

الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية في قضاء الصويرة

م.د. عباس فاضل عبيد القراغولي
جامعة واسط – كلية التربية

المستخلص:

تمّ في هذا البحث دراسة نوعية المياه الجوفية في قضاء الصويرة ضمن محافظة واسط، حيثُ اعتمدت الدراسة على تحليل مؤشرات التلوث واستخدام الطرق الإحصائية المناسبة للحصول على نتائج دقيقة تعكس طبيعة درجة تلوث المياه الجوفية، ومن هذه الطرق هو تصنيف (Piper trilinear diagram) الذي يعتمد على طريقة الرسم الثلاثي في التحاليل الكيميائية التي تُحدد نوعية المياه الجوفية ومخطط ويليكوكس (Wilcox diagram) وإستخدم أيضاً معايير لتقييم المياه الجوفية وذلك بحساب النسبة المئوية للصوديوم (Na%)، وكاربونات الصوديوم المتبقية (RSC) (Residual Sodium Carbonate)، ومؤشر النفاذية (PI) (Permeability). أظهرت الدراسة أنّ نوعية المياه هي من نوع الكبريتات، وأنّ جميع عينات الآبار هي غير صالحة للإستهلاك البشري. أما بالنسبة للري فإن غالبية عينات الآبار صالحة للإستخدام.

الكلمات الرئيسية (Keywords): - مؤشر النفاذية (PI) (Permeability). مخطط ويليكوكس (Wilcox diagram)



Chemical and physical properties of groundwater in Essaouira justice

Dr Abbas F. Alkragholi

Wasit University/College of Education

Abstract:

in this research study of groundwater quality in Essaouira in Wasit Province, where the study relied on analysis of indicators of pollution and use appropriate statistical methods to obtain accurate results reflect the nature of the degree of contamination of groundwater, and these ways is rated (Piper trilinear diagram) which depends on the way in drawing chemical analyses that determine the quality of groundwater and weilcox diagram also used the criteria for assessing groundwater by calculating the percentage of sodium (Na%), sodium carbonate remaining (RSC) (Residual Sodium Carbonate) and permeability index (PI).

The study showed that the water quality is of type sulfates, all sampled wells are unfit for human consumption. As for the irrigation of the majority sampled wells usable.

المقدمة :-

تُعَدُّ المياه الجوفية أحد مصادر المياه العذبة على سطح الأرض، وتتداخل العديد من العوامل الطبيعية والبشرية في تغيير خصائصها النوعية فمياه الأمطار تؤثر على تلوث المياه الجوفية من خلال ذوبان الصخري للطبقات الجيولوجية التي تعمل على زيادة تراكيز العديد من المعادن في المياه، كما تعمل الأمطار على نقل العديد من ملوثات الطمر الصحي والتي تصل إلى المياه الجوفية والتي تسبب تغيير خصائص المياه. وما للمياه الجوفية أهمية كبرى في الوقت الراهن لما تعاني منه المنطقة من نقص في مناسيب المياه السطحية التي أثرت بشكل مباشر وأساسي على الزراعة، فإجبة السكان في المناطق الريفية إلى حفر الآبار والإعتماد على المياه الجوفية كمورد ثاني للري. فلذلك كان لا بد من دراسة خصائص المياه الجوفية ونوعيتها ومدى ملائمتها للإستخدامات الأخرى.

مشكلة البحث :-

تتمثل مشكلة الدراسة :

- ١- هل تتأثر المياه الجوفية بمخلفات وأنشطة الإنسان مما يسبب تغيير خصائصها النوعية والذي ينعكس بدوره على إستخداماتها المختلفة .
- ٢- هل تؤثر مياه الري على زيادة تراكيز الأملاح في المياه الجوفية .
- ٣- هل يختلف منسوب الماء الجوفي مع إختلاف كمية الأمطار الساقطة وطوبوغرافية المنطقة .

فرضية البحث:-

١. أن المياه الجوفية ملوثة بدرجة لا يسمح للإستخدام البشري .
٢. تتأثر المياه الجوفية في منطقة الدراسة بملوثات الطمر الصحي والصرف الزراعي .
٣. تختلف تراكيز الملوثات بإختلاف مناسيب المياه التي تتأثر بالظروف المناخية للمنطقة وطوبوغرافيتها .

هدف البحث :-

يهدف البحث إلى دراسة خصائص المياه من خلال إجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية وإستخدام طرق إحصائية لمعرفة مستوى التلوث ومدى صلاحيتها للإستخدامات المختلفة.

طريقة العمل:

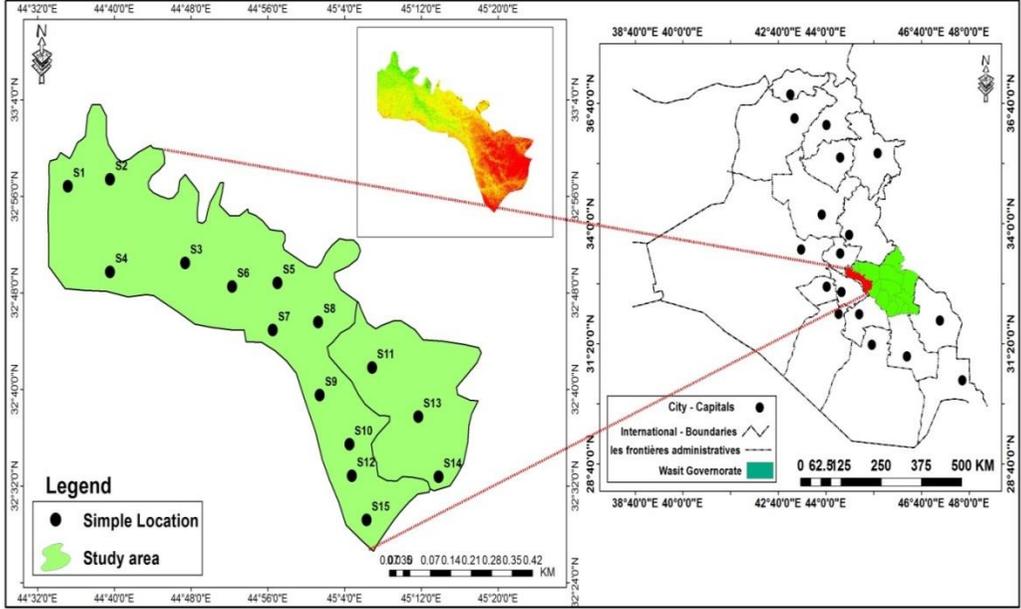
تمَّ إختيار (15) بئراً لجمع عَيِّنات المياه من مَواقِع مُختارة على أساس إستخدام الأرض وَالغَطاء الصَّخري الهَيْدروجيمورفولوجي على طول مَنطِقَة الدراسة، وبإستخدام نِظام تحديد المَواقِع العَالمي (GPS). (خريطة 1)

فَقَد أُسْتخدِمَت قَناني بولي أثيل لجمع عَيِّنات المياه ، كما إِسْتخدِمَ شَرِيط (الساوندر) لقياس مَناسيب المياه في الآبار، ثمَّ تَحليل بَعْض العَناصر الكيمياءية المَتمثلة (EC) وتم بواسطة جهاز قياس التوصيلية الكهربية، وعنصر (SO_4) وتمَّ تَحليلُهُ بجهاز (UV. VIC -SPECTROMETER) (9200) ، اما عناصر (CO_3-HCO_3) تم تَحليلها بطريقة التبخير بدون غليان ، أما عناصر Ca- (Mg-Cl) تمَّ بواسطة التَسحيح الترسبيي وَمَع المحاليل .

