Assessment of groundwater quality in some selected wells within Lattakia Governorate and its suitability for drinking and irrigation

Dr. Ahlam Ibrahim*
Dr. Kinan Raee**

(Received 23 / 6 / 2021. Accepted 23 / 12 /2021)

□ ABSTRACT □

This research deals with the quality of groundwater in some wells in Lattakia Governorate, by collecting 20 water samples distributed over most of the formations in the research area during the year 2015, and conducting some chemical analyzes for them, and then treating those results in order to assess the quality of groundwater, and to know their suitability for drinking water and irrigation according to the Syrian Standard Specifications and some internationally approved standards.

The research concluded that the water in the area is mainly of bicarbonate-calcareous-magnesian type. Most of the water collected from the samples in harsh, and some of it is very harsh. In addition, all the collected samples are chemically fresh water that is suitable for drinking according to the Syrian Standard Specification (2007). Where the values of the concentrations of cations and anions dissolved in it are within the permissible limits, and they are suitable for irrigation purposes and for all agricultural crops according to the approved international standards**.**

Keywords: Groundwater quality, Major Ions, Latakia governorate wells, Syrian standard specifications.

* **Associate Professor, Department Of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Syria.** ahlam_ibrahim@yahoo.fr

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

تقييم نوعية المياه الجوفية في بعض الآبار المُختارة ضمن محافظة اللاذقية ومدى صلاحيتها للشرب والري

د. أحلام إبراهيم*

د. كنان راعي**

(تاريخ الإيداع 23 / 6 / 2021. قُبِل للنشر في 23 / 12 /2021)

□ ملخّص □

يتناول هذا البحث نوعية المياه الجوفية في بعض آبار محافظة اللاذقية، وذلك عن طريق قطف 20 عينة مائية موزعة على أغلب التشكيلات الموجودة في منطقة البحث خلال العام 2015، وإجراء بعض التحاليل الكيميائية لها، ومن ثمَّ معالجة تلك النتائج بهدف تقييم نوعية المياه الجوفية، ومعرفة مدى صلاحيتها للشرب والري وفق المواصفات القياسية السورية وبعض المعايير المُعتَمَدة عالمياً.

خلُصَ البحث إلى أنَّ المياه الموجودة في المنطقة هي من النمط البيكربوناتي ــ الكلسي ــ المغنيزي بصورة أساسية. وإنَّ أغلب مياه العينات المقطوفة قاسية وبعضها قاسٍ جداً. كما تعدّ جميع العينات المقطوفة مياه عذبة صالحة للشرب من الناحية الكيميائية حسب المواصفة القياسية السورية (2007) حيث جاءت قيم تراكيز الكاتيونات والأنيونات المُحلَّلة فيها ضمن الحدود المسوح بها، كما أنَّها صالحة لأغراض الري ولكافة المحاصيل الزراعية حسب المعايير العالمية المُعتَمَدة.

الكلمات المفتاحية: نوعية المياه الجوفية، الأيونات الرئيسة، آبار محافظة اللاذقية، المواصفات القياسية السورية.

* أستاذ مساعد ــ قسم الجيولوجيا ــ كلية العلوم ــ جامعة تشرين ــ سورية. ahlam_ibrahim@yahoo.fr

** مدرّس ــ قسم الجيولوجيا ــ كلية العلوم ــ جامعة تشرين ــ سورية. kinanraee@gmail.com

مقدمة

تُعدّ المياه الجوفية أحد أهم مصادر المياه العذبة على سطح الأرض، وتشكل الدراسة الهيدروجيوكيميائية لها القاعدة الأساس لتفسير خصائصها، حيث تَعتَمِد مجالات استخدامات المياه الجوفية على نوعيتها والتي بدورها تعتمد على خصائصها الكيميائية، لذا من الضروري جداً إجراء الدراسات الهيدروجيوكيميائية على المياه الجوفية قبل البدء باستعمالها في مختلف المجالات.

أُجريَت العديد من الدراسات والبحوث العلمية التي تناولت أهمية المياه الجوفية، خاصةً في ظل الظروف الراهنة والتحديات المستقبلية. فمحافظة اللاذقية (منطقة الدراسة) تشهد ونتيجةً لموقعها اكتظاظاً سكانياً كبيراً يرافقه حاجة ماسة للموارد المائية التي يمكن الاعتماد عليها لأغراض الشرب والري والاستخدامات المختلفة.

نفَّذ الباحثان محمد الكمار وأحمد محمد عام 2003، دراسة هيدروجيوكيميائية لبعض آبار المياه الجوفية في الجزء الشمالي الغربي لحوض حلب في سورية. وأعطى هذا البحث أهمية خاصة لدراسة التركيب الكيميائي للمياه الجوفية وتقييمها بهدف التخطيط المستقبلي الأمثل لاستعمالات الموارد المائية في تلك المنطقة. وتبيَّن من نتائج البحث أنَّ المياه الجوفية تتمتع بملوحة منخفضة تبلغ وسطياً (420) ملغ/ل وهي مياه بيكربوناتية كلسية، كما تتمتع بخواص جيدة تجعلها صالحة لمختلف الاستخدامات البشرية والزراعية وغيرها [1].

قام الباحث حازم النعيمي عام 2010، بدراسة مياه بعض الآبار في منطقة وانة شمال العراق من خلال إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه (13) بئر موزعة في منطقة الدراسة، وأظهرت النتائج وجود عاملين مسيطرين على هيدروكيميائية المياه في آبار منطقة الدراسة، هما: عامل طبيعي يتمثل بنوعية المكونات الصخرية للمنطقة، وعامل غير طبيعي يتمثل بالنشاطات الزراعية فيها. وعلى الرغم من التأثير الكبير للعاملين المذكورين على نوعية المياه في المنطقة إلا أنَّ التغذية المباشرة من مياه نهر دجلة لمياه الآبار تحول دون حدوث مشاكل كبيرة، الأمر الذي ساعد على صلاحية مياه الآبار لأغراض الري [2].

أجرى الباحثان قتيبة اليوزبكي وعلي سليمان عام 2020، دراسة لتقييم صلاحية مياه الآبار الجوفية لأغراض الشرب والاستخدامات المدنية والزراعية لمناطق مختارة شمال شرق مدينة الموصل في العراق. تمَّ اختيار منطقتين من المناطق الزراعية التي تنتشر فيها القرى، حيث يستخدم سكان تلك المنطقتين مياه الآبار للأغراض المدنية والزراعية. تضمَّن البحث إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لمياه الآبار في المنطقتين، وبيَّنت النتائج أنَّ مياه الآبار في المنطقة الأولى من الصنف الرديء وهي غير صالحة للشرب، بعكس مياه الآبار في المنطقة الثانية التي صُنِّفَت بأنها ممتازة وجيدة وصالحة للشرب. ومن جهة أخرى فإنَّ أغلب مياه آبار المنطقتين ملائمة لأغراض الري [3].

