

Hydrogeochemical properties of surface water and groundwater in the ALQESH River Basin - Lattakia

Dr. Kinan Jamal RAE^{*} 

(Received 5 / 5 / 2025. Accepted 29 / 6 / 2025)

□ ABSTRACT □

This study investigates the hydrogeochemical properties of water in the ALQESH River Basin in Lattakia Governorate, an ecologically vital area with diverse development activities (agricultural, industrial, and tourism). The aim is to assess water quality and determine its suitability for drinking according to the Syrian Standard for Drinking Water No. /45/ of /2007/.

During the year /2023-2024/, Eight water samples were collected from various locations within the research area and subjected to Chemical analysis to determine the concentrations of major ions (cations and anions), as well as nitrogenous compounds (ammonia, nitrite, and nitrate).

The (SPSS²⁰) software was used for statistical analysis, where correlation coefficients between the chemical variables of the major ions were calculated. Cluster analysis was also applied to classify the samples into groups with similar properties.

The study concluded that the hydrogeochemical properties of the water indicate signs of contamination, rendering it chemically unsuitable for drinking. This highlights the need for regular monitoring and the implementation of appropriate measures to improve water quality and ensure its suitability for various uses, the statistical and cluster analysis revealed that the water samples could be grouped into two distinct clusters with similar properties, reflecting variations in pollution sources or intensity within the studied area.

Keywords: ALQESH River, Hydrogeochemistry, Syrian standards specification, SPSS.

Copyright  :Lattakia University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

^{*} Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Lattakia University, Lattakia, Syria.
Email: kinanraee@gmail.com

الخصائص الهيدروجيوكيميائية للمياه السطحية والجوفية في حوض نهر القش - اللاذقية

د. كنان جمال راعي ★

(تاريخ الإيداع 5 / 5 / 2025. قُبِلَ للنشر في 29 / 6 / 2025)

□ ملخص □

يتناول البحث دراسة الخصائص الهيدروجيوكيميائية للمياه في حوض نهر القش في محافظة اللاذقية، وهي منطقة حيوية تنتوع فيها الأنشطة التنموية (الزراعية، الصناعية، والسياحية)، بهدف تقييم جودة المياه وتحديد مدى صلاحيتها للشرب وفق المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم 45/ لعام 2007/. جُمِعَت خلال العام 2023-2024/ ثماني عينات مائية من مواقع مختلفة ضمن منطقة البحث، وأُجريت لها تحاليل كيميائية لتحديد تراكيز الشوارد الرئيسة (الكاتيونات والأنيونات) إضافةً للمركبات الآزوتية (الأمونيا، النترت، النترات). تمَّ استخدام برنامج (SPSS²⁰) للتحليل الإحصائي، حيث تمَّ حساب معاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية للأيونات الرئيسة في المياه، إضافةً إلى تطبيق التحليل العنقودي لتصنيف العينات في مجموعات متشابهة في خصائصها.

خُصِّصَت نتائج البحث إلى أنَّ الخصائص الهيدروجيوكيميائية للمياه في المنطقة تعد مؤشراً على وجود تلوث للمياه فيها، مما يجعلها غير صالحة للشرب من الناحية الكيميائية، وهذا يستدعي الحاجة إلى مراقبة دورية واتخاذ إجراءات مناسبة لتحسين جودة المياه وضمان صلاحيتها للاستخدامات المختلفة، كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي والعنقودي تقسيم المياه إلى مجموعتين متشابهتين في خصائصهما، مما يعكس تفاوت مصادر أو درجات التلوث في المنطقة المدروسة.

الكلمات المفتاحية: نهر القش، هيدروجيوكيمياء، المواصفة القياسية السورية، SPSS .



حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

★ أستاذ مساعد في قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سورية.

Email: kinanraee@gmail.com

مقدمة

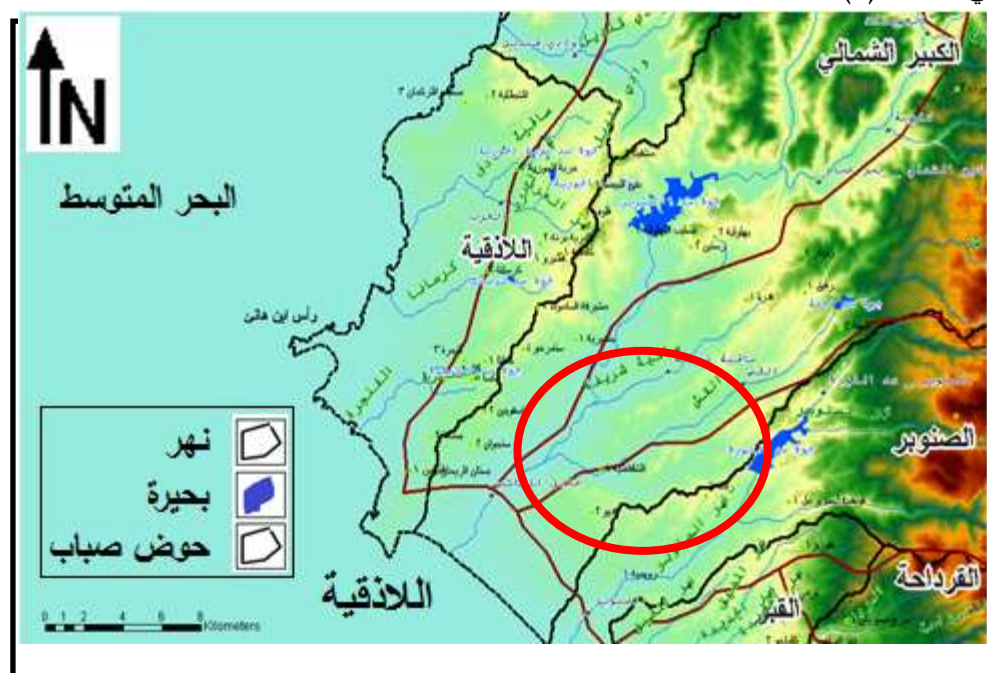
تعد المياه من أهم الموارد الطبيعية على وجه الأرض، ليس فقط من كونها ضرورية لاستمرار الحياة، وإنما أيضاً في خصائصها الهيدروجيوكيميائية (الفيزيائية والكيميائية) التي تميزها عن غيرها من المواد، حيث تلعب هذه الخصائص دوراً محورياً في مختلف العمليات الحيوية والبيئية والصناعية.

