دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمحافظة كركوك، شمال العراق

قيس جاسم سعود*

الإستلام: 20/ 4/ 2008، القبول: 3/ 9/ 2008

المستخلص

تناولت الدراسة تحديد الخزانات الجوفية في محافظة كركوك وبيان صلاحية مياهها للاستخدامات المختلفة من خلال دراسة نتائج التحاليل الكيميائية المتوفرة لنماذج المياه الملتقطة من الآبار المحفورة في مختلف مناطق المحافظة. تتواجد المياه الجوفية ضمن حوضين هيدروجيولوجيين رئيسيين تأثرا بالوضع التركيبي، كأنظمة الصدوع والطيات. أولهما يمتد من أقصى الشمال الشرقي عند حدود المحافظة مع محافظة السليمانية وعند خط طول '45 °44 والى تركيب قبة بابا الممتد وسط المحافظة، من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي، حيث تواجدت المياه الجوفية فيه ضمن الخزانات الجوفية لتكويني المقدادية وباي حسن وتميزت بناقلية جيدة ونوعية مياه صالحة لجميع الاستخدامات وهي من مجموعة بيكاربونات ونوعيتها كالسيوم – بيكاربونات، ذات الأصل الجوي. وثانيهما يتحدد بين تركيب قبة بابا وتركيب حمرين الممتد جنوب غرب المحافظة وتواجدت المياه الجوفية فيه ضمن ترسبات العصر الرباعي وتكوين باي حسن وامتازت مياهه بعدم صلاحيتها للاستهلاك البشري وذلك لزيادة كمية المواد الصلبة الذائبة فيه، وهي من مجموعة الكبريتات ونوعيتها كالسيوم – كبريتات ذات الأصل الجوي.

HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL STUDY OF KIRKUK GOVERNORATE, NORTHERN IRAQ

Qays J. Saud

ABSTRACT

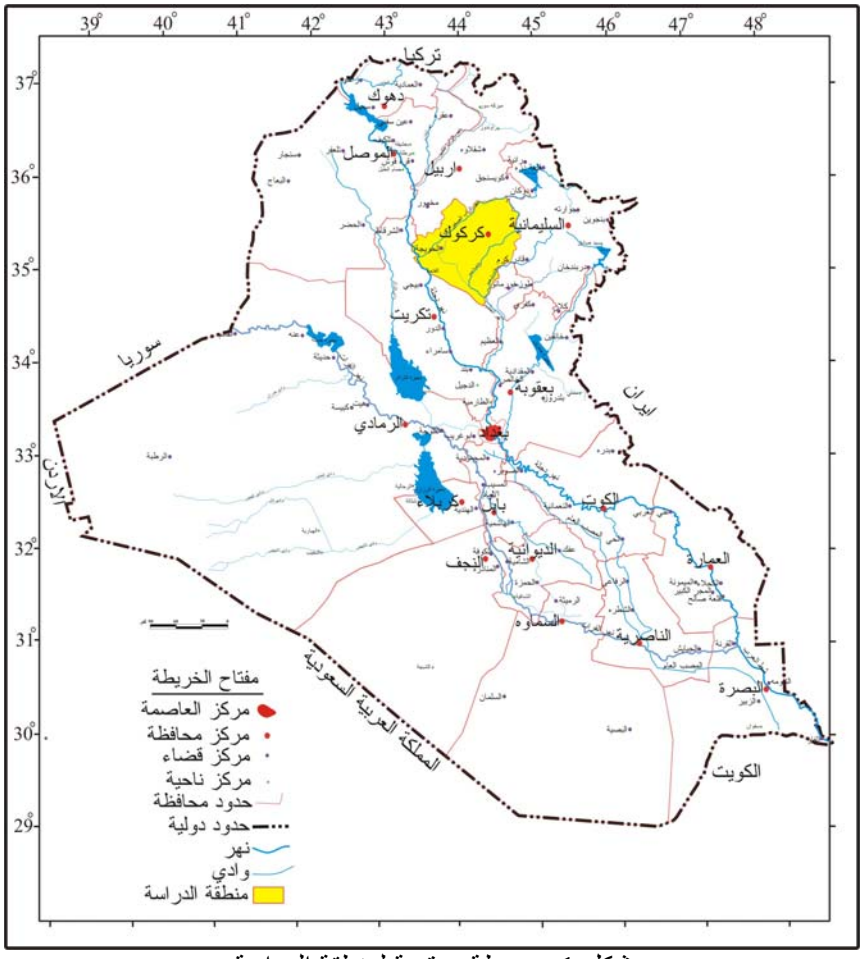
The Ground water, in the study area is found within two main hydrogeological basins, affected by structural conditions such as folds and faults. The first basin is within Bai Hassan and Mukdadiya formations, it is located northeast of Baba Dom, which extends from northwest to southeast, whereas the second basin is within Quaternary sediments and Bai Hassan Formation, it is located southwest of Baba Dom.

The ground water of the first basin is suitable for all uses; it is of carbonate group and family Ca – bi-Carbonate, whereas the groundwater of the second basin is not suitable for human uses, but suitable for other uses, except in some regions, it is of sulphate group and family Ca – Sulphate. Water origin in both aquifers is mainly meteoric.

المقدمة

تقع محافظة كركوك شمال العراق وضمن خطي طول '25 °43 – '50 °44 شرقا ودائرتي عرض '45 °34 – "15 '45 °35 شمالا (الشكل 1)، وتعتبر من المحافظات التي تعتمد غالبية مناطقها على استخدام المياه الجوفية سواء كانت آبار أو عيون، وبالرغم من توفر مصادر المياه السطحية في المناطق التي يمر فيها أنهار دجلة والزاب الصغير والعظيم وداقوق والخاصة صو إضافة الى العديد من الوديان الموسمية. تتغذى المياه الجوفية في منطقة محافظة كركوك بصورة أساسية من مياه الأمطار حيث تكون على شكل زخات شديدة ينتج عنها في الغالب سيول تجري عبر انهار الزاب الأسفل وداقوق والخاصة صو والعظيم وكذلك عبر الوديان الموسمية الكثيرة في المنطقة، حيث تعتمد سرعة ترشيحها عبر قيعانها على مقدار نفاذية الصخور المكونة لها، إضافة الى الترشيح عبر مكاشف التكوينات الحاملة للمياه الجوفية. تقع مناطق التصريف الطبيعية في بعض الوديان التي تمر بمنطقة الدراسة حين يتقاطع مستوى منسوب الماء الجوفي مع هذه الوديان إضافة الى بعض العيون المنتشرة حول مدينة كركوك، وكذلك التصريف من خلال الآبار المحفورة في المنطقة. تختلف إنتاجية الآبار من موقع إلى آخر في عموم منطقة محافظة كركوك اعتماداً على الغرض من استخدام هذه المياه وكمية الإستهلاك عبر فصول السنة.

