Hydrogeochemical structure of Ground water In the Western part of the Marqia river Basin.

Dr. Ahmad Mohammed [*]
Dr. NorAldeen Yousef [**]
Samar Nasser [***]

(Received 7 / 9 / 2021. Accepted 31 / 1 /2022)

□ ABSTRACT □

Groundwater samples have been collected from eight locations in the western part of the Marqia River Basin, during two periods(June-October) of the year 2019.

A hydrochemical and Statistical study were carried out with the aim to determining chemical composition of groundwater, evaluation its validity and determining correlation coefficients between the basic components of this composition in order to know the basic variables that refer to the conditions and natural factors affecting this composition. It was found that there were no sharp changes either in salinity or in geochemical type of the water in the direction of groundwater movement. Moreover, that mutual influence between water, carbonic rocks and detrital which has a carbonate cement, led to development of carbon acid decomposition processes with these rocks.

Hence, it is rich in Mg, Ca, HCO_3 ions, and the dominance of Magnesium and calcareous hydrocarbon type of the water of the region.

The results of this study also confirmed that the filtration cycle played a main role in shaping the chemical composition of the groundwater.

Likewise, the marine transgression, marine sediments in the stratigraphic section, in addition to the intrusions of marine water affected in chemical composition of this water.

Key words : Hydrogeocheimstry , Marqia River, ground water quality.

[*]**Professor, Department Of Geology, Faculty Of Science, Tishreen University, Syria.**
Ahmadmm5764@gmail.com

****Doctor in wateriness resources organization in Tartous.**
*****Hydrogeology Master, Department Of Geology, Faculty Of Science, Tishreen University, Syria**
Samarnasser313@gmail.com

البنية الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية في الجزء الغربي من حوض نهر مرقية

د. أحمد محمد*

د. نور الدين يوسف**

سمر ناصر***

(تاريخ الإيداع 7 / 9 / 2021. قُبِل للنشر في 31 / 1 /2022)

□ ملخّص □

جمعت عينات المياه الجوفية من ثمانية مواقع في الجزء الغربي من حوض نهر مرقية ، خلال فترتين (حزيران–تشرين الأول) من العام 2019، نفذت عليها دراسة هيدروكيميائية وإحصائية بهدف تحديد التركيب الكيميائي للمياه الجوفية، وتقييم نوعها وتحديد معاملات الارتباط بين المكونات الأساسية لهذا التركيب بهدف معرفة المتغييرات الأساسية التي تشير إلى الظروف والعوامل الطبيعية المؤثرة في هذا التركيب، وقد تبين عدم وجود تغييرات حادة سواء بالملوحة أو النمط الجيوكيميائي للمياه باتجاه حركة المياه الجوفية، وبأن التأثير المتبادل بين المياه والصخور الكربوناتية والحطامية ذات الملاط الكربوناتي أدى إلى تطور عمليات الانحلال بحمض الكربون لهذه الصخور، وبالتالي غناها بشوارد Mg, Ca, HCO_3 ومن ثم سيطرة النمط الهيدروكربوناتي الكلسي المغنيزي في مياه هذه المنطقة.

كما أكدت نتائج هذه الدراسة أن الدورة الرشحية لعبت دوراً رئيساً في تشكل التركيب الكيميائي للمياه الجوفية، كما أن التجاوزات البحرية والرسوبيات البحرية في المقطع الستراتغرافي، إضافة إلى تداخلات المياه البحرية تركت بصماتها على التركيب الكيميائي لهذه المياه.

الكلمات المفتاحية: هيدروجيوكيمياء– نهر مرقية – نوعية المياه الجوفية.

* أستاذ – الهيدروجيولوجيا –قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة تشرين – سورية Ahmadmm5764@gmail.com

**باحث – مديرية الوارد المائية في طرطوس

***طالبة ماجستير – الهيدروجيولوجيا– قسم الجيولوجيا– كلية العلوم– جامعة تشرين–سورية Samarnasser313@gmail.com

مقدمة

تعد الدراسات الهيدروجيوكيميائية إحدى الوسائل المهمة التي تساعد في فهم ومعرفة أصل المياه، وتفسير الظروف الطبيعية والهيدروجيولوجية وتوجيه الدراسات الهادفة إلى استثمارها. فالتركيب الكيميائي للمياه الجوفية يتشكل تحت تأثير العديد من العوامل الطبيعية والاصطناعية وعبر عمليات متعددة من أهمها التحولات الفيزيا–كيميائية في المحلول المائي، التأثيرات المتبادلة بين المياه والصخور والعمليات الميكروبيولوجية، وهذا يرتبط بالدورة المنشئية لهذه المياه رشحية (قارية)، ترسيبية(بحرية) متحولة(أو مغماتية)[1]. إن تعقيد التركيب الكيميائي للمياه الجوفية لا يعود إلى وجود عدد كبير من العناصر الكيميائية فيها فقط، وإنما إلى اختلاف تراكيز هذه العناصر والتي تتغير حسب اختلاف أنماط المياه الجوفية، وأيضاً إلى تنوع الأشكال المنحلة لكل هذه العناصر، وكذلك حركة المياه الجوفية التي تؤدي إلى مزج أو اختلاط مختلف أنماط المياه الجوفية المختلفة النشأة.[2,3,4]

يعكس التركيب الكيميائي للمياه الجوفية الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدروديناميكية لمنطقة الدراسة، فالبنية الجيولوجية والهيدروديناميكية للمنطقة وتركيب صخورها يؤثر تأثيراً كبيراً على طبوغرافيتها، و على تشكل الظروف المناسبة لتجمع المياه المتسربة ضمن صخورها النفوذة وحركتها، وأيضاً على تشكل أنماطها الهيدروجيوكيميائية المختلفة مما يجعل كل خزان مائي يملك خصائص كيميائية خاصة به.[5]

أهمية البحث وأهدافه

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة وأصلها والسحنات الهيدروجيوكيميائية السائدة فيها، وتوزع الشوارد الرئيسة المكونة للمياه الجوفية والتغيرات الزمانية والمكانية للخصائص الهيدروكيميائية لها.

طرائق البحث ومواده

أجريت الدراسة على بعض الآبار ضمن منطقة الدراسة أو على حدودها، وقد بلغ عددها ثمان آبار، تم اختيار مواقع هذه الآبار بحيث تشمل كافة أرجاء منطقة الدراسة ، وكافة التوضعات الجيولوجية السائدة فيها.

شملت القياسات تحديد إحداثيات تلك الآبار وارتفاعات فوهاتها عن سطح البحر باستخدام جهاز الGPS ، وتحديد الطبقة الحاملة للمياه في كل منه االجدول (1)، وفيما يتعلق بالتركيب الكيميائي للمياه الجوفية تم أخذ العينات من الآبار المعتمدة في منطقة الدراسة خلال فترتين مميزتين من العام 2019: فترة التحاريق (الجفاف) حين يكون منسوب المياه في أدنى حدوده في شهر تشرين الأول وفترة الهطولات المطرية في شهر حزيران حيث الارتفاع الأعظمي لمنسوب المياه الجوفية. وبهدف تأمين سلامة العينات المقطوفة من آبار شبكة المراقبة المعتمدة، تم جمع العينات في عبوات بولي ايتلين حجمها 1 لتر مغسولة بشكل جيد بالماء المقطر ضمن المخبر، كما غسلت بمياه المصدر المائي ثلاث مرات قبل قطفها، وحفظت بشكل جيد إلى حين وصولها إلى المخبر، واختيرت الطرائق التحليلية المناسبة بغية الوصول إلى نتائج دقيقة.