تساعد الخصائص الفيزيائية والكيميائية في تحديد مدى صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة، إضافة لمعرفة التفاعلات التي قد تحدث داخل المياه ومع المواد الأخرى والتي تؤثر بدورها على قابليتها للمعالجة والتنقية.

يشكل التقييم الإحصائي للخصائص الهيدروجيولوجية للمياه أداة أساسية لفهم سلوك المياه وتحليل جودتها وكميتها بشكل علمي ودقيق، إضافة لمعرفة العوامل البيئية (التغيرات المناخية) أو البشرية (الزراعة، الصناعة) التي تؤثر على تلك الخصائص، ومن ثم فهو يعد من الأدوات العلمية الضرورية لفهم وإدارة المياه بشكل مستدام، ويعزز من دقة الدراسات الهيدروجيولوجية ويسهم في حماية هذا المورد الحيوي.

الموقع والميزات العامة لمنطقة البحث

تقع منطقة البحث في القسم الشمالي الغربي للجمهورية العربية السورية، شمال شرق مدينة اللاذقية ضمن حوض نهر الكبير الشمالي، الشكل (1).



الشكل (1). حدود منطقة البحث بالنسبة لمحافظة اللاذقية [1]

يعد نهر القش الرافد الرئيس لنهر الكبير الشمالي، تبلغ مساحة حوضه الصباب حوالي (150) كم²، ويبلغ طوله (36) كم [2]، تغلب على بنية الحوض في القسم الشمالي والجنوبي منه توضعات النيوجين (غضار كلسي، حجر رملي، حجر كلسي شيلي، كونغولوميرا). بينما تنتشر توضعات الرباعي شريطياً في وادي نهر القش (حصى، حجر رملي، كونغولوميرا، رمال، غضار، جلاميد، حجر كلسي شيلي)، الشكل (2).

يتميز نهر القش بتنوع بيئي غني حيث تنمو على ضفافه أنواع متعددة من النباتات (القش، القصب، الدلب، الحور، والصفصاف) تستخدم في العديد من الصناعات. وتعد مصدراً للزراعة المروية أيضاً، حيث يزرع السكان المحليون الخضروات (البندورة، الباذنجان، الفاصولياء، والملوخية).

أهمية البحث وأهدافه

يسهم هذا البحث في معرفة الوضع الهيدروجيوكيميائي للمياه في منطقة البحث، كونها تكتسب أهمية خاصة نظراً لازدياد الأنشطة التنموية فيها مما يجعل الطلب على الموارد المائية كبيراً، في ظل محدودية تلك الموارد. وذلك من خلال تحديد العناصر الأساسية للتركيب الكيميائي لتلك المياه، ومن ثم معرفة مدى صلاحيتها للشرب، إضافة لاستخدام طرائق إحصائية شائعة في الدراسات الهيدروجيوكيميائية [3، 4]، لمعرفة الظروف والمتغيرات التي تشير إلى العوامل الأساسية المؤثرة على الخواص الكيميائية للمياه في المنطقة، بهدف التوجيه السليم والأمثل لاستخدامها، وتحقيق الإدارة المستدامة لموارد المياه في المنطقة.

طرائق البحث ومواده

أجريت التحاليل الكيميائية لـ 8/ عينات مائية، الشكل (3). قطعت من 6/ أبار مياه جوفية حرة على عمق يتراوح بين (1 - 20) م، بالإضافة إلى عينتين سطحيّتين من النهر مباشرةً، وذلك لثلاث فترات مميزة من العام 2023 - 2024، وتم اعتماد القيمة الوسطية لتلك النتائج لعدم ملاحظة أية تغيرات جوهرية فيها. حُلِّت العينات المائية في مخابر مديرية الموارد المائية باللاذقية، ومخابر المؤسسة العامة للشرب والصرف الصحي في اللاذقية ضمن أفضل الظروف المتاحة.

تم استخدام برامج حاسوبية متطورة ($SPSS^{20}$) لإجراء التحليل والتقييم الإحصائي، حيث حُدِّت معاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية للأيونات الرئيسة في المياه، وهو أسلوب إحصائي ينتج عنه مجموعة من المتغيرات ترتبط بشكل قوي مع عامل واحد فقط [3، 5]. إضافة إلى تطبيق التحليل العنقودي الذي ينفذ بأكثر من أسلوب [6، 7، 8]، لتحديد معاملات الارتباط بين العينات وتصنيفها في مجموعات متشابهة بخصائصها.

النتائج والمناقشة

حُدِّت الشوارد الرئيسة (الكاتيونات والآنيونات) التي تتمثل بـ: (البكربونات، السلفات، الكلور، الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنيزيوم)، بالإضافة إلى المركبات الأزوتية (النترات، النترت، الأمونيا) وكل من درجة الحرارة (t)، درجة الحموضة (pH)، والناقلية الكهربائية (Cond)، الجدول (1).

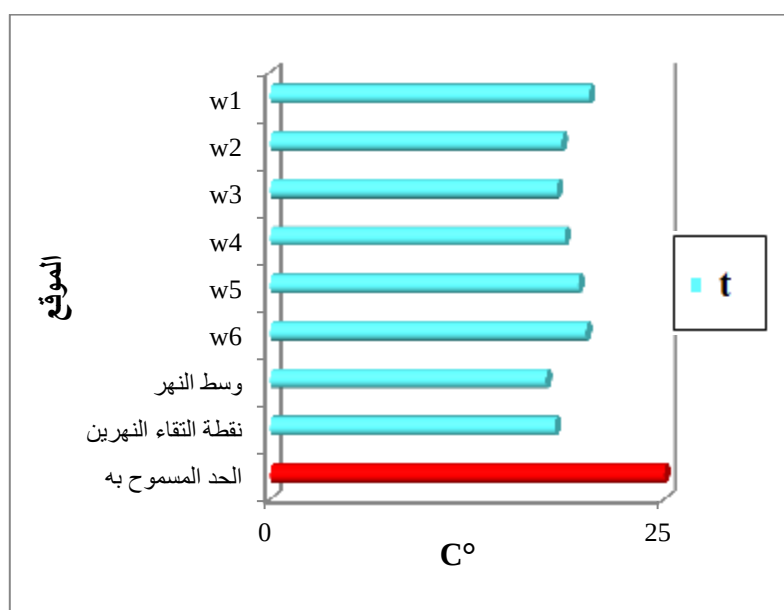
الجدول (1). متوسطات نتائج التحاليل الكيميائية بـ (ملغ/ل)، وبعض القياسات الحقلية لعينات المياه في منطقة البحث

