

دراسة هيدروكيميائية وتقييم إحصائي للمياه السطحية والينابيع في محافظة اللاذقية

د. كنان راعي*

(تاريخ الإيداع 10 / 11 / 2020. قبل للنشر في 24 / 1 / 2021)

□ ملخص □

تعتمد الدراسة الحالية على استخدام التقنيات الإحصائية في دراسة وتحديد العوامل المسيطرة على تراكيز العناصر الرئيسة في الموارد المائية السطحية في منطقة البحث.

جُمعت عينات مياه سطحية من (49) موقعاً في منطقة البحث (بحيرات، ينابيع، أنهار) موزعة على أغلب التشكيلات الجيولوجية الموجودة في المنطقة خلال العام 2015، أُجريت التحاليل الكيميائية لها من أجل تحديد العناصر الأساسية (الكاتيونات والأيونات).

كما أُجريت دراسة إحصائية باستخدام برنامج (SPSS²⁰) وذلك لتحديد معاملات الارتباط بين المكونات الأساسية للتركيب الكيميائي للمياه، وكذلك لمعرفة المتغيرات التي تشير إلى العوامل الأساسية المؤثرة في هذا التركيب. وقد أدى التحليل الإحصائي للعينات بطريقة (Q-MODE) إلى تقسيمها إلى ثلاث مجموعات متشابهة بخواصها تبعاً لمكوناتها الكيميائية.

الكلمات المفتاحية: SPSS ، التحليل العاملي، الأيونات الرئيسة.

* مدرس - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. Email: kinanraee@gmail.com

Hedrochemical Study and Statistical Evaluation of Surface Water and the Springs in Latakia Governorate

Dr. Kinan Rae *

(Received 10 / 11 / 2020. Accepted 24 / 1 /2021)

□ ABSTRACT □

The current study is based on the use of statistical techniques to study and identify factors controlling the concentrations of main elements in surface water resources in study area. 49 water samples were collected from study area (rivers, springs, lakes) distributed over most of the existing geological formations in the study area during the year 2015, chemical analysis were performed to define the main elements (cations and anions). And a statistic study is also done by using (SPSS²⁰) program and that is for defining the correlation coefficient between the main components of the water chemical composition, as well for knowing the variables which point out to the main components that are effective in this structure. And the statistic analysis for the samples using (Q-MODE) way conduced to dividing them in three categories are alike in properties according to their chemical components.

Keywords: SPSS, Factor Analysis, Major Ions.

* Assistant Professor, Department Of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.
Email: kinanraee@gmail.com

مقدمة:

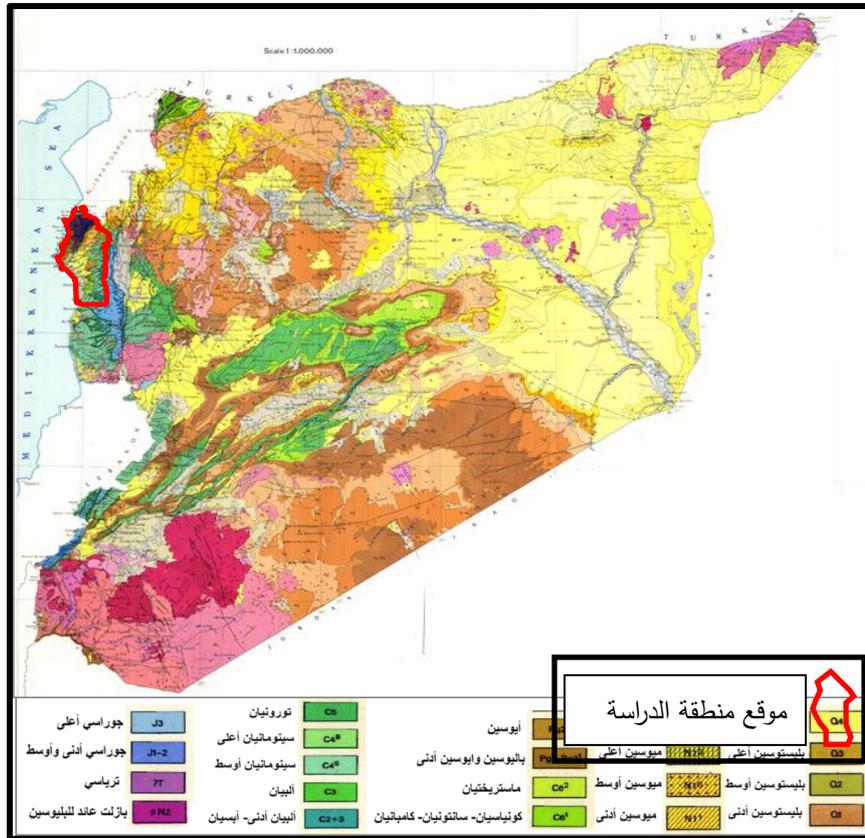
تعدّ الدراسات الهيدروكيميائية إحدى الوسائل المهمة التي تساعد على تفسير وفهم الظروف الهيدروجيولوجية في المنطقة المدروسة. وهي تُستعمل كإحدى الطرائق غير المباشرة في الدراسات الإقليمية بهدف فهم البنية والتاريخ الجيولوجيان لهذه المنطقة، وتوجيه الدراسات الهادفة إلى استثمار المياه في مختلف مجالات الاقتصاد الوطني، وهذا ما تفقر إليه العديد من الدراسات الهيدروكيميائية للمياه.

وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أنّ التركيب الكيميائي للمياه يتغير بشكل واضح مع تغير الزمان والمكان، ويات من المعروف أنّ هناك عوامل كثيرة تتحكم بكمياء المياه [1].

ويُصنّف بعوامل تشكل التركيب الكيميائي للمياه، مجمل الظروف الطبيعية (جيولوجية المنطقة، المناخ والطبوغرافيا، الغطاء النباتي ونشاطات الأحياء المائية) والاصطناعية (نشاطات الإنسان) التي تُحدّد بدقة طبيعة المواد المنحلة في المياه والعمليات الفيزيوكيميائية التي تشكل بموجبها هذا التركيب [1, 2, 3, 4].