موقع منطقة الدراسة

وَهُوَ قِضاء بَغ في الشَّمال من مُحافظ واسط والمُتمثل بِدائرتي عَرَض ($33^{\circ} 4' 00''$ و $0^{\circ} 23' 32''$) وَخَطِي طول ($45^{\circ} 20' 00''$ و $44^{\circ} 33' 44''$). خريطة (1). ويسقط على منطقة الدراسة من مجموع الأمطار السنوية (89.1) ملم، أما المَجْموع السنوي للتبخر بَلغ (2074.5) ملم، أدنى قيمة بَلغَت (53.1) ملم في شَهر كانون الثاني، وأعلى قيمة بَلغَت (306.3) ملم في شَهر تموز. تتأثر الملوّثات بكمية الأمطار الساقطة والتبخر من خلال تَغْيير مَناسيب المياه الجوفية وذلك بأعتبار الأمطار المُغذي الرئيس لها. أما درَجات الحرارة تَصِل أعلى قيمة لها في شهري آب وأيلول بَلغَت (36)م، وأقل قيمة بَلغَت في شهري كانون الثاني وكانون الاول بَلغَت (9)م وبمُعدل سنوي بلغ (22.7)م. (وزارة النقل والمواصلات، 2017)

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



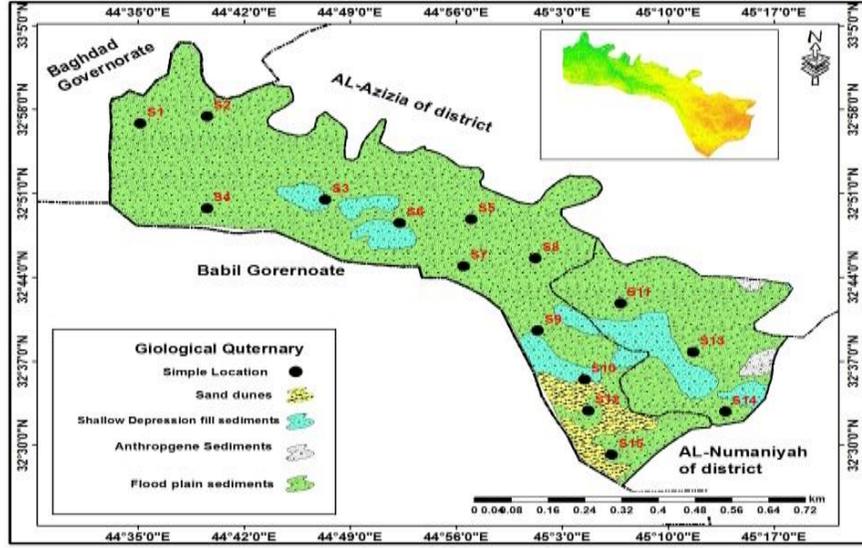
المصدر : الباحث بالاعتماد على برنامج Arc Map10.5

جغرافية منطقة الدراسة:

تُمثل منطقة الدراسة جزءاً من السهل الفيزي ضمن الرصيف غير المستقر، فقد هبّبت أقسام كبيرة من هذا الإلتواء المُعر الكبير، الأمر الذي ساعد على زيادة تجمُّع الترسبات الطينية والرملية التي يحملها نهري دجلة والفرات، فتغطي ترسبات السهل الفيزي كل منطقة الدراسة، وإن معظم اجزاء منطقة الدراسة يسودها ترسبات السهل الفيزي ومن ثم ترسبات المُنخفضات الصّحلة، وكما موضح في

خريطة (2)

خريطة (2) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، التقرير الجيولوجي

عن محافظة واسط، لوحة الكوت، خريطة 2008، 250000.

منسوب وحركة المياه الجوفية:

تَعتمد الظروف الهيدروجيولوجية لمنطقة الدراسة على الطبيعة التركيبية أو الجيولوجية وعلى نوع التكوين الصخاري وطبيعة الصخور الحاملة للمياه، لذا تتواجد المياه الجوفية في الصخور وبأعماق تختلف من مكان لآخر.

تواجدت المياه الجوفية ضمن الترسبات الحديثة للعصر الرباعي متأثرة بالوضع الطبوغرافي للمنطقة مما يؤدي إلى إختلاف مناسيبها، فيتراوح عمقها في آبار منطقة الدراسة والتي تم قياسها خلال الدراسة الميدانية ما بين (6 - 1.5) متراً.

أما بالنسبة لحركة المياه الجوفية تعتمد على نفاذية تلك الصخور وعلى الميل الهيدروليكي لها حيث ينحصر المستوى البيزومتري ما بين (24.4 - 17) متراً، كما في جدول (1) وخريطة (3) و(4). وعند التعامل مع الحركة الاقليمية العامة للمياه الجوفية في منطقة الدراسة فإنها تتحرك بحسب ميل الطبقات المكونة لها، ويكون بذلك اتجاهات مختلفة منها من الشمال الى الجنوب ومن الجنوب الغربي الى الشرق والجنوب الشرقي باتجاه نهر دجلة.

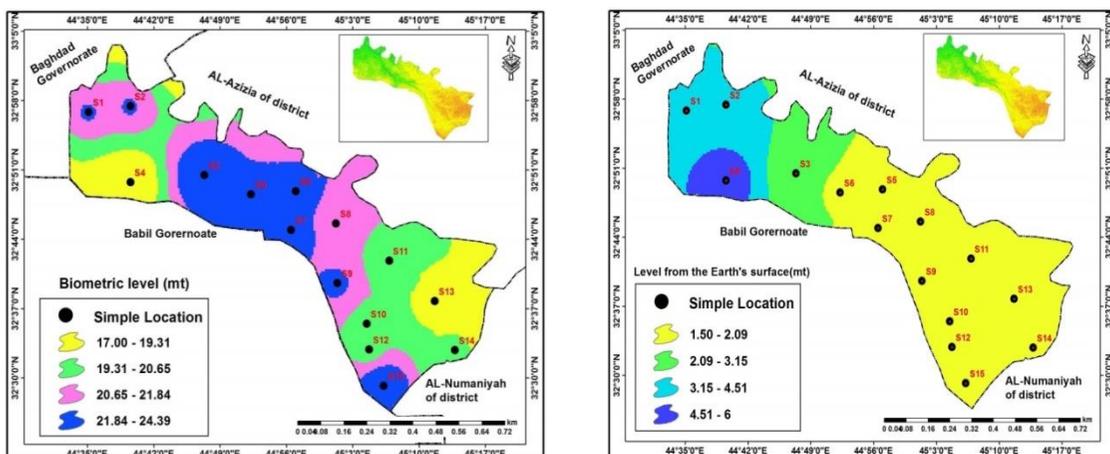
جدول (1) مناسب عمق المياه الجوفية بالنسبة لسطح الارض والانحدار الهيدروليكي والمنسوب البيزومتري بالنسبة لمستوى سطح البحر(م)

المصدر: الدراسة الميدانية

خريطة (٣) منسوب عمق المياه الجوفية بالنسبة لسطح الارض (م) خريطة (٤) مستوى الهيدروليكي للآبار بالنسبة لسطح البحر(م)(2017)السطح البيزومتري والانحدار (2017)

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (1) وباستخدام (SRTM-DEM DATA)

رقم البئر	X	Y	المستوى عن سطح الارض(م)	المستوى البيزومتري	ارتفاع البئر عن مستوى سطح البحر(م)
S1	44.585938	32.947252	4	22	26
S2	44.659317	32.956734	4	22	26
S3	44.78977	32.841259	2.2	23.8	26
S4	44.659317	32.829029	6	17	23
S5	44.950117	32.814082	1.5	22.5	24
S6	44.871302	32.808646	2	22	24
S7	44.941964	32.748855	2	23	25
S8	45.020779	32.759726	2	21	23
S9	45.023497	32.659169	1.8	22.2	24
S10	45.075134	32.591225	1.7	20.3	22
S11	45.114542	32.697218	1.6	19.4	21
S12	45.079211	32.547741	1.8	20.2	22
S13	45.194715	32.629274	1.8	18.2	20
S14	45.230046	32.546382	1.5	19.5	21
S15	45.105029	32.486592	1.6	24.4	26



قياس دقة الخطأ التوازن ودقة التحاليل الكيميائية

قبل البدء بتفسير نتائج التحليل للمياه الجوفية لأبد من التحقق من دقة البيانات التي تم تحليلها. إن أحد الخصائص الأساسية للماء هي أن مجموع الأيونات الموجبة والسالبة لأنواع الذائبة يجب أن يساوي صفراً على افتراض حالة التوازن الكيميائي. تحسب النسبة المئوية لخطأ التوازن بواسطة المعادلة التالية: (القره غولي، 2014، ص 69)

$$Balancerror(\%) = \frac{\sum cations - \sum Anion}{\sum cations + \sum Anion} \times 100$$

إذ يعبر عن التراكيز (epm / l).

إذا كانت النسبة المئوية لخطأ التوازن أقل من (5%) فهذا يعني أن نتائج التحليل جيدة، أما إذا كانت النتائج ما بين (5 - 10%) فهي مهمة وضمن المدى المقبول وتدل على أن التبادل في الأيونات والتفاعلات الكيميائية لاتزال مستمرة بين الاستخدام المتواصل للأسمدة وإستمرار تسرب العناصر الكيميائية الى المياه الجوفية، وإذا كان الإختلاف أكبر من (10%) فإن ذلك يعني ان هنالك مشكلة في التحليل وبذلك تهمل. (faris, 2009).

