

التقييم الهيدروكيميائي للمياه الجوفية لمشروع الساقي وسيد الشهداء في محافظة كربلاء

أ.د. نجلة عجيل محمد

تبارك حيدر ثابت

najlaajeel@uomustansiriyah.edu.iq uom_user_67425@uomustansiriyah.edu.iq

الجامعة المستنصرية ، كلية التربية ، قسم الجغرافية

المستخلص:

تناولت الدراسة التقييم الهيدروكيميائي للمياه الجوفية لعشرة آبار ضمن مشروع الساقي وسيد الشهداء في قضاء عين تمر ضمن محافظة كربلاء، والواقعة ضمن دائرة عرض (10' 32° - 41' 32°) شمال خط الاستواء، وخط طول (15' 43° - 62' 43°) شرق خط كرينتش، وبمساحة تبلغ 1743.22 كم²، وتوصلت الدراسة الى ان 40% للصيغة الهيدروكيميائية للعناصر السائدة ضمن صنف كبريتات مغنيسيوم (Mg⁺²- SO₄⁻²)، و 40% ضمن صنف كلوريد مغنيسيوم (Mg⁺²- Cl⁻)، وان جميع مياه الآبار مُشتركة بين هيمنة التبخر وصخور التجوية فقط، كما ان نوعية المياه ذات محتوى جبس ثانوي وذات تصريف قليل، وضمن صنف جودة متوسطة، و تبادل أيوني عكسي، ومستمر بالتفاعل الكيميائي مع التربة والصخور، وان مياه الآبار لا يُمكن استخدامها للشرب وذلك لتجاوز جميع المُحددات المسموح باستخدامها عدا الدالة الحامضية، أما لغرض الري جميع العناصر ضمن المُحددات عدا قيمة التوصيلية الكهربائية E.C ، Mg⁺² ، وكذلك الكبريتات SO₄⁻² لبترين فقط، في حين مسموح باستخدامها للاستهلاك الحيواني، وكذلك لغرض البناء والانشاءات عدا قيمة بيكربونات HCO₃⁻ فهي أعلى من ان يُمكن استخدامها.

الكلمات المفتاحية: مياه جوفية، التقييم الهيدروكيميائي، كربلاء.

Hydrochemical Assessment of Groundwater for the Saqi and Sayyid Al-Shuhada Projects in Karbala Governorate

Tabarak Haidar Thabit Prof. Dr. Najla Ajeel Muhammad

Al-Mustansiriya University / College of Education / Department of Geography

Abstract:

The study conducted the hydro chemical assessment of groundwater from ten wells within the Al-Saqi and Sayyid Al-Shuhada projects in Ain Tamr distric within Karbala Governorate, it located between the latitudes (32° 10' - 32° 41' N) and longitudes (43° 15' - 43° 62' E), covering an area of 1743.22 km². The study concluded that 40% of the hydro chemical composition of the dominant elements falls within the Magnesium Sulfate category (Mg+2- SO4-2), and another 40% within the Magnesium Chloride category (Mg⁺²- Cl-). All well waters share dominance between evaporation and rock weathering processes only. The water quality shows secondary gypsum content with low discharge and is classified as moderate quality with reverse ion exchange, continuing chemical interaction with the soil and rocks. The study found that the groundwater cannot be used for drinking purposes as it exceeds all permissible limits except for pH. For irrigation, all elements fall within acceptable limits except for the values of E.C., Mg⁺², and SO₄⁻² in two wells. However, the water is permissible for animal consumption and construction purposes, except for the HCO₃⁻ value, which is too high for such uses.

Key words: Ground water, hydro chemical evaluation, Karbala.

أولاً : المقدمة:

اسهم توفر المياه في استقرار السكان وممارسة مختلف الأنشطة وبالتالي امكانية التقدم في المجالات كافة، وتعد المياه الجوفية بأشكالها المختلفة احد مصادر المياه الرئيسية التي يُعتمد عليها بشكل اساسي في عملية استقرار السكان وممارسة انشطتهم ضمن المناطق التي تتعدم فيها مصادر المياه أو التي تتوفر فيها المياه السطحية بكميات قليلة، و كما هو معروف أن العراق يتمتع بموارد مائية مهمة مثل نهري دجلة والفرات وشط العرب والعديد من الالهوار والبُحيرات، اضافة الى مورد مُهم آخر وهو المياه الجوفية، وعلى الرغم من ذلك بدأت ملامح أزمة المياه في العراق تظهر للعيان من خلال الجفاف الذي حدث في صيف 2018، بسبب قلة الأمطار خلال هذه السنة، لذا أصبحت مشكلة شحة المياه من المشاكل المهمة في السنوات الأخيرة، مما يتطلب استثمار المياه الجوفية التي تتوفر في مناطق متفرقة من العراق، واستثمارها بشكل يتلاءم مع ضروريات الحاجة الفعلية للاستخدامات المختلفة . وعلى أثر ذلك جاءت هذه الدراسة لتناول موضوع المياه الجوفية لآبار المشروعين.

ثانياً: مشكلة الدراسة:

- أ- هل هيدروكيميائية المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة متفاوت فيما بينها؟
ب- ما مدى صلاحية مياه الآبار للاستخدامات المُختلفة؟

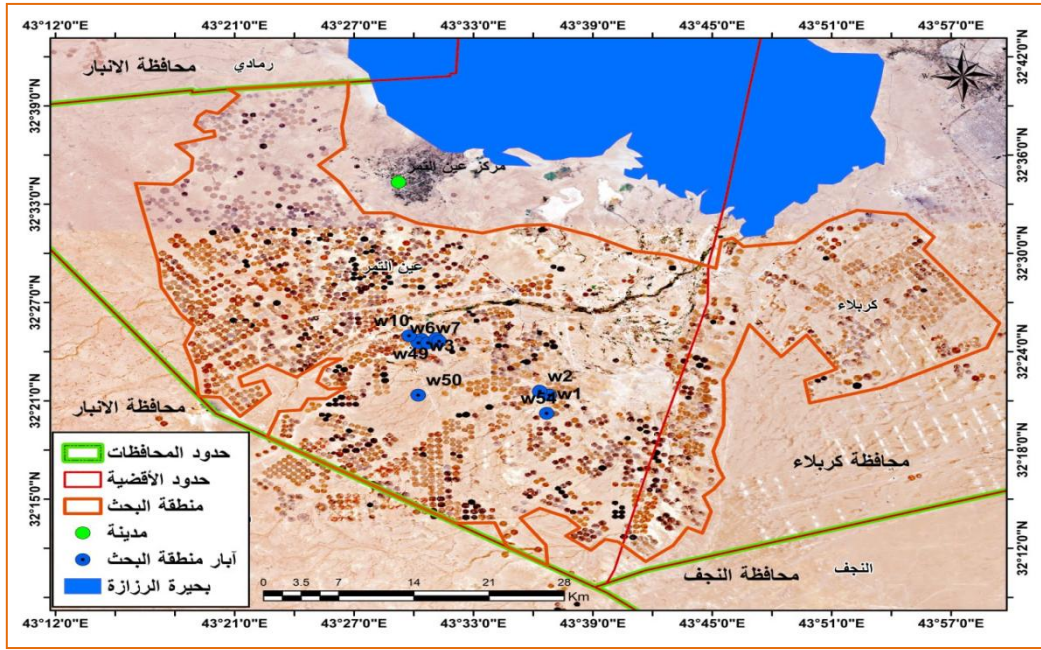
ثالثاً: فرضية الدراسة : هيدروكيميائية المياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة متفاوت فيما بينها.

رابعاً: هدف الدراسة : معرفة الصيغة الهيدروكيميائية لمياه الآبار، ومدى صلاحيتها للاستخدامات المُختلفة .

خامساً : موقع منطقة الدراسة:

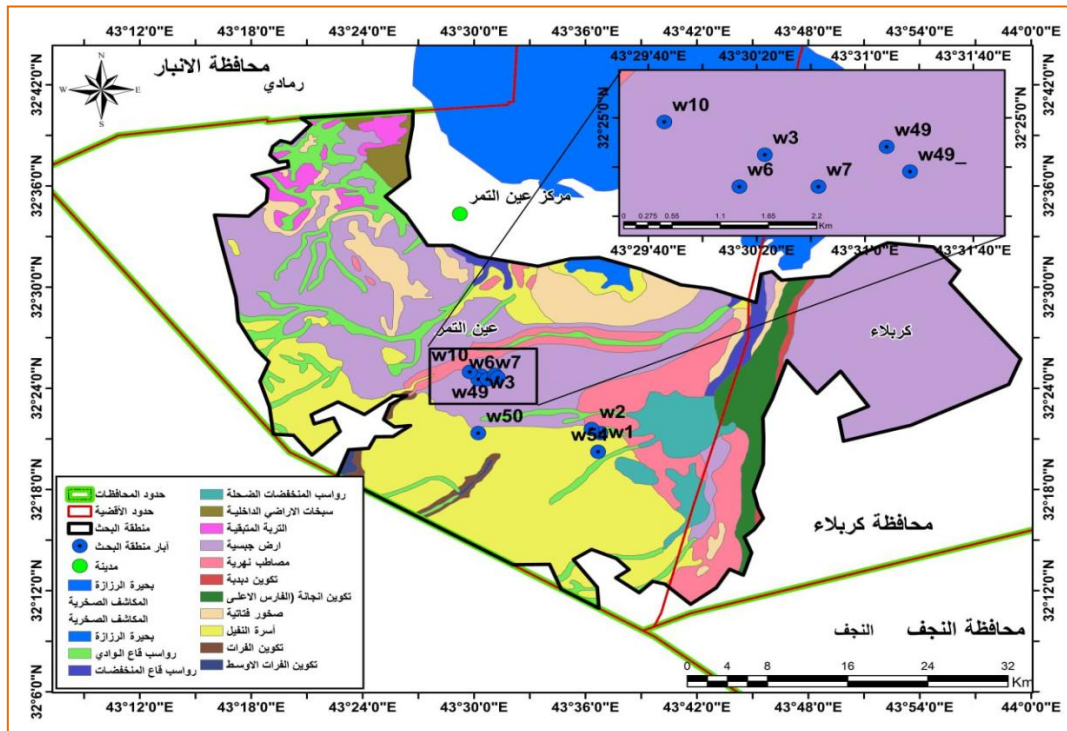
يقع مشروع الساعي وسيد الشهداء في قضاء عين تمر ضمن محافظة كربلاء ، والتي يحدها من جهة الشمال بحيرة الرزازة وقضاء الرمادي، و محافظة الانبار من الغرب والجنوب الغربي، أما من جهة الجنوب فتحدها محافظة النجف، وتقع على بعد اكثر من 50 كم جنوب غرب مركز محافظة كربلاء بين دائرة عرض (32 10' - 32 41' °) شمال خط الاستواء، وخط طول (15 ' 43 - 43 62' °) شرق خط كرينتش (وزارة التخطيط، 2019)، خريطة (1). وبمساحة تبلغ 1743.22 كم²، ويبلغ عدد سُكان القضاء 31,557 نسمة، نسبة الحضر يمثلون 39% بعدد 11,013 نسمة، و 41% ريف بعدد 20,544 نسمة (وزارة التخطيط، 2023)، أما جيولوجية منطقة الدراسة فتغطيها رواسب الزمن الرباعي، الصخور التي تعود لما قبل الزمن الرباعي تعود إلى الإيوسين الأعلى وحتى الميوسين الأعلى، ممثلة بتشكيلات الدمام، الفرات، الفتحة (الفارس الأسفل)، إنجانة (الفارس الأعلى)، الزهرة والدبديبة. جيولوجيًا، تنتمي جزئيًا إلى الرف المستقر (منطقة سلمان) وجزئيًا إلى منطقة الميزوبوتاميان (المنطقة الفرعية لدجلة) (Domas, J, 1983). جغرافياً، تنتمي المنطقة إلى ثلاث مناطق مختلفة من حيث التكوين (السهل الميزوبوتامي، السهل الصحراوي والأراضي المنخفضة لبحر النجف والرزازة). هيدروجيولوجيًا، تم تقسيم المنطقة إلى منطقتين، وتعود طبقات المياه الجوفية إلى رواسب الزمن الرباعي والميوسين والإيوسين. اما اتجاه التراكيب الخطية هو نحو الشمال الشرقي، ويتراوح بين 02-22، في المتوسط حوالي 1/2° (Anwar M. Barwary, 1995). خريطة (2).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر : (وزارة الموارد المائية، 2019)

