تقييم الخواص الهيدروكيميائية لمياه الينابيع المتدفقة على الجانب الغربي لنهر تكران في السليمانية - شمال شرق العراق

خلدون عباس معلة*

المستخلص

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق العراق ، في المنطقة الواقعة بين جبل ازمر وجبل كلكله . ان هذا الموقع قد منح المنطقة ظروف مناخية لها صفات السفانة ، وانتشار النفاذية الاولية والثانوية. تناول هذا البحث تقييم الخواص الهيدروكيميائية لمياه الينابيع المتدفقة على مدار السنة على الجانب الغربي لنهر تكران لاول مرة وبيان استعمالاتها.

اعتبر هذا البحث تكوين تانجيرو والوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء انطقة تصريف للمياه الجوفية ، وفي نفس الوقت تعتبر انطقة تغذية نتيجة لتظافر عوامل تركيبية – صخارية – مناخية – جيومورفولوجية. إضافة إلى أن التوزيع المنتظم للينابيع المائية على تكوين تانجيرو يعود لسيطرة توزيع السحنات الصخارية والكسور الثانوية في هذا التكوين . كما اعتبرت مكاشف تكوينات بالمبو وكوميتان وشيرانش مناطق تغذية للمياه الجوفية التي تجري باتجاه نهر تكران ، وهذا الاتجاه يطابق طوبوغرافية المنطقة .

بالرغم من محدودية عدد النماذج المائية المحللة فقد بينت هذه الدراسة ثلاثة أنواع من المياه الجوفية المتدفقة على الجانب الغربي لنهر تكران : النوع الأول مياه كاربوناتية – كالسيومية ، وهي غالبة التدفق في تكوين تانجيرو، وتمتاز بانها عذبة ومتعادلة وعسرة – عسرة جدا وتحتوي على نسب ضئيلة للايونات الفلزية الشحيحة ، وغير ملوثة بمواد عضوية ، وصالحة لشرب الإنسان والحيوانات وللاستخدامات الزراعية والصناعية. النوع الثاني مياه كاربوناتية – كبريتاتية – صوديومية، وهي قليلة التدفق في تكوين تانجيرو، وتمتاز بأنها مالحة وقاعدية ويسرة وتحتوي على نسب ضئيلة من الايونات الفلزية الشحيحة ، وغير ملوثة بمواد عضوية ولكنها ملوثة بنسب قليلة من كبريتيد الهيدروجين المذاب . كما انها تصلح لشرب الانسان والحيوانات ، ولا تصلح للاستخدام الزراعي، ولا تشكل خطورة في الاستخدام الصناعي. أما النوع الثالث مياه كاربوناتية – كالسيومية – مغنيسيومية، وهي غالبة التدفق في الوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء ، وتمتاز بانها عذبة ومتعادلة وعسرة جدا وتحتوي على نسب ضئيلة من الايونات الفلزية الشحيحة ، و ملوثة بنسب قليلة من كبريتيد الهيدروجين المذاب. كما أنها تصلح لشرب الإنسان والحيوانات، والاستخدامات الزراعية والصناعية.

التحاليل الهيدروكيميائية لغالبية الينابيع المائية تعكس الأصل البحري للمياه الجوفية المخلوطة مع المياه الجوية في الطبقات الحاملة لها.

EVALUATION OF THE HYDROCHEMICAL PROPERTIES OF THE WATER SPRINGS FLOWING ON THE WESTERN SIDE OF THE TAGARAN RIVER IN SULAIMANIYA - NORTHEAST IRAQ

Khaldoun A. Ma'ala

ABSTRACT

The study area is located in the northeastern part of Iraq, and lies at intermediate area between Qulqula and Azmur Mountains. The location gave Savanna properties to the climatic conditions and prevalence of primary and secondary permeabilities. This paper deals with the evaluation of the hydrochemical properties of the spring water that influx through out the year, in addition to asses their uses.

* خبير، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، ص.ب. 986، بغداد، العراق.

The Tanjero Formation and the Lower Unit of the Red Beds Group are considered here as discharge zone in the area and at the same time they are regarded as recharge zones due to the combination of the structural – lithological – climatical – geomorphological factors. In addition to the systematic distribution of water springs in the Tanjero Formation due to the systematic distribution of the lithological facies and the secondary fractures. As well as the outcrops of Balambo, Kometan and Shiranish Formations are considered as recharge zones for ground water, which are flowing towards Tagaran River. This direction is corresponding to the topographic setting of the area.

Although limited numbers of water samples were analyzed, the present study revealed three types of ground water. The first type is carbonate – calcium water, which is common type in Tanjero Formation .It is of fresh, neutral and hard to very hard characters, with little content of metallic ions, not polluted by organic matter, drinkable and suitable for agricultural and industrial uses. The second type is carbonatic – sulphatic – sodumic, which is uncommon type in the Tanjero Formation. It is of brackish, basic and fresh characters, with little content of metallic ions , not polluted by organic matter, drinkable and suitable for industrial uses, but not for agricultural uses. The third type is carbonatic – calciumic – magnisumic, which is common in the Lower Unit of the Red Beds Group. It is of fresh, neutral and very hard characters, with little content of metallic ions, not polluted by organic matter but slightly by soluble hydrogen sulphide, drinkable and suitable for agricultural uses. Most of the hydrochemical analysis of the water springs reflects the marine origin, which is mixed with rain water in the aquifers.