* رئيس جيولوجيين أقدم، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص.ب. 986، علوية، بغداد، العراق



شكل 1: خريطة موقعية لمنطقة الدراسة

الهدف

تهدف الدراسة إلى تحديد تواجد المياه الجوفية والخزانات الحاملة لها، وكذلك تقييم المياه الجوفية وبيان صلاحيتها للاستخدامات المختلفة من خلال دراسة نتائج التحاليل الكيميائية المتوفرة للنماذج الملتقطة من الآبار المحفورة في مختلف مناطق محافظة كركوك.

الدراسات السابقة

درست المنطقة هيدروجيولوجياً وجيولوجياً بصوره تفصيلية من قبل العديد من الباحثين ومن هذه الدراسات:

- Araim (1984): قام بجمع المعلومات المتوفرة عن العراق وخاصة الهيدروجيولوجية لتوضيح العمود الطباقي فيها ومن ثم بيان الطبقات المحتملة الخازنة للمياه الجوفية، وقدم دراسة هيدروجيولوجية للعراق بعد تقسيمه الى أحواض هيدروجيولوجية تطرق خلالها إلى منطقة الدراسة.
- Sissakian (1992) : قدم تقريراً عن جيولوجية لوحة كركوك مقياس 1: 000 250 والذي اعتمد فيه على التقارير الجيولوجية السابقة ضمن لوحات جيولوجية بمقياس 1: 000 100.
- سعود ومحمد (2007): قدما دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية للوحة كركوك بمقياس 1: 000 250 وهي جزءاً من منطقة الدراسة، وتوصلا الى أن المياه الجوفية بهذه المنطقة تتواجد ضمن صخور تكويني المقدادية وباي حسن، إضافة الى ترسبات العصر الرباعي.
- وزارة الموارد المائية: قامت بحفر أكثر من ثلاثمائة بئر مابين عام 2001 – 2007، وتم إجراء تحليل كيميائي لنماذج المياه التي التقطت من هذه الآبار في مختبرات الوزارة أعلاه.

أسلوب العمل

اعتمدت الدراسة على نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الآبار المحفورة في محافظة كركوك، إضافة إلى المعلومات الهيدروليكية لهذه الآبار والمسجلة في بنك المعلومات (وزارة الموارد المائية، 2007) وكذلك التي وردت في دراسة سعود ومحمد (2007) والمعلومات الجيولوجية الواردة في دراسة Sissakian (1992). وتم اعتماد نتائج التحاليل

الكيميائية والهيدروليكية للآبار التي تقع ضمن منطقة محافظة كركوك التي سجلت في العام 2007، وكان عددها 90 بئراً وجميعها آبار أنبوبية عميقة.

جيولوجية منطقة الدراسة

تظهر المكاشف الصخارية في منطقة الدراسة ابتداءاً من صخور عصر المايوسين المتوسط – البلايستوسين المتمثلة بتكوينات الفتحة وانجانة والمقدادية وباي حسن وكذلك ترسبات العصر الرباعي، وتشمل مناطق واسعة منها ترسبات الشرف النهرية والمنحدرات وملئ الوديان، الترب الجبسية، السبخة والكثبان الرملية (Sissakian, 1992) (الشكل 2).

بنيوياً، تقع منطقة محافظة كركوك ضمن الرصيف غير المستقر متمثلاً بنطاق الطيات العالية، حزام السليمانية – زاخو ونطاق الطيات الواطئة وضمن جزئي جمجمال – أربيل، مكحول – حمرين. وجزء صغير منها يقع ضمن نطاق السهل الرسوبي (حزام تكريت – العمارة) (Al-Kadhimi *et al*., 1996).

تركيبياً، تتواجد في المنطقة طيات محدبة هي: قرة بوتاق، جمجمال الشمالية وباي حسن وجزء من طية بلخانة إضافة إلى طية كركوك الممتد من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي وسط منطقة الدراسة ويعتبر من أهم التراكيب، حيث انه قسم المنطقة الى حوضين هيدروجيولوجيين، وكما سيرد ذلك لاحقاً. أما الصدوع فهناك ثلاثة صدوع كبيرة وهي من الصدوع المعكوسة (الشكل 2) وهذه الصدوع لعبت دورا أساسياً في انبثاق العيون على سطح الأرض، بالإضافة الى تحديد اتجاهات حركة المياه الجوفية.

جيومورفولوجياً، قسم Sissakian (1992) منطقة محافظة كركوك الى قسمين رئيسيين، أولهما وسط وغرب وجنوب المنطقة، حيث يتألف من أراضي شبه منبسطة وبعض التلال والهضاب المتموجة باتجاه شمال غرب – جنوب شرق، وثانيهما يتألف من منطقة الجبال في شمال شرق المحافظة وفي أقصى جنوبها الغربي. يتراوح ارتفاع المنطقة فوق مستوى سطح البحر مابين 1294 متر في الزاوية الشمالية الشرقية الى 129 متر في الزاوية الجنوبية الغربية.