الجدول (1) إحداثيات الآبار المعتمدة في الدراسة

الرقم البئر واسمه	عمق البئر (م)	الطبقة الحاملة للمياه	الإحداثية X^O	الإحداثية Y^O	الارتفاع المطلق لفوهة البئر (م)	متوسط الارتفاع المطلق للمنسوب(m)
1 مزرعة الحنفية	95	k+Qحرة	35.90231	35.01181	24.8	9.2
2 غرب الروضة	120	Q+Pgحرة	35.91096	35.03595	19.5	16
3 القمصية	83	Pg–حرة	35.955797	35.046546	13	7.5
4 مرقية غرب الاتوستراد	35	Q–حرة	35.91367	35.029736	4	-3.9
5 شمال مفرق زمرين	200	K–مضغوطة	35.95942	35.008878	6	5.82
6 الحنفية	185	K–حرة	35.961482	35.03476	184	49.4
8 عزيت	320	K–حرة	35.95084	35.066299	248	16.7
11 قرقفتي	400	K–حرة	35.972695	35.068155	181	71.6

تم استخدام جهاز (Flame photo mete) من أجل قياس تركيز الصوديوم والبوتاسيوم، وجهاز قياس العكارة (Nephometer) ومنه يحدد تركيز شاردة الكبريتات، فضلاً على طرائق المعايرة للكشف عن شوارد الكلور والكربونات والبيكربونات والكالسيوم والمغنيزيوم.

تم أيضاً معالجة نتائج التحاليل الكيميائية للمياه المقطوفة بالفترات الزمنية الأولى والثانية على التوالي بوحدات (mg/l, epm/l, epm%).

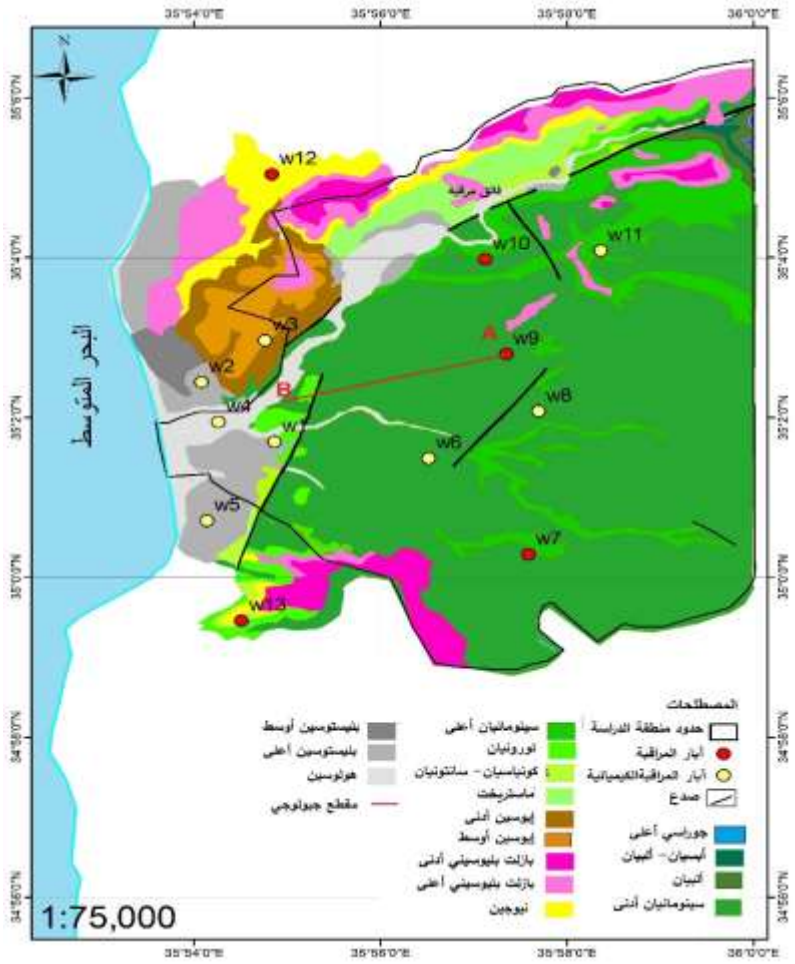
الموقع والمميزات العامة لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في القسم الجنوبي من حوض الساحل شكل (1) شمال مدينة طرطوس، وهي عبارة عن القسم الغربي من حوض نهر مرقية، بمحاذاة الشريط الساحلي، تمتد المنطقة ضمن الإحداثيات الآتية:

Y :34,56" N ، 35.06" N ، X:35.54" E , 36.00" E

تبلغ المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة حوالي92 كم^2.

تتميز منطقة الدراسة بسهل ساحلي ضيق، وتدرج مرتفع للطبوغرافيا يصل إلى 100م أحياناً، كما تحيط به هضاب تلالية تتراوح ارتفاعاتها بين (400–100)م فوق سطح البحر، وهي تقسم حسب طبيعة التضاريس إلى منطقتين متباينتين جيومورفولوجياً: (منطقة السهل الساحلي –منطقة الهضاب التلالية)، تتدرج الارتفاعات الطبوغرافية بالارتفاع من الأطراف الجنوبية الغربية باتجاه الأطراف الشمالية الشرقية والشرقية، حيث تؤثر تغييرات الارتفاع على اتجاه حركة المياه الجوفية والسطحية وعلى كثافة الشبكة الهيدروغرافية حيث تكون كثيفة بالشرق وتقل كثافتها باتجاه الغرب والجنوب.[6]