المقدمة

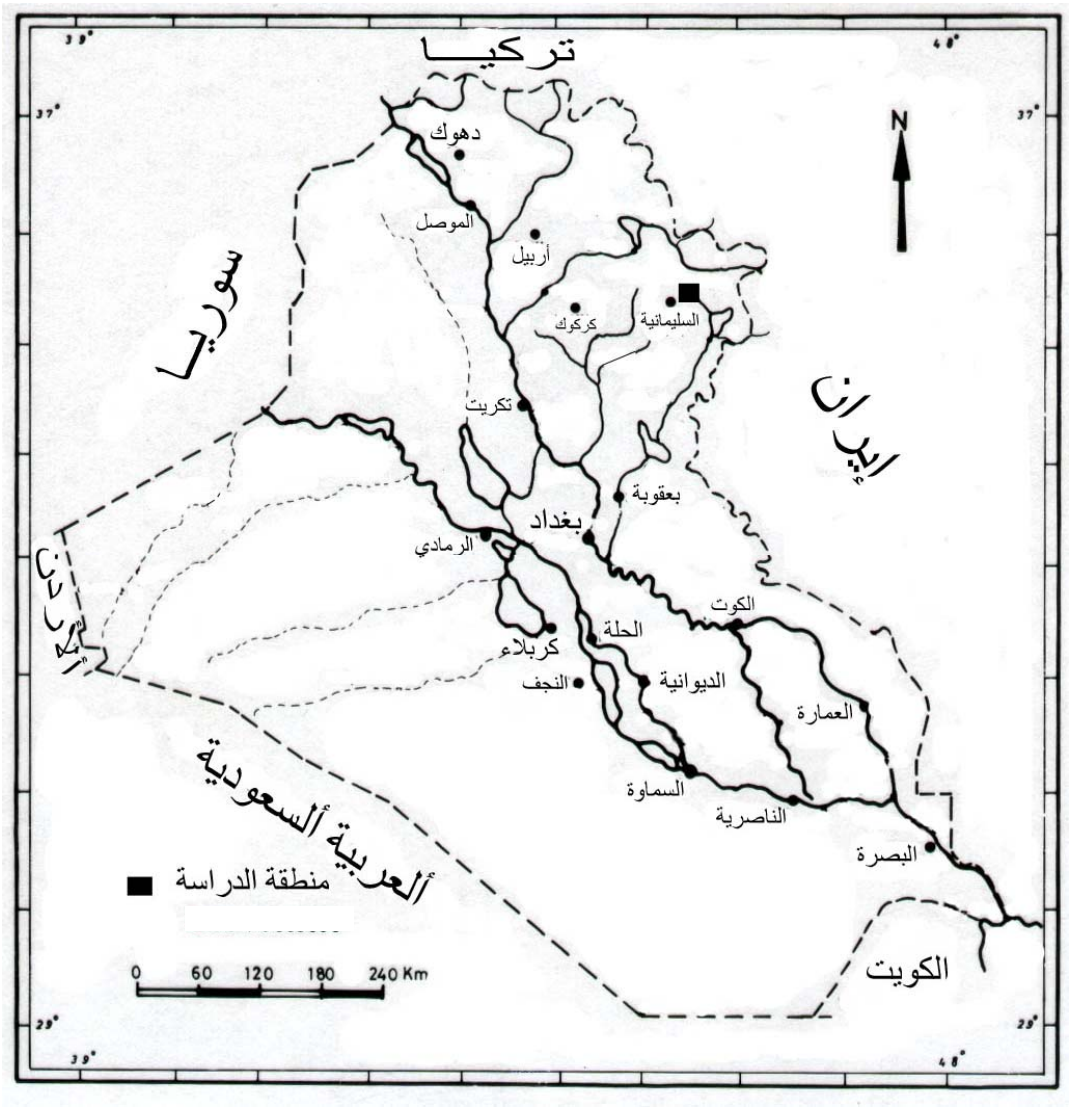
تقع منطقة الدراسة في شمال شرق العراق (الشكل 1)، وبالتحديد في قضاء جوارتة العائد لمحافظة السليمانية. يجري في هذا القضاء نهر دائم الجريان يسمى نهر تكران الذي احتل منخفض طوبوغرافي من أصل تعروي، يمتد باتجاه شمال غرب بين جبل كلكله في الشرق وجبل ازمر في الغرب.

تتدفق على الجانب الغربي لنهر تكران مجموعة من الينابيع المائية التي تتوزع على صخور فتاتية تعود لتكوين تانجيرو ومجموعة الطبقات الحمراء، وتصب مياهها في نهر تكران من خلال الوديان الموسمية المنحدرة من السفح الشمالي الشرقي لجبل أزمر. تستخدم مياه هذه الينابيع للشرب وسقي المزروعات وإرواء الماشية، لم تدرس نوعية مياهها وكذلك مدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة سابقاً.

أسلوب العمل

- اعتمدت هذه الدراسة على البيانات الحقلية التي جمعت خلال المسح الجيولوجي شبه التفصيلي لمنطقة أزمر – جوارتة في عام 2004 والتي نفذت من قبل الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، وقد أعدت خريطة جيولوجية لها، وأشرت عليها مواقع تدفق الينابيع المائية (معلة وآخرون، 2004).
- تم اختيار عشرة ينابيع مائية من النوع المتدفق على مدار السنة لغرض التقييم ، نمذجت في أواخر شهر حزيران من عام 2004، وقد أخذت النماذج المائية من فتحة الينبوع مباشرة، وأضيف محلول الزنك أسيتيت لمياه بعض النماذج لغرض ترسيب الكبريت من كبريتيد الهيدروجين المذاب. كما وصفت الخواص الفيزيائية للمياه مع بعض المعلومات الطوبوغرافية والجيولوجية المتعلقة بالمخارج المائية.

- اجري التحليل الكيميائي للنماذج المائية المختارة في مختبرات الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين لمعرفة نسب المكونات الرئيسية للأملاح الذائبة ، ولاسيما الايونات السالبة والموجبة التي تؤثر على نوعية المياه ، إضافة إلى الايونات الشحيحة الذائبة.
- تحليل البيانات المناخية المتاحة لمنطقة الدراسة، الصادرة من الهيئة العامة للأنواء الجوية لسنة 1989 للفترة من (1971 – 1989).

