

## التقييم الهيدروكيميائي للخزان الجوفي لمدينة أربيل / شمال العراق

د. مهند جعفر القزويني &amp; د. طارق عبد حسين &amp; سوسن حسون محمد\*

تاريخ التسليم: 2008/ 10/ 8

تاريخ القبول: 2009/ 4/ 2

## الخلاصة

تقع مدينة أربيل في شمال العراق ضمن الحوض الوسطي لسهل أربيل الذي تبلغ مساحته (1400) كم<sup>2</sup> في حين تبلغ مساحة المدينة (70) كم<sup>2</sup>. تناول البحث دراسة الصفات الهيدروكيميائية للمياه الجوفية لعدد من الآبار وبواقع (20) بئراً وذلك بأخذ نماذج للمياه الجوفية من تلك الآبار للتعرف على أصلها ونوعيتها لتحديد استخدامها واستغلالها بشكل أمثل. ومن تحليل النتائج تبين إن مياه منطقة الدراسة عديمة اللون والرائحة وصافية من العوالق وذات درجات حرارة متقاربة (Tc°) وبمعدل (20.31) درجة مئوية ولهذه المياه قاعدية خفيفة حيث بلغ معدل قيمة الأس الهيدروجيني PH (8.076) وإن معدلات قيم التوصيلية الكهربائية Ec (353.65) مايكروموس / سم والمواد الصلبة الذائبة الكلية TDS (244.45) جزء بالمليون (PPm) والعسرة الكلية TH (79.66) جزء من بالمليون وهي تؤثر قيمة منخفضة وقد صنفت معظم نماذج المياه الجوفية من نوع المياه العذبة (Fresh Water). وتم تصنيف المياه الجوفية بطريقة شولير (Schoeller) وتبين سيادة مجموعة البيكربونات في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة ومن تصنيف سولن (Sulin) تبين بأن أغلب مياه الآبار أملاح (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) وإن نماذج المياه الجوفية جميعها ذات أصل جوي. ومن دراسة الدوال الهيدروكيميائية المتمثلة في نسبة الصوديوم إلى الكلورايد ونسبة فرق الصوديوم عن الكلورايد إلى الكبريتات تبين إن المياه الجوفية في منطقة الدراسة ذات أصل جوي وإن هذه المياه وجدت صالحة لأغراض الشرب والزراعة والري والبناء والإنشاءات وللأغراض الصناعية عدا صناعة الورق والأقمشة.

الكلمات المرشدة: المياه الجوفية، الدوال الهيدروكيميائية، أربيل.

## Hydrochemical Evaluation of Erbil City Aquifer

## / North of Iraq

## Abstract

Erbil city lies in the north part of Iraq within the middle basin of Erbil plain (1400) km<sup>2</sup>, while the city of Erbil is only (70) km<sup>2</sup>. The research deals with the study of hydrochemical features of ground water. (20) wells were sampled to identify the quality and origin of the water for municipal use. The results showed that the water is clear with no impurities, the temp. was (20.31)c°, the water was slightly basic with PH.(8.07), E.C.(353.65) μ mhos/cm, TDS was (244.45) ppm, and the total hardness (79.66) ppm. The type of the water was classified as fresh

water, according to (Schoeller) classification with domination of the bicarbonate groups. According to (sulim) classification, the type of water was of (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and of atmospheric origin, the study concluded that the water was suitable for all kind of human uses.

## المقدمة

لهيدروكيميائية المياه الجوفية لمدينة أربيل تم تحديد مواقع الآبار المدروسة فيها والبالغ عددها (20) بئراً، سبعة عشر منها تم حفرها من قبل المديرية العامة لحفر الآبار المائية وثلاثة من قبل المديرية العامة للمياه الجوفية في إقليم كردستان خلال العام (2003). تم إسقاط مواقع الآبار المختارة للبحث على الخارطة الطبوغرافية ذات المقياس (1:70000) شكل (4) واستخدام نظام إحداثيات خطوط الطول والعرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر جدول (1). كما تم أخذ نماذج للمياه الجوفية من تلك الآبار بعدد (20) نموذجاً لفترة واحدة (نيسان 2004) والقيام بالتحليل الكيميائي في مختبرات المديرية العامة لحفر الآبار المائية وتعيين الأيونات الموجبة والسالبة والأس الهيدروجيني PH والتوصيلية الكهربائية Ec والمواد الصلبة الذائبة الكلية TDS والعسرة الكلية TH فضلاً عن بعض الخواص الأخرى كاللون والرائحة ودرجة الحرارة Tc° لتحديد نوعية الاستخدام الأمثل لهذه المياه.

### 1- التحاليل الهيدروكيميائية لمياه آبار منطقة الدراسة.

#### 1-1 تراكيز الأيونات الموجبة والسالبة الرئيسية في المنطقة.

تمتاز تراكيز الأيونات الرئيسية في المياه الجوفية بتذبذبها اعتماداً على عدة عوامل، حيث تزداد قيمها خلال أوقات انخفاض مناسيب المياه الجوفية وتتنخفض خلال ارتفاع المناسيب والجدول (2,3) تبين

إن المياه الجوفية من الآبار والعيون تعد من أهم إمدادات مصادر المياه. وتوجد في فراغات من وحدات صخور حاملة للمياه تسمى خزانات معتمدة على التكوينات المعدنية ونسيج وبنيات الصخور المكونة لهذه الأماكن. تساعد الظروف التركيبية والجيومورفولوجية في تكوين أحواض جوفية متعددة منها حوض سهل أربيل الذي يغطي مساحة تقدر بحوالي (3200) كم<sup>2</sup>. محدد بنهر الزاب الأعلى والزاب الأسفل من الشمال الغربي والجنوب الشرقي على التوالي يقسم حوض سهل أربيل إلى ثلاثة أحواض ثانوية وهي الحوض الشمالي كه بران، الحوض الجنوبي باشتبه، والحوض الوسطي الأشكال (1,2). تناولت هذه الدراسة مدينة أربيل التي تقع ضمن الحوض الوسطي بين دائرتي عرض (36° 08' 30" - 36° 14' 15" شمالاً وخطي طول (43° 57' 30" - 44° 03' 26" شرقاً) لقد تم التركيز في هذه الدراسة على استثمار المياه الجوفية لتطوير الزراعة والري والاستخدامات الصناعية الأخرى والاحتياجات اليومية المختلفة وذلك لإعتماد أكثر من (60%) من السكان على تلك المياه. تغطي المكاشف الصخرية في حوض سهل أربيل الوسطي زمناً يمتد من (Recent Upper Miocene - شكل (3) والصخور المنكشفة في تلك المنطقة جميعها صخور رسوبية المنشأ (Hassan, 1998) أما التكوينات المنكشفة ضمن هذا الحوض فهي تكوين المقدادية وتكوين باي حسن وهما من التكوينات الجيدة الحاملة للمياه الجوفية فضلاً عن ترسبات العصر الرباعي. وتقع منطقة الدراسة تكتونياً ضمن حزام جمال - بطمة في منطقة أقدام الجبال. في الدراسة الحالية

**4-1 العسرة الكلية (TH)**

تعتمد العسرة الكلية على تراكيز أيوني الكالسيوم والمغنيسيوم الشائعة الوجود في المياه والتي يمكن حسابها من المعادلة الآتية (Todd, 1980):

$$TH = 2.5Ca + 4.1Mg \dots\dots(2)$$

حيث أن TH هي العسرة الكلية.