الموقع والميزات العامة لمنطقة الدراسة

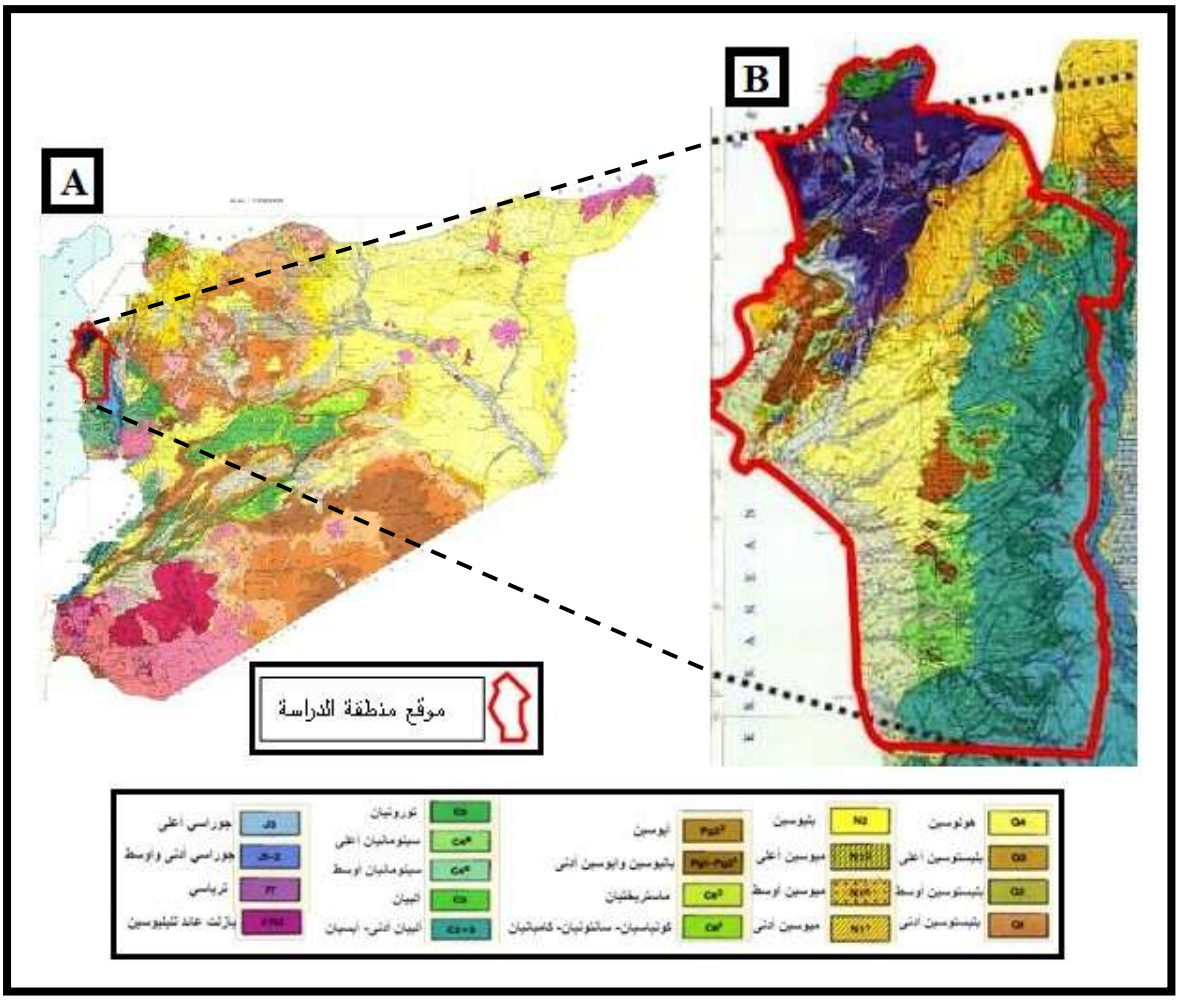
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من سورية، (الشكل 1)، وتقع بين الإحداثيات:

N: 35° 30' 00" و 36° 15' 00"

E: 35° 15' 00" و 35° 55' 00"

يحدّ منطقة الدراسة من الشمال محافظتي إدلب ولواء الإسكندرون، ومحافظة حماه من الشرق، ومحافظة طرطوس من الجنوب، والبحر المتوسط غرباً، وتصل المساحة الكلية لها إلى 2297 كم^2.

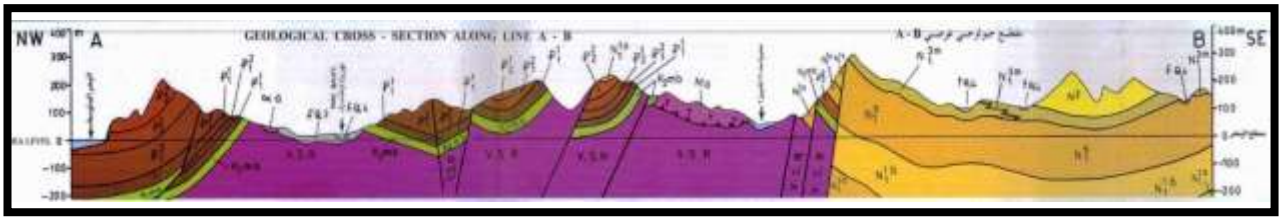
يتميز مناخ المنطقة بأنه مناخ متوسطي رطب، متأثر بالرياح الساحلية، فهو بارد وماطر شتاءً ومعتدل الحرارة صيفاً. يتفاوت المعدل الوسطي للهاطل المطري بين 1000 – 1500 مم/سنة، وتهطل معظم هذه الأمطار خلال فصل الشتاء [4] .



الشكل (1) (A): منطقة الدراسة ضمن خارطة سورية الجيولوجية (مقياس 1:1000000) [5]
(B): خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة (مقياس 1:200000) [6]

تتكشف في منطقة الدراسة صخوراً رسوبية وبركانية (الشكل 1)، تعود أعمارها لدور الترياسي وحتى الرباعي. تشكّل الصخور البركانية العائدة للبليوسين أغطية بازلتية متوضّعة على قمم التلال، حيث تغطي قسماً كبيراً من منطقة الدراسة وتتألف من مواد بيروكلاستية في الأسفل، يتوّجها في كلّ المناطق لافا بازلتية مؤلفة في معظم الأحيان من بازلت أوليفيني. بالإضافة إلى منطقة الأفيوليت (الجزء الشمالي الغربي من المنطقة) المغطاة بالأشجار والأحراج الكثيفة جداً.
تقع منطقة الدراسة في القسم الهامشي من العتبة العربية وتعدّ جزءاً من سلسلة الجبال الساحلية، وهي عبارة عن نصف نجد منحرف يميل إلى الغرب والجنوب الغربي. فيها العديد من الشقوق التي تتوافق بشكل عام مع اتجاهات الفوالق المتواجدة في المنطقة.

