Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

Hydrochemistry and Water Quality for Alqosh-Kand Catchment Area North of Mosul / North of Iraq

Ruaa Ali Hussein[1], Taha Hussein Ali Al-Salem[2]

[1] Department of Geology, College of Sciences / Mosul University

[1]naseem_rr@yahoo.com

[2] Department of Environment Technologies /College of Environment Science and Technology/ Mosul University

[2]tahahusseinsalim@yahoo.com

ABSTRACT

This study including evaluation of quality of groundwater of Alqosh area, through the physical and chemical analyses of (19) groundwater samples besides the information of one well is the well number (20) from (General Authority for Groundwater Commission/Nineveh branch) , and there is found the concentiration of Ca^{++} is (57.25) ppm, Mg^{++} (44) ppm, Na^{+} (9.85) ppm, K^{+} (0.67) ppm, Cl^{-} (12.15) ppm, SO_4^{-2} (56.19) ppm, HCO_3^{-} (295.45) ppm, NO_3^{-} (3.74) ppm, pH (7.97) , E.C (657.95) µmohs/cm, TDS (596.9) ppm, TH (325.98) ppm, and there is found that the water of the study area is suitable for human consumption, except the well (3-5-15-16-18) is not suitable for human consumption, and there is found the quality of groundwater in the study area is bicarbonate, calcium and magnesium type, and the factor analysis is showed that there are three factors controlling the hydrochemistry of water in the area, the first and the second factor is natural factor represented by type of rock components of the studied area, and the third factor is anthropogenic factor which is human activities.

Keywords : Alqosh , Groundwater , Quality , Hydrochemistry , Factor Analysis .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

هيدروكيميائية ونوعية المياه الجوفية لحوض القوش- قند شمال الموصل / شمالي العراق

رؤى علي حسين [1] ، طه حسين علي السالم[2]

[1]قسم علوم الأرض, كلية العلوم/ جامعة الموصل

naseem_rr@yahoo.com [1]

قسم تقانات البيئة / كلية علوم البيئة وتقاناتها / جامعة الموصل[2]

[2]tahahusseinsalim@yahoo.com

الملخص

شملت الدراسة تقييم نوعية المياه الجوفية لمنطقة القوش , من خلال إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية ل (19) نموذج ماء جوفي إضافة إلى معلومات بئر واحد هو بئر رقم (20) من الهيئة العامة للمياه الجوفية / فرع نينوى , وجد ان معدل تركيز ايون الكالسيوم Ca^{++} (57.25) ملغم/لتر , Mg^{++} (44) ملغم/لتر ، Na^{+} (9.85) ملغم/لتر ، K^{+} (0.67) ملغم/لتر ، Cl^{-} (12.15) ملغم/لتر ، SO_4^{-2} (56.19) ملغم/لتر ، HCO_3^{-} (295.45) ملغم/لتر , NO_3^{-} (3.74) ملغم/لتر ، pH (7.97) ، E.C (657.95) مايكروموز/سم ، TDS (596.9) ملغم/لتر ، TH (325.98) ملغم/لتر ، وقد تبين إن مياه منطقة الدراسة صالحة للشرب , ماعدا الأبار (3-5-15-16-18) فهي غير صالحة للشرب , وتبين ان نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة هي من نوع البيكاربونات والكالسيوم والمغنيسيوم ، وبين التحليل العاملي وجود ثلاثة عوامل رئيسة تسيطر على هيدروكيميائية المياه في المنطقة , العامل الأول والثاني هما عاملين طبيعيين يتمثلان بنوعية المكونات الصخرية لمنطقة الدراسة , العامل الثالث هو عامل غير طبيعي والذي يتمثل بالنشاطات الزراعية في المنطقة .

الكلمات الدالة : القوش ، المياه الجوفية ، نوعية ، هيدروكيميائية ، التحليل العاملي .

١- المقدمة Introduction :

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

لتقييم مصادر المياه الجوفية في أية دراسة فان نوعية المياه لاتقل أهمية عن كميتها , وان الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لهذه المياه لها أهمية في تحديد مدى صلاحيتها للاستخدام المنزلي أو في مجال الزراعة أو الري [1] . تقع منطقة الدراسة في محافظة نينوى وفي الجزء الشمالي من مدينة الموصل في شمال العراق , تحدها من الشمال طية القوش والى الجنوب طية قند , تنحصر منطقة الدراسة جغرافيا بين خطي طول (43° 02′ 30′′ – 43° 16′ 10.5′′) ودائرتي عرض (36° 44′ 45′′ – 36° 37′ 42′′) وتبلغ مساحتها حوالي 214 كم² كما في الشكل (1) .

درست شركة بارسون [2] المنطقة وتوصلت من تحرياتها المعتمدة على القياسات الحقلية والمختبرية والمعلومات المناخية والهيدرولوجية من تحديد الخزانات الجوفية الرئيسة في المنطقة ومن ضمنها تكوين الأنجانة الذي يشكل خزان جوفي مهم بالإضافة إلى التحليل الكيميائي للمياه وتحديد نوعيتها ومعرفة اتجاه حركة المياه الجوفية بناءً على الانحدار الطوبوغرافي . وقامت شركة أنكرا اليوغسلافية [3] بحفر عدد من الابار الجوفية والقيام بعملية الضخ التجريبي لهذه الابار وقياس تغيرات مستويات المياه والإنتاجية وتحديد نوعية المياه عن طريق التحليل الكيميائي من ناحية صلاحيتها للاستخدامات البشرية والزراعية . قام [4] من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوحة الموصل (NJ-38-13) ، والتي ضمت بجزئها الشمالي جزء من منطقة الدراسة اذ بين نوع التكاوين الحاملة للمياه .

طباقيا تنكشف في منطقة الدراسة تكوينات العصر الثلاثي (Tertiary Period) وهو تكوين البيلاسبي والذي يتألف من الحجر الجيري والحجر الجيري المتدلمت [5] ، وتكوين الفتحة حيث الصخور المكونة للتكوين هي صخور الانهايدرايت والجبس التي تتداخل مع الحجر الجيري والمارل [6] ، وتكوين الأنجانة فيتألف بشكل رئيسي من صخور الحجر الرملي السميكة والمتناوبة مع صخور المارل الغرينية [5] ، وتكوين المقدادية ويتألف من صخور رملية حصوية سميكة هشة والتي تتناوب وتتداخل مع طبقات رقيقة من الصخور المارلية الغرينية [7] وكذلك ترسبات العصر الرباعي والتي تتكون من ترب متبقية وترسبات المنحدرات وترسبات المراوح الفيضية .