إذ إن تراكيز (Mg, Ca) مقاسة بالجزء بالمليون. وتم حساب قيم العسرة الكلية لنماذج المياه الجوفية للآبار المدروسة في المنطقة جدول (6) وتراوحت قيمها بين (53 - 105.3) جزء بالمليون وبمعدل (79.66) ويظهر من الجدول إن المياه الجوفية في منطقة الدراسة معظمها من نوع (صافي ومعتدل العكورة).

**5-1 الأس الهيدروجيني (PH)**

تم قياس الأس الهيدروجيني في الحقل مباشرةً بواسطة جهاز (Ec., T.D.S., PH meter) بعد معايرته بالمحاليل القياسية (Buffer Solution) وقد ظهرت النتائج في الجدول (6) حيث تراوحت قيم الأس الهيدروجيني لنماذج مياه الآبار المدروسة بين (8.25 - 8) جدول (5) وإن معظم هذه المياه تكون قاعدية خفيفة.

**6-1 الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S)**

تم حساب الأملاح الذائبة الكلية من جمع الأيونات الموجبة والسالبة المقاسة بوحدة (ppm) كما وتم قياسها بالمختبر بطريقة التبخر وبدرجة حرارة (100) درجة مئوية وقد اظهرت النتائج الحسابية والمقاسة في المختبر تبايناً قليلاً ويعمل هذا التباين في عدم تحليل المواد العضوية والعناصر

تراكيز الأيونات الموجبة (Cation) والسالبة (Anion) لنماذج المياه الجوفية في آبار منطقة الدراسة مقاسة بوحدة (ppm, % epm).

**2-1 دقة وصحة النتائج**

تم أخذ نماذج للمياه الجوفية من آبار منطقة الدراسة وقياس دقتها باستخدام المعادلة الآتية:

$$R.D = \frac{rC - rA}{rC + rA} * 100 \dots\dots(1)$$

إذ إن: R.D. = الفرق النسبي (Relative Difference), rC = مجموع تراكيز الأيونات الموجبة (epm) rA = مجموع التركيز الأيونات السالبة (epm).

في حالة كون قيمة R.D. أقل من (5%) فإن الدقة عالية جداً وإذا كانت قيمته تقع بين (5% - 10%) فإن النتائج فيها احتمالات وإذا كانت أكبر من (10%) فلا يمكن الإعتماد عليها في التفسيرات الهيدروكيميائية جدول(4).

**3-1 اللون والرائحة ودرجة الحرارة (Tc°)**

تميزت المياه الجوفية في منطقة الدراسة بأنها عديمة اللون والرائحة أما بالنسبة لفحص درجة الحرارة في نموذج المياه فيعتبر من الفحوصات المهمة والمقيمة لطبيعة الماء وقد تراوحت درجات الحرارة للمياه الجوفية في منطقة الدراسة بين (18.7 - 21.6) درجة مئوية وبمعدل 20.31c° جدول رقم (5).

## 8-1 الصيغة الهيدروكيميائية ونوع المياه

تعرف نوعية المياه من الأيونات الموجبة والسالبة بوحدة الوزن المكافئ بالمليون المئوي التي يزيد تركيزها عن (15%). أما الصيغة الهيدروكيميائية حسب المعادلة (Ivanove, 1968) والمحسوبة بوحدة (epm%) فهي للأيونات الموجبة والسالبة جميعها والتي تدخل التراكيز إلى المعادلة تنازلياً حسب تركيز كل أيون فضلاً عن قيمة الأس الهيدروجيني (PH) والأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) بوحدة غم/لتر (أغ)، (1987) ومن خلال الصيغة الآتية.

$$TDS_m = \frac{Anionepm\% \text{ in decreasing order}}{Cationepm\% \text{ in decreasing order}} \cdot PH$$

بعد حساب الصيغة الهيدروكيميائية ونوع المياه في منطقة الدراسة جدول (8) لاحظنا إن النوع الكيميائي السائد للمياه هو البيكربونات بنسبة (75%) و (25%) كان من نوع الكلورايد.

## 2- طرائق تصنيف المياه الجوفية

توجد عدة طرائق للتصنيف الهيدروكيميائي منها طريقة شولير (Schoellers Method, 1972) وطريقة سولن (Sulins Method, 1946) وجميعها ترمي للتعرف على نوعية المياه ومصدرها وأصلها والموازنة بين مختلف مصادر المياه. لقد إقترح شولير مخطط شبه لوغاريتمي لتمثيل أنواع المياه عن طريق تسقيط تراكيز الأيونات الرئيسية المكونة للمياه على المحاور الشاقولية الجداول (9,10) للتعرف على أصل المياه الجوفية من ملاحظة ميل الخط المستقيم الذي يربط

النادرة ذات الوزن الجزيئي القليل في الطريقة الحسابية ولكنها تضيف تركيزاً في أثناء عملية التبخر كذلك فإن تأثير الكربونات والبيكربونات تم حسابه بالطريقة الحسابية ولكن أثناء عملية التبخر تتحول البيكربونات إلى الكربونات مع انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>) وترسيب كربونات الكالسيوم مما يؤثر في التراكيز بطريقة التبخر. تم إختبار التباين الحاصل في مجموع الأملاح الذائبة المحسوبة والمقاسة لنماذج المياه الجوفية جميعها للآبار المدروسة في المنطقة بطريقة الإختبار (T-Test) باستخدام المعادلة الآتية:

$$T\% = \frac{TDS_m - TDS_c}{TDS_m} \quad \dots (3)$$

حيث أن  $TDS_m$  الأملاح الذائبة الكلية المقاسة في المختبر و  $TDS_c$  الأملاح الذائبة الكلية المحسوبة

وقد بينت نتائج الإختبار جدول (7) إن الفرق بين الأملاح الذائبة الكلية المقاسة والمحسوبة هو أقل من (10%) بإستثناء نموذج المياه الجوفية للبنى (7) حيث يكون الفرق (14.63) وقد يعود هذا إلى خطأ في التحليل الكيميائي لهذا النموذج علماً إن هذا الفرق مقبول وغير مؤثر في النتائج فضلاً عن تأثير حركة وسرعة المياه الجوفية وقد تراوحت قيمتها بين (180 - 325) جزء بالمليون وبمعدل (244.45) جدول (5).