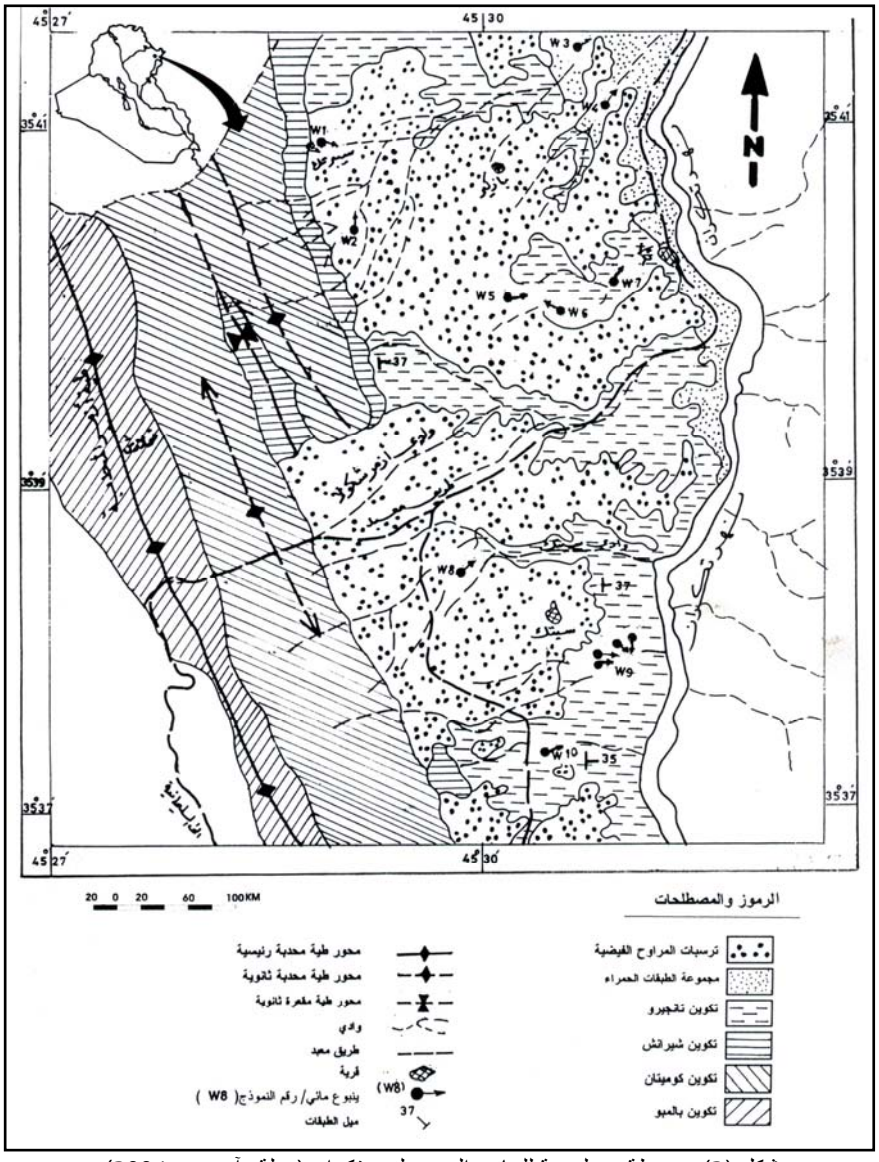


شكل (1): خريطة العراق تبين موقع الدراسة

الوضع الجيولوجي

تقع منطقة الدراسة في الطرف الشمالي الشرقي للصفيحة العربية وبالتحديد في المنخفض التعروي الواقع بين نطاق الصدوع الزاحفة (Thrust Zone) ونطاق الطيات العالية(High Folded Zone) المتمثل بجبل أزمر.

بينت الخريطة الجيولوجية في الجانب الغربي لنهر تكران (الشكل 2) ما يأتي (معلة وآخرون، 2004) :



شكل (2): خريطة جيولوجية للجانب الغربي لنهر تكران (معلة وآخرون، 2004)

الناحيـة التركيبيـة: يمثل الطرف (limb) الشمالي الشرقي لطية أزمر المحدبة ، و يتراوح ميلها بين (37–39) درجة باتجاه الشمال الشرقي . وان أكثر مظاهر التشويه في هذا الطرف يتمثل بالكسور الثانوية وهي : الصدوع (على المستوى المكشفي) والفواصل والشقوق والعروق القيرية والكلسية.

الناحية الجيومورفولوجية: تتدفق الينابيع المائية من خلال الوحدة الثانوية المعروفة بالرصيف الصخري (pediment) العائدة للوحدة الجيومورفولوجية الرئيسية (السفح التركيبي التعروي). وقد كسي هذا الرصيف بترسبات فتاتية متوسطة الصلابة تعود لمجموعة المراوح الفيضية (bajada) من عمر العصر الرباعي ، سمكها (0.5 – 2) متر كما ان نظام التصريف السطحي السائد في الرصيف الصخري يعود للنظام الشجيري (dendritic drainage pattern).

الناحية الطباقية: تتكشف التكوينات الجيولوجية التالية (من الأقدم إلى الأحدث).

1- **تكوين بالمبو (Lower Cretaceous):** يتكشف في مركز طية أزمر المحدبة، ويتألف من قسمين رئيسيين: القسم الأسفل يتألف من تعاقب الحجر الجيري الامونايتي مع طبقات السجيل (Shale)، بينما يتألف القسم الأعلى من تعاقب الحجر الجيري مع الطفل (marl). السمك المتكشف حوالي 155 متر.
2- **تكوين كوميتان (Turonian – Santonian):** يتكشف في الجزء الخارجي من طية أزمر المحدبة، ويشكل الهيكل العام لهذه الطية بسبب صلابته العالية وامتداده الطولي. يتألف من الحجر الجيري ناعم التبلور، الصلب، ذو التطبق المتوسط والجيد. الجزء الأوسط يتعاقب مع طبقات تمتاز بالنحافة. الجزء الأعلى رقيق الى متوسط التطبق. سمك التكوين 325 متر.
3- **تكوين شيرانش (Campanian – Maastrichtian):** يتكشف في الجزء الخارجي من طية ازمر المحدبة ، ويتألف من قسمين : القسم الأسفل يتألف من تعاقب الطفل الأزرق مع طبقات الحجر الجيري ، والطفل هو المتغلب ، بينما القسم الأعلى يتألف من الحجر الجيري الرمادي مع طبقات الطفل الأزرق، والحجر الجيري هو الغالب . سمك التكوين 228 متر.
4- **تكوين تانجيرو (Upper Campanian – Maaestrichtian):** يتكشف في الجزء الخارجي من طية أزمر المحدبة و يمتاز بتتابع السحنات الفتاتية ذات النفاذية الأولية والثانوية، ويتألف من ثلاثة أقسام: القسم الأسفل يتألف من تتابعات من السجيل والحجر الرملي والحجر الطيني والمدملكات، والسجيل هو الغالب. الطبقات الطينية كتلية التطبق، والحجر الرملي ناعم الى خشن الحبيبات، ورديئة الفرز تربطها مادة كلسية. المدملكات هشة الى متوسطة الصلابة. القسم الأوسط يتألف من الحجر الرملي والقسم الأعلى يتألف من تتابع السجيل والحجر الرملي والحجر الغريني والمدملكات. الحجر الرملي ناعم الى خشن الحبيبات ورديء الفرز. يتلاسن في الجزء الأعلى مع تكوين عقرة – بخمة الذي يتألف من صخور كلسية مستحاثية. سمك التكوين 1030 متر.
5- **مجموعة الطبقات الحمراء (Paleocene – Upper Miocene):** تتكشف في الجزء الخارجي من طية أزمر المحدبة وتتألف من الصخور الفتاتية ، وقد قسمت إلى ثلاث وحدات رئيسية اعتمادا على التعاقب الصخاري واللون السائد في كل وحدة .تتألف الوحدة السفلى من تعاقب الصخور الرملية والغرينية والمدملكات، هشة الى متوسطة الصلابة .وتتألف الوحدة الوسطى من المدملكات الرملية بينما تتألف الوحدة العليا من تعاقب السجيل مع الحجر الغريني إضافة إلى عدسات المدملكات. سمك مجموعة الطبقات الحمراء 2020 متر.