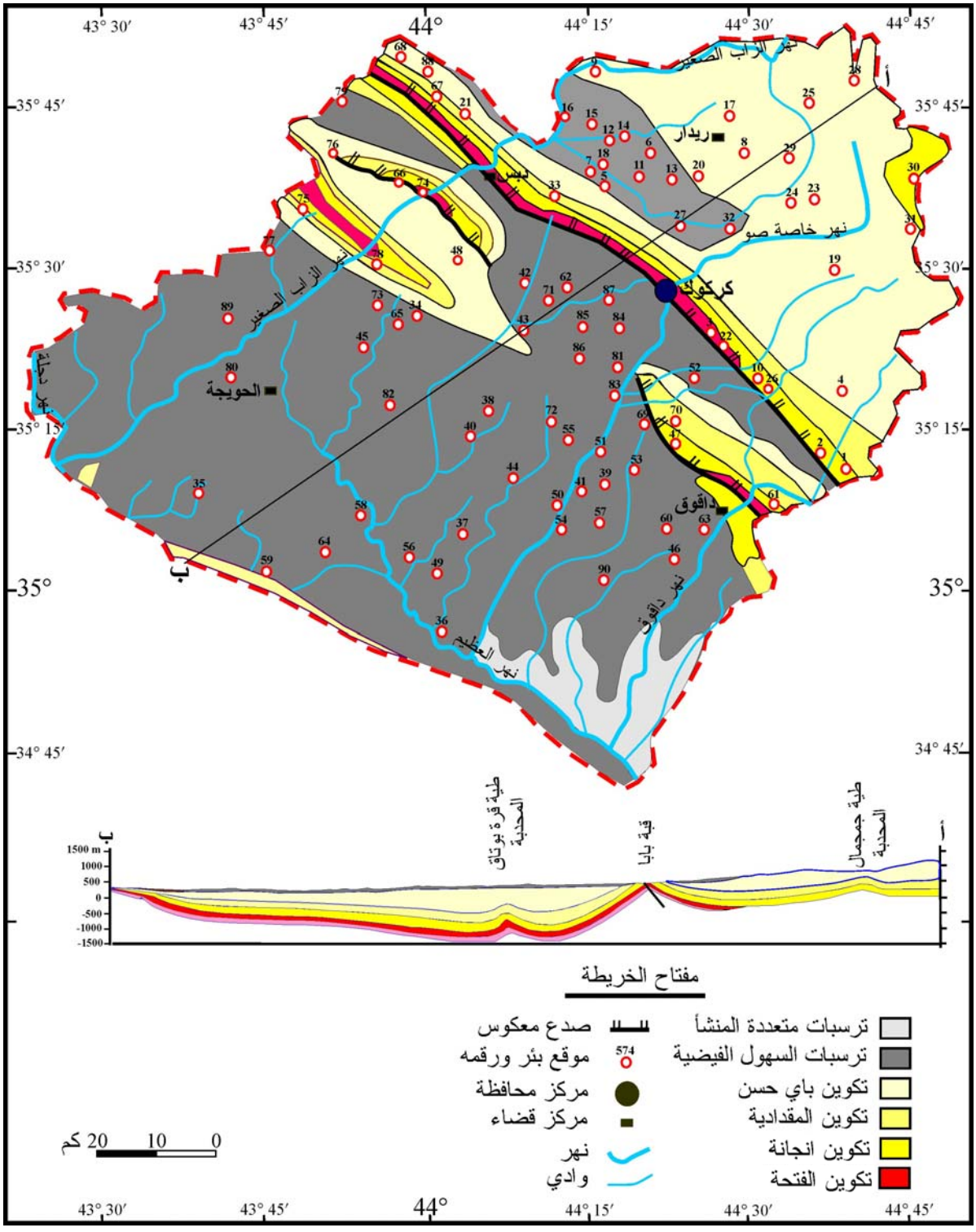
الوضع الهيدروجيولوجي

يعتمد الوضع الهيدروجيولوجي للخزانات الجوفية بصورة عامة على الطبيعة الجيولوجية ونوعية الصخور الحاملة للمياه الجوفية، والوضع التركيبي والطوبوغرافي للمنطقة وعليها يعتمد تواجد المياه الجوفية وأعماقها وطبيعة حركتها ونوعيتها. اعتماداً على الخريطة الجيولوجية والتركيبية والمقاطع العرضية للتكوينات الجيولوجية في منطقة محافظة كركوك (Sissakian, 1992 and 2000) (الشكل 2) وعلى المعلومات الهيدروليكية والهيدروكيميائية للآبار المحفورة من قبل وزارة الموارد المائية (بنك المعلومات، 2002) تم تحديد حوضين هيدروجيولوجيين رئيسيين تأثرا بنوعية الصخور المتكشفة في المنطقة، إضافة إلى التراكيب الجيولوجية كالصدوع والطيات التي تميز المنطقة، حيث اعتبر تركيب قبة بابا، ضمن طية كركوك، الممتد وسط منطقة المحافظة من شمالها الغربي الى جنوبها الشرقي حداً هيدروجيولوجياً قسم منطقة الدراسة إلى حوضين هيدروجيولوجيين. أولهما يمتد من أقصى الشمال الشرقي عند حدود المحافظة مع محافظة السليمانية إلى تركيب قبة بابا، وتتواجد المياه الجوفية فيه بصورة أساسية ضمن تكويني المقدادية وباي حسن، وثانيهما يمتد بين تركيب قبة بابا وتركيب حمرين الممتد جنوب غرب المنطقة (الشكل 3). وتتواجد المياه الجوفية فيه بصورة أساسية ضمن ترسبات العصر الرباعي وتكوين باي حسن.

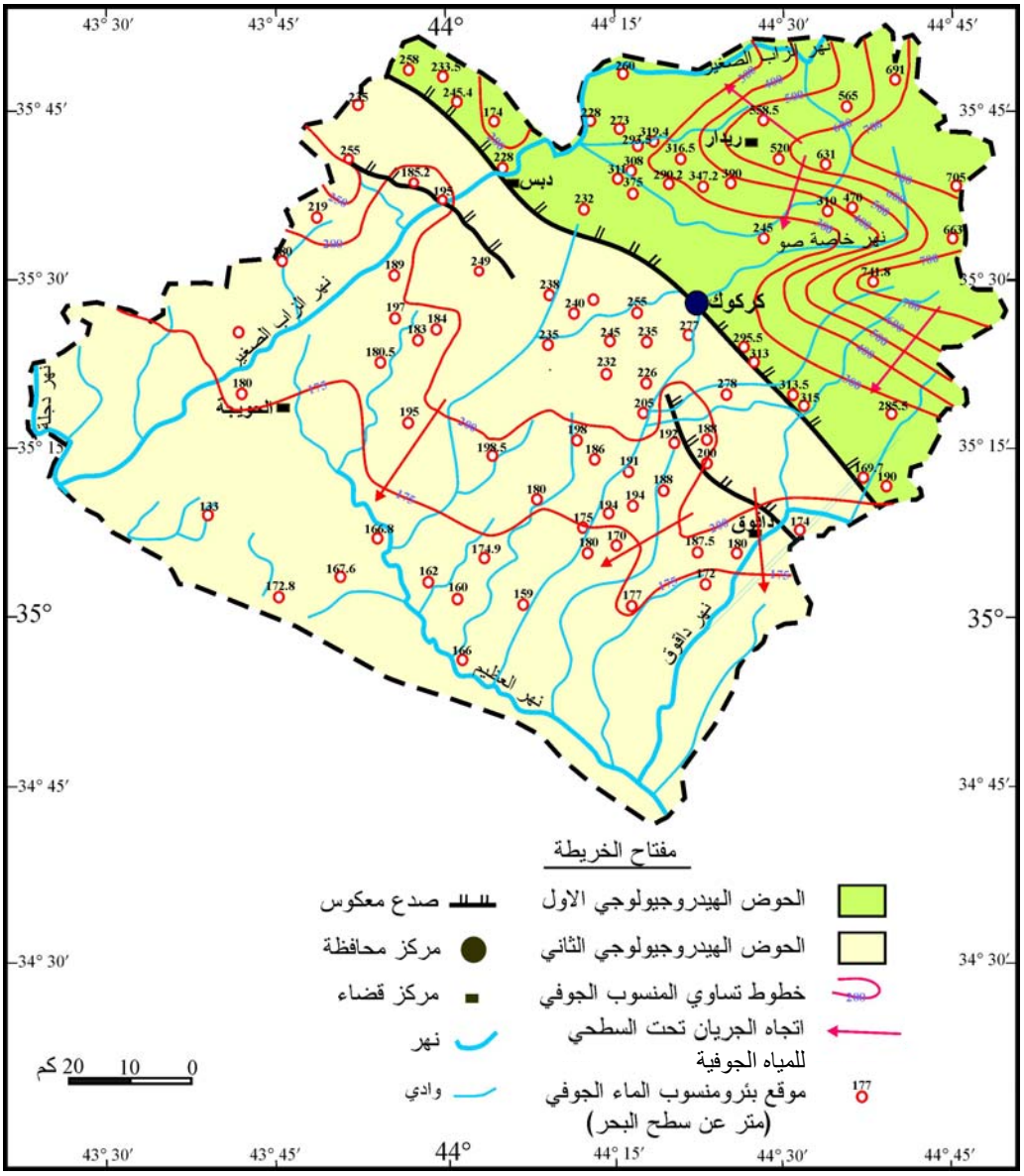
- **نظام حركة المياه الجوفية ومستوياتها**