## 7-1 التوصيلية الكهربائية (E.C.)

تم قياس التوصيلية الكهربائية في الحقل بواسطة جهاز (Ec, TDS, PH meter) بعد معايرته وقد تراوحت قيمتها بين (264 - 484) مايكروموس/سم وبمعدل (353.65) مايكروموس/سم كما موضح بالجدول (5,6).

**3-2 الدالة  $r(Na - cL)/rSo_4$ :**

تستخدم لتحديد أصل المياه الجوفية اعتماداً على نسب التراكيز بوحدة (epm%) جدول (11) وتكون قيمتها أكبر من صفر في المياه الجوفية ذات الأصل الجوي وأقل من صفر في المياه البحرية الأصل جدول (12) وقد تراوحت قيمتها بين (1.31 - 0.443)، مما يعني إن مياه منطقة الدراسة ذات أصل جوي

**4- إستخدامات المياه الجوفية****4-1 صلاحية المياه لأغراض شرب الإنسان**

وضعت مواصفات قياسية متعددة للمياه الصالحة لشرب الإنسان جدول (13) ومن موازنة تراكيز الأيونات والملوحة الدائبة الكلية لنماذج المياه الجوفية في منطقة الدراسة في الجداول (2,3,6) مع هذه المواصفات تبين إن المياه الجوفية في منطقة الدراسة صالحة للشرب ولنماذج المياه جميعاً.

**4-2 صلاحية المياه الجوفية للأغراض الصناعية**

إن مواصفات المياه للأغراض الصناعية تتطلب مياه ذات مواصفات محددة لكل نوع من الصناعة (Hem, 1985) جدول (14). وعند موازنة هذه المواصفات مع نتائج التحليل في الجداول (2, 3, 6) يتبين إن مياه منطقة الدراسة صالحة للأغراض الصناعية (ما عدا صناعة الورق والأقمشة).

بين  $(rNa + K)$  و  $(rcL)$  شكل (5) ونستنتج سيادة مجموعة البيكربونات في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة. أما طريقة سولن فتستخدم النسبة المئوية للتراكيز فضلاً عن شرط تحديد نسبة كل أيون يشترك بالتصنيف بنسبة (15%) (Hassan, 1981). وقد تم تمثيل المعلومات على مخطط سولن شكل (6). وتشير النتائج إلى إن هناك تفاوتاً في مواقع التسقيط وإن (14) نموذج من مياه الآبار من نوع  $Na_2So_3$  وستة نماذج من نوع  $NaHCo_3$  وهذه الآبار هي (4, 5, 8, 9, 16, 18) وإن نماذج المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة جميعها ذات أصل جوي في الأحواض المفتوحة.

**3- أصل المياه الجوفية**

هناك دوال متعددة تستعمل لغرض تحديد أصل المياه الجوفية فيما لو كانت ذات أصل بحري (Marine Origin) أو أصل جوي (Meteoric Origin) وهي كالتالي:

**3-1 الدالة  $(rNa/rCL)$** 

وهي أفضل الدالات المستخدمة وقيمتها تكون أكبر من واحد في المياه ذات الأصل الجوي وأقل من واحد في المياه ذات الأصل البحري (Ivanove, 1968) جدول (11). وقد تم حساب معدل هذه الدالة لنماذج المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة جدول (12) وتبين إن قيمتها تتراوح بين (1.317 - 2.21) وتقاس هذه التراكيز بالنسبة المئوية الوزنية المكافئة (epm%) واعتماداً على هذه الدالة فإن المياه الجوفية في منطقة الدراسة ذات أصل جوي وقيمة الدالة تكون أكبر من واحد.

**5- المناقشة والإستنتاجات**

بعد القيام بتحديد مواقع الآبار والبالغ عددها (20) بئراً وإسقاط مواقعها على الخارطة الطبوغرافية وإستخدام جهاز (GPS) لإيجاد إحداثيات خطوط الطول والعرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر بإستخدام (UTM System) تم دراسة الصفات الهيدروكيميائية لنماذج المياه لجوفية والتوصل إلى الإستنتاجات التالية:

1- إن مياه منطقة الدراسة عديمة اللون والرائحة وصافية من العوالق وذات درجات حرارة متقاربة وقاعدية خفيفة حيث تراوحت قيم  $(T_c^\circ)$  ما بين (18.7-21.6) درجة مئوية. وبمعدل (20.31) درجة مئوية وقيم (PH) ما بين (8.25 - 8).

2- أثبتت التحاليل الهيدروكيميائية للمياه الجوفية إن نوعيتها من نوع (Moderately hard, Fresh) حسب تصنيف (Todd, 1980) إذ إن قيم العسرة الكلية (TH) تراوحت ما بين (53-105.3) وبمعدل (79.66) جزء بالمليون (ppm) أما بالنسبة للأملاح الذائبة الكلية (T.D.S.) فقد تراوحت قيمتها ما بين (180-325) جزء بالمليون .

3- لقد تراوحت قيم التوصيلية الكهربائية (Ec) لنماذج المياه الجوفية ما بين (264-484) مايكروموسم/سم وتبين من التحاليل الهيدروكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة بأن الأيونات الموجبة الأكثر تركيزاً في هذه المياه هي أيونات الصوديوم أما الأيونات السالبة الأكثر تركيزاً فهي جزء البيكربونات ومن الصيغ الهيدروكيميائية ونوع المياه في المنطقة لوحظ إن النوع الكيميائي السائد للمياه هو البيكربونات.

4- تم تصنيف المياه الجوفية بطريقة شولير ولوحظ سيادة مجموعة البيكربونات

**3-4 صلاحية المياه لأغراض البناء والإنشاءات**

تم إستخدام تصنيف (Altoviski, 1962) لدراسة مدى صلاحية المياه الجوفية لأغراض البناء والإنشاءات جدول (15) وعند قياس مياه منطقة الدراسة في الجداول (3, 2) مع هذه المواصفات تبين إن المياه الجوفية صالحة لأغراض البناء والإنشاءات إذ إن تركيز الأيونات يكون أقل من الحد المسموح به.

**4-4 صلاحية المياه لأغراض الزراعية**

إن المحاصيل الحقلية والخضرية و الفواكه يمكن أن تحدد بعد دراسة ملوحة التربة (Ayers & West cot, 1985) وسوف نعطي بعض أنواع هذه المحاصيل بالإعتماد على نوعية المياه ضمن منطقة الدراسة لإستخدامها في الزراعة وذلك عن طريق تحمل النبات للأملاح جدول (16) وعند قياس قيم التوصيلية الكهربائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة جدول (6) مع هذه المواصفات يتبين إن هذه المياه صالحة لأنواع المحاصيل الزراعية أجمع.

**5-4 تقويم نوعية المياه الجوفية لأغراض الري**

تم إستخدام تصنيف (Train, 1979) جدول (17) لتقويم نوعية المياه الجوفية لأغراض الري في المنطقة إعتياداً على (T.D.S.) جدول (5) وعند قياس مياه منطقة الدراسة مع هذه المواصفات تبين إن المياه الجوفية فيها تكون صالحة للري ولا تسبب تأثيرات ضارة إلا للمحاصيل الحساسة جداً للملوحة.