نلاحظ من خلال جدول (2) ان معظم القيم تنحصر ما بين (5 - 10%) باستثناء الابار (S2-S15) والتي تبلغ قيمها (0.2-4.7-2.3-1.7-0.5-1.4) على التوالي.

جدول (2) التحاليل الكيميائية والفيزيائية لعينات المياه الجوفية لمنطقة الدراسة (2017)

رقم العينة	X	Y	Ec	TH	TDS	PH	Na	Ca	k	Mg	SO4	CL	HCO3	CO3	PO4	NO3	UNIT	خط التوازن % epm
S1	44.585938	32.947252	7040	2628	4540	9.3	601	595	7.2	241	1762	696	411	3.5	9.08	6.2	PPM	8.9
							26.1	29.7	0.18	19.8	36.6	19.6	6.7	0.11	0.28	0.1	EPM	
S2	44.659317	32.956734	1567	579	1010	9.1	141	135	1.5	59	391	151	277	2.1	7.31	4.5	PPM	1.4
							6.13	6.7	0.03	4.8	8.1	4.2	4.5	0.06	0.23	0.07	EPM	
S3	44.78977	32.841259	2230	824	1438	8.6	200	193	3.3	83	556	215	200	3.2	7.55	6.4	PPM	8.7
							8.7	9.6	0.08	6.8	11.5	6	3.2	0.1	0.23	0.1	EPM	
S4	44.659317	32.829029	1928	712	1242	8.3	173	166	1.8	72	481	185	209	2.1	6.65	5.3	PPM	0.5
							7.5	5.7	0.04	5.9	10	5.2	3.4	0.06	0.21	0.08	EPM	
S5	44.950117	32.814082	1359	502	876	8.6	122	117	1.2	50	339	130	300	1.2	6.3	2.5	PPM	1.7
							5.3	5.8	0.03	4.1	7	3.6	4.9	0.04	0.2	0.04	EPM	
S6	44.871302	32.808646	2720	1005	1754	8.4	244	235	4	101	678	262	255	1.1	8.51	10.1	PPM	8
							10.6	11.7	0.1	8.3	14.1	7.4	4.1	0.03	0.26	0.16	EPM	
S7	44.941964	32.748855	2260	835	1446	8.4	202	195	3.3	84	563	217	250	3.1	7.22	7.3	PPM	6.6
							8.7	9.7	0.08	6.9	11.7	6.1	4.1	0.1	0.22	0.11	EPM	
S8	45.020779	32.759726	2560	946	1650	8.5	229	220	3.7	95	637	246	225	2.9	7.44	8.9	PPM	8.6
							9.9	10.9	0.09	7.8	13.2	6.9	3.6	0.09	0.23	0.1	EPM	
S9	45.023497	32.659169	950	350	616	8.6	105	90	2.4	37	236	90	235	4.3	5.01	4.7	PPM	2.3
							4.5	4.5	0.06	3	4.9	2.5	3.8	0.14	0.15	0.07	EPM	
S10	45.075134	32.591225	1586	586	1022	8.5	142	136	1.4	58	351	151	255	4.1	4.22	5.1	PPM	4.7
							6.1	6.7	0.03	4.7	7.3	4.2	4.1	0.13	0.13	0.08	EPM	
S11	45.114542	32.697218	2680	990	1728	8.7	239	230	3.8	99	667	257	191	2.2	5.31	6.2	PPM	10
							10.3	11.4	0.09	8.1	13.8	7.2	3.1	0.07	0.16	0.1	EPM	
S12	45.079211	32.547741	2560	661	1595	8.1	214	150	3.4	85	415	253	240	3.5	3.95	7.5	PPM	8.7
							9.3	7.4	0.08	7	8.6	7.1	3.9	0.11	0.12	0.12	EPM	
S13	45.194715	32.629274	1737	811	1332	8	95	195	4.2	53	290	205	245	2.3	3.96	9.3	PPM	6.3
							4.1	9.7	0.1	4.3	6	5.7	4	0.07	0.12	0.15	EPM	
S14	45.230046	32.546382	1889	991	1451	8.2	212	211	2.3	90	630	185	245	2.2	4.81	9.4	PPM	8.9
							9.2	10.5	0.05	7.4	13.1	5.2	4	0.07	0.15	0.15	EPM	
S15	45.105029	32.486592	2151	950	1426	9.2	135	182	1.3	81	675	131	201	4.3	5.03	7.5	PPM	0.2
							5.8	9	0.03	6.6	14	3.7	3.2	0.14	0.15	0.12	EPM	
WHO(2011)			400	<35	00-500	6.5-8.5	<20	75	كلون الأول-١٥	30	نظير الأول-٥٠	200	240		0.4	<25		
IRQ(2011)				500	1500	6.5-8.5	200		10	50	250	250			0.4	40		

المصدر: الباحث بالاعتماد على: مديرية ماء وجاري واسط

تصنيف المياه

يَعْتَمَدُ تَصْنِيفُ نَوْعِيَةِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَةِ وَفَقاً لِمُعَادَلَةِ كُورُولُوفِ (Kurolov – Formula) عَلَى نِسْبَةِ تَرَكَيزِ الْإَيُونَاتِ الرَّئِيسَةِ فِيهَا. إِذْ يَتِمُّ تَحْوِيلُ كُلِّ تَرَكَيزِ الْإَيُونَاتِ مِنْ مِلْغَمٍ/لِتْرٍ إِلَى مِلِّيِّ مِكَافِيٍّ/لِتْرٍ وَمِنْ ثَمَّ تَحْوِيلُهَا إِلَى مِلِّيِّ مِكَافِيٍّ (%). تَعْدُ قِيَمُ الْإَيُونَاتِ الْمَوْجِبَةِ وَالسَّالِبَةِ الَّتِي تَزِيدُ تَرَكَيزُهَا عَنْ (15%) مِنْ وَحْدَةِ (epm%) أَسَاساً فِي تَصْنِيفِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَةِ مِنْ ذَاتِ الْإِسْتِجَابَةِ الْمَتَشَابِهَةِ مِنْ تِلْكَ الْغَيْرِ مِتَشَابِهَةٍ.

أَمَّا الصِّيغَةُ الْهَيْدْرُوكِيمِيَاءِيَّةُ فَإِنَّهَا تَمَثِّلُ النِّسْبَةَ الْوِزْنِيَّةَ الْمِكَافِئَةَ لِكُلِّ الْإَيُونَاتِ الرَّئِيسَةِ الْمَوْجِبَةِ وَالسَّالِبَةِ مَرْتَبِطَةً بِإِنْتِظَامٍ بِحَسَبِ تَرَكَيزِ كُلِّ مَنِهَا فِي الْمِيَاهِ، كَذَلِكَ مِقْدَارِ الْمُلُوحَةِ (T.D.S mg/L) وَ(الاسس الهيدروجيني PH) والصيغة هي : (AL–Jiburi and AL– Basrawi,2001).

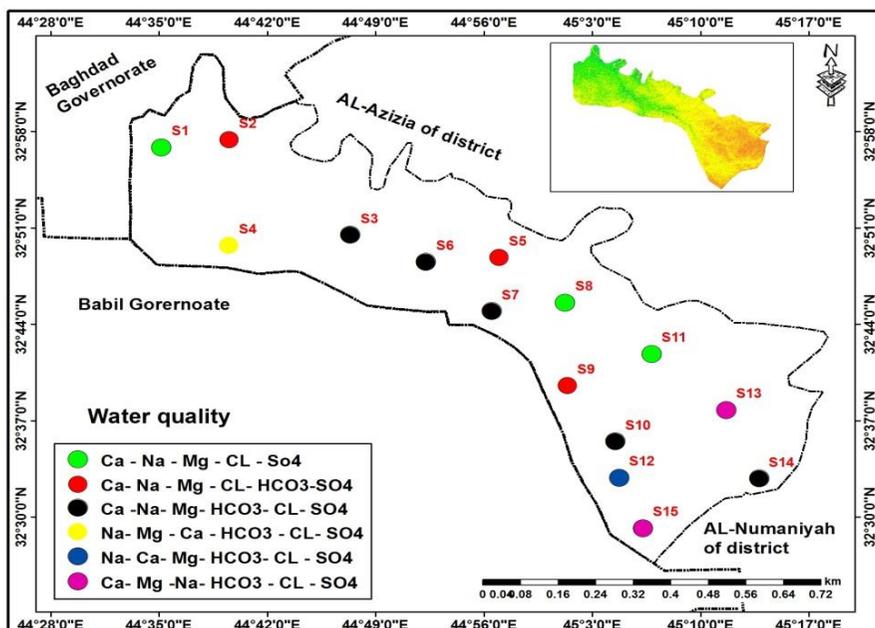
$$T.D.S(mg / L) = \frac{SO_4(epm\%).Cl(epm\%).HCO_3(epm\%)}{Ca(epm\%).Na(epm\%).Mg(epm\%).K(epm\%)} (PH)$$