من خلال دراسة مستويات المياه الجوفية (الشكل 3) يتبين بان اتجاه حركة المياه الجوفية في الحوض الهيدروجيولوجي الأول يكون باتجاهين: أولهما باتجاه الشمال الغربي وثانيهما باتجاه الجنوب الغربي، وفي الحوض الهيدروجيولوجي الثاني فان حركة المياه الجوفية تكون باتجاه الجنوب الغربي.

إن مستوى المياه الجوفية في مناطق التغذية شمال شرق منطقة الحوض الهيدروجيولوجي الأول كان بحدود 741 متر فوق مستوى سطح البحر، ليصل الى 174 متر فوق مستوى سطح البحر غرب الحوض. أما في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني، فان مستوى المياه الجوفية كان بحدود 255 متر فوق مستوى سطح البحر شرق وشمال غرب الحوض، ليصل الى 133 متر فوق مستوى سطح البحر جنوب الحوض.



شكل 2: خريطة جيولوجية لمحافظة كركوك (بتصرف عن Sissakian, 2000)



شكل 3: خريطة تساوي منسوب الماء الجوفي (متر عن سطح البحر)

- **الخواص الهيدروليكية للأحواض الهيدروجيولوجية**

إن قيم معامل الناقلية لآبار الحوض الهيدروجيولوجي الأول متفاوتة بشكل نسبي نتيجة لطبيعة الطبقة الحاملة للمياه الجوفية وهي من نوع الترسبات الفتاتية. فالآبار التي تؤشر معامل ناقليه مرتفع تقع في المناطق القريبة من أماكن تجمع الجريان تحت السطحي والأنهار الرئيسية التي تمر بالمنطقة. أما الآبار التي تؤشر معامل ناقليه واطئ وهي قليلة ومنها الآبار 3، 18، 19 و 30 (الجدول 1) فان مواقعها تكون خارج مناطق تجمع المياه، وربما تعتمد على المسامية الأولية للصخور ومقدار نفاذيتها. إن قيم معامل الناقلية في هذا الحوض تراوحت مابين (5 – 897) م^2/ يوم (الجدول 1). إن طبيعة الخزان الجوفي لهذا الحوض هي مابين المقيد الى الحر، وهذا يعتمد على أماكن تواجده ونوعية الطبقات التي تضم هذه المياه، فعندما تتواجد طبقات صماء عازلة فوق مستوى احتواء الماء الجوفي يصبح الخزان مقيداً والعكس صحيح، ويصعب تحديد هذه الطبقات لعدم وجود مقاطع صخارية للآبار المحفورة، وكذلك لعدم وجود آبار مخترقة لكامل التكوينات الحاملة للمياه الجوفية، فعليه يصعب إيجاد السمك المشبع لهذا الحوض. تراوح عمق المياه الجوفية مابين (0 – 90) متر عن سطح الأرض (الجدول 1). إن أقل انخفاضاً لمنسوب الماء الجوفي عند ضخ المياه بلغ 2.6 متر بإنتاجية 736 م^3/ يوم، وان أعلى انخفاض لمنسوب الماء الجوفي بلغ 62 متر بإنتاجية 389 م^3/ يوم (سعود ومحمد، 2007).

إن قيم معامل الناقلية لآبار الحوض الهيدروجيولوجي الثاني شبه متجانسة على مساحة الحوض، ماعدا بعض القيم العالية أو الواطئة لآبار محدودة وفي أماكن متفرقة، ويعود ذلك الى كون هذا الحوض يقع ضمن الترسبات الفتاتية للعصر الرباعي وتكوين باي حسن. تراوحت قيم معامل الناقلية مابين (3 – 728) م^2/ يوم (الجدول 2). إن طبيعة الخزان الجوفي لهذا الحوض هي مابين الحر الى المقيد وهذا يعتمد على أماكن تواجد هذه الآبار ونوعية الطبقات التي تضم هذه المياه. فعندما تتواجد طبقات صماء عازلة فوق مستوى احتواء المياه الجوفية يصبح الخزان مقيداً والعكس صحيح، ويصعب تحديد هذه الطبقات لعدم وجود مقاطع صخارية للآبار المحفورة، ولعدم وجود آبار مخترقة لكامل التكوين، فعليه أصبح من الصعب إيجاد السمك المشبع لهذا الحوض. تراوح عمق المياه الجوفية مابين (1 – 60) متر عن سطح الأرض. إن أقل انخفاض لمنسوب المياه الجوفية بلغ 1.8 متر عند ضخ المياه بإنتاجية 327 م^3/ يوم وان أعلى انخفاض لمنسوبها بلغ 88 مترا بانتاجية231 م^3/ يوم (سعود ومحمد، 2007).

جدول 1: المعاملات الهيدروليكية للآبار المحفورة في الحوض الهيدروجيولوجي الأول
(سعود ومحمد، 2007)

رقم البئر	ارتفاع البئر (متر) عن سطح البحر	العمق الكلي للبئر (متر)	عمق الماء الجوفي (متر)	منسوب الماء الجوفي (متر) عن سطح البحر	الإنتاجية (م^3/يوم)	النفاذية (متر/يوم)	الناقلية (م^2/يوم)	نوع الخزان الجوفي
1	240	62	50	190	130	13	117	مقيد
2	210	62	40.3	169.7	-	-	-	مقيد
3	315	205	19.5	295.5	104	0.1	30	مقيد
4	295	247	9.5	285.5	1847	0.4	58	حر
5	400	175.5	24.1	375.9	3744	2.5	334	مقيد
6	350	145	33.5	316.5	2952	4.9	430	مقيد
7	337.6	169.8	25.8	311.8	2742	1.9	179	حر
8	520	159	0	520	518	35.3	546	مقيد
9	260	92	0	260	-	-	-	مقيد
10	350	182.9	36.5	313.5	1801	-	-	حر
11	340	116.5	47.8	292.2	1961	7.1	487	مقيد
12	321.5	110	28	293.5	907	9.7	136	حر
3	401.2	120	54	347.2	713	1.5	99	مقيد
14	357.4	74	38	319.4	421	1.1	21	مقيد
15	300	105	27	273	907	11.4	114	حر
16	240	42	12	228	907	5.8	105	حر
17	642.5	130	84	558.5	104	0.3	70	حر
18	320	81	12	308	907	2.2	103	حر
19	761.8	82	20	741.8	259	3	6	حر
20	430	120	40	390	583	5	33	مقيد
21	215	88	41	174	907	23	897	حر
22	340	166	27	313	907	0.5	55	مقيد
23	470	44	0	470	972	-	-	حر
23	400	201	90	310	160	-	-	مقيد
25	600	97	35	565	389	0.3	14	مقيد
26	350	78	35	315	389	1.3	22	حر
27	395	121	55	340	583	2	129	مقيد
28	700	69	9	691	648	0.6	22	مقيد
29	650	82	19	631	454	0.4	18	مقيد
30	750	94	45	705	130	0.2	5	حر
31	700	130	37	663	551	0.4	12	حر
32	270	130	25	245	1166	1.5	143	مقيد
33	260	51.4	28	232	408	2.3	42	مقيد