6- من ناحية إستخدامات المياه الجوفية في منطقة الدراسة تبين إنها صالحة لأغراض الشرب وصالحة للأغراض الصناعية عدا صناعة الورق والأقمشة وكذلك صالحة لأغراض لبناء الإنشاءات وللأغراض الزراعية والإروائية.

7- هناك اربعة تصانيف مهمة للمياه الجوفية وهي تصنيف شولير (Shoeller, M., 1972) وتصنيف سولن (Sulin, V.A., 1946) وقد تم استخدامهما في هذا البحث. اما التصنيفان الاخران فهما تصنيفي بايبر وستيف وهما ايضا تصانيف قديمة وكما مبين ادناه. وهذه التصانيف الاربعة اساسية ومعتمدة في تصنيف المياه الجوف

في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة والموجودة بشكل عوائل هي الصوديوم - بيكربونات و الصوديوم - كلورايد و لصوديوم - كبريتات كذلك تم إستخدام تصنيف سولن وظهر إن هناك تفاوتاً في مواقع التسقيط إذ كانت أغلب مياه الآبار من نوع  $Na_2So_4$  وهي تمثل المياه ذات الأصل الجوي متوسطة الترشيح كما إن ستة نماذج للمياه الجوفية كانت من نوع  $NaHCo_3$  وهي تمثل المياه ذات الأصل الجوي في الأحواض المفتوحة.

5- ومن دراسة الدوال الهيدروكيميائية المتمثلة في نسبة الصوديوم إلى الكلورايد ونسبة فرق الصوديوم عن الكلورايد إلى الكبريتات تبين إن المياه الجوفية في منطقة الدراسة ذات أصل جوي.

#### 6- المصادر

[6] Hem, J.D., 1985, Steady and interpretation of the chemical characteristics of natural water, 3<sup>rd</sup> ed. U.S.G.S water supply, paper 2254, 263 p.

[7] Ivanove, V.V., Barvanov, L.N., and Poltnikova, G.N., 1968. The main genetic type of the earths crust mineral and their distribution on the USSR. Inter. Geol. Of 23<sup>rd</sup> Sessions Czechoslovakia, Vol. 12. 33p.

[8] Shoeller, M., 1972. Edute Geochimique De La Nappe Des sables in fericurs Du Basin D aquitaine journal of Hydrology Vol. 15, No. 4, p(317 – 328), (in french).

[9] Sulin, V.A., 1946. Oil water in the system of natural ground waters Gostopichezdat Moscow, USSR, (in Russian), 215 p.

[10] Todd, D.K., 1980. Ground water hydrology, second edition, John

[1] أغا فائق رسول, [1] 1987. الهيدروجولوجيا. كلية العلوم, جامعة دمشق. 397 ص.

[2] Altoviski, M.E., 1962. Hand book of hydrogeology GosgeoLitzdat USSR [in Russian]. 614 p [3] Ayres, R.S. and Westcot, D.W., 1985. Water quality For agriculture, Irrigation and Drainage paper 29, Rev. 1, FAO, Rome, Italy, 174 p.

[4] Hassan, H.A., 1981. Hydrogeological conditions of the central part of Erbil Basin, P.H.D. Thesis, Baghdad University, 179 p.

[5] Hassan, E.M., 1998. Hydrology of Erbil city area modern, PH.D. Thesis, Baghdad University, 119 p.

[13] Piper, A.M. (1953): A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. U.S. Geol. Survey Groundwater Note 12.

[14] Stiff Jr., H. A.: The interpretation of chemical water analysis by means of patterns Petrol. Technol., 1940, 3, 15-16.

Wiely & sons, Inc. New York, 535 p.

[11] Train, R.E., 1979, Quality criteria for water castle house publication, Ltd.256p . U.S.P.H.S., 1962. Drinking water standard. Public Health Service pub. 956, Washington D.C., 61 p.

[12] Who, 2003. Guidelines for drinking water, recommendations, 4<sup>th</sup>. Vol. 1, Genewa Switzerland.

جدول ( 1 ) ارتفاع منسوب المياه فوق مستوى سطح البحر لبعض الابار في منطقة الدراسة

WELL NO.	X (UTM)	Y (UTM)	LOCATION	ELEVATION (M)	SWL(M)	W.T.A.S.L .(M)
1	412355	4004604	Saidawa	413	69	344
2	412768	4004341	Harem1	421	63.9	357.1
3	412884	4003732	Mufty2	422	67.3	354.7
4	411443	4007010	White M.	410	74	336
5	411839	4007250	Shorsh3	408	70	338
6	412051	4008062	Ulamaa	416	-	-
7	412347	4007542	Karog School	427	82	345
8	413362	4008478	Raparin	460	92	368
9	414022	4008643	Dur Sigarate F.	481	106	375
10	413782	4006772	Braeati 114	424	50	374
11	414254	4006570	Gulan 159	440	60.5	379.5
12	411036	4003420	Azadi	401	59	342
13	413000	4009000	Raparin 5	405	42	363
14	414000	4005000	Gilkand	439	70	373
15	413200	4004500	Kuistan	390	21	369
16	411010	4005940	Jumhuria School	405	70	335
17	409500	4005700	Rashkin	365	33	332
18	408000	4004155	Nauruz 17	370	32	338
19	409510	4009221	Ainkawa 2	404	44	360
20	410000	4007000	Tairawa	398	64	334

جدول (2) نتائج التحاليل الكيميائية (الأيونات الموجبة) للآبار العميقة في منطقة الدراسة بال (ppm, epm%, epm)