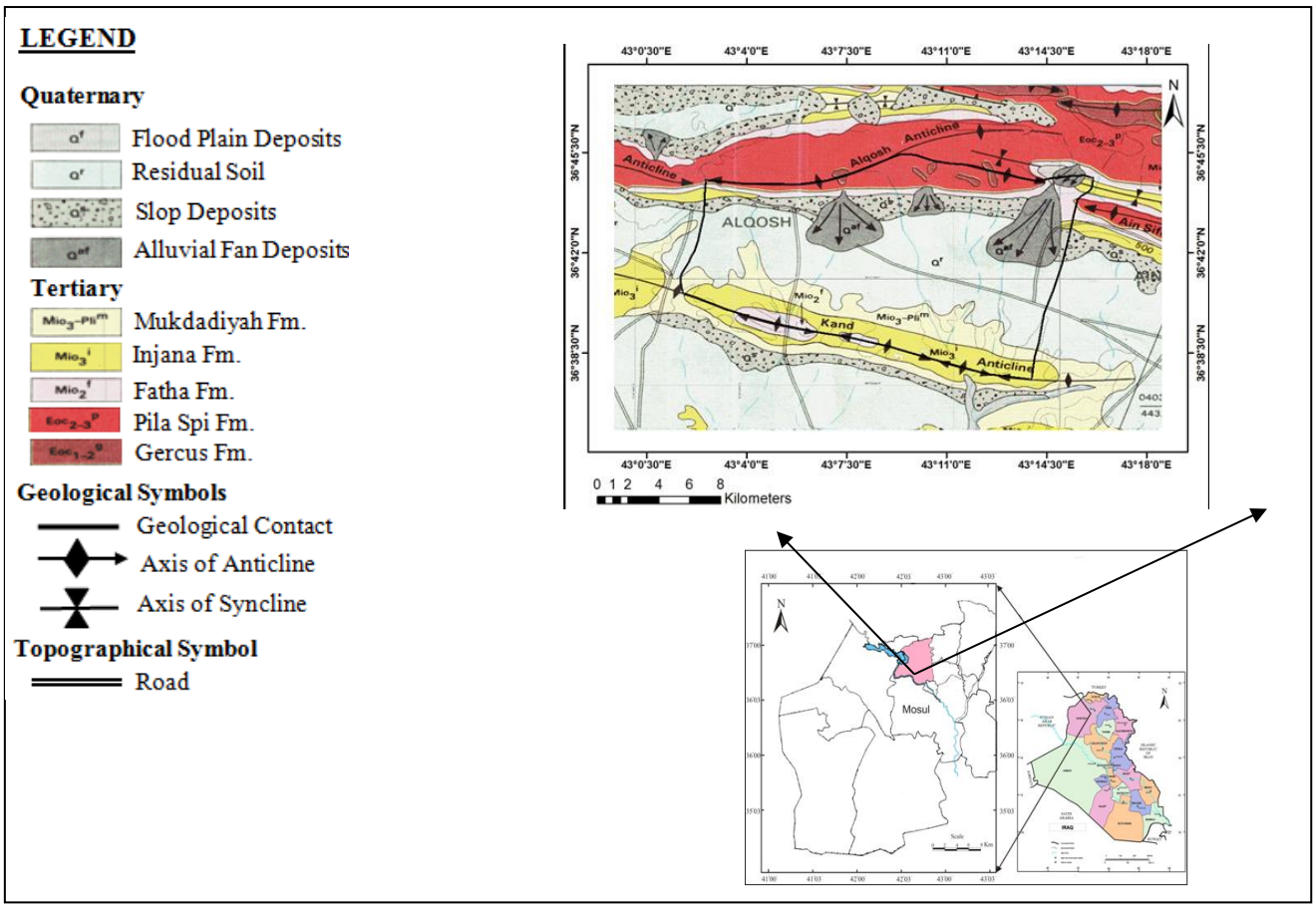
من الناحية التركيبية توجد في منطقة الدراسة طيتان وهما طية القوش وطية قند ، تمدد طية القوش شرق - غرب ثم تتغير نحو الشمال الشرقي – الجنوب الغربي ثم تعود إلى الشرق – غرب ،

طول الطية 20 km [4] ، ويشكل تكوين البيلاسبي لب الطية ثم تنكشف التكاوين الأحدث عند الأجنحة والغاطسين ، والتي تشمل تكوين الفتحة وتكوين الأنجانة ولاحقا تغطي هذه التكاوين التربة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

وترسبات المنحدرات في مناطق أخرى . أما طية قند يأخذ محور الطية في اتجاه العام غرب , شمال غرب , شرق , جنوب شرق , طول الطية 22.5 km [8] ، ينكشف تكوين الفتحة الأقدم عند لب الطية مع ترسبات تكوين الأنجانة [5] .

ومن الناحية الهيدروجيولوجية فأن الخزانيين الرئيسيين في منطقة الدراسة هما خزان تكوين البيلاسبي وخزان تكوين الأنجانة . والهدف من الدراسة هو تحديد نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة من خلال دراسة الصفات الفيزيائية والكيميائية لها بمختلف الطرق التحليلية والإحصائية لمعرفة صلاحيتها للاستخدامات المختلفة .



شكل (1) خارطة جيولوجية عن [9] وخارطة موقعية بالنسبة للعراق لمنطقة الدراسة

١- طرق العمل Methodology :

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

تم جمع (19) نموذج ماء جوفي في ٢٠١٣/١٠/١٠ باستخدام قناني بلاستيكية نظيفة وبحجم لتر واحد وكذلك تم الاستعانة بمعلومات البئر رقم (20) من الهيئة العامة للمياه الجوفية / فرع نينوى وأجريت التحاليل الكيميائية للنماذج المائية والمتمثلة بالايونات الموجبة (Mg^{++} ppm , Ca^{++} ppm , K^{+} ppm , Na^{+} ppm) والايونات السالبة (NO_3^- HCO_3^- ppm , SO_4^{-2} ppm , Cl^- ppm) (ppm , وذلك في مختبرات جامعة الموصل اذ حللت معظم العناصر في مختبرات كلية علوم البيئة وتقاناتها / قسم تقانات البيئة ماعدا عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والبيكاربونات اذ تم تحليلها في مركز البحوث والسدود والموارد المائية . وقد تم إجراء التحاليل الكيميائية للمكونات الرئيسية للنماذج المائية وباستخدام الطرق في [10] ، وفيما يلي طرق التحليل :

حللت ايونات الكالسيوم عن طريق التسحيح مع EDTA وصبغة الميروكساید (Murexide) كدليل وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . تم إيجاد العسرة الكلية TH بوحدة ملغم/لتر وبتسحيح Na_2 . EDTA وصبغة ايروكروم بلاك تي . تم أيجاد تركيز Mg بوحدة ملغم/لتر بأستخدام المعادلة [11] .

$$TH = 2.497\ Ca + 4.115\ Mg$$

إذ ان :

TH = العسرة الكلية بوحدة (ppm)

Ca , Mg تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم بوحدة (ppm)

تم إيجاد تركيز كل من ايوني الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة جهاز قياس طيف امتصاص اللهب (Flame Photometer PFP7) بعد تحضير المحاليل القياسية وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . وإيجاد تركيز الكلورايد Cl عن طريق التسحيح بمحلول نترات الفضة $AgNO_3$ وباستخدام كرومات البوتاسيوم كدليل وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . استعملت طريقة التسحيح بمحلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 لإيجاد تركيز ايونات البيكاربونات HCO_3^- باستخدام قاعدية المثيل أورنج كدليل وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . تم قياس ايونات الكبريتات SO_4^{-2} بواسطة التشتت وجهاز Nephelometer بعد تحضير المحاليل القياسية , وتكون القراءة عند طول موجي (420) نانوميتر وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . لإيجاد ايون النترات استخدم جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية Spectrophotometer بعد تحضير المحاليل القياسية وبإضافة حامض (HCl) والقراءة

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

عند طولين موجيين (220-275) نانوميتر وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . وكذلك تم حساب المواد الصلبة المذابة Total Dissolved Solid (TDS) عن طريق تسخين النموذج المائي [12] بأخذ حجم معين من النموذج ووضعه في بيكر نظيف بعد اخذ وزن البيكر وهو فارغ , ثم يوضع النموذج في فرن كهربائي بدرجة حرارة 105 ċ ثم يترك البيكر ليبرد ويؤخذ وزنه والفرق بين الوزنيين يمثل TDS أيضا عبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر . وتم قياس التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity والأس الهيدروجينيpH . وتم إيجاد نسبة الخطأ في كل نموذج مائي ، كما في المعادلة التالية عن [13] .