يتميز الوضع الهيدروجيولوجي للمنطقة بانتشار واسع للصخور الكلسية والدولوميتية العائدة للجوراسي والتي تشكل طبقة كارستية مهمة حاملة للماء. أما في الكريتاسي فتوجد عدة مستويات حاملة للماء أقل أهمية من طبقات الجوراسي، كذلك تحتوي صخور الباليوجين (أيوسين أوسط) على كميات كبيرة من الماء تتفجّر على شكل ينابيع متوسطة الغزارة [7، 8، 9]. وتقع التجمعات المائية الأقل شأناً في طبقات البليستوسين الأوسط المؤلفة من رمال بحرية وطبقات نهرية، ويعدّ تصريف الآبار الموجودة في هذه التوضعات منخفضاً ويختلف من منطقة إلى أخرى[7] . ويوضح (الشكل 2) مقطعاً جيولوجياً يخترق التشكيلات المذكورة باتجاه شمال غرب ــ جنوب شرق ضمن رقعة اللاذقية [10] .



الشكل (2) مقطع جيولوجي يمثل التشكيلات الجيولوجية السائدة في منطقة الدراسة [10] .

أهمية البحث وأهدافه

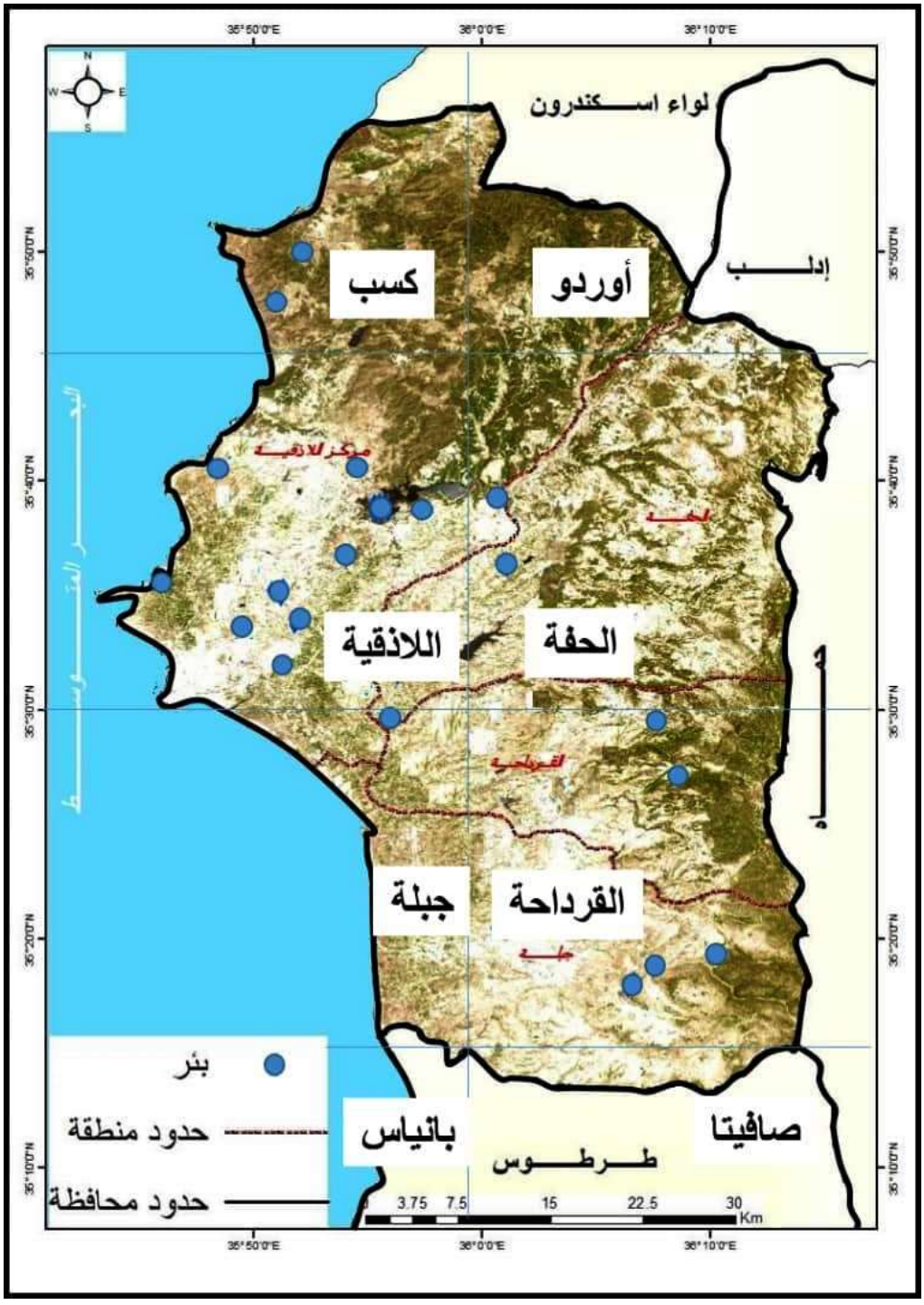
يهدف البحث إلى تحديد نوعية المياه الجوفيّة وتقييم الوضع الهيدروجيوكيميائي لها من خلال معالجة نتائج التحاليل الكيميائية عبر تحديد العناصر الرئيسة للتركيب الكيميائي لتلك المياه، ومن ثم معرفة مدى صلاحيتها للشرب والري وفق المواصفات القياسية السورية والمعايير المُعتَمَدة.

طرائق البحث ومواده

أُجريَت الدراسة على 20 عينة مائية، تمَّ قطفها بشكل دوري (مرّة واحدة شهرياً خلال العام 2015) من قبل الهيئة العامّة للموارد المائية في اللاذقيّة من عدّة آبار تشمل كافّة أرجاء منطقة الدراسة (رقع كسب، اللاذقية، الحفة، جبلة، والقرداحة) (الشكل 3) وممثلةً لها جيولوجياً بشكل جيد.

تمَّ تحليلها ضمن مخابر الهيئة بأفضل الظروف المتاحة، وحُدِّدت فيها تراكيز الشوارد الرئيسة من الكاتيونات والأنيونات (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, HCO_3^{-}, SO_4^{2-}, Cl^{-}) التي تشكل الجزء الرئيس من التركيب الكيميائي للمياه الطبيعية وتصل نسبتها لحوالي (95%) فيها، كما حُسِبَت القساوة بأنواعها (الكلسية، المغنيزية، الكلية)، إضافةً إلى الملوحة العامّة والقلويّة العامّة.

وجرى أيضاً تقييم صلاحية هذه المياه لأغراض الشرب من الناحية الكيميائية بالاعتماد على المواصفة القياسيّة السوريّة [11]، ولأغراض الريّ بالاعتماد على بعض المعايير المعروفة والمُعتَمَدة عالميّاً [13 ، 14 ، 15] .



