Evaluation of the hadrochemical properties of wells water in northern Ali Al-Gharbi district

Rafid Saleh Mahdi (Ph.D)
College of Education - University of Misan
rafidsalih1980@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.31973/aj.v1i145.3876

Abstract

Groundwater is important in all geographical regions, especially the dry ones, because it is an alternative source in reducing dependence on available surface water, but characteristics of groundwater vary according to its sources or reservoir, rocks that surround it and human pollutants. This study showed that groundwater (pH) is within the Iraqi standard specifications, while (EC), (TDS) and (T.H) are higher than the allowed specifications to be used for drinking, heavy metal pollutants Lead (Pb) is higher than the permissible levels and (Ni, Cd, Mn) all samples are free of Nickel, Cadmium and Manganese. Water quality index (WQI) for Wells (3-5-8) is excellent water, wells (11-13-15) are characterized with poor water, while the rest of wells are characterized having a good drinking water, for agricultural use Sodium percentage indicator all wells within the acceptable category except for (9-11) are within the good classification, the sodium adsorption ratio indicator for wells (5-9-10-14) are within the good category and wells (11-13-15) are within the category unsuitable class while the rest are in the inferior class, index of residual sodium carbonate all wells are within the good class, Permeability Index all wells are within the appropriate class for agricultural irrigation.

Key words: (WQI) index, percentage of sodium index, permeability index.

تقييم الخصائص الهيدروكيميائية لمياه آبار شمال قضاء علي الغربي

م.د. رافد صالح مهدي
كلية التربية- جامعة ميسان

(مُلَخَّصُ البَحث)

المياه الجوفية لها أهميتها في جميع الأقاليم، ولاسيما الجافة منها ؛لكونها البديل أو المساهم في تقليل اعتماد المياه السطحية المتاحة، لكن تختلف خصائصها بحسب مصادرها أو المكمن والصخور التي تحيط بها والملوثات البشرية، إن دراسة مياه آبار شمال قضاء علي الغربي في محافظة ميسان، أظهرت أن الأس الهيدروجيني (PH) يقع ضمن المواصفات القياسية العراقية، في حين التوصيل الكهربائي (EC)، ومجموع الأملاح الذائبة (TDS) والعسرة الكلية(T.H) فجميعها اعلى من المواصفات التي يسمح باستعمالها لأغراض الشرب، أما الملوثات بالعناصر الثقيلة فكان الرصاص (pb) أعلى من المعدلات المسموح بها للشرب في جميع الآبار، أما العناصر(Ni, Cd, Mn) النيكل ، والكادميوم و المنغنيز فجميع العينات خالية منها، وأظهر مؤشر نوعية المياه (WQI) إن الآبار (٣-٥-٨) ذات مياه ممتازة ، في حين الآبار (١١-١٣-١٥) تتميز بانها ذات مياه رديئة النوعية، أما بقية الآبار فتمتاز بأنها ذات مياه جيدة للشرب، وفيما يخص الاستعمال الزراعي فان مؤشر النسبة المئوية للصوديوم (Na%) فجميع الآبار ضمن الصنف المقبول باستثناء (٩-١١) ضمن التصنيف الجيد، مؤشر نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) في الآبار (٥-٩-١٠-١٤) التي تقع ضمن الصنف الجيد، والآبار(١١-١٣-١٥) تقع ضمن صنف غير الملائمة أما البقية فتقع ضمن صنف الرديئة، مؤشر كربونات الصوديوم المتبقية ((RSC جميع الآبار تقع ضمن صنف الجيدة، مؤشر النفاذية **PI**)%) لجميع الآبار تقع ضمن صنف الملائمة للري الزراعي.

الكلمات المفتاحية: مؤشر (**WQI**)، مؤشر النسبة المئوية للصوديوم، مؤشر النفاذية.

مشكلة الدراسة: ما الخصائص الهيدروكيميائية لمياه آبار شمال قضاء علي الغربي وصلاحيتها للاستعمالات البشرية، ويمكن تحديد المشكلة بالتساؤلات الفرعية الآتية:

١- أصل المياه الجوفية لتحديد نوع المياه التي تغذيها سابقا وحاليا؟

٢- ما مدى صلاحيتها للاستعمال البشري والزراعي والصناعي بحسب خصائصها النوعية؟

٣- هل توجد ملوثات بالعناصر الثقيلة؟

فرضية البحث: تتباين الخصائص الهيدروكيميائية لمياه آبار شمال قضاء علي الغربي ومن ثم تباينت صلاحيتها للاستعمال البشري، ويمكن تحديدها بالفرضيات الفرعية الآتية:

١- أصلها من مياه بحرية ومياه قارية.

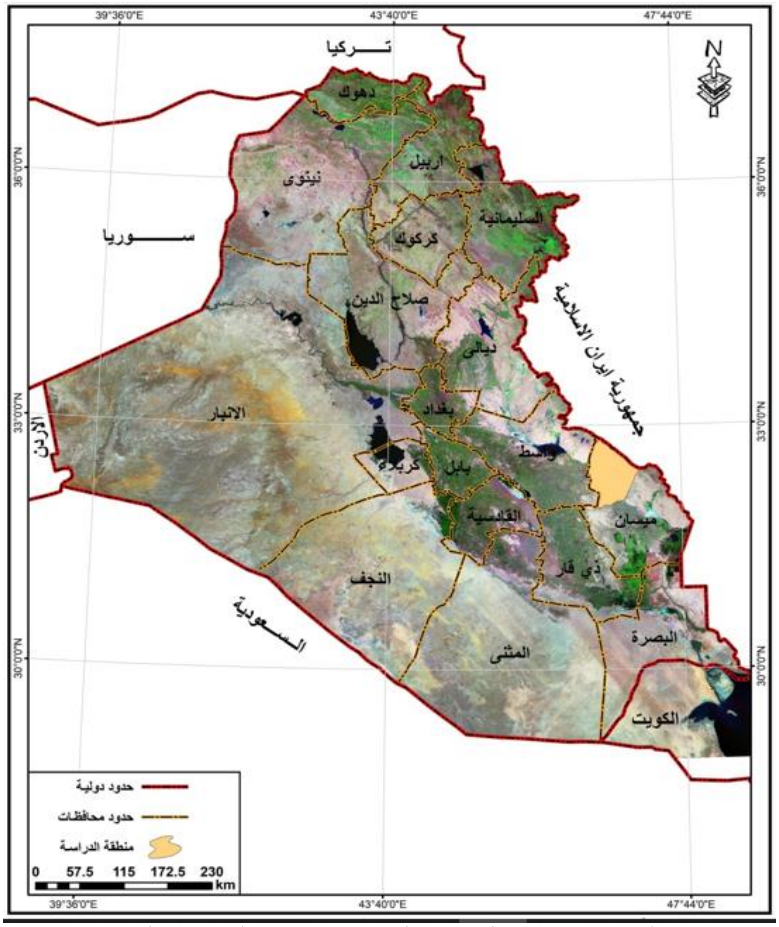
٢- تباينت مدى ملائمتها للاستعمال البشري والزراعي والصناعي.

٣- تلوث بعض الآبار بالعناصر الثقيلة.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة قضاء علي الغربي في الجزء الجنوبي الشرقي من العراق، وتحديداً في شمال محافظة ميسان، إذ تحدها من الشمال والغرب محافظة واسط ، ومن الجنوب قضاء العمارة ، ومن الشرق جمهورية إيران الإسلامية، أما فلكياً فتقع بين دائرتي عرض (١٣" ٥١ '٣٢ °٥٢ - 51 58 31 °) وخطي طول (٥" ٢٤ '٤٦ °٥ - 3 '9 47°) خريطة (١)، وتشغل مساحة قدرها (٣٨٨٦.٢٨ كم^{٢})، تم جمع (١٥) عينة من مياه الآبار موزعة على الأجزاء الشمالية من قضاء علي الغربي الخريطة (٢) وجدول (١).