Well No.	Well name	Ca <sup>2+</sup>			Mg <sup>2+</sup>			Na <sup>+</sup>			K <sup>+</sup>		
		epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm
1	Saidawa	0.788	28.23	16	0.575	20.24	7	1.434	50.74	33	0.019	0.672	0.78
2	Harem 1	0.748	28.25	15	0.575	21.8	7	1.504	49.42	30	0.012	0.424	0.44
3	Mofly 2	0.948	30.13	19	0.657	20.88	8	1.521	48.24	35	0.02	0.635	0.8
4	White M.	1.097	28.73	23	0.74	19.38	9	1.956	51.22	45	0.025	0.654	0.99
5	Sherah 3	1.048	25.98	21	0.74	18.24	9	2.117	54.97	51	0.028	0.894	1.1
6	Umas	0.968	27.99	20	0.822	23.85	10	1.74	48.81	40	0.048	0.134	0.19
7	Karag school	0.998	25.74	20	0.986	25.43	12	1.87	48.23	43	0.023	0.59	0.9
8	Raparin	0.898	24.83	18	0.74	20.46	9	1.956	54.09	45	0.022	0.608	0.89
9	Dur sigaratic F.	0.548	17.43	11	0.575	18.29	7	2.09	63.62	46	0.02	0.636	0.77
10	Braati 114	0.648	22.12	13	0.657	23.43	8	1.508	51.9	37	0.0166	0.566	0.65
11	Galan 129	0.748	23.03	15	0.74	21.79	9	1.739	53.55	40	0.02	0.618	0.77
12	Azadi	0.898	28.09	18	0.575	17.99	7	1.595	53.03	39	0.028	0.876	1.1
13	Raparin 5	1.247	28.5	25	0.575	13.14	7	1.521	51.6	58	0.033	0.754	1.3
14	Gilcand	0.848	29.66	17	0.657	20.66	8	1.552	51.98	18	0.073	0.723	0.93
15	Kuistan	0.898	28.88	18	0.575	18.49	7	1.608	51.71	37	0.0281	0.903	1.1
16	Jamburia school	0.648	28.3	13	0.411	17.94	5	1.217	52.14	28	0.014	0.611	0.55
17	Bahkin	1.297	29.69	26	0.657	14.98	8	2.391	54.55	55	0.038	0.966	1.5
18	Naruz Q. 17	1.407	31.09	29	0.57	14.12	8	2.521	54.18	58	0.0281	0.603	1.1
19	Ainkawa 2	0.848	28.3	17	0.822	27.43	10	1.304	43.52	30	0.032	0.734	0.86
20	Tairawa	0.848	27.89	17	0.657	21.81	8	1.521	50.03	35	0.014	0.46	0.55

جدول (3) نتائج التحاليل الكيميائية (الايونات السالبة) للآبار العميقة في منطقة الدراسة بال (ppm, epm%, epm)

Well No.	Well Name	Cl <sup>-</sup>			CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
		epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm	epm	epm%	ppm
1	Saidawa	0.874	31.36	31	0.2	7.31	6	0.888	32.37	54	0.77	24.16	37	0.0056	0.2	0.35
2	Harem 1	0.997	37.51	35	0.133	5.05	4	0.803	30.52	49	0.707	26.87	34	0.00177	0.064	0.11
3	Mofly 2	0.846	27.34	30	0.266	8.78	8	0.983	32.46	60	0.916	30.25	44	0.017	0.56	1.1
4	White M.	0.982	24.61	32	0.2	5.45	6	1.509	41.14	91	1.041	28.4	50	0.0145	0.395	0.9
5	Sherah 3	1.21	31.45	43	0.2	5.2	6	1.508	39.1	92	0.916	23.81	44	0.0137	0.356	0.85
6	Umas	0.846	23.83	30	0.133	3.74	4	1.311	36.94	80	1.25	35.22	60	0.00886	0.248	0.55
7	Karag school	0.817	23.59	29	0.3	8.66	9	1.41	40.72	86	0.916	26.45	44	0.0195	0.563	1.21
8	Raparin	0.982	27.32	32	0.4	11.98	12	1.195	35.82	73	0.902	24.92	40	0.0085	0.254	0.53
9	Dur sigaratic F.	0.982	28.8	32	0.4	12.77	12	0.983	31.39	60	0.832	26.47	40	0.0145	0.463	0.9
10	Braati 114	0.982	31.89	32	0.4	14.14	12	0.803	28.29	49	0.707	25	34	0.016	0.565	0.99
11	Galan 129	0.982	28.5	32	0.2	6.34	6	1.012	32.28	62	1.02	32.27	49	0.0162	0.513	1.01
12	Azadi	0.982	29.09	32	0.233	7.51	7	1.114	35.93	68	0.832	26.83	40	0.019	0.612	1.2
13	Raparin 5	1.251	37.86	35	0.2	4.88	6	1.393	34	85	0.936	22.85	48	0.0162	0.395	1.01
14	Gilcand	0.789	25.83	28	0.3	9.82	9	1.032	33.79	63	0.916	29.99	44	0.017	0.566	1.1
15	Kuistan	0.785	25.71	25	0.4	13.45	12	1.015	34.18	62	0.832	27.99	40	0.0193	0.649	1.2
16	Jamburia school	0.817	35.41	29	0.146	7.19	6	0.704	30.61	48	0.603	24.13	29	0.0177	0.767	1.1
17	Bahkin	1.128	27.07	40	0.266	6.38	8	1.695	38.54	98	1.145	27.48	55	0.0217	0.52	1.25
18	Naruz Q. 17	1.692	38.5	60	0.2	4.55	6	1.442	32.81	88	1.041	22.69	80	0.0195	0.443	1.21
19	Ainkawa 2	0.846	25.83	30	0.2	6.08	6	1.195	30.24	73	1.041	31.54	50	0.0177	0.516	1.1
20	Tairawa	0.733	22.92	26	0.2	6.25	6	1.147	35.87	70	1.103	34.5	89	0.141	0.441	0.88

/ شمال العراق

جدول (4) الفرق النسبي والصحة للتحاليل الهيدروكيميائية لنماذج المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

Well No.	Well Name	$\Sigma$ Cat. (epm)	$\Sigma$ An. (epm)	.R.D	Type
1	Saidawa	2.826	2.734	1.65	Certain
2	Harem 1	2.638	2.632	0.123	=
3	Mufty 2	3.146	3.028	1.911	=
4	White m.	3.548	3.665	1.622	=
5	Shorsh 3	4.033	3.847	2.36	=
6	Ulamaa	3.565	3.548	0.224	=
7	Karog School	3.877	3.462	5.647	P. certain
8	Raparin	3.616	3.338	3.997	Certain
9	Dur Sigarate F.	3.143	3.131	0.19	=
10	Braeati 114	2.929	2.828	1.75	=
11	Gulan 159	3.247	3.154	1.45	=
12	Azadi	3.196	3.1	1.52	=
13	Raparin 5	4.376	4.096	3.3	=
14	Gilkand	3.18	3.054	2.02	=
15	Kuistan	3.109	2.972	2.25	=
16	Jumhuria school	2.29	2.307	0.37	=
17	Rashkin	4.383	4.166	2.52	=
18	Nauruz 17	4.653	4.394	2.86	=
19	Ainkawa 2	2.996	3.3	4.82	=
20	Tairawa	3.04	3.197	2.51	=

جدول (5) المدى والمعدل للمتغيرات الهيدروكيميائية لأبار منطقة الدراسة

VARIATION	RANGE	MEAN
Color	Colorless	Colorless
Odor	Odorless	Odorless
T c °	21.6-18.7	20.31
pH	8.25-8	8.076
EC (ms/cm)	484-264	353.65
T.D.S. (ppm)	325-180	244.45
T.H. (ppm)	105.3-53	79.66
		18.5
		8.15
Na <sup>+</sup> (ppm)	58-28	41.15
K <sup>+</sup> (ppm)	1.5-0.19	0.862
CL <sup>-</sup> (ppm)	60-25	34.15
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (ppm)	12-4	7.5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	98-43	70.35
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (ppm)	60-29	44.1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	1.35-0.11	0.932
Ca <sup>+2</sup> (ppm)		29-11
Mg <sup>+2</sup> (ppm)		12-5