وَقَدْ طُبِّقَتِ الْمُعَادَلَةُ عَلَى جَمِيعِ عَيِّنَاتِ الْمِيَاهِ . وَتَبَيَّنَ أَنَّ مُعْدَلَ الصِّيغِ الْهَيْدْرُوكِيمِيَاءِيَّةِ هِيَ:

$$T.D.S(mg / L)(1544) = \frac{SO_4(51.06).Cl(25.3).HCO_3(19.8)}{Ca(38.36).Na(33.9).Mg(27.2).K(0.2)} (PH)(8.5)$$

حَيْثُ تَكُونُ بِالصِّيغَةِ الْإِتْيَاءِيَّةِ : (Ca – Na– Mg – HCO₃ –Cl – SO₄) . وَظَهَرَتِ النَّتَائِجُ أَيْضاً أَنَّ الْإِبَارَ صُنِّفَتْ إِلَى سِتَّةِ أَنْوَاعٍ كَمَا فِي خَرِيطَةِ (5)، فَهِيَ مِنْ نَوْعِ الْكَبْرِيَّاتِ. (Sulfat) wate taype مَعَ تَغْيِيرِ الْإَيُونَاتِ الْمَوْجِبَةِ وَالسَّالِبَةِ وَيَرْجِعُ سَبَبُ هَذَا التَّغْيِيرِ إِلَى تَوَاجُدِ الْكَبْرِيَّاتِ بِشَكْلِ رَأِيسٍ فِي الْمَنْطِقَةِ.

خريطة (5) تصنيف المياه (Water quality)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على معادلة (Kurolov – Formula)

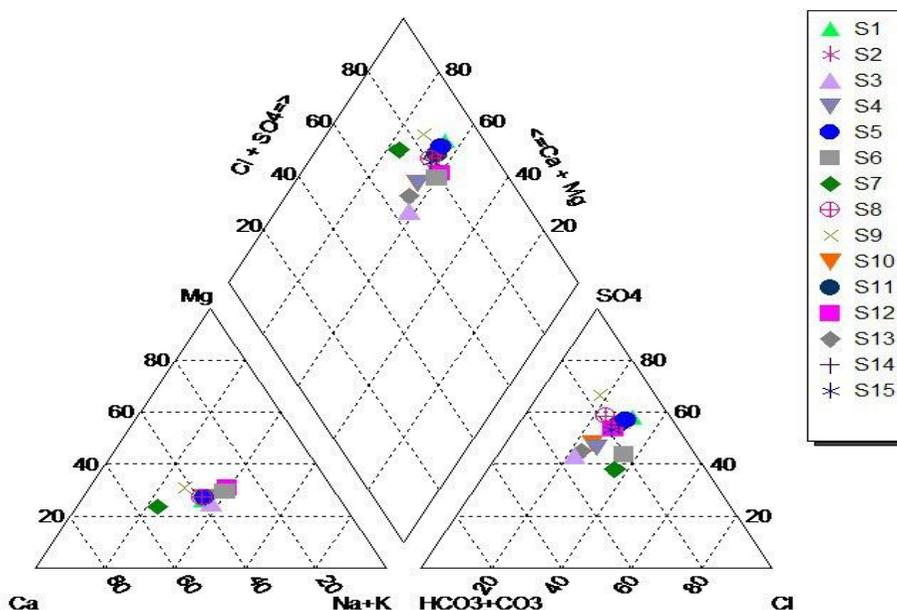
هيدروجيوكيميائية المياه الجوفية:

تمَّ إعتِمال تصنيّف بايبر (Piper trilinear diagram) الذي يمثّل واحداً من أكثر التمثيلات البيانية فائدة في تحديد نوعية المياه الجوفية، ويساعد في فهم جيوكيميائية المياه الجوفية الضحلة وهي مفيدة في إبراز العلاقات بين الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية من حيث الأكثر تحديداً من العنصر الآخر (Purushotham et al, 2011).

يعتمد المخطط على طريقة الرسم الثلاثي في التحليل الكيميائي للمياه الجوفية حيث تسقط الايونات على شكل نسب مئوية بالملي مكافئ (epm%) (Walvoord et al, 1994). نلاحظ من خلال شكل (1) ان ما نسبته (100%) من عينات الابار يكون تركيز الاتربة القلوية (Ca-Mg) أكثر من القلويات (Na-K). وما نسبته (100%) من العينات التي تكون فيه الاحماض القوية (SO₄- CL) اكثر من الأحماض الضعيفة (HCO₃-CO₃). وما نسبته (53%) من العينات تتجاوز فيها الرواسب الكربونية (50%). وما نسبته (46%) من العينات تتجاوز فيه الزوج الذي لا يتوافق فيه الايون الموجب والكاتيون السالب (50%).

من خلال ذلك نلاحظ بأن أكثر العمليات شيوعاً في تصنيف المياه في منطقة الدراسة تعود الى طبيعة تكوين التربة من حيث تفاعلها مع الماء وذوبان بعض السليكات والكاربونات التي تحول من كيميائية المياه الجوفية.

شكل (1) مخطط بايير لتصنيف المياه الجوفية



المصدر: الباحث: اعتماداً على: برنامج Aquachem v.4

* تقييم نوعية المياه الجوفية لأغراض شرب الانسان

ليبيان الإستفادة من المياه الجوفية في منطقة الدراسة ومعرفة مجالات استخداماتها وضمان سلامة المستهلكين لها ، تم تقييم نتائج تحاليل النماذج المائية بمقارنتها مع المواصفات القياسية العراقية (IRS,2011)، والمواصفات القياسية العالمية للتلوث (WHO, 2011) (PL) الحد المسموح به (permissible Level) كما في جدول(2).

نلاحظ من خلال ذلك بأن جميع الابار غير صالحة للاستهلاك البشري لزيادة تركيز معظم الايونات المقاسة وخصوصاً قيمة عنصر (SO₄) التي تجاوزت المعايير العراقية والعالمية التي تنحصر قيمها ما بين (1762 - 290) ملغرام / لتر. التي تسبب اثاراً سلبية على الانسان.

- تقييم نوعية المياه الجوفية لأغراض الري

إن للمياه الجوفية أهمية كبيرة وضرورية لغرض الري، وتقييم مدى صلاحيتها للري يعتمد على المتغيرات الهيدروكيميائية المتمثلة بالأملاح المذابة ونسبة الصوديوم إلى الكالسيوم والبيكاربونات إلى الكالسيوم والمغنسيوم على كلاً من النبات والتربة ويعتمد أيضاً على كاربونات الصوديوم المتبقية (RSC) (Deshpande and Aher 2012) وهناك أيضاً معايير لتقييم المياه الجوفية وذلك بحساب (N%, PI) الموجودة في جدول (3) وأستخدم ايضاً مخطط ويلكوكس (Wilcox, 1955) لتصنيف المياه الجوفية لأغراض الري.

رقم البي ر	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	10	S1 1	S1 2	S1 3	S1 4	S1 5
Na %	41. 6	41. 9	41. 7	41. 9	42	41. 7	41. 7	41. 8	44. 8	42	41. 8	47. 3	27. 3	41. 4	33. 8
RS C	42. -7	6.9 -	31. -1	8.1 -	4.9 -	15. -8	12. -4	-15	3.5 -	7.1 -	16. -3	10. -4	9.9 -	13. -8	12. -2
PI	51. 3	46. 8	41. 7	48. 9	49. 4	41. 2	42. 3	41. 2	53. 7	46. 4	40. 4	47. 5	33. 7	41. 3	35. 4

جدول (3) ملانمة المياه الجوفية للري على اساس حساب القيم المدخلة

- النسبة المئوية للصوديوم (Na%)

يُعد تركيز الصوديوم أمراً مهماً في تصنيف المياه الجوفية لأغراض الري لأنه يتفاعل مع التربة ، الأمر الذي يؤدي إلى إنسداد جزئياتها مما يقلل من نفاذيتها، وقد عُدت النسبة (60%) كحد أعلى ضمن الحدود المسموح بها (Ackah et al, 2011) وتشير النسبة المئوية للصوديوم من المعادلة الآتية (Kontis and Gaganis ,2012)

$$Na\% = \left(\frac{Na+K}{Ca+Mg+Na+K} \right) \times 100$$

إذ يعبر عن الأيونات كافة (epm/L)

أن النسبة المئوية للصوديوم (Na%) في منطقة الدراسة تتحصر قيمها ما بين (- 27.3)
47.3% كما في جدول (4) وان ما نسبته (13%) تقع ضمن الفئة الجيدة، وما نسبته (86%) تقع ضمن الفئة المسموح بها.

