

## أهمية التركيب الكيميائي وتباينه في مياه ينابيع وأبار مختارة في منطقة نينوى وجوارها/ شمال العراق

عدي محمد الرواس، محمد أحمد الحاج، سالم محمود الدباغ  
قسم علوم الأرض، كلية العلوم، جامعة الموصل، جمهورية العراق

إستلام: ١٦ نوفمبر، ٢٠١١ قبول: ٢١ ديسمبر ٢٠١١

### الخلاصة:

اهتمت الدراسة الحالية بالتركيب الكيميائي لمياه اثنتا عشرة من العيون والآبار المنتشرة في منطقة نينوى وجوارها. ويلاحظ التباين الكبير في البيانات التحليلية باختلاف المواقع الجغرافية لهذه المصادر المائية وتباين مستوياتها الطباقية. ويتضح بأن وفرة الصخور عالية الذوبان (المتبخرات وبدرجة أقل الكربونات) لتكوين فتحة و عمليات تكوين الكبريت الرسوبي هي الأكثر تأثيراً على التركيب الكيميائي لمياه عين الرضوانية باصلية كهربائية تصل إلى (2.64  $\mu\text{s/cm}$ ) في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة. ويبدو أن افتراض استمرارية تغذية مياه الخزان الجوفي فضلاً عن ما تقدم من عوامل، يمكن أن تؤدي إلى خفض (EC) إلى حوالي (0.4  $\mu\text{s/cm}$ ) في مياه بئرين محفورين في تكوين فتحة في الجناح الجنوبي لطيه بعشيقه كما يعتقد بأن محتوى صخور تكوين شرانش من معدن البيرايبت وأكسدتها يمكن ان يؤدي الى أعلى إصاليه كهربائية (3.0  $\mu\text{s/cm}$ ) لمياه عين وادي كرموى عند الغاطس الشمالي من طية بيخير /دهوك. وتنخفض الاصلية الكهربائية إلى أقل قيمه (0.2  $\mu\text{s/cm}$ ) في مياه عين كلي عبد العزيز ضمن الصخور الجيرية المتدلته المرجانية منخفضة الذوبان لتكوين عقره. وبنفس السياق يمكن مناقشة الاصلية الكهربائية المتوسطة نسبياً (0.94  $\mu\text{s/cm}$ ) لمياه عين منطقة زاويته ضمن صخور الدولومايت لتكوين بلاسي عند غطس طيه بيخير /دهوك بينما يتباين تأثير الصخور الفتاتية لتكوين كولوش و جركس على مياه بقية العيون والآبار الموجودة في طيه بيخير. و لغرض تصنيف أنواع المياه في الدراسة الحالية، جرى عرض البيانات التحليلية على مخطط مثلث باير ومناقشتها مدعمة بنتائج حسابات الصيغة الافتراضية للأملاح المذابة. وجرى أيضاً مناقشة الأهمية البيئية للبيانات التحليلية ومقارنتها بالحدود المرغوب بها والمسموح بها عالمياً.

**الكلمات المفتاحية:** مياه العيون والآبار؛ التركيب الكيميائي؛ تماس الصخرة/الماء؛ الصيغة الافتراضية للأملاح؛ مخطط مثلث باير.

### المقدمة:

في شعائر ديننا الإسلامي الحنيف وأن يكون ذلك واضحاً تماماً، ويوجد القليل من البحوث المنشورة حول ماء زمزم (Naeem et al., 1983). ويجب التنويه أيضاً في هذا المجال إلى الأهمية الطبية المتزايدة عالمياً لمياه الينابيع المعدنية ورواسبها (Bergaya et al., 1993) فضلاً عن أهمية العوامل الجيولوجية عامة في مناقشة الحالات المرضية وتوزيعها الجغرافي ضمن مفاهيم الجيولوجيا الطبية (Selinus et al., 2005).

تتكون الينابيع نتيجة توفر ظروف هيدرولوجية ورسوبية وتكتونية. ومثل هذه الظروف ربما أدت إلى زيادة انتشار الينابيع في المناطق الشمالية من العراق ذات الفعاليات التكتونية (Jassim & Goff, 2006) وبضمنها منطقة الدراسة. أما بالنسبة للآبار المحفورة يدويا أو بحفاره، فإنه عند وصول مياهها إلى نطاق الإشباع، تبدأ المياه بالنفاذ إلى البئر المحفور ويملاه لغاية مستوى المياه الجوفية. وتحتاج عادة الآبار الناجعة إلى مضخة لرفع المياه إلى سطح الأرض. وتناقش عمليات ضخ مياه الآبار على أسس ومفاهيم مدعمة بالقوانين والمعادلات والحسابات الهيدرولوجية. (Todd, 1980) والتي تعد مواضيع بعيدة عن اهتمام الدراسة الحالية.

