حيث يلاحظ وجود المياه الجوفية قرب سطح الأرض في المناطق الغربية والشمالية الغربية من بيجي، حيث توجد على أعماق أقل من 5 أمتار، وكذلك في خزانات المياه المفتوحة. وينطبق ذلك على المناطق الممتدة من جنوب تكريت إلى الحدود الجنوبية للمحافظة، بما في ذلك المنطقة المحيطة ببحيرة شاري (باستثناء أجزائها الشمالية). ويزداد عمق المياه الجوفية كلما اتجهنا شرقًا وغربًا من هذه المناطق، وتزداد الأعماق بشكل ملحوظ في المنطقة الشرقية من المحافظة، لتصل إلى 100 متر، وكذلك شمال تكريت، بالقرب من جبال حمرين. وبشكل عام، يتراوح عمق المياه الجوفية في المحافظة بين (<5-250) مترًا من سطح الأرض.

2_3_3: العيون

يوجد في محافظة صلاح الدين عدد من ينابيع المياه، وهي أقل أهمية من آبار المحافظة، وذلك لقلة تصريفها أو تلوثها بغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وارتفاع محتواها المعدني (الأملاح الذائبة). ففي المنطقة الواقعة شمال شرق مدينة بيجي وعلى امتداد جنوب غرب جبال حمرين ومكحول، توجد عدة ينابيع عالية التمعدن، تخرج من شقوق وكهوف في صخور الجبس في تكوين الفتحة. وهي غير صالحة للاستخدام البشري بسبب احتوائها على غاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية بواسطة البكتيريا اللاهوائية. كما يوجد عدد من الينابيع التي تخرج من وادي عصام، الواقع شمال

شرق بحيرة شاري، وتتدفق مياهها إلى البحيرة. كما تحتوي المحافظة على عدة ينابيع تقع على جانبي وادي الثرثار، بالإضافة إلى الينابيع الموجودة في منطقة طوزخورماتو، الواقعة شرق المحافظة. تتميز الينابيع في المحافظة بقلة جريانها ومعظمها ناتج من تكوين الفتحة [10] وبشكل عام لا توجد معلومات عن إحداثيات ومواقع هذه الينابيع على الخرائط التفصيلية، باستثناء المعلومات التي سيتم ذكرها في الفصل التالي (كيمياء المياه الجوفية).

الخريطة 3 -4: عمق المياه الجوفية في محافظة صلاح الدين م (من سطح الارض)



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM ذات دقة تميزية 30م لمحافظة صلاح الدين، وبرنامج Arc Map.v.10.8

الاستنتاجات:

1. نستنتج أن مناخ محافظة صلاح الدين يخضع لظروف مناخية جافة وشبه جافة. وبالتالي، تتميز المحافظة بصيف حار جاف، بينما يكون الشتاء باردًا قليلاً مع هطول أمطار معتدلة. وينعكس ذلك على طبيعة خزانات المياه الجوفية وتأثيرها عليها.

2. تشكل صخور تكوين إنجانة الخزان الجوفي العلوي الرئيسي في المناطق الواقعة غرب نهر دجلة في المحافظة، بينما تشكل صخور تكوين المقدادية الخزان الجوفي العلوي الرئيسي في المناطق التي تحدها جبال حمرين من الشمال والشرق ونهر دجلة من الغرب. تشكل صخور تكوين باي حسن الخزان الرأسي العلوي للمنطقة الواقعة شمال جبال حمرين. في حين تشكل رواسب العصر الرباعي خزانات مائية في مناطق مختلفة من المحافظة عندما يكون سمكها مناسبًا لتخزين المياه الجوفية.

٣. بشكل عام، تتأثر حركة المياه الجوفية، محليًا وإقليميًا، بعوامل جيولوجية وهيدروجيولوجية، مثل طبيعة الرواسب، والجيولوجيا التركيبية، ومواقع مناطق التغذية والتصريف، سواء كانت محلية (محلية) أو إقليمية، بالإضافة إلى الأنشطة الزراعية السائدة في المنطقة. الحركة السائدة في المحافظة هي نحو مناطق التصريف المتمثلة في نهر دجلة ومنخفض بحيرة الثرثار.

٤. مصادر تغذية المياه الجوفية هي في المقام الأول مياه الأمطار، حيث يبلغ متوسط هطول الأمطار داخل محطة بيجي حوالي ٢٥٠ ملم سنويًا. وهو أعلى في المنطقة الواقعة شمال المحطة وأقل في الأجزاء الجنوبية من المحافظة. تعتبر المناطق المرتفعة من المحافظة والمناطق المحيطة بها مصادر لتغذية المياه الجوفية لبقية المحافظة، بينما يعتبر السهل الرسوبي منطقة تصريف للمياه الجوفية داخل حدود المحافظة.

٥. يوجد عدد من ينابيع المياه في محافظة صلاح الدين. هذه الآبار أقل أهمية من آبار المحافظة الحالية، نظرًا لقلة تصريفها أو تلوثها بكبريتيد الهيدروجين (H_2S) وارتفاع نسبة التمعدن (الأملاح الذائبة). تتراوح ملوحتها بين الضعيفة والمتوسطة، مع زيادة صلابتها نتيجة زيادة تركيز أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم.