الشكل (3) منطقة الدراسة مع مواقع الآبار فيها

النتائج والمناقشة

من خلال معالجة نتائج التحاليل الكيميائية، بإعادة حساب تلك النتائج من الشكل الوزني الأيوني (ppm) إلى الشكل المكافئ (epm)، والمكافئ النسبي (epm%)، (الجدول 1) توصلنا إلى النتائج الآتية:

الجدول (1) المتوسطات الشهرية لنتائج التحاليل الكيميائية والتركيب الكيميائي لعينات المياه الجوفية في منطقة البحث خلال العام 2015

الرقعة	الموقع	Unit	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الأنيونات)			علاقة كورولوف
			Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
اللاذقية	آبار البهلولية	ppm	17.99	1.00	60.00	54.40	165.00	191.50	20.00	$M\,0.47\,\frac{SO_4\ 54\ HCO_3\ 37}{Mg\ 53\ Ca\ 36}\ pH\,7.27$
		epm	0.78	0.02	3.00	4.44	2.70	3.98	0.56	
		epm%	**9.48**	**0.31**	**36.36**	**53.83**	**37.26**	**54.96**	**7.76**	
	آبار الجندیریة	ppm	47.14	4.30	81.00	64.01	347.50	132.75	43.75	$M\,0.63\,\frac{HCO_3\ 58\ SO_4\ 28\ Cl\ 12}{Mg\ 45\ Ca\ 35\ Na\ 17}\ pH\,7.34$
		epm	2.04	0.11	4.05	5.22	5.69	2.76	1.23	
		epm%	**17.92**	**0.96**	**35.41**	**45.69**	**58.76**	**28.52**	**12.71**	
	آبار شرب الدراسات	ppm	38.00	2.60	112.00	17.00	310.00	55.00	100.00	$M\,0.45\,\frac{HCO_3\ 56\ Cl\ 31\ SO_4\ 12}{Ca\ 64\ Na\ 18\ Mg\ 15}\ pH\,7.34$
		ppm	1.65	0.06	5.60	1.38	5.08	1.14	2.81	
		epm%	**18.97**	**0.76**	**64.31**	**15.93**	**56.18**	**12.66**	**31.14**	
	القنجرة	ppm	18.00	1.40	100.00	26.00	320.00	10.00	45.00	$M\,0.46\,\frac{HCO_3\ 78\ Cl\ 18}{Ca\ 62\ Mg\ 26}\ pH\,6.94$
		epm	0.78	0.03	5.00	2.12	5.24	0.20	1.26	
		epm%	**9.85**	**0.45**	**62.96**	**26.72**	**78.04**	**3.09**	**18.85**	
	بكسا	ppm	37.00	2.60	80.00	31.00	370.00	35.00	55.00	$M\,0.49\,\frac{HCO_3\ 72\ Cl\ 18}{Ca\ 48\ Mg\ 30\ Na\ 19}\ pH\,7.03$
		epm	1.60	0.06	4.00	2.53	6.06	0.72	1.54	
		epm%	**19.60**	**0.81**	**48.74**	**30.83**	**72.69**	**8.73**	**18.56**	
	آبار شرب اللاذقية	ppm	15.62	1.00	57.00	28.60	242.50	37.66	18.12	$M\,0.27\,\frac{HCO_3\ 75\ SO_4\ 14}{Ca\ 48\ Mg\ 39\ Na\ 11}\ pH\,7.49$
		epm	0.67	0.02	2.85	2.33	3.97	0.78	0.51	
		epm%	**11.53**	**0.43**	**48.39**	**39.64**	**75.42**	**14.88**	**9.68**	
	رأس ابن هاني	ppm	69.50	5.25	110.00	9.50	355.00	27.50	60.00	$M\,0.49\,\frac{HCO_3\ 72\ Cl\ 20}{Ca\ 58\ Na\ 32}\ pH\,7.14$
		epm	3.02	0.13	5.50	0.77	5.81	0.57	1.69	
		epm%	**32.03**	**1.42**	**58.31**	**8.22**	**72.00**	**7.08**	**20.91**	
	مأخذ شرب اللاذقية	ppm	12.00	1.10	64.00	32.80	260.00	8.33	20.00	$M\,0.28\,\frac{HCO_3\ 85\ Cl\ 11}{Ca\ 49\ Mg\ 41}\ pH\,7.68$
		epm	0.52	0.02	3.20	2.67	4.26	0.17	0.56	
		epm%	**8.11**	**0.43**	**49.78**	**41.65**	**85.25**	**3.47**	**11.26**	

الجدول (1) المتوسطات الشهرية لنتائج التحاليل الكيميائية والتركيب الكيميائي لعينات المياه الجوفية في منطقة البحث خلال العام 2015

الرقعة	الموقع	Unit	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الأنيونات)			علاقة كورولوف
			Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
اللاذقية	بئر 16 تشرين	ppm	39.00	2.60	44.00	55.00	370.00	52.00	25.00	$M\,0.40\,\frac{HCO_3\ 77\ SO_4\ 13}{Mg\ 53\ Ca\ 26\ Na\ 20}\ pH\,7.50$
		epm	1.69	0.06	2.20	4.48	6.06	1.08	0.70	
		epm%	**20.06**	**0.78**	**26.02**	**53.12**	**77.23**	**13.79**	**8.96**	
	الصفصاف	ppm	33.66	1.78	59.16	51.26	314.54	74.75	30.00	$M\,0.41\,\frac{HCO_3\ 68\ SO_4\ 20\ Cl\ 11}{Mg\ 48\ Ca\ 34\ Na\ 16}\ pH\,7.61$
		epm	1.46	0.04	2.95	4.18	5.15	1.55	0.84	
		epm%	**16.91**	**0.52**	**34.19**	**48.36**	**68.21**	**20.60**	**11.18**	
جبلة	آبار الرويمية	ppm	46.41	4.10	103.07	48.41	350.83	101.30	35.41	$M\,0.52\,\frac{HCO_3\ 64\ SO_4\ 23\ Cl\ 11}{Ca\ 45\ Mg\ 35\ Na\ 17}\ pH\,7.06$
		epm	2.01	0.10	5.15	3.95	5.75	2.11	0.99	
		epm%	**17.97**	**0.93**	**45.89**	**35.19**	**64.91**	**23.82**	**11.25**	
البسيط	آبار شرب بللوران	ppm	32.00	1.26	44.00	78.33	455.00	170.66	40.00	$M\,0.50\,\frac{HCO_3\ 61\ SO_4\ 29}{Mg\ 63\ Ca\ 21\ Na\ 13}\ pH\,7.90$
		epm	1.39	0.03	2.20	6.39	7.45	3.55	1.12	
		epm%	**13.88**	**0.32**	**21.96**	**63.82**	**61.43**	**29.28**	**9.28**	
	البسيط	ppm	40.00	2.70	68.00	22.00	490.00	72.00	85.00	$M\,0.74\,\frac{HCO_3\ 67\ Cl\ 20\ SO_4\ 12}{Ca\ 48\ Mg\ 25\ Na\ 24}\ pH\,7.62$
		epm	1.73	0.06	3.40	1.79	8.03	1.50	2.39	
		epm%	**24.82**	**0.98**	**48.54**	**25.64**	**67.34**	**12.57**	**20.07**	
الحفة	حبيت	ppm	10.00	2.00	76.00	16.80	230.00	15.00	20.00	$M\,0.29\,\frac{HCO_3\ 85}{Ca\ 67\ Mg\ 24}\ pH\,7.90$
		epm	0.43	0.05	3.80	1.37	5.24	0.31	0.56	
		epm%	**7.68**	**0.90**	**67.16**	**24.24**	**85.69**	**5.10**	**9.20**	
	آبار شرب الحفة	epm	31.33	2.30	78.66	37.66	370.00	65.00	30.00	$M\,0.49\,\frac{HCO_3\ 73\ SO_4\ 16\ Cl\ 10}{Ca\ 46\ Mg\ 36\ Na\ 16}\ pH\,7.76$
		epm	1.36	0.05	3.93	3.07	6.06	1.35	0.84	
		epm%	**16.16**	**0.69**	**46.66**	**36.47**	**73.39**	**16.38**	**10.22**	