جدول (4) تصنيف مياه الري وفقاً للنسبة المئوية (Na% wilcox, 1955)

Na%	Water class فئة المياه	Samples% النسبة المئوية	اعلى وادنى قيم للنسبة المئوية Na%	
			ادنى قيمة	اعلى قيمة
<20	Excellen ممتازة	—	27.3	47.3
20 - 40	Good جيدة	13.3		
40 - 60	Permissble مسموح بها	86.7		
60 - 80	Doubtful مشكوك بها	—		
>80	Unsuitable غير ملائمة	—		

المصدر: الباحث اعتماداً على جدول (3)

- **كاربونات الصوديوم المتبقية (RSC) (Residual Sodium Carbonate)**

وهي أحد معايير الجودة الأكثر أهمية التي تستخدم في تحديد نوعية المياه وصلاحياتها للري. وتحديد مدى تأثير خطر الكربونات والبيكاربونات عليها، فإذا احتوى الماء على تركيز عالي من $(HCO_3 - CO_3)$ فإن هناك ميل لأيونات أملاح الكالسيوم (Ca) والصوديوم (Na) لأن تترسب ككربونات ونتيجة لذلك تزداد نسبة الصوديوم وتصبح ثابتة في التربة من خلال عملية التبادل القاعدي ، الامر الذي يقلل من نفاذية التربة ، ويمكن ان يعبر هذا من خلال بقايا كربونات الصوديوم (RSC) وتحسب بواسطة (Faris,2009)

$$RSC = (CO_3^{-2} + HCO_3^{-}) - (Ca^{+2} + Mg^{+2})$$

إذ يعبر عنها (epm/l)

ومن خلال جدول (5) نلاحظ بأن جميع عينات المياه الجوفية تقع ضمن الفئة الامنة للري.

جدول (5) ملوحة مياه الري للمياه الجوفية على اساس (RSC) وفقاً (

Richards, 1954)

Class		Samples% النسبة المنوية
Inteval القيمة	Type نوعها	
< 1.25	Safte أمنة	100
1.25 – 2.5	Marginal هامشية	—
> 2.5	Unsuitable غير ملائمة	—

المصدر : الباحث اعتمادا على جدول(3)

- **مؤشر النفاذية (PI) (Permeability Index)**

يستخدم مؤشر النفاذية لقياس تأثير الري على نفاذية التربة بسبب الري لفترات طويلة، ويعتمد هذا المؤشر على طبيعة التربة والصوديوم والكالسيوم والمغنسيوم والبيكاربونات. وتستخرج هذه القيمة وفقاً للمعادلة الآتية (Rao et al , 2012 ; Aghazadeh and Mogaddem, 2011) :-

$$PI = \frac{Na^{+} + \sqrt{HCO_3^{-}}}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na)} \times 100$$

إذ يُعبر عن كميات التركيز (epm%)

ووفقاً لمخطط (Doneen,1964) صنفت مياه الري على اساس مؤشر النفاذية (PI) الى ثلاث فئات كما موضحاً في جدول (6).
أظهرت النتائج أنّ جميع العينات تقع ضمن الفئة الملائمة للري التي تتحصّر قيمها ما بين (33.7 - 53.7).

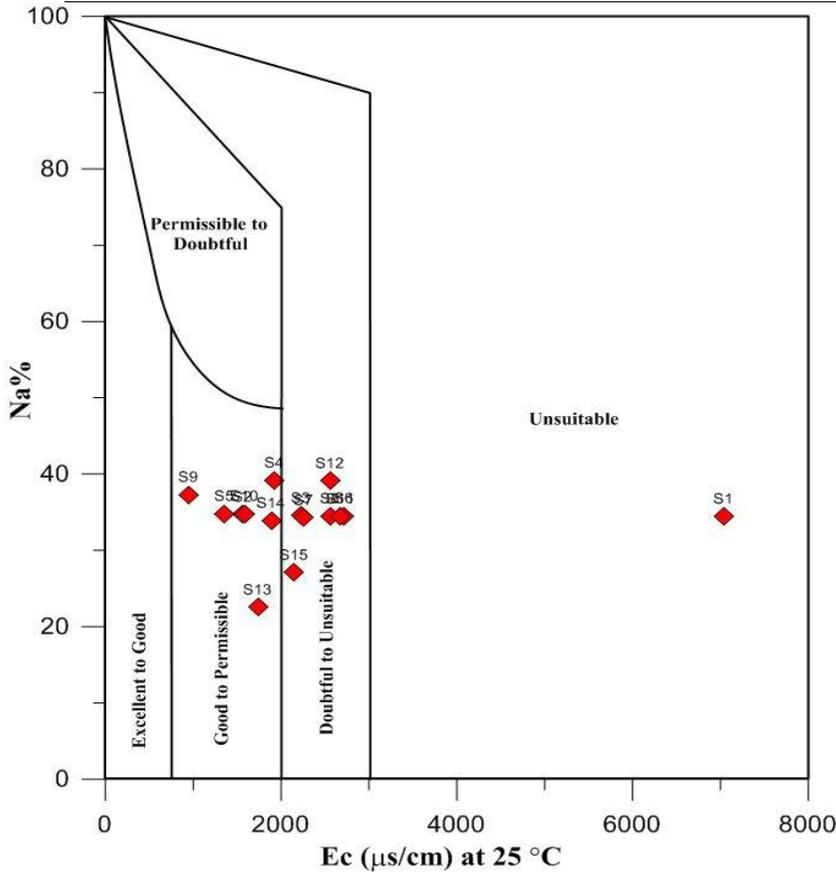
جدول (6) تصنيف المياه الجوفية طبقاً لمؤشر النفاذية (PI)

المصدر: الباحث اعتمادا على جدول (3)

عدد عينات المياه الجوفية	نوع الفئة	(% امتداد فترات ومؤشر النفاذية PI %)
—	Class— III (Unsuitable) غير ملائمة	<25
15	Class — II (Suitable) ملائمة	25 - 75
—	Class- I (Acceptable) مقبولة	>75

- مخطط ويلكوكس (Wilcoxi Diagram, 1955)

يتم إعداد مخطط ويلكوكس (Wilcox's 1955) بواسطة رسم النسبة المئوية الصوديوم (Na%) مقابل رسم التوصيلة الكهربائية (EC) ومن خلال شكل (2) وجدول (7)، تبين ان جميع عينات المياه الجوفية التي جمعت تقع ضمن ثلاث فئات، الاولى وهي من جيدة الى مسموح بها وتبلغ نسبتها (46.7%) لعينات الابار (S2-S4-S5-S9-S10-S13-S14) . اما الفئة الثانية هي مشكوك فيها الى غير ملائمة وتبلغ نسبتها (46.7%) لعينات الابار -S3-S6-S7-S8-S11-SS12 (SS15) . اما الفئة الثالثة هي غير الملائمة وتبلغ نسبتها (6.6%) لعينات الابار (S1).
شكل (2) مخطط ويلكوكس لقياس صلاحية المياه للري



المصدر: الباحث اعتماداً على برنامج (5 Graphpad prism)

جدول (7) تصنيف مياه الري على اساس مخطط ويلكوس (wilcox diagram 1955)

ملوحة مياه الري	ممتازة الى جيدة	جيدة الى مسموح بها	مسموح بها الى مشكوك بها	مشكوك بها الى غير ملائمة	غير ملائمة
النسبة المئوية %	—	46.7	—	46.7	6.6

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على شكل (2)

التحليل المكاني للخصائص النوعية:

تمّ في هذه الدراسة تحليل قيم تراكيز الخصائص النوعية وكما يلي:

- التوصيلة الكهربائية (EC):

تتراوح قيم (EC) في منطقة الدراسة ما بين (7070 - 950) مايكروموز/سم، وأن جميع عينات المياه تجاوزت المعايير العالمية ، ومن خلال لوحة (1) نلاحظ بأن توزيع القيم يزداد في المناطق الشمالية والشمالية الغربية وتبدأ هذه القيم بالانخفاض باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي. وقد يعزى سبب ذلك الى زيادة سُمك الطبقات الجبسية، فضلاً عن اتجاه حركة المياه الجوفية من الشمال والشمال الغربي الى الجنوب والجنوب الشرقي، إذ يتوافق هذا مع التوزيع المكاني لقيم الكبريتات.