جدول 2: المعاملات الهيدروليكية للآبار المحفورة في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني
(سعود ومحمد، 2007)

رقم البئر	ارتفاع البئر (متر) عن سطح البحر	العمق الكلي للبئر (متر)	عمق الماء الجوفي (متر)	منسوب الماء الجوفي (متر) عن سطح البحر	الإنتاجية ($م^3$/يوم)	النفاذية (متر/يوم)	الناقلية ($م^2$/يوم)	نوع الخزان الجوفي
34	235	67.5	50.2	184.8	2640	-	-	-
35	168	112	35	133	495	1.6	50	-
36	174	261	18	166	330	0.5	27	-
37	180	64.2	5.1	174.9	396	2.7	111	حر
38	215	375	34.5	180.5	43	-	3	-
39	200	213.6	6	194	1359	-	-	حر
40	200.4	207	1.9	198.5	598	-	-	حر
41	197	132	3	194	1037	8	84	حر
42	252	95	14	238	881	3.9	43	حر
43	250	105	15	235	717	8.1	81	حر
44	205	175	25	180	648	0.1	16	حر
45	205.5	156	25	180.5	976	-	-	مقيد
46	187	81	15	172	968	-	-	حر
47	248.5	98	48	200.5	745	2.3	87	حر
48	280	98	31	249	594	0.5	29	مقيد
49	165.6	124	5	160.6	196	0.5	4	حر
50	185	142	10	175	778	2.7	64	حر
51	212	95	21	191	1296	40.4	728	حر
52	295	76	17	278	907	4.5	266	مقيد
53	213	124	25	188	648	0.9	22	حر
54	181.6	91	1	180.6	972	24	528	حر
55	211	136	25	186	583	1.5	28	حر
56	165	156	2.5	162.5	3888	-	-	مقيد
57	172.9	76	2	170.9	1166	-	-	حر
58	168.8	-	2	166.8	1166	-	-	حر
59	232.8	160	60	172.8	648	0.3	14	حر
60	207.5	102	20	187.5	843	1	72	مقيد
61	204.2	73	30	174.2	648	4.2	8	حر
62	168.8	130	24	144.8	842	4.2	163	حر
63	220	80	40	180	907	11.6	220	حر
64	177.6	109	10	167.6	1296	7	161	حر
65	207.4	101	24	183.4	648	3.5	214	حر
66	218.2	83	33	185.2	907	7.3	333	مقيد
67	245.4	107	30	215.4	778	0.6	21	حر
68	278	102	20	258	907	2.3	51	حر
69	240	109	48	192	972	2.4	103	حر
70	250	116	62	188	583	2.1	109	مقيد
71	260	85	20	240	842	16.3	244	حر
72	220	90	22	198	907	24	347	حر
73	240	103	43	197	583	4.6	128	حر
74	220	93	25	195	972	3.2	114	حر
75	240	96	21	219	324	0.2	11	حر
76	280	94	25	255	907	1.9	110	حر
77	215	68	35	180	940	5.1	91	حر
78	240	115	51	189	17	455	6.7	حر
79	275	140	40	235	648	1.3	31	مقيد
80	195	90	15	180	778	0.5	32	مقيد
81	255	86	29	226	907	3.6	68	حر

... تكملة الجدول 2

حر	35	1.6	907	195	15	178	210	82
مقيد	176	1.9	1166	205	35	134	240	83
حر	297	3.1	907	235	35	140	270	84
مقيد	143	1.5	1166	245	25	130	270	85
مقيد	85	1.1	713	232	18	100	250	86
حر	35	0.3	713	255	25	150	280	87
مقيد	382	11	2608	233.5	26.5	61.2	260	88
حر	61	0.8	878	241.9	58	84	299.9	89
حر	239	23.9	972	177	13	85	190	90

- **الصفات الهيدروكيميائية للأحواض الهيدروجيولوجية**

درست الخواص الهيدروكيميائية للأحواض الهيدروجيولوجية بالاعتماد على نتائج التحاليل الكيميائية التي أجريت على نماذج المياه التي التقطت من 33 بئرا في الحوض الهيدروجيولوجي الأول (الجدول 3) و57 بئرا في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني (الجدول 4).

جدول 3: نتائج التحاليل الهيدروكيميائية لمياه آبار الحوض الهيدروجيولوجي الأول
(سعود ومحمد، 2007)

رقم البئر	الايونات الموجبة (ملغرام/ لتر)			الايونات السالبة (ملغرام/ لتر)			كمية المواد الصلبة الذائبة (ملغرام/ لتر)	الأس الهيدروجيني
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	HCO_3^{-}	$SO_4^{=}$	Cl^{-}	NO_3^{-}	
3	117	70	81	134	538	46	134	1000	-
4	64	63	193	215	580	80	-	1000	-
5	80	43	12	280	110	30	25	438	-
6	56	14	9	210	25	10	15	232	-
7	72	43	20	260	40	35	20	428	-
8	56	14	9	220	0.0	10	10	300	-
9	85	-	-	150	138	28	-	510	-
10	42	25	31	250	40	21	-	282	-
11	40	19	32	220	40	10	15	264	-
12	37	28	21	226	38	9	19	272	-
13	52	18	14	213	17	9	15	248	-
14	38	16	10	171	14	21	18	201	-
15	37	22	18	177	34	7	26	243	-
16	22	18	19	186	32	7	10	211	-
17	39	17	50	207	90	14	11	323	-
18	34	27	30	152	82	9	25	282	-
19	52	9	10	190	16	5	5	190	-
20	44	18	20	171	27	12	35	240	-
21	100	19	36	163	180	36	12	463	-
22	74	31	35	140	220	27	14	470	-
23	38	23	30	168	68	21	21	304	-
24	26	14	19	163	16	5	16	180	-
25	40	12	18	214	17	-	10	204	-
26	58	22	24	278	25	21	32	320	-
27	52	22	26	238	67	11	15	312	8
28	38	10	36	217	32	7	9	239	8
29	34	16	12	190	10	4	9	190	-
30	66	15	7	256	30	5	13	264	-
31	32	16	8	153	14	4	13	163	-
32	62	43	101	238	277	39	39	686	-
33	58	65	39	244	250	14	11	567	8