الجدول (1) المتوسطات الشهرية لنتائج التحاليل الكيميائية والتركيب الكيميائي لعينات المياه الجوفية في منطقة البحث خلال العام 2015

الرقعة	الموقع	Unit	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الأنيونات)			علاقة كورولوف
			Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
القرداحة	العامود	ppm	83.00	4.90	72.00	34.00	290.00	33.00	60.00	$M\,0.56\,\frac{HCO_3\ 66\ Cl\ 23}{Na\ 35\ Ca\ 35\ Mg\ 27}\ pH\,7.06$
		epm	3.60	0.12	3.60	2.77	4.75	0.68	1.69	
		epm%	**35.69**	**1.24**	**35.60**	**27.45**	**66.66**	**9.64**	**23.69**	
	عين الحياة	ppm	8.00	0.50	36.00	24.00	170.00	5.00	15.00	$M\,0.18\,\frac{HCO_3\ 84\ Cl\ 12}{Mg\ 47\ Ca\ 43}\ pH\,7.76$
		epm	0.34	0.01	1.80	1.95	2.78	0.10	0.42	
		epm%	**8.44**	**0.31**	**43.69**	**47.55**	**84.10**	**3.14**	**12.75**	
	بيت ياشوط	ppm	4.00	1.00	68.00	22.00	220.00	95.00	20.00	$M\,0.29\,\frac{HCO_3\ 58\ SO_4\ 32}{Ca\ 63\ Mg\ 33}\ pH\,7.22$
		epm	0.17	0.02	3.40	1.79	3.60	1.97	0.56	
		epm%	**3.22**	**0.47**	**63.01**	**33.28**	**58.65**	**32.18**	**9.16**	
	جوبة البرغال	ppm	13.50	0.95	58.00	25.50	265.00	6.50	25.00	$M\,0.31\,\frac{HCO_3\ 83\ Cl\ 13}{Ca\ 51\ Mg\ 37\ Na\ 10}\ pH\,7.48$
		epm	0.58	0.02	2.90	2.08	4.34	0.13	0.70	
		epm%	**10.49**	**0.43**	**51.85**	**37.21**	**83.80**	**2.61**	**13.58**	
	حرف المسيترة	ppm	13.00	0.80	36.00	46.00	260.00	9.00	15.00	$M\,0.29\,\frac{HCO_3\ 87}{Mg\ 61\ Ca\ 29}\ pH\,7.93$
		epm	0.56	0.02	1.80	3.75	4.26	0.18	0.42	
		epm%	**9.20**	**0.33**	**29.31**	**61.14**	**87.47**	**3.84**	**8.67**	

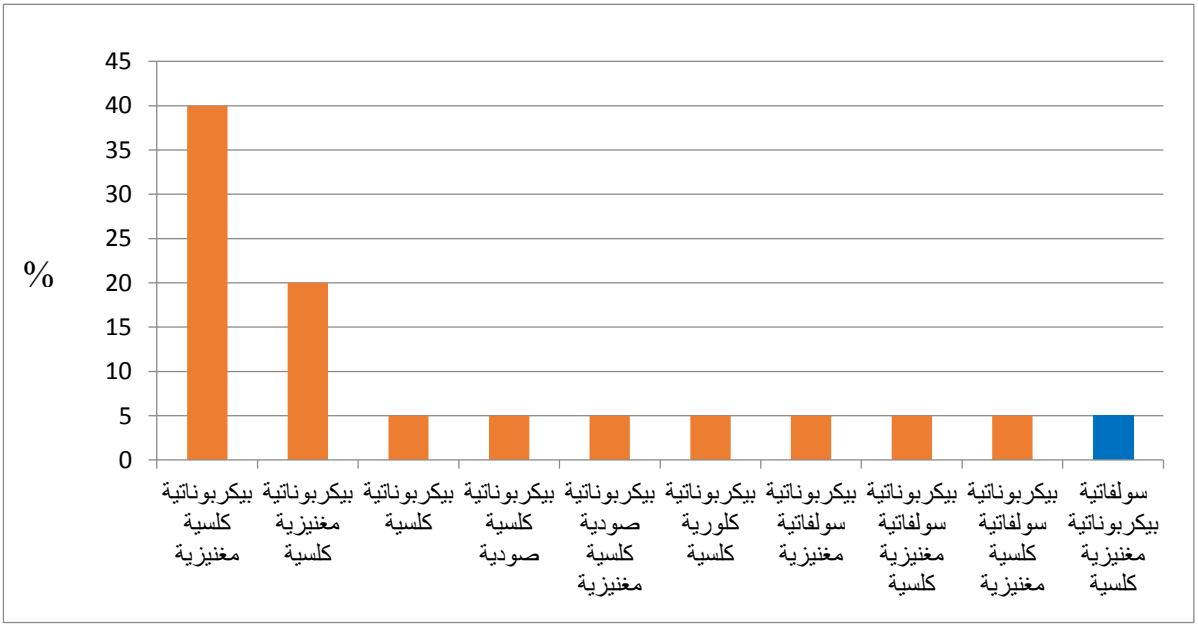
1.4. نوعية المياه الجوفية حسب علاقة كورولوف

بتطبيق علاقة كورولوف واعتماد التصنيف الأكثر قبولاً واستخداماً [12]، الذي يقسم السحنات (الأنماط) الهيدروكيميائية حسب الشاردة السالبة المسيطرة، تمَّ التمييز بين سحنتين رئيستين:

☒ سحنة بيكربوناتية واسعة الانتشار في جميع آبار منطقة الدراسة ما عدا آبار شرب الدراسات، وهذا يعود إلى الطبيعة الليتولوجية للتشكيلات الجيولوجية الحاملة للمياه (الصخور الكلسية الدولوميتية) وبالتالي الدور الكبير الذي يلعبه التركيب الليتولوجي للصخور ومدى تأثيره على المياه الجوفية في المنطقة.

☒ سحنة سولفاتية في آبار شرب الدراسات.

وكل سحنة منهما تُقسَم بدورها إلى مجموعات حسب الشاردة الموجبة المسيطرة، (الشكل 4).