	T °C	pH	Cond µs/cm	الشوارد الموجبة (الكاتيونات)				الشوارد السالبة (الآنيونات)			المركبات الأزوتية		
				Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
الحد المسموح به وفق المواصفة القياسية	5 - 25	6.5 - 9	1500	200	10	200	150	500	250	250	0.5	0.01	50

رقم البئر	T ° C	pH	Cond μs/cm	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
1	20.26	7.52	533.9	58.54	4.29	152.28	52.28	425.74	272.60	52.35	0.011	0.005	9.21
2	18.51	7.38	611.7	84.45	5.17	145.40	54.93	467.04	292.92	68.11	0.030	0.031	15.87
3	18.19	7.60	565.7	67.15	3.83	124.89	62.60	388.82	252.27	61.1	0.053	0.050	18.09
4	18.67	7.41	863.7	66.15	9.36	176.52	48.84	318.21	393.22	75.95	0.210	0.051	24.00
5	19.55	7.59	547.0	31.60	7.73	121.31	35.01	364.61	155.85	51.89	0.027	0.030	9.87
6	20.04	7.24	338.3	18.08	3.13	102.30	76.26	408.62	137.88	97.24	0.030	0.044	21.12
وسط النهر	17.50	7.77	737.7	36.13	2.79	129.05	43.95	323.84	243.52	39.85	0.300	0.120	13.74
نقطة التقاء النهرين	18.06	7.84	762.9	49.54	2.04	137.75	36.06	344.77	172.73	35.13	0.090	0.030	14.35

درجة الحرارة

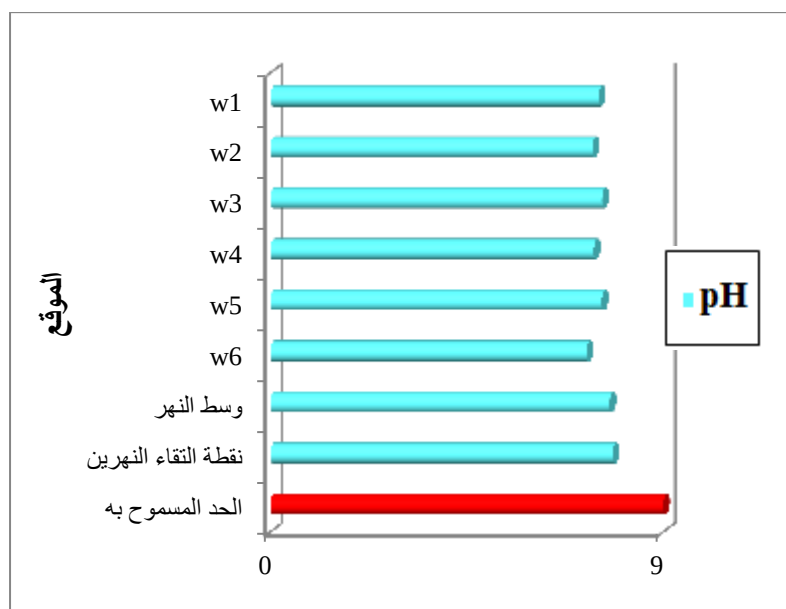
تراوحت تغيرات درجة الحرارة في عينات المياه المقطوفة في منطقة البحث بين (20.26 - 17.50) درجة مئوية، وتعود الاختلافات في قيم درجة حرارة المياه بشكل رئيس لدرجة الإشعاع الشمسي (حسب فصول السنة)، وأيضاً فيما يخص المياه الجوفية فالأمر يتعلق بعمق توضع المياه. وكانت القيم جميعها ضمن الحد المسموح به في مياه الشرب، الشكل (4)، وهو بين (5 - 25) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب [9].



الشكل (4). مخطط تغيرات قيم درجة الحرارة لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

درجة الحموضة

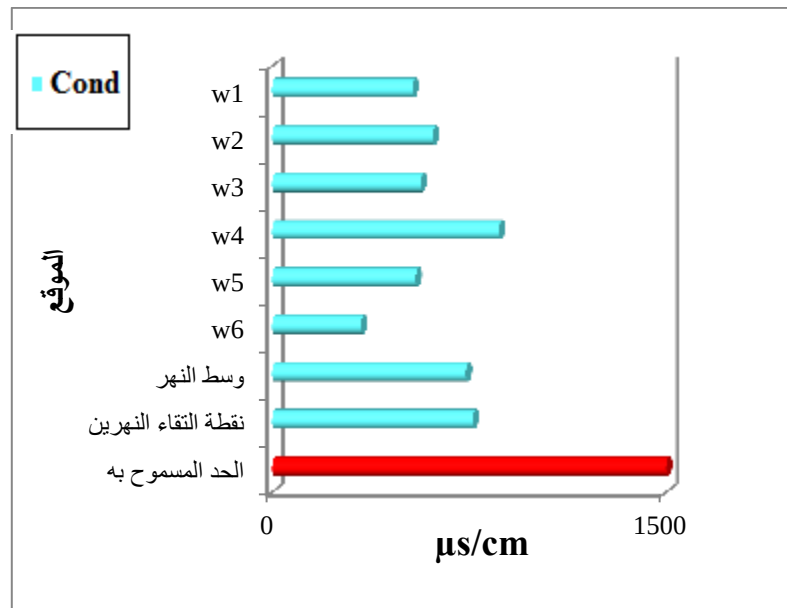
أنت جميع قيم pH ضمن الحد المسموح به في مياه الشرب حسب المواصفات القياسية السورية (6.5 - 9)، حيث تراوحت قيم الـ pH بين (7.24 - 7.84)، الشكل (5)، وهذا يعكس ميلاً للمياه باتجاه القلوية، ويدل على وجود كمية كافية من أملاح البيكربونات فيها.