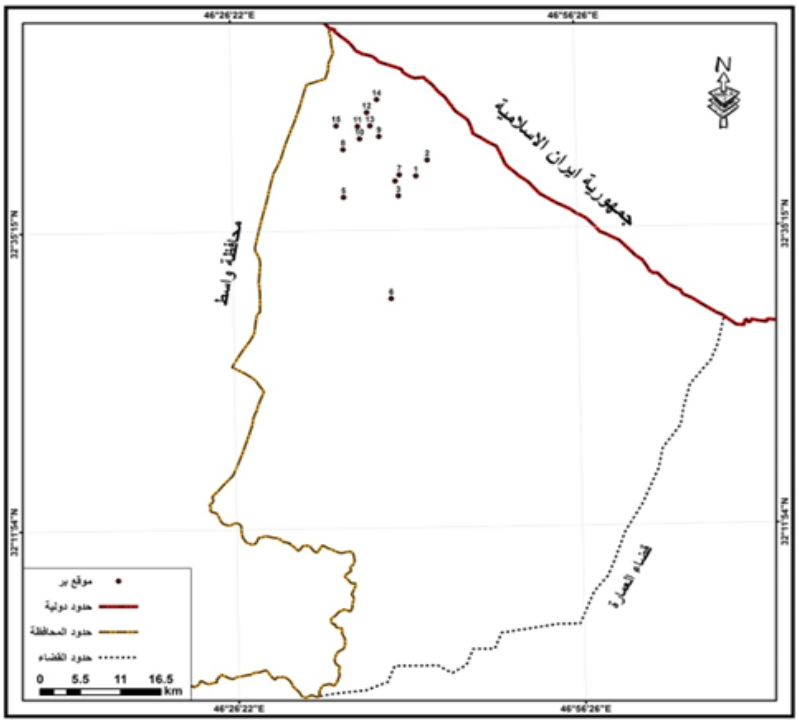
الخريطة (١) موقع قضاء علي الغربي من العراق



١- جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٠.

٢- المرئية الفضائية للعراق(موزائيك) للقمر الصناعي (Landsat) ، لعام ٢٠٠٧.

الخريطة(٢) موقع آبار شمال قضاء علي الغربي في ميسان



المصدر، الباحث باعتماد جدول(١)

جدول (١) الموقع الجغرافي والفلكي وعمق آبار (م) في شمال قضاء علي الغربي

رقم البئر	الموقع الجغرافية	الموقع الفلكي		عمق البئر (متر)
		E	N	
1	الجفتة علي الغربي	32^0 39 28	46^0 42 26.3	60
2	سر خاتون علي الغربي	32^0 40 36	46^0 43 19.7	72
3	الجفتة علي الغربي	32^0 37 57	46^0 40 51.7	70
4	الجفتة علي الغربي	32^0 39 5.3	46^0 40 35.4	54
5	الجفتة علي الغربي	32^0 37 51	46^0 36 5.2	30
6	الجفتة علي الغربي	32^0 29 53	46^0 40 7.1	36
7	الجفتة علي الغربي	32^0 39 34	46^0 41 0.3	70
8	الجفتة علي الغربي	32^0 41 38	46^0 36 5.2	85
9	الجفتة علي الغربي	32^0 42 34	46^0 39 16.1	40
10	خزينة علي الغربي	32^0 42 28	46^0 37 30.4	70
11	خزينة علي الغربي	32^0 43 28	46^0 37 23.2	70
12	خزينة علي الغربي	32^0 44 28	46^0 38 13.9	60
13	خزينة علي الغربي	32^0 43 28	46^0 38 28.1	70
14	خزينة علي الغربي	32^0 45 28	46^0 39 7.1	60
15	خزينة علي الغربي	32^0 43 28	46^0 35 30.9	60

المصدر: الباحث دراسة ميدانية في ٢٠٢٢/٤/٤ باعتماد جهاز (GPS).

الخصائص الهيدروكيميائية:

تتباين الخصائص الكيمائية للمياه من منطقة إلى أخرى تبعا لمصادر تغذيتها ونوع الصخور التي تحيط بها، فضلاً عن الملوثات والأنشطة البشرية، ومن ثم تتباين مدى ملائمتها للاستعمال البشري في ظل ظروف الجفاف المناخي، وانخفاض الإيراد المائي لنهر منطقة الدراسة (رافد، مهدي، ٢٠٢٢، ص ١٣٠-١٣٦) ، وتقسم الخصائص الكيميائية الى الاتي:

١- أصل المياه الجوفية:

للمياه الجوفية مصادرها المتباينة التي تنعكس على خصائصها النوعية ولمعرفة هذه الخصائص تم اعتماد تصنيف (Sulin) الذي يعتمد العلاقة بين الأيونات الموجبة والسالبة(rNa/rCl) لتحديد أصل المياه، باعتماد نسب تركيز ايونات الصوديوم (Na) ،وايون الكلورايد (Cl) بوحدة ملي مكافئ/ لتر، اذا كانت النتيجة أقل من واحد يعني المياه ذات أصل بحري، واذا كانت أكثر من واحد يعني المياه ذات أصل قاري(سامح ، المقدادي، ٢٠٠٣، ص ٦٣) ، من خلال الجدول (٢) يتضح أن الآبار ذات الأصل البحري (٨) التي تكونت عندما كان مياه البحر تغطي أراضي منطقة الدراسة ، في حين الآبار ذات الأصل القاري (٧) هي التي تكونت نتيجة تسرب المياه القارية من مياه الأنهار والأمطار إلى باطن الأرض، وعليه فأنها أكثر تأثرا بتذبذب مستوى المياه السطحية ومعدلات الأمطار.

الجدول(٢) مصدر المياه الجوفية في شمال قضاء علي الغربي

رقم البئر	(Na^+) ملغم/لتر	(Cl^-) ملغم/لتر	(Na^+) ملي مكافئ/لتر	(Cl^-) ملي مكافئ/لتر	(Na/Cl)	اصل المياه الجوفية
1	211	416	9.18	11.73	0.78	بحرية
2	250	260	10.87	7.33	1.48	قارية
3	240	310	10.44	8.74	1.19	قارية
4	210	415	9.13	11.71	0.78	بحرية
5	145	190	6.31	5.36	1.18	قارية
6	264	411	11.48	11.59	0.99	بحرية
7	278	524	12.09	14.78	0.82	بحرية
8	228	290	9.92	8.18	1.21	قارية
9	140	250	6.09	7.05	0.86	بحرية
10	186	368	8.09	10.38	0.78	بحرية
11	447	660	19.44	18.62	1.04	قارية
12	147	258	6.39	7.28	0.88	بحرية
13	414	590	18.01	16.64	1.08	قارية
14	192	380	8.35	10.72	0.78	بحرية
15	430	604	18.70	17.04	1.10	قارية

المصدر: الباحث: ١- باعتماد جدول(٤) ٢- تصنيف (Sulin) ٣- معادلة(صفاء ، الاسدي، ٢٠١٤، ص٤٧) $Meq = \frac{Mg/L}{Ew}$:

٢- الأس الهيدروجيني (PH)

يعرف بأنه اللوغاريتم السالب للتركيز المولاري لأيون الهيدروجين و يعبر عنه بـ pH=-log[H+]) و أن العلاقة بين تركيز (H+) و (OH-)تقودنا الى اعتماد الأس الهيدروجيني مقياسا لحامضية المحاليل وقاعديتها ، إذ إن المحاليل ذات الصفة الحامضية يكون الأس الهيدروجيني فيها بين (١-٧) و المحاليل ذات الصفة القاعدية يكون الأس الهيدروجيني فيها بين (٧-١٤) أما المحاليل المتعادلة فتكون (PH=٧) في درجة حرارة وضغط اعتيادي(Farbridge, R.W, 1972,p ١٣١٢) نلاحظ من الجدول(٣) أن قيم الـ(PH) جميعها تقع بين (٧.٢(في بئر (١١) و (٧.٢٢) في آبار (١) و(١٣) وإن المعدل العام بلغ (٧.١٩).