خريطة (2) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر : (Anwar M. Barwary, 1995)

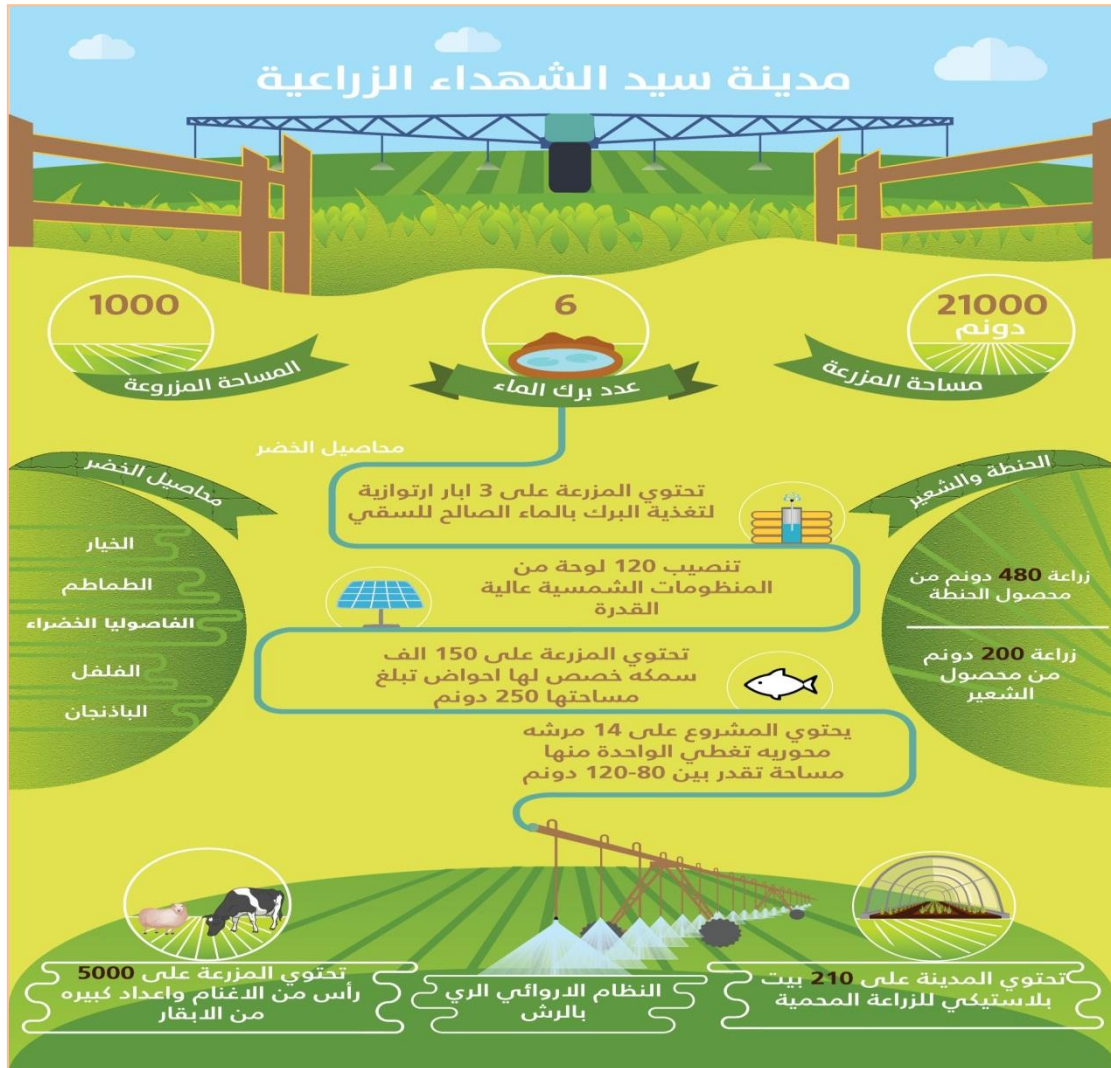
سادساً: مواصفات مشروع الساقى وسيد الشهداء :

يقع المشروعين في منطقة صحراوية، و هما من المشاريع الاستراتيجية الكبرى للقضاء على التصحر في المحافظة، مياه الآبار تم ربطها عن طريق شبكة من الأنابيب بمسافة (75) كيلو متر، مشروع الساقى الزراعي تبلغ مساحته 10700 دونم وتمت زراعة 23110 نخلة و 110 صنف بعضها ذات صنف نادر، وتستخدم تقنية السقي والتقطيط، وعدد مزارع النخيل 33 مزرعة، ومزرعة سدر ومزرعة زيتون، اما اشجار الكالبتوز عددها 45000 شجرة.

فيما حُصّصت مساحة 10 آلاف دونم لمشروع سيد الشهداء، وكانت الانطلاقة الفعلية له في العام 2016 بمرحلته الأولى، الأبار تعمل بطاقة إنتاجية من (20) إلى (30) لتراً في الثانية للبئر الواحدة، فيما تمّ وضع برنامج خاصٍ لمراقبة حركة تدفق المياه وقياسها بشكلٍ دوري، من أجل الوقوف على كمّياتها. كما تم تخصيص مساحة (500 دونم) من المشروع لزراعة 91 صنف نادر من النخيل، فضلاً عن زراعة (1000 دونم) للزراعة الحقلية المتنوعة (الحنطة والشعير)، ومحاصيل الخضار، فضلاً عن تزويد المشروع 120 لوحة الواح شمسية، ويوجد احواض سمك بسعة 150 الف سمكة وخصصت لها مساحة 250 دونم، وكذلك 5000 رأس غنم وعدد كبير من الابقار، وكذلك يوجد 210 بيت بلاستيكي للزراعة المغطاة المحمية (شعبة المشاريع الهندسية، 2022)، والمخطط (1) يُبين مواصفات للمشروع:

مخطط (1)

مواصفات لمشروع سيد الشهداء الزراعي



المصدر: (العتبة الحسينية المقدسة، 2022).

سابعاً: التوزيع المكاني لأبار منطقة الدراسة:

تتميز أبار منطقة الدراسة بتوزيعها المتباين مكانياً باتجاه (شمال غرب - جنوب شرق) وذلك بالتعاون مع الهيئة العامة للمياه الجوفية، تم أخذ عينات المياه من عشرة أبار بتاريخ (2024/3/7) بعد تشغيل المضخات الكهربائية الموجودة على الابار لمدة ثلاثة دقائق، بواقع بئرين ضمن مشروع سيد الشهداء (W_1 ، W_2)، وبقية العينات الثمانية لمشروع الساقى، ومن ثم قياس الخصائص الفيزيائية مباشرة للعينات عند أخذها، وبقية ايونات العناصر تم تحليلها و حسابها في مختبر العتبة العباسية المقدسة، قسم المشاريع الهندسية بعد وضعها في قناني بولي أثيلين مُختبرية.

ثامناً : الخصائص النوعية للمياه الجوفية :

للخصائص النوعية للمياه الجوفية أهمية كبيرة لا تقل عن أهمية وجودها وكمياتها ومن الممكن ان تتواجد في أي منطقة وفي كميات وأعماق مختلفة، وهي بصورة عامة تختلف من منطقة الى اخرى، بسبب مجموعة من العوامل مثل درجة الحرارة، و الطبيعة المعدنية للصخور كذلك سرعة حركة المياه الجوفية التي لها أثر فاعل في ذلك، كلما قلت سرعة المياه الجوفية كان لها أثر سلبي في ملوحة المياه، فضلاً عن تأثير الجانب المناخي والغطاء النباتي (عروبة عبد الواحد عبد الحميد الهيتي ، 2002) . كذلك للإنسان تأثير مباشر في الخصائص النوعية للمياه الجوفية. الجدولين (1 ، 2).

جدول (1) الإحداثيات الجغرافية والخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة

الدالة PH الحامضية (بدون وحدات)	T.D.S المواد الصلبة الذائبة الكلية (ملغم/لتر)	E.C التوصيلية الكهربائية مايكروسيمنز/سم	E - شرقاً	N - شمالاً	مشروع سيد الشهداء
7.7	1610	3320	43° 36 ' 48.77	32 ° 21' 20.98 "	W1
7.7	1920	3980	43° 36' 20.09	32 ° 21' 35.29 "	W2
			E - شرقاً	N - شمالاً	مشروع الساقبي
8.1	1860	3870	43° 30 ' 23.13	32 ° 24' 45.06 "	W3
7.4	1700	3520	43° 30 ' 13.83	32 ° 24' 32.31"	W6
7.4	1720	3560	43° 31 ' 6.93	32 ° 24' 32.23"	W7
7.3	1550	3260	43° 29 ' 58.21	32 ° 24' 58.57 "	W10
7.5	1730	3570	43°31'32.18	32°25'12.36	W49
7.5	1820	3710	43°31'40.74	32°25'02.35	W49*بئر ارتوازي
7.4	1840	3780	43° 30 ' 13.83	32 ° 21' 20.98"	W50
7.4	1690	3480	43° 36 ' 40.87	32 ° 20' 26.32"	W54
6.5-9	1000	1500			مياه شرب WHO. (2003).
6-8.5	2000	3000			مياه الري FAO,1985
	5000	5000			لشرب الحيوانات Food and 1977Agriculture

المصدر: الباحثين-الدراسة الميدانية تم اجراء التحليلات انياً بتاريخ (2024/3/7).