الشكل (5). مخطط تغيرات قيم درجة الحموضة لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

الناقلية الكهربائية

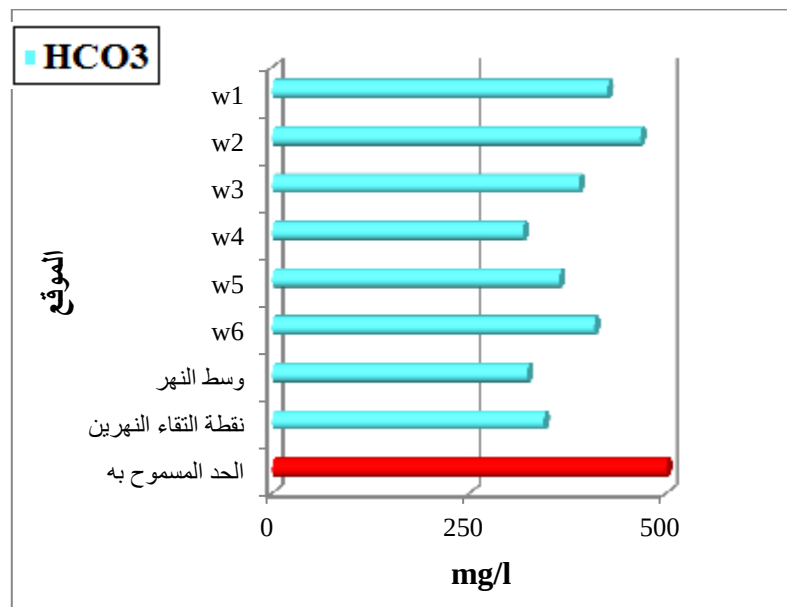
تشير قيم الناقلية الكهربائية للمياه فعلياً لقيم الملوحة، وهنا أنت جميع قيم الناقلية الكهربائية في مياه العينات أقل من (1500) ميكروسيمنس/سم (الحد المسموح به في مياه الشرب حسب المواصفة القياسية السورية)، حيث كانت أدنى قيمة لها (338.3) ميكروسيمنس/سم في البئر رقم (6)، وأعلى قيمة لها (863.7) ميكروسيمنس/سم في البئر رقم (4)، الشكل (6).



الشكل (6). مخطط تغيرات قيم الناقلية الكهربائية لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

البكربونات

يعود الانتشار الواسع لهذه الشاردة في المياه إلى الانتشار الكبير للصخور الكربونانية في الطبيعة وانحلالها بمياه الأمطار بشكل رئيس، إضافةً لورود كمية إضافية من غاز الفحم المتنوع المصادر، حيث أن غاز الفحم يؤدي إلى انحلال الفلزات السيليكاتية ويتم إغناء المياه بشوارد البكربونات. وإنَّ قيم شاردة البكربونات في جميع العينات المقطوفة، لم تتجاوز الحد المسموح به في مياه الشرب حسب المواصفة القياسية السورية وهو (500 ملغ/ل، حيث تراوحت بين (318.21 – 467.04) ملغ/ل، الشكل (7).



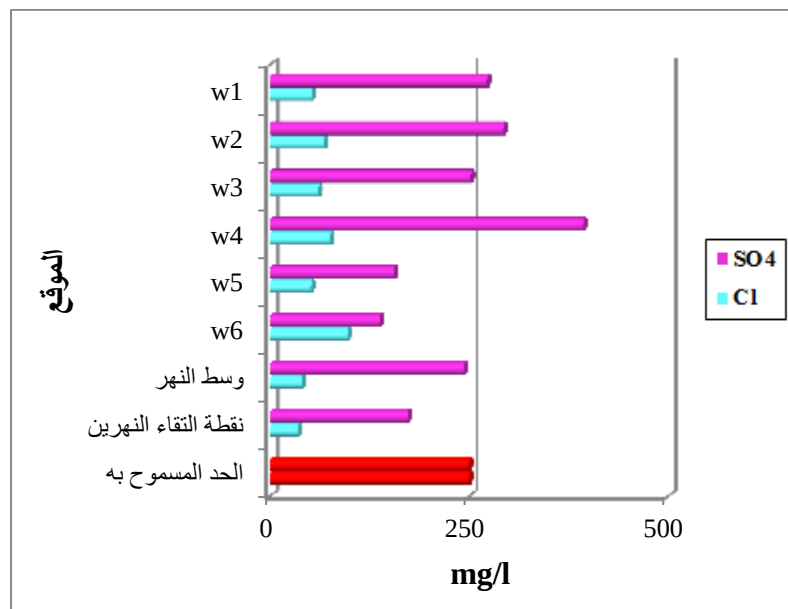
الشكل (7). مخطط تغيرات قيم البكربونات لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

السلفات (الكبريتات)

يعود السبب الرئيس لارتفاع تركيز شاردة الكبريتات إلى التأثير بمخلفات الأعمال الزراعية والصناعية في المنطقة والتي تحتوي على بقايا الأسمدة المحتوية عليها، إضافةً إلى ذوبان وتحلل الفلزات الجصية والسولفيديّة المتواجدة بالقرب من التشكيلات الجيولوجية للمنطقة. وقد تراوحت قيمتها بين (137.88 – 393.22) ملغ/ل، حيث تجاوزت الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب وهو (250) ملغ/ل، في الآبار ذوات الأرقام (1 ، 2 ، 3 ، 4)، الشكل (8).

الكلور

تراوحت قيمة شاردة الكلور بين (35.13 – 97.24) ملغ/ل، ولم تتجاوز الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب وهو (250) ملغ/ل، في جميع العينات، الشكل (8). وتعود هذه الشاردة إلى تجوية الصخور الغضارية وتشكل رقائق من الهاليت ضمنها تذوب بمياه الأمطار.