الجدول (٣) قيم (**EC**) (**PH**ملغم/لتر) (**TDS**ملغم/لتر) (**T.H**ملغم/لتر)

مياه آبار شمال قضاء علي الغربي

رقم البئر	PH	EC	TDS	T.H
1	**7.22**	**2620**	**1710**	**731.22**
2	**7.3**	**2770**	**1810**	**799.83**
3	**7.18**	**2580**	**1690**	**670.65**
4	**7.21**	**2620**	**1700**	**728.72**
5	**7.23**	**2200**	**1450**	**634.99**
6	**7.18**	**2840**	**1840**	**754.89**
7	**7.2**	**3270**	**2020**	**968.51**
8	**7.13**	**2520**	**1652**	**605.27**
9	**7.18**	**3530**	**2902**	**715.68**
10	**7.17**	**2320**	**1520**	**768.71**
11	**7.2**	**4930**	**3190**	**1202.95**
12	**7.2**	**3570**	**2310**	**977.72**
13	**7.22**	**4330**	**2820**	**1096.28**
14	**7.2**	**2340**	**1570**	**842.18**
15	**7.14**	**4480**	**2900**	**1134.33**
المعدل	**7.19**	**3128**	**2072.26**	**842.13**

المصدر: الباحث ١- باعتماد مختبرات مديرية بيئة ميسان .

٢- معادلة العسرة(Todd, D. K,1980,p535): $T.H\ (ppm) = 2.497\ Ca^{+2} + 4.115\ Mg^{+2}$

٣- التوصيل الكهربائي (:EC)

يمثل قابلية المياه على التوصيل الكهربائي وهو توصيل (١سم^3) من الماء عند درجة حرارة (٢٥م^0) ، ويعتمد التوصيل الكهربائي كمية الأملاح المذابة في المحلول وكذلك درجة الحرارة، إذ كلما زادت كمية الأملاح ودرجة الحرارة زادت التوصيلية الكهربائية(خليفة دراكة، ١٩٨٨،ص ٤٠٠)، نلاحظ من الجدول السابق(٣) تباين

خصـــائص التوصـــيل الكهربـــائي(EC) بـــين (٢٢٠٠(ملغم/لتـــر فـــي بئـــر (٥) و (٤٩٣٠)ملغم/لتر في بئر(١١) والمعدل (٣١٢٨) ملغم/لتر.

٤-مجموعة المواد الصلبة الذائبة:(TDS)

هي تمثل كمية الأملاح الذائبة في الماء ، سجلت أعلى القيم (TDS) في بئر(١١) والبالغة (٣١٩٠) ملغرام/لتر، أما أقلها فكانت في بئر (٥) والبالغة (١٤٥٠) ملغم/ لتر، و المعدل العام بلغ (٢٠٧٢.٢٦) لمغم/ لتر جدول (٣).

٥-تعد العسرة الكلية :T.H

إحدى صفات الماء الناتجة عن وجود أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم معبراً عنها بدلالة كاربونات الكالسيوم، وقياس عسرة المياه من الأمور المهمة التي تحدد ملاءمة المياه للاستعمالات المختلفة ويقصد بها صعوبة إحداث رغوة الصابون في المياه العسرة، ولها تأثير على الاستعمالات الأخرى ، نلاحظ من الجدول(٣) بئر رقم (١) يمثل أعلى قيم العسرة والبالغة (١٢٠٢.٩٥ ملغم/لتر) في حين أقل قيمة (٦٣٤.٩٩ ملغم/لتر) في بئر رقم (٥) بمعدل)٨٤٢.١٣ ملغم/لتر).

٦-الأيونات الرئيسة:

تقدر بـ(٩٠-٩٨%) من مجموع المواد المكونة للتركيب الكيميائي للمياه الطبيعية (صفاء عبد الامير، الاسدي، ٢٠١٤، ص٤٤)، إن تركيز الأيونات في الماء يعتمد عددا من العوامل، أهمها: نوعية الصخور، والمعادن الموجودة بتماس مع المياه، وتقسم إلى أيونات موجبة وسالبة:

٦-١-الأيونات الموجبة:

أيون الكالسيوم(Ca^{+}) يتراوح تركيزه في مياه (١٣٤ ملغم/لتر) في بئر (٥) و (٢٨٤ ملغم/لتر) في بئر (١١) وبلغ معدل العام(١٨٧.٤ ملغم/لتر). أما أيون المغنيسيوم (Mg^{+}) فيتكون نتيجة تجوية صخور الدولومايت وذوبانها في المياه بلغ أقل تركيزا (٥٠ ملغم/لتر) في بئر (٨) وأعلى تركيزا(١١٤ ملغم/لتر) في بئر (٧) بمعدل عام (٩٠.٩٣ ملغم/لتر)، كما يوجد أيون الصوديوم(Na^{+}) في المياه الطبيعية بنسبة أكبر من تركيز أيون البوتاسيوم، ومصدره المعادن الطينية ومعدن الهالايت و الفلدسبار، إذ بلغ أقل القيم (١٤٥ ملغم/لتر) في بئر(٥) وأعلى القيم(٤٤٧ ملغم/لتر) في بئر (١١) ومعدل (٢٥٢.١٣ ملغم /لتر). وتراوحت قيم أيون البوتاسيوم (K^{+}) بين (٢.٥ ملغم/لتر) في بئر (٨) و (٢٠ ملغم/لتر) في بئر(١١) ومعدل (١١.٦٢ ملغم/لتر).

٦-٢- الأيونات السالبة:

أيون الكلوريد (CL^-) ومصدره صخور المتبخرات التي تكون سريعة الذوبان في الماء، ويتراوح تركيزه في المياه بين (١٩٠ ملغم/لتر) في بئر (٥) و(٦٦٠ ملغم/لتر) في بئر (١١)، البيكاربونات(HCO^3) تأتي من ذوبان غاز ثاني أوكسيد الكاربون ،الناتج عن الفعاليات العضوية التي تحصل في التربة أو في النطاق المشبع للتربة(Ljungberg, ١١٠V,2004.p) بلغ أقل معدل (٦٥ ملغم/لتر) في بئر (٥) أيضا، أعلى معدل (٤٦٥ ملغم/لتر) في بئر(١١) أما المعدل العام فكان (٢٠٧.٨ ملغم/لتر). أيون الكبريتات (SO_4) يعبر عنها بالمواد المسببة للعسرة الدائمة في الماء ولاسيما عند وجوده على شكل كبريتات الكالسيوم أو المغنيسيوم