جدول (2) خصائص كيميائية للمياه الجوفية (ملغم/لتر) لآبار منطقة الدراسة

رمز العينة	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Caco ₃	الملوحة %
W1	231	210	337	46	828	590	698	1200	2.079
W2	266	229	417	61	951	750	722	1360	2.495
W3	264	247	305	43	934	710	528	1320	2.426
W6	235	235	313	33	871	630	617	1280	2.205
W7	239	238	321	35	884	660	602	1300	2.23
W10	223	219	297	32	781	590	638	1200	2.042
W49	237	233	321	36	856	660	609	1280	2.237
W49*	248	250	353	41	1012	670	613	1380	2.325
W50	253	252	345	40	1021	670	599	1380	2.369
W54	229	240	313	39	843	610	706	1300	2.18
مياه شرب (WHO., 2003)		50	200		400	250			
مياه الري (FAO, Food and Agriculture Organization , Op.cit , p43., 1985)		150	400		960	106 5			0.05-3%
لشرب الحيوانات (1977 ، FAO)	1500	350	700			200 0			
البناء والإنشاءات (M.E A. , 1962)	1160	271	437		1460	218 7	350		

المصدر :الباحثين بتحليل العينات في مختبر العتبة العباسية المقدسة، قسم المشاريع الهندسية. (2024/3/7).

تاسعاً: تصنيف المياه حسب تراكيز الأيونات الرئيسية

يعتمد تصنيف نوعية المياه الجوفية على نسبة تراكيز الأيونات الرئيسية فيها، إذ يتم تحويل كل تراكيز الأيونات من ملغم/لتر الى ملي مكافئ/لتر، ومن ثم تحويلها الى ملي مكافئ % (epm%) (مريوان أكرم حمه ضاري ، 2003)، وكما مبينة في بيانات جدول (3). لذلك من الضروري تحويل وحدات العناصر في جدول (4) من ملغ / لتر الى ملي مكافئ / لتر من خلال هذه الصيغة الرياضية للتحويل (مارك. ج. هامر، ، 2015).

ملي مكافئ /لتر = (ملي غرام / لتر من العنصر × تكافؤ العنصر) ÷ الوزن الذري لعنصر.

جدول (3) الخصائص النوعية للمياه الجوفية لآبار منطقة الدراسة بوحدة ملي مكافئ /لتر

رمز العينة	Na ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
W1	10.05	17.26	16.82	1.18	17.22	16.64	11.44
W2	11.57	18.82	20.81	1.56	19.78	21.15	11.83
W3	11.48	20.30	15.22	1.10	19.43	20.02	8.66
W6	10.22	19.32	15.62	0.84	18.12	17.77	10.12
W7	10.40	19.56	16.02	0.90	18.39	18.61	9.87
W10	9.70	18.00	14.82	0.82	16.24	16.64	10.46
W49	10.31	19.15	16.02	0.92	17.80	18.61	9.98
W49*	10.79	20.55	17.61	1.05	21.05	18.89	10.06
W50	11.01	20.71	17.22	1.02	21.24	18.89	9.83
W54	9.96	19.73	15.62	1.00	17.53	17.20	11.57

المصدر : الباحثين بيانات جدول (2) ومعادلة التحويل.

جدول (4) قيمة (epm %) لمياه آبار منطقة الدراسة

البنر	الأيونات السالبة (الأيونات)			الأيونات الموجبة (الكاتيونات)			
	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺²
W1	25.26	36.72	38.01	2.60	37.12	38.10	22.18
W2	22.43	40.08	37.49	2.96	39.44	35.67	21.93
W3	18.00	41.62	40.38	2.29	31.64	42.20	23.87
W6	22.00	38.62	39.38	1.84	33.95	41.99	22.22
W7	21.07	39.71	39.23	1.91	34.17	41.74	22.18
W10	24.13	38.39	37.48	1.89	34.19	41.53	22.38
W49	21.52	40.11	38.37	1.99	34.52	41.28	22.22
W49*	20.12	37.79	42.10	2.10	35.23	41.10	21.58
W50	19.67	37.82	42.51	2.05	34.46	41.46	22.03
W54	24.99	37.15	37.87	2.16	33.73	42.60	21.51

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على برنامج (Aquachem v.4)

• لتحويل الوحدات من (ملغ/لتر) الى epm من خلال تطبيق المعادلة:

%Epm = قيمة العنصر (ملغ/لتر) ÷ الوزن المكافئ للعنصر (ملي مكافئ / لتر)

الوزن المكافئ للعنصر (ملي مكافئ / لتر) = الوزن الجزيئي ÷ التكافؤ

عاشراً: هيدروكيميائية مياه الآبار:

تُعتبر الدراسات الهيدروجيوكيميائية جانباً مهماً لتحديد الطبقة الصخرية الحاملة للمياه وفي فهم الظروف والعوامل التي مرت بها المياه خلال تاريخ تكوينها. تتأثر هيدروكيميائية المياه بالعديد من العوامل أهمها نوعية التركيب الصخري للمنطقة التي تتواجد فيها المياه وكذلك على قابلية الصخور على خزن المياه في المسامات المتواجدة في النسيج الصخري، و بالإضافة الى العمر الجيولوجي في جميع العمليات التحويرية اللاحقة، وكذلك الى نوعية وكمية المياه المتواجدة ضمن تلك الآبار، ان حل الكثير من مشاكل الانتاج للمياه ومنها تحديد مصادر المياه الطبقة تُعد من أولويات استخدام الدراسات الهيدروجيوكيميائية (فلاح حسن عباس، 2010).

احدى عشر: الصيغة الهيدروكيميائية للعناصر السائدة - معادلة كورولوف (Kurolov – Formula)

تُعد قيم الأيونات الموجبة والسالبة التي تزيد تراكيزها عن (15%) من وحدة (epm%) أساساً في تصنيف المياه الجوفية من ذات الاستجابة المتشابهة من تلك غير المتشابهة، أما الصيغة الهيدروكيميائية فإنها تمثل النسبة الوزنية المكافئة لكل الأيونات الرئيسية الموجبة والسالبة مرتبطة بانتظام بحسب تركيز كل منها في المياه، كذلك مقدار الملوحة (T.D,S mg/L) و(الاسس الهيدروجيني (PH) والصيغة هي (خليل كريم محمد، 2008):

$$\text{Kurolov – Formula} = \frac{SO_4(\text{epm}\%) \cdot Cl(\text{epm}\%) \cdot HCO_3(\text{epm}\%)}{Ca(\text{epm}\%) \cdot Na(\text{epm}\%) \cdot Mg(\text{epm}\%) \cdot K(\text{epm}\%)} (PH)$$

من خلال تطبيق المعادلة مع بيانات جدول، تذبذبت اصناف مياه آبار منطقة الدراسة حسب العناصر السائدة الصيغة الهيدروكيميائية ، جدول (5).

جدول (5) الصيغة الهيدروكيميائية لأصناف المياه حسب العناصر السائدة لمياه منطقة الدراسة لسنة 2024

النبت	الصيغة الهيدروكيميائية	تسلسل العناصر السائدة	صنف المياه
W1	$T.D.S(1610) \cdot \frac{SO_4(38.01).Cl(36.72).HCO_3(25.26)}{Ca(37.12).Na(22.18).Mg(33.10).K(2.60)} \cdot PH(7.7)$	$Ca^{+2}-Mg^{+2}-Na^{+}-SO_4^{-2}-Cl^{-}-HCO_3^{-}$	$Ca^{+2}-SO_4^{-2}$
W2	$T.D.S(1920) \cdot \frac{SO_4(37.49).Cl(40.08).HCO_3(22.43)}{Ca(39.44).Na(21.93).Mg(35.06).K(2.96)} \cdot PH(7.7)$	$Ca^{+2}-Mg^{+2}-Na^{+}-Cl^{-}-SO_4^{-2}-HCO_3^{-}$	$Ca^{+2}-Cl^{-}$
W3	$T.D.S(1860) \cdot \frac{SO_4(40.38).Cl(41.62).HCO_3(18.00)}{Ca(31.64).Na(23.87).Mg(42.20).K(2.29)} \cdot PH(8.1)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-Cl^{-}-SO_4^{-2}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-Cl^{-}$
W6	$T.D.S(1700) \cdot \frac{SO_4(39.38).Cl(38.62).HCO_3(22.00)}{Ca(33.95).Na(22.22).Mg(41.99).K(1.84)} \cdot PH(7.4)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-SO_4^{-2}-Cl^{-}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-SO_4^{-2}$
W7	$T.D.S(1720) \cdot \frac{SO_4(39.23).Cl(39.71).HCO_3(21.07)}{Ca(34.17).Na(22.18).Mg(41.74).K(1.91)} \cdot PH(7.4)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-Cl^{-}-SO_4^{-2}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-Cl^{-}$
W10	$T.D.S(1550) \cdot \frac{SO_4(37.48).Cl(38.39).HCO_3(24.13)}{Ca(34.19).Na(22.38).Mg(41.53).K(1.89)} \cdot PH(7.3)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-Cl^{-}-SO_4^{-2}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-Cl^{-}$
W49	$T.D.S(1730) \cdot \frac{SO_4(38.37).Cl(40.11).HCO_3(21.52)}{Ca(34.52).Na(22.22).Mg(41.28).K(1.99)} \cdot PH(7.5)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-Cl^{-}-SO_4^{-2}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-Cl^{-}$
W49*	$T.D.S(1820) \cdot \frac{SO_4(42.10).Cl(37.49).HCO_3(20.12)}{Ca(35.23).Na(21.58).Mg(41.10).K(2.10)} \cdot PH(7.5)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-SO_4^{-2}-Cl^{-}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-SO_4^{-2}$
W50	$T.D.S(3780) \cdot \frac{SO_4(42.51).Cl(37.82).HCO_3(19.67)}{Ca(34.46).Na(22.03).Mg(41.46).K(2.05)} \cdot PH(7.4)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-SO_4^{-2}-Cl^{-}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-SO_4^{-2}$
W54	$T.D.S(1690) \cdot \frac{SO_4(37.78).Cl(37.15).HCO_3(24.99)}{Ca(33.73).Na(21.51).Mg(42.60).K(2.16)} \cdot PH(7.4)$	$Mg^{+2}-Ca^{+2}-Na^{+}-SO_4^{-2}-Cl^{-}-HCO_3^{-}$	$Mg^{+2}-SO_4^{-2}$

المصدر الباحثين بالاعتماد على برنامج (Aquachem v.4)، والجدولين (2 ، 4) .