إذ ان :

$$E\% = \frac{\sum r.cat. - \sum r.Ani.}{\sum r.cat. + \sum r.Ani.} \times 100$$

E% : النسبة المئوية للخطأ .

∑ r. cat. : مجموع تراكيز الأيونات الموجبة بوحدات (epm).

∑r. Ani. : مجموع تراكيز الايونات السالبة بوحدات (epm).

أما بالنسبة للدقة فنستخدم الصيغة الآتية : $A = 100 - E\%$

إذ ان :

A : دقة التحليل بوحدة (%) .

E% : النسبة المئوية للخطأ .

إذا كانت النسبة المئوية للخطأ اقل من (5%) ، فإن صحة التحاليل تكون عالية جداً أما في حالة كون النسبة المئوية للخطأ بين (5% –10%) ، فيمكن استخدام النتائج بحذر في التفسيرات ، أما إذا كانت النسبة أكبر من (10%) ، فلا يمكن الاعتماد على النتائج في التفسيرات الهيدروجيوكيميائية [14] , وعند تطبيق صيغة النسبة المئوية للخطأ E% وصيغة دقة التحليل A على نماذج مياه منطقة الدراسة وجد أن جميع النماذج المائية في منطقة الدراسة تقع ضمن الحدود المسموح بها لصحة التحليل وبذلك يمكن الاعتماد عليها في التفسيرات الهيدروكيميائية .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

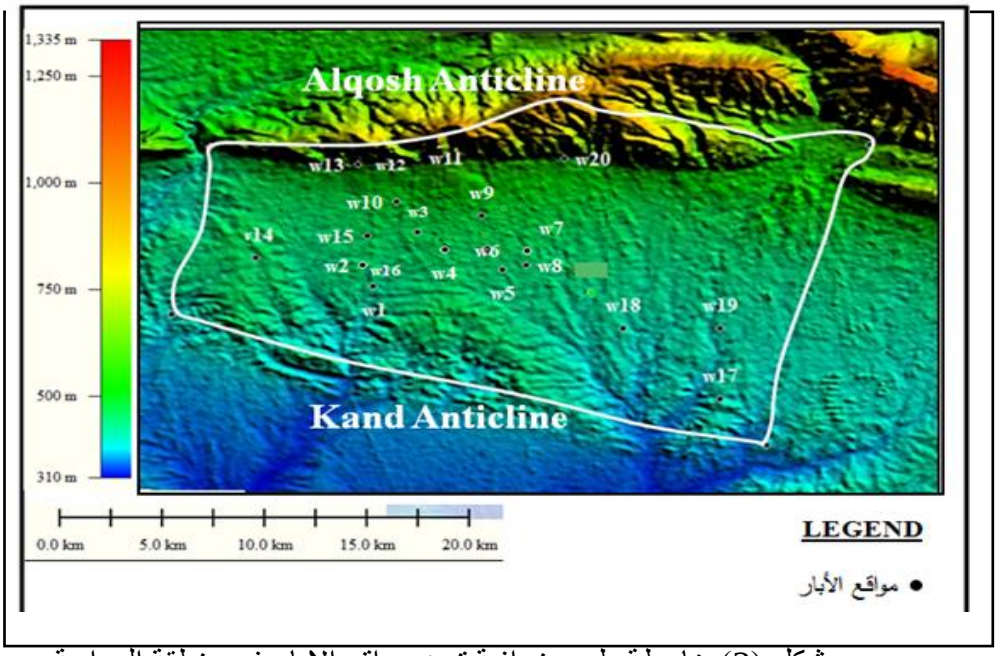
كما تم تصنيف نماذج المياه بطرق شوليز- بايبر- ستيف . وتم إدخال بيانات التحاليل الكيميائية للعناصر في البرنامج الإحصائي (SPSS V18) حيث استخدمت نتائج هذه التحاليل كمتغيرات في عمليات التحليل الإحصائي لغرض إيجاد مدى العلاقة والارتباط فيما بينها .

٢- النتائج والمناقشة Result & Discussion :

الصفات الفيزيائية للمياه Physical Properties of water

١- اللون والرائحة : ينبغي لمياه الشرب من الناحية المثالية أن يكون شفافا وعذبا وسائغا . ينتج اللون في مياه الشرب بسبب وجود المواد العضوية والمعدنية والبكتيرية أو الغازات المذابة [1] وان جميع النماذج المائية في منطقة الدراسة كانت عديمة اللون والرائحة .

ان مواقع الابار موضحة على الخارطة الطوبوغرافية في الشكل (2) ، والجدول (1) يبين الدوال الهيدروكيميائية بوحدة ملغم/لتر ونسبة الخطأ للنماذج المائية في منطقة الدراسة ، بالإضافة الى أعماق الابار في منطقة الدراسة عن الهيئة العامة للمياه الجوفية / فرع نينوى .



شكل (2) خارطة طوبوغرافية تبين مواقع الابار في منطقة الدراسة

جدول (1) يبين الدوال الهيدروكيميائية بوحدة ملغم/لتر ونسبة الخطأ للنماذج المائية وأعماق الابار في منطقة الدراسة

	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{--}	HCO_3^{-} + CO_3^{--}	NO_3^{-}	pH	EC مايكرومو ز/سم	TDS	TH	E %	A %	SAR	Depth of the Well (m)
W1	36	32.59	18.92	1.05	17.97	75.71	224	2.66	7.9	617	560	224	4.22	95.8	0.55	190

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

W2	67.2	27.75	22.33	0.46	23.3	89.57	280	2.14	7.8	745	670	282	3.92	96.1	0.58	180
W3	57.6	61.28	10.09	0.61	12.98	40	380	2.64	7.6	744	700	396	5.68	94.3	0.22	180
W4	36	40.85	15.78	0.49	14.8	39.29	280	2.79	7.8	619	600	258	0.17	99.8	0.43	130
W5	50.4	54.47	13.81	0.73	12.98	32.43	360	4.08	8	736	680	350	4.03	95.97	0.32	140
W6	72	43.31	10.45	0.69	15	50	320	6.17	7.8	725	650	358	5.61	94.4	0.24	150
W7	45.6	22.88	7.8	0.8	11.98	47	171	1.25	8.2	435	400	208	4.39	95.6	0.24	200
W8	64.8	52.54	8.34	0.65	10.82	45.86	350	6.26	7.9	738	620	378	5.45	94.6	0.19	101
W9	40.8	67.59	8.07	0.55	11.91	68.14	324	7.23	7.8	751	680	380	5.08	94.9	0.18	160
W10	60	52.53	6.73	0.59	10.05	45.5	336	4.54	7.8	690	580	366	5.61	94.4	0.15	165
W11	50.4	30.66	2.11	0.48	6.99	46.57	208	2.21	8	425	400	252	5.23	94.8	0.06	207
W12	55.2	9.27	2.2	0.25	3.99	35.86	148	0.2	8.5	460	420	176	4.78	95.2	0.08	200
W13	48	38.43	3.0	2.55	5	65.14	224	2.99	8.1	543	470	278	4.92	95.1	0.08	200
W14	40.8	34.54	13.45	0.71	15.31	81.57	224	2.3	8.2	600	530	244	3.09	96.9	0.38	200
W15	110.4	68.12	12.06	0.6	16.97	55.7	536	1.29	7.9	900	860	556	5.43	94.6	0.22	200
W16	76.8	57.41	8.83	0.41	12.22	59.4	388	5.06	8.1	800	730	428	5.42	94.6	0.18	172
W17	62.4	48.41	9.6	0.61	12.33	66.86	304	7.47	8	778	760	394	4.8	95.2	0.22	180
W18	79.2	58.87	7.22	0.41	9.01	85.29	360	5	7.9	820	760	440	6.43	93.6	0.15	160
W19	62.4	60.56	12.11	0.68	15.37	80.86	336	5.46	7.9	755	720	405	5.69	94.31	0.26	150
W20	29	18	4	0.1	4	13	156	3	8.2	278	148	146.5	1.81	98.19	0.14	175