جدول (6) نتائج التحليل الكهروكيميائية لنماذج مياه الآبار في منطقة الدراسة

Well No.	المجموع			المتوسط			TH. (mg/l)	T.D. (mg/l)	T.D.E. (mg/l)	E.C. (mg/l)
	Ca	CaCO <sub>3</sub>	ppm	Ca	CaCO <sub>3</sub>	ppm				
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l				
1	2.522	55.762	52.75	2.754	100	28.58	68.7	8.1	218	816
2	2.600	100.004	52.44	2.602	100.074	22.71	66.2	3.7	104	265
3	3.748	55.305	52.0	3.020	77.57	740.1	00.0	0.02	200	360
4	5.247	77.774	74.77	5.667	77.775	740.7	77.7	7.7	277	374
5	4.077	77.764	72.7	5.667	100.074	740.7	77.7	7.7	277	374
6	8.528	55.764	74.77	8.548	99.978	74.88	77	8.11	218	816
7	8.577	77.77	75.0	8.564	77.778	87.81	77.2	8.11	218	816
8	9.676	55.300	72.07	9.000	55.374	757.00	07.0	0.2	200	360
9	5.747	77.766	74.77	5.757	77.775	740.7	77.7	7.7	277	374
10	7.777	110.078	77.77	7.077	77.775	77.77	67.8	7.74	205	307
11	8.577	55.764	74.77	8.577	100.078	50.07	74.4	8.02	228	819
12	8.194	55.764	74.77	8.1	77.772	140.2	75.7	8.01	218	816
13	4.872	55.394	91.8	4.052	99.985	792.07	97.2	8.07	210	402
14	8.18	55.398	78.98	8.084	99.984	748.1	78.8	8.02	240	840
15	5.707	77.766	74.77	5.707	77.774	740.7	77.7	7.7	277	374
16	5.27	55.771	74.77	5.287	100.007	100.1	77	8.00	180	281
17	4.585	55.764	74.77	4.184	77.77	202.55	77.8	8.11	218	816
18	4.288	55.398	95.7	4.854	99.998	208.27	708.8	8.08	215	449
19	2.552	55.384	77.36	8.8	100.002	700.1	88.8	8.05	240	880
20	7.084	77.77	74.77	7.757	77.771	758.07	75.8	7.11	205	307

جدول (7) النسبة المئوية للاختبار -ت- للألاح الذائبة الكلية المحسوبة والمقاسه .

Well No.	TDS <sub>m</sub> (Mg/L)	TDS <sub>c</sub> (Mg/L)	T%
1	204	185.1	9.26
2	184	174.55	5.13
3	225	205.9	8.48
4	270	257.89	4.48
5	280	267.95	4.3
6	260	244.74	5.86
7	265	245.11	7.5
8	250	230.42	7.83
9	225	209.67	6.8
10	205	186.64	8.95
11	228	214.78	5.8
12	233	213.3	8.45
13	310	283.31	8.6
14	230	209.03	9.11
15	225	203.3	9.64
16	180	153.65	14.63
17	325	292.85	9.89
18	315	301.31	4.3
19	240	217.96	9.18
20	235	216.43	7.9

شمال العراق

جدول (8) التصنيف الهيدروكيميائي ونوع المياه الجوفية في منطقة الدراسة

Well No.	Hydro-chemical Formula	Water type
1	$TDS (218) \frac{HCO_3 - Cl - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.1)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Bicarbonate
2	$TDS (184) \frac{Cl - HCO_3 - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.1)$	Na - Ca - Mg - HCO <sub>3</sub> - SO <sub>4</sub> Chloride
3	$TDS (280) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.02)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
4	$TDS (270) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.2)$	Na - Ca - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
5	$TDS (280) \frac{HCO_3 - Cl - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.09)$	Na - Ca - Mg - Cl - SO <sub>4</sub> Bicarbonate
6	$TDS (260) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.01)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
7	$TDS (265) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.01)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
8	$TDS (250) \frac{HCO_3 - Cl - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.2)$	Na - Ca - Mg - Cl - SO <sub>4</sub> Bicarbonate
9	$TDS (225) \frac{HCO_3 - Cl - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Mg - Ca - K} PH (8.25)$	Na - Mg - Ca - Cl - SO <sub>4</sub> Bicarbonate
10	$TDS (205) \frac{Cl - HCO_3 - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Mg - Ca - K} PH (8.04)$	Na - Mg - Ca - HCO <sub>3</sub> - SO <sub>4</sub> Chloride
11	$TDS (228) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.02)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
12	$TDS (253) \frac{HCO_3 - Cl - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.01)$	Na - Ca - Mg - Cl - SO <sub>4</sub> Bicarbonate
13	$TDS (310) \frac{Cl - HCO_3 - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.07)$	Na - Mg - Ca - HCO <sub>3</sub> - SO <sub>4</sub> Chloride
14	$TDS (240) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.02)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
15	$TDS (255) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.03)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
16	$TDS (180) \frac{Cl - HCO_3 - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.0)$	Na - Ca - Mg - HCO <sub>3</sub> - SO <sub>4</sub> Chloride
17	$TDS (330) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.11)$	Na - Ca - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
18	$TDS (315) \frac{Cl - HCO_3 - SO_4 - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.08)$	Na - Ca - HCO <sub>3</sub> - SO <sub>4</sub> Chloride
19	$TDS (240) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.05)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate
20	$TDS (235) \frac{HCO_3 - SO_4 - Cl - CO_3 - NO_3}{Na - Ca - Mg - K} PH (8.11)$	Na - Ca - Mg - SO <sub>4</sub> - Cl Bicarbonate

## جدول (9) أنواع المياه حسب تصنيف شولير (1972).

A	$r (Na+K) > r Mg > r Ca$	1	$r Cl > r SO_4 > r HCO_3$
B	$r (Na+K) > r Ca > r Mg$	2	$r Cl > r HCO_3 > r SO_4$
C	$r Mg > r (Na+K) > r Ca$	3	$r SO_4 > r Cl > r HCO_3$
D	$r Mg > r Ca > r (Na+K)$	4	$r SO_4, r HCO_3 > r Cl$
E	$r Ca > r Mg > r (Na+K)$	5	$r HCO_3 > r Cl > r SO_4$
F	$r Ca > r (Na+K) > r Mg$	6	$r HCO_3 > r SO_4 > r Cl$

## جدول (10) نوعية المياه لأبار منطقة الدراسة بطريقة شولير.

Well No.	Type		Family	Group
	Anions	Cations		
1	$HCO_3 > Cl > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
2	$Cl > HCO_3 > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-Cl	Cl
3	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
4	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
5	$HCO_3 > Cl > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
6	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
7	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
8	$HCO_3 > Cl > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
9	$HCO_3 > Cl > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
10	$Cl > HCO_3 > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-Cl	Cl
11	$SO_4 > HCO_3 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-SO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>
12	$HCO_3 > Cl > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
13	$Cl > HCO_3 > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-Cl	Cl
14	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
15	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
16	$Cl > HCO_3 > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-Cl	Cl
17	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
18	$Cl > HCO_3 > SO_4$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-Cl	Cl
19	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>
20	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Na > Ca > Mg > K$	Na-HCO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>