تذبذبت الصيغة الهيدروكيميائية لأصناف المياه حسب العناصر السائدة لمياه لسنة 2024، إن التركيب الكيميائي للمياه يعتمد على طبيعة التكوينات الجيولوجية الحاوية عليها، فضلاً عن الطبقة الصخرية الحاملة للمياه، حيث إن التغير في التركيب الكيميائي للمياه إنما هو نتيجة لعمليات فيزيائية وكيميائية معقدة تؤدي إلى تغير في التركيب الكيميائي، كالملوحة، والذالة الحامضية (Ait Lemkademe، Michelot، Benkaddour، Hanich، و Heddoun، 2023) وكما يلي:

- اربعة مياه آبار ضمن صنف ($Mg^{+2}-SO_4^{-2}$)، ويشكل نسبة 40% من مجموع مياه الآبار، وهي (W6 ، W49* ، W50 ، W54).

- اربعة مياه آبار أخرى ضمن صنف ($Mg^{+2}-Cl^{-}$)، وهي (W3 ، W7 ، W10 ، W49).

- مياه بئر W1 ضمن صنف ($Ca^{+2}-SO_4^{-2}$).

- مياه بئر W2 ضمن صنف ($Ca^{+2}-Cl^{-}$).

إذ إن المصدر الرئيس للكبريتات لآبار منطقة الدراسة هو ناتج من إذابة الجبسوم والانهيدريت ومكونات التربة الجبسية، ويكون ايون الكبريتات الايون الشائع في المحافظة حيث تشكل نسبته أكثر من مجموع الايونات السالبة، كما أن معظم مركبات الكبريتات لها قابلية على الذوبان في مياه الأمطار والسقي وزيادة تلك المياه تعمل على غسل الترب مما يعمل على زيادة المواد المذابة وبمرور الزمن يزداد تأثير العملية ويؤثر على المياه الجوفية، و يُعد المغنسيوم من الفلزات الأرضية، وله حالة تأكسد واحدة في المياه Mg^{+2}

ويوجد في معدن الدولومايت الذي يعد ثاني أهم المعادن الكربوناتية بعد الكالسايت كما أن المعادن الطينية هي الأخرى مصدر لأيون المغنسيوم في المياه .

أما الكلوريدات ينتج من المياه العادمة ، والقسم الأكبر من اذابة بعض انواع الصخور ، مثل الصخور الرسوبية خصوصاً صخور المتبخرات والصخور النارية والتي تحتوي في مكوناتها المعدنية (محمود، 2008).

أثنا عشر: مخطط كيبس Gibb's Ratio :

يستخدم لتحديد العلاقة بين تكوين المياه الجوفية والخصائص الصخرية، وتتحكم في كيمياء المياه الجوفية عادةً ثلاث آليات طبيعية وهي: معدل التبخر، والترسيب الجوي، وتفاعل الماء مع الصخور، ولتوضيح دور هذه الآليات الطبيعية الثلاث في التحكم في كيمياء الأيونات الرئيسية في المياه الجوفية، قدم كيبس مخطط التشنت المعروف بمخطط كيبس، يستخدم لتفسير تأثير العمليات الهيدروجيولوجية مثل هطول الأمطار وآلية التفاعل بين الصخور والمياه والتبخر على جيوكيمياء المياه الجوفية، إن التفاعل بين المياه الجوفية ومعادن الخزان الجوفي له دور كبير في جودة المياه الجوفية ، يتم حساب قيمة كيبس باستخدام المعادلتين أدناه (Gibbs، 1970) :

$$1 - \text{Gibb's Ratio} - 1 = \frac{CL}{(CL + HCO_3)} \text{ for anions}$$

$$2 - \text{Gibb's Ratio} - 11 = \frac{Na + K}{Na + K + Ca} \text{ for cations}$$

إذ يُعبر عن الأيونات كافة بـ (ملي مكافئ/لتر). جدول (6).

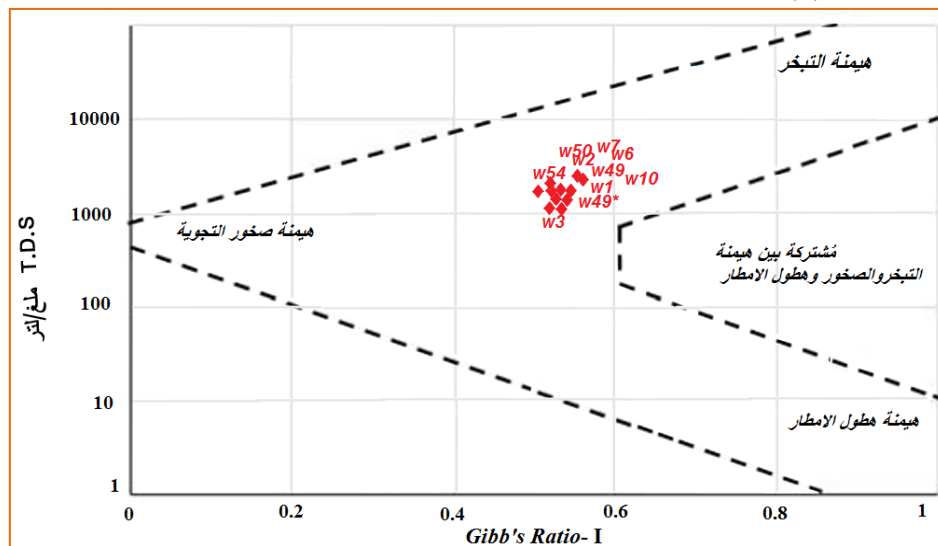
جدول (6) قيمة Gibb's Ratio لمياه آبار منطقة الدراسة

Gibb's Ratio- II	Gibb's Ratio- I	الآبار
0.400	0.592	W1
0.387	0.641	W2
0.453	0.698	W3
0.415	0.637	W6
0.413	0.653	W7
0.415	0.614	W10
0.412	0.651	W49
0.402	0.653	W49*
0.411	0.658	W50
0.412	0.598	W54

المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (3) وتطبيق معادلتى قيمة Gibb's Ratio .

طبقاً لمخطط كيبس يكون العمليات الهيدروجيولوجية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة للأيونات السالبة (الكلوريدات - البيكربونات) نجد ان جميع مياه الآبار مشترك بين هيمنة التبخر وصخور التجوية فقط، وذلك بسبب ان عملية التحلل والترسيب التي تحدث خلال حركة المياه الجوفية في منطقة الصخور الصلبة والتنوع الطبوغرافي تكون مسؤولة عن اضافة وازالة الأيونات التي تساهم في تغير قيمة (T.D.S)، فضلاً عن اضافة الى الأيونات بواسطة ذوبان وتسرب المعادن غير المقاومة من التربة والصخور، وان عملية التحلل والترسيب التي تحدث خلال حركة المياه الجوفية في منطقة الصخور الصلبة والتنوع الطبوغرافي تكون مسؤولة عن اضافة وازالة الأيونات التي تساهم في قيمة مجموع المواد الصلبة الذائبة. شكل (1).

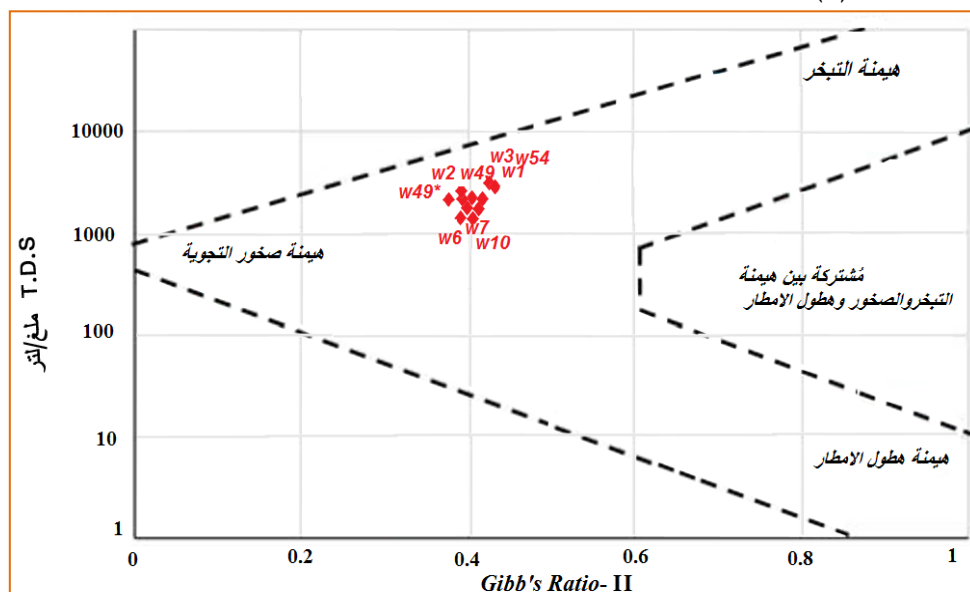
شكل (1) مخطط كبس- I لتصنيف المياه حسب مصدر تركيز العناصر الكيميائية فيها



المصدر: من عمل الباحثين إعتماًداً على بيانات الجدولين (1 ، 6) وباستخدام برنامج (Aquachem v.4).

أما وفق مخطط كبس II- للأيونات الموجبة (صوديوم - كالسيوم - بوتاسيوم) نجد ان جميع مياه الآبار أيضاً مُشتركة بين هيمنة التبخر وصخور التجوية فقط. إذ تنشط التجوية الملحية نتيجة تبلور الأملاح المذابة بالماء عند تعرضه للتبخر، ويعتمد ذلك على توفر مصدر للمياه المالحة، كالمياه الجوفية أو مياه الري أو مياه البحر من خلال تسربها في أعماق الصخر أو التربة أو فوق السطح أثناء عملية المد، يضاف إلى ذلك ارتفاع درجات الحرارة وتوفر مواد صخرية أو تربة مسامية عالية، وإن ارتفاع درجات الحرارة وتوفر مواد صخرية أو تربة مسامية عالية، إن ارتفاع درجة حرارة السطح وجفافه إضافة إلى تشعب الطبقات الصخرية الدنيا بالماء القلوي يؤدي إلى تفعيل الخاصية الشعرية، وصعود الماء بما يحمله من أملاح باتجاه السطح حيث يتعرض الماء للتبخر والأملاح للتبلور (Hend Hussein، 2024)، وبذلك فإن التجوية الملحية تنشط بشكل خاص في الأقاليم الجافة الحارة، وتؤدي البلورات الملحية إلى تفتت الصخور من خلال ما تحدثه من ضغط في الفراغات والمسامات الصخرية المحصورة ينتج عن زيادة الحجم الذي يفوق ما تحققه كثير من المعادن والصخور عند تعرضها لارتفاع درجات الحرارة (العاطي، 2023). شكل (2).