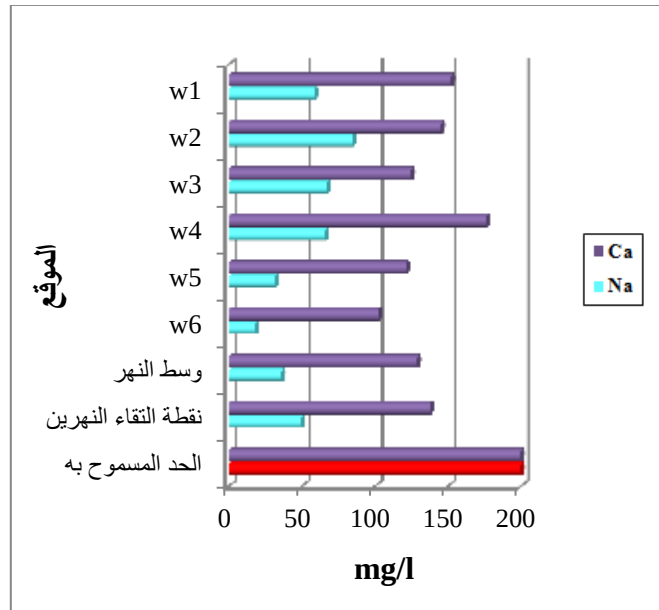
الشكل (8). مخطط تغيرات قيم السلفات والكلور لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

الصوديوم

تراوحت قيم شاردة الصوديوم بين (18.08 – 84.45) ملغ/ل في مياه العينات المقطوفة من منطقة البحث، الشكل (9)، ولم تتجاوز الحد المسموح به في مياه الشرب (200) ملغ/ل. ويفسر وجود الصوديوم في منطقة البحث بوجود سماكة من الغضاريات على السطح تأثرت بعمليات التجوية مما أدى إلى تشكل رقائق من الهاليت ضمنها تذوب بفعل مياه الأمطار.

الكالسيوم

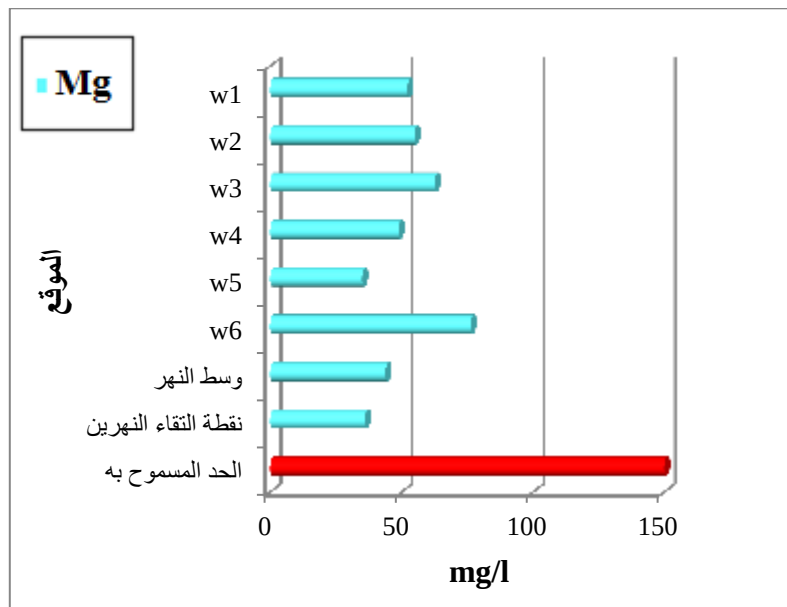
تراوحت قيمة شاردة الكالسيوم بين (102.30 – 176.52) ملغ/ل، ويعود السبب في ذلك إلى دور مياه الأمطار وانحلالها بشكل طبيعي مع مركبات الكالسيوم (الكالسييت والدولوميت). ولم تتجاوز قيم شاردة الكالسيوم الحد المسموح به في مياه الشرب (200) ملغ/ل في جميع العينات، الشكل (9).



الشكل (9). مخطط تغيرات قيم الصوديوم والكالسيوم لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

المغنيزيوم

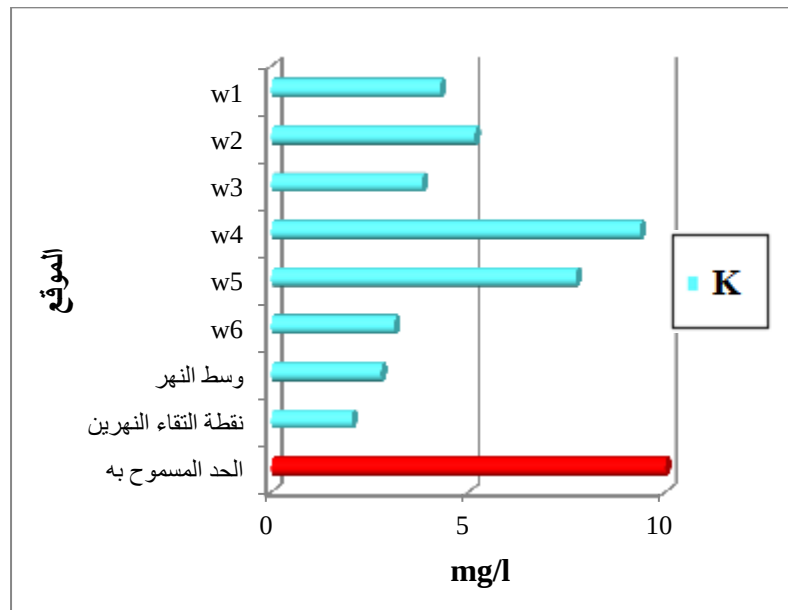
جاءت قيم شاردة المغنيزيوم منخفضة نوعاً ما في عينات المياه للمواقع المدروسة جميعها، وقد تراوحت بين (35.01 – 76.26) ملغ/ل، ويعود مصدرها إلى دور مياه الأمطار وانحلالها بشكل طبيعي مع مركبات المغنيزيوم (الدولوميت). ولم تتجاوز قيم شاردة المغنيزيوم الحد المسموح به في مياه الشرب (150) ملغ/ل في جميع العينات، الشكل (10).