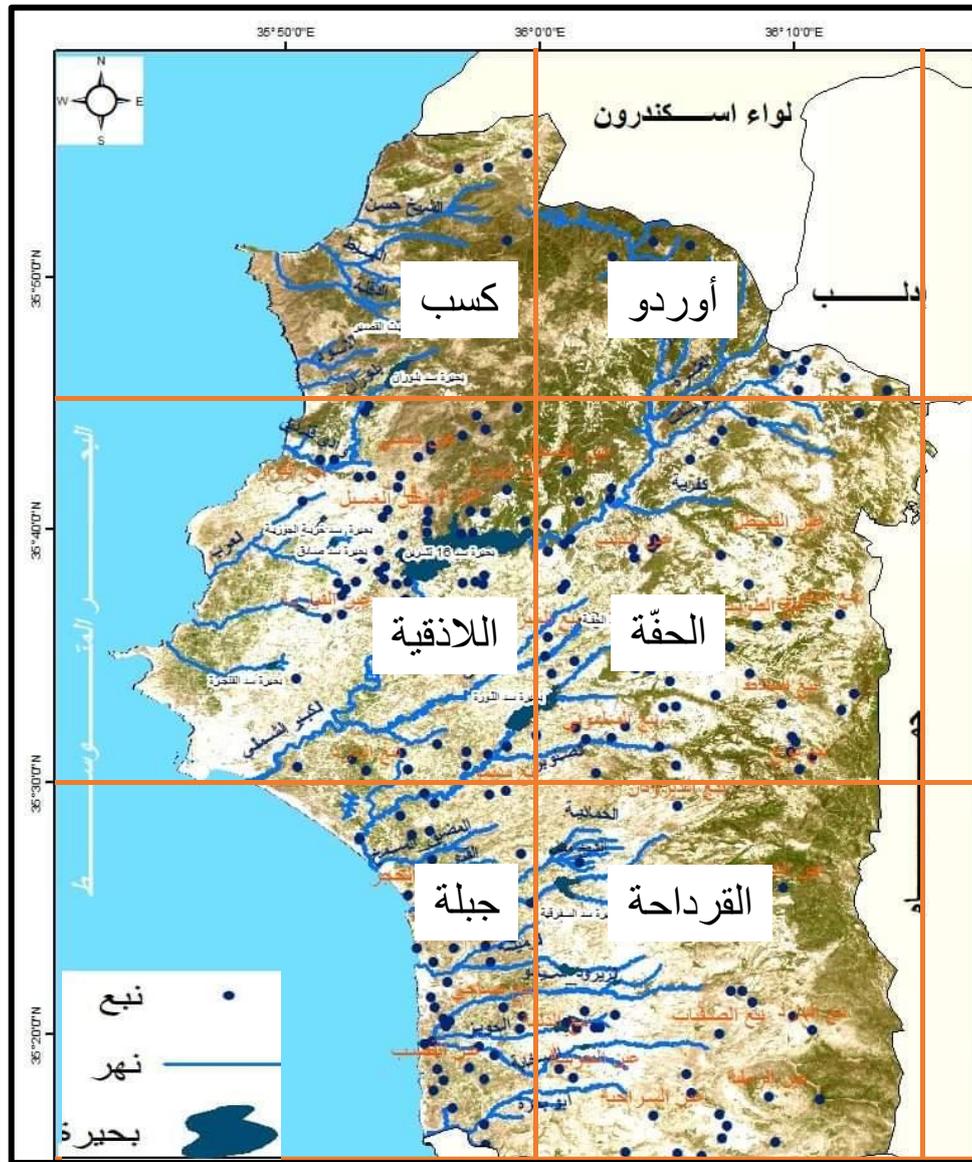
حيث تتأثر المياه بطبيعة العمليات الجيولوجية والتشكيلات الصخرية الموجودة في المنطقة [5]. كما يلعب المناخ ولا سيما الهطولات المطرية دوراً مهماً في تغير تراكيز العناصر الكيميائية الرئيسة للمياه [6]. وأيضاً الغابات لها دور واضح في ذلك [7]. كما يساهم الإنسان وخاصةً من خلال نشاطاته الزراعية باستخدامه للمبيدات وإجرائه لعمليات التسميد في الأراضي بتغير تراكيز العناصر الرئيسة للمياه [8].

تقع منطقة البحث في الجزء الشمالي الغربي من الجمهورية العربية السورية، (الشكل 1).



الشكل رقم (1): موقع منطقة البحث على خارطة سورية الجيولوجية (مقياس 1:1,000,000) [9]

وتشمل كامل رقع / اللاذقية، الحفة، جبلة، أوردو، وكسب /، وتشغل الجزء الأعظمي من رقعة / القرداحة / بمساحة تصل إلى 2297 كم² (الشكل 2).



الشكل رقم (2): خارطة تظهر منطقة البحث مع مواقع الينابيع والأنهار والبحيرات فيها

تتكشف في المنطقة صخور رسوبية وبركانية (الشكل 1)، تعود أعمارها لدور الترياسي وحتى الرباعي. تشكل الصخور البركانية العائدة لللبوسين أغطية بازلتية متوضعة على قمم التلال، حيث تغطي قسماً كبيراً من منطقة الدراسة وتتألف من مواد بيروكلاستية في الأسفل، يتوجها في كل المناطق لافا بازلتية مؤلفة في معظم الأحيان من بازلت أوليفيني. بالإضافة إلى منطقة الأفيوليت (الجزء الشمالي الغربي من المنطقة) المغطاة بالأشجار والأحراج الكثيفة جداً.

أهمية البحث وأهدافه:

يكتسب البحث أهمية خاصة في هذه المنطقة، نظراً للتوسع الكبير في مختلف الأنشطة التنموية فيها، وازدياد الضغوط على الموارد المائية، مما يُدْر بظهور بعض المشكلات المائية المتمثلة بالدرجة الأولى بالتدهور النوعي لتلك الموارد، عدا عن محدوديتها وارتباط كمياتها المتجددة بالعوامل المناخية التي شهدت في السنوات الأخيرة تغيرات كبيرة، رافقها تراجع في معدلات الهطولات المطرية. ويقدم هذا البحث مساهمة في تقويم الوضع الهيدروجيوكيميائي للمياه السطحية والينابيع في هذه المنطقة، عبر تحديد العناصر الأساسية للتركيب الكيميائي لهذه المياه، إضافةً إلى إجراء تحليل باستخدام الطرائق الإحصائية متعددة المتغيرات (Multivariate) مثل التحليل العاملي (Factor Analysis) والتحليل العنقودي (Cluster Analysis) التي تعد من الطرائق الشائعة في الدراسات الهيدروكيميائية [10, 11]. وذلك لبيان التغير في تراكيز الأيونات الرئيسية في (49) موقعاً في محافظة اللاذقية، مما يساهم في معرفة الظروف والمتغيرات التي تشير إلى العوامل الأساسية المؤثرة على الخواص الكيميائية للمياه السطحية ومياه الينابيع في منطقة البحث.

طرائق البحث ومواده:

استُعملت في هذا البحث نتائج التحاليل الكيميائية لتسعة وأربعين موقعاً (بحيرات، ينابيع، أنهار)، موزعة بحيث تشمل كافة أرجاء منطقة البحث وممثلة لها جيولوجياً بشكل جيد. تمّت هذه التحاليل في مخابر مديرية الموارد المائية في اللاذقية عام 2015، وفيها تمّ تحديد العناصر الأساسية (الكاتيونات والأيونات). كما تمّ استخدام برامج حاسوبية متطورة (SPSS²⁰) لإجراء التقييم والتحليل الإحصائي، حيث تمّ إدخال بيانات التحاليل الكيميائية للأيونات الرئيسية للمياه في البرنامج، واستُخدم التحليل العاملي (Factor Analysis) طريقة المكونات الأساسية (Principal Component) لتحديد العوامل المؤثرة على تراكيز الأيونات، الذي يعدّ واحداً من التقنيات الإحصائية الشائعة الاستخدام في التعامل مع البيانات الكيميائية لتحديد العلاقة بين عدد من المتغيرات في الوقت نفسه [1, 10]. وهو أسلوب إحصائي يهدف إلى تلخيص العديد من المتغيرات لعدد أقل تعرف بالعوامل (Factor) بحيث أنّ كل مجموعة من المتغيرات ترتبط بشكل قوي مع عامل واحد فقط.

وأيضاً استخدمنا ما يسمى تحليل المجموعات وهو من أهم استخدامات الإحصاء في مجال الهيدروجيولوجيا، ويُنفذُ بأكثر من أسلوب [12, 13, 14]. حيث اعتمدنا في هذا البحث أسلوب (Vairemax) وقمنا بإجراء تحليل إحصائي بطريقة (Cluster analysis / Q-Mode) وذلك لتحديد علاقات الارتباط بين العينات وفصلها في مجموعات متشابهة بخواصها.

النتائج والمناقشة:

بعد إجراء التحاليل الكيميائية وتحديد الشوارد الرئيسية (الكاتيونات والأيونات) التي تشكل الجزء الرئيس من التركيب الكيميائي للمياه الطبيعية وتصل نسبتها لحوالي (95%)، لعينات المياه السطحية والينابيع، حيث تمّ تحليل كل من البيكربونات، الكبريتات، الكلور، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، والمغنيزيوم، (الجدول 1). وكل ذلك في مخابر مديرية الموارد المائية في اللاذقية. قمنا برسم مجموعة مخططات تبين تغيرات قيم تلك الشوارد الرئيسية في كل المواقع، حيث توضح (الأشكال 3، 4، 5، 6، 7) ذلك.