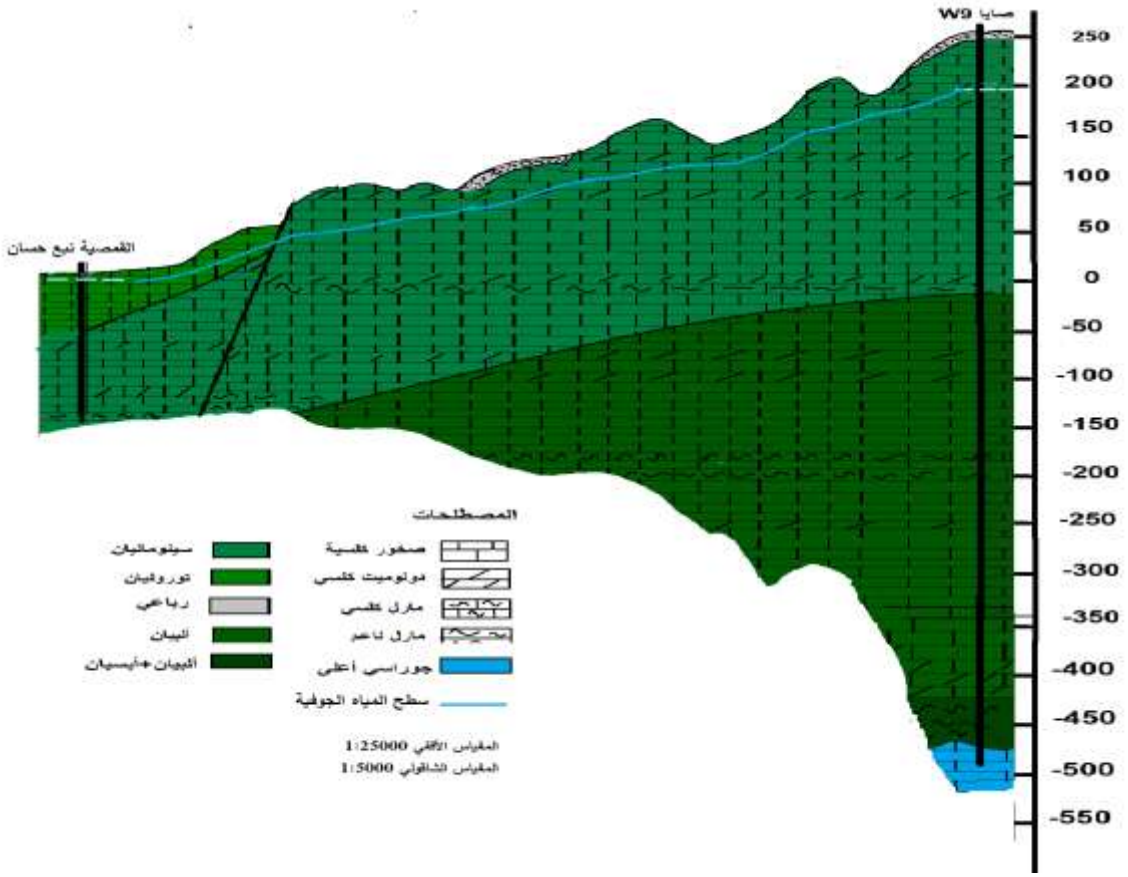


الشكل (1) خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة

يتميز مناخ المنطقة الساحلية بشكل عام بأنه مناخ متوسطي يتميز بفصلين رئيسين : شتاء ماطر ومعتدل إلى بارد يهطل فيه أكثر من (90%) من الهطولات المطرية، وصيف حار وجاف نسبياً لا تهطل فيه الأمطار إلا نادراً [7]. يلاحظ بشكل عام وبصورة واضحة تغير الظروف المناخية في حوض الساحل حسب طبيعة المناطق جبلية أو سهلية أوقريبة من شاطئ البحر.

تتكشف في منطقة الدراسة مجموعة من الصخور التي تعود إلى أعمار مختلفة بدءاً من الكريتاسي وحتى الرباعي شكل (2)، تكون التوضعات الأقدم في الجزء الشرقي من المنطقة تليها باتجاه الغرب التوضعات الأحدث عمراً ، تحتل توضعات الكريتاسي حوالي 80% من مساحة منطقة الدراسة وتغلب عليها الطبيعة الكلسية الدولوميتية، تتمثل توضعات الباليوجين في الجزء الشمالي الغربي بنسبة ضئيلة جداً من مساحة منطقة الدراسة مؤلفةً من حجر كلسي مع تناوبات مارلية، بينما تتمثل توضعات النيوجين في منطقة الدراسة بالبليوسين وهي عبارة عن توضعات مارلية بشكل عام وكلسية وكونغلوميراتية وبازلت على شكل صبات متفرقة في المنطقة، تليها توضعات الرباعي العائدة للبليستوسين الأوسط والأعلى والهولوسين ممتدة على طول شاطئ البحر، تتألف ليتولوجياً من أحجار رملية ذات ملاط كلسي ذات

منشأ متنوع (نهري، بحري، ريحي)، تعد منطقة الدراسة هادئة تكتونياً رغم انتشار عدد من الصدوع في أرجائها تأخذ اتجاه شمال شرق – جنوب غرب.[7]



شكل (2) مقطع هيدروجيولوجي (A–B) اتجاه شرق – غرب

يتميز الوضع الهيدروجيولوجي في منطقة الدراسة بالانتشار الواسع للطبقات الحاملة للمياه العائدة إلى أعمار مختلفة، وقد تبين من خلال تحليل الخرائط الهيدروجيولوجية والدراسات السابقة وتحليل معطيات بعض الآبار المحفورة وجود حاملين مائيين رئيسيين حامل مائي حر يتواجد ضمن توضعات السينومانيان والتورونيان في مناطق تكشفها تتحول مياهه إلى مياه مضغوطة تحت الطبقات الكتيمة العائدة للماستريخت التي تتراوح سماكتها بين 5 و60م أو تحت التوضعات البركانية السميكة القاسية أو المتفسخة مع مستويات غضارية سميكة، وحامل مائي حر مياهه قليلة العمق يتواجد ضمن توضعات الرباعي والنيوجين الرسوبية والبازلتية حيث تتواجد مياهه ضمن اللحقيات الرباعية وفي بعض الصبات البازلتية المشققة والمتوضعة في منطقة الشريط الساحلي مباشرة فوق التوضعات الباليوجينية والنيوجينية المؤلفة من اندفاعات بركانية وحجر كلسي غضاري تلعب مع توضعات الكريتاسي الأعلى (الماستريخت) دور الطبقة الكتيمة التي تفصل ما بين مياه الرباعي والنيوجين ومياه الكريتاسي الأعلى (السينومانيان والتورونيان) علماً أن الباليوجين يحوي في بعض مناطق انتشاره على مياه جوفية ولكن بشكل محدود جداً. وقد أثرت في المنطقة مجموعة كبيرة من الفوالق وأهمها فالق مرقية الذي يأخذ اتجاه شمال شرق– جنوب غرب شكل(1)، وهذا أدى إلى اتصال هيدروليكي بين الحاملين وبالتالي إلى تشكيلها منظومة هيدروجيولوجية واحدة.

النتائج والمناقشة:

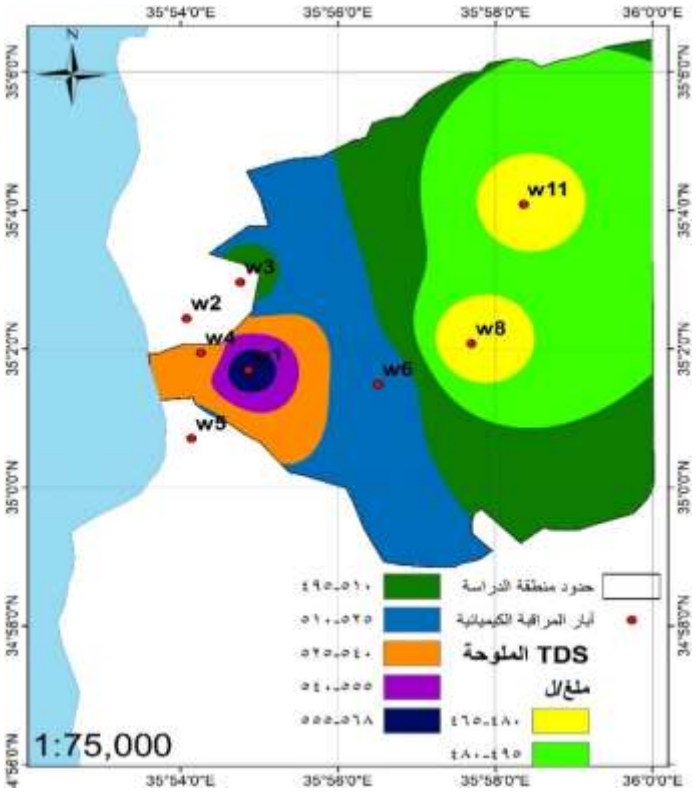
عند دراسة الظروف الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية وتفسير الشروط المنشئية لاكتساب كيميائية هذه المياه يأتي في طليعة العوامل التي تعطي أهمية خاصة، اتجاه حركة المياه الجوفية طالما أن هذا العامل يحدد قابلية الحركة ويؤثر تأثيراً مباشراً على الأنماط الهيدروجيوكيميائية السائدة. إن من أهم مظاهر تأثير اتجاه حركة المياه الجوفية على تركيبها الكيميائي هو التغيرات في الملوحة وفي نمط السحنات الهيدروكيميائية السائدة باتجاه حركة المياه الجوفية والذي لا يخضع لهذه القاعدة ظاهرة نادرة [8,9,10]. فعلى سبيل المثال تكون التغيرات في الملوحة على الأجزاء التي تتصف بتعدد مسارات الحركة قليلة جداً وهذا ينطبق على حالة منطقة الدراسة التي تتميز بعدة اتجاهات لحركة المياه الجوفية وقصر مسارات الحركة وهي تتوافق مع الميل الطبوغرافي وتتجه عموماً باتجاه البحر والأودية، وبميل هيدروليكي يتراوح بين 0.0003–0.001. كما أن الشكل العام للشبكة الهيدروديناميكية لا يتغير خلال العام.

لقد أظهرت نتائج التحاليل الكيميائية لآبار شبكة المراقبة ضمن حدود منطقة الدراسة ومحيطها جدول (2) بأن قيمة الملوحة تزداد مع اتجاه حركة المياه الجوفية بشكل طفيف الأشكال (4–3)، حيث تكون القيم منخفضة في الشرق وتزداد باتجاه الغرب (البحر) ولكنها بقيت ضمن الحدود المسموح بها، وهي تملك علاقة ارتباط إيجابية متوسطة مع كل من شوارد NO_3 , Na, Ca حيث أخذت معاملات الارتباط في التحليل الإحصائي لمتوسط فترتي التحليل بين ال TDSوهذه الشوارد القيم الأتية: r=0.5, r=0.6 ,r = 0.6 على الترتيب الجدول(3).

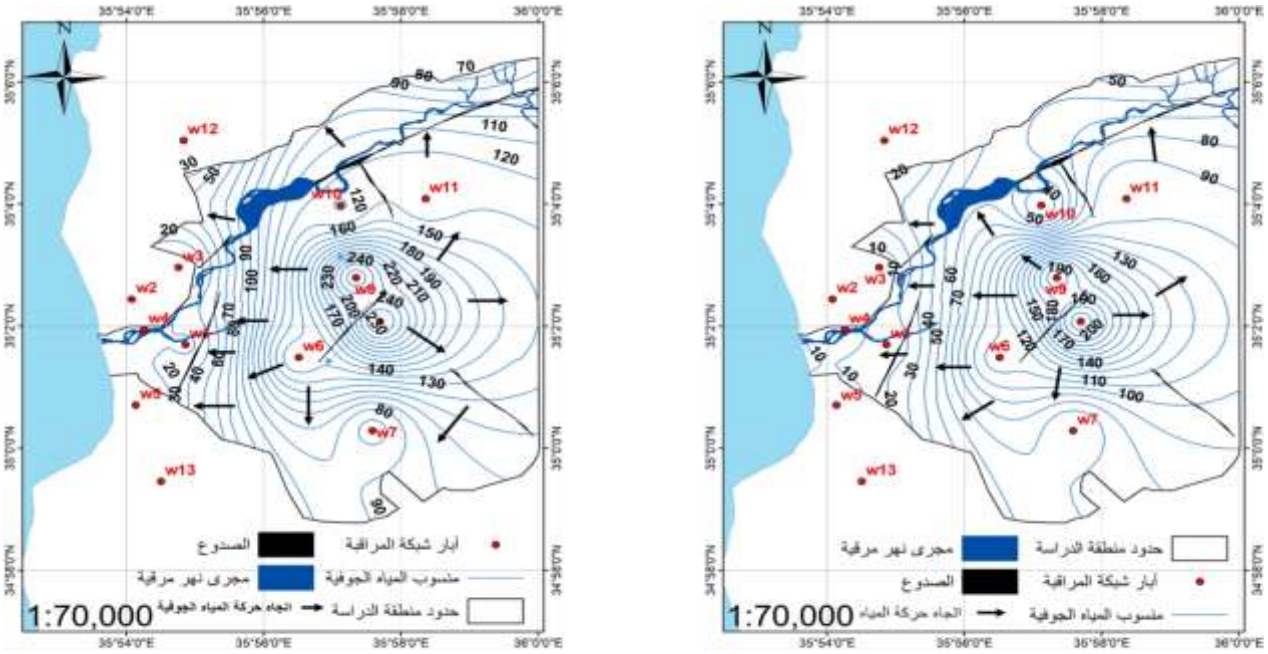
تعد مياه الأمطار أهم مصادر تغذية المياه الجوفية في المنطقة المدروسة وهي تلعب دوراً أساسياً في تشكل التركيب الكيميائي للمياه الجوفية فعندما تتسرب هذه المياه الحاوية على غاز CO_2 داخل طبقات المقطع الجيولوجي الكلسية والدولوميتية تقوم بحل هذه الصخور وبالتالي تؤدي إلى ازدياد تركيز البيكربونات حيث بلغت أعلى قيمة لها في بئر غرب الروضة (305 ملغ/ل) .وهذا ما تدل عليه النسبة الجيوكيميائية1<< $\frac{Ca+Mg}{Na+K}$ التي قيمها أكبر من (1) بكثير جدول (2)، وهي توحي بالطبيعة الكلسية الدولوميتية والمارلية للحوامل المائية المدروسة وهي عموماً تميز المناطق الرطبة التي تتفوق فيها كمية الهطولات على التبخر والتي تتوضع على عمق بضعة أمتار ونادراً ما تتجاوز بضعة عشرات الأمتار، كما يظهر بشكل عام تأثير التضاريس بشكل واضح على تركيب المياه الجوفية حيث تم ملاحظة القانونية التالية حسب العالم باسخوف[11]، وهي أنه في الأجزاء المرتفعة من المنطقة حيث أن الصخور تغسل بشكل جيد تتمتع فيها المياه الجوفية بملوحة منخفضة جزئياً (عزَيت، قرقفتي ، الحنفية) بينما في الأجزاء المنخفضة التي يتجه إليها الجريان الجوفي تزداد الملوحة (مرقية غرب الأوتوستراد، غرب مزرعة الحنفية)، أي تأخذ طابعاً مناطقياً(من الأجزاء المركزية إلى الوديان النهرية).