الجدول(٤) الأيونات الموجبة والسالبة والمعدل العام في مياه آبار شمال علي الغربي

رقم البئر	Ca2+	Mg2+	Na+	K+	Cl^-	HCO_3^-	$SO4^{-2}$	NO_3^-
1	161	80	211	12	416	84	527	1.1
2	172	90	250	14	260	93	620	1.2
3	173	58	240	4	310	185	530	1.4
4	160	80	210	12	415	85	528	1.1
5	134	73	145	6	190	65	614	0.7
6	154	90	264	11	411	359	446	1.1
7	200	114	278	14	524	172	690	0.7
8	160	50	228	2.5	290	180	498	2.2
9	135	92	140	11	250	92	562	1.2
10	148	97	186	9.8	368	166	520	2
11	284	120	447	20	660	465	849	0.7
12	235	95	147	12	258	94	570	1.1
13	266	105	414	16	590	457	769	0.8
14	156	110	192	12	380	170	542	2
15	273	110	430	18	604	450	775	0.7
المعدل	187.4	90.93	252.13	11.62	395.07	207.8	602.67	1.2

المصدر: الباحث باعتماد مختبرات مديرية بيئة ميسان (٢٠٢٢)

تراوح تركيز الكبريتات بين (٤٤٦ ملغم/لتر) في بئر (٦) و (٨٤٩ ملغم/لتر) في بئر(١١) والمعدل بلغ (٦٠٢.٦٧ ملغم/لتر)، أما مصدر أيون النترات(NO_3) ففي المياه من مياه الفضلات المنزلية والصرف الصحي أو الصناعية الملوثة ،ولاسيما فضلات صناعة الأسمدة الكيميائية ،ومياه البزل من الأراضي التي تستعمل فيها مركبات النتروجين كسماد (سعاد عبد، عباوي،١٩٩٠،ص٢٩٦)، بلغ أقل تركيز (٠.٧ ملغم /لتر) في الآبار (٥، ١١، ١٥) أما أعلى معدل فكان (٢.٢ ملغم/لتر) في بئر (٨) ،والمعدل العام بلغ (١.٢ ملغم/لتر). نلاحظ من البيانات في أعلاه أن أقل التراكيز للعناصر الرئيسة كانت أغلبها في بئر (٥) وأعلاها في بئر (١١).

٧- العناصر الثقيلة:

٧-١- الحديد (Fe):

يتواجد الحديد في معظم الصخور والمعادن الطينية ، كما يتواجد مذابا في المياه، عنصر الحديد حيوي وضروري للإنسان والحيوان والنبات فهو أحد المركبات المهمة التي تدخل في تركيب دم الانسان(Environmental Protection,1986,p٤٧٧)، لكن في التراكيز الأعلى يكون مضرا وساما، بلغ أقل تركيز (٠.٠٦١٣ ملغم/لتر) في بئر (٧(واعلى تركيز(٠.٥٢٣٦ ملغم/لتر) في بئر (٩)، وبلغ المعدل العام (٠.٢٤٠٧ ملغم/لتر) الجدول (٥).

٧-٢- النحاس :(Cu)

مصدره الصخور الطبيعية والمياه الجارية المتسربة الى باطن الأرض والملوثات الصناعية، تراوحت تراكيزه بين الصفر ملغم/لتر في الآبار (٢،٣،٤،٥،٦،٧،٨،١٠) وبلغ أعلى تركيز (٠.١٣٩ ملغم/لتر) في بئر (١٥) والمعدل (٠.٠١١٢ ملغم/لتر).

٧-٣ الرصاص:(Pb)

يتواجد الرصاص بوصفه عنصرا فلزيا في خامات(كالكالينا والانكلسايت وغيرها)، تباين معدل التركيز في عينات منطقة الدراسة كان أعلى تركيز (٠.٢٣٢٥ ملغم/لتر) في بئر (٩) وأقل تركيز (٠.٠١٢ ملغم /لتر) في بئر (١)، وبلغ المعدل(٠.٨٩١ ملغم/لتر)، أما العناصر الأخرى (Ni) النيكل، (Mn) المنغنيز، و(Cd) الكاديوم فجميع الآبار خالية منها.

الجدول (٥) تراكيز العناصر الثقيلة (Mn، Cd، Pb، Ni، Cu،Fe)

ملغم/لتر في آبار شمال علي الغربي

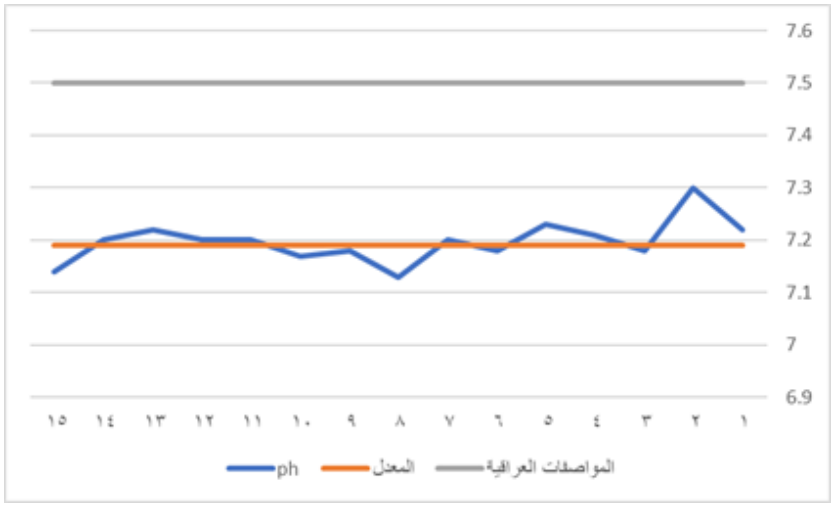
رقم البئر	Fe	Cu	Ni	Pb	Cd	Mn
1	0.3187	0.0094	0	0.012	0	0
2	0.2045	0	0	0.0176	0	0
3	0.0989	0	0	0.0205	0	0
4	0.1314	0	0	0.0297	0	0
5	0.2061	0	0	0.047	0	0
6	0.1415	0	0	0.0891	0	0
7	0.0613	0	0	0.0741	0	0
8	0.1397	0	0	0.1118	0	0
9	0.5236	0.0035	0	0.2325	0	0
10	0.1693	0	0	0.0598	0	0
11	0.2692	0.0017	0	0.1073	0	0
12	0.3032	0.0024	0	0.114	0	0
13	0.3817	0.0039	0	0.1099	0	0
14	0.2889	0.0081	0	0.1428	0	0
15	0.3726	0.139	0	0.1691	0	0
المعدل	0.2407	0.0112	0	0.0891	0	0

المصدر: الباحث باعتماد مختبرات مديرية بيئة ميسان.

٨- **صلاحية مياه الآبار للاستعمالات البشرية:** أهمية المياه تكمن في مدى صلاحيتها للاستعمالات البشرية؛ لكونها تتباين في خصائصها الكيميائية ومن ثم تتباين صلاحيتها وملاءمتها لاستعمالات محددة وهي على النحو الآتي:

٨-١- **صلاحيتها للشرب:** يتبين من الشكل (١) إن الأس الهيدروجيني(PH) يقع ضمن المواصفات القياسية العراقية، في حين التوصيل الكهربائي (EC) ،والأملاح الذائبة(TDS) ،و العسرة الكلية (T.H) جميعا أعلى من المعدل الذي يسمح باستعمالها لأغراض الشرب. الأشكال (٢-٣-٤)، ايون الكالسيوم (Ca) جميع الآبار متجاوزة المعدل المسموح به وبعضها بمعدلات مرتفعة جدا كما في بئر (١١) الشكل (٥)، المغنسيوم (Mg) فوق الحدود المسموح بها باستثناء بئر (٨) ضمن الحدود الشكل (٦)، الصوديم (Na) العينات (٥-٩-١٠-١٢-١٤) جميعا ضمن المعدلات المسموح بها، في حين بقية الآبار تجاوزت الحدود، البوتاسيوم (K) الآبار (٢-٧-١١-١٣-١٥) جميعها فوق الحدود المسموح بها.