تمَّ استخدامنا التحليل الإحصائي الذي يعدّ أداة يمكن تطبيقها لمعرفة المتغيرات التي تشير إلى العوامل الأساسية المؤثرة على الخواص الكيميائية في مياه منطقة البحث [13,4] ، بهدف التخطيط الأمثل للاستعمالات المختلفة للموارد المائية السطحية والينابيع في هذه المنطقة، (الجدول 2).
وبعد ذلك، وباستخدام التحليل العنقودي (Cluster analysis) قمنا بتحديد علاقات الارتباط بين المواقع، وفصلها في مجموعات متشابهة بخواصها، وهذا ما يبيّنه (الشكل 8).

الجدول رقم (1): المتوسطات الشهرية لنتائج التحاليل الكيميائية بـ (ملغ/ل) وبعض القياسات الحقلية لعينات المياه السطحية والينابيع في منطقة البحث خلال العام 2015

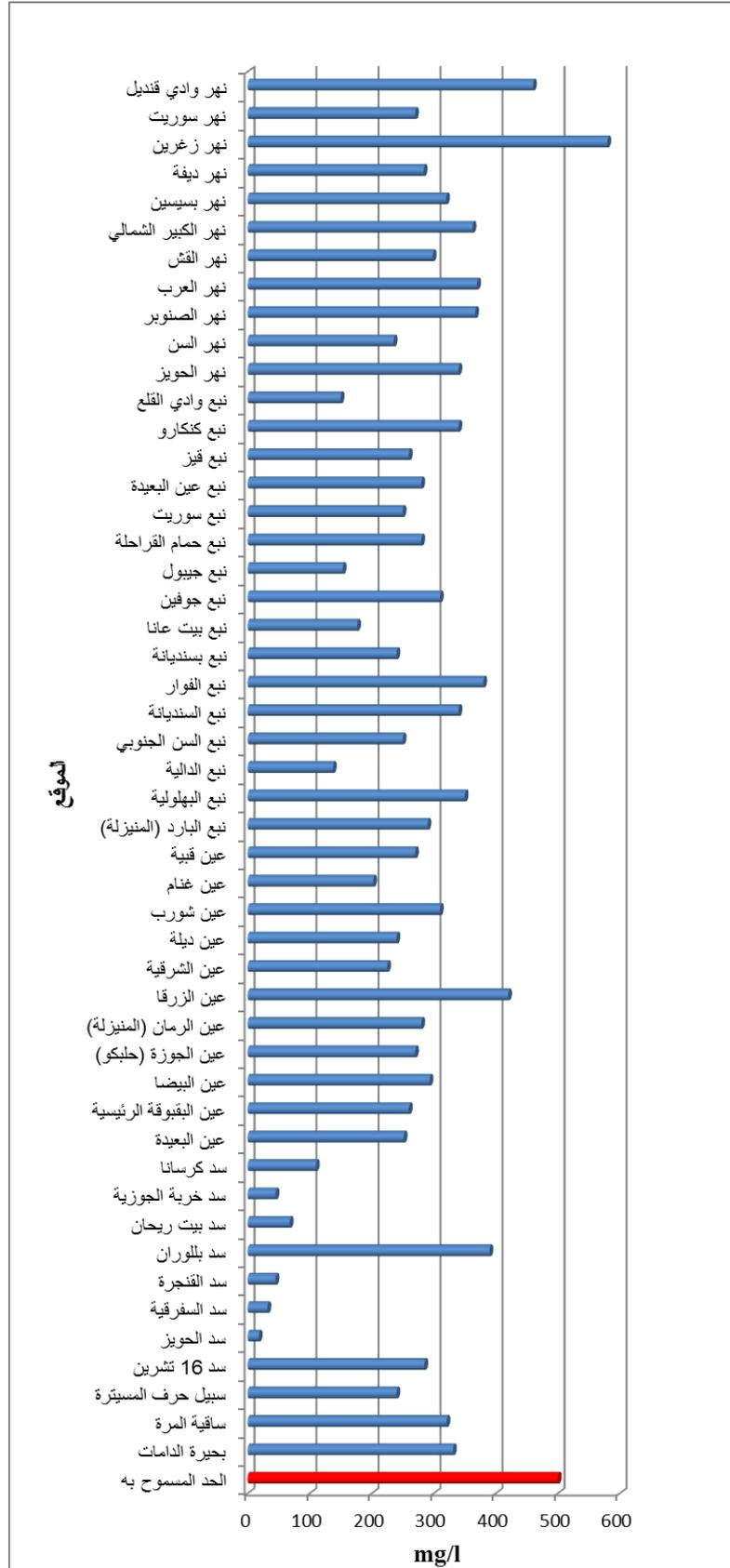
الرقم	الموقع	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الأنيونات)			الرقم	الموقع	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الأنيونات)		
		Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-			Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
1	بحيرة الدامات	50.30	6.25	142.90	61.52	331.11	206.36	40.45	23	نبع البارد	20.00	1.20	76.00	19.00	290.00	23.00	25.00
2	ساقية المرة	65.98	8.77	270.66	38.01	320.83	401.66	40.71	24	نبع البهلوية	23.00	1.00	126.00	1.20	350.00	37.00	25.00
3	سبيل حرف المسيطرة	6.00	0.50	40.00	36.00	240.00	4.00	15.00	25	نبع الدالية	9.30	0.50	65.00	27.6	137.75	139.75	8.75
4	سد 16 تشرين	25.26	4.50	45.66	44.73	285.00	70.75	28.33	26	نبع السن الجنوبي	23.00	1.76	69.33	21.73	250.00	18.00	20.00
5	سد الحويز	12.00	2.00	68.00	24.00	18.00	25.00	240.00	27	نبع السنديانة	8.00	0.60	68.00	31.00	340.00	12.00	15.00
6	سد السفرقية	15.00	3.00	72.00	24.00	32.00	25.00	210.00	28	نبع الفوار	14.00	0.90	92.00	43.00	380.00	13.50	32.5
7	سد القنطرة	38.00	3.00	68.00	26.40	45.00	55.00	170.00	29	نبع بسنديانة	8.00	1.00	64.00	26.40	240.00	23.00	20.00
8	سد بللوران	35.45	5.10	36.92	67.35	390.00	47.38	37.50	30	نبع بيت عانا	10.26	0.66	70.66	25.66	176.66	101.00	13.33
9	سد بيت ريحان	21.00	4.00	84.00	17.00	68.00	25.00	200.00	31	نبع جوفين	8.50	0.00	72.00	28.8	310.00	15.00	20.00
10	سد خربة الجوزية	31.00	3.00	84.00	25.20	45.00	40.00	190.00	32	نبع جيبول	8.03	0.30	63.33	22.66	153.33	98.33	13.33
11	سد كرسانا	46.00	6.00	104.00	34.00	110.00	55.00	210.00	33	نبع حمام القراحة	8.50	1.00	76.00	26.40	280.00	17.00	20.00
12	عين البعيدة	8.00	0.63	49.33	31.33	251.66	12.00	20.00	34	نبع سوريت	16.50	1.12	59.00	30.50	250.00	6.75	21.25
13	عين البقوقة الرئيسية	11.00	0.70	52.00	0.00	260.00	18.00	15.00	35	نبع عين البعيدة	8.00	0.00	64.00	28.80	280.00	8.00	15.00
14	عين البيضا	21.00	1.31	102.00	13.96	293.33	12.66	41.66	36	نبع قيز	18.00	1.10	60.00	17.00	260.00	19.00	20.00
15	عين الجوزة (حلبكو)	5.00	0.40	60.00	17.00	270.00	5.00	40.00	37	نبع كنكارو	20.00	1.00	88.00	31.20	340.00	15.00	25.00
16	عين الرمان (المنيزلة)	11.00	0.80	60.00	17.00	280.00	15.00	15.00	38	نبع وادي القلع	8.00	0.00	60.00	24.00	150.00	17.00	20.00
17	عين الزرقا	38.00	2.70	96.00	26.00	420.00	12.00	40.00	39	نهر الحويز	24.00	2.00	100.00	16.80	340.00	33.00	25.00
18	عين الشرقية	24.33	1.40	58.00	19.33	225.00	13.00	28.33	40	نهر السن	15.00	3.31	54.66	30.33	235.55	11.55	20.00
19	عين ديلة	7.28	0.55	61.14	28.11	240.00	6.42	21.42	41	نهر الصنوبر	36.42	4.50	80.28	45.98	366.92	79.50	48.21
20	عين شورب	36.00	2.30	64.00	36.00	310.00	0.00	45.00	42	نهر العرب	43.00	3.00	132.00	26.00	370.00	39.00	50.00
21	عين غنام	5.75	0.50	54.00	17.25	202.50	10.00	20.00	43	نهر القش	57.5	7.62	155.40	28.88	298.57	218.6	43.33
22	عين قبية	10.00	0.70	40.00	67.00	270.00	7.00	20.00	44	نهر الكبير الشمالي	39.13	6.01	87.76	58.92	362.72	127.05	76.60