الجدول (2) متوسط قيم الشوارد خلال فترتي التحليل

البئر	الطبقة الحاملة للمياه الجوفية	Units	Cations				Anions				$\frac{Cl}{SO_4}$	$\frac{Ca+Mg}{Na+K}$	علاقة التركيب الكيميائي وفق علاقة كوروليوف
			Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	NO_3^-			
غرب مزرعة الحنفية	رباعية + كريتاسي حرة	mg/l	14.75	0.23	104	10.8	305	33.8	19.04	42.39	0.47	10.2	
		epm	0.64	0.006	5.2	0.88	5	0.95	0.4	0.68			
		epm%	9.51	0.89	77.3	13.08	71.11	13.51	5.68	9.67			
غرب الروضة	رباعي + باليوجين حرة	mg/l	28	0.22	100	13.2	305	39	32.1	21.56	0.6	4.9	
		epm	1.22	0.01	5	1.07	5	1.1	0.67	0.34			
		epm%	16.71	0.13	68.48	14.65	70.31	15.46	9.42	4.78			
القمصية	باليوجين حرة	mg/l	13.5	0.27	48	37.2	265	31.2	25.8	27.61	0.64	9	
		epm	0.58	0.01	2.4	3.03	4.37	0.88	0.53	0.44			
		epm%	9.63	0.01	39.86	50.32	70.04	14.14	8.51	7.07			
مرقية غرب الأتوستراد	رباعي حرة	mg/l	20	0.25	54	45	275	26	45.7	35.17	1.32	12.3	
		epm	0.51	0.006	2.7	3.67	4.51	0.74	0.99	0.56			
		epm%	7.4	0.08	39.2	53.29	66.29	10.87	14.55	8.23			
شمال مفرق زمرين	كريتاسي مضغوطة	mg/l	21.75	0.38	78	21.6	260	36.4	41.2	28.92	1	5.9	
		epm	0.95	0.01	3.9	1.76	4.26	1.03	0.86	0.46			
		epm%	14.34	0.15	51.9	26.58	64.42	15.57	13.01	6.95			
الحلقة	كريتاسي حرة	mg/l	17.75	0.15	87	28.8	280	29	21.85	43.74	0.42	8.7	
		epm	0.77	0.004	4.35	2.35	4.59	1.1	0.46	0.71			
		epm%	10.3	0.05	58.19	31.43	66.89	16.03	6.7	10.34			
عزيت	كريتاسي حرة	mg/l	9.75	0.22	74	25.2	285	31.2	26.88	13.81	0.68	13.5	
		epm	0.42	0.007	3.7	2.05	4.68	0.88	0.56	0.22			
		epm%	6.79	0.11	59.88	33.18	73.76	13.89	8.84	3.47			
قرقلتي	كريتاسي حرة	mg/l	13.5	0.27	53	33	285	39	31.92	18.88	0.6	8.9	
		epm	0.59	0.006	2.65	2.69	4.43	1.1	0.67	0.31			
		epm%	9.93	0.1	44.6	45.3	69.17	16.2	9.92	4.59			



الشكل (3) تغييرات الملوحة في منطقة الدراسة



الشكل (4) خارطة هيدروديناميكية في منطقة الدراسة

الجدول(3) معاملات الارتباط بين المكونات الأساسية العينات المحللة لمتوسط فترتي التحليل