إن اختلاف الخواص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية بشكل عام يعكس تأثير العديد من العوامل المختلفة. ويبدو أن أكثر العوامل أهمية هو طبيعة الصخور والمياه وبشكل أدق طبيعة تماس الصخرة بالماء. ويحدث عند هذا التماس عدد من التفاعلات الكيميائية منها التحلل المائي والأكسدة

تزداد دائما الحاجة إلى المياه بشكل عام والمياه الجوفية بشكل خاص وذلك لاتساع الخطط العمرانية البعيدة عن مصادر المياه السطحية نتيجة الزيادة المضطردة في أعداد السكان وارتفاع وتأثير التطور الصناعي والارتفاع بالجوانب الزراعية والخدمية. وتشكل المياه الجوفية بشكل عام نسبة تبلغ 22% من مجموع المياه العذبة المتوفرة عالمياً. وأن حجم هذه النسبة أكبر من مياه الغطاء الجليدي القطبي. وفي حالة الانتشار الافتراضي لهذه الكمية على سطح الأرض فإنها تشكل طبقة من المياه بعمق 10 متر.

تضاف المياه إلى نطاق الإشباع لطبقات الخزان المائي مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى المياه الجوفية. ويحدث ذلك طبيعياً من خلال الساقط المطري أو انصهار الثلوج أو يحدث ذلك صناعياً من خلال أحواض التغذية أو محطات معالجة المياه العادمة. ويمكن أن تتدفق المياه الجوفية عند تقاطع مستوياتها مع سطح الأرض بشكل عيون منتشرة في مواقع جيولوجية مختلفة فضلاً عن تدفقها بواسطة استخدام مضخات الآبار الجوفية.

تعد العيون وانسياب مياهها ظاهره حقلية تجذب انتباه عامة الناس و تسحر الناظرين إليها وذلك لعدم معرفة مصادرها والجهل بأسباب تدفقها. وليس من الغريب إن اقتران العيون بالخرافات أو تقديسها أو الاهتمام بها بسبب قيمتها الطبية المفترضة وقدرتها على شفاء السكان المحليين من بعض الأمراض (٤). وفي هذا المجال، يجب عدم الالتباس مطلقاً بالأهمية الدينية والموقع المقدس لماء زمزم

\* Corresponding author:

Dr. Salim M. Aldabbagh

✉ [drsalim\\_aldabbagh@yahoo.com](mailto:drsalim_aldabbagh@yahoo.com)

والآبار المنتشرة في منطقة الدراسة و وفق السياقات المعمول بها في الحصول على نماذج المياه ( Rose et al., 1979). وكانت النماذج بواقع (٩) نماذج لمياه العيون و (٣) نماذج من مياه الآبار المنتشرة في أربعة مناطق رئيسة ( شكل ١) وهي: (ا) طيه ببخير (٦٠ كيلومتر شمال مدينة الموصل) و بواقع (٦) نماذج من مياه العيون بالأرقام ( 2,1 , ٣ , ٤ , ٥ , ٦) ونموذج واحد من ماء بئر برقم (٧) و (ب) طيه عقره (١٥٠ كيلومتر شمال شرق مدينة الموصل ) بنموذج واحد من مياه عين في كلي عيد العزيز وبالرقم (١٠) و (ج) طيه بعشيقه (٣٠ كيلومتر شرق مدينة الموصل ) بنموذجين لماء بئرين في منطقة الفاضليه بعمق ٢٥٠ متر (برقم ٩) وبعمق ٨٠ متر (برقم ١٠) والمحفورين خلال صخور تكوين انجانه و في صخور تكوين فتحه و (د) امتدادات طيه مكحول جنوب مدينة الموصل بنموذج رقم (١١) من عين تتدفق مياهها من الحجر الرملي المنكشف على كتف نهر دجله داخل مدينة الشرايط (٧٠ كيلومتر جنوب مدينة الموصل) ونموذج رقم (١٢) من مياه عين الرضوانيه عند تقاطع الطرق الخارجية في منطقة الحضر (Hatra) الاثريه (٨٧ كيلو متر جنوب مدينة الموصل). ويعرض الجدول (١) معلومات تفصيلية لطبيعة العيون والآبار و مواقعها الجغرافية ومستوياتها الطباقية. ومن الملاحظات الحقلية هو اعتقاد السكان المحليين بأن مياه العين في وادي كرماءه تمتلك فائدة طبية مما تطلب الأمر بناء سياج حول موقعها والتحكم في استخدامها. هذا وجرى في الحقل القياس الموضوعي لكل من الدالة الحامضيه والايصاليه الكهربائيه باستخدام أحد الأجهزة الحقلية موديل (-PCS Testr 35 Multi-Parameter) وتم حفظ النماذج في المختبر بدرجة حرارة (٢٥ سيليسيه) لغرض إجراء التحاليل والقياسات الأخرى وكما في الفقرة اللاحقة.

– الاختزال والتأين والاماهه والكربنه. وبإطار تأثير هذه التفاعلات وبوفرة المعلومات الجيولوجيه يمكن مناقشة تباين المكونات اللاعضويه الذائبة في المياه الجوفية وكما هو هدف الدراسة الحالية بالنسبة لتباين التركيب الكيميائي لمياه عدد من الينابيع والآبار المنتشرة في منطقة نينوى والمناطق المجاورة.