Ca^{++}	ايون الكالسيوم	pH	الأس الهيدروجيني
Mg^{++}	ايون المغنيسيوم	EC	التوصيلية الكهربائية
Na^{+}	ايون الصوديوم	TDS	المواد الصلبة المذابة
K^{+}	ايون البوتاسيوم	TH	العسرة
Cl^{-}	ايون الكلورايد	E%	النسبة المئوية للخطأ
SO_4^{--}	ايون الكبريتات	A%	دقة التحليل
HCO_3^{-}	ايون البيكاربونات	SAR	نسبة امتصاص الصوديوم
CO_3^{--}	ايون الكاربونات	W	رمز البئر
NO_3^{-}	ايون النترات		

٢- الرقم الهيدروجيني pH : هودالة التركيز المؤثر لايون الهيدروجين في الماء [15] حيث أن الرقم الهيدروجيني يعبر عن نشاط وفاعلية ايون الهيدروجين في الماء إذ يشير الى القيمة العددية للوغارتيم مقلوب تركيز ايون الهيدروجين بالمول لكل لتر للأساس 10 [10] ، حيث تراوحت قيم pH لنماذج مياه الابار في منطقة الدراسة مابين (7.6-8.5) وبمعدل (7.97) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

$$pH = log_{10} \frac{1}{[H^+]} = -log_{10}[H^+]$$

٣ - التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC) : تعرف بأنها قابلية واحد سنتيمتر مكعب من الماء على توصيل تيار كهربائي عند درجة الحرارة 25°C وهي تقاس بوحدة مايكروموز على السنتيمتر للمياه العذبة وذلك لانخفاض توصيلها الكهربائي [16] . إن زيادة قيم التوصيلية الكهربائية تزداد بزيادة كمية المواد الصلبة المذابة حيث تزداد قيم التوصيلية الكهربائية باتجاه جنوب منطقة الدراسة . تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية في نماذج مياه الأبار بين (278-900) مايكروموز/سم وبمعدل (657.95) مايكروموز/سم .

الصفات الكيميائية للمياه الجوفية Chemical Properties of Groundwater

١- **ايون الكالسيوم Ca^{+2} :** يعد ايون الكالسيوم احد أهم الايونات شيوعا في المياه الجوفية عندما تكون المياه في حالة تماس مع الصخور الرسوبية فهذا يؤدي الى ذوبان عدد من معادن الكالسايت , الاروكونايت , الدلومايت , الانهايدرايت والجبس حيث يعتبر المصدر الرئيسي لأيون الكالسيوم وان وجود الكالسيوم والمغنسيوم في الماء يؤدي الى تكوين ظاهرة العسرة [16] . تراوحت قيم ايون الكالسيوم في منطقة الدراسة بين (29-110.4) ملغم/لتر وبمعدل (57.25) ملغم/لتر , إن وجود صخور تكوين الأنجانة والترسبات الحديثة إضافة الى التجوية الكيميائية للصخور الكاربوناتية وتتمثل هذه الصخور في منطقة الدراسة بصخور طبقات تكوين البيلاسبي حيث جعل من هذه الصخور بأن تكون هي المصادر الرئيسة لهذا الايون في منطقة الدراسة .

٢- **ايون المغنيسيوم Mg^{+2} :** إن ذوبان الصخور الجيرية تنتج عادة كميات وافرة من المغنيسيوم بالإضافة الى الكالسيوم [16] وأيضا من المعادن الطينية والمعادن الفيرومغنيسية التي توجد في الصخور الرملية بوصفها معادن ثقيلة [17] . تراوحت قيم ايون المغنيسيوم في منطقة الدراسة مابين (9.27-68.12)ملغم/لتر وبمعدل (44) ملغم/لتر . هناك تفاوت في تركيز ايون المغنيسيوم في منطقة الدراسة , وان مصدر ايون المغنيسيوم قد يكون صخور الدلومايت حيث بإذابة الصخور الجيرية الحاوية على الدلومايت أنتجت هذه النسب المتباينة في تراكيز ايون المغنيسيوم .

٣- **ايون الصوديوم Na^+ :** من المصادر المهمة لأيون الصوديوم هو ذوبان معدن الهلايت (halite) في المناطق التي تتواجد فيها المتبخرات كذلك تحرر المعادن الطينية كمية كبيرة من ايون الصوديوم نتيجة التبادل ألايوني [16] , لاتترسب أملاح الصوديوم بسهولة بالماء حيث تتميز بانحلالها الشديد في

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

المياه [18] وان ايون الصوديوم في منطقة الدراسة يزداد مع اتجاه حركة المياه الجوفية وذلك بفعل عمليات الغسل والإذابة والتي تكون من الشمال والى جنوب منطقة الدراسة . تراوحت قيم ايون الصوديوم في منطقة الدراسة بين (2.11-22.33) ملغم/لتر وبمعدل (9.85) ملغم/لتر .

٤- ايون البوتاسيوم K^+ : يوجد هذا العنصر بصورة نادرة رغم تواجده بكميات وافرة في القشرة الأرضية حيث تركيز اليوتاسيوم في المياه الطبيعية اقل بكثير مقارنة بتركيز الصوديوم وهذا بسبب الانتقالية العالية للصوديوم والاستقرارية النسبية للبوتاسيوم نتيجة دخوله في تركيب المعادن الطينية خلال عملية التجوية [16] . تراوحت قيم ايون البوتاسيوم في منطقة الدراسة بين (0.1-2.55) ملغم/لتر وبمعدل (0.67) ملغم/لتر .

٥- ايون البيكاربونات HCO_3^- : تعد الكاربونات والبيكاربونات المصدر الأساسي لقلوية المياه [16] إن تركيز ايون البيكاربونات في المياه الجوفية مابين 200-400 ملغم/لتر عندما تكون في تماس مع الصخور الجيرية والدلومايتية [19] . تراوحت قيم ايون البيكاربونات مابين (148-536) ملغم/لتر وبمعدل (295.45) ملغم/لتر وان قيم ايون البيكاربونات في منطقة الدراسة كانت عالية مقارنة مع بقية الايونات , حيث تشكل صخور تكوين البيلاسبي المصدر الرئيسي لايون البيكاربونات في منطقة الدراسة

٦- ايون الكلورايد Cl^- : يمتاز هذا الايون بقابلية الذوبان العالية ومن الصعب أن يشترك في تفاعلات الترسيب [20] . تراوحت قيم ايون الكلورايد في منطقة الدراسة مابين (3.99-23.3) ملغم/لتر وبمعدل (12.15) ملغم/لتر , إن زيادة ايون الكلورايد في منطقة الدراسة يكون باتجاه حركة المياه الجوفية وان الابار المحاذية لطية القوش لايتجاوز تركيز ايون الكلورايد فيها أكثر من (7) ملغم/لتر وذلك بسبب إن هذه الابار تقع في مناطق تغذية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة .

٧- ايون الكبريتات SO_4^{-2} : من أهم مصادر هذا الأيون في المياه الجوفية هي صخور المتبخرات كالانهايدرايت والجبس ، كما ينتج من أكسدة معادن البايرايت والماركسايت في صخور الطفل والطين [16] . تراوحت قيم ايون الكبريتات في منطقة الدراسة مابين (13-89.57) ملغم/لتر وبمعدل (56.19) ملغم/لتر , إن زيادة ايون الكبريتات يكون مع اتجاه حركة المياه الجوفية وتغير تركيز الكبريتات في المياه قد يكون نتيجة سقوط الأمطار والجريان السطحي للمياه إذ تحدث عمليات الغسل والإذابة للصخور الرسوبية مثل الطين والطفل في منطقة الدراسة .

٨- ايون النترات NO_3^- : يشتق ايون النترات من أكسدة المواد العضوية المنحلة وفي حالة أخرى قد يتواجد بفعل مصادر التلوث والتي عادة ماتكون مصاحبة مع المكامن الجوفية الضحلة [1] . إن قيم ايون النترات في منطقة الدراسة كانت قليلة جدا وهذا قد يعود الى عدم استخدام الأسمدة في المنطقة ، تراوحت قيم ايون النترات في منطقة الدراسة مابين (0.2-7.47) ملغم/لتر وبمعدل (3.74) ملغم/لتر .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

٩- العسرة T.H. : تتكون العسرة نتيجة وجود كتيونات ثنائية التكافؤ واغلبها ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم المتواجدة بكثرة في المياه الجوفية حيث تتفاعل مع الصابون لترسيب بقايا غير ذائبة [17] . حيث تراوحت قيم العسرة للأبار المدروسة مابين (146.5 –556) ملغم/لتر وبمعدل (325.98) ملغم/لتر وبحسب الجدول (2) الذي يبين تصنيف مياه منطقة الدراسة وفق تصنيف Todd [21] تبين أن الابار (W20-W14-W13-W12-W11-W7-W4-W2-W1) تقع ضمن حقل عسر ، أما بقية الابار فأنها تقع ضمن حقل عسر جدا ، وذلك لارتفاع تركيز ايون البيكاربونات في هذه الابار .

جدول (2) تصنيف مياه منطقة الدراسة وفق تصنيف [21] بالنسبة للعسرة

نوعية المياه	العسرة mg/L as $CaCO_3$
يسر	0 – 75
متوسط	75 – 150
عسر	150 – 300
عسر جدا	> 300

١٠- المواد الصلبة المذابة Total Dissolved Solid (TDS) : والتي تتضمن جميع المواد الصلبة في المحلول , المتأينة والغير متأينة ولا تتضمن المواد العالقة والغروية والغازات المذابة [22] . وعند مقارنة تركيز المواد الصلبة المذابة الكلية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة مع تصنيف [17] تبين إن مياه أبار منطقة الدراسة تقع ضمن حقل Freshwater حسب الجدول (3) الخاص بتصنيف مياه منطقة الدراسة , والسبب في ذلك يعود لقرب مصادر التغذية من منطقة الدراسة وعدم تواجد ترسبات لصخور المتبخرات في ممراتها . تراوحت قيم المواد الصلبة المذابة في منطقة الدراسة مابين (148-860) ملغم/لتر وبمعدل (596.9) ملغم/لتر .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

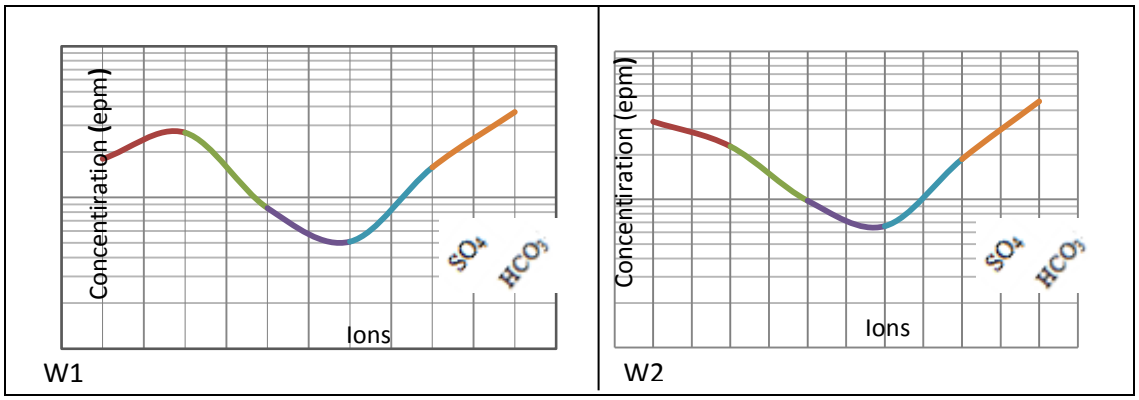
جدول (3) يبين تصنيف مياه منطقة الدراسة وفق تصنيف [17] بالنسبة للمواد الصلبة المذابة

Water class	TDS mg/L
Fresh water	<1000
Slightly saline	1000 - 3000
Moderately saline	3000 - 10000
Very saline	10000 - 35000
Brine	>35000

تصنيف المياه Water Classification

١ تصنيف شولير Scholler Classification : يعد هذا التصنيف وسيلة جيدة لإظهار العلاقة بين تراكيز الايونات الموجبة والسالبة الرئيسة لنماذج مياه الابار وذلك بواسطة مخطط شبه لوغارتمي , إذ تسقط الايونات الموجبة والسالبة الرئيسة على المحور السيني بمسافات متساوية ووفق الترتيب الأتي : HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- , $Na^+ + K^+$, Mg^{+2} , Ca^{+2} وتمثل تراكيز هذه الايونات على المحور الصادي , وباستعمال هذا التصنيف على نماذج مياه الابار في منطقة الدراسة تبين وجود مجموعة واحدة مميزة لهذه النماذج وهي مجموعة البيكاربونات وتضم عائلتين , عائلة المغنيسيوم – بيكاربونات وعائلة الكالسيوم – بيكاربونات ، كما في الشكل(3) .