الشكل (4) يوضح النسب المئوية لأنماط (سحنات) المياه الجوفية في آبار منطقة الدراسة حسب علاقة كورولوف

2.4. قساوة المياه الجوفية

تمَّ حساب القساوة الكلية (TH) التي تعبِّر عنها مركبات الكالسيوم والمغنيزيوم، وكل من القساوة المغنيزية والكلسية للعينات المائية المقطوفة، إضافةً للملوحة (TDS)، (الجدول 2)، ثمَّ صُنِّفَت العينات حسب قساواتها الكليّة وفقاً **للدرجة الألمانية** (DH°) [13] (الجدول 3).

الجدول (2) الملوحة والقساوة لعينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة خلال العام 2015

الموقع	الملوحة mg/l	TH بالميلي غرام المكافئ	القساوة الكلية mg/l	القساوة الكلسية بالميلي غرام المكافئ	القساوة الكلسية mg/l	القساوة المغنيزية بالميلي غرام المكافئ	القساوة المغنيزية mg/l	الموقع	الملوحة mg/l	TH بالميلي غرام المكافئ	القساوة الكلية mg/l	القساوة الكلسية بالميلي غرام المكافئ	القساوة الكلسية mg/l	القساوة المغنيزية بالميلي غرام المكافئ	القساوة المغنيزية mg/l
آبار البهلولية	477	26.03	377	7.50	150	18.53	227	آبار الرويمية	520	29.38	460	12.90	258	16.48	202
آبار الجندريرية	635	31.94	470	10.15	203	21.79	267	آبار شرب بللوران	504	32.11	436	5.50	110	26.61	326
آبار شرب الدراسات	459	19.79	351	14.00	280	5.79	71	البسيط	744	16.01	262	8.50	170	7.51	92
القنجرة	467	21.31	358	12.50	250	8.81	108	حبيت	294	15.21	260	9.50	190	5.71	70
بكسا	493	20.53	329	10.00	200	10.53	129	آبار شرب الحفة	496	22.66	354	9.85	197	12.81	157
آبار شرب اللاذقية	277	16.86	262	7.15	143	9.71	119	العامود	566	20.59	322	9.00	180	11.59	142
رأس ابن هاني	493	17.01	315	13.75	275	3.26	40	عين الحياة	184	12.66	190	4.50	90	8.16	100

مأخذ شرب اللاذقية	283	19.18	297	8.00	160	11.18	137	بيت ياشوط	291	16.01	262	8.50	170	7.51	92
بئر 16 تشرين	405	24.19	339	5.50	110	18.69	229	جوبة برغال	313	15.90	251	7.25	145	8.65	106
الصفصاف	411	24.86	362	7.40	148	17.46	214	حرف المسيترة	300	20.17	282	4.50	90	15.67	192

الجدول (3) تصنيف القساوة الكلية بالميلي غرام المكافئ (الدرجة الألمانية °DH) [13].

يسرة جداً (4.2 >)	يسرة (من 4.2 إلى 8.4)	معتدلة القساوة (من 8.4 إلى 16.8)	قاسية (من 16.8 إلى 25.2)	قاسية جداً (25.2 <)

تتراوح قساوة المياه في العينات المدروسة بين معتدلة القساوة والقاسية إلى القاسية جداً، حيث أنَّ 5 عينات تصنّف معتدلة القساوة، في حين تصنّف 11 عينة قاسية، و4 عينات قاسية جداً (الجدول 4). ويعود ارتفاع القساوة الكلية إلى ارتفاع تركيز شاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم، أي إلى ارتفاع القساوتين الكلسية والمغنيزية.

الجدول (4) تصنيف العينات المدروسة حسب قساواتها الكلية (ملغ مكافئ) (الدرجة الألمانية °DH)

الموقع	TH	الموقع	TH	الموقع	TH
البسيط	16.01	آبار شرب الدراسات	19.79	آبار البهلولية	26.03
حبيت	15.21	القنجرة	21.31	آبار الجنديرية	31.94
عين الحياة	12.66	بكسا	20.53	آبار الرويمية	29.38
بيت ياشوط	16.01	آبار شرب اللاذقية	16.86	آبار شرب بللوران	32.11
جوبة برغال	15.90	رأس ابن هاني	17.01	4 عينات قاسية جداً (25.2 <)	
5 عينات معتدلة القساوة (من 8.4 إلى 16.8)		مأخذ شرب اللاذقية	19.18		
		بئر 16 تشرين	24.19		
		الصفصاف	24.86		
		آبار شرب الحفة	22.66		
		العامود	20.59		
		حرف المسيترة	20.17		
		11 عينة قاسية (من 16.8 إلى 25.2)			

3.4. تحديد صلاحية المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة

يُعدّ الماء ملّوثاً عندما يتجاوز تركيز أحد مؤشرات التلوث فيه الحد المسموح به للاستخدام، ولكن قد يزداد تركيز المؤشر في بعض الأحيان كثيراً عن هذا الحد، وهنا تكون المشكلة أكثر تعقيداً، لهذا تمَّ تقييم حالة نوعية المياه الجوفية اعتماداً على الدراسة التفصيلية للمعايير السورية المُعتَمدة في تقويم نوعية وصلاحية هذه المياه لأغراض الشرب والري من الناحية الكيميائية، (الجدول 5) [11].

الجدول (5) المعدَّلات المعمول بها في الجمهورية العربية السورية لتقويم صلاحية مياه الشرب [11]

المكوِّن	الرمز	الوحدة	الحدّ المسموح به حسب المواصفة القياسية السوريّة (2007)
الرقم الهيدروجيني	pH	–	9 – 6.5
الصوديوم	Na^+	mg/l	200
الكالسيوم	Ca^{2+}		200
المغنيزيوم	Mg^{2+}		150
البوتاسيوم	K^+		10
البيكربونات	HCO_3^-		500
الكبريتات	SO_4^{2-}		250
الكلور	Cl^-		250

1.3.4. صلاحية المياه الجوفية للشرب

إنَّ نتائج التحاليل لقيم الـ pH (6.94 - 7.93) و($Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-$) جاءت ضمن الحدّ المسموح به في مياه الشرب في جميع عينات المياه المأخوذة.

2.3.4. صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري

يتم تقويم نوعية المياه لأغراض الري من خلال عدَّة معايير عالمية مُعتَمَدة، وهي:

☒ **مجمل الأملاح المنحلة (TDS)**

تؤدي زيادة ملوحة مياه الري إلى زيادة ملوحة التربة، وهذا يؤدي إلى مشاكل في نمو النباتات وإنتاجيتها. وقد أعطت منظمة الأغذية والزراعة (FAO) [13]، تصنيفاً للمياه المستخدمة في الري حسب درجة ملوحتها كما في (الجدول 6).