الناحية الهيدروجيولوجية

تتدفق كافة الينابيع المائية من تكوين تانجيرو ومن الوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء. لذلك اعتبرت هذه الوحدات الجيولوجية نطق لتصريف المياه الجوفية (discharge zones).

يبين الجدول (1) إن الخواص الفيزيائية لمياه الينابيع المتدفقة تمتاز بمذاق عذب باستثناء مياه الينبوع (W9) الذي يمتاز بمذاق مالح (brackish). كذلك بانعدام الرائحة باستثناء مياه الينابيع (W4, W9 و W10) التي تطلق رائحة كبريتية. تتراوح درجة حرارة الماء بين (19 – 21) درجة مئوية، وهي اقل من درجة حرارة الجو التي تراوحت بين (28 – 35) درجة مئوية في وقت النمذجة.

جدول (1) : مجمل الخواص الفيزيائية لمياه الينابيع المتدفقة من الجانب الغربي لنهر تكران مع بعض المعلومات الطوبوغرافية والجيولوجية للمخارج المائية

معلومات طوبوغرافية			درجة حرارة الجو (C°)	درجة حرارة الماء (C°)	مذاق الماء	رائحة الماء	معلومات جيولوجية للمخارج المائية		
رقم الينبوع	رقم الخريطة الطوبوغرافية مقياس (1:20000)	ارتفاع الينبوع م(ف.س.ب)					التكوين الجيولوجي	الصخارية	اتجاه وميل الطبقات
W1	73/710	1020	31	19	عذب	عديم الرائحة	تانجيرو	سجيل	070/46°
W2	73/700	1025	30	19	عذب	عديم الرائحة	تانجيرو	سجيل	062/41°
W3	73/700	885	28	21	عذب	عديم الرائحة	مجموعة الطبقات الحمراء	طين احمر	050/30°
W4	73/710	900	31	18	عذب	رائحة كبريتية	مجموعة الطبقات الحمراء	طين غريني كلسي	020/40°
W5	73/710	965	30	19	عذب	عديم الرائحة	تانجيرو	سجيل	NE/30°
W6	73/710	1000	30	20	عذب	عديم الرائحة	تانجيرو/ عقرة-بخمة	سجيل	NE/30°
W7	73/700	1060	32	19	عذب	عديم الرائحة	تانجيرو	سجيل	NE/35°
W8	73/700	1040	32	17	عذب	عديم الرائحة	تانجيرو	مغطى ؟	-
W9	73/710	940	32	21	مالح	رائحة كبريتية	تانجيرو	صخور رملية كلسية	NE/36°
W10	73/710	1005	35	20	عذب	رائحة كبريتية	تانجيرو	صخور رملية كلسية	050/36°

ملاحظات :

ماء مالح: (brackish water)

ف. س. ب: (فوق سطح البحر)

جدول (2): مجمل التحاليل الهيدروكيميائية للينابيع المائية المتدفقة من الجانب الغربي لنهر تكران

رقم النبوع	pH	الوحدة	الأيونات السالبة والموجبة %								H_2S	Total Hard-ness (mg. eq / l)	SAR	EC (mg/l)	TDS (mg/l)	r Na / rCl
			K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	Cl^-	$SO_4^=$	HCO_3^-	$CO_3^=$						
W1	7.6	*epm* epm %	0.01 0.16	0.03 0.47	0.36 5.63	6.00 93.75	1.00 15.63	0.0 0.0	3.40 53.13	2.00 31.25	-	6.36	0.089	485.7	340	0.03
W2	7.5	*epm* epm %	0.0 0.0	0.08 1.43	0.52 9.29	5.00 89.29	1.00 17.86	0.0 0.0	3.00 53.57	1.60 28.57	-	5.52	0.203	414.2	290	0.08
W3	7.5	*epm* epm %	0.4 0.42	1.16 12.08	3.4 35.42	5.00 52.08	1.00 10.42	1.00 10.42	0.00 0.00	7.60 79.17	3.4	3.40	1.889	700.0	490	1.16
W4	7.9	*epm* epm %	0.06 0.57	0.07 0.66	4.6 43.68	5.80 55.08	1.00 9.50	1.25 11.87	3.28 31.15	5.00 47.48	-	10.40	0.024	757.1	530	0.07
W5	7.5	*epm* epm %	0.01 0.14	0.11 1.52	1.1 15.24	6.00 83.10	1.50 20.78	0.0 0.0	1.52 21.05	4.20 58.17	-	7.10	0.236	521.4	365	0.07
W6	7.7	*epm* epm %	0.02 0.27	0.01 0.0	1.3 17.76	6.00 81.97	1.00 13.66	1.15 15.71	1.07 14.62	4.10 56.01	-	7.30	0.038	584.2	409	0.01
W7	7.5	*epm* epm %	0.0 0.0	0.46 5.62	0.52 6.36	7.20 88.02	1.00 12.22	0.18 2.20	1.80 22.0	5.20 63.57	-	7.72	0.818	600.0	420	0.46
W8	7.5	*epm* epm %	0.01 0.12	0.02 0.25	0.73 8.95	7.40 90.69	1.00 12.25	0.0 0.0	0.60 17.35	6.56 80.39	-	8.13	0.052	585.7	410	0.02
W9	9.0	*epm* epm %	0.07 0.72	8.15 84.19	0.06 0.62	1.40 14.46	1.00 10.33	3.00 30.99	0.88 9.09	4.80 49.59	5.2	1.46	30.932	821.4	575	8.15
W10	7.6	*epm* epm %	0.10 1.24	0.1 1.24	1.08 13.37	6.80 84.16	1.00 12.38	0.28 3.38	1.80 22.28	5.00 61.88	-	7.88	0.355	585.7	410	0.10