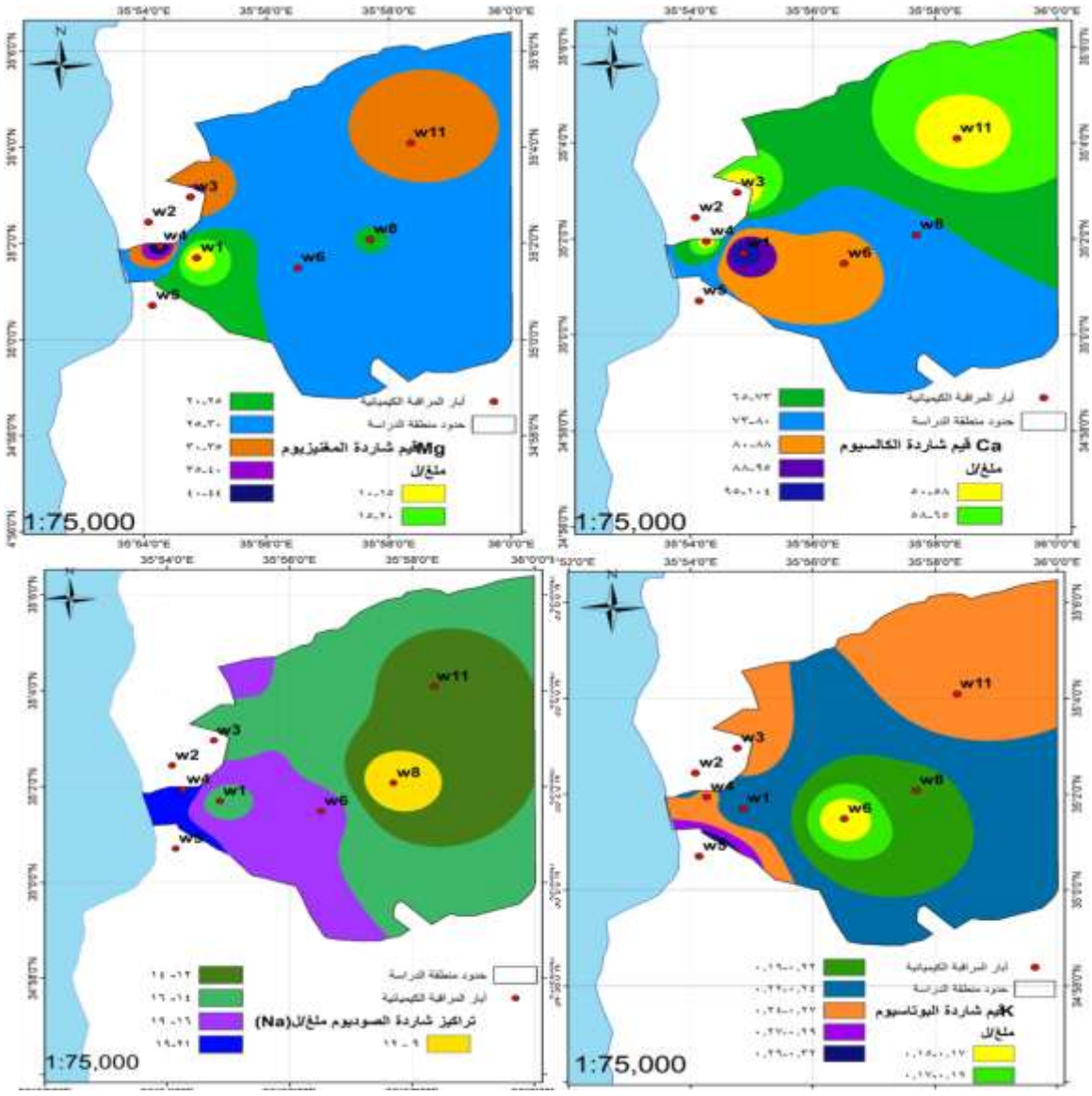
Correlations

	الملوحة	Na	K	Ca	Mg	HCO_3	Cl	SO_4	NH_3	NO_2	NO_3	PO_4
الملوحة	1											
Na	.643	1										
K	-.099-	.128	1									
Ca	.505	.399	-.313-	1								
Mg	-.350-	-.273-	.044	-.902-	1							
HCO_3	.420	.150	-.554-	.678	-.640-	1						
Cl	.118	.284	.365	.282	-.588-	.333	1					
SO_4	-.019-	.460	.593	-.415-	.436	-.447-	-.038-	1				
NH_3	-.231-	-.210-	.036	-.223-	-.005-	.067	.648	-.223-	1			
NO_2	.182	.442	-.444-	.333	-.095-	-.044-	-.068-	-.193-	.081	1		
NO_3	.663	.155	-.263-	.318	-.025-	.009	-.468-	-.212-	-.400-	.326	1	
PO_4	.158	.148	.399	-.518-	.640	-.443-	-.467-	.775	-.447-	-.383-	.231	1

إن قيم شاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم في المنطقة يتراوح بين (48-104 ملغ/ل) و(10.8-45ملغ/ل) على التوالي، ويلاحظ وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين الكالسيوم والبيكربونات r=0.6 وهذا يدل على المصدر المشترك لهاتين

الشاردتين (انحلال الصخور الكربوناتية بمياه الامطار) حيث تزداد قيم شاردة الكالسيوم باتجاه الغرب بالتوافق مع اتجاه حركة المياه الجوفية شكل (5) .

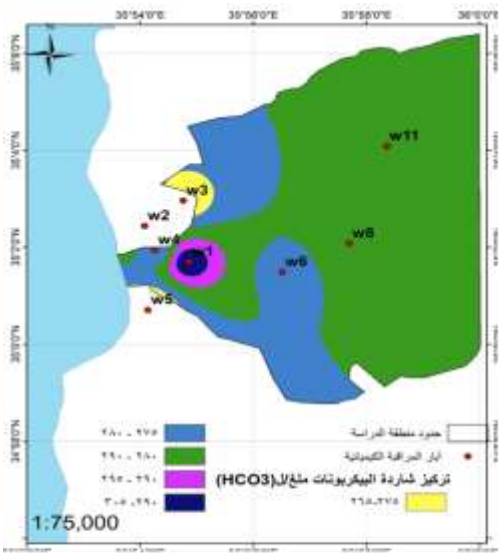
أما بالنسبة لشاردة المغنيزيوم فقد لوحظ أنه يتناقص باتجاه الجنوب الغربي وسجلت أعلى قيمة في بئر مرقية غرب الاوتوستراد كما لوحظ قيم مرتفعة نسبياً في آبار (قرقفتي– القمصية) الشكل(4)، وهذا يعود إلى الانحلالية الضعيفة لصخور الدولوميت وقلة انتشارها في هذه المنطقة بالمقارنة مع انتشار الصخور الكلسية وهذا ما دلت عليه علاقة الارتباط السلبية بين الكالسيوم والمغنيزيوم والتي بلغت r=−0.9 والذي يدل على أن منشأ الكالسيوم والمغنيزيوم في مياه منطقة الدراسة من مصدرين مختلفين ، وكما يتبين عدم وجود علاقة ارتباط بين المغنيزيوم وكل من النتريت والأمونيا مما يدل بأنه ليس لشاردة المغنيزيوم في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة منشأ عضوي.

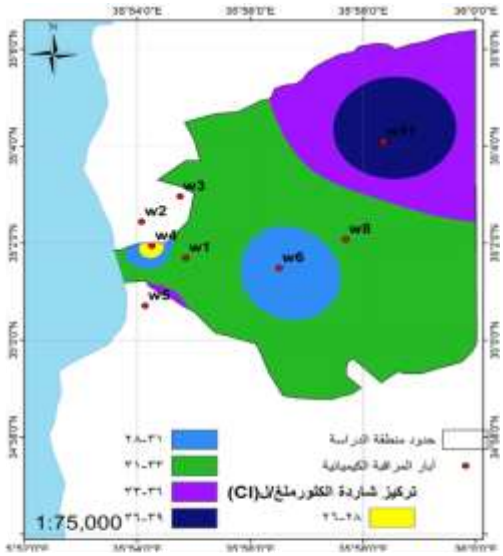


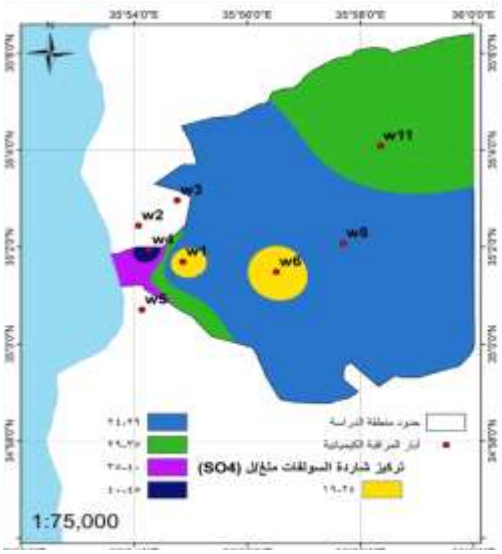
الشكل (5) توزع الشوارد الموجبة في منطقة الدراسة (القيم مأخوذة بشكل وسطي لفترتي التحليل الكيميائي).

إن أهم المصادر الأساسية للكلور وللصوديوم في المياه الجوفية في المناطق المتاخمة للبحر هي المياه البحرية حيث يتم انتقالها من مياه البحر والمحيطات إلى المياه العذبة في نقاط تماسهما بفعل عمليات التبادل الشاردي، لكن لوحظ

وجود علاقة ارتباط ضعيفة بين الكلور والصوديوم حيث بلغت r=0.2 وذلك يدل على أن تشكل هاتين الشاردتين يتم بطرائق غير متشابهة ، حيث يعزى وجود الصوديوم في منطقة الدراسة عموماً إضافة إلى ذوبان رقائق الهاليت المتواجدة في التوضعات الغضارية وتجوية الصخور الاندفاعية الألمينوسيليكاتية المنتشرة في المنطقة أيضاً إلى عمليات التبادل الشاردي مع المياه البحرية، حيث تدل على ذلك القيم العالية للنسبة $\frac{Cl}{SO4}$ التي هي في أغلب آبار المنطقة أكبر من 0.5 باستثناء بئري غرب مزرعة الحنفية وبئر الحنفية جدول (2) وهذا يدل على عدم تأثرها بمياه البحر[9]، بينما الكلور تواجد في شمال شرقي منطقة الدراسة حيث كانت أعلى نسبة له في بئر قرقفتي (39ملغ/ل) كقيمة وسطية والذي قد يعود لوجود سماكة لابأس بها من الغضاريات على السطح تأثرت بعمليات التجوية مما أدى إلى تشكل رقائق من الهاليت ضمنها تذوب بمياه الأمطار الراشحة وتتسرب إلى المياه الجوفية، إضافة إلى النشاط الصناعي وتسرب مياه الصرف الصحي والذي يدل عليه علاقة الارتباط الإيجابية بين الأمونيا والكلور r=0.6 المنتشر في منطقة الدراسة، كما الشكل(6). بينما يعود وجود شاردة السولفات في المياه الجوفية إلى انحلال بعض الفلزات الجصية وكذلك على تسرب مياه الصرف الزراعي التي تحتوي على بقايا الأسمدة المحتوية الكبريتات والتي تدل عليه علاقة الارتباط الإيجابية بين الكبريتات والفوسفات حيث بلغت r=0.7 وأيضاً الكبريتات والبوتاسيوم r=0.5 ، وتتراوح تراكيز السولفات كقيم وسطية بين (45.7–19 ملغ/ل) وعموماً تتوافق الزيادة الطفيفة لهذه الشاردة مع اتجاه حركة المياه الجوفية شكل (6).