الجدول (6) تصنيف المياه المستخدمة في الري حسب درجة ملوحتها وفق منظمة الأغذية والزراعة (FAO)

TDS ملغ/ل	نوعية المياه ودرجة المشكلة
< 450	مياه ذات مواصفات جيدة ولا يسبب استخدامها أية مشاكل
2000 – 450	يتضمن استخدام هذه المياه بعض المشاكل المتزايدة
> 2000	يسبب استخدام هذه المياه مشاكل حادة

أظهرت النتائج (الجدول 3) أنَّ قيم ملوحة كلّ من عينات المواقع (آبار شرب اللاذقية، مأخذ شرب اللاذقية، بئر 16 تشرين، الصفصاف، حبيت، عين الحياة، بيت ياشوط، جوبة برغال، حرف المسيترة)، المحلَّلة كانت أقل من (450 mg/l >)، وبالتالي فهي مياه ذات مواصفات جيدة ولا يسبب استخدامها أيّة مشاكل حسب (FAO). في حين أنَّ قيم ملوحة باقي العينات تتراوح بين (459 - 744) ملغ/ل، وبالتالي فإنَّ استخدام هذه العينات يمكن أن يسبب بعض المشاكل المتزايدة [13]، وبشكل عام يمكن اعتبار المياه صالحة للرّي ولكافة المحاصيل الزراعية في جميع العينات المائية المحلَّلة حيث لم تصل قيم الملوحة فيها لـ 2000 ملغ/ل [13].

☒ نسبة الصوديوم (Na%)

يلعب الصوديوم دوراً رئيساً في تحديد صلاحية مياه الري، وبالتالي فإنَّ النسبة المئوية لأيون الصوديوم، تُعدّ من أهم الخصائص التي تلعب دوراً أساسياً في تقويم نوعية مياه الري، وقد أوجد "Wilcox's" نسبة الصوديوم بالشكل الميلي المكافئ (epm)، لمجموع الكاتيونات على النحو الآتي [14]:

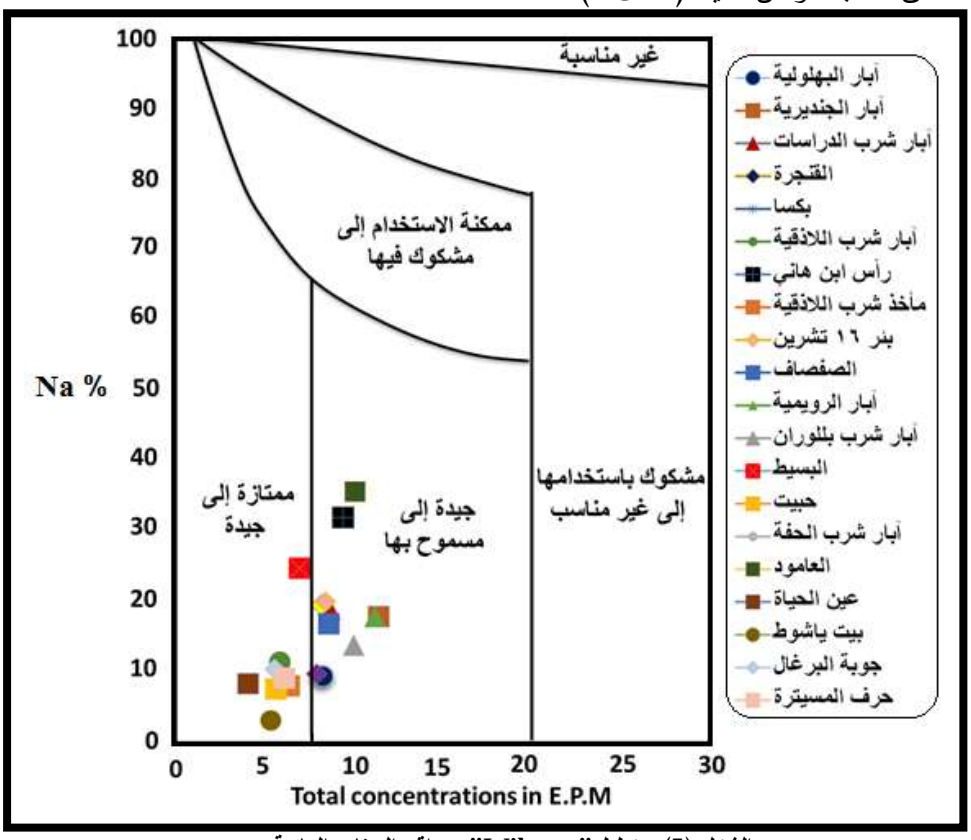
$$Na\% = \frac{Na \ or \ (Na+K)}{Ca+Mg+Na+K} \times 100$$

وأعطى التصنيف الآتي لنوعية مياه الري حسب هذه النسبة وفقاً (للجدول 7):

الجدول (7) تصنيف المياه المستخدمة في الري حسب نسبة الصوديوم [14]

Na%	نوعية المياه ودرجة المشكلة
< 20 %	ممتازة
60 – 40 %	مسموح بها (مقبولة)
80 – 60 %	غير مضمونة النتائج (مشكوك فيها)
> 80 %	غير ملائمة

تمّ تمثيل هذه النسبة للعينات المدروسة على مخطط "Wilcox's" وهو مخطط بياني يُعرَض فيه على محور السينات مجموع الكاتيونات بالشكل المكافئ (epm)، وعلى محور العينات نسبة الصوديوم المئوية (Na%)، ويُقسَم هذا المخطط إلى مناطق حسب خواص المياه (الشكل 5).



الشكل (5) مخطط "Wilcox's" ومواقع العينات المائية

تبيّن من (الشكل 5) أنَّ جميع عينات المياه المحلَّلة جاءت جيدة إلى ممتازة ومسموح بها للري. حيث كان محتوى الصوديوم فيها جميعاً أقل من (20%)، باستثناء المواقع (رأس ابن هاني، بئر 16 تشرين، البسيط، والعامود) حيث لوحظت زيادة بسيطة عن الـ (20%) بلغت (32.03%، 20.06%، 24.82%، 35.69%) على التوالي حسب (الجدول 1)، وهي نسبة مسموح بها ومقبولة للرّي وفق (الجدول 7).

☒ **نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR)**

يُعدّ الصوديوم من أخطر العناصر الموجودة في مياه الري حيث يؤثر على الخواص الفيزيائية للتربة من خلال تفتيت حبيباتها ممّا يحوّلها إلى تربة ذات نفاذية ضعيفة، وبالتالي نمو سيء للنباتات، كما ويؤثر سلباً على النباتات الحسّاسة بسبب تراكمه السّمّي في أوراق هذه النباتات، هذا ويُحدَد خطر الصوديوم في مياه الري وفقاً للتصنيف الأمريكي لمختبر الملوحة، وذلك بتقدير نسبة الصوديوم إلى كلٍ من الكالسيوم والمغنيزيوم، وفق العلاقة الآتية [15]:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

يُعبَّر عن التراكيز الأيونية بـ (epm)، حيث تصنَّف المياه في أربعة أنماط تبعاً لهذه النسبة حسب صلاحيتها للري، (الجدول 8).