الشكل (10). مخطط تغيرات قيم المغنيزيوم لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

البوتاسيوم

تتواجد شوارد البوتاسيوم في المياه بتركيزات منخفضة، وربما لهذا السبب أهمل تأثيره على نوعية المياه. حيث تُستَترَف بشدة نتيجة النشاط البيولوجي، وتعود مصادرها بشكل رئيس إلى استخدام الأسمدة الحاوية عليها. ونلاحظ من الشكل (11) أنَّ قيم تراكيز شاردة البوتاسيوم منخفضة في جميع العينات المائية المقطوفة، وهي ضمن الحد المسموح به في مياه الشرب (10 ملغ/ل).



الشكل (11). مخطط تغيرات قيم البوتاسيوم لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

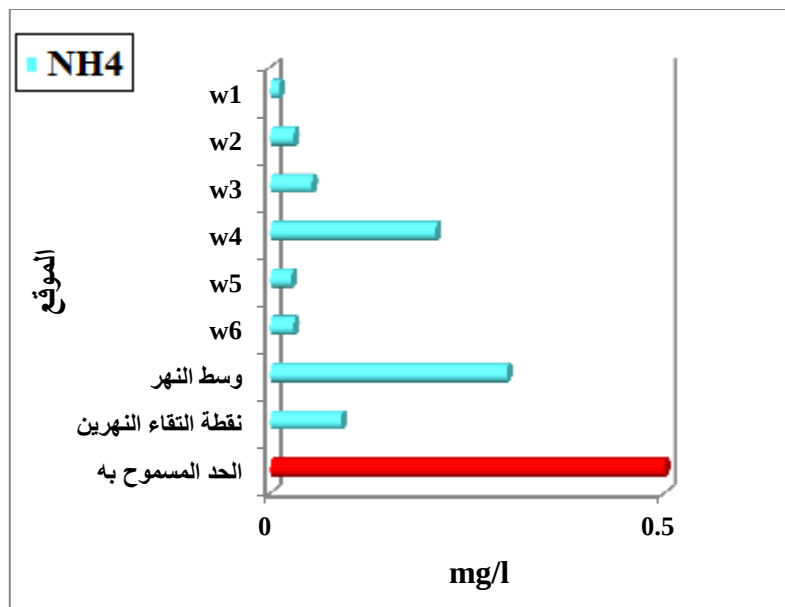
المركبات الآزوتية (الأمونيا، النتريت، النترات)

تعد المركبات الآزوتية من الملوثات الخطيرة جداً في مياه الشرب، وغالباً ما تكون مصادرها من الأنشطة البشرية والزراعية (مياه الصرف الصحي، الأسمدة الزراعية، مخلفات الحيوانات)، وهي تستخدم كمؤشرات لتلوث المياه خاصة التلوث الناتج عن الإنسان.

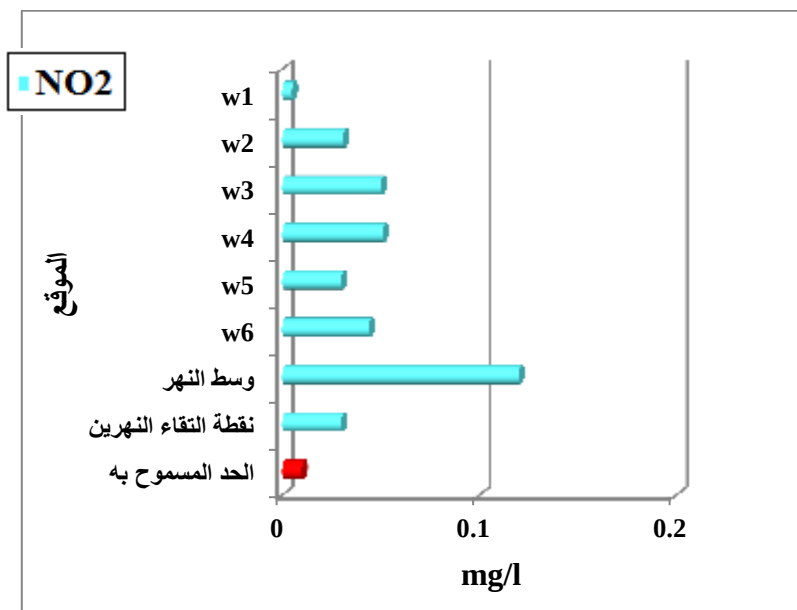
يبلغ محتوى الأمونيا في المياه عادةً أجزاء مئوية أو عشرية (نادراً) في اللتر، وإنَّ وصول الأمونيا إلى المياه الجوفية قليل، حيث يتم امتصاصها من قبل جزيئات التربة والطين فهي لا ترشح بسهولة من التربة، بينما النتريت والنترات يوجدان في المياه الجوفية، حيث تشكل شاردة النترات المرحلة الأخيرة في الأكسدة الحيوية لمركبات الآزوت العضوي، ويدل وجودها في المياه الجوفية على حدوث تلوث عضوي قديم، كما تكون أكثر استقراراً في المياه الجوفية مقارنةً بالنتريت الذي يتحول بسرعة إلى نترات بوجود الأكسجين.