6. يتضح مما سبق أن محافظة صلاح الدين تختلف في طبيعة توزيع الآبار والينابيع المائية، وكذلك من حيث عمقها وطبيعة تواجدها.

المقترحات:

١. إجراء قياسات دورية ومستمرة لمناسيب المياه الجوفية في عدد من الآبار المختارة، تعكس الظروف الهيدروجيولوجية للمنطقة، وتحدد التغيرات في مناسيب المياه الجوفية ومخزونها.

٢. إنشاء المزيد من السدود الصغيرة في الأودية الموسمية المنتشرة في أنحاء المحافظة، والاستفادة من هذه المياه لتغذية المياه الجوفية واستغلالها لأغراض مختلفة، وخاصة في فترات شح المياه.

٣. الحد من الحفر العشوائي للآبار داخل المحافظة، واعتماد المنهج العلمي الصحيح في عمليات الحفر، بهدف الحفاظ على الموارد المائية والاستغلال الأمثل لها.

٤. اعتماد الأساليب العلمية في إدارة الموارد المائية، وتطبيق التقنيات الحديثة في الزراعة والري، واختيار أصناف المحاصيل المناسبة لتحقيق أعلى إنتاج بأقل استهلاك للمياه.

٥. إصدار التشريعات أو القوانين أو التعليمات المناسبة لتنظيم عمليات حفر آبار المياه في المحافظة، بناءً على توجيهات مركزية من الجهات المعنية، ووفق الأساليب العلمية المتبعة في الدول المتقدمة.

الهوامش

([1]) Wilson, E.M., 1983. Engineering Hydrology, 2nd edit. Macmillan Press Ltd. London, 232pp.

([2]) Enerjo Project, 1978. Hemrine Dam Project, report on Hydrology, Diyala River water and sediment balance, Republic of Iraq, Min. of Irrigation, State Organization of Dams.

([3]) Jassim, S.Z., Karim, S., Basi, M., Al-Mubarak, M. and Munir, J., 1984. Final report on the geological survey of Iraq, vol. 3, stratigraphy, GEOSURV, into.rep. no. 447.

([4]) Zuwaid, Q.A., 1988. The geology of Al-Qaiyara Quadrangle, sheet NI – 38 – 1, (GM8), scale 1:250 000, GEOSURV, int. rep. no. 2224.

([5]) Barwary, A.M. and Slewa, N.A., 1995. The geology of Samara Quadrangle, sheet NI – 38 – 6, scale 1:250000, GEOSURV, into rep. no. 2327.

([6]) Sissakian, V.K., Al-Kadhimi, J.A., Hussein, A. and Hussein, B.M., 1993. Contract of the Earth Sciences activities, GEOSURV, int. rep. no. 2026.

([7]) Sissakian, V.K., 2000. Geological Map of Iraq, scale 1:1000 000, 3rd edit. GEOSURV, Baghdad, Iraq.

([8]) Krasny, J. and Selim, T., 1982. Hydrogeology and Hydrochemistry of the Tikrit – Baghdad area, regional hydrogeology and hydrochemistry of Iraq, GEOSURV, int. rep. no. 1330

([9]) Parsons, R.H., Eng. Co., 1955. Ground water resources of Iraq, Vol.1, Khanaqin – Jassan area, GEOSURV, int. rep. no. 413.

([10]) Araim, H.I., 1990. Final report on the regional survey of Iraq, V.6, Hydrogeology, GEOSURV, int .rep. no. 1450.

المصادر والمراجع

1. Wilson, E.M., 1983. Engineering Hydrology, 2nd edit. Macmillan Press Ltd. London, 232pp.
2. Enerjo Project, 1978. Hemrine Dam Project, report on Hydrology, Diyala River water and sediment balance, Republic of Iraq, Min. of Irrigation, State Organization of Dams.
3. Jassim, S.Z., Karim, S., Basi, M., Al-Mubarak, M. and Munir, J., 1984. Final report on the geological survey of Iraq, vol. 3, stratigraphy, GEOSURV, into.rep. no. 447.
4. Zuwaid, Q.A., 1988. The geology of Al-Qaiyara Quadrangle, sheet NI – 38 – 1, (GM8), scale 1:250 000, GEOSURV, int. rep. no. 2224.

5. Barwary, A.M. and Slewa, N.A., 1995. The geology of Samara Quadrangle, sheet NI – 38 – 6, scale 1:250000, GEOSURV, into rep. no. 2327.
6. Sissakian, V.K., Al-Kadhimi, J.A., Hussein, A. and Hussein, B.M., 1993. Contract of the Earth Sciences activities, GEOSURV, int. rep. no. 2026.
7. Sissakian, V.K., 2000. Geological Map of Iraq, scale 1:1000 000, 3rd edit. GEOSURV, Baghdad, Iraq.
8. Krasny, J. and Selim, T., 1982. Hydrogeology and Hydrochemistry of the Tikrit – Baghdad area, regional hydrogeology and hydrochemistry of Iraq, GEOSURV, int. rep. no. 1330.
9. Parsons, R.H., Eng. Co., 1955. Ground water resources of Iraq, Vol.1, Khanaqin – Jassan area, GEOSURV, int. rep. no. 413.
10. Araim, H.I., 1990. Final report on the regional survey of Iraq, V.6, Hydrogeology, GEOSURV, int .rep. no. 1450