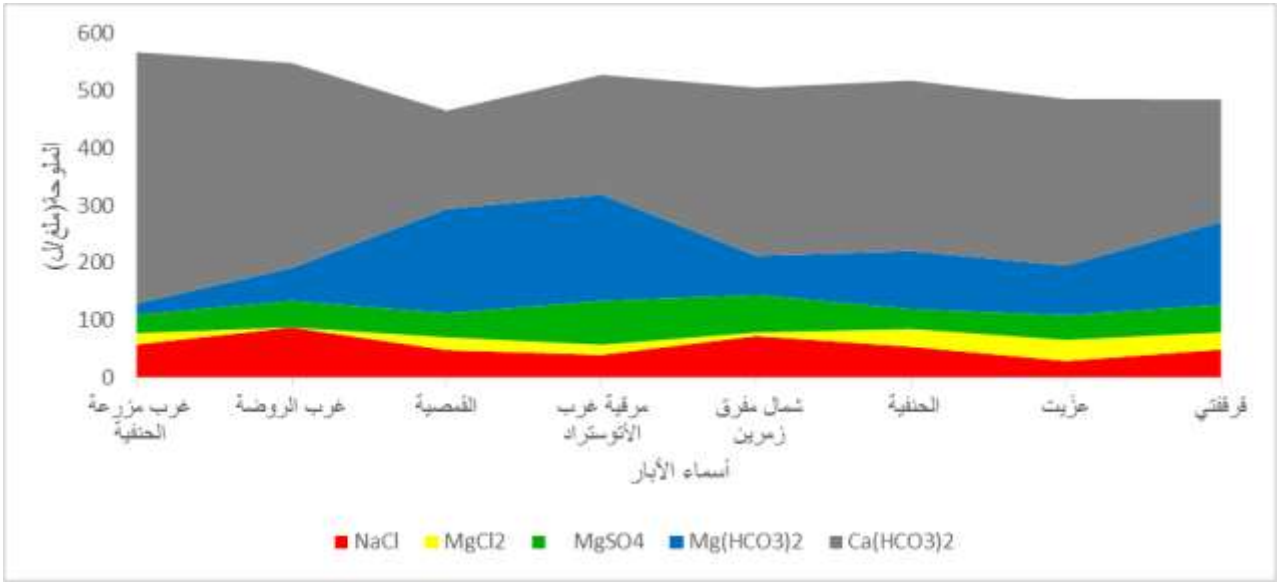
الشكل(6) توزع الشوارد السالبة في منطقة الدراسة (القيم مأخوذة وسطياً لفترتي التحليل الكيميائي).

عموماً يلاحظ في المنطقة سيطرة السحنة الهيدروكربوناتية وهي تقسم بدورها إلى عدة مجموعات حسب الشاردة الموجبة المسيطرة وهي تعكس تركيباً بيكربوناتياً كلسياً أو مغنيزياً أو صودياً في منطقة الدراسة، وتعود سيطرة هذه السحنة إلى زيادة نسبة البيكربونات من جراء الانحلالية العالية للصخور الكربوناتية خلال زيادة التغذية الراشحة وارتفاع منسوب المياه الجوفية (وخصوصاً خلال فترة التحليل الأولى) ويوضح الجدول (4) الوصف العام للسحنات الهيدروكيميائية السائدة في منطقة الدراسة.

الجدول(4) يوضح الوصف العام للسحنات الهيدروكيميائية السائدة في منطقة الدراسة.

فترة التحاليل	الوصف العام		الآبار
	حسب الشاردة السالبة المسيطرة	حسب الشاردة الموجبة المسيطرة	
فترة التحليل الأولى (حزيران2019)	مياه هيدروكربوناتية	كلسية –مغنيزية	عزيَت
	مياه هيدروكربانتية– سولفاتية	كلسية –مغنيزية	شمال مفرق زمرين
	مياه هيدروكربوناتية–كلوريدية	كلسية–صودية	غرب مزرعة الحنفية
		كلسية– مغنيزية	القمصية
		كلسية–مغنيزية–صودية	الحنفية
		مغنيزية –كلسية	قرقفتي
	مياه هيدروكربوناتية– كلوريدية –سولفاتية	كلسية – مغنيزية–صودية	غرب الروضة
	مياه هيدروكربوناتية– سولفاتية – كلوريدية.	كلسية –مغنيزية–صودية	مرقية غرب الأتوستراد
فترة التحليل الثانية (تشرين الأول 2019)	مياه هيدروكربوناتية–كلوريدية	كلسية– مغنيزية	غرب مزرعة الحنفية عزيت
		مغنيزية–كلسية	الحنفية القمصية
		كلسية–مغنيزية–صودية	غرب الروضة
	مياه هيدروكربوناتية– سولفاتية	مغنيزية–كلسية–صودية	مرقية غرب الأوتوستراد
	مياه هيدروكربوناتية– كلوريدية – سولفاتية	مغنيزية – كلسية	شمال مفرق زمرين
		كلسية–مغنيزية	قرقفتي

تشير هذه الأنماط إلى وجود عدد من الأملاح المفترضة في المياه الجوفية لمنطقة الدراسة قمنا بحسابها في عينات المياه المحللة، ويوضح الشكل (7) الجدول (5) القيم الوسطية للأملاح المفترضة التي يمكن أن تتشكل في مياه العينات وتوزع الأملاح في منطقة الدراسة.