شكل (2) مخطط كبس- II لتصنيف المياه حسب مصدر تركيز العناصر الكيميائية فيها



المصدر: من عمل الباحثين إعتماًداً على بيانات الجدولين (1 ، 6) وباستخدام برنامج (Aquachem v.4).

ثلاث عشر: مؤشر التبادل القاعدي (Chloro- alkaline index):

يمكن تحديد عملية تبادل الأيونات بين المياه الجوفية والبيئة المحيطة بها أثناء تحرك أو استقرار المياه الجوفية من خلال قيمة مؤشرات الكلور-قلوية، لفهم التفاعل الكيميائي بين الصخور والماء، وذلك بوساطة دراسة مؤشرات القلويات والكلور التي اقترحها سكولر، والتي لها تبادل أيوني بين المياه الجوفية والبيئة المضيفة لها، وأن هذه المؤشرات المستخدمة في تقييم التبادل تكون بحسب استخدام المعادلة (Schoeller، 1977) الآتية:-

$$CAI - I = \langle (CL^- - (Na^+ + K^+)) / CL \rangle$$

العناصر المستخدمة في المعادلة مقاسة بوحدة ملي مكافئ / لتر.

عندما يكون مؤشر التبادل القاعدي قيمًا سلبية هذا يدل الى حالة وجود تبادل بين أيونات الصوديوم (Na^+) والبوتاسيوم (K^+) في الماء مع أيونات الكالسيوم (Ca^{+2}) والمغنيسيوم (Mg^{+2}) في الصخور. وعلى العكس، فإن النسبة الإيجابية الموجبة لمؤشر التبادل القاعدي تشير إلى عدم وجود تبادل للقاعدية، في هذه الحالة، تكون الصخور المضيفة للمياه هي المصدر الرئيس للمواد الصلبة المذابة T.D.S في المياه الجوفية (Ratri، 2022).

من خلال تطبيق المعادلة مع بيانات جدول (3)، نحصل على مؤشر التبادل القاعدي على التبادل الأيوني بين المياه الجوفية وبيئتها المضيفة، و نجد أن جميع عينات المياه الجوفية لمنطقة الدراسة ذات قيمة موجبة، تكون صخور الخزان الجوفي المضيفة للمياه هي المصدر الرئيس للمواد الصلبة المذابة T.D.S في المياه الجوفية. جدول (7).

جدول (7) مؤشرات مؤشر التبادل القاعدي للتبادل الأيوني بين المياه الجوفية وبيئتها المضيفة

الأبار	(Chloro- alkaline index)
W1	0.325
W2	0.379
W3	0.371
W6	0.377
W7	0.393
W10	0.368
W49	0.397
W49*	0.373
W50	0.363
W54	0.363

المصدر: من عمل الباحثين إعتتماداً على بيانات جدول (3) وتطبيق معادلة التبادل الأيوني.

أربعة عشر: أصل المياه الجوفية:

يُستخدم التحليل الجيوكيميائي لدراسة تركيبة الأيونات والمعادن في المياه، و يمكن تحديد المصدر الرئيسي للمياه الجوفية مثل مياه الأمطار، مياه الأنهار التي تسربت، أو المياه ضمن العصور الجيولوجية القديمة (صابر، 2023)، ولمعرفة ذلك تم استخدام مخطط سولن Diagram Sulin، والذي يستخدم معادلتين لإيجاد التحليل الجيوكيميائي للمياه (Awadh، 2019).

$$\frac{(r Cl - r (Na+k))}{(r Mg)}$$

$$\frac{(r (Na+Cl) - r Cl)}{(r SO_4)}$$

• ٢ يعني $epm\%$ و يتم استبعاد القيم الأقل من 15%. جدول (8).

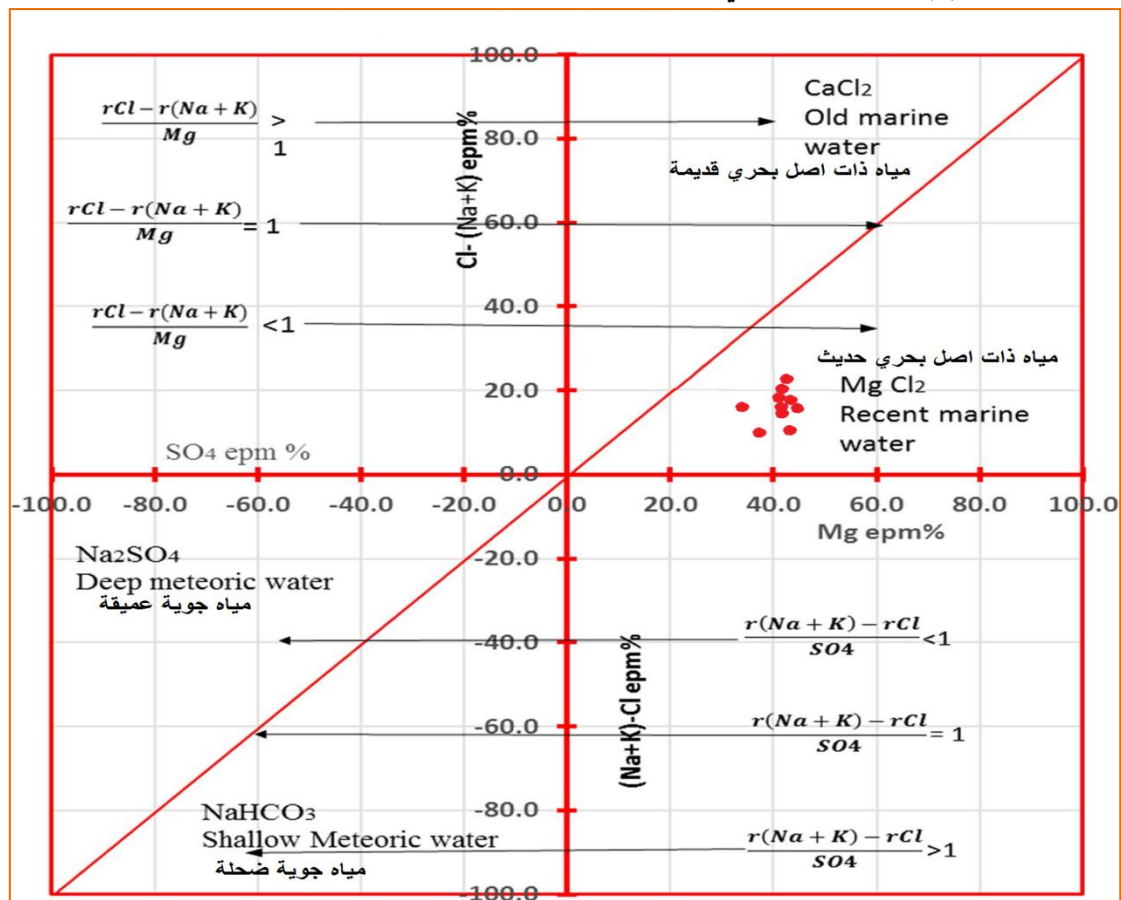
وتختلف الخصائص البيئية ونوعية المياه بناءً على مخطط سولن، مخطط (2).

جدول (8) التحليل الجيوكيميائي للخصائص البيئية ونوعية المياه بناءً على مخطط سولن

النسبة	المعامل	نوعية المياه	الخصائص البيئية
(Na+k)/Cl أكبر من واحد	$r((Na+K) - r Cl) / (rSO_4)$ أكبر من واحد	NaHCO ₃	مياه قلووية، وتحت عملية اختزال الأكسدة، في الغالب رواسب بحرية في بيئة مياه عذبة رطبة، علامة جيدة على وجود النفط والغاز، درجة الحموضة PH أكبر من 8.
(Na+k)/Cl أقل من واحد	$r((Na+K) - r Cl) / (rSO_4)$ أقل من واحد	Na ₂ SO ₄	مياه سطحية، بيئة قارية، غير مواتية لتراكم وحفظ النفط والغاز، وضمن الخزانات الحرة (الغير مقيدة).
(Na+k)/Cl أقل من واحد	$r((Cl - (Na+K)) / rMg$ أكبر من واحد	CaCl ₂	ضمن لخزانات المقيدة (الارتوازية)، بيئة جيولوجية عميقة مغلقة تماماً، علامة جيدة على وجود النفط والغاز، معزولة بالكامل عن المياه الجوفية والسطحية.
(Na+k)/Cl أقل من واحد	$r((Cl - (Na+K)) / rMg$ أقل من واحد	MgCl ₂	ضمن الأكسدة والاختزال، بيئة بحرية، لا يوجد اتصال بين النفط والأرض، وضمن الخزانات المائية المحصورة (<i>confined Aquifers</i>) توجد في معظم الحالات داخل حقول النفط والغاز.

المصدر : (Awadh, 2019)

مخطط (2) التحليل الجيوكيميائي لمياه آبار منطقة الدراسة وفق مخطط سولن Diagram Sulin



المصدر : الباحثين اعتماداً على جدول (3) واستخدام المعادلتين. و برنامج (Aquachem v.4).

تبين أن جميع عينات مياه الآبار ذات أصل بحري حديث و بنوعية كلوريد المغنيسيوم ($MgCl_2$)، وقد تتعلق بتغيرات في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية لهذه المياه، مثل الملوحة أو درجة الحرارة، أو حتى نوعية المياه نتيجة لتغيرات بيئية أو بشرية. وهي أملاح سريعة الذوبان، وهي المسؤولة في الطبيعة عن ملوحة وقلوية التربة وضمن الأكسدة والاختزال للمياه، بيئة بحرية، لا يوجد اتصال بين النفط والأرض، توجد في معظم الحالات داخل حقول النفط والغاز. وضمن الخزانات المائية المحصورة (confined Aquifers)، حيث تكون هذه الخزانات محاطة من الأعلى والأسفل بطبقتين غير نفاذتين ولا مساميتين ولا تسمح بحركة الماء إلى الأعلى أو الأسفل، والمياه هنا تحت ضغط أعلى من الضغط الجوي بسبب ضغط الصخور التي تغطي الخزان فضلاً عن الضغط الهيدروستاتيكي الناجم من المياه الموجودة داخل الخزان، وتتوزع هذه الخزانات بالمياه من الأجزاء المغطاة بطبقة نفاذية تسمح بمرور المياه المترشحة خلالها إلى طبقات الخزن وتسمى بمناطق التشرب (Catchments areas) وعند حفر الآبار لاستخراج المياه من هذه الخزانات في المناطق التي يقع اقل ارتفاعها عن منطقة التشرب فإن مستوى المياه في البئر المحفور يرتفع حتى يتعادل الضغط الهيدروستاتيكي في الخزانات مع الضغط الجوي، فإذا صادف موقع سطح الأرض تحت مستوى التعادل المذكور فإن المياه في البئر تتساقط طبيعياً وهذا ما يعرف بالبئر الارتوازي (خليل، 2003).