الشكل(١) قيم (PH) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية



الشكل(٢) قيم (EC) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(٣)قيم(TDS) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(٤)قيم (T.H) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(٥)قيم(Ca^{+}) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(٦)قيم(Mg^{+}) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(٧)قيم(Na^{+}) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

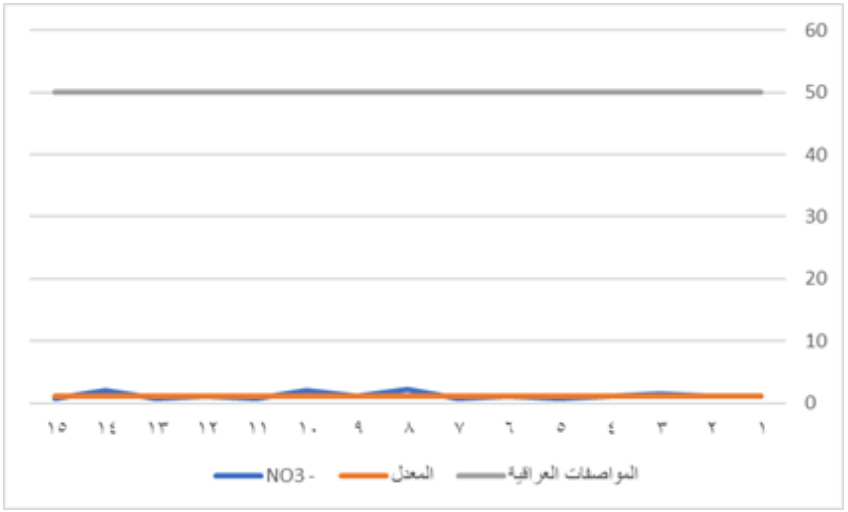
الشكل(٨)قيم(K^{+}) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(٩)قيم(Cl^-) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(١٠)قيم(HCO_3) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

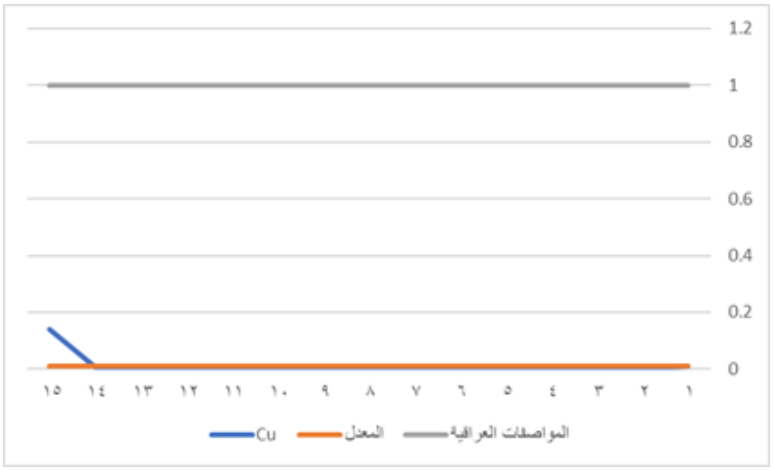
الشكل (١١)قيم (So_4) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(١٢)قيم(No_3) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

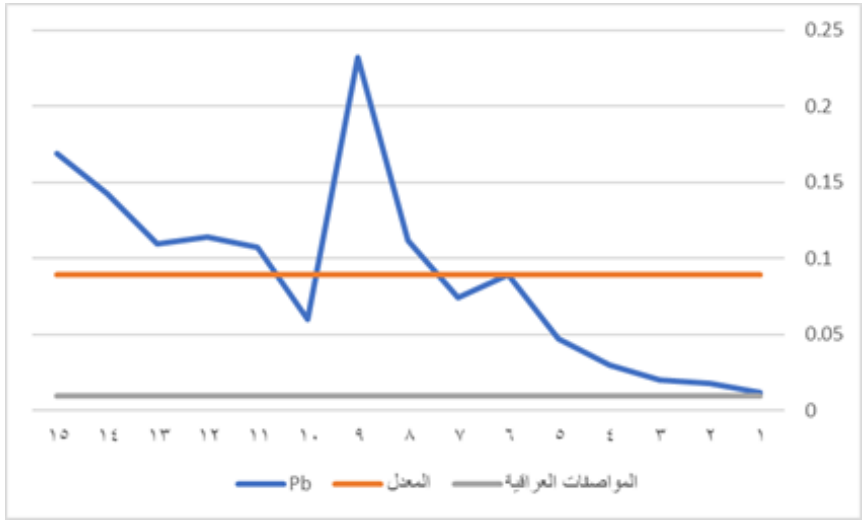


الشكل(١٣)قيم(**Fe**)والمعدل والمواصفات العراقية القياسية

الشكل(١٤)قيم (**Cu**) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية



الشكل(١٥)قيم(**Pb**) والمعدل والمواصفات العراقية القياسية



كلوريد (Cl) الآبار (٥-٩) ضمن الحدود المسموح بها، بقية الآبار خارج الحدود، البيكاربونات (HCO_3) الآبار (٦-١١-١٣-١٥) جميعها خارج الحدود المسموح بها، الكبريتات (SO_4) جميع الآبار أعلى من المواصفات المسموح بها، النترات (NO_3) جميع الآبار ضمن الخصائص المسموح بها. العناصر الثقيلة (Fe) الآبار (١-٩-١٣-١٥) اعلى من المعدل المسموح به في حين بقية الآبار ضمن الحدود الشكل (١٣)، النحاس (Cu) جميع الآبار ضمن المعدلات المسموح بها الشكل(١٤)، الرصاص (pb) جميع الآبار أعلى من المعدلات المسموح بها الشكل(١٥)، العناصر (Ni, Cd, Mn) النيكل ، والكاديوم و المنغنيز جميع الآبار خالية منها.

تباينت الخصائص الهيدروكيميائية بين صلاحيتها وعدمها للشرب في الآبار المدروسة، إذ توجد في البئر الواحد أيونات خارج الحدود المسموح بها وآخر ضمن الحدود ومن ثم لا يمكن تقويمها بصورة شاملة ودقيقة على وفق المؤشرات السابقة، بعض الدراسات والأبحاث اعتمدت حساب مؤشر نوعية المياه (WQI) الذي يعد من المقاييس الأكثر واقعية؛ لكونه يستعمل مجموعة من المتغيرات ومعالجتها رقميا ووصفيا لتقويم مدى ملائمة المياه للشرب (Stambuk-Giljanovic,1999,p3440)، وهي على النحو الآتي:

1..... $Qi= 100[(Va-Vi)/(Vs-Vi)]$

إذ إن:

Qi= التخمين النوعي لكل عنصر من عناصر المياه المدروسة.

١٠٠= قيمة ثابتة

Va= نتائج التحليل المختبري للخصائص الكيميائية.

Vi= القيمة المثلى للعوامل، كل القيم تمثل الصفر باستثناء Ph=٧.

Vs= قيم العوامل بحسب المواصفات العراقية.

2..... $Wi=1/Si$

Wi= الوزن النسبي لكل عنصر من العناصر المدروسة.