(-):يعني لم يحلل

SAR: Sodium Adsorption Ratio (نسبة إمتزاز الصوديوم)

أظهرت التحليلات الكيميائية لنماذج مياه الينابيع المبينة في الجدول (2) ما يلي:

- إن المياه المتدفقة من الينبوعين (W3 وW4) ضمن مجموعة الطبقات الحمراء تمتاز بمحتوى ملحي أعلى من المياه المتدفقة من ينابيع تكوين تانجيرو.
- المياه المتدفقة من ينابيع مجموعة تكوين تانجيرو تمتاز بمحتوى ملحي واطئ نسبيا باستثناء المياه المتدفقة من الينبوع (W9) .
- مياه الينبوعين (W9 وW3) تطلق كميات قليلة من كبريتيد الهيدروجين المذاب وتمتاز بارتفاع ملحوظ بدرجات الحرارة (21 درجة مئوية).
- كمية البيكاربونات في مياه الينبوع (W9) قليلة جدا .
- أيونات النترات غير محسوسة (معدومة) في كافة النماذج المائية.

يبين الجدول (3) أن نسب الايونات الفلزية الشحيحة (Zn, Pb, Cu, Fe) الذائبة في مياه الينابيع واطئة جدا في كافة النماذج المائية.

جدول (3) : تركيز الأيونات الفلزية الشحيحة الذائبة في مياه الينابيع

رقم الينبوع	رقم الخريطة من مقياس 1/20000	التكوين الجيولوجي	صخارية المخارج	الايونات الفلزية النادرة (ppm)			
				Fe	Cu	Pb	Zn
W1	73/710	تانجيرو	سجيل	0.12	<0.5	<0.1	<0.1
W2	73/700	تانجيرو	سجيل	0.13	<0.5	<0.1	<0.1
W3	73/700	مجموعة الطبقات الحمراء	طين احمر	0.21	<0.5	<0.1	<0.1
W4	73/710	مجموعة الطبقات الحمراء	طين غريني كلسي	0.23	<0.5	<0.1	<0.1
W5	73/710	تانجيرو	سجيل	0.17	<0.5	<0.1	<0.1
W6	73/710	تانجيرو/ عقرة-بخمة	سجيل	0.62	<0.5	<0.1	<0.1
W7	73/700	تانجيرو	سجيل	0.19	<0.5	<0.1	<0.1
W8	73/700	تانجيرو	مغطى ؟	0.15	<0.5	<0.1	<0.1
W9	73/710	تانجيرو	صخور رملية كلسية	0.31	<0.5	<0.1	<0.1
W10	73/710	تانجيرو	صخور رملية كلسية	0.39	<0.5	<0.1	<0.1

توزيع الينابيع المائية

تتوزع الينابيع المائية ضمن تكوين تانجيرو بصورة منتظمة ، حيث أن:

- الينابيع W8, W2, W1 و W10 تقع على امتداد واحد يوازي قاعدة تكوين تانجيرو.
- الينبوعين W5 و W9 يقعان على امتداد واحد في وسط تكوين تانجيرو ويوازيان ينابيع المجموعة الأولى.
- الينبوع W6 وينبوع قرية بازكير (غير منمذج) يتوزعان على امتداد واحد.

- الينبوع W7 وينبوع قرية زرداب (غير منمذج) يتوزعان على امتداد واحد.

تفتقر المنطقة إلى وجود المسطحات المائية ، كما تفتقر إلى وجود الغابات باستثناء الأشجار المثمرة التي زرعت في الوديان التي تنساب فيها مياه الينابيع بغزارة مثل وادي سيتك الذي ينساب فيه مياه الينبوع W8.

معلومات مناخية

بينت المعلومات المناخية (الهيئة العامة للأنواء الجوية، 1989) ان المعدل السنوي لدرجات الحرارة بلغ 16 درجة مئوية ، والمعدل السنوي للرطوبة النسبية 45 %، أما التبخر فبلغ معدله السنوي 2000 ملم والمعدل السنوي للأمطار بلغ 700 ملم . أما تساقط الثلوج فقد بلغ 9 أيام في السنة.

المناقشة

احتل وادي تكران المنخفض التعروي الواقع بين نطاق الصدوع الزاحفة (Thrust Zone) ونطاق الطيات العالية (High Folded Zone). وان هذا الموقع قد منح منطقة الدراسة الظواهر التالية:

- ظروف مناخية لها صفات منطقة السفانا (Savanna region) حسب (Peltiers ،1950) من حيث درجات الحرارة وتساقط الأمطار (الشكل 3). كما أن معامل الجفاف في المنطقة قد بلغ 2.85.
- انتشار النفاذية الثانوية العالية المتمثلة بالكسور الثانوية بسبب قربها من نطاق التصادم القاري خلال الطور الكريتاسي المتأخر والطور الثلاثي .

تمتاز صخور كل من تكوين تانجيرو ومجموعة الطبقات الحمراء بما يلي:

- تتابع السحنات الفتاتية (الرملية والطينية الغرينية) ذات التطبق الجيد التي تمنحها النفاذية الأولية.
- ميل سطوح التطبق (36–39) درجة باتجاه الشمال الشرقي التي قطعتها عوامل التعرية لتنشأ سطح الرصيف الصخري (البدمنت Pediment) المائل بدرجات قليلة تقدر (متر لكل 100 متر) باتجاه الشرق التي تمنحه النفاذية الثانوية وتجعل طبقاته مفتوحة نحو الأعلى .
- اكتساء سطح الرصيف الصخري بترسبات فيضية (مجموعة المراوح الفيضية) التي تمتاز بنفاذية أولية.
- انتشار النظام الشجيري للتصريف السطحي على سطح البدمنت الذي زاد من مساحة انكشاف السحنات الصخارية وسطوح التطبق والكسور الثانوية.

لما كانت معظم الينابيع المائية تتدفق من تكوين تانجيرو وبعضها تتدفق من الوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء ، فقد اعتبرت هذه الوحدات انطقة تصريف للمياه الجوفية (discharge zones) من خلال الكسور الثانوية وسطوح التطبق. كذلك يعتبر تكوين تانجيرو نطاق تغذية (recharge zone) للمياه الجوفية لان الينابيع المائية المنتشرة على معظم اجزاء هذا التكوين (الاجزاء السفلى والوسطى والعليا) تنساب ضمن شبكات التصريف الشجيري الذي يساعد على تغلغل المياه السطحية على مدار ألسنة من خلال الكسور الثانوية وسطوح التطبق المائلة والنفاذية الاولية.