خمس عشرة: مخطط بايبر (Piper's diagram) :

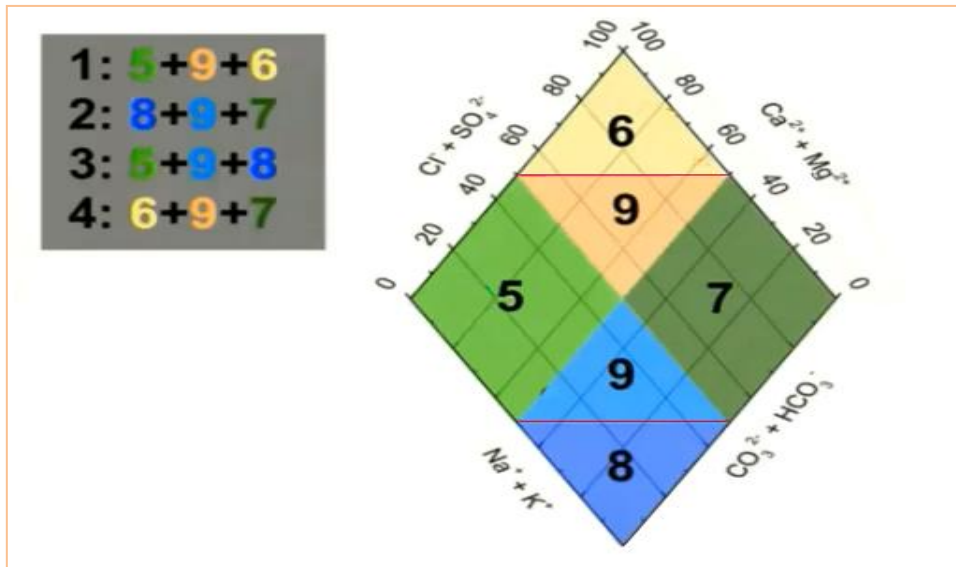
نوع من الرسوم البيانية يُستخدم لتحديد العمليات الهيدروكيميائية المسؤولة عن تغير نوعية المياه الجوفية، يتكون هذا المخطط من ثلاثة أجزاء رئيسية:

- مثلثان قاعديان: واحد يمثل الكاتيونات (مثل الكالسيوم، والمغنيسيوم، والصوديوم) والآخر يمثل الأنيونات (مثل الكربونات، البيكربونات، الكبريتات، والكلوريد). يتم رسم النتائج الكيميائية للعينة على كل مثلث على حدة.
- مستطيل مركزي: يجمع بين المثلثين القاعديين ليوضح العلاقة بين الكاتيونات والأنيونات معاً، مما يسمح بتصنيف نوعية المياه بناءً على موقع النقطة الممثلة لعينة المياه في المخطط، ويمكن تصنيف المياه وتحديد مصدرها وملامتها للاستخدامات المختلفة، والعناصر الداخلة في المخطط بوحدة $epm\%$ (التميمي، 2015) ويتكون المخطط من:
 - منطقة 1: الأشكال 5+9+6 تكون يكون تركيز الاتربة القلوية فيه اكثر من القلويات.
 - منطقة 2: الأشكال 7+8+9 يكون تركيز القلويات فيه اكثر من الاتربة القلوية.
 - منطقة 3: الأشكال 5+9+8 يكون الأحماض الضعيفة أكثر من الأحماض القوية .
 - منطقة 4: الأشكال 6+9+7 يكون الأحماض القوية أكثر من الأحماض الضعيفة .

أما الاشكال الاتية فتكون فيها نوعية المياه ضمن صنف:

- شكل المعين الايسر رقم 5: (كالمسيوم - بيكاربونات)، ($Ca-HCO_3$) . كما تتجاوز الرواسب الكاربونية فيه (50%)، وتسودها الاتربة القلوية والاحماض الضعيفة.
- شكل المثلث العلوي رقم 6: (كالمسيوم - كلوريد)، ($Ca-Cl$). وتكون فيه الرواسب غير الكاربونية تتجاوز (50%).
- شكل المعين الايمن رقم 7: (صوديوم - كلوريد)، ($Na-Cl$)، و تتجاوز القلويات غير الكاربونية فيه (50%) وتسودها القلويات والاحماض القوية.
- شكل المثلث السفلي رقم 8: (صوديوم - بيكاربونات)، ($Na-HCO_3$)، وفيه تتجاوز القلويات الكاربونية (50%).
- شكل المثلث العلوي رقم 9: نوعية المياه مشتركة، (مشتركة كالمسيوم -مغنيسيوم -كلوريد)، ($Ca-Mg-Cl$)، وفيه اي من الانايون والكاتيون لا تتجاوز (50%). كما تتجاوز الرواسب الكاربونية فيه (50%)، وتسودها الاتربة القلوية والاحماض الضعيفة.
- شكل المثلث السفلي رقم 9: نوعية المياه مشتركة، (مشتركة كالمسيوم -مغنيسيوم -كاربونات)، ($Ca-Mg-HCO_3$) . وفيه اي من الانايون والكاتيون لا تتجاوز (50%). شكل (3).

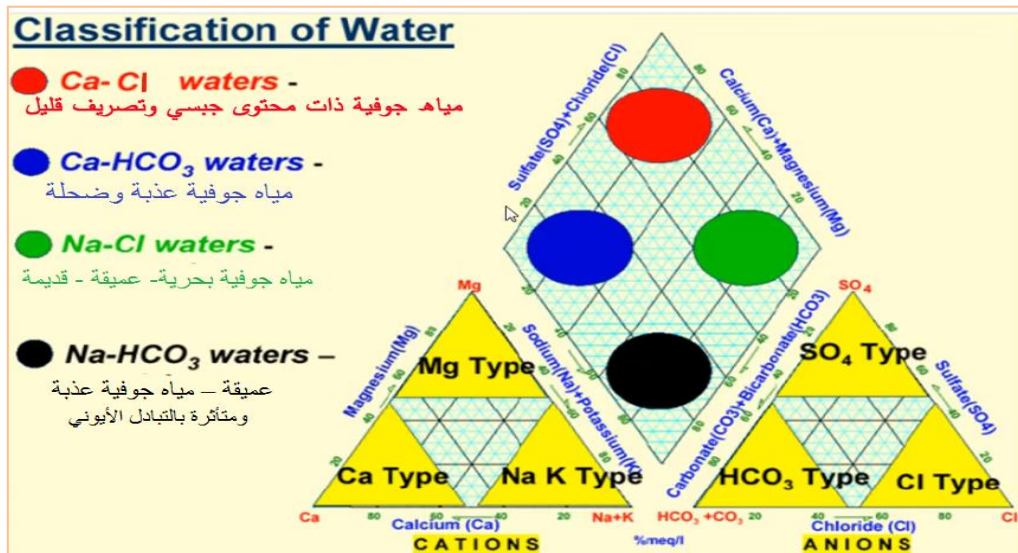
شكل (3) تصنيف التركيب الأيوني لمياه الآبار ضمن مخطط بايبر (Piper's diagram)



المصدر: (عبدالحسين، 2023).

- كذلك يوجد تصنيف لأربعة مناطق ضمن مخطط بايبر لبيان نوعية المياه الجوفية وكما يلي (Gargini., 2020):
- الجزء العلوي من المعين (اللون الاحمر)، محتوى جبسي وتصريف قليل.
 - الجزء الأيمن من المعين (اللون الاخضر)، عذبة وضحلة.
 - الجزء الاسفل من المعين (اللون الاسود)، عذبة عميقة ومتأثرة بالتبادل الأيوني .
 - الجزء الأيسر من المعين (اللون الازرق)، بحرية وضحلة، شكل (4).

شكل (4) نوعية المياه الجوفية البحرية والعذبة لمياه الآبار ضمن مخطط بايبر (Piper's diagram)

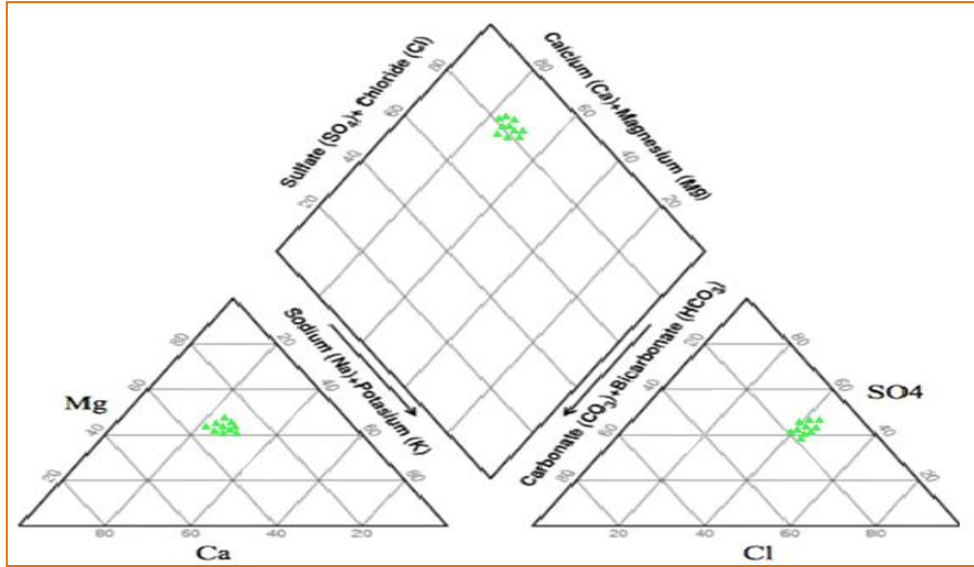


المصدر: (Zhang, 2024).