/ شمال العراق

جدول (11) الدوال  $r(\text{Na-CL})/r\text{SO}_4$  و  $r\text{Na}/r\text{CL}$  للمياه البحرية والمياه الجوفية ذات الأصل الجوي

المياه ذات الأصل الجوي		Marine Water			الدالة
المياه الجوفية العميقة .Deep G. W	المياه الجوفية القريبة من السطح .Shallow G. W	المياه الجوفية المرافقة للنفط Oil Field Water	المياه الجوفية ذات الأصل البحري .Marine G. W	مياه البحر الاعتيادية Ordinary Sea Water	
1.056	5.092	0.606	0.855	0.862	$r\text{Na}/r\text{CL}$
0.076	1.473	43.333-	1.444-	1.333-	$r(\text{Na-CL})/r\text{SO}_4$

جدول (12) معدل الدوال  $r(\text{Na-CL})/r\text{SO}_4$  و  $r\text{Na}/r\text{CL}$  في المياه الجوفية في منطقة الدراسة

Well No.	Epm%	
	$r\text{Na}/r\text{CL}$	$r(\text{Na-CL})/r\text{SO}_4$
1	1.587	0.666
2	1.317	0.443
3	1.73	0.674
4	2.081	0.937
5	1.747	0.987
6	2.048	0.907
7	2.044	0.931
8	2.001	1.086
9	2.21	1.31
10	1.721	0.92
11	1.872	0.773
12	1.823	0.892
13	1.521	0.863
14	2.011	0.871
15	2.181	1.00
16	1.5	0.678
17	2.015	1.00
18	1.407	0.661
19	1.698	0.567
20	2.182	0.785

/ شمال العراق

جدول (13) المواصفات القياسية الأمريكية والعالمية والعراقية لمياه الشرب .

Element (epm)	U.S.P.H.S. ,1962 (epm)	I.R.S. ,1996 (epm)	WHO ,2003 (epm)	Study area Ions (epm)
Ca <sup>+2</sup>	9.98	7.48	9.98-3.74	0.548-1.447
Mg <sup>+2</sup>	10.28	4.11	12.33-2.46	0.411-0.986
Na <sup>+</sup>	8.7	8.695	8.695	1.217-2.521
K <sup>+</sup>	0.51	----	0.076-0.05	0.0048-
CL <sup>-</sup>	7.05	7.05	7.05	0.705-1.692
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	5.2	5.2	5.2	0.603-1.25
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8.19	----	3.27	0.704-1.606
TDS (ppm)	1000	1000	1000	180-325
pH	----	8.5-6.5	8-7	8-8.25
E.C.(ms/c)	----	1500	1530	264-484

## 13

جدول (14) مواصفات المياه للأغراض الصناعية (Hem ,1985) بوحدها ppm .

Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	CL <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	T.H.	TDS	pH	نوع الصناعة
100		500		500					صناعة التعليب والمشروبات
		250		250	10	250	500	6.5-8.5	صناعة الفاكهة المعلبة
75	30	300				300	1000	6-9	المنتجات النفطية
80	36					350		6.5-8.3	البلاستيك
100	50	500	250	100	5	900	1000	6.5-8	صناعات نسيجية
20	12	200				100		6-10	صناعة الورق غير المقصور
		250				100		6-10	صناعة الورق المقصور
		250		250		soft		6-8	صناعة الجلود
		250		250			600	6.5-8.5	صناعة الإسمنت

جدول (15) صلاحية المياه لأغراض البناء والإنتشاءات (Altoviski, 1962).

Ions (ppm)	الحد المسموح به (Altoviski, 1962)
Ca	437
Mg	271
Na	1160
CL	2187
SO4	1460
HCO3	350

جدول (16) مقدار تحمل المحاصيل الزراعية لتراكيز الأملاح (Todd, 1980)

المحاصيل المقاومة للمقاومة للتراكيز العالية من الأملاح الذائبة في المياه	المحاصيل المقاومة للتراكيز المتوسطة من الأملاح الذائبة في المياه	المحاصيل المقاومة للتراكيز الواطنة من الأملاح الذائبة في المياه	أصناف المحاصيل
10000-4000 مايكروسيمنس/اسم Date Palm أشجار النخيل	-3000 4000 مايكروسيمنس س/اسم الزيتون Olive التين Fig الرمان Pomegranate	3000-0 مايكروسيمنس /اسم الليمون Lemon الفراولة Strawberry الخوخ Peach المشمش Apricot اللوز Almond البرتقال Orange التفاح Apple الأجاص Pear	الفواكه fruit Grops