تابع للجدول رقم (1): المتوسطات الشهرية لنتائج التحاليل الكيميائية ب (ملغ/ل) وبعض القياسات الحقلية لعينات المياه السطحية والينابيع في منطقة البحث خلال العام 2015

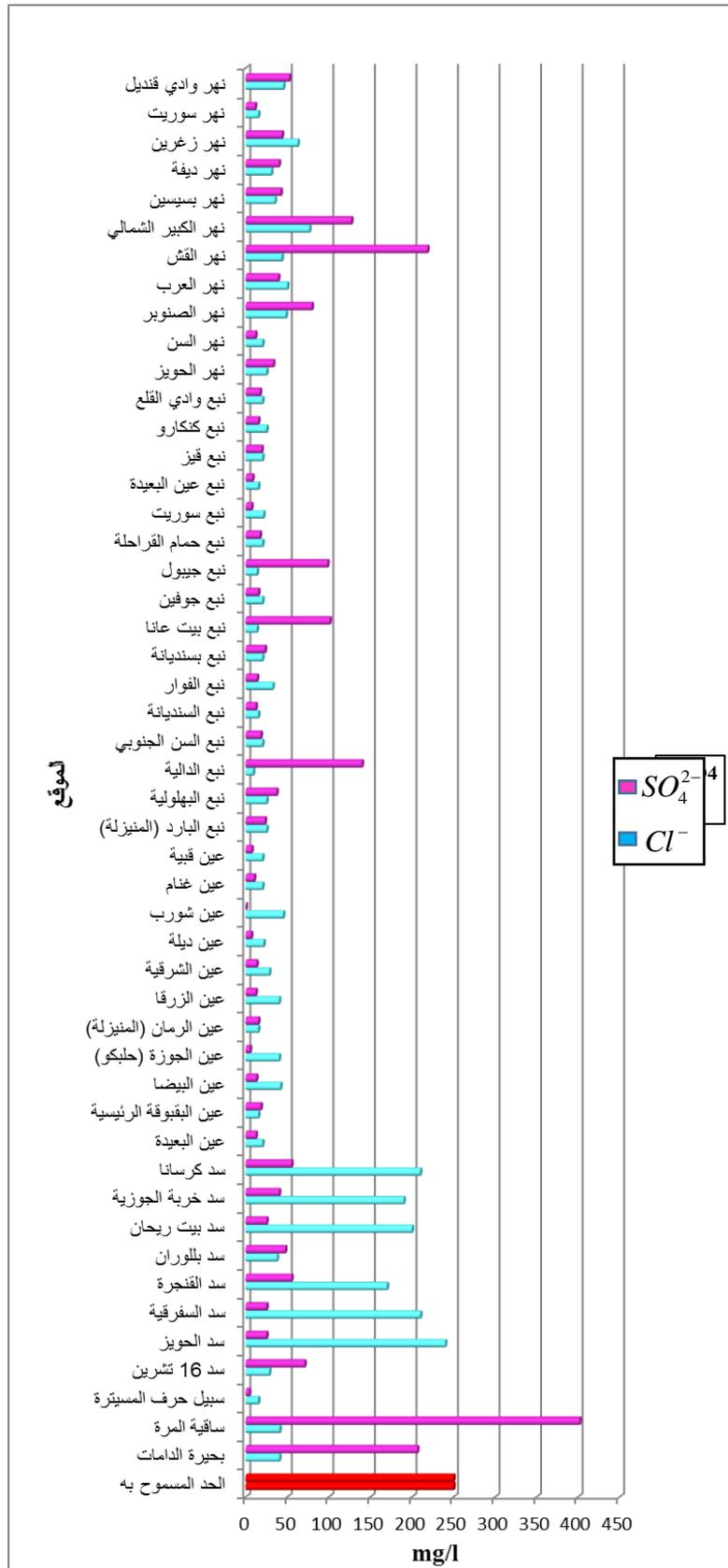
الرقم	الموقع	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الأنيونات)		
		Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
45	نهر بسيسين	33.00	4.00	130.00	12.00	320.00	42.00	35.00
46	نهر ديفة	18.35	1.57	89.20	17.25	283.92	39.80	30.71
47	نهر زغرين	34.50	2.25	89.00	69.50	580.00	43.50	62.50
48	نهر سورييت	13.00	1.00	68.00	31.20	270.00	11.00	15.00
49	نهر وادي قنديل	44.69	6.06	54.42	84.64	460.00	52.28	45.35