جدول 4: نتائج التحاليل الهيدروكيميائية لمياه آبار الحوض الهيدروجيولوجي الثاني
(سعود ومحمد، 2007)

رقم البئر	الايونات الموجبة (ملغرام/لتر)			الايونات السالبة (ملغرام/ لتر)				كمية المواد الصلبة الذائبة (ملغرام/ لتر)	الأس الهيدروجيني
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	HCO_3^-	$SO_4^=$	Cl^-	NO_3^-		
34	150	56	434	144	1100	120	-	2145	-
35	506	82	92	140	1565	96	-	2487	7.5
36	118	31	233	113	632	142	-	1260	8
37	296	206	768	90	2317	497	-	4500	8.2
38	636	313	718	85	2459	1265	-	4432	7.6
39	164	130	398	183	1304	213	-	2460	8
40	260	199	576	85	1487	781	-	3700	8
41	200	130	485	152	1547	249	-	2800	8
42	336	292	750	146	2776	335	30	4850	8
43	460	389	1058	201	3360	249	58	4445	7.6
44	400	302	1150	134	2597	1350	123	4973	7.6
45	112	54	209	244	624	53	14	1316	8
46	112	78	71	226	422	96	3	893	8
47	112	102	205	256	730	103	-	1390	-
48	142	60	164	158	657	78	-	1179	8
49	240	98	621	183	1032	781	13	2980	8.2
50	340	280	950	154	2455	995	53	3515	8.2
51	300	268	610	177	2539	249	26	4166	8
52	120	95	147	207	739	71	18	1398	7.9
53	394	59	295	207	1152	71	11	2020	8.2
54	260	171	563	183	1944	249	19	3403	8.1
55	144	103	453	217	1320	99	55	2300	8
56	348	222	727	89	1692	981	83	4151	8
57	252	153	591	119	1956	266	25	3377	8
58	108	63	474	85	751	504	28	2019	-
59	560	158	255	55	2350	98	58	3533	7.6
60	84	71	92	232	395	62	12	831	-
61	98	55	74	140	370	60	14	823	-
62	80	44	116	168	332	82	3	752	-
63	60	32	39	116	173	21	10	404	-
64	192	180	1196	140	1840	1261	85	4893	-
65	46	15	46	195	82	18	-	303	-
66	160	19	46	156	218	44	-	510	-
67	52	43	159	162	358	64	9	847	-
68	128	81	236	146	814	151	78	1632	-
69	82	101	173	113	662	178	15	1267	-
70	33	26	108	195	216	25	23	529	-
71	126	135	178	217	838	92	26	1512	-
72	200	183	621	162	1974	202	21	3289	-
73	84	66	115	220	400	50	23	859	-
74	288	159	598	186	1900	426	55	3520	-
75	320	93	147	104	1156	117	5	1890	-
76	160	81	403	256	962	213	18	1965	-
77	66	16	19	180	87	14	6	287	-
78	95	31	60	210	216	23	14	524	-
79	64	17	77	180	178	18	37	481	-
80	392	200	943	131	1035	1864	41	4546	7.6
81	188	178	248	262	1149	124	28	2061	-
82	416	175	656	104	1688	959	-	4112	8

... تكملة الجدول 4

-	1525	15	107	860	204	161	117	164	83
-	838	21	32	381	305	64	74	114	84
-	686	39	39	277	238	101	43	62	85
-	3163	22	89	1973	281	506	248	176	86
-	746	17	53	298	278	109	71	60	87
-	2505	180	250	1160	170	366	133	200	88
8	1517	51	266	605	128	334	70	60	89
8.1	808	2	53	412	198	83	71	88	90

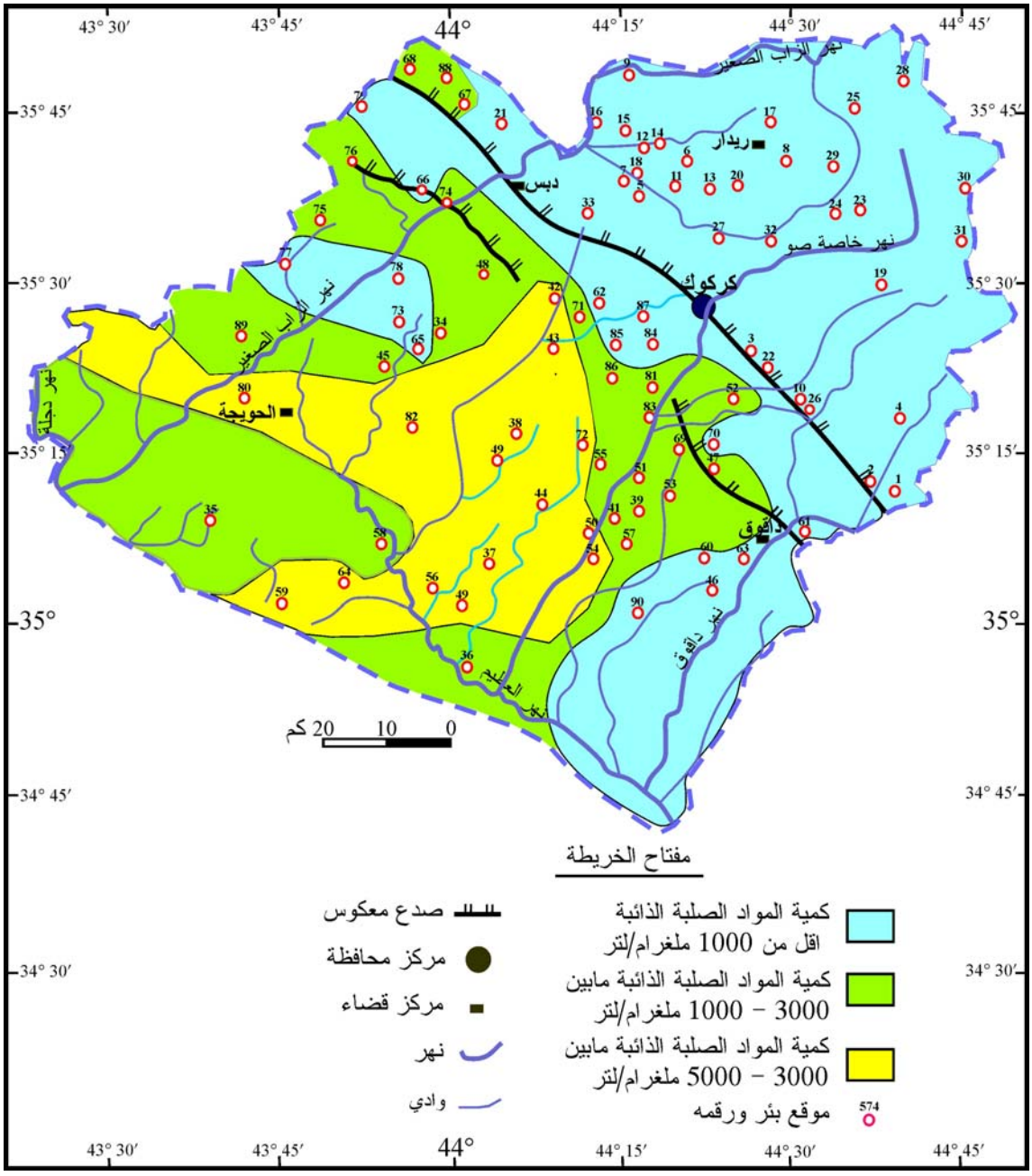
- **كمية المواد الصلبة الذائبة (T.D.S) وتوزيعها المكاني**