- العسرة الكلية (TH) (Total Hardness)

وهو مقياس لمحتوى تركيز ايوني (Mg - Ca) الشائعة الوجود في المياه ويعبر عنها كمكافئ (CaCO₃)، ولها اهمية في دراسة نوعية المياه لكونها تحدد صلاحية المياه للعديد من الاستخدامات، تتحصر قيمها ما بين (2628-350) ملغرام/لتر، ومن خلال لوحة (1) نلاحظ بأن القيم ترتفع في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة عند موقع (S1) وتبدأ هذه القيم بالانخفاض التدريجي باتجاه الشرق والجنوب الشرقي. ويعزى سبب ذلك الى الاستخدامات الزراعية .

- المواد الصلبة العالقة (TDS) (Total Dissolved Solids)

تتّحصر قيمها ما بين (4540-616) ملغرام/لتر، ومن خلال لوحة (1) تبين بأن قيمها ترتفع في الاجزاء الشمالية الغربية وتبدأ بالانخفاض تدريجياً نحو الجنوب والجنوب الشرقي، ويعزى سبب ذلك الى الاستعمالات البشرية في منطقة الدراسة.

- الاس الهيدوجيني (PH)

يُعرّف بأنه اللوغاريتم السالب لتركيز الهيدروجين (- Log H)، تتحصر قيمه ما بين (8-9.3) ، وأن غالبية قيمه لم تتجاوز المعايير العراقية والعالمية، ولكنها تتباين من منطقة الى اخرى كما في لوحة (1) حيث تبين بأن المنطقة الشمالية الغربية تتركز فيها القيم العالية للابار (S1-S2) وتقل تدريجياً باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي باستثناء البئر (S15) الذي يتميز بأرتفاع قيمته، ويعزى سبب ذلك الى ارتفاع قيم الكربونات والبيكاربونات في المنطقة .

- **الصوديوم (Na) (Sodium)**

تتراوح قيم الصوديوم (Na) ما بين (601-95) ملغرام/لتر، نلاحظ أن غالبية عينات المياه لم تتجاوز المعايير المحددة، وأنها تتركز في المنطقة الشمالية الغربية ثم تبدأ بالانخفاض كلما أجهنا الى الجنوب والجنوب الشرقي كما في لوحة (1) . ويعزى سبب ذلك الى المياه المترشحة عبر طبقات التربة العليا من خلال عملية السقي التي تكون هي مصدراً رئيسياً من مصادر تركيز هذا العنصر في منطقة الدراسة.

- **الكالسيوم (Ca) (Calcium)**

تتراوح قيم الكالسيوم ما بين (595-90) ملغرام/لتر، نلاحظ أن جميع عينات المياه تجاوزت المعايير العالمية ، ويكون تركزها في منطقة الدراسة بشكل متقارب، كما في لوحة (1)، وأن سبب ذلك يعود الى أن منطقة الدراسة تقع ضمن الصخور الرسوبية التي يوجد بها الكالسيوم على شكل كاربونات وكبريتات (الجبس) . ونتيجة لذوبان هذه المعادن يتركز الكالسيوم بشكل كبير في المياه الجوفية.

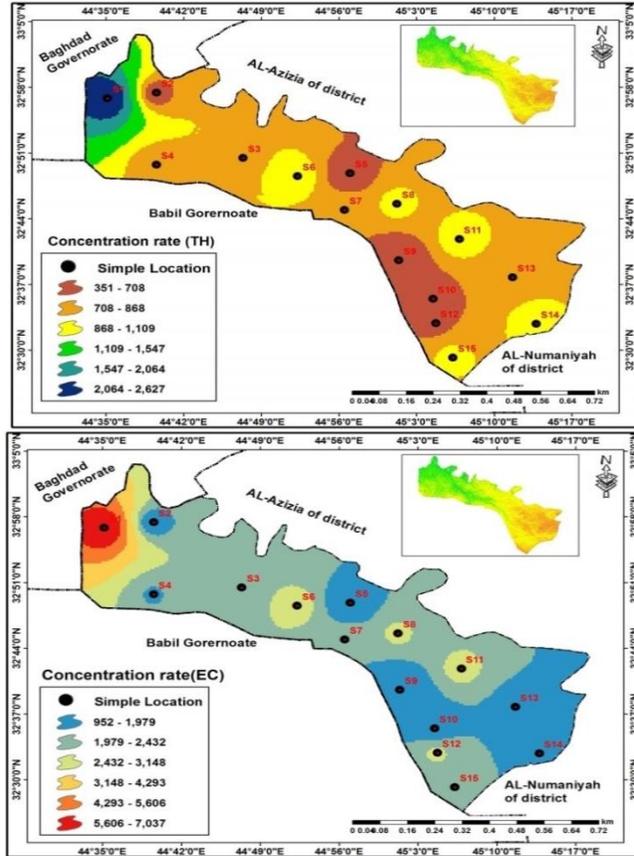
- **البوتاسيوم (K) (Potassium)**

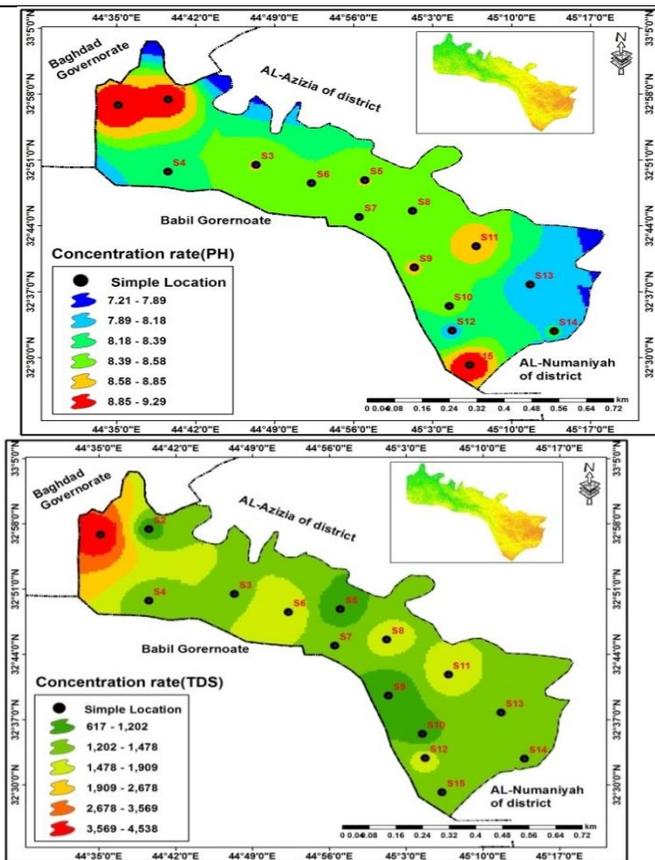
تتراوح قيمه ما بين (7.2-1.2) ملغرام/لتر، نلاحظ من خلال ذلك بأن جميع عينات المياه لم تتجاوز المعايير العراقية والعالمية. وكما موضح في لوحة (1) ان العينات تتوزع بشكل غير منتظم في منطقة الدراسة.