-١

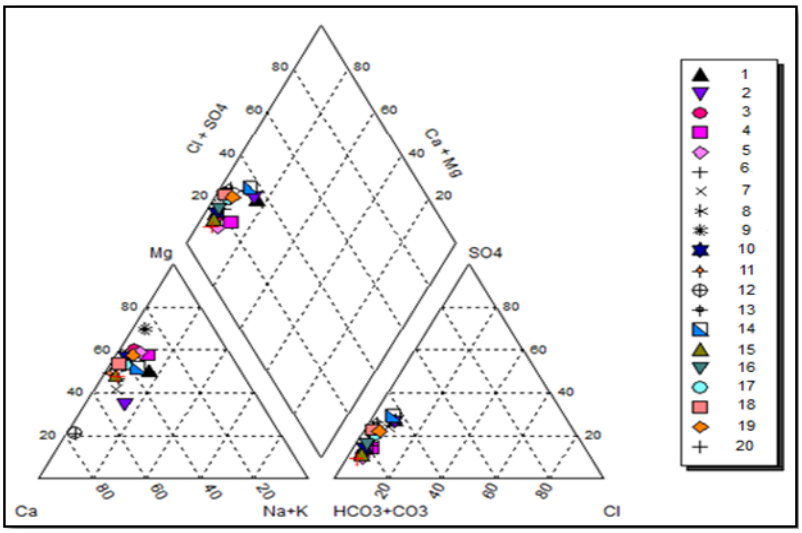


شكل (3) تصنيف شولير للبئر W1 والبئر W2 من مياه أبار منطقة الدراسة

٢- تصنيف بايبر piper Classification : تعد طريقة بايبر من أكثر الطرق استخداما في التصنيف الهيدروكيميائي للمياه [23] والذي يعتمد على طريقة التسقيط الثلاثي في تمثيل نتائج التحليل

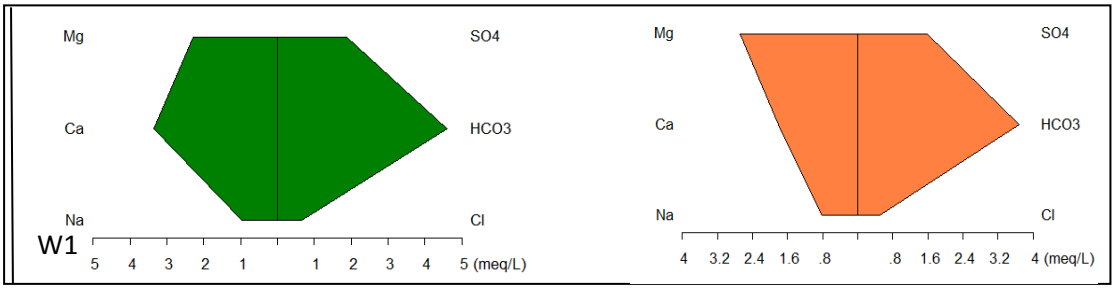
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

الكيميائي للايونات الموجبة والسالبة على مثلثين يخصص المثلث الأيمن للانيونات والمثلث الأيسر للكتيونات , وبينهما شكل معيني يستخدم لإعادة تسقيط النسب المئوية لتركيز الايونات الموجبة والسالبة والذي يستعمل لتمثيل التركيب الكيميائي للعينة التي تم تسقيطها , كما في الشكل (4) حيث تبين إن نماذج المياه الجوفية هي من نوع البيكاربونات والايونات الموجبة السائدة فيها هي المغنيسيوم والكالسيوم .



شكل (4) التمثيل الثلاثي لنتائج التحليل الكيميائي لنماذج مياه الابار في منطقة الدراسة

٣- تصنيف ستيف Stiff Classification : هو احد أنواع التمثيل البياني للتحاليل الكيميائية وذلك لإظهار العلاقة بين تراكيز الايونات الموجبة والسالبة الرئيسة لنماذج مياه الابار , حيث تم تسقيط الكتيونات على الجهة اليسرى من المخطط والانيونات على الجهة اليمنى من المخطط , وباستعمال هذا التصنيف على نماذج مياه الابار في منطقة الدراسة شكل (5) تبين بان ايون البيكاربونات هو السائد بالنسبة لتراكيز الانيونات ومن الكتيونات حيث كان ايون المغنيسيوم والكالسيوم هما السائدين .



Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

شكل (5) تصنيف ستيف للبئر W1 والبئر W2 من مياه أبار منطقة الدراسة

استخدامات المياه الجوفية

١- **صلاحية المياه الجوفية لشرب الإنسان :** إن المياه المستعملة للاستهلاك البشري يجب أن تكون خالية من المواد العضوية والتراكيز الكيميائية الفعلية التي قد تكون ضارة على صحة الإنسان . أي يجب أن تكون المياه مستساغة للشرب وذلك بغياب العكورة واللون أو أي طعم أو رائحة غير مقبولة [22] , تم تحديد صلاحية المياه الجوفية للشرب وذلك بعد مقارنتها من قبل منظمة الصحة العالمية [24] كما موضح بالجدول (4) حيث تبين إن جميع الأبار في منطقة الدراسة صالحة للاستعمال البشري ، عدا البئر رقم (15) حيث يرتفع فيه تركيز ايون الكالسيوم قليلا عن الحدود المسموح بها, والأبار (W18-W16-W15-W5-W3) يرتفع فيها تركيز ايون البيكاربونات قليلا عن الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية .

جدول (4) تراكيز المياه الجوفية في منطقة الدراسة (ppm) ومقارنتها مع مواصفات [24]

المركبات	مديات تراكيز مياه منطقة الدراسة	الحدود المسموح بها من قبل (WHO, 2006)
pH	8.5 - 7.6	6.5-9.5
TDS (ppm)	860 - 148	1000
T.H. (ppm)	556 – 146.5	500
Ca^{++}(ppm)	110.4 - 29	75
Mg^{++}(ppm)	68.12 - 9.27	100
Na^{+}(ppm)	22.33 – 2.11	250
K^{+}(ppm)	2.55 – 0.1	12
Cl^{-}(ppm)	23.3 – 3.99	250
SO_4^{-2} (ppm)	89.57 – 13	250
HCO_3^{-}(ppm)	536 – 148	125-350
NO_3^{-}(ppm)	7.47 – 0.2	50

٢- **صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري :** يتوقف مدى ملائمة المياه الجوفية لأغراض الري على تأثيرات المكونات المعدنية للماء , للنبات والتربة معا . حيث وجود الأملاح يؤثر على التربة ويسبب تغييرا في بنية التربة والنفاذية والتهوية مما يؤثر على نمو النبات بصورة غير مباشرة . وانه لايمكن تحديد نوعية الحدود النوعية لتراكيز الأملاح المسموح بها لمياه الـــري بسبب الاختلافات الواسعة في

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

تحمل الملوحة لنباتات مختلفة [25] . وهناك عدد من العوامل التي تؤخذ بنظر الاعتبار لتقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري , طبيعة وتركيب التربة , طوبوغرافية الأرض , موقع مستوى المياه الجوفية , كمية المياه الجوفية المستخدمة وطريقة تجهيزها , نوع المحاصيل الزراعية ومناخ المنطقة [23] . ومن المتغيرات التي تعتمد عليها أنظمة تصنيف المياه هي :

نسبة امتصاص الصوديوم Sodium Adsorption Ratio (SAR) : من الاستعمالات المميزة للمياه الجوفية هي الزراعة , لذلك يجب الاهتمام بحاجة النبات فيما يتعلق بنوعية المياه . إن معرفة تركيز الصوديوم يعتبر من الأمور المهمة الواجب معرفتها في مياه الري حيث زيادة تركيزه يسبب زيادة في pH للتربة ويجعلها ذات خصائص قلوية وعندئذ يحل ايون الصوديوم محل ايون الكالسيوم المرتبط بغرويات التربة [26] . إن تبادل الصوديوم مع كل من الكالسيوم والمغنيسيوم يؤدي الى تشتت جزيئات التربة وبالتالي تصبح التربة صلبة ومضغوطة عندما تكون في الحالة الجافة وتصبح غير نفاذة وبهذا فأن جذور النباتات لاتحصل على كمية وافرة من المياه . ولتقليل من نسبة SAR يتم إضافة الجبس $CaSO_4.2H_2O$ الى التربة لتجهيزها كمصدر للكالسيوم . ويمكن استخراج نسبة أمتزاز الصوديوم من المعادلة التالية :

$$SAR = \frac{rNa}{\sqrt{r(Ca+Mg)/2}}$$

إذ ان :