القياسات الحقلية

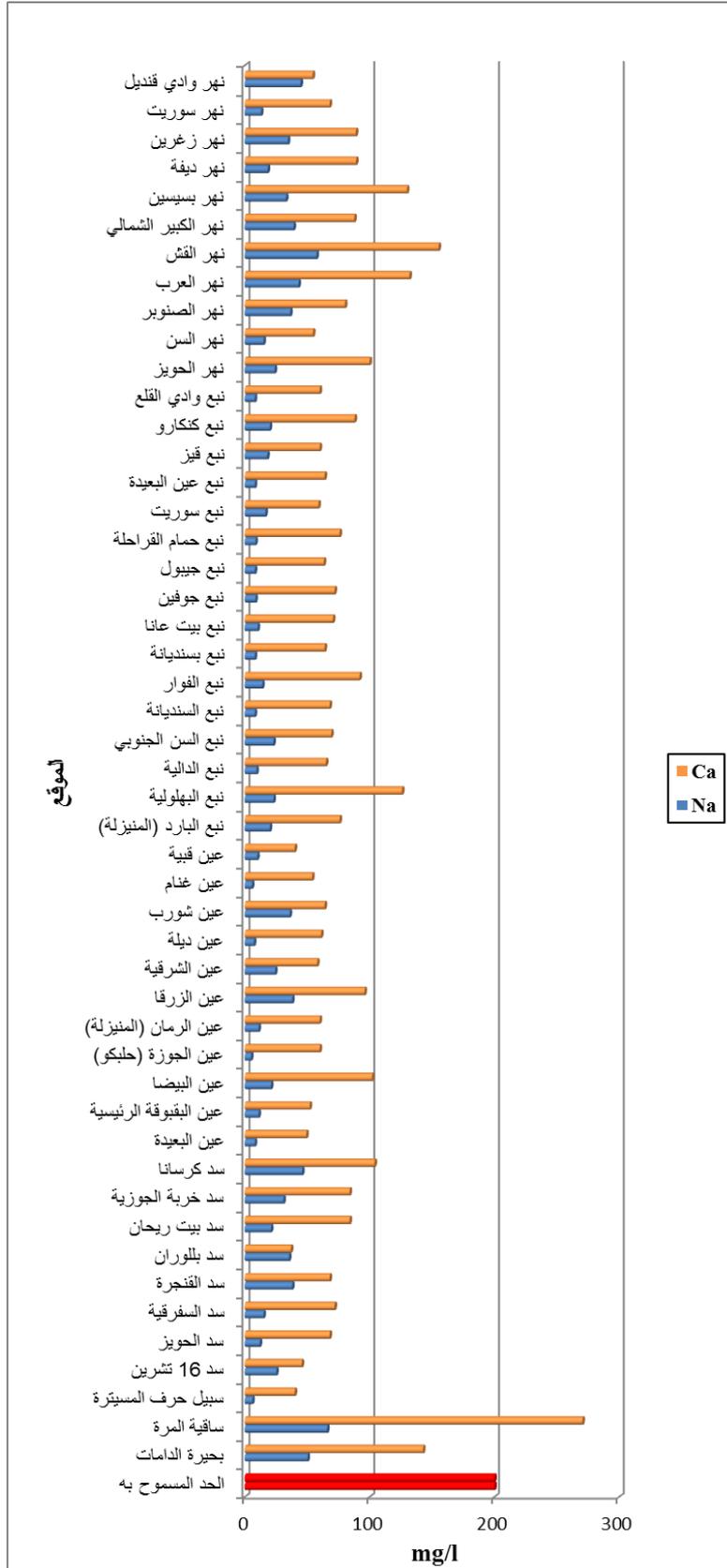
الرقم	الموقع	TDS mg/l	COND μ s/cm	pH	الرقم	الموقع	TDS mg/l	COND μ s/cm	pH
1	بحيرة الدامات	751.63	1156.4	7.65	26	نوع السن الجنوبي	283.61	436.3	7.56
2	ساقية المرة	1057.03	1626.2	7.85	27	نوع السنديانة	318.50	490.0	7.73
3	سبيل حرف المسطرة	261.30	402.0	7.87	28	نوع الفوار	424.45	653.0	7.09
4	سد 16 تشرين	355.87	547.5	8.13	29	نوع بسنديانة	273.65	421.0	7.30
5	سد الحويز	301.60	464.0	7.60	30	نوع بيت عانا	324.12	498.7	7.33
6	سد السفريقية	299.65	461.0	7.47	31	نوع جوفين	343.20	528.0	7.50
7	سد الفتحة	407.55	627.0	7.80	32	نوع جيبول	268.22	412.7	7.54
8	سد بللوران	445.84	685.9	8.32	33	نوع حمام القراحلة	307.45	473.0	6.64
9	سد بيت ربحان	340.60	524.0	7.78	34	نوع سورييت	292.82	450.5	7.44
10	سد خربة الجوزية	417.95	643.0	7.80	35	نوع عين البعيدة	305.50	470.0	7.44
11	سد كرسانا	562.25	865.0	7.69	36	نوع قيز	286.00	440.0	7.45
12	عين البعيدة	275.16	423.3	7.76	37	نوع كنكارو	412.75	635.0	6.60
13	عين البقوقة الرئيسية	254.80	392.0	7.50	38	نوع وادي القلع	285.35	439.0	7.40
14	عين البيضا	408.41	628.3	7.30	39	نهر الحويز	406.90	626.0	7.61
15	عين الجوزة (حلبكو)	243.75	375.0	7.69	40	نهر السن	275.60	424.0	7.66
16	عين الرمان (المنزلة)	261.30	402.0	7.68	41	نهر الصنوبر	528.45	813.0	7.26
17	عين الزرقا	460.85	709.0	7.08	42	نهر العرب	551.85	849.0	7.64
18	عين الشرقية	275.92	424.5	7.68	43	نهر القش	724.81	1115.1	7.78
19	عين ديلة	255.17	392.6	7.52	44	نهر الكبير الشمالي	642.14	987.9	7.76
20	عين شورب	455.00	700.0	7.39	45	نهر بسيسين	490.75	755.0	7.40
21	عين غنام	245.53	377.8	7.77	46	نهر ديفة	359.40	552.9	7.30
22	عين قبية	305.50	470.0	7.19	47	نهر زغرين	644.47	991.5	8.05
23	نوع البار	310.70	478.0	7.53	48	نهر سورييت	325.00	500.0	6.90
24	نوع البهلولية	416.00	640.0	7.10	49	نهر وادي قنديل	575.25	885.0	7.89
25	نوع الدالية	316.06	486.3	7.29					



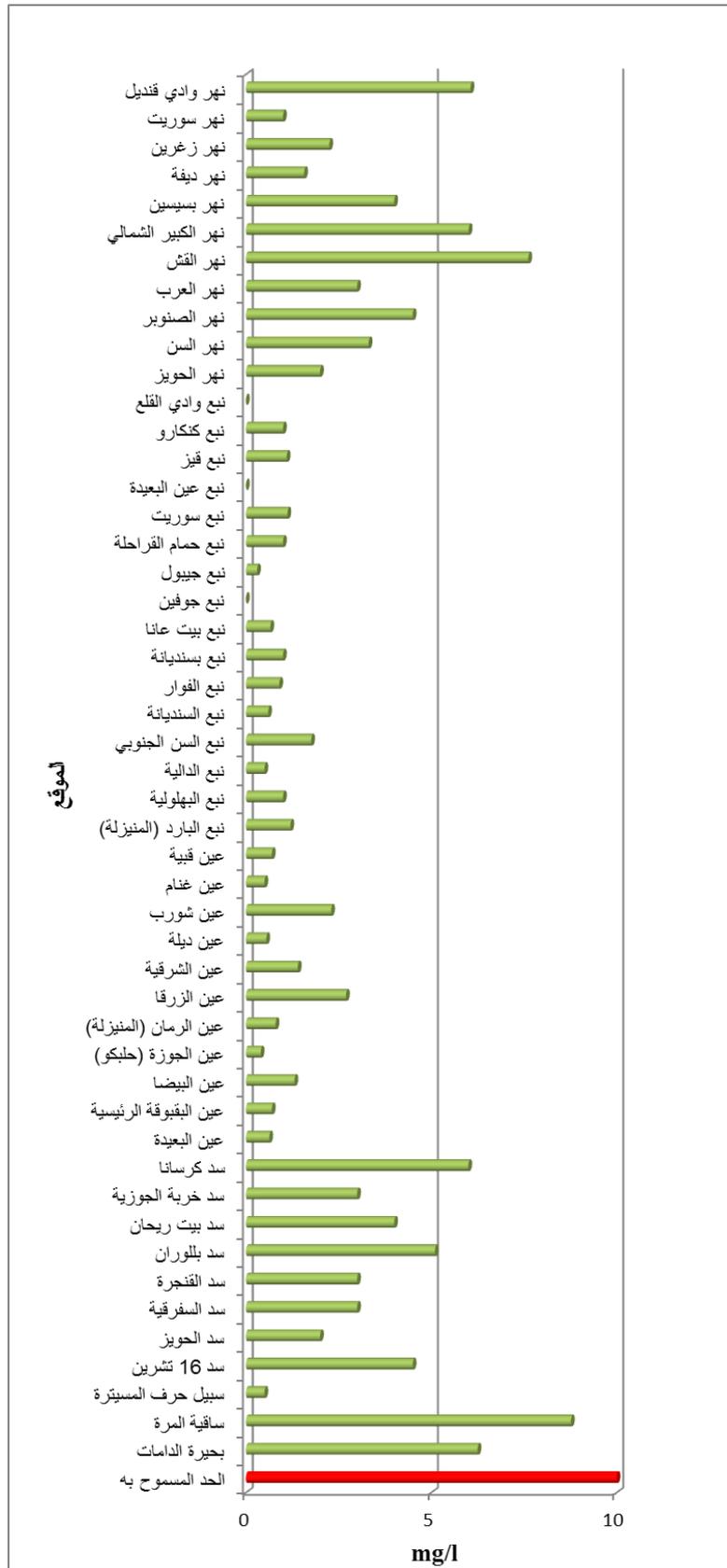
الشكل رقم (3): مخطط يبين قيم شاردة البيكربونات لعينات (المياه السطحية والينابيع) المقطوفة من منطقة البحث