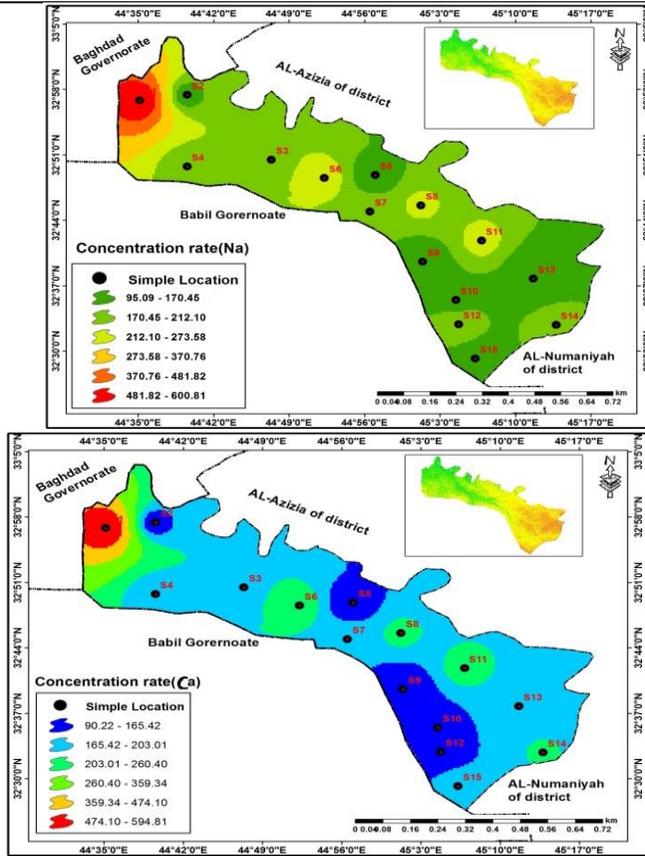
- **المغنيسيوم (Mg) (Magnesium)**

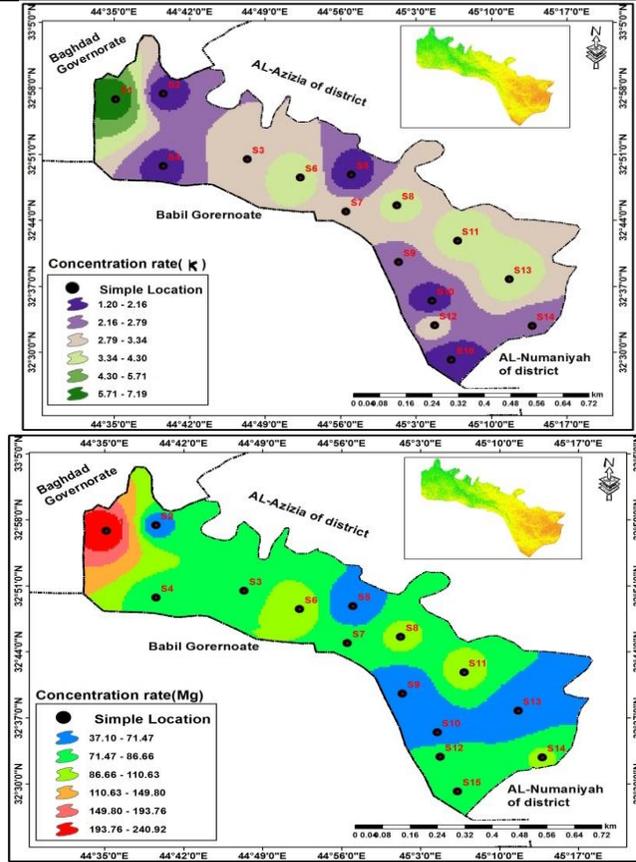
تتراوح قيم المغنيسيوم ما بين (241-37) ملغرام/لتر، ويتركز في الجزء الشمالي الغربي ثم يبدأ بالإنخفاض تدريجياً باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة كما في لوحة (1) . ويعزى سبب ذلك الى الاستخدامات الزراعية.

لوحة (1) تراكيز العناصر في منطقة الدراسة









المصدر : : الباحث اعتمادا على جدول(2) وباستخدام (SRTM-DEM DATA).

الكبريتات (SO_4) (Sulfate)

تتراوح قيمه ما بين (1762-290) ملغرام لتر، نلاحظ من خلال لوحة (2) بأن قيم الابار تزداد في الاجزاء الشمالية للغربية ثم تقل تدريجياً نحو الجنوب والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة، ويعزى سبب ذلك ان المنطقة تحتوي على معدن الجبس وكبريتات الصوديوم التي هي من اهم مصادر الكبريتات الموجودة في المياه الجوفية وكذلك للاستخدامات الزراعية.

الكلور (CL) (Chloride)

تتراوح قيمه ما بين (696-90) ملغرام/لتر، ونلاحظ كما في لوحة (2) بأن تراكيزه ايضاً تزداد في الجزء الشمالي الغربي ويبدأ بالانخفاض تدريجياً باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي من منطقة الدراسة ويعزى ذلك الى الاستخدامات الزراعية.

- **الكربونات والبيكربونات ($CO_3 - HCO_3$) (Carbonat and Bicarbonat)**

تتراوح قيم الكربونات ما بين (1.1-4.3) ملغرام / لتر، وقيم البيكربونات ما بين (191-411) ملغرام /لتر، ومن خلال لوحة(2) نلاحظ أن قيم الكربونات تتركز في الجنوب والجنوب الغربي من منطقة الدراسة وتتخفض بالتدرج باتجاه الشمال، أما قيم البيكربونات فأنها تتركز بشكل كبير في الشمال الغربي وتقل في وسط وجنوب شرق منطقة الدراسة .

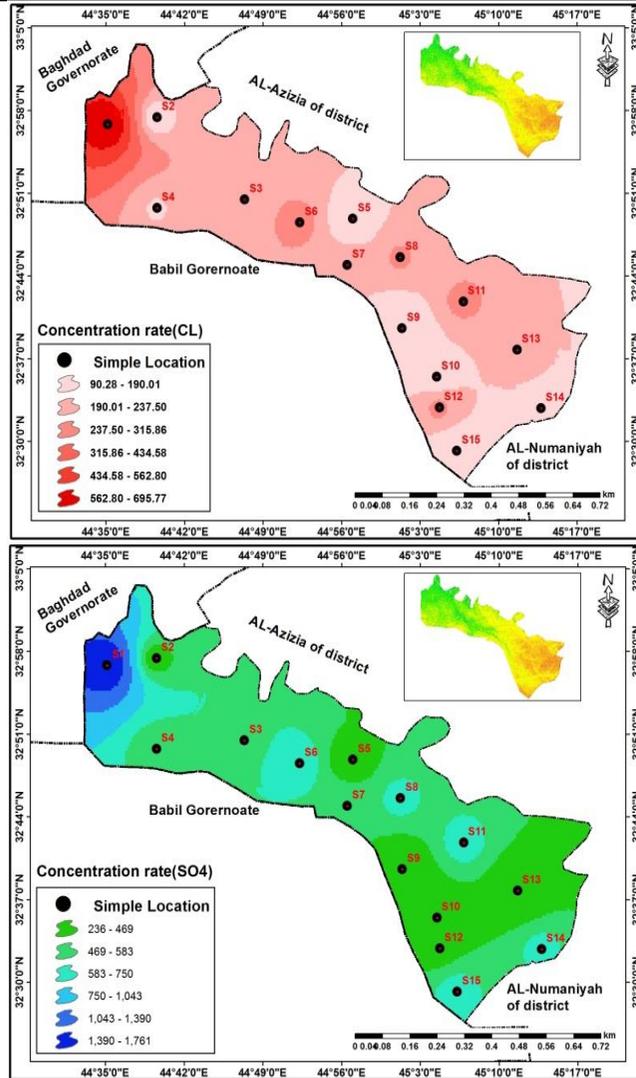
- **الفسفور (PO_4) (Phosphorus)**

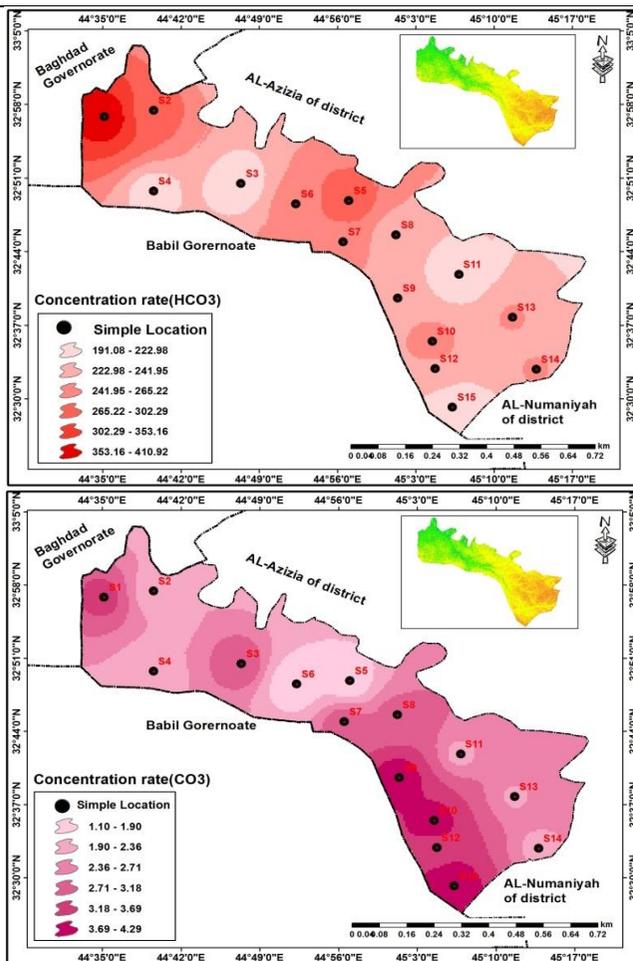
تتراوح قيمه ما بين (4.2-9.08) ملغرام/لتر، ومن خلال لوحة(2) نلاحظ بأن تراكيزه تزداد في المناطق الشمالية الغربية من منطقة الدراسة وتبدأ بالانخفاض التدريجي باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي منها. يعزى سبب ذلك الى الاستخدامات الزراعية.