SAR: النسبة المئوية لايون الصوديوم

rNa : مجموع ايونات الصوديوم بوحدة (epm)

r(Ca+Mg) : مجموع ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم بوحدة (epm)

وعند مقارنة قيم SAR لأبار منطقة الدراسة مع الحدود المقترحة عن [11] حسب الجدول (5) تبين إن نوعية المياه ممتازة لأغراض الري حيث تتراوح قيم SAR بين (0.06-0.58) وبمعدل (0.24) . ان التربة الطينية التي تحتوي على الصوديوم لها بنية رديئة ، وتميل الى ان تكون مُحكمة ، ولزجة وغير متبلورة ، أما التربة الطينية التي تحتوي على الكالسيوم والمغنيسيوم فهي غالبا تتصرف كنسيج تربة خشن وتكون ذات بنية جيدة ، ومثل هذه الترب تكون هشة وأكثر نفاذية عن الترب الطينية المشتتة ، وبهذا فأن المياه المستعملة للري يجب أن لاتحتوي على كميات عالية من الصوديوم لأنها سوف تؤدي الى تشتت في الطين وتدهور في بنية التربة [15] .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

جدول (5) الحدود المقترحة SAR عن[11]

SAR	Water Type
10	Excellent type
10 – 18	Good type
18 – 26	Unsuitable type
26	Poor type

التحليل الإحصائي للبيانات الهيدروكيميائية : عند صعوبة توضيح وتوثيق حالات الهيدروجيولوجي الموضعية والعمليات الهيدروكيميائية والتي تتواجد في الخزان المائي وجب أن يكون هناك تطبيق لإجراءات متقدمة حيث أن استخدام الطرق التوضيحية مثل مخطط ستيف لتفسير كيميائية المياه تكون محددة ببعدين [13] . وبهذا يتم تطبيق التحليل العاملي Factor analysis لتفسير موضح للعلاقة مابين المتغيرات وإنتاج علاقة أكثر سهولة والتي تجهز بنظرة للتركيب الداخلي للمتغيرات , وإعطاء أهمية لمكونات المياه الجوفية المسيطرة , وكذلك لتقدير التوزيع المكاني للملوثات في المنطقة . بالإضافة إلى ذلك فأن التحليل العاملي يقوم بالتفسير الجيولوجي للمعامل وينتج نظرة للعملية الرئيسة التي تهيمن في توزيع المتغيرات الهيدروكيميائية .

التحليل العاملي للعناصر الكيميائية : تبين من خلال التحليل العاملي وجود ثلاثة عوامل رئيسة تؤثر على تراكيز العناصر الكيميائية حيث تشكل هذه العوامل أكثر من 77% من التباين Variance حيث يمثل العامل الأول 50.335% من التباين والعامل الثاني 15.488% بينما يمثل العامل الثالث 11.923% من مجموع التباين .

العامل الأول : يشكل هذا العامل 50.335 % من مجموع التباين الجدول (6) , ويتمثل بالتحميل الموجب للعناصر التالية: (Ca^{+2} , Mg^{+2} , HCO_3^- , TH , E.C , TDS) حيث يبدو من هذا العامل انه يؤثر بشكل قوي على تراكيز كل من (Ca^{+2} , Mg^{+2} , HCO_3^- ,TH , E.C , TDS) في مياه منطقة الدراسة الجدول (7) وان هذا العامل يمثل العسرة المؤقتة والناتجة من عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم والبيكاربونات وبالتالي زيادة التوصيلية الكهربائية E.C ومجموع الأملاح المذابة TDS . حيث تبين بان ايونات الكالسيوم وايونات المغنيسيوم ترتبط بشكل ايجابي وقوي مع ايونات

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

البيكاربونـات , إذ يـرتبط ايـون المغنيسـيوم مـع ايـون البيكاربونـات بعلاقـة ارتبـاط موجبـة وقويـة إذ بلغـت (0.892) , وارتباط ايون الكالسيوم مع ايون البيكاربونات بعلاقة موجبة إذ بلغت(0.774) وهذا يؤيد بان نوعية المياه هي من نـوع مغنيسيوم– كالسيوم بيكاربونـات , وكالسيوم– مغنيسيوم بيكاربونـات , وارتبـاط ايـون البيكاربونـات مـع العسـرة بعلاقـة ارتباط قوية إذ بلغت (0.964) , وبلـغ ارتبـاط ايـون المغنيسيوم مـع العسـرة (0.919) , امـا ارتبـاط ايـون الكالسيوم مـع العسرة فقد بلغ (0.811) وهذا الارتباط هو المسؤول عن العسرة المؤقتة في منطقة الدراسة ، الجدول (8).

العامل الثاني: يشكل هذا العامل 15.488% من مجموع التباين الجدول (6) , ويتمثل بالتحميل الموجب للعناصر التالية (SO_4^{-2} ,Cl^-, Na^+) الجـدول (7) ، والتي قد تأتي عن طريق الغسل والإذابة وبالتالي زيادة تركيزها عند بعض الآبار , ونلاحظ علاقة الارتباط القوية مابين Cl^- - Na^+ وبشكل اقل مع SO_4^{-2} , اذ يرتبط ايون الصوديوم مع ايون الكلورايد بعلاقة ارتباط قوية اذ بلغت (0.936) وهذا يفسر تواجد الأملاح بهيئة (NaCl) و (Na_2SO_4) إلا أن تواجد الملح بهيئة NaCl اكبر من تواجد Na_2SO_4 وذلك لكون علاقة ارتباط ايون الصوديوم مع ايون الكلورايد اكبر مقارنة بعلاقته مع ايون الكبريتات ، الجدول (8).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

العامل الثالث : يشكل هذا العامل 11.923% من مجموع التباين الجدول (6) , وينحصر تأثير هذا العامل على العمق والتلوث بالنترات الجدول (7) ، حيث يستقطب العمق على الطرف الايجابي من العامل الثالث في حين النترات على الطرف السالب الجدول (8) . ونلاحظ في بعض الابار إن تركيز النترات (ppm) أقل قيمها تكون بزيادة العمق m .