ان تكوينات بالمبو وكوميتان وشيرانش المتكشفة على الطرف الشمالي الشرقي لطية ازمر المحدبة تعتبر أنطقة تغذية (recharge zones) وذلك لضعف قابليتها على خزن المياه الجوفية التي تتغذى من الامطار الساقطة التي تترشح عن طريق الكسورالثانوية وسطوح التطبق ذات الميل العالي (50–89) درجة (معلة وآخرون، 2004).

رسمت مخططات الأعمدة (Bar–diagram) التي تمثل معدلات التحاليل الكيميائية بشكل نسب مئوية للوزن المكافئ / مليون (% epm) لمياه الينابيع المبين في الشكل (4). ومن خلال دراستها تبين وجود ثلاثة أنواع من المياه :

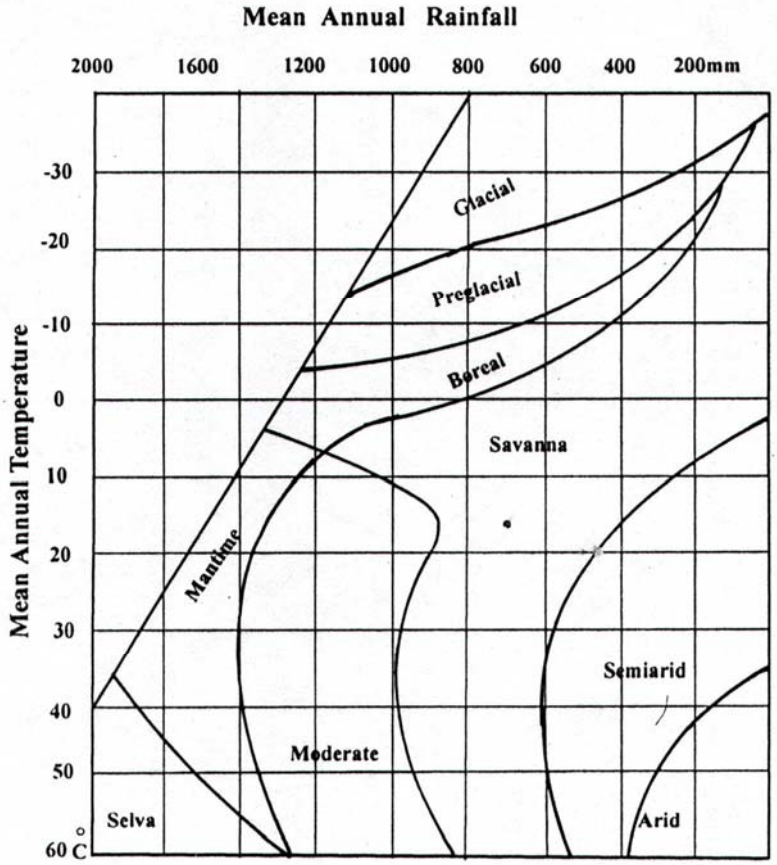
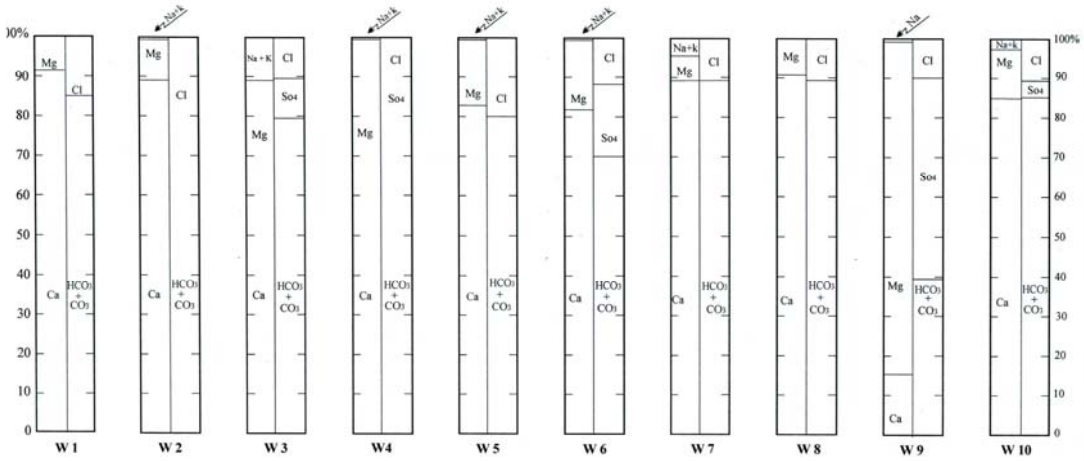


Diagram of Peltiers (1950) hypothetical morphogenetic regions based on annual rainfall / temperature

شكل (3): مخطط الحدود المناخية للمناطق المورفوجينية (Peltiers, 1950)

- **مياه كاربوناتية – كالسيومية** : متمثلة بمياه الينابيع (W8, W7, W5, W2 و W10) وجميعها تتدفق من تكوين تانجيرو.
- **مياه كاربوناتية – كبريتاتية - كالسيومية – مغنيسيومية** : متمثلة بمياه الينبوعين (W3 و W4) حيث أن المتغلب هو كاربونات الكالسيوم، ولكن وجود ايونات المغنيسيوم الذائبة بنسبة (35.42 – 43.68) % حسب الجدول (2) اعتبرت المياه من النوع الثاني. ان مياه هذه الينابيع تتدفق من صخور الوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء .
- **مياه كاربوناتية – صوديومية - كالسيومية**: متمثلة بمياه الينبوع رقم W9 الذي يتدفق من تكوين تانجيرو وبالقرب من الصدوع القصية الثانوية . كما أن مياه هذا الينبوع احتوى على غاز H_2S المذاب بنسبة 5.2 ملغم / لتر.

الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) تعتبر مؤشر عام لمقدار الملوحة وتصنيف المياه (البصراوي، 1996) ، لأنها تشمل جميع المواد الصلبة المذابة سواء كانت متأينة أو غير متأينة وبناء على ذلك فان مياه جميع الينابيع تصنف إلى مياه ضعيفة الملوحة (أي مياه عذبة)، لان ملوحتها اقل من 575 ملغم/لتر.