الجدول (8) تصنيف المياه المُستَخدَمة في الري حسب نسبة ادمصاص الصوديوم [15]

النمط	SAR	محتوى Na^{+}	الاستعمال
1	0 - 10	منخفض	يمكن استعمالها لكل الترب
2	10 - 18	متوسط	يفضل استعمالها للترب ذات النسيج الخشن أو جيدة النفوذية
3	18 - 26	عالٍ	يمكن أن تسبب تأثيرات مؤذية
4	26 - 100	عالٍ جداً	غير ملائمة للأغراض الزراعية

بتطبيق العلاقة السابقة من خلال نتائج التحاليل الكيميائية المُعالَجة في (الجدول 1)، حصلنا على قيم نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) في العينات المائية المقطوفة في منطقة الدراسة، (الجدول 9):

الجدول (9) قيم نسبة ادمصاص الصوديوم في عينات مياه الآبار المدروسة

الموقع	SAR	الموقع	SAR	الموقع	SAR	الموقع	SAR
آبار البهلولية	0.404	آبار شرب اللاذقية	0.416	آبار الرويمية	0.942	العامود	2.017
آبار الجنديرية	0.948	رأس ابن هاني	1.706	آبار شرب بللوران	0.670	عين الحياة	0.248
آبار شرب الدراسات	0.883	مأخذ شرب اللاذقية	0.303	البسيط	1.074	بيت ياشوط	0.105
القنجرة	0.413	بئر 16 تشرين	0.925	حبيت	0.267	جوبة برغال	0.367
بكسا	0.885	الصفصاف	0.773	آبار شرب الحفة	0.727	حرف المسيترة	0.336

تُصنَّف المياه في منطقة الدراسة وفقاً لنتائج (الجدول 9)، واستناداً إلى التصنيف المُعتَمد في (الجدول 8) بأنها ذات نسبة ادمصاص صوديوم تتراوح بين (0 - 10) (محتوى منخفض من الصوديوم)، وبالتالي يمكن استخدامها لكلّ التّرب، وذلك في جميع مياه العيّنات المحلَّلة المقطوفة في منطقة الدراسة، حيث تراوحت نسبة ادمصاص الصوديوم فيها بين (0.105 – 2.017).

الاستنتاجات والتوصيات

☒ تتميز المياه الجوفية في منطقة الدراسة بسحنة (نمط) بيكربوناتية بصورة أساسية.

☒ جاءت قيم قساوة المياه في العينات المدروسة كالآتي:

- ✓ قاسية جداً (> 25.2) وبلغت نسبتها (20%).
- ✓ قاسية تراوحت قيمتها بين (16.8 – 25.2) بنسبة (55%).
- ✓ معتدلة القساوة وتراوحت بين (8.4 – 16.8) ونسبتها (25%).

☒ تشير نتائج التحاليل الكيميائية إلى صلاحية المياه للشرب وفقاً للمواصفة القياسية السورية لمياه الشرب، في جميع آبار منطقة الدراسة.

☒ المياه الجوفية في منطقة الدراسة صالحة لأغراض الري حسب المعايير العالمية المُعتَمَدة.

لذلك نوصي بإنشاء شبكة مراقبة منتظمة لرصد نوعية المياه الجوفية من خلال إجراء كافة التحاليل الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لها، لضمان جودة تلك المياه للاستخدامات المختلفة، ومراقبة تطور تلك النوعية مع الزمن. بالإضافة إلى دراسة حركة الملوثات ضمن المنظومة المائية، وضرورة إزالة قساوة المياه كيميائياً بالطرائق المعروفة كالمعالجة باستخدام ماءات الكالسيوم أو الصود الكاوي، أو بطريقة التبادل الشاردي لاستعمالها من جديد.

References

1. ELKAMMAR, M.; MOHAMED, A. *Hydrogeochemiacal studies of some selected groundwater wells from the northwestern part of the Aleppo Basin, Syria.* Egyptian Journal of Geology, Vol. 47/1, 2003, 475-489.
2. AL-NUAIMY, H. *Hydrochemistry and water quality of some wells distributed at Wana area northern Iraq.* Iraq Journal of Earth Sciences, Vol. 10, No. 2, 2010, 45 – 62.
3. AL-YOUZBKEY, K.; SULAIMAN, A. *Ground water quality of selected areas in the northeastern Mosul City and their assessments for domestic and agricultural usage.* Iraq National Journal of Earth Sciences, Vol. 20, No. 1, 2020, 107 – 126.
4. General Directorate of Meteorology. Internal Report: *The average rate of precipitation in northwestern Syria*. Damascus, 2008.
5. PONIKAROV, V.P. The Geology of Syria. *Explanatory Notes on the Geological Map of Syria*, **Scale 1**:**1000000**. Ministry of Industry, SYRIA. 1976.
6. PONIKAROV, V.P.; SHATSKY, V.N.; KAZMIN, V.G.; MIKHAILOV, I.; AISTOV, L.; KULAKOV, V.V.; SHATSKAYA, M. and SHIROKOV,V. The Geological Map of Syria **Scale 1:200000** of sheets I – 36 - XXIV, I – 37 – XIX (**Latakia, Hama**), V. O. *Technoexport* Moscow USSR, Contract N^{o}. 944, Ministry of Industry, S.A.R., Damascus. 1963.
7. WEBBI, N.; ALMONAJJEM, Z. Explanatory note to Urdu sheet, **Scale 1:50000** (General Organization for Geology and Mineral Resources, Ministry of Oil and Mineral Resources, Damascus. 1989, 65.
8. RUSKY, R. Explanatory note for Jableh Sheet (NI-36-X-2D) 1:50000 scale. Translation: Jamal, N. A. Geological map of Syria, Directorate of Geological Survey and Studies, General Organization for Geology and Mineral Resources, Ministry of Oil and Mineral Resources, Damascus. 1978, 26.
9. YOUSSEF, SH. Explanatory note for the Haffa sheet (NI 37-S-3-a). Ministry of Oil and Mineral Resources, Damascus, 1979, 46.
10. ADJEMIAN, J.; KHATOUN, A. The Geological Map of Syria **Scale 1:50000** of **Latakia sheets** NI 36 - XVI - E - b, Ministry of Petroleum and Mineral Resources. 1999.
11. The Syrian Arab Standards and Metrology Organization. Syrian Standard Specification Book for drinking water No. 45. Ministry of Industry, Damascus, 2007.
12. BITIVA, K. A. *The Hydrogeocheimstry, The Chemical composition of groundwater.* Moscow, 1978, 328.
13. AYERS, R.S. and D.W. WESTCOT. Water quality for agriculture FAO irrigation and drainage paper No 29. FAO publications. Rome .Italy, 1976, 107.
14. WILCOX, L.V. *Classification and use of irrigation water*. U.S. Dep. Agriculture. Circ. Washington D.C., 1955, 969.
15. TODD, D.K. and MAYS, L.W. *Ground water Hydrology.* 3rd. ed., John Willey & Sons Inc, USA, 2005, 636.