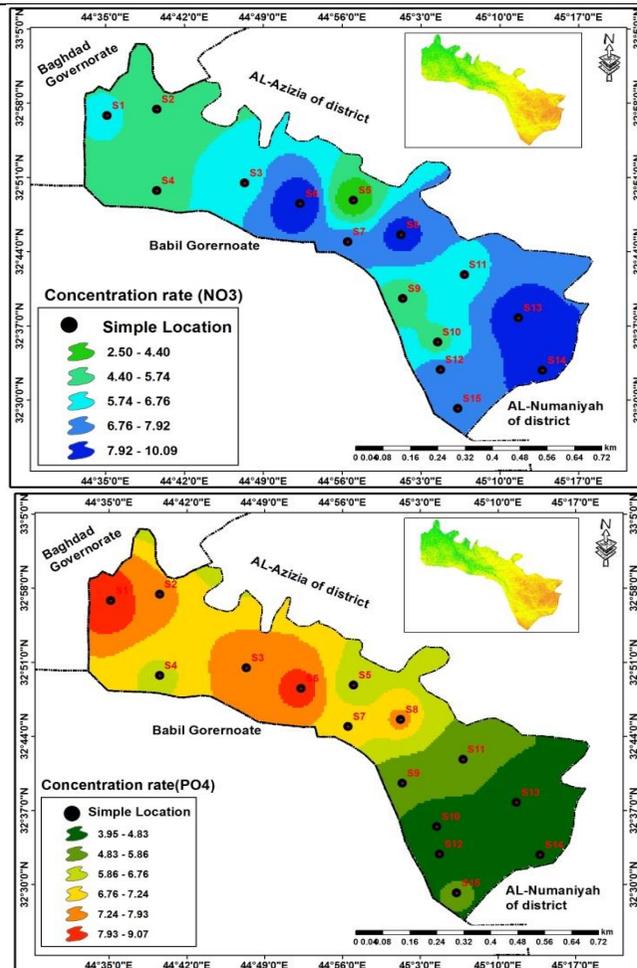
- **النترات (NO_3) (Nitrates)**

تتراوح قيمه ما بين (2.5-10.1)ملغرام/لتر، ونلاحظ من خلال لوحة (2) بأن تراكيزه تزداد في الاجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية ثم تبدأ بالانخفاض التدريجي باتجاه الشمال الغربي من منطقة الدراسة. ويعزى سبب ذلك الى الاسمدة المستخدمة بالزراعة.

لوحة (2) تراكيز العناصر في منطقة الدراسة







المصدر: الباحث اعتمادا على جدول (2) وباستخدام (SRTM-DEM DATA).

الاستنتاجات:

- 1- يتراوح عمقها في آبار منطقة الدراسة والتي تم قياسها خلال الدراسة الميدانية ما بين (6 - 1.5) متراً
- 2- ينحصر المستوى البيزومتري ما بين (24.4 - 17) متراً.
- 3 - اظهرت النتائج ايضاً بأن الابار صنفت الى ستة ، فهي من نوع (الكبريتات) (Sulfat wate type). اما معدل الصيغة الكيميائية (Ca - Na- Mg - HCO₃ - Cl - SO₄).
- 4 - ان ما نسبته (100%) من عينات الابار يكون تركيز الاتربة القلوية (Ca-Mg) اكثر من القلويات (Na-K). وما نسبته (100%) من العينات التي تكون فيه الاحماض القوية (SO₄- CL) اكثر من الاحماض الضعيفة (HCO₃-CO₃). وما نسبته (53%) من العينات تتجاوز فيها الرواسب الكربونية (50%). وما نسبته (46%) من العينات تتجاوز فيه الزوج الذي لا يتوافق فيه الايون الموجب والكاتيون السالب (50%) .
- 5 - نلاحظ من خلال ذلك بأن جميع الابار غير صالحة للاستهلاك البشري لزيادة تركيز معظم الايونات المقاسة وخصوصاً قيمة عنصر (SO₄) التي تجاوزت المعايير العراقية والعالمية التي تنحصر قيمها ما بين (1762 - 290) ملغرام /لتر. التي تسبب اثاراً سلبية على الانسان.
- 6- ان جميع عينات مياه الابار صالحة لاستخدامات الري باستثناء البئر (S1) فهو غير صالح.

المصادر:

١. وزارة النقل والمواصلات،(2017) الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي العراقية، بيانات مناخية لمحطة الصورة الزراعية.
٢. وزارة الصناعة والمعادن (2008). الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين،التقرير الجيولوجي عن محافظة واسط،لوحة الكوت،خريطة 250000، بغداد. العراق.
٣. القره غولي،عباس فاضل،2014،التحليل المكاني للمياه الجوفية واستخداماتها في محافظة القادسية، اطروحة دكتوراه(غير منشورة) ،قسم الجغرافية،كلية التربية،الجامعة المستنصرية،بغداد، العراق.
4. Ackah, M., Agyemang, O., Anim, A. K., Osei, J., Bentil, N.O., Kpattah, L., Gyamfi E.T., and, Hanson, J.E.K.,(2011). Assessment of ground water quality for drinking and irrigation: The case study of Teiman-Oyarifa Community, Ga East Municipality, Ghana. Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences.
5. Aghazadeh, N., Mogaddam, A. A., (2011). Investigation of hydrochemical of groundwater in the Harzandat aquifer, Northwest of Iran Northwest of Iran Environ Monit. Assess.
- 6- AL-Jiburi, H.K., and ALBasrawi. N.H., (2001). Hydrogeological and Hydrochemical Study of AL-Najaf plate(NH-38-2) Scale 1:250000,S.C.of Geological Survey and Mining,Dep of Mineral Investigation ,Section of Hydrology,Baghdad,Report NO.
- 7- Deshpande,S.M and Aher,K.R.,(2012) .Evaluation of Ground water Quality and its Suitability for Drinking and Agriculture Use in Parts of Vaijapur ,District Aurangabad ,MS,India .Research Journal of Chemical Sciences .Val.2.
- 8- Faris,A.A.,(2009). Application Of Remote Sensing And Gis Techniques For The Assessment Of Groundwater In Kandukuru Vagu Basin, Nalgonda District, A.P. Ph.D. Thesis (Unpublished), Osmania University, Hyderabad, India.
- 9- IRS, (2011). Drinking Water Standards, Central Organization for Standardization and Quality Control, Min. of Planning .
- 10- Kontis,E.E., and Gaganis.P., (2012), Hydrochemical Characteristics and Groundwater Quality In The Island Of Lesvos, Greece, Global NEST Journal, Vol 14, Printed in Greece.
- 11- Purushotham ,D., Prakash, M.R. and Rao,A.N.,(2011). Ground water depletion quality deterioration due to environmental impacts in Maheswaram watershed of R.R district, AP (India) Environ Earth Sci.
- 12- Piper, A. M., 1953. A Graphical Procedure in the Geochemical Interpretation of Groundwater Analysis, USGS, Groundwater Notes, 12
- 13- Rao. N.S., Rao.P.S., Reddy. G.V., Nagamani. M., Vidyasagar. G., Satyanarayana N. L. V. V.,(2012). Chemical characteristics of groundwater and assessment of



groundwater quality in Varaha River Basin, Visakhapatnam District, Andhra Pradesh, India, Environ. Monit. Assess.

- 14- Wilcox, L. V., 1955. Classification and Uses of Irrigation Water, USDA, Circular, No. 969, Washington, D.C.
- 15- WHO, (2011). Guidelines for drinking-water quality - 4th Edition.
- 16- Walvoord,MA,Pergam,P.,Philips,F.M,Person.M,Kieft,T.L.,Fredrickson,J.K,Mckinly,J.P.andSwenson,J,B,1999.Ground water flow and geochemistry in the southeastem San Juan Basin. Imblicion for microbial transport and activity.Water Resources Research, Vol.35,No.5,pp1409-1424 .