شكل (4): التحليل الكيميائي لمياه الينابيع بشكل نسب مئوية للوزن المكافئ الكلي / مليون

تنتج العسرة الكلية (Total Hardness) من مركبات الكالسيوم والمغنيسيوم، وان كميات وجودها في المياه تحدد صلاحية استخدامها . قسم (Todd, 1980) المياه إلى ستة أنواع اعتمادا على العسرة المبينة وكما في الجدول(4) .

جدول (4) : تصنيف المياه حسب العسرة (Todd, 1980)

نوع المياه	صنف العسرة (ppm)
ماء يسر	50 - 0
ماء معتدل اليسرة	100 - 50
ماء متوسط اليسرة	150 - 100
ماء متوسط العسرة	200 - 150
ماء عسر	300 - 200
ماء عسر جدا	اكثر من 300

بمقارنة الجدول أعلاه مع نتائج التحاليل الكيميائية (الجدول 5) نلاحظ ان مياه الينابيع (W3 , W4 , W5 , W6 , W7 , W8 و W10) عسرة جدا بينما ماء الينبوع W2 عسر وماء الينبوع W1 عسر جدا وماء الينبوع W9 معتدل اليسرة.

جدول (5) : عسرة مياه الينابيع في منطقة الدراسة

رقم الينبوع	صنف العسرة (ppm)	نوع المياه
W1	318.20	ماء عسر جدا
W2	276.20	ماء عسر
W3	420.20	ماء عسر جدا
W4	520.21	ماء عسر جدا
W5	355.25	ماء عسر جدا
W6	365.25	ماء عسر جدا
W7	386.30	ماء عسر جدا
W8	406.80	ماء عسر جدا
W9	73.07	ماء معتدل اليسرة
W10	794.25	ماء عسر جدا

تتراوح الدالة الحامضية لمياه الينابيع بين (7.5– 7.9) مما يدل بان المياه متعادلة باستثناء مياه الينبوع W9 الذي كانت مياهه قاعدية (pH= 9.0).

تقييم المياه

اعتمادا" على التصنيف المقترح من قبل منظمة الصحة العالمية (W.H.O., 1995) الذي اعتمد أساسا على تركيز كل ايون ، وكذلك اعتمادا على المواصفة القياسية العراقية الصادرة من قبل الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية لسنة 1984 والخاصة باستخدام المياه الجوفية لشرب الإنسان المبينة في الجدول (6). ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الكيميائي في الجدول (2) مع الحدود المقترحة لصلاحية المياه لشرب الإنسان تبين أن غالبية النماذج المائية صالحة لشرب الإنسان وذلك لعدم تجاوز الحدود المقترحة.

جدول (6) : مواصفات مياه الشرب

الايون	المواصفة العراقية (eq / l)	المواصفة العالمية (eq / l)	
		الحد الأعلى	الحد الأدنى
K^+	-	-	-
Na^+	200	-	-
Mg^{++}	150	150	30
Ca^{++}	200	200	75
Cl^-	600	600	200
$SO_4^=$	400	400	200
HCO_3^-	-	-	-
T.D.S	1500	1500	500

اعتمد (Richard, 1954) في تصنيف مياه الري على نسبة إمتـزاز الصوديوم (SAR) (Sodium Adsorption Ratio) والتوصيلة الكهربائية (EC) ، حيث حسبت التوصيلة الكهربائية حسب معادلة (Todd, 1980):

$$EC = \frac{T.D.S\,(mg/l)}{0.7}$$

من خلال مقارنة تصنيف (Richard, 1954) مع نتائج التحليلات الكيميائية المبينة في الجدول (2) يتضح بان المياه من النوع الممتاز بالنسبة إلى SAR باستثناء الينبوع W9 الذي صنف من النوع الرديء ولا يصلح للاستخدام الزراعي.

اعتمادا على الحدود المقترحة من قبل (Crist and Lowry, 1972) للأملاح الذائبة الكلية المبينة في الجدول (7) في استخدام المياه الجوفية لشرب الحيوانات يتضح أن مياه كافة الينابيع تصلح لشرب الحيوانات.

جدول (7) مواصفات مياه شرب الحيوانات (Crist and Lowry , 1972)

نوع الحيوان	T. D. S (ppm)
الدواجن	2810
الخيول	6435
مواشي الحليب	7150
مواشي اللحوم	10000
الأغنام	12900

أما تركيز ايون الكلور فيبلغ 53.25 جزء بالمليون لكافة مياه الينابيع في المنطقة وفي هذه الحالة فان تواجده لا يشكل خطورة في استعمال مياه الينابيع لأغراض الري والصناعة.

نعتقد وجود اتصال هيدروليكي بين تكوين تانجيرو والوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء بفعل النفاذية الأولية والثانوية السائدة فيهما بالإضافة إلى وجود سطح عدم توافقي بينهما بدليل تلوث المياه الجوفية المنبثقة من الوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء بغاز كبريتيد الهيدروجين المذاب حيث يمتاز الجزء الأعلى من تكوين تانجيرو باحتوائه على مواد نفطية .

ان مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين يعود الى وجود مواد نفطية مرافقة للصدوع القصية الثانوية المنتشرة في الجزء الأعلى من تكوين تانجيرو . كما أشار (معلة وآخرون ، 2004) إلى وجود معدن السترونتيانايت ($SrCO_3$) المترسب بالقرب من الينابيع المائية يعتبر دليل على وجود المياه النفطية الحاملة لعنصر السترونتيوم (Sr).

إن أصل المياه الجوفية يعرف من العلاقة rNa/rCl فإذا كانت اقل من 1 فان المياه ذات أصل بحري قديم حسب (Todd,1980) ، وبالرجوع إلى الجدول (2) نجد أن غالبية النماذج تؤشر نسبة اقل من 1. فالمعروف أن تكوين تانجيرو ترسب في بيئة بحرية ، وقد أزيح قسم من مياهه المالحة التي كانت تحويها من خلال الكسور الثانوية والمسامات الأولية بواسطة التغذية المستمرة للمياه الجوفية المتغلغلة من السطح حيث يبلغ المعدل السنوي للأمطار الساقطة 700 ململتضافر. وبذلك نعتقد أن الأصل البحري للمياه الجوفية قد امتزج بالمياه الجوية وأصبحت اليوم من مصدر جوي مع وجود بقايا الأملاح الأصلية في بعض الأجزاء المسامية للطبقة المائية كما في النموذج رقم W9. الخواص الهيدروكيميائية للنموذج رقم W9 يبرهن أن المحلول الملحي (brine) ربما هو من أصل بحري وقد انساب من خلال الصدوع القصية الثانوية واختلط مؤخرا" مع المياه الجوية .

المياه الجوفية تجري بشكل عام باتجاه نهر تكران وهذا الاتجاه يطابق طوبوغرافية المنطقة. ففي غربها توجد الأجزاء المرتفعة لجبل أزمر ، وفي شرقها توجد المناطق المنخفضة. إن معامل النفاذية للصخور يتحكم في حركة المياه الجوفية حيث أن الشقوق والفواصل وسطوح التطبق المرتبطة مع بعضها تجعل المياه الجوية تترشح بحرية كبيرة . كما إن الطبقات الطينية المائلة التي تقع فوق الطبقات الرملية المائلة تعيق جريان مياه الأمطار في الوديان وتعمل كمصدات لرفع مستوى المياه الجوفية وبالتالي إعادة تدفقها .

إن كمية المياه المتدفقة من الينابيع تزداد في فصول الشتاء والربيع وتقل تدريجيا" في شهري حزيران وتموز وتنخفض بشكل واضح خلال شهري آب وأيلول. إن التذبذب الفصلي لمستوى المياه الجوفية هو أحد صفات مناطق السفانة حسب (Bloom,1998) ، أي أن المنطقة تعتمد على تساقط الأمطار في فصلي الشتاء والربيع .

الاستنتاجات

- تخضع منطقة الدراسة للظروف المناخية السائدة في سلاسل جبال زاكروس من حيث درجات الحرارة وتساقط الأمطار ومعامل الجفاف ولها صفات مناطق السفانة التي تمتاز بالتذبذب الفصلي لمستوى المياه الجوفية والصخور العارية ، كذلك تفتقر المنطقة للغابات والمسطحات المائية.
- يعتبر تكوين تانجيرو والوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء انطقة تصريف للمياه الجوفية، وفي نفس الوقت أنطقة تغذية نتيجة لتضافر العوامل التركيبية والصخارية والمناخية والجيومورفولوجية.
- تتوزع الينابيع المائية بانتظام على تكوين تانجيرو بسبب سيطرة التوزيع الصخاري والعامل التركيبي المتمثل بالكسور الثانوية.
- احتمالية وجود اتصال هيدروليكي بين الوحدات الجيولوجية (تكوين تانجيرو ومجموعة الطبقات الحمراء) الحاملة للمياه الجوفية بفعل النفاذية العالية.
- تعتبر تكوينات بالمبو وكوميتان وشيرانش مناطق تغذية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة.
- المياه الجوفية تجري بشكل عام باتجاه نهر تكران، وهذا الاتجاه يطابق الوضع الطوبوغرافي للمنطقة. وهذا يؤكد إن الخزان الجوفي حر (unconfined) والتغذية تعتمد على تساقط الأمطار.

- بينت التحاليل الهيدروكيميائية ثلاثة أنواع من المياه:

1. مياه كاربوناتية – كالسيومية : تتدفق بغالبية من تكوين تانجيرو ، وتمتاز بانها عذبة ومتعادلة وعسرة – عسرة جدا وتحتوي على نسب ضئيلة من الايونات الفلزية الشحيحة وغير ملوثة بمواد عضوية . كما انها تصلح لشرب الإنسان والحيوان والاستخدامات الزراعية والصناعية .
2. مياه كاربوناتية – كبريتاتية - كالسيومية – مغنيسيومية : نادرة التدفق من تكوين تانجيرو ، وتمتاز بانها مالحة وقاعدية ويسرة وتحتوي على نسب ضئيلة من الايونات الفلزية الشحيحة ، وغير ملوثة بمواد عضوية ولكنها ملوثة بنسب قليلة من كبريتيد الهيدروجين المذاب . كما أنها تصلح لشرب الإنسان والحيوان ولا تصلح للاستخدام الزراعي ولا تشكل خطورة في الاستخدام الصناعي.
3. مياه كاربوناتية – صوديومية - كالسيومية – مغنيسيومية: تتدفق غالباً من الوحدة السفلى لمجموعة الطبقات الحمراء وتمتاز بانها عذبة ومتعادلة وعسرة جدا وتحتوي على نسب ضئيلة من الايونات الفلزية الشحيحة ، ولكنها ملوثة بنسب قليلة من كبريتيد الهيدروجين المذاب في الماء . كما أنها تصلح لشرب الانسان والحيوان والاستخدامات الزراعية والصناعية.

- التحاليل الهيدروكيميائية لغالبية الينابيع المائية تعكس الأصل البحري للمياه الجوفية المخلوطة مع المياه الجوية في الطبقات الحاملة لها .

المصادر

البصراوي ، نصير حسن ، 1995 . هيدروجيولوجية بحيرة الرزازة . رسالة دكتوراه، جامعة بغداد ، بغداد ، العراق.

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية ، 1984 . المواصفة العراقية لاستخدام المياه الجوفية لشرب الإنسان. بغداد، العراق، 131 صفحة.

الهيئة العامة للأنواء الجوية ، 1989 . اطلس مناخ العراق للفترة (1971-1986). بغداد ، العراق .

معلة ، خلدون عباس وحسن ، كريم محمود وغالب ، ازهار علي ، 2004 . المسح الجيولوجي شبه التفصيلي لمنطقة جبل أزمر – جوارتة. الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، تقرير رقم 2885.

Bloom , A.L., 1998. Geomorphology, A systematic Analysis of late Cenozoic Landforms, 3rd ed. Prentic Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458.

Crist, M.A. and Lowry, M.E., 1972. Groundwater Resources of Natrona Country, Wyming. A study of the Availability and Chemical quality of groundwater, geological survey water supply.

Peltiers, 1950. in Fookes, P.G., Dearman, W.R. and Frankline, J.A., 1971. Some engineering aspects of rock weathering with field examples from Dartmoor and elsewhere. Q.J.Eng. Geol., Vol. 4, p. 135 – 159.

Richards, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils. AGSIC Handbook 60, U.S. Dept.,. AGSIC, Washington.

Todd, D.K., 1980. Groundwater Hydrology. John Wiley & Sons, New York.

W.H.O., 1995. Guide Line for Drinking Water Quality. Galal Gorchev H. and Ozolines, G., World Health Organization, Geneva.