Si= المعيار القياسي المسموح بها لكل عنصر المدروسة.

١=قيمة ثابتة

3..... $WQI=\sum QiWi/\sum Wi$

WQI= مؤشر نوعية المياه.

تتم مطابقة النتائج مع الجدول (٦) المتضمن تصنيف نوعية المياه على أساس قيمة (WQI) ومن النتائج المعادلة تبين ان الآبار (٣-٥-٨) مياها ممتازة للشرب التي بلغت فيها قيم (WQI) أقل من (٥٠)، اما الآبار (١١-١٣-١٥)فهي ذات مياه رديئة للشرب أكثر من (١٠٠) قيم (WQI)، اما قيم بقية الآبار فهي ذات مياه جيدة للشرب.

جدول(٦) تصنيف نوعية المياه على أساس قيمة (WQI)

قيم (WQI)	نوعية المياه
اقل من ٥٠	ممتازة
51-100	ماء جيد
101-200	ماء رديء
201-300	ماء رديء جدا
أكثر من ٣٠١	ماء غير مناسب للشرب

المصدر: زهراء عبد صالح وافراح عبود حسن، تقييم كفاءة بعض محطات الإسالة في محافظة النجف باستعمال (Weighted Method Index Arithmetic) لحساب مؤشر نوعية الماء WQI، مجلة المثنى للهندسة والتكنولوجيا، ٢٠١٨، ص١٨٦.

الجدول (٧) قيم(Qi) و (Wi) تخمين النوعي لكل عنصر من عناصر المياه المدروسة

Qi								
NO3 -	SO4-2	HCO3-	Cl-	K+	Na+	Mg2+	Ca2+	رقم البئر
5.5	210.8	42	166.4	100	105.5	160	322	1
6	248	46.5	104	116.66	125	180	344	2
7	212	92.5	124	33.33	120	116	346	3
5.5	211.2	42.5	166	100	105	160	320	4
3.5	245.6	32.5	76	50	72.5	146	268	5
5.5	178.4	179.5	164.4	91.66	132	180	308	6

3.5	276	86	209.6	116.66	139	228	400	7
11	199.2	90	116	20.83	114	100	320	8
6	224.8	46	100	91.666	70	184	270	9
10	208	83	147.2	81.66	93	194	296	10
3.5	339.6	232.5	264	166.66	223.5	240	568	11
5.5	228	47	103.2	100	73.5	190	470	12
4	307.6	228.5	236	133.33	207	210	532	13
10	216.8	85	152	100	96	220	312	14
3.5	310	225	241.6	150	215	220	546	15
Wi								
$Wi\sum$	K+	Na+	Mg2+	Ca2+	T.H	TDS	EC	Ph
	12	200	50	50	500	1000	1500	7
0.3078	0.083333333	0.005	0.02	0.02	0.002	0.001	0.000666667	0.142

المصدر: الباحث باعتماد جدول(٣) و(٤) ومعدلة رقم (١) و (٢).

الجدول(٨) قيم **(WQI)** مؤشر نوعية المياه لكل عنصر من عناصر المياه المدروسة

QiWi													
QiWi∑	NO3 −	SO4−2	HCO3−	Cl−	K+	Na+	Mg2+	Ca2+	T.H	TDS	EC	ph	رقم البئر
21.051	0.110	0.843	0.210	0.666	8.333	0.528	3.200	6.440	0.342	0.146	0.116	0.116	**1**
23.356	0.120	0.992	0.233	0.416	9.722	0.625	3.600	6.880	0.362	0.160	0.123	0.123	**2**
15.266	0.140	0.848	0.463	0.496	2.778	0.600	2.320	6.920	0.338	0.134	0.115	0.115	**3**
21.008	0.110	0.845	0.213	0.664	8.333	0.525	3.200	6.400	0.340	0.146	0.116	0.116	**4**
14.941	0.070	0.982	0.163	0.304	4.167	0.363	2.920	5.360	0.290	0.127	0.098	0.098	**5**
21.209	0.110	0.714	0.898	0.658	7.639	0.660	3.600	6.160	0.368	0.151	0.126	0.126	**6**
26.308	0.070	1.104	0.430	0.838	9.722	0.695	4.560	8.000	0.404	0.194	0.145	0.145	**7**
13.312	0.220	0.797	0.450	0.464	1.736	0.570	2.000	6.400	0.330	0.121	0.112	0.112	**8**
19.755	0.120	0.899	0.230	0.400	7.639	0.350	3.680	5.400	0.580	0.143	0.157	0.157	**9**
19.770	0.200	0.832	0.415	0.589	6.806	0.465	3.880	5.920	0.304	0.154	0.103	0.103	**10**
36.130	0.070	1.358	1.163	1.056	13.889	1.118	4.800	11.360	0.638	0.241	0.219	0.219	**11**
24.545	0.110	0.912	0.235	0.413	8.333	0.368	3.800	9.400	0.462	0.196	0.159	0.159	**12**
31.551	0.080	1.230	1.143	0.944	11.111	1.035	4.200	10.640	0.564	0.219	0.192	0.192	**13**
22.244	0.200	0.867	0.425	0.608	8.333	0.480	4.400	6.240	0.314	0.168	0.104	0.104	**14**
33.501	0.07	1.24	1.125	0.9664	12.499	1.075	4.4	10.92	0.58	0.226	0.199	0.199	**15**

المصدر: الباحث باعتماد جدول(٧) ومعادلة رقم (٣).

الجدول(٩)

نوعية مياه الآبار المدروسة حسب مؤشر (**WQI**)

رقم البئر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
WQI	**68.3**	**75.8**	**49.5**	**68.2**	**48.5**	**68.9**	**85.4**	**43.2**	**64.1**	**64.2**	**117.3**	**79.7**	**102.5**	**72.2**	**108.8**
نوعية المياه	ماء جيد	ماء جيد	ممتاز	ماء جيد	ممتاز	ماء جيد	ماء جيد	ممتاز	ماء جيد	ماء جيد	ماء رديء	ماء جيد	ماء رديء	ماء جيد	ماء رديء

المصدر: الباحث بالاعتماد على جدول(٧) و(٨) ومعادلة رقم (٣)

٨-٢- **صلاحيتها للنشاط الزراعي:** تختلف المعايير والمؤشرات المعتمدة في تحديد مدى ملاءمة المياه الجوفية للزراعة و ري التربة وهي متباينة، اختار الباحث بعضا منها لتحديد صلاحية المياه لهذا النشاط وهي على النحو الآتي:

مؤشر النسبة المئوية للصوديوم-: (Na%)(Todd, D. K,1980,p535)

4..... $Na\% = (Na^{+}+K^{+})*100/(Na^{+}+Ca^{+2}+Mg^{+2}+K^{+})$

عند مطابقة نتائج المعادلة (٤) في أعلاه على الجدول (١٠) تبين أن جميع الآبار ضمن الصنف المقبول باستثناء (٩-١١) ضمن التصنيف الجيد الجدول (١٤).

الجدول(١٠) نوعية المياه طبقا لمؤشر قيم (**Na%**)

نوعية المياه	قيم (**Na%**)
ممتازة	اقل من ٢٠
جيدة	**21 - 40**
مقبولة	**41 - 60**
رديئة	**61 - 80**
غير ملائمة	أكثر من ٨١

مؤشر نسبة امتزاز الصوديوم (**SAR**) : ويمكن عن طريقها معرفة صلاحية المياه للري، وتستخرج من المعادلة الآتية (Hem , J.D,1985, p ٢٢٥٤-٢٦٣):-

5……..$SAR = Na^{+}/ [(Ca^{+2}+Mg^{+2})/2]^{0.5}$ (مليغرام/لتر)

وعند مطابقة نتائج المعادلة (٥) في أعلاه مع الجدول (١١) تبين ان الآبار (٥-٩-١٠-١٤) تقع ضمن صنف الجيدة، وان الآبار (١١-١٣-١٥) تقع ضمن صنف غير الملائمة، أما بقية الآبار فتقع ضمن صنف الرديئة الجدول (١٤).