إن نوع وتركيز كمية المواد الصلبة الذائبة في المياه الجوفية يعتمد على أصل الحوض وبيئته ونظام حركة المياه الجوفية فيه، ويعبر عنها بـ ملغرام/ لتر. يبين الشكل (4) إن كمية المواد الصلبة الذائبة في مياه الحوض الهيدروجيولوجي الأول متجانسة بتوزيعها المكاني، وهي لا تتجاوز 1000 ملغرام/ لتر وهي من النوع العذب، والسبب في ذلك يعود لقرب مصادر التغذية من هذا الحوض وعدم تواجد ترسبات لصخور المتبخرات في ممراتها، والآبار التي سجلت ارتفاعاً في قيم كمية المواد الصلبة الذائبة تواجدت على امتداد تركيب قبة بابا، حيث تظهر مكاشف تكويني الفتحة وانجانة ومنها الآبار 1، 2، 3 و 33 (الجدول 3). أما في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني، فيلاحظ بأنها غير متجانسة بتوزيعها المكاني وتتفاوت مديات كمياتها بصورة واسعة وهي مابين (287 – 4973) ملغرام/ لتر (الجدول 4). وهذا يعود الى تواجد الترب الجبسية التي تغطي أجزاء كبيرة من مساحة الحوض وكذلك تواجد مكاشف تكويني الفتحة وانجانة، وقسمت الى ثلاثة مجاميع (الشكل 4) وحسب تصنيف Altoviski (1962). فالمجموعة الأولى كانت كمية المواد الصلبة الذائبة فيها اقل من 1000 ملغرام/ لتر وهي من النوع العذب وهذه المياه تمتد ضمن ترسبات تكوين باي حسن والسهول الفيضية، وان عمق آبارها يصل إلى 150 متر وانحصرت بالمناطق القريبة من الأنهار الرئيسة التي تمر بالمنطقة وتركزت في المناطق الشمالية الغربية والوسطى، ضمن مجرى نهر الزاب الأسفل والمناطق الجنوبية، ضمن مجرى نهر داقوق (الشكل 4). أما المجموعة الثانية فكانت كمية المواد الصلبة الذائبة فيها مابين (1000 – 3000) ملغرام/ لتر، وهي من النوع ضعيف الملوحة وتمتد من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي موازية لتركيب قبة بابا وكذلك في الجنوب الغربي من الحوض (الشكل 4). وفي المجموعة الثالثة كانت كمية المواد الصلبة الذائبة فيها مابين (3000 – 5000) ملغرام/ لتر، وهي من النوع متوسط الملوحة وتتركز في المناطق الوسطى والغربية من منطقة محافظة كركوك (الشكل 4).

- **النوع الكيميائي للمياه**

إن نوعية المياه تختلف لمديات واسعة وهذه الاختلافات الكيميائية قد لا تتماشى بصورة عامة مع التغيرات في التكوينات الجيولوجية والتركيب الصخاري الحامل للمياه، بل تعتمد الى حد كبير على التركيب البنيوي والطوبوغرافي للمنطقة. بينت نتائج التحاليل الكيميائية لمياه الآبار في منطقة الدراسة إن نوعية المياه في الخزان الجوفي للحوض الهيدروجيولوجي الأول قد تشكلت بمجموعتين: أولهما وهي الغالبة كانت من مجموعة البيكاربوناتية ونوعيتها كالسيوم – بيكاربونات، وتشكل حوالي 87% من مجموع آبار الحوض. وثانيهما من مجموعة الكبريتاتية ونوعيتها صوديوم – كبريتات ومغنيسيوم – كبريتات، وتشكل 13% من مجموع آبار الحوض. إن سيادة مجموعة البيكاربوناتية في هذا الحوض دلالة على كون مناطق التغذية قريبة جداً من الحوض الجوفي وعدم انتقال هذه المياه لمسافات طويلة وبالتالي عدم تلوثها. أما الآبار التي لوحظ فيها زيادة نسبة الكبريتات، فذلك يعود لكونها تقع موازية لتركيب قبة بابا الذي تظهر فيه مكاشف صخور المتبخرات بصورة عامة والعائدة لتكوين الفتحة.

بينت نتائج كافة التحاليل الكيميائية لمياه آبار الخزان الجوفي في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني بكونها من مجموعة الكبريتات، أما نوعيتها فقد شكلت ثلاثة مجاميع: أولها وهي الغالبة كانت من نوع صوديوم – كبريتات بنسبة 78%، أما المجموعة الثانية كانت من نوع كالسيوم – كبريتات بنسبة 18.5%، والمجموعة الثالثة كانت من نوع مغنسيوم – كبريتات بنسبة 3.4%، وهذا يعود الى كون هذا الحوض مغطى بترسبات الترب الجبسية وان مصادر تغذيته تمر بمكاشف تكوين الفتحة الغني بالمتبخرات، وسيادة ايون الصوديوم يدل على إن المياه هي مياه جوية.



شكل 4: توزيع المواد الصلبة الذائبة في مياه الآبار المحفورة في محافظة كركوك

▪ الأس الهيدروجيني (pH)

إن قيم الأس الهيدروجيني لآبار الحوض الهيدروجيولوجي الأول كانت 8، بينما تراوحت قيمها في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني مابين 7.5 الى 8.2 (الجدولين 3 و4) أي إنها تمتاز بالقاعدية القليلة في عموم منطقة محافظة كركوك وهذه القيم ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفتين القياسيتين العراقية والعالمية (الجدول 5).

▪ صلاحية استخدام المياه لأغراض شرب الإنسان

لغرض بيان صلاحية المياه الجوفية لشرب الإنسان، تم اعتماد المواصفتين القياسيتين العراقية (I.R.S, 1996) والعالمية لمنظمة الصحة العالمية (WHO, 2006) (الجدول 5). ان كلا المواصفتين العراقية والعالمية اعتمدتا على نسب تركيز الايونات الموجبة والسالبة مقاسة بـ ملغرام/ لتر وعلى كمية المواد الصلبة الذائبة (TDS) مقاسة بـ ملغرام/ لتر.