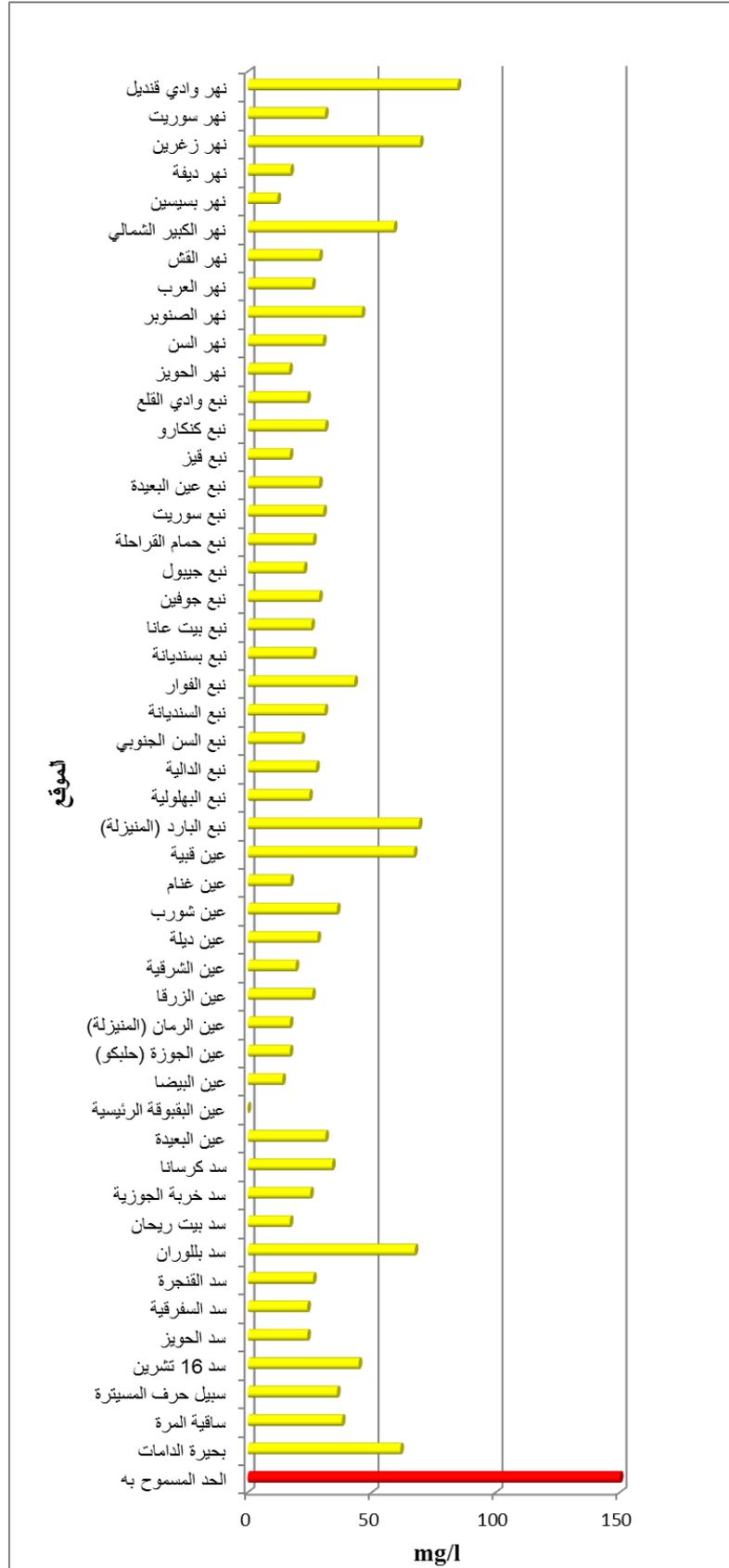
الشكل رقم (4): مخطط يبين قيم شاردتي السولفات والكلور لعينات (المياه السطحية والينابيع) المقطوفة من منطقة البحث



الشكل رقم (5): مخطط بيبيين قيم شارديتي الصوديوم والكالسيوم لعينات (المياه السطحية والينابيع) المقطوفة من منطقة البحث



الشكل رقم (6): مخطط يبين قيم شاردة البوتاسيوم لعينات (المياه السطحية والينابيع) المقطوفة من منطقة البحث



الشكل رقم (7): مخطط يبين قيم شاردة المغنيزيوم لعينات (المياه السطحية والينابيع) المقطوفة من منطقة البحث

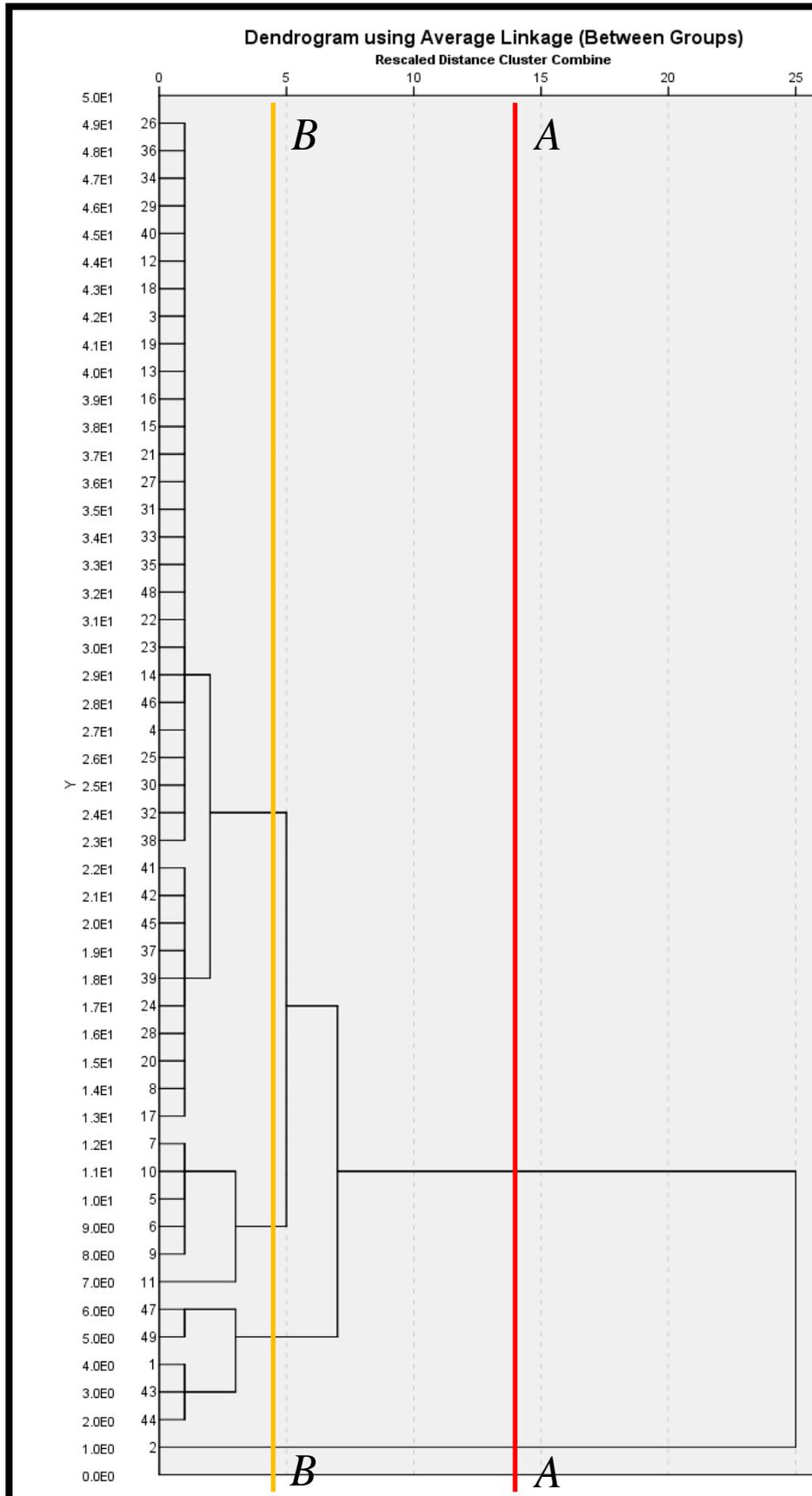
الجدول رقم (2): معاملات الارتباط بين المكونات الكيميائية الأساسية للعينات المائية المحلّلة في منطقة البحث