الجدول (١١) نوعية المياه طبقا لمؤشر قيم (**SAR** ملغم/لتر)

نوعية المياه	**SAR**
ممتازة	اقل من ١٠
جيدة	**10.1 - 18**
رديئة	**26-18.1**
غير ملائمة	أكثر من ٢٦.١

مؤشر كاربونات الصوديوم المتبقية (**RSC**): التركيز العالي من الكاربونات و البيكاربونات في مياه الري سوف تؤدي إلى ازدياد تركيز الكالسيوم والمغنسيوم في التربة ومن ثم سوف نلاحظ ازدياد نسبة تركيز الصوديوم في التربة وهي نسب سوف تكون مجازف بها على التربة، ويستخرج من المعادلة الآتية (Jamal Saeed, 2017,p133):

6…….$(RSC= (CO_3^{-2} + HCO_3^{-}) - (Ca^{+2} + Mg^{+2})$ (ملي مكافئ/لتر)

عند مطابقة نتائج المعادلة (٦) في أعلاه على الجدول (١٢) تبين أن جميع الآبار تقع ضمن صنف الجيدة الجدول (١٤).

الجدول (١٢) نوعية المياه طبقا لمؤشر قيم(**RSC** ملي مكافئ/لتر)

نوعية المياه	**RSC** (ملي مكافئ/لتر)
آمن	اقل من ١.٢٥
مقبول	**1.26-2.5**
غير امن	أكثر من ٢.٦

مؤشر النفاذية **(PI)**: مقياس يستعمل لتحديد أثر مياه الري على نفاذية الترب وما تتبعها من آثار أخرى، يمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية (استبرق كاظم،المسعودي،٢٠٢١،ص١٥٦):

$$PI = \frac{Na+\sqrt{HCO}}{(Ca+Mg+Na)} \times 100 \quad \text{.....7}$$

عند مطابقة نتائج المعادلة (٧) في أعلاه على الجدول (١٣) تبين أن جميع الآبار تقع ضمن صنف الملائمة الجدول (١٤).

الجدول (١٣) نوعية المياه طبقا لمؤشر قيم(**PI%**)

نوعية المياه	**PI%**
غير ملائمة	اقل من ٢٥
ملائمة	**25.1-75**
مقبولة	أكثر من ٧٥.١

الجدول(١٤) نوعية المياه بحسب المؤشر (**SAR،Na%**) (ملغم/لتر)، (**RSC** ملي مكافئ/لتر) و(**PI%**)

رقم البئر	Na^{+}%	نوعية المياه	(SAR)	نوعية المياه	RSC	نوعية المياه	PI%	نوعية المياه
1	48.06	مقبولة	19.2	رديئة	-13.2	آمن	48.7	ملائم
2	50.19	مقبولة	21.8	رديئة	-14.5	آمن	50.7	ملائم
3	51.37	مقبولة	22.3	رديئة	-10.4	آمن	53.8	ملائم
4	48.05	مقبولة	19.2	رديئة	-13.2	آمن	48.7	ملائم
5	42.18	مقبولة	14.3	جيدة	-11.6	آمن	43.5	ملائم
6	52.99	مقبولة	23.9	رديئة	-9.2	آمن	55.7	ملائم
7	48.18	مقبولة	22.2	رديئة	-16.5	آمن	49.2	ملائم
8	52.33	مقبولة	22.3	رديئة	-9.1	آمن	55.1	ملائم
9	39.95	جيدة	13.1	جيدة	-12.8	آمن	40.8	ملائم
10	44.42	مقبولة	16.8	جيدة	-12.6	آمن	46.1	ملائم
11	53.62	مقبولة	31.5	غير ملائمة	-16.4	آمن	55.1	ملائم
12	32.52	جيدة	11.4	جيدة	-18.0	آمن	32.9	ملائم
13	53.68	مقبولة	30.4	غير ملائمة	-14.4	آمن	55.5	ملائم
14	43.40	مقبولة	16.6	جيدة	-14.0	آمن	44.8	ملائم
15	53.91	مقبولة	31.1	غير ملائمة	-15.3	آمن	55.5	ملائم

المصدر: الباحث باعتماد معادلات (٤،٥،٦،٧)

٩- **صلاحية المياه للصناعية:** للصناعات دور مهم لا يختلف عن أهمية دور الزراعة في التنمية بصورة عامة وهي تعتمد المياه في أغلبها، لكن تختلف في حاجتها منها بحسب نوع المنتج، ومن الجداول (١٥)،(١٦) و(٣) تبين ان (PH) جميع الآبار صالحة للصناعات المختارة، وكانت العسرة الكلية (T.H) غير صالحة للصناعات (تعليب المواد الغذائية، وصناعة الورق)، الصناعات المعدنية جميع الآبار ملائمة باستثناء (١١-١٣-١٥)، مصافي النفط جميع الآبار ملائمة باستثناء (٧-١١-١٢-١٣-١٥) فهي غير ملائمة، ايون الكلوريد Cl) ملي مكافئ/لتر) تعليب المواد الغذائية جميع الآبار غير ملائمة باستثناء الآبار (٢-٥-٩-١٢)، الصناعات المعدنية جميع الآبار ملائمة باستثناء الآبار(٧-١١-١٣-١٥)، مصانع الاسمنت جميع الآبار غير ملائمة باستثناء بئر(٥)، مصافي النفط جميع الآبار ملائمة، وصناعة الورق جميع الآبار غير ملائمة باستثناء بئر (٥)، ايون الكبريتات (So ملي مكافئ/لتر)، جميع الآبار غير ملائمة لصناعات تعليب المواد الغذائية، والصناعات المعدنية و مصانع الاسمنت، مصافي النفط الآبار (١-٣-٤-٦-٨-٩-١٠) ملائمة والبقية غير ملائمة، ايون كالسيوم (Ca) صناعة التعليب الغذائية، وصناعة الورق جميع الآبار غير ملائمة، الصناعة المعدنية جميع الآبار ملائمة باستثناء (١١-١٢-١٣-١٥) غير ملائمة، مصافي النفط جميع الآبار ملائمة باستثناء (١١-١٢-١٣-١٥) غير ملائمة، ايون المغنسيوم (Mg ملي مكافئ /لتر) تعليب المواد الغذائية جميع الآبار ملائمة باستثناء(٧-١١-١٣-١٤-١٥) غير ملائمة، مصافي النفط جميع الآبار غير ملائمة باستثناء (١-٣-٤-٥-٨) ملائمة، صناعة الورق جميع الآبار غير ملائمة.

الجدول(١٥)

بعض الخصائص الكيميائية للمياه المسموح بها للصناعات بحسب المواصفات العراقية

الصناعة	PH	العسرة T.H ملغم/لتر	CI ملي مكافئ /لتر	So ملي مكافئ /لتر	Ca ملي مكافئ /لتر	Mg ملي مكافئ /لتر
تعليب المواد الغذائية	6.5-8.5	310	8.462	5.205	5.988	8.226
الصناعات المعدنية	6-9	1000	14.103	7.679	9.98	---
مصانع الاسمنت	6.5-8.5	----	7.025	5.205	---	---
مصافي النفط	6-9	900	45.13	11.867	10.978	6.992
صناعة الورق	6-9	475	5.641	---	0.998	0.987

المصدر: باسم حسين خضر الزبيدي ، محمد صادق سلمان، دراسة نوعية و مقدار المياه الجوفية في محافظة الانبار وصلاحيتها للاستعمالات البشرية والزراعية، مجلة جامعة النهرين، المجلد (١٤) ، العدد الأول، ٢٠١١، ص٧.