جدول 5: حدود تركيز الأيونات الموجبة والسالبة حسب المواصفتين القياسيتين العالمية (WHO, 2006) والعراقية (IRS, 1996)

الأيونات الموجبة والسالبة والمعطيات الفيزيائية	الحد الأعلى للتركيز (ppm)	
	منظمة الصحة العالمية (WHO, 2006)	المواصفة القياسية العراقية (IRS, 1996)
K^+	12	-
Na^+	200	200
Mg^{++}	125	50
Ca^{++}	75	50
Cl^-	250	250
$SO_4^=$	250	250
NO_3^-	50	50
كمية المواد الصلبة الذائبة (TDS)	500 -1000	1000
العسرة الكلية (ppm)	-	500
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5

من مقارنة نتائج التحاليل الكيميائية لمياه آبار المحافظة مع المواصفتين القياسيتين (الجدول 5) وبعد إجراء الفحص الجرثومي عليها لبيان خلوها من الملوثات تبين بان مياه جميع الآبار المحفورة في الحوض الهيدروجيولوجي الأول (الجدول 1) صالحه لشرب الإنسان. في حين بينت نتائج التحاليل الكيميائية لمياه آبار الحوض الهيدروجيولوجي الثاني (الجدول 2) عدم صلاحيتها لشرب الإنسان، ماعدا بعض الآبار التي توزعت كما يلي: الآبار 61، 62، 66، 70، 79، 84، 85 و87 ضمن شريط طولي بموازاة الجانب الغربي لقبة بابا (الشكل 4)، والآبار الواقعة جنوب مركز محافظة كركوك وهي 46، 60، 63 و 90 (الشكل 4)، والآبار الواقعة غرب محافظة كركوك وهي 65، 73، 77 و78 (الشكل 4).

- **صلاحية استخدام المياه للأغراض المختلفة**

بين سعود ومحمد (2007) إن مياه الحوض الهيدروجيولوجي الأول صالحة للأغراض الزراعية والصناعية وشرب الحيوانات. بينما غالبية مياه الحوض الهيدروجيولوجي الثاني غير صالحة للاستخدامات المختلفة، لأن نسب الأملاح الذائبة فيها أكثر من معدلاتها الطبيعية، ماعدا بعض الآبار القريبة من أحواض انهار الزاب الأسفل وداقوق والخاصة صو والتي تصل أعماقها الى تكوين باي حسن فهي صالحة لمختلف الاستخدامات.

الإستنتاجات

- تتواجد المياه الجوفية في منطقة الدراسة في حوضين هيدروجيولوجيين منفصلين تركيبياً وذلك بواسطة تركيب قبة بابا الممتد وسط محافظة كركوك من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي. أولهما يمتد من الشرق والشمال الشرقي الى تركيب قبة بابا وان مياهه تتواجد ضمن الصخور الفتاتية لتكويني المقدادية وباي حسن، وثانيهما يمتد مابين تركيب قبة بابا وتركيب حمرين الممتد جنوب غرب منطقة الدراسة وان مياهه تواجدت ضمن ترسبات العصر الرباعي والصخور الفتاتية لتكوين باي حسن. تتحرك المياه الجوفية في كلا الحوضين من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي باستثناء جزء صغير في شمال غرب الحوض الأول، حيث تكون الحركة باتجاه شمال غرب.
- مستوى المنسوب الجوفي في الحوض الهيدروجيولوجي الأول هو بحدود 741 متر فوق مستوى سطح البحر في الشمال الشرقي ليصل الى 174 متر فوق مستوى سطح البحر غرب الحوض. وعمق المياه الجوفية فيه مابين (0 – 90) متر عن مستوى سطح الأرض. بينما مستوى المنسوب الجوفي في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني هو بحدود 255 متر فوق مستوى سطح البحر في الشمال الغربي والجنوب الشرقي ليصل الى 133 متر فوق مستوى سطح البحر جنوب غربه، وعمق المياه الجوفية فيه مابين (1 – 60) متر عن مستوى سطح الأرض.
- تراوحت قيم معامل الناقلية للحوض الهيدروجيولوجي الأول مابين (5 – 897) م^2/ يوم وهي غير متجانسة بتوزيعها المكاني. وتراوحت قيم معامل الناقلية للحوض الهيدروجيولوجي الثاني ما بين (3 – 728) م^2/ يوم وهي شبه متجانسة بتوزيعها المكاني.

- إن المياه الجوفية المتواجدة في الحوض الهيدروجيولوجي الأول صالحة لجميع أنواع الاستخدامات وبعد التأكد من خلوها من الملوثات الأحيائية، وهذا يعود الى كون مناطق التغذية قريبة من منطقة الخزان الجوفي الذي لا يعلوه ترب جبسية أو صخور جبسية والتي تسبب زيادة الملوحة فيه، وهي من مجموعة بيكاربونات والنوع الغالب فيها كالسيوم – بيكاربونات ذات الأصل الجوي.
- إن المياه الجوفية المتواجدة في الحوض الهيدروجيولوجي الثاني فغالبيتها غير صالحة للاستخدامات المختلفة كون نسب كمية المواد الصلبة الذائبة فيها أكثر من معدلاتها الطبيعية وذلك يعود الى لأن الخزان الجوفي يقع تحت تكشفات الترب الجبسية لترسبات العصر الرباعي وان معظم تغذيتة تأتي عبر المياه التي تجري فوق صخور تكوين الفتحة الغني بصخور الجبس، ماعدا بعض الآبار القريبة من أحواض انهار الزاب الأسفل وطاووق صو والخاصة صو والتي تصل أعماقها الى تكوين باي حسن ومياهه من مجموعة الكبريتات والنوع الغالب فيها صوديوم – كبريتات ذات الأصل الجوي.

المصادر

سعود، قيس جاسم ومحمد، رضا عبد الامير،2007. دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة كركوك والمحددة باللوحة NI-38-2، مقياس 1: 000 250. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، تقرير داخلي رقم 2986.

وزارة الموارد المائية، 2002. بنك المعلومات الخاص بالمعلومات الهيدروجيولوجية والهيدروكيميائية للآبار المحفورة.

Al-Kadhimi, J.A.M, Sissakian, V.K., Fatah, A.S., and Deikran, D.B., 1996. Tectonic Map of Iraq, scale 1: 1000 000, 2nd edit., GEOSURV, Baghdad, Iraq.

Altoviski, M.E., 1962. Handbook of Hydrogeology. Moscow, USSR, 614pp.

Araim, H.I., 1984. Regional Hydrogeology of Iraq: Vol. 6. GEOSURV, int. rep.no. 1450.

IRS,1996. Drinking Water Standards. Central Organization for Standardization and Quality Control.

Sissakian, V.K., 1992. The Geology of Kirkuk Quadrangle, sheet NI-38-2, scale 1: 250 000. GEOSURV, Baghdad, Iraq.

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

WHO, 2006. Guide lines for Drinking Water Quality, 1st addendum to the 3rd edit.: Vol. 1. World Health Organization, Geneva.