تم تسقيط عينات مياه آبار منطقة الدراسة على مخطط بايبر، تبين انها نوعية المياه ذات محتوى جبس ثانوي وذات تصريف قليل، فضلاً عن انها مشتركة ضمن صنف (مشتركة كلوريدات في المثلث اليمين، ومغنيسيوم مع الكالسيوم في المثلث اليسار)، ويكون تركيز الاتربة القلوية فيه اكثر من القلويات، والرواسب غير الكاربونية تتجاوز (50%). إذ تتأثر الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية بخصائص الصخور والطبقات الحاملة لها والتي تمر من خلالها والظروف المناخية السائدة، فعند تسرب المياه من سطح الأرض الى باطنه تقوم بإذابة بعض الصخور والاملاح عند مرورها وتتوقف سرعة الاذابة على نوعية الصخور بالدرجة الأولى وعلى ما تحتويه

من غازات لهذا تختلف كمية الاملاح الموجودة في المياه الجوفية باختلاف طبيعة الصخور والمساحة التي تغطيها المياه، مما تنعكس على تنوعها وتباينها في عينات مياه ابار منطقة الدراسة، حيث ان احتواء الماء على التراكيز الايونية يزيد من توصيلها الكهربائي وهذا التوصيل يعتمد على نوع الايونات الموجودة، وان ارتفاع قيمتها دليل على وجود كميات كبيرة من الاملاح والقواعد والحوامض في الماء، ويرجع سبب ذلك الى عوامل طبيعية او بفعل الأنشطة البشرية، مثل استعمال الاسمدة الزراعية والمبيدات في الاراضي الزراعية ومن ثم نفاذيتها الى المياه الجوفية. شكل (5).

شكل (5) مخطط بايبر (Piper's diagram) لتصنيف المياه الجوفية



المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات جدول (4) وباستخدام برنامج (Aquachem v.4).

سنة عشر: مخطط دوروف Durov plot:

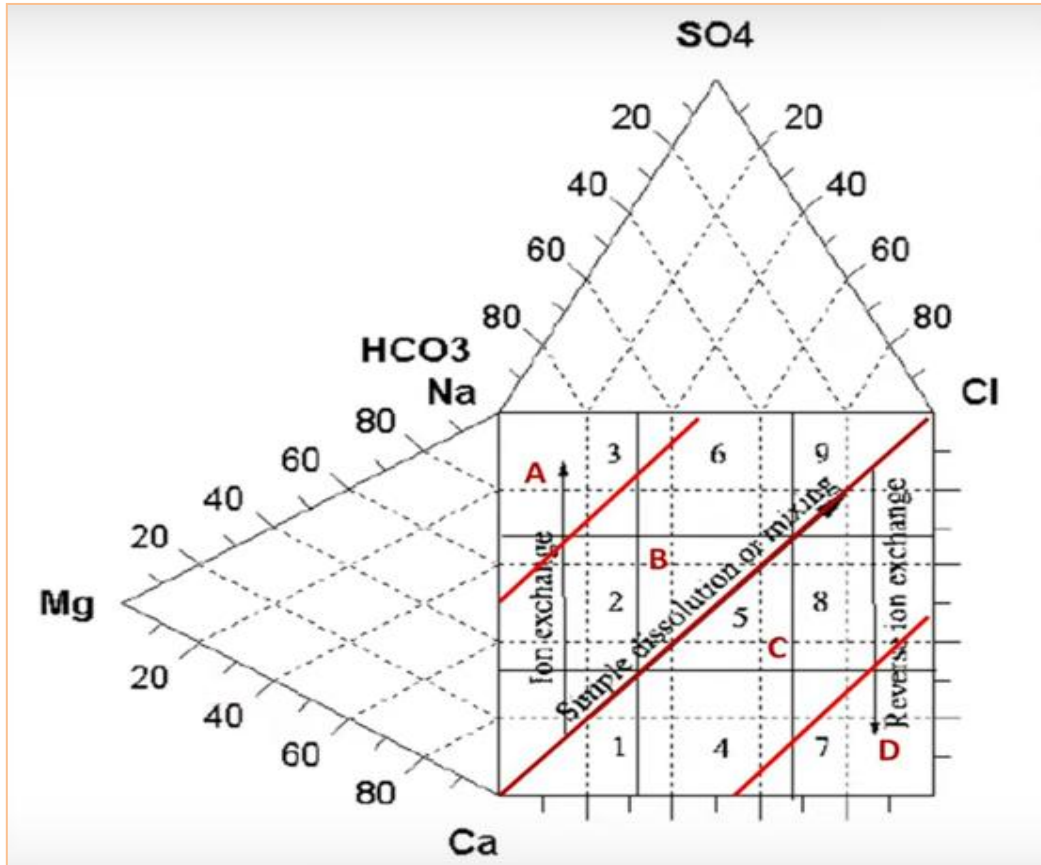
يُمثل مخطط يصف الصيغة الهيدروكيميائية للمياه و يعتمد مخطط Durov plot الثلاثي الاشكال على النسبة المئوية للمكافئات الملي للأيونات الرئيسية % Epm يتم رسم قيم الكاتيونات ، وهي الايونات ذات اعداد التأكسد الموجبة (Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2})، على شكل مثلث يقع يسار المخطط، والأيونات وهي الايونات ذات اعداد التأكسد السالبة (SO_4^{-2} , Cl^{-} , HCO_3^{-}) على شكل مثلث يقع أعلى المخطط، ويتم إسقاط نقاط البيانات على شبكة مربعة عند قاعدة كل مثلث (Durov, 1948). جدول (9). مخطط (3).

جدول (9) وصف الاسقاطات مخطط دوروف Durov plot

الصيغة الهيدروكيميائية للمياه		النطاق المحدد ضمن الشكل المربع
مياه نقية	<i>pure water</i>	A
لا تلوث	<i>no contamination</i>	B
جودة متوسطة	<i>moderate quality</i>	C
تركيز عالي من ايوني الصوديوم والكلوريد	<i>High concentration of Na & Cl</i>	D
تبادل الأيونات	<i>ion exchange</i>	1 - 2 -3
ذوبان بسيط أو خلط	<i>simple dissolution or mixing</i>	4 -5 -6
تبادل أيوني عكسي	<i>reverse ion exchange</i>	7 -8 -9

المصدر: (Appelo, 2015).

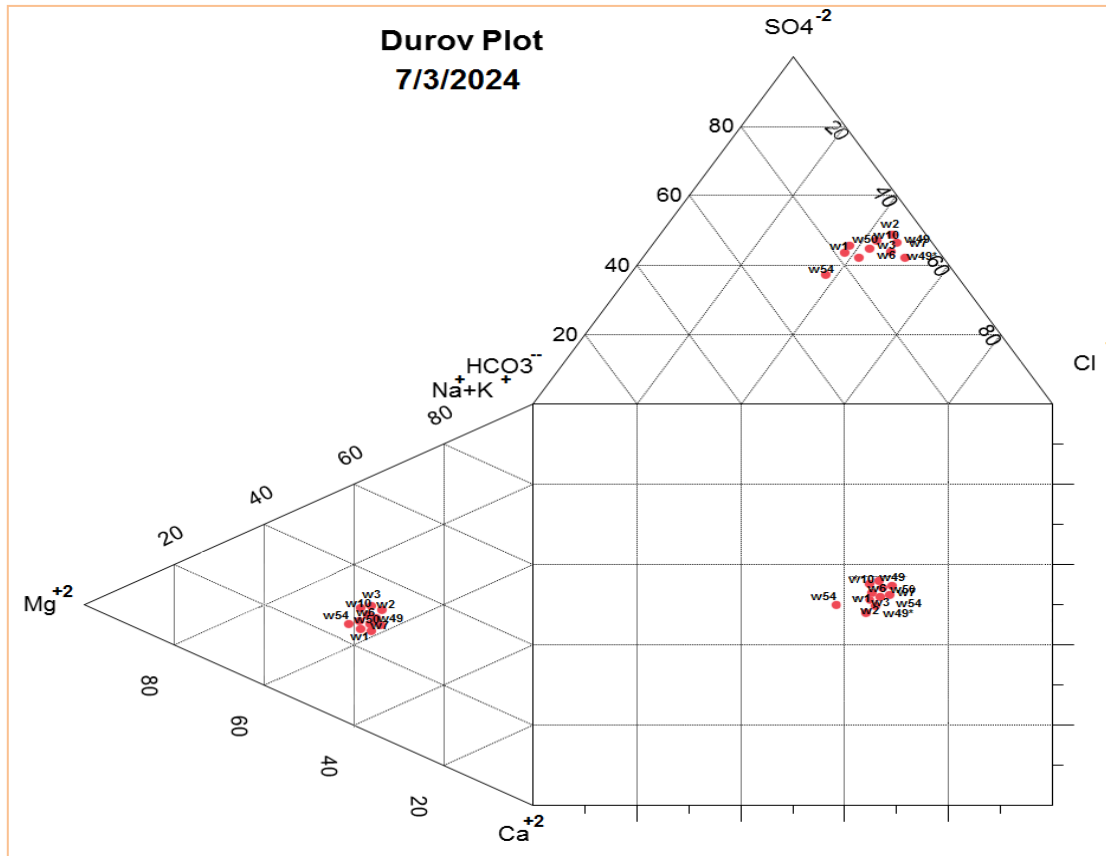
مخطط (3) الاسقاطات مُخطط دوروف Durov plot



المصدر: (Appelo C, 2005)

ان الصيغة الهيدروكيميائية للمياه مُشتركة ضمن صنف $(Mg^{+2} - SO_4^{-2})$ ، وكذلك $(Mg^{+2} - Cl^-)$ ، فضلاً عن انها ضمن صنف جودة متوسطة، و تبادل أيوني عكسي، بمعنى اخر مستمرة بالتفاعل الكيميائي مع التربة والصخور. حيث ان التبادل الأيوني ion exchange عملية معكوسة يتم فيها تبادل أيونات لها الشحنة نفسها بين محلول وصلب (مثل التربة الحاوية على طين، رمل) أو الصخور التي تكون على تماس معه، أو بين سائلين لا يمتزجان يحوي أحدهما مادة محلولة ذات زمر أيونية ثابتة، ويساعد هذا النوع بفصل الأيونات عن المحاليل أو عن بعضها البعض (ابوستة، 2010). مُخطط (4).

مخطط (4) مخطط دوروف Durov plot لمياه آبار منطقة الدراسة



المصدر: الباحثين اعتماداً على بيانات الجدولين (3، 9) واستخدام برنامج AquaChem 13.0

سبعة عشر: إمكانية استخدام المياه للأغراض المختلفة:

لا يمكن استخدام مياه الآبار للشرب وذلك لتجاوز جميع المحددات المسموح باستخدامها عدا الدالة الحامضية، أما لغرض الري جميع العناصر ضمن المحددات عدا قيمة E.C ، Mg^{+2} ، وكذلك SO_4^{-2} للآبار (W50 ، W49*) فقط، في حين مسموح باستخدامها للاستهلاك الحيواني، وكذلك لغرض البناء والانشاءات عدا قيمة البيكاربونات HCO_3^{-} فهي أعلى من ان يُمكن استخدامها.