الجدول(١٦) قيم الأيونات (Mg, Ca, SO,Cl ملي مكافئ/لتر)

رقم البئر	CI (ملي مكافئ /لتر)	So (ملي مكافئ /لتر)	Ca (ملي مكافئ /لتر)	Mg (ملي مكافئ /لتر)
1	11.73	10.97	8.03	6.58
2	7.33	12.91	8.58	7.40
3	8.74	11.03	8.63	4.77
4	11.71	10.99	7.98	6.58
5	5.36	12.78	6.69	6.01
6	11.59	9.29	7.68	7.40
7	14.78	14.37	9.98	9.38
8	8.18	10.37	7.98	4.11
9	7.05	11.70	6.74	7.57
10	10.38	10.83	7.39	7.98
11	18.62	17.68	14.17	9.87
12	7.28	11.87	11.73	7.82
13	16.64	16.01	13.27	8.64
14	10.72	11.28	7.78	9.05
15	17.04	16.14	13.62	9.05

المصدر: الباحث باعتمادجدول(٤).

الاستنتاجات:

١- اختلفت مصادر المياه الجوفية، إذ كانت(٨) آبار أصل بحري، و(٧) أصل قاري وهي الأكثر تأثرا بالتغيرات المناخية والمياه السطحية.

٢- الأس الهيدروجيني(PH) يقع ضمن المواصفات القياسية العراقية، في حين(EC)،(TDS) و(T.H) جميعا أعلى من المواصفات التي يسمح باستعمالها لأغراض الشرب، الرصاص (pb) أعلى من المعدلات المسموحة، (Ni, Cd, Mn) النيكل، والكاديوم و المنغنيز جميع العينات خالية منها.

٣- مؤشر نوعية المياه (WQI) الآبار (٣-٥-٨) مياه ممتازة للشرب، الآبار (١١-١٣-١٥) تتميز بأنها ذات مياه رديئة للشرب أما بقية الآبار فتمتاز بأنها ذات مياه جيدة للشرب.

٤- صلاحية المياه للزراعة، مؤشر النسبة المئوية للصوديوم جميع الآبار ضمن الصنف المقبول باستثناء (٩-١١) ضمن التصنيف الجيد، الآبار (٥-٩-١٠-١٤) تقع ضمن صنف الجيدة، مؤشر نسبة امتزاز الصوديوم الآبار (١١-١٣-١٥) تقع ضمن صنف غير الملائمة اما بقية الآبار فهي ضمن صنف الرديئة، مؤشر كاربونات الصوديوم المتبقية في جميع الآبار تقع ضمن صنف الجيدة، مؤشر النفاذية جميع الآبار تقع ضمن صنف الملائمة.

٥- صلاحيتها للاستعمال الصناعي تباين بين الملائمة وغير الملائمة بحسب الخصائص الكيميائية للمياه، ونوع الصناعة، والمقاييس العراقية للصناعة.

التوصيات:

١- إعداد خطة من الجهات المعنية للاستغلال الأمثل للمياه الجوفية عبر الوسائل الحديثة في الري، للمحافظة على ديمومتها ؛لكونها مصدرا مهما للمياه في الأقاليم الجافة.

٢- حفر آبار في أماكن مختلفة من الجهات الشرقية لتقليل الاستغلال المفرط على آبار محددة في منطقة الدراسة ، فضلا عن خفض تكاليف النقل والمفقود منها.

٣- الحفاظ على جودة المياه الجوفية من خلال منع أو إبعاد النشاطات الملوثة التي تكون قريبة من مواقع الآبار.

المصادر:

١. الاسدي، صفاء عبد الأمير رشم ، جغرافية الموارد المائية، ٢٠١٤ .
٢. جمهوري العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٠.
٣. جمهوري العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٠.
٤. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، مديرية المساحة العامة، خريطة العراق الإدارية، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، ٢٠١٠.
٥. دراكة، خليفة ، هيدرولوجية المياه الجوفية ، الأردن ، الشركة الدولية للطباعة والنشر ، توزيع ونشر دار مجدلاوي ، ١٩٨٨ .
٦. الزبيدي ، باسم حسين خضر ، محمد صادق سلمان، دراسة نوعية و مقدار المياه الجوفية في محافظة الانبار وصلاحيتها للاستخدامات البشرية والزراعية، مجلة جامعة النهرين، المجلد (١٤) ، العدد الأول، ٢٠١١.
٧. صالح، زهراء عبد، افراح عبود حسن، تقييم كفاءة بعض محطات الاسالة في محافظة النجف باستخدام(Weighted Method Index Arithmetic) لحساب مؤشر نوعية الماء WQI، مجلة المثنى للهندسة والتكنولوجيا، ٢٠١٨.
٨. عباوي ، سعاد عبد واخرون، الهندسة العالمية للبيئة ، (فحوصات الماء) ، مطابع دار الحكمة للطباعة والنشر ، ١٩٩٠ .
٩. المرئية الفضائية للعراق(موزائيك) للقمر الصناعي (Landsat) ، لعام ٢٠٠٧.
١٠. المسعودي، استبرق كاظم شبوط ، التباين الكمي والنوعي لخصائص المياه الجوفية في ناحية الدجيل، مجلة كلية التربية، جامعة واسط، العدد٤٢، ٢٠٢١ .
١١. المقدادي ، سامح وسام حربي ، هيدروجولوجية المياه الجوفية لمنطقة الشنافية – جنوب العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد، ٢٠٠٣.
١٢. مهدي، رافد صالح ، هيدرومناخية الجريان السطحي للمياه في محافظة ميسان للمدة ١٩٩٠ – ٢٠٢٠، أطروحة دكتوراه ، جامعة البصرة ، كلية الآداب، ٢٠٢٢.
13. Environmental Protection Agency (EPA), Quality Criteria for Water, Section 304, US Government Printing Office, Washington, 1986 .
14. Farbridge, R.W,The encyclopedia of geochemistry and environmental science.van nortrand reinhold, London, 1972.
15. Hem , J.D , Study and Interpretation of Chemical Characteristics of Natural Water ,3rd edition , U.S.Geological Survey,1985 .
16. Jamal Saeed Deryqe, Evaluation of Some Ground Water Wells of Some Regions in, Al-Jabel Al-Akhder–Libya, The New Journal of Agricultural Research (Faculty of Agriculture - Saba Pasha) Volume 22 (3) 2017..
17. Ljungberg, V, Assesment of Groundwater flow and Pollutant Transport through Modeling. M. Sc. Thesis, Unpublished, College of Science, Stokholm. Sweeden, 2004.
18. -Stambuk-Giljanovic, Water quality evaluation by index in Dalmatia.Water Research ,33(16) ,1999.
19. Todd, D. K, Groundwater Hydrology, 2nd edition , John Wiely and Sons, Inc. Toppon Printing Company, Ltd, New York and London, ., 1980.
20. Todd, D. K,Groundwater Hydrology, 2nd edition , John Wiely and Sons, Inc. Toppon Printing Company, Ltd, New York and London,1980.