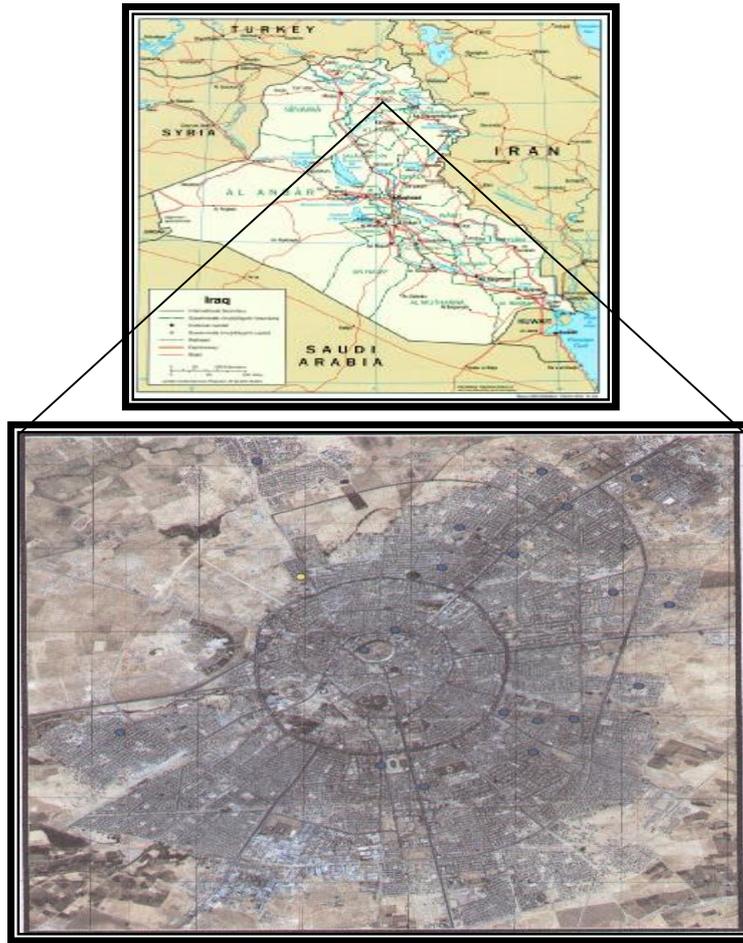
## / شمال العراق

12000-10000 مايكروسيمنس/سم Spinach السبانغ Kale اللفت Beet البنجر	-4000 10000 مايكروسيمنس س/سم الخيار Cucum ber النزاليا Feas البصل Onion الجزر Carrot البطاطا Potato الخس Lottuce القرنبيط Cauliflo wer الطماطم Tomato	4000-3000 مايكروسيمنس/سم البقول الخضراء Green bean الكرفس Celery الفجل Badish	الخضراوات Vegetable Grops
16000-10000 مايكروسيمنس/سم Cotton القطن Sugar Beet بنجر السكر Barley الشعير	-6000 10000 مايكروسيمنس س/سم عباد الشمس Sun flower الكتان Flax الذرة Corn الرز Rice الحنطة Wheat	6000-4000 مايكروسيمنس/سم Field البقول bean الحقلية	المحاصيل الحقلية Field Grops

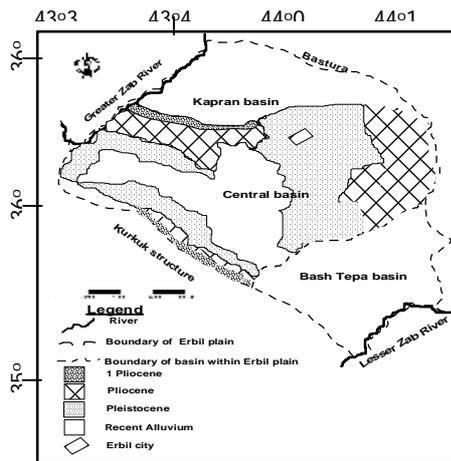
جدول (17) صلاحية المياه لأغراض الري (Train , 1979)

المواصفات	TDS (ppm)
استخدامها للري لا يسبب تأثيرات ضاره	500
استخدامها قد يسبب تأثيرات ضاره في المحاصيل الحساسة جدا للملوحة	1000-500
قد يسبب تأثيرات ضاره للكثير من المحاصيل لذلك استخدامها يحتاج الى خبره	2000-1000
يمكن استخدامها لري النباتات العالية التحمل للملوحة واستخدامها يحتاج الى خبره	5000-2000

/ شمال العراق

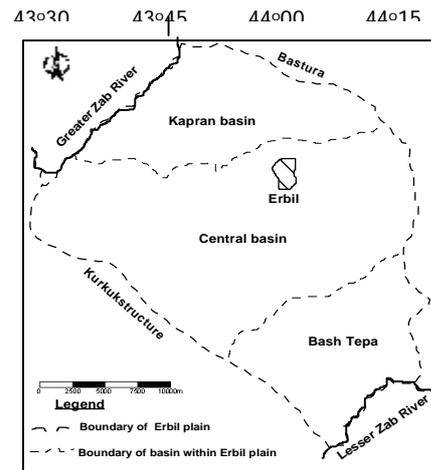


شكل ( 1 ) خريطة العراق موضح عليها موقع محافظة اربيل ضمن صورة فضائية للقمر الصناعي Ikonos, 2003



شكل رقم ( 3 ) الخريطة الجيولوجية لحوض اربيل الوسطي

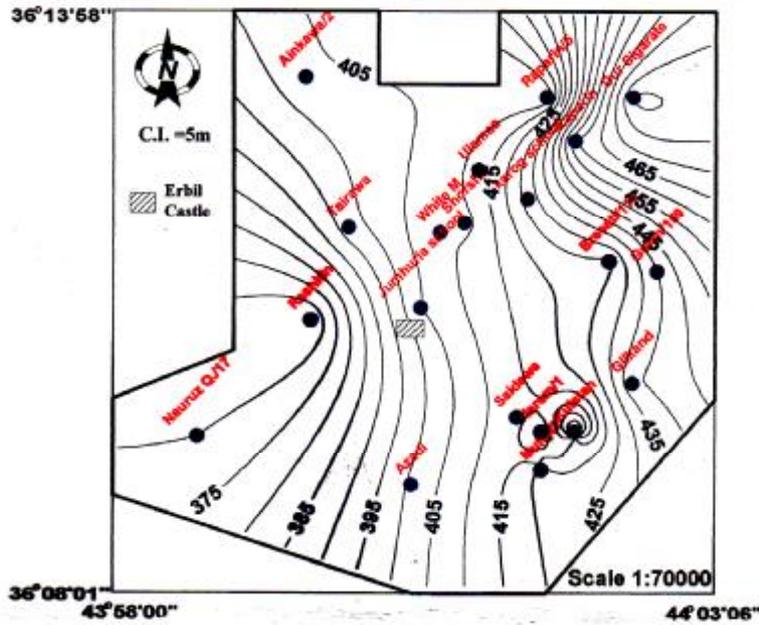
Hassan, 1998



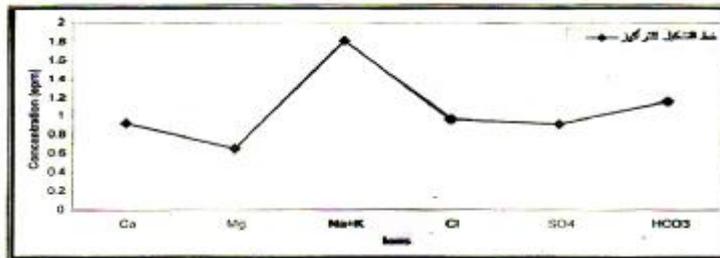
شكل ( 2 ) الحوض الهيدروجيولوجي لسهل اربيل

Hassan, 1981

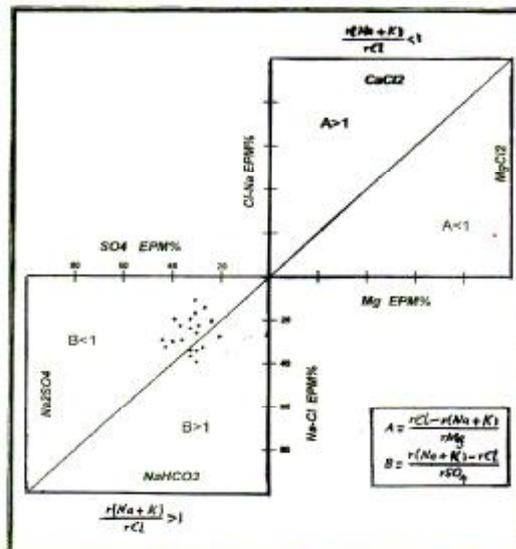
/ شمال العراق



شكل (4) خريطة طبوغرافية لمنطقة الدراسة



الشكل (5) تصنيف شوفير (1972) لمياه منطقة الدراسة



شكل (6) نوعية المياه الجوفية لنماذج المياه لابر منطقة الدراسة على مخطط سولان