نلاحظ من الأشكال (12 ، 13 ، 14)، أن تراكيز كل من شاردتي الأمونيا والنترات لم تتجاوز الحد الأقصى المسموح به في مياه الشرب في جميع مياه العينات المقطوفة. بينما ارتفع تركيز شاردة النتريت عن الحد المسموح به في مياه الشرب (0.01 ملغ/ل في جميع العينات المائية، باستثناء عينة البئر رقم (1) بقيت قيمة النتريت فيها ضمن الحد

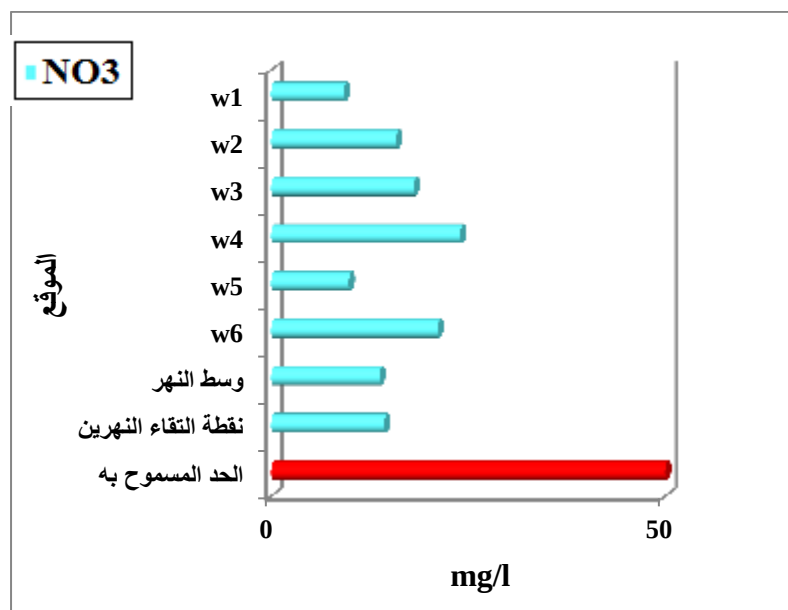
المسموح به، ويُعزى هذا التلوث إلى التلوث العضوي الناجم عن وجود صرف صحي، وبقياء الأسمدة الآزوتية المستخدمة في الزراعة في منطقة البحث.



الشكل (12). مخطط تغيرات قيم الأمونيا لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث



الشكل (13). مخطط تغيرات قيم النتريت لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث



الشكل (14). مخطط تغيرات قيم النترات لعينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

عموماً، ومن خلال دراسة النتائج المذكورة أعلاه، تبين وجود تراكيز عالية لأغلب البارامترات المحللة في مياه البئر رقم (4) وهذا ما يفسر القيمة العالية للناقلية الكهربائية فيها.

التحليل والتقييم الإحصائي

يُعدّ التحليل الإحصائي أداة جيدة يمكن تطبيقها لمعرفة الظروف والمتغيرات التي تشير إلى العوامل الأساسية المؤثرة على الخواص الكيميائية للمياه [7 ، 10]، وقد استخدمت هذه الأداة في هذا البحث بهدف التخطيط الأمثل للاستعمالات المختلفة للموارد المائية في منطقة البحث. وبعد ذلك، وباستخدام التحليل العنقودي (Cluster analysis) قمنا بتحديد علاقات الارتباط بين المواقع، وفصلها في مجموعات متشابهة بخواصها. حُدِّثت معاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية الأساسية باستخدام برنامج (SPSS²⁰) ومن ثم عرضها في الجدول (2) حيثُ تبين لنا علاقات الارتباط الآتية:

الجدول (2). التحليل الإحصائي لعينات المياه المقطوفة ومعاملات الارتباط بين المتغيرات الكيميائية الأساسية

Correlations												
	TDS	Na	K	Ca	Mg	HCO3	SO4	Cl	NO2	NO3	NH4	
TDS	1											
Na	.422	1										
K	.370	.380	1									
Ca	.737	.689	.674	1								
Mg	-.646	-.047	-.097	-.349	1							
HCO3	-.647	.339	-.159	-.177	.504	1						

SO4	.612	.744	.711	.881	-.024	-.089	1
Cl	-.523	-.069	.363	-.109	.828	.398	.114
NO2	.331	-.265	-.155	-.168	-.047	-.558	.079
NO3	.156	.110	.390	.148	.537	-.198	.369
NH4	.702	-.082	.135	.298	-.299	-.760*	.394
						-.310	.860*
						.274	1

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين الملوحة (TDS)، وكل من (Ca ، NH₄) (شوارد الملوحة)، حيث تبلغ معاملات الارتباط فيهما على التوالي: (r = 0.70 ، r = 0.73).

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين الكبريتات (السلفات) SO₄ وكل من: الصوديوم Na والبوتاسيوم K والكالسيوم Ca ، حيث بلغت قيمة معاملات الارتباط فيهما على التوالي:

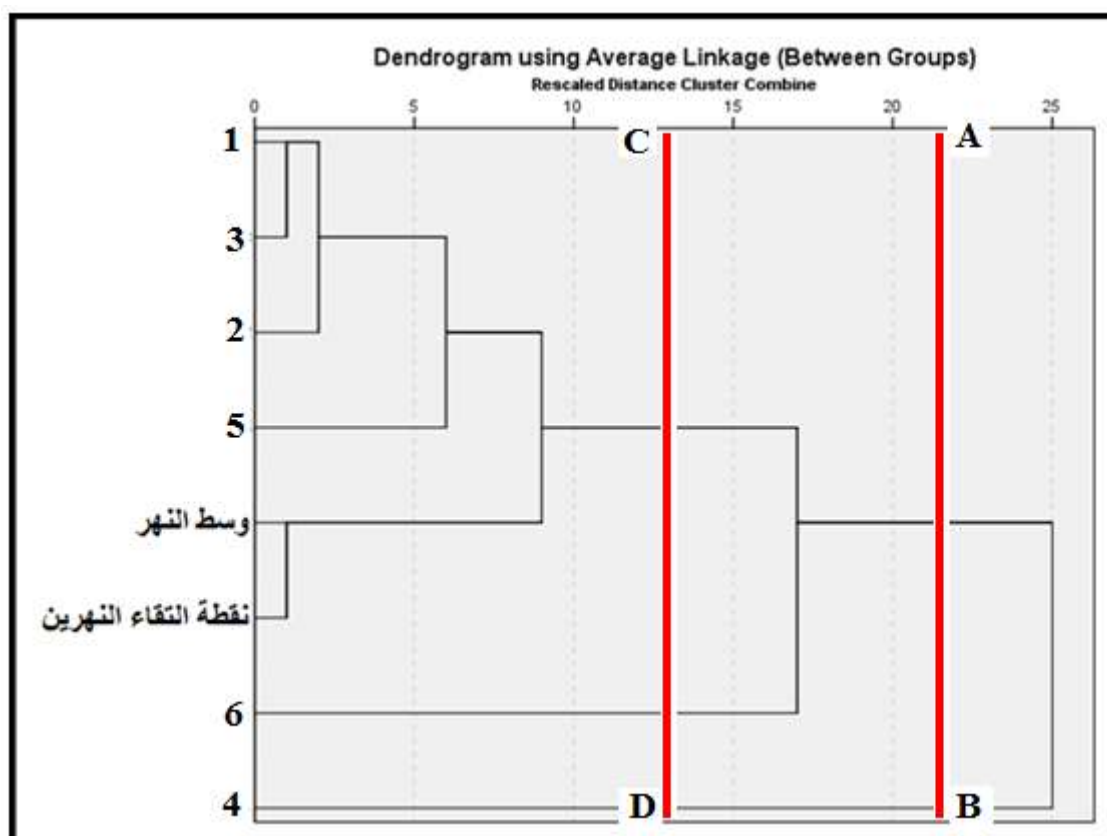
(r = 0.88 , r = 0.71 , r = 0.74) ، وهذا يشير إلى التوافق في توزيع شاردتي (الكبريتات والكالسيوم) في المياه لجهة وجود مصادر واحدة لها، هي الصخور الجصية والأنهدريتية المنتشرة في بعض المناطق القريبة من منطقة البحث، واستخدام كبريتات البوتاسيوم كسماد أساسي للترب الزراعية المتواجدة في المنطقة، إضافة لاستخدام كبريتات الصوديوم في بعض الأنشطة الصناعية (إنتاج المنظفات، الزجاج، وصناعات النسيج والورق).