مصفوفة العوامل الثلاثة بعد التدوير

جدول(7)

Rotated Component Matrixa

جدول (6) مقدار التباين (Variance) الكلي للعوامل الثلاثة Factor 1 , Factor 2 , Factor 3
Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.544	50.335	50.335	6.544	50.335	50.335	5.235	40.272	40.272
2	2.013	15.488	65.823	2.013	15.488	65.823	2.844	21.880	62.151
3	1.550	11.923	77.746	1.550	11.923	77.746	2.027	15.595	77.746
4	1.205	9.267	87.013						
5	.721	5.546	92.559						
6	.430	3.308	95.866						
7	.233	1.795	97.661						
8	.167	1.282	98.943						
9	.095	.733	99.677						
10	.031	.239	99.916						
11	.009	.068	99.984						
12	.002	.016	100.000						
13	.000	.000	100.000						

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

	Component		
	1	2	3
Depth			.891
Ca^{+2}	.859		
Mg^{+2}	.856		
Na^{+}		.960	
K^{+}			
CL^{-}		.942	
SO_4^{-2}		.627	
NO_3^{-}			-.685
HCO_3^{-}	.918		
TH	.979		
EC	.862		
TDS	.849		
pH			

جدول (8) مصفوفة الارتباط للبيانات الهيدروكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراس

١- الأستنتاجات Conclusions :

تبين بان نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة هي من نوع البيكاربونات والكالسيوم والمغنيسيوم ، ومن ملاحظة التصانيف المستخدمة تبين إن ايون البيكاربونات هو السائد بالنسبة

	Dept	C	Mg^{+}	Na+	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{-}	NO_3	HCO_3	TH	EC	TDS	pH
Depth	1 1 1.000	- .(	-.41	-.206	.198	-.130	.150	-.610	-.34	-.28	-.368	-.294	.430
Ca^{++}		1	.515	.057	-.12	.267	.254	.100	.774	.811	.706	.696	-.22
Mg^{++}			1.00	.143	.030	.278	.254	.587	.892	.919	.838	.811	-.65
Na^{+}				1.00	-.07	.936	.451	-.02	.268	.124	.448	.456	-.45
K^{+}					1.00	-.09	.243	-.03	-.09	-.03	-.032	-.02	.004
Cl^{-}						1.00	.536	.044	.413	.311	.573	.587	-.53
SO_4^{-2}							1.00	.209	.175	.290	.492	.508	-.21
NO_3^{-}								1.00	.354	.440	.491	.429	-.40
HCO_3^{-}									1.00	.964	.891	.863	-.59
TH										1.00	.896	.873	-.54
EC											1.00	.982	-.59
TDS												1.00	-.57
pH													1.00

للايونات السالبة أما من ناحية الايونات الموجبة فان ايون المغنيسيوم وايون الكالسيوم هما السائدين في مياه منطقة الدراسة وعليه تم تمييز نوعين للمياه وهما مغنيسيوم - كالسيوم بيكاربونات وكالسيوم -

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

مغنيسيوم بيكاربونات , تعتمد أهالي المنطقة على مياه منطقة الدراسة للشرب والزراعة والاستخدامات الأخرى حيث إن مياه منطقة الدراسة صالحة للاستخدام البشري عدا الآبار (18-16-15-5-3) حيث تكون صلاحيتها متوسطة لإغراض الشرب لارتفاع تركيز ايون البيكاربونات فيها , وتم دراسة صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري وتبين بأنها ذات نوعية ممتازة . وتبين من نتائج التحليل العاملي لبيانات مياه منطقة الدراسة بان هناك ثلاثة عوامل رئيسة تتحكم بهيدروكيميائية المياه في المنطقة , العامل الأول والثاني هما عاملين طبيعيين يتمثلان بنوعية المكونات الصخرية في المنطقة مما أدى إلى زيادة في تراكيز بعض الايونات الرئيسة ، أما العامل الثالث فهو عامل غير طبيعي وهو عامل التلوث والذي يتعلق بتركيز النترات والمتمثل بالنشاطات الزراعية في منطقة الدراسة ولكن النسب كانت قليلة جدا وهذا يعود الى قلة استخدام الأسمدة الكيمياوية في منطقة الدراسة .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

References المصادر

[1] L. Hamill and F.G. Bell: Ground water Resource Development, Butter werths ; London, 344 P, (1986) .

[2] R.M. Parsons, Eng. Co. : Ground Water Resources of Iraq, Mosul, Iiwa, SOM library, Vol.2, Baghdad, (1955) .

[3] C. D. Ingra. "One handred and fourteen wells project, Mosul liwa, Final report, Vol. 1, Iraq. (1967) .

[4] حاتم خضير صالح الجبوري : دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة لوحة الموصل (NJ-38-13) مقياس 1:250000 , للشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، بغداد , ١٠٢ صفحة . (٢٠٠٧) .

[5] F. Gosling and T. Bolton: The geology of Jabal Kand. Unpublished Geological report 222, Iraq Petroleum Company Limited, 40p , (1959) .

[6] T. Buday and S.Z. Jassim: The regional geology of Iraq, Vol.2, Tectonisum, magmatism and metamorphism, some library, Baghdad , 352 P, (1987) .

[7] S. K. Shaban, N. A. Hakim and A. D. AL-Gallay: Geological report of Jabal Kand. *INOC*, Baghdad, (1971) .

[8] محمد علي مال الله حسين الراشدي : دراسة رسوبية لتكوين أنجانة في طية قند – شمال العراق ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، ١٥٠ صفحة ، (٢٠٠٥) .

[9] الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين : خارطة العراق الجيولوجية ، بمقياس رسم (١:٢٥٠٠٠٠) ، الطبعة الأولى ، بغداد، العراق ، (١٩٩٥) .

[10] سعاد عبد عباوي ومحمد سليمان حسن : الهندسة العلمية للبيئة - فحوصات الماء- دار الحكمة للطباعة والنشر ، جامعة الموصل ، ٢٩٦ صفحة ، (١٩٩٠) .

[11] D. Todd: Ground water hydrology . John Wiley and sons , Inc, New York, 336 P, (1959) .

[12] C.W. Fetter : Applied Hydrogeology, 3rd Ed. Prentice-Hall. Upper Saddle River, New Jersey U.S.A 598 p, (2001) .

[13] J. D. Hem: Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, 2nd ed., U.S. Geological survey water-supply Washington, D. C. No 1473, 363 p , (1970) .

[14] K. D. Stoodly, T. Lewis & C.L. Staintion : Applied statistical technique, John Wiley and sons, London, (1980) .

[15] H. Bouwer: Ground water hydrogeology, MG Graw Hill Co. New York , 480 P, (1978) .

[16] S.N. Davis and R.J. Dewiest: Hydrogeology, John Wiley and Sons, Inc, New York, 463 P, (1966) .

[17] D. K. Todd : Groundwater Hydrology (3edition). John Wiley and Sons New York, USA , 650 P, (2005) .

[18] J.D. Hem: Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water, 2nd Addition U.S.G.S. Water Supply, Washington, D. C., No. 147, 263 P, (1989) .

[19] D. Langmuir: Aqueous environmental geochemistry. Prentice Hall, USA, 600 P, (1997) .

[20] B. Mason: Principals of Geochemistry. 3rd Edition. Willey International Publication, 324 P, (1966) .

[21] D.K. Todd: Ground water hydrology, 2nd edition, John Wiley and sons; Inc, New York, 278 P, (1980) .

: Water well and pump engineering, Tata McGraw- [22] A.M .Micheal and S.D. Khepar Hill Publishing Co., Ltd., New Delhi, 923 P, (1989) .

[23] W.G. Walton: Ground water resource evaluation, Mc Graw Hill Book Company, New York, 222 P, (1970) .

[24] WHO, World Health Organization: Guidelines for Drinking Water Quality Recommendation, Vol .4 ed Vol .1, Recommendation, Geneva , 515 P , (2006) .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 12, Issue 1, January 2017
ISSN 1992 – 0849

[25] D.K. Todd: Ground Water hydrology (3rd Ed.,) John Wiley and Sons, Inc. Toppan printing company (Ltd.), New York and London, 648 p , (2006) .

[26] نضير الأنصاري : مبادئ الهيدروجيولوجي ، كلية العلوم ، جامعة بغداد ، ٣٤٢ صفحة ، (١٩٧٩) .