الشكل(7) مخطط يعكس نسبة الأملاح المفترضة في منطقة الدراسة

جدول(5) القيم الوسطية للأملاح المفترضة في عينات المياه الجوفية المحللة

اسم البئر	البارمترات الهيدروكيميائية		التركيب الملحي للمياه الجوفية في منطقة الدراسة							
	$\frac{Cl-(K+Na)}{Mg}>1$	$\frac{Cl-(K+Na)}{Mg}<1$	NaCl epm%	$MgCl_2$ epm%	$CaCl_2$ epm%	Na_2SO_4 epm%	$MgSO_4$ epm %	$CaSO_4$ epm%	$Mg(HCO_3)_2$ epm%	$Ca(HCO_3)_2$ epm%
غرب مزرعة الحنفية	–	0.22	10.1	3.5	–	–	5.6	–	3.5	77.3
غرب الروضة	–	−0.12	15.5	–	–	1.3	8.4	–	10.3	64.5
القمصية	–	0.09	9.6	4.5	–	–	8.5	–	36.7	34.7
مرقية غرب الأتوستراد	–	0.06	7.4	3.4	–	–	14.5	–	35.1	39.6
شمال مفرق زمرين	–	0.04	14.3	1.2	–	–	13	–	13.5	58.2
الحنفية	–	0.14	10.3	6	–	–	6.7	–	19.5	57.5
عزيت	–	0.22	6.8	7.5	–	–	8.8	–	17.6	59.3
قرقفتي	–	0.19	10	6.2	–	–	9.9	–	29.8	44.1

إن عرض التركيب الكيميائي للمياه بهيئة أملاح ينظر إليه في الدراسات الهيدروجيوكيميائية كعمل يسمح بفهم وإدراك أفضل للتركيب الكيميائي للمياه الجوفية وآلية تشكله، فالصيغة الشاردية للتركيب الكيميائي للمياه صالحة للمياه ذات الملوحة المنخفضة والعادية، ولكن عند زيادة تركيز الأملاح المنحلة تقوى علاقات التأثير المتبادل، وهذا يؤدي إلى ظهور عمليات معاكسة لعمليات التفكك والتحلل، أي بمعنى آخر تطور عمليات الاقتران والانحلال [11]. وكما يتضح من معطيات الجدول السابق (5) فإنه في عينات المياه المأخوذة من أغلب الآبار ولمتوسط فترتي التحليل المعتمدة يتشكل ملح ($MgCl_2$) الدال على وجود رسوبيات بحرية في المقطع الستراتغرافي تحتوي على فلزات المغنيزيوم والكلور في هذه المنطقة حيث تتحقق في الآبار المحللة العلاقة1> $\frac{Cl-(K+Na)}{Mg}$.

كما يلاحظ تشكل ملح Na_2SO_4 في بئر غرب الروضة جدول (5) وهذا برأينا يعود إلى ذوبان المخلفات الزراعية وتسربها عبر المياه الراشحة وليس إلى انحلال الفلزات السولفاتية (وخصوصاً الجص) المتواجد بشكل قليل جداً وقد دلت على ذلك علاقة الارتباط الإيجابية القوية بين PO_4 وSO_4 (r=0.77).

الاستنتاجات والتوصيات

1.غياب التغيرات الحادة سواء بالملوحة أو بالنمط الجيوكيميائي للمياه باتجاه حركة المياه الجوفية ويفسر ذلك بتعدد اتجاهات هذه الحركة وتناقص سرعتها، وأيضاً تتناقص سماكة المستوي الحامل للمياه في هذا الاتجاه وبشكل عام لا تزيد نسبة ملوحة المياه الجوفية عن 0.56 غ/ل.

2.إن عدم الاختلاف الكبير في الخصائص الهيدروكيميائية (سواء بالملوحة أو بالتركيب الكيميائي) في مختلف أجزاء هذه المنطقة، يؤكد تصورنا عن البنية الهيدروجيولوجية للمنطقة وخصائصها الهيدروديناميكية وهو امتلاك الجريانات المائية الأساسية فيها لعلاقة هيدروليكية فيما بينها، وبالتالي تشكيلها جرياناً واحداً ذي خصائص متجانسة في أغلب أجزائه.

3.تلعب الدورة الرشحية دوراً رئيساً في تشكيل التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في هذه المنطقة ويتجلى ذلك من خلال تشكل عدد من الصيغ الملحية وخاصة أملاح الكربونات و السولفات: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$,$MgSO_4$, وزيادة قيم النسبة الجيوكيمائية1<< $\frac{Ca+Mg}{Na+K}$ في جميع الآبار المدروسة.

4.التأثير المتبادل للمياه الحرة مع الصخور الكربوناتية والحطامية ذات الملاط الكربوناتي أدى إلى تطور عمليات الانحلال بحمض الكربون لهذه الصخور وبالتالي غنى المياه بشوارد HCO_3 ,Ca ,Mg

5.تركت التجاوزات البحرية والرسوبيات البحرية في المقطع الستراتيغرافي للمنطقة إضافة إلى تداخلات المياه البحرية بصماتها على التركيب الكيميائي للمياه الجوفية وتجلى ذلك من خلال تشكيل الصيغ الملحية التالية :NaCl, MgCl وقيم العلاقة $\frac{Cl-(K+Na)}{Mg}$ التي كانت في جميع الآبار أقل من1.

6. تتأثر المياه الجوفية بالأنشطة الاقتصادية الكثيرة والمتنامية في هذه المنطقة وهذا يتجلى من خلال زيادة قيم NO_3 في مياه بعض الآبار وأيضاً علاقة الارتباط القوية بين SO_4 و PO_4 (r=0.77)

- لذلك نوصي بإنشاء شبكة مراقبة منتظمة لرصد نوعية المياه الجوفية، ومراقبة تطور تلك النوعية مع الزمن، فضلاً عن إجراء كافة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية للمياه لتقييم مدى صلاحيتها للشرب. بالإضافة إلى تقييم قابلية

الطبقة المائية للتلوث، ودراسة هجرة الملوثات وانتقال الشوارد باتجاه مصادر المياه الجوفية والسطحية لحمايتها من التلوث، واتخاذ إجراءات لحماية المنظومة المائية بكاملها من التلوث في هذه المنطقة.

Reference

1.SHPHARTSIV, S. B. Hydrogeochemical of Heparginiz area, Moscow, Nedra. (Russian)
2.MOHAMMAD, AHMAD. ***Applied Hydrogeology***. Department of Geology, College of Science, publication of Tishreen Univercity, 2013.
3.EUGENE, P;ADINA, P.and BIANCA, P.Ground water geochemistry of the Yucatan peninsula, Mexico: Constrains on stratigraphy and Hydrogoelogy. Journal of Hydrology 367, 27-40 science direct ,2019.
4. ABDEL-LATTIF, A. Groundwater chemistry of the shallow aquifer EL-TUR AREA, south Sinai ,Egypt. Journal of Environmental Hydrology , Vol.11,11 Set. 2003.
5.DHV, TON-NITG Dutch company *et al*., project of water resources in the coast basin in eigh folders, 2004.
6.Geological map of Syria (Demonstrative Note of Banias label) scale 1:50000.
7.Project of the Detailead water balancing study in the Coast Basin, Fourth folder,2015.
8.DOMEICO, P.A.; SCHWARTZ , F.W. physical and chemical hydrology. John wiley and sons Inc, New Yourk ,1990,506.
9.BETIVA, K.A. Hydrogeochemical – Make up the chemical composition of the groundwater.Moscow.1978,328.(Russian)
10.SANDRA, M.B. and George ,L.L. Regionocl ground water Flow and geochemistry in the Midwestern basins and Arches aquifer sestem in parts of Indiana, Ohio, Michigan ,ILLionois ,US. Geology survey.2000,103.
11. MOHAMMAD, AHMAD.Characteristics form the chemical composition of the groundwater of the Afreen basin, Magazine Water Science- National Center of water Research, Cairo,2002.