الاستنتاجات:

- 1- تبين ان اربعة مياه آبار ضمن صنف ($Mg^{+2} - SO_4^{-2}$)، ويشكل نسبة 40% من مجموع مياه الآبار، وهي (W49* ، W6) ، $W54$ ، $W50$ ، واربعة مواقع أخرى ضمن صنف ($Mg^{+2} - Cl$). وهي (W3 ، W7 ، W49 ، W10) ، اما مياه بئر W1 ضمن صنف ($Ca^{+2} - SO_4^{-2}$)، ومياه بئر W2 ضمن صنف ($Ca^{+2} - Cl$).
- 2- توصلت الدراسة ان مياه الآبار مُشتركة بين هيمنة التبخر وصخور التجوية فقط.
- 3- تكون صخور الخزان الجوفي المضيئة للمياه هي المصدر الرئيس للمواد الصلبة المذابة T.D.S.
- 4- أصل المياه الجوفية بنوعية كلوريد المغنيسيوم ($MgCl_2$)، وهي أملاح سريعة الذوبان.
- 5- تبين ان نوعية المياه ذات محتوى جبس ثانوي وذات تصريف قليل، فضلاً عن انها مُشتركة ضمن صنف و يكون تركيز الاتربة القلوية فيه اكثر من القلويات، والرواسب غير الكربونية تتجاوز (50%). و تبادل أيوني عكسي، بمعنى اخر مستمرة بالتفاعل الكيميائي مع التربة والصخور.
- 6- اوضحت الدراسة انه لا يمكن استخدام مياه الآبار للشرب وذلك لتجاوز جميع المحددات المسموح باستخدامها عدا الدالة الحامضية، أما لغرض الري جميع العناصر ضمن المحددات عدا قيمة E.C ، Mg^{+2} ، وكذلك SO_4^{-2} للآبار (W50 ، W49*)

فقط، في حين مسموح باستخدامها للاستهلاك الحيواني، وكذلك لغرض البناء والانشاءات عدا قيمة البيكربونات HCO_3^- فهي أعلى من ان يُمكن استخدامها.

المقترحات:

- 1- الاهتمام بالصناعات الزراعية التي تعد توجهاً مستقبلياً ولها دورٌ مهمٌ في التنمية الإقليمية لأنها تخلق طلباً محلياً على المحاصيل والسلع المنتجة وترفع معدلات الدخل الفردي وتحقيق الزيادة السريعة في السكان وإنشاء مستوطنات في هذه المنطقة.
- 2- الاستغلال الأمثل للمياه الجوفية في الناحية من خلال ترشيد استعمال المياه والمحافظة عليها من خلال مراقبة كمية المياه المسحوبة مع معدل التغذية للبئر .
- 3- العمل على زيادة كثافة الغطاء النباتي ولاسيما النبات الطبيعي في منطقة الدراسة، لأنه سوف يساعد على التقليل من درجات الحرارة والتبخر ويعرقل جريان المياه على السطح مما يؤدي الى زيادة التغذية.
- 4- الاستفادة من التقنيات الحديثة لمعالجة المياه مثل الترسيب الكيماوي والتبادل الايوني وغيرها لجعلها صالحة لمختلف الاستعمالات بعد معالجتها .
- 5- الاستمرار في اجراء الفحوصات المختبرية، لمعرفة التغيرات التي ستحدث من ناحية نسبة المكونات الكيميائية والاملاح المذابة فيها تقادياً لعدم حدوث تدهور في صلاحية المياه الجوفية ونوعيتها.

المراجع

- ابوستة ، مسعود فرج. (2010). *تجارب في الكيمياء التحليلية (التحليل الكمي الحجمي والوزني)*، ط1، دار الكتب الجامعية، ليبيا، ص 112.
- التميمي ، مهند كاظم. (2015). *أصل ونوعية المياه الجوفية ضمن خزان الدببة في منطقة جبل سنم جنوب البصرة*، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، المجلد 30، العدد 1، ص 51.
- خليل، محمد أحمد السيد. (2003). *المياه الجوفية والآبار*، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، مصر، ص 87.
- شعبة المشاريع الهندسية. (2022). العتبة الحسينية المقدسة، شعبة المشاريع الهندسية، مشروع سيد الشهداء.
- صابر، أحمد إبراهيم محمد. (2023). *التقييم الجيوهيدروجي للخزانات الجوفية في مصر تطبيق التحليل الرباعي SWOT على خزان دلتا نهر النيل*، مجلة وادي النيل للدراسات والبحوث الانسانية التربوية، العدد 1، ص 475.
- ضاري، مريوان أكرم حمه . (2003). *هيدروولوجية وهيدروكيميائية حوض كبران الثانوي- أربيل كوردستان العراق*، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بغداد، ص 112.
- عباس، فلاح حسن. (2010). *فلاح حسن عباس، دراسة هيدروجيوكيميائية المياه الجوفية في الجزيرة القريبة من سامراء- العراق*، المجلة القطرية للكيمياء، المجلد الاربعين، ص 626.
- عبد العاطي ، مروة نبيل عبد العاطي. (2023). *اخطار التجوية الملحية على مدينة الاسكندرية- دراسة في الجيومرفولوجية التطبيقية*، رسالة ماجستير. غ.م. ، جامعة بنها، كلية الآداب، ص 113.
- العتبة الحسينية المقدسة. (2022). شعبة المشاريع الهندسية، مشروع سيد الشهداء.
- مارك. ج. هامر ، . (2015). *الماء وتقنية مياه الصرف*، ط1، ترجمة يوسف رضوان، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، ص 154.
- محمد، خليل كريم. (2008)، *المياه الجوفية في سهل شهبوزور وإمكانات استثمارها*، رسالة ماجستير، جامعة السليمانية، كلية العلوم الإنسانية، ص 87.
- محمد ، نجله عجيل ، كرار عواد عبدالحسين. (2023). *نجله عجيل محمد ، كرار عواد عبدالحسين، التقييم الهيدروكيميائي للمياه الجوفية لآبار ناحية بهرز في محافظة ديالى*، مجلة نسق، المجلد 39، العدد 4، ص 731.
- محمود، عبد الحسن جويهل (2008). *حساب تغذية المياه الجوفية با استخدام تقنية متتبعات الأثر البيئية (ايون الكلوريد) في منطقة (سامراء - تكريت)*، مجلة كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة، العدد الاول، ص 223.
- الهيتمي، عروبة عبد الواحد عبد الحميد . (2002). *دراسة هيدروجيولوجية منطقة شرق الموصل*، جامعة بغداد، كلية العلوم، قسم علوم الارض، رسالة ماجستير ، ص 128.
- وزارة الموارد المائية. (2019). *المديرية العامة للمساحة ، قسم أنتاج الخرائط ، الخريطة الإدارية لمحافظة كربلاء*.
- وزارة التخطيط. (2019). *الجهاز المركزي للإحصاء، شعبة التخطيط والمتابعة، قسم الاحصائيات، الاحصائيات الطبيعية للعراق*.
- وزارة التخطيط. (2023). *الجهاز المركزي للإحصاء، دائرة التخطيط والمتابعة، قسم المدلولات السكانية*.

References

- A. Ait Lemkadem, J.-L. Michelot, A. Benkaddour, L. Hanich, و Heddoun.(2023) . *Origin of Groundwater Salinity in the Draa Sfar Polymetallic Mine Area Using Conservative Elements (Morocco)*. Water , 15, 82. <https://doi.org/10.3390/w15010082>.
- A. Gargini.(2020) . A. , *Ecohydrogeology: The interdisciplinary convergence needed to improve the study and stewardship of springs and other groundwater-dependent habitats, biota, and ecosystems*. Ecological Indicators 110: 105803.
- Altoviski M.E.(1962) . *Handbook of Hydrology*, Gosgolitzdat, Moscow, P 614.
- Anwar M. Barwary .(1995) ., *STATE ESTABLISHMENT OF GEOLOGICAL SURVEY AND MINING (GEOSURV)*, DIRECTORATE OF GEOLOGICAL SURVEY THE GEOLOGY OF KARBALA QUADRANGLE SHEET NI-83-41, (GM-24) SCALE .1:1250000.
- Appelo, C.A.J. and Postma, D. . P E Putra Ratri.(2022) . *Groundwater geochemistry and hydro geochemical processes assessment in Bantul, Yogyakarta, Indonesia*, The 7th International Conference on Water Resource and Environment (WRE 2), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 958.
- C.A.J. and Postma, D. Appelo.(2005) . Appelo, C.A.J. and Postma, D. 2nd ed: *Geochemistry Groundwater and Pollution*. A.A. Balkeema. Rotterdam,p 634.
- Domas, J.(1983) . *Mesopotamian Plain Project, the geology of Karbal- Kut - Ali Al-Gharbi area (the central sector)*, GEOSURV Library No.4831.pp 25.
- FAO.(1977) . *Food and Agriculture Organization* , Op.cit , p43.
- H. Schoeller.(1977) . *Qualitative evaluation of groundwater resources*. In *Methods and techniques of groundwater investigations and development*. UNESCO, 5483.
- Magdy M. M. S. El Maghraby Hend Hussein.(2024) . *Application of water quality index and statistical-hydrochemical techniques in groundwater assessment of the Quaternary aquifer, southwest Nile Delta of Egypt*, Applied Water Science, 14(143), pp144.
- R.J. Gibbs.(1970) . *Mechanisms controlling world water chemistry*. Science 170:1081 1090 –IDFC Foundation India Rural Development Report Orient Black swan, New Delhi .,
- S. A. Durov.(1948) . *Classification of natural waters and graphical representation of their composition*. Dokl. Akad. Nauk. USSR. 59(1):87-90 .
- Salih Muhammad Awadh.(2019) . *Hydrochemistry as a tool for interpreting brine origin and chemical equilibrium in oilfields: Zubair reservoir southern Iraq case study*, Applied Water Science. 9:65, pp. 65. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-0944-6>.
- WHO.(2003) . *Guidelines for Drinking Water Quality*, 2nd edition. Vol. 2, Geneva, Switzerland.
- Yongxian Zhang.(2024) . *Hydrochemical and Formation Mechanism Studies of Groundwater in Quaternary Aquifer in a Northern Plain of China: An Example of Beijing Plain*, MDPI, Basel, Switzerland. (16). pp 204.