Correlations

	TDS	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	SO ₄	Cl
TDS	1							
Na	.903**	1						
K	.834**	.897**	1					
Ca	.827**	.689**	.602**	1				
Mg	.418**	.369**	.394**	-.020	1			
HCO ₃	.410**	.306*	.155	.200	.474**	1		
SO ₄	.795**	.647**	.697**	.773**	.207	.071	1	
Cl	.134	.254	.345*	.087	-.047	-.585**	.012	1

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



الشكل (8) التحليل الإحصائي (Q-Mode) لتوضيح الارتباط بين المواقع المدروسة

شاردة البيكربونات:

تراوحت قيم شاردة البيكربونات في عينات المواقع المدروسة بين (18.00 – 580.00) ملغ/ل، (الجدول 1). وكما يوضح (الشكل 3) فإنَّ قيم تلك الشاردة لا تتجاوز الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (500) ملغ/ل في جميع المواقع حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب [15]، ما عدا موقع واحد فقط وهو (نهر زغرين). إنَّ مصدر شاردة البيكربونات في المياه يعود غالباً إلى انحلال الصخور الكربوناتيّة، الدولوميتيّة، والمارلية بفعل مياه الأمطار، إضافةً لوجود الغطاء النباتي الذي يؤثّر في كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو، حيث يعمل على تثبيته في الجو [16].

شاردة الكبريتات:

بينت النتائج أنَّ قيم شاردة الكبريتات في عينات المواقع المدروسة بين (4.00 – 401.66) ملغ/ل، (الجدول 1). وكما هو موضح في (الشكل 4) فإنَّ قيم هذه الشاردة لا تتجاوز الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (250) ملغ/ل [15] في جميع المواقع، ما عدا موقع واحد فقط وهو (ساقية المرة)، ويعود سبب ارتفاع تركيز شاردة الكبريتات هنا إلى التأثير بمخلفات الأعمال الزراعية والصناعية التي يكون تركيز الأملاح فيها عالياً، وربما هناك دور لتواجد توضعات الجص والأنهدريت أو قريباها من الموقع، والتي يؤدي انحلالها إلى ارتفاع كلِّ من شاردة الكبريتات والكالسيوم، وهذا بدا جلياً بالمقارنة مع (الشكل 5)، وما سيؤكدّه (الجدول 2) عند تفسيره وتحليله وتحديد معاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية الأساسية فيه لاحقاً.

شاردة الكلور:

تراوح تركيز شاردة الكلور في عينات المواقع المدروسة بين (8.75 – 240.00) ملغ/ل، (الجدول 1). وكما يوضح (الشكل 4) فإنَّ قيم هذه الشاردة لا تتجاوز الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (250) ملغ/ل [15] في جميع المواقع. إلا أنَّ هناك قيم مرتفعة بعض الشيء في المواقع (سد الحويّز، سد السفريقية، سد القنطرة، سد بيت ربحان، سد خربة الجوزية، سد كرسانا) وهذا يعود إلى وجود سماكة لا بأس بها من الغضاربات على السطح تأثرت بعملية التجوية مما أدى لتشكل رقائق من الهاليت ضمنها تنوب بمياه الأمطار الهاطلة [14]. إلا أنَّ وجود هذه القيم من شاردة الكلور في المياه لا يؤثّر لأي خطر على جودة المياه فهو أقل من الحد المسموح به في مياه الشرب.

شاردة الصوديوم:

يُفسّر وجود الصوديوم بوجود سماكة لا بأس بها من الغضاربات على السطح تأثرت بعملية التجوية مما أدى إلى تشكل رقائق من الهاليت تنوب بفعل مياه الأمطار، إضافةً إلى التجوية بغاز ثاني أكسيد الكربون للبلاجيوكلازات، وغيرها من السيليكات الموجودة في المنطقة حيث تنتشر بعض الصخور والنواتج البازلتية [14]. جاءت قيم شاردة الصوديوم منخفضة نوعاً ما في عينات المياه للمواقع المدروسة جميعها، حيث تراوحت بين (5.00 – 65.98) ملغ/ل، (الجدول 1)، كما لوحظ من (الشكل 5) أنَّ تلك القيم لم تتجاوز الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (200) ملغ/ل [15].

شاردة البوتاسيوم:

البوتاسيوم بخصائصه الكيميائية وقيمة محتواه في القشرة الأرضية مشابهاً للصوديوم، حيث يشكل اتحادات سهلة الانحلال، غير أنَّ شاردة البوتاسيوم تتواجد في المياه بتراكيز منخفضة. حيث تراوحت قيم هذه الشاردة بين (0.00 –

8.77) ملغ/ل، (الجدول 1). ومن (الشكل 6) لاحظنا أنّ قيم شاردة البوتاسيوم لم تتجاوز الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (10) ملغ/ل [15] في جميع المواقع المدروسة.

شاردتا الكالسيوم والمغنيزيوم:

إنّ مصدر وجود شاردتي الكالسيوم، والمغنيزيوم في المياه يعود لقيمتيهما في مياه الأمطار الراشحة، وما تحصل عليه هذه المياه من انحلالها بشكل طبيعي من مركباتهما، والتي تتمثل بكاربونات الكالسيوم (الكالسييت)، وكربونات الكالسيوم والمغنيزيوم (الدولوميت)، والجص، ومن نواتج عمليات التجوية للسيليكات الحاوية على الكالسيوم، ومن تجوية الصخور الأساسية وفوق الأساسية وغيرها فيما يتعلق بالمغنيزيوم.

تراوحت قيم شاردة الكالسيوم في عينات المواقع المدروسة بين (36.92 – 270.66) ملغ/ل، بينما جاءت قيم شاردة المغنيزيوم فيها بين (1.20 – 69.50) ملغ/ل، (الجدول 1). وكما يوضح (الشكل 4) فإنّ قيم شاردة الكالسيوم لا تتجاوز الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (200) ملغ/ل [15] في جميع المواقع، ما عدا موقع واحد فقط وهو (ساقية المرة)، ويعود سبب ارتفاع القيمة هنا لتواجد توضعات الجص والأنهدريت أو قريبا من الموقع، والتي يؤدي انحلالها إلى ارتفاع كل من شاردة الكبريتات والكالسيوم، وهذا جاء متوافقاً مع ما ذكرناه أعلاه في تفسير شاردة الكبريتات، وما سيظهر لاحقاً في (الجدول 2) بعد تحديد معاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية الأساسية فيه. بينما جاءت قيم شاردة المغنيزيوم في جميع المواقع ضمن الحد المسموح بوجوده في مياه الشرب (150) ملغ/ل [15]، كما هو واضح في (الشكل 7).

وقد تبين من تحديد معاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية الأساسية في (الجدول 2) العلاقات الآتية:

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين الملوحة (TDS)، وكل من: (Na، K، Ca، SO₄) (شوارد الملوحة)، حيث تبلغ معاملات الارتباط فيها وعلى التوالي: (r = 0.90، r = 0.83، r = 0.82، r = 0.79).