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين المغنيزيوم والكلور (r = 0.82) وهذا يشير إلى تأثير المياه البحرية نوعاً ما ودورها في تشكيل التركيب الكيميائي للمياه في منطقة البحث.

✚ علاقة ارتباط إيجابية قوية بين الأمونيا والنترت (r = 0.86) وهذا يشير إلى ارتباطهما بالمخصبات الزراعية، وبمياه الصرف الصحي.

تدل علاقات الارتباط السابقة على الدور الرئيس الذي تلعبه الدورة الرشحية في تشكيل التركيب الكيميائي للمياه في المنطقة. حيث تتسرب الهطولات المطرية إلى طبقات الصخور وتقوم بحلّ (ذوبان) الصخور من خلال التأثيرات الفيزيوكيميائية المتبادلة بين المياه والصخور الحاوية عليها، ومن ثمّ إغناء المياه بتلك المكونات، إضافةً لانحلال الأسمدة والمواد العضوية المتراكمة في التربة نتيجة النشاطات الزراعية الكثيفة، وبعض النشاطات الصناعية في المنطقة.

ومن خلال الشكل (15)، تمّ تحديد علاقات الارتباط بين المواقع، وتصنيفها في مجموعات متشابهة فيما بينها، وذلك من خلال إجراء تحليل إحصائي بطريقة (Cluster analysis / Q-Mode)، باستخدام البرنامج (SPSS²⁰). وقد تبين من هذا التحليل وجود مستويين للتشابه (AB) و (CD).



الشكل (15). التحليل الإحصائي (Q-Mode) لتوضيح الارتباط بين عينات المياه المقطوفة من منطقة البحث

فعلى مستوى التشابه (AB) نميز مجموعتين:

المجموعة الأولى: تمثل البئر رقم (4) حيث شكلت حالة مستقلة وامتازت بأعلى قيمة للناقلية الكهربائية وبلغت $863.7 \mu\text{S/cm}$.

المجموعة الثانية: شملت بقية المواقع وتراوحت فيها الناقلية الكهربائية بين $338.3 - 762.9 \mu\text{S/cm}$.

بينما على طول مستوى التشابه (CD) يمكن تمييز ثلاث مجموعات، كالآتي:

تمثل المجموعة الأولى البئر رقم (4) التي تميزت بأعلى قيمة للكبريتات وبلغت 393.22 ملغ/ل .

أما المجموعة الثانية فتمثلت بالبئر رقم (6) وهي تمتاز بأدنى قيمة للكبريتات 137.88 ملغ/ل .

بينما شملت المجموعة الثالثة بقية المواقع وتراوحت فيها الكبريتات بين $155.85 - 292.92 \text{ ملغ/ل}$.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1. يعود التركيب الكيميائي للمياه في منطقة البحث بشكل رئيس للعوامل الطبيعية والمناخية والتركيب الليتولوجي للتشكيلات الصخرية المنتشرة في المنطقة ومحيطها، إضافة لدور الأنشطة الزراعية والصناعية.
2. المياه في منطقة البحث غير صالحة للشرب من الناحية الكيميائية.

3. تم تقسيم المياه في منطقة البحث حسب التحليل الإحصائي والعنقودي إلى مجموعتين حسب ناقليتها الكهربائية، وإلى ثلاث مجموعات حسب قيمة شاردة الكبريتات فيها.

التوصيات

1. تحسين إدارة الموارد المائية في منطقة البحث من خلال دراسة التلوث من كافة النواحي الفيزيائية، الكيميائية، والجرثومية وبشكل دوري، ومن ثم سن القوانين والأنظمة لضمان جودة المياه للاستخدام.
2. منع تلوث المياه في المنطقة عن طريق إنشاء مناطق عازلة (حرم)، ترشيد استخدام الأسمدة والمخصبات الزراعية، معالجة مياه الصرف بفعالية، واتباع طرائق معالجة مناسبة لإزالة الملوثات.

Reference

- [1] The study of developmental water sources basins central and northern and western Syrian Arab Republic, Japan international cooperation agency (JICA), 2000.
- [2] K.J.RAEE, M.A.ISSA, A.M.MOHAMMEDM, *Hydrogeochemical study of the water resources of the lower part of ALKABIR ALSHIMALI RIVER basin and evaluation of the geoenvironmental effects on these resources and the soil features there*, Master Thesis, Department Of Geology, Faculty Of Sciences, Tishreen University, Syria, P. 184, 2010.
- [3] M.BAKAC, M.N.KUMRU, Factor analysis in the geochemical studies