#### جيولوجية منطقة الدراسة:

تعد منطقة الدراسة جزءا من نطاق أقدم الجبال للريصيف غير المستقر للصفحة العربية النوبية (Buday, 1980). ويلاحظ فيها عدد من التراكيب الجيولوجية بمحاور تمتد باتجاه شرق – غرب

(حزام طوروس) وباتجاه شمال غربي – جنوب شرقي (حزام زاكروس). وتتمثل هذه التراكيب بالطيات المحدبة ذات العلاقة بمنطقة الدراسة وهي: عقره وببخير وبعشيقه و امتدادات تركيب مكحول. وتتكشف عند هذه التراكيب عدد من الصخور الرسوبية الفتاتيه و غير الفتاتية والتي تعود لمستويات طباقية متباينه والمتمثلة بالحجر الجيري المتدلتم المرجاني لتكوين عقره (الكريتاسي الأعلى) والمارل و الحجر الجيري المارلي لتكوين شرانش (الكريتاسي الأعلى) والمارل والحجر الرملي داكن اللون لتكوين كولوش (الايوسين الأوسط) والطبقات الحمر لتكوين جركس (الايوسين الأوسط) والدولومايت والحجر الجيري المتدلتم لتكوين بلاسبي (الايوسين الأوسط المتأخر) وحجر الجير والمتبخرات والملح وفتات الدورة الرسوبية لتكوين فتحه (المايوسين الأوسط) والصخور الفتاتيه من حجر الرمل والطين لتكوين انجانه (المايوسين المتأخر) فضلا عن فتاتيات خشنة الحجم لتكويني المقاديه و بأى حسن (البلايوسين).

#### النمذجة:

جرى في صيف عام (٢٠٠٨) و خلال الفترة (٧/٣ - ٧/١٨) الحصول على (١٢) نموذجا من مياه العيون

رقم النموذج	الملاحظات الحقلية
١	عين ماء بالقرب من قرية صندور وعند الحد الفاصل بين تكويني كولوش / جركس أو في الجزء العلوي من تكوين كولوش ( ؟ ) الجناح الشمالي لطية ببخير / دهوك . سرعة تدفق المياه قليلة.
٢	بئر ماء بمضخة بالقرب من قرية بادي ومحفور في الجزء العلوي من تكوين كولوش في الجناح الشمالي لطية ببخير / دهوك. المياه صافية تقريبا ( غير معروف العمق )
٣	عين ماء في منطقة زاويته بمعدلات جريان جيدة نسبيا . يتدفق الماء من بين مستويات التطبيق لتكوين بلاسبي عند غاطس طيه ببخير/دهوك.
٤	عين ماء بالقرب من قرية باجلور ضمن تكوين كولوش في الجناح الجنوبي لطية ببخير / دهوك . معدلات تدفق المياه منخفضة .
٥	عين ماء في وادي كرماءى ضمن تكوين شرانش عند الغاطس الشمالي الغربي لطية ببخير / دهوك . معدلات تدفق المياه جيدة بسببها.
٦	عين ماء بمضخة تبعد ٢ كم عن قرية باجلور عند الحد الفاصل بين تكويني شرانش وكولوش وعلى الاغلب في تكوين شرانش ( ؟ ) .
٧	عين ماء بالقرب من قرية بابلو / زاويتا و موجود ضمن تكوين جركس عند الغاطس الشرقي لطية ببخير / دهوك.
٨	بئر بمضخة بالقرب من ناحية الفاضلية ومحفور بعمق ( ٢٥٠ م ) خلال تكوين انجانه وفي تكوين فتحه.
٩	بئر بمضخة بالقرب من ناحية الفاضلية ومحفور بعمق ( ٨٠ م ) خلال تكوين انجانه وفي تكوين فتحه.
١٠	عين ماء في كلي عيد العزيز ضمن صخور تكوين عقره / عقره.
١١	عين ماء الضوانيه ضمن الرواسب الحديثة بالقرب من مفرق طريق الحضر السريع جنوب مدينة الموصل بحوالي ٨٧ كم
١٢	عين بأبعاد ٣ * ٣ متر تجري مياهها خلال تكسرات فالق في صخور رملية المنكشفة على كتف نهر دجلة و بالقرب من سايلو الشرايط . ٧٠ كم جنوب مدينة الموصل.

جدول (١) ملاحظات حقلية تفصيلية عن نماذج مياه العيون والآبار في الدراسة الحالية

الاثيلي (EDTA) (Vogel, 1961) وكل من (Na+, K+) باستخدام مطياف اللهب موديل (Sherwood 410) وكمية البيكاربونات (-CO3) بالتسحيح مع المحلول القياسي لحمض (HCl) (عباوي و حسن , ١٩٩٥) وأيون الكلور (-Cl) بالتسحيح مع المحلول القياسي لنترات

#### العمل المختبري:

جرى انجاز العمل المختبري لنماذج الدراسة خلال فترة اسبوع واحد من تاريخ انتهاء العمل الحقلية. وتهدف التحاليل المختبريه إلى تقدير (Ca++, Mg ++) بالتسحيح مع المحلول القياسي لرباعي حامض الخليك ثنائي أمين

الفضة (AgNO<sub>3</sub>) و كمية جذر الكبريتات (= SO<sub>4</sub>) فوق البنفسجي موديل ٢٥٥٠ (APHA , 1996). باستخدام كلوريد الباريوم (BaCl<sub>2</sub>) والمطياف المرئي-

رقم النموذج	Ca ++ ppm	Mg ++ ppm	Na + ppm	K + ppm	Cl - ppm	HCO <sub>3</sub> - ppm	SO <sub>4</sub> = ppm	TH ppm	pH	EC $\mu$ s/cm
1	57	66	42	3	96	220	156	414	7.5	1.49
2	77.8	15.1	12.5	1	96	256	36	256	7.1	1.437
3	49.7	9.7	10	1	56	183	14	164	7.5	0.94
4	90.6	26.2	18.2	1	86	329	26	334	7.1	1.77
5	260	61	17.3	3	200	134	564	900	6.9	3.0
6	100.2	7.25	11.7	2	60	195	67	280	6.9	1.87
7	64.9	29.7	2.5	-	76	214	24	284	7.3	0.942
8	109.8	18.4	19.1	8	96	207	179	350	6.7	0.41
9	114.6	45.2	2.5	-	96	146	213	472	7.2	0.43
10	78.6	10.7	2.5	-	15	195	45	248	6.7	0.2
11	561	194	216	9	341	134	2009	2200	7.5	2.64
12	425	44	84	11	66	25	1255	1240	7.8	1.017

جدول (٢) البيانات التحليلية لمياه عيون والآبار في منطقة نينوى وجوارها

ومن الجدير ذكره بأن جميع الأجهزة الحقلية والمختبرية وطرق الفحوصات والتحليل قد جرى تعبيرها باستخدام عينات قياسية تم تحضيرها مختبئاً أو متوفرة أصلاً. و بهدف تقييم البيانات التحليلية، جرى حسب قيمة (epm) لكل من الأيونات الموجبة والسالبة ومقارنة معدلاتهما التي تشير إلى اقترابهما من بعضهما البعض (13.60 و 14.04) للأيونات الموجبة والسالبة على التوالي) مما يدل على رصانة نتائج التحاليل أفضة الذكر

**النتائج والمناقشة:**

يعرض الجدول (٢) البيانات التحليلية لجميع نماذج المياه ويلاحظ فيها شدة تباين المكونات اللاعضوية الذائبة (فضلاً عن الفحوصات الأخرى) باختلاف مواقع عيون المياه والآبار. ويؤثر في اختلاف التركيب الكيميائي للمياه الجوفية العديد من العوامل وأهمها طبيعة الصخور والمياه وبمعنى أدق طبيعة تماس الصخرة بالماء (water/rock interaction) وعادة ما يناقش هذا التماس بالاعتماد على مفاهيم نظرية الطبقة المزدوجة الكهربائية (electrical double layer) (Berner, 1971) ونظرية معقد أو مركب السطح (surface complexation) (al., 1987). وتختلف النظرية الثانية في اعتبار سطح التماس يمتلك تركيباً معيناً تحدث عنده عدد من التفاعلات الكيميائية مثل التآين والأكسدة - الاختزال وبمعدلات مختلفة والتي بمجموعها تحدد في النهاية المكونات الذائبة في الماء. وبسبب غياب بيانات هاتين النظريتين في الدراسة الحالية لا يمكن مناقشتها أبعد من ذلك ولكن يمكن النظر إلى الموضوع بشكل أبسط واعتبار التركيب الكيميائي للمياه ناتج عن الإذابة الكاملة أو الجزئية للمكونات المعدنية لصخور الخزان المائي وبالتالي فإن تباين ذوبانية رواسب وصخور الخزان تكون المسؤولة إلى حد كبير عن كيميائية مياه العيون والآبار للدراسة الحالية مع الأخذ بنظر الاعتبار مفاهيم الخزان المفتوح والمحصور (unconfined , and confined aquifers).

ان أكثر الصخور ذوبانية والمنكشفة في منطقة الدراسة تعود إلى تكوين فتحه (الفارس الأسفل سابقاً). ويتألف هذا التكوين من صخور الملح و الكبريتات فضلاً عن صخور أقل ذوباناً وهي الحجر الجيري والمارل الأخضر والطين الأحمر (Buday, 1980). وتتكشف صخور هذا التكوين

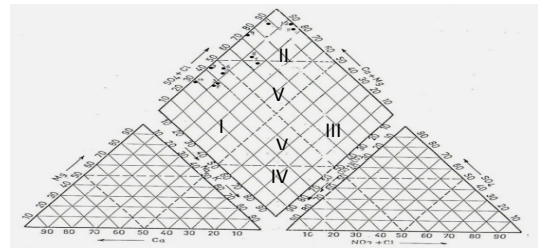
بمساحات واسعة في شمال العراق وبتجاه شمال غربي - جنوب شرقي وبامتدادات تصل إلى حوالي ١٥٠٠ كيلومتر ويعرض ٣٠٠ كيلومتر (Gill and Ala, 1972) . ويضم تكوين فتحه تموضعات هائلة من الكبريت الرسوبي المعروف عالمياً بكبريت حقل المشراق (Bateman, 1967). وتتصاحب العيون الكبريتية مع مناطق وجود الكبريت الرسوبي على ضفتي نهر دجلة من منطقة الموصل شمالاً ولغاية بييجي جنوباً (Al-Sawaf, 1977). وتفسر الملاحظة الأخيرة ارتفاع تراكيز الكبريتات (SO<sub>4</sub> 2-) في النموذجين (11) و (١٢) إلى أعلى مستوى (2009 ppm and 1255 ppm على التوالي) مقارنة بباقي نماذج الدراسة. ويمثل هذين النموذجان مياه عينين واقعتين في جنوب منطقة الدراسة وبالقرب من حقل كبريت المشراق. وتتنطبق نفس الملاحظة على تراكيز أيون الكالسيوم (Ca 2+) (561 ppm and 425 ppm) في النموذجين (11) و (12) على التوالي , مما يشير إلى ذوبان صخور كبريتات الكالسيوم لتكوين فتحه والتي تعد مرحلة أولى لعمليات تكوين كبريت حقل المشراق. وباستثناء (pH and K+) فان جميع البيانات التحليلية تشير إلى امتزاج مياه نهر دجلة بمياه عين منطقة الشرفاط (نموذج ١٢) وانخفاض مكوناتها الذائبة مقارنة مع مياه عين الرضوانية (نموذج ١١) (جدول ٢) . ويعيدا عن مواقع الكبريت الرسوبي وبتجاه الجزء الشمالي من منطقة الدراسة وتحديدًا عند عين وادي كراماوى في الغاوس الشمالي الغربي من طية بيخير / دهوك , يلاحظ زيادة واضحة في جذر الكبريتات (564 ppm) في النموذج (٥). ويمكن تفسير ذلك على أساس أكسدة محتوى صخور تكوين شرانش من معدن البيراييت (Hadad , 1980) مما أدى إلى تحرير حامض الكبريتيك وزيادة معدلات الإذابة كما تشير إلى ذلك القيمة الأعلى للإصلالية الكهربائية (3.0  $\mu$ s/cm) في نفس النموذج (٥) مقارنة مع بقية النماذج . أما الصخور الأقل ذوباناً فتعود إلى الصخور الكلتية للجير المتدلته المرجانية (dolomitised reefal limestone) وكما تشير إلى ذلك القيمة الأقل (0,20  $\mu$ s/cm) للإصلالية الكهربائية في النموذج (١٠) لمياه عين ضمن تكوين عقره وعند كلي عبد العزيز/ منطقة عقره. ويعتقد بأن أثير المصاحب لصخور تكوين عقره يساعد

يبدو بأن أنواع مياه الدراسة الحالية تتبع لثلاثة حقول (Domain) من تصنيف بايبر (شكل ٣) وعلى النحو الآتي: مياه من نوع (-, Cl, SO4 --) للنموذجين (١١) و (١٢) ومياه من نوع القلويات الأرضية (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) بالنسبة للنماذج بالرقم (٢) و (٥) و (٦) و (٧) و (٩) و (١٠) ومجموعة ثالثة لمياه من نوع القلوية (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) بالنسبة للنماذج (8, 4, 3, 1). وبموجب تصنيف (Walton, 1962) الموضح في مخطط مثلث بايبر (شكل ٣) وبالرموز (I, II, III, IV, V) فإن نماذج الدراسة تتوزع على النحو الآتي: تقع النماذج (٢ و ٣ و ٤ و ٦ و ٧ و ١٠) في الحقل (I) وتتبع مجموعة المياه العسرة وغالبا ما توجد ضمن خزانات الحجر الجيري (١٠ و ٣) أو ضمن الرواسب المفككة الحاملة للكربونات (٢ و ٤ و ٦ و ٧) , بينما تقع النماذج (5 و ٨ و ٩ و ١١ و ١٢) الحقل II وتتبع لمجموعة مياه (-, Cl, SO4 --, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) , ويلاحظ وجود نموذج واحد بالرقم (١) في الحقل (V) وهو يتبع لمجموعة المياه الناتجة عن اذابة معادن متعددة وكما هو الحال بالنسبة للموقع الطبقي المتمثل بتماس تكوين كولوش / جركس أو هي ناتجة عن امتزاج نوعين من المياه بتركيب كيميائي مختلف تماما . وتشير نتائج حسابات الصيغة المقترضة للأملاح (جدول ٣) الى نفس تصنيف بايبر المذكور سابقا، إذ تصنف المياه إلى ثلاثة أنواع: كبريتات و كلوريد; وقلويات أرضية; وقلوية، وباعتماد على البيانات التحليلية التي اعتمدها مخطط مثلث بايبر. أما من ناحية العسرة الكلية (TH) فإن نماذج الدراسة تتراوح بين مياه عسرة (النماذج بالارقام ٢ و ٣ و ٦ و ٧ و ١٠) ومياه عسرة جدا (النماذج بالارقام ١ و ٤ و ٥ و ٨ و ٩ و ١١ و ١٢) بموجب دراسة Sawyer (and McCarty, 1967).

#### الأهمية البيئية:

عادة ما يتم مناقشة الأهمية البيئية للبيانات التحليلية للمياه بمقارنتها مع الحدود المقبولة والمسموحة بها عالميا من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO, 2006) فضلا عن المعايير الاوربية الاخرى. ويعرض الجدول (٤) التركيب الكيميائي فضلا عن الدالة الحامضية والايصالية الكهربائية أنماذج مياه الدراسة ومقارنتها مع مثيلاتها في الحدود المقبولة والمسموحة بها لمياه الشرب من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO, 2006) .

على حفظ الدالة الحامضية إلى ثاني أقل قيمة (٦.٩) نتيجة تكوين حامض الكربونيك الضعيف بتحلل الغير وتحرير ثاني أكسيد الكربون وذوبانه في الماء . وبنفس السياق يمكن تفسير البيانات التحليلية للنموذج (٣) من مياه عين ضمن تكوين بلاسيبي عند غطس طيه بيخير في زاويتنا / منطقة دهوك . وتشير المقارنة الى تساوي قيمتي الايصالية الكهربائية تقريبا (0.41 μs / cm) و (0.43 μs / cm) لمياه البترين ( نموذج ٨ ونموذج ٩) المحفورين بعمق (٢٥٠ متر) و (٨٠ متر) على التوالي في تكوين فتحة / طية بعشيقه . والملاحظة الأخيرة تتطلب فيما تتطلبه وجود تغذية (replenishment) مستمرة و زمن إقامة قصير نسبيا , للحفاظ على ايصالية كهربائية منخفضة وثابتة تقريبا . وربما تشير القيمة الأقل للدالة الحامضية (٦.٧) في النموذج (٨) إلى وجود تفاعلات اختزالية لايون الكبريتات إلى حامض كبريتيد الهيدروجين وتأثيره على خلب العناصر من معادنها بدلالة ملاحظة ثالث أعلى تركيز لايون البوتاسيوم (8 ppm) في نفس النموذج (٨). و باستثناء أيون الكلور فإن المقارنة تشير إلى اختلاف تركيبهما الكيميائي وربما تشارك صخور تكوين انجانه في التأثير على مياه البتر الأقل عمقا (النموذج ٩) فضلا عن تأثير صخور تكوين فتحة. وتتفاوت ولكن بمديات أقل نسبيا تراكيز العناصر الكيميائيه في مياه الينابيع والبتر المحفور في تكويني كولوش و جركس / طية بيخير، غير ان الارتفاع النسبي لمعدل تراكيز أيوني الصوديوم (17.4 ppm) وأيون الكلور (82.4 ppm) تشير إلى تأثير أملاح عالية الذوبان. إن الشكل المثلث الأكثر استخداما في تحديد تباين نوعية المياه هو ما يطلق عليه بمخطط مثلث بايبر (Piper trilinear diagram). وقبل تسقيط البيانات يتم تحويل التراكيز من الوحدة (mg / l) إلى الوحدة (epm) ومن ثم إعادة حساب (epm % ) للايونات السالبة والموجبة بشكل منفصل بعدها يتم تسقيط الايونات السالبة في المثلث إلى اليسار والكتايونات الموجبة في المثلث على اليمين ومن ثم تنقل نقاط العلاقة إلى المخطط الوسطي وكما يوضحه الشكل (٣) (Piper, 1953 ; Walton, 1970).



شكل (٣) مخطط بايبر (Piper) لبيانات الدراسة الحالية، Piper, 1953 Walton, 1962

رقم النموذج	Ca(HCO3)2 2%	CaSO4 4%	CaCl2 %	Mg(HCO3)2 %	MgSO4 %	MgCl 2%	Na2SO4 4%	NaCl %	KCl %
***1	27.91	----	----	9.81	33.96	9.61	----	17.92	0.78
**2	54.90	9.80	3.30	----	----	21.70	----	9>47	0.53
***3	61.60	4.80	----	----	1.10	20.18	----	11.47	0.79
***4	60.16	----	----	4.43	6.46	17.93	----	10.62	0.40
**5	11.24	57.60	----	----	2.36	24.30	----	3.97	0.42
**6	50.96	22.13	8.11	----	----	9.72	----	8.27	0.81
**7	55.94	----	----	1.13	8.13	32.91	----	1.89	----
***8	34.52	33.68	----	----	4.30	14.08	----	10.31	2.60
**9	25.16	34.60	----	----	11.89	27.10	----	1.15	----
**10	70.18	9.70	----	----	10.91	6.98	----	2.23	----
*11	4.10	48.10	----	----	29.90	----	----	17.47	0.43
*12	1.44	72.39	----	----	51.12	----	7.11	5.58	0.96

جدول 3- نتائج الحسابات الرياضية لصيغ الأملاح الافتراضية.

\* نوع المياه Cl- , SO4  
\*\* نوع المياه Mg++, Ca++  
\*\*\* نوع المياه K+, Na+, Mg++, Ca++

البيانات الدراسة الحالية	الحدود المقبولة بها	مطابقة النماذج وأرقامها	الحدود المسموح بها	مطابقة النماذج وأرقامها
pH	7.0-8.5	مطابقة النماذج وأرقامها 10, 8, 6, 5 غير مطابقة	6.5-9.2	جميعها مطابق
EC $\mu$ s/cm	<250	جميعهم غير مطابق عدا 10	<1480	10 و 7 و 6 و 5 غير مطابق
TH ppm	<150	جميعهم ما مطابق عدا 10 و 3	<500	10 و 11 غير مطابق
Ca++ =	<75	جميعهم ما مطابق عدا 10 و 3 و 7	<200	10 و 11 غير مطابق
Mg++ =	<50	جميعهم مطابق عدا 10 و 11	<150	11 غير مطابق
Na + =	<120	جميعهم مطابق عدا 11	<400	11 غير مطابق
HCO3 -- =	متغير	389 - 20	متغير	389 - 20
Cl - =	<250	جميعهم مطابق عدا 10 و 11	<500	جميعها مطابق
SO4-- =	<200	جميعهم مطابق عدا 10 و 11	<400	10 و 11 غير مطابق

جدول (4) مقارنة بيانات الدراسة مع الحدود المقبولة والمسموح بها لمياه الشرب من قبل (WHO, 2006)

والمغنسيوم والكلور (والحديد والمنغنيز). ويبدو ان محتوى المياه من CO2 و HCO3 و CO3 تسلك سلوك منظم (Buffer) تعمل على تنظيم الدالة الحامضية والمحافظة على قيمها العالية نسبيا .

#### المصادر:

عباوي, سعاد و حسن . محمد سليمان (1995) الهندسة البيئية, فحوصات الماء . دار الحرية للطباعة والنشر, 296 صفحة.

Al-Sawaf, E.D.S., (1977). Sulfate – reduction and sulfur deposition in the Lower Fars Formation, Northern Iraq . Econ. Geol, 72, pp 608 – 618.

APHA, and AWWA. (1996). Standard methods for the Examination of water and waste water. American Public Health Association 19 th edition. Washington

Jensen, M.L. and Bateman, A.M. (1981). Economic Mineral Deposits .3 rd Edn. John Wiley and Sons, New York, 593 P.  
Bergaya, F., Theng B.K.G. and Lagaly, G. (1993). Hand,book of clay science, Development in Clay Science 1. Elsevier 1224P

Berner, R.A. (1971). Principles of chemical sedimentology, Mc Graw – Hill, New Yourk, 240 P

Buday, T. (1980). The regional geology of Iraq. vol. I, Stratigraphy and Paleontology,

ويلاحظ في الجدول أعلاه بان جميع النماذج لا تتوفر فيها كل الحدود المقبولة عالميا في حين تتوفر جميع الحدود المسموح بها لمياه الشرب عالميا وذلك في النماذج 2 و 3 و 7 و 8 و 9 و 10 والتي تمثل ميله بئر قريبة من قرية بادي و مياه عين في منطقة زاويته وعين ماء بالقرب من قرية بابلو ومياه بئرين بالقرب من ناحية الفاضلية و مياه عين في كلي عبد العزيز (جدول 1) . أما من ناحية استخدام مصادر المياه أعلاه في الزراعة فان مياه عين كلي عبد العزيز تعد مياه ممتازة لهذا الغرض لامتلاكها ايصالية كهربائية اقل من (250  $\mu$ s/cm) بينما تعد البئرين في منطقة الفاضلية ذات مياه جيدة ( – 250  $\mu$ s/cm) للأغراض الزراعية في حين تتوزع بقية مصادر المياه بين المسموح بها بايصالية كهربائية (750 – 2250  $\mu$ s/cm) ومياه مشكوك بها بايصالية كهربائية (> 2250  $\mu$ s/cm).

#### الاستنتاجات:

تتأثر أنواع المياه الجوفية بتركيب وذوبانية المواد الصلبة في الرواسب و صخور الخزان الجوفي فضلا عن تفاعلات الحامض- القاعدة والأكسدة - الاختزال والاكنتساب والفقدان للمكونات الكيميائية و الامتزاج بالمياه الجوفية للطبقات المجاورة . ويعتمد تأثير كل من هذه العوامل على زمن إقامة المياه في البيئات تحت سطحية . و تتكون حامضية المياه الجوفية نتيجة ذوبان غاز ثاني اوكسيد الكربون (العضوي واللاعضوي) و ثاني اوكسيد الكبريت في المياه وكما ان أكسدة البيراييت بالأوكسجين المذاب يؤدي أيضا إلى زيادة حامضية المياه والتي تؤثر في ارتفاع تراكيز المكونات الكيميائية مثل أيونات الكالسيوم

- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindth, U., Smedley, P. (eds) (2005). *Essential of Medical Geology*. Amsterdam, Elsevier, pp. 435 – 456.
- Stumm, W., Wehrli, B. and Wieland, E. (1987). *Surface complexation and its impact on Geochemical weathering*. CROATICA CHEMICA ACTA, 60 (3) pp. 426 – 456.
- Todd, D.K. (1980). *Groundwater Hydrology* 2<sup>nd</sup> Edn, John Wiley and sons, New York, USA 315 P.
- Vogel, A.I. (1961). *A. Text Book of Quantitative Inorganic Analysis* 3<sup>rd</sup> Edition. Longman Scientific and Technical, 877 P
- Walton, W.C. (1962). *Selected Analytical Methods for Well and Aquifer Evaluation*, Illinois State Water Survey, Bulletin 49.
- WHO, (2006) *World Health Organization Guidelines for Drinking Water Quality*. 3<sup>rd</sup> Edn, Vol. 1, World Health Organisation of the United Nation, Rome, Italy, 68 P.
- Publication og GEOSURV, Baghdad. 415 P
- Gill, W.D. and Ala, M.A. (1972). *Sedimentology of Gachsaran Formation, SW Iran*. Bull. Vol. 55 No. 10 pp 1965 – 1974.
- Haddad, S.N. (1980). *Geochemistry and Mineralogy of Shiranish Formation Exposed at Northern Iraq*. (in Arabic) Unpublished M.Sc. thesis submitted to the University of Mosul, Iraq. 165 P
- Jassim, S.Z. and Goff, J.C. (2006). *Geology of Iraq*. Published Dolin, Prague and Moravian Museum Brno, 340 P
- Naeem, A., Alsanussi, M.Y. and Almohandis, A.A. (1983). *Multielemental and Hydrochemical Study of Holy Zamzam water*, Journal of the New England Water Works, vol. 97 (2) pp 76-197.
- Piper, A.M. (1953). *A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis*, USGS Groundwater Note No. 12.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E. and Webb, J.S. (1979). *Geochemistry in mineral exploration*. 2<sup>nd</sup> edition, (page 431) Academic Press, London, 657 P.
- Sawyer, C.N. and MaCarty P.I. (1967). *Chemistry for sanitary engineers* 2<sup>nd</sup> Edn, McGraw-hill, New York, 518 P.

## **The Significance and Variation in Chemical Composition of Selected Spring and Well Water at Ninevah District and Adjacent Area Northern Iraq.**

Auday M. Al-Rawas    Mohammed A. Al-Hajj    Salim M. Aldabbagh

Earth Sciences Department    Science College The University of Mosul The Republic of Iraq.

### **Abstract**

The present study is concerned with the chemical composition of water at twelve springs and wells selected from Ninevah district and adjacent area at northern Iraq. Clear Variation is noticed within the analytical data and reflect differences in location and stratigraphy of the studied springs and wells. It seems that the abundance of highly soluble rocks of Fat'ha Formation (Evaporites and to lesser extent Carbonates) and the formation of Mishraq Sedimentary Sulfur are most effective factors shaping the chemistry of Alradhwania spring water with EC reaches (2.64  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) at the southern part of the studied area, while the assumed continuous replenishment of aquifer in addition to the fore-mentioned factors, may account for the low EC (around 0.4  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) in wells water drilled in Fat'ha Formation at the southern limb of Bashiqa Anticline. Oxidation of pyrite content of rocks of Shiranish Formation may explain the maximum EC (3.0  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) of spring water at Germawa Wadi, north west plunge of Bekhair Anticline / Dhuk Area. On the other hand, the low soluble reefal dolomitised limestone of Aqra Formation would accounts for the minimum EC (0.2  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) of spring water at Abdullazziez Gully / Aqra area. The same remarks may applied to the relatively moderate EC (0.94  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) of spring water within Pila Spi Formation rocks at the plunge of Bekhaire Anticline / Zawieta / Dhuk Area. Variable effects of rocks of Kolosh And Gercus red bed are noticed in other springs and wells at Bekhaire Anticline / Dhuk Area. Classification of type of spring and well water samples were achieved by plotting the analytical data on Piper trilinear diagram and proper discussion were made backed by the result of calculation of the proposed salt formula phases. Further discussion were extended to cover the environmental significant of analytical data by comparison with world health organization limits.

**Keywords:** spring and well water; chemical composition; water/rock interaction; salt calculation; trilinear piper diagram.