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين البوتاسيوم والصوديوم (r = 0.89)، وهذا يدل على المنشأ الواحد لهاتين الشاردين في مياه هذه المنطقة، والعائد إلى وجود سماكة لا بأس بها من الغضاربات على السطح، التي تأثرت بعمليات التجوية مما أدى إلى تشكل رقائق من الهاليت (NaCl) ضمنها تذوب بفعل مياه الأمطار.

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين كل من الكبريتات (السولفات) (SO₄) والكالسيوم (Ca)، والبوتاسيوم (K)، حيث بلغت قيمة عامل الارتباط فيهما على التوالي (r = 0.77، r = 0.69)، وهذا يشير إلى التوافق في توزيع هاتين الشاردين (الكبريتات والكالسيوم) في المياه لجهة وجود مصادر واحدة لها، هي الصخور الجصية والأنهدريتي المنتشرة في بعض أجزاء هذه المنطقة، واستخدام كبريتات البوتاسيوم كسماد أساسي للترب الزراعية المتواجدة في المنطقة.

ومن خلال (الشكل 8) تمّ تحديد علاقات الارتباط بين المواقع، وفصلها في مجموعات متشابهة بخواصها، وذلك من خلال إجراء تحليل إحصائي بطريقة (Cluster analysis / Q-Mode)، باستخدام البرنامج (SPSS²⁰). وقد تبين من هذا التحليل وجود مستويين للتشابه (AA) و (BB).

فعلى مستوى التشابه (AA) نميز حالة مستقلة تمثل موقع ساقية المرة ذو الرقم (2)، وعدة حالات تشكل مجموعة واحدة (وهي بقية المواقع الـ 48). حيث يتميز الموقع رقم (2) بملوحة عالية نسبياً مقارنةً مع بقية العينات، بلغت (1057.03) ملغ/ل، أي تجاوزت الحد المسموح به في مياه الشرب (1000) ملغ/ل [15]، بينما لم تتجاوز الملوحة في بقية المواقع القيمة (751.63) ملغ/ل.

بينما على طول مستوى التشابه (BB) يمكن تمييز ثلاث مجموعات، كالآتي:
تضم **المجموعة الأولى** (43) موقعاً وهي تمتاز بناقلية كهربائية قيمتها أقل من $865.00 \mu\text{s/cm}$ ، وتضم **المجموعة الثانية** خمسة مواقع وهي (47 ، 49 ، 1 ، 43 ، 44) وهي تمتاز بناقلية كهربائية تتراوح قيمها بين $885.00 - 1156.40 \mu\text{s/cm}$ ، أما **المجموعة الثالثة** فتمتاز بناقلية تتجاوز $1600 \mu\text{s/cm}$ ، يمثلها الموقع (2). وتتشترك **المجموعات الثلاث** بقيم درجة الحموضة (pH) التي تتراوح بين (6.60 – 8.32).

الاستنتاجات والتوصيات:

1. تلعب العوامل الطبيعية والمناخية والتركيب الليتولوجي للتشكيلات الصخرية في منطقة البحث دوراً كبيراً في تشكيل التركيب الكيميائي للمياه السطحية ومياه الينابيع في هذه المنطقة، حيث تتشارك صخور الكربونات والمتبخرات في التأثير على كيميائية المياه بشكل رئيس، إضافةً لتأثير هام للأنشطة البشرية على هذا التركيب من خلال بعض الأعمال الزراعية والصناعية في المنطقة.
2. ساعد التحليل الإحصائي ونتائج التحليل العنقودي للعينات في معرفة علاقات الارتباط بين المكونات الأساسية للتركيب الكيميائي للمياه في هذه المنطقة، من خلال تقسيمها إلى مجموعتين حسب ملوحتها (صالحة للشرب وغير صالحة للشرب وفقاً للحد المسموح به في مياه الشرب)، وإلى ثلاث مجموعات تبعاً لناقليتها الكهربائية. في الختام، وفي ظل استمرار الأنشطة التنموية المختلفة وتزايدها في هذه المنطقة، فإننا نوصي بما يلي:
 - ☒ إجراء كافة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية للمياه السطحية بشكل دوري، لضمان جودة المياه للاستخدامات المختلفة.
 - ☒ السيطرة قدر الإمكان على استخدام المخصبات والأسمدة الزراعية من قبل الأهالي.
 - ☒ إيلاء أهمية كبرى في اختيار مواقع المعامل والمصانع المراد إنشاؤها مستقبلاً.

References:

1. DHANNOUN, H. Y. ; MAHMOOD, H. J. *The Use of Factor Analysis in Defining Factors Responsible for the Variation of the Concentration of Dissolved Major Ions in Dagleh River Water from Fishkabur to Baghdad*. Iraqi National Journal of Geosciences, Iraq, Vol. 19, No. 1, 2019, P. 1-18.
2. DASAPT, E. I. ; DENY, J. P. ; SUDARTO, N. *Hydrogeochemistry of volcanic hydrogeology based on cluster analysis of mount ciremai west java, Indonesia*. Journal of hydrogeology, Elsevir.com, 2009, P 221-234.
3. HUAMING, G. ; YANXIN, W. *Hydrogeochemical processes in shallow quaternary aquifers from the northern part of the Datony Basin China*. Applied Geochemistry, Elsevir.com, 2004, P 19-27.
4. SANDRA, M. B. ; George, L. L. *Regionocl ground water Flow and geochemistry in the Midwestern basins and Arches aquifer system in parts of Indiana, ohio, Michigan*. ILLionois, us geology survey, 2000, P 103.
5. CHAKARAPANI, G. J. *Major and trace element geochemistry in upper Ganga River in the Himalaya, India*. Environ. Geol. Vol. 48, 2005, P 189-201.
6. PITTALUGA, M. A. ; SUVIRES, G. M. *Chemical Composition and Water Quality of the Castano River Calingasta, San Juan Province, Argentina*. Multequina, Vol. 15, 2006, P 17-26.

7. INGRI, J. ; WIDERLUND, A. ; LAND, M. *Geochemistry of Major Elements in a Pristine Boreal River System; Hydrological Compartments and Flow Paths*. Aquatic Geochemistry, Vol. 11, 2005, P 57-88.
8. SUNDARY, S. K. ; NAYAK, B. B. ; KANUNGO, T. K. ; BHATTA, D. *Dynamics and quantification of dissolves heavy metal in the Mahanadi river estuarine system, India*. Environ Monit Assess, Vol. 184, 2012, P 1157-1179.
9. PONIKAROV, V. P. *The Geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, Scale 1:1000.000*. Ministry of Industry, SYRIA, 1976.
10. BAKAC, M. ; KUMRU, M. N. *Factor analysis in the geochemical studies along the Gediz River, Turkey*. Journal of Radio analytical and Nuclear Chemistry, Vol. 249, No. 3, 2001, P 617-624.
11. CHEN, K. ; JIU J. ; JIAO, J. J. ; HUANG, J. ; HUANG, R.. *Multivariate statistical evaluation of trace elements in groundwater in a coastal area in Shenzhen, China*. Environmental Pollution, Vol. 147, 2007; P 771-780.
12. KLOVAN, J. E. *R- and Q-Mode factor analysis*. In McCammon R.B (ed.), concepts in Geostatistics. Springer Verlag, New York, 1975.
13. DAVIS, J. C. *Statistics and data analysis in geology*. New York, 1976, P 468-616.
14. MOHAMMEDM, M. A. ; HAYEK, B. SH. ; RAEE, J. K. *A contribution to the hydrogeochemical and statistical assessment for the quality unconfined groundwater in the area located between Al-snohar and Al-kabir al-shimali rivers*. Journal of AlBaath University, Syria, Vol 36, 2014.
15. Syrian drinking water Standard. No 45/2007, The Syrian Arab Organization for Standardization and Metrology, Ministry of Industry, Damascus, Syria.
16. ALMAFRGI, M. M. *Hydrogeochemistry of lower Zab River / Iraq*. Master Thesis, College of Science, Department of Earth Sciences (Geology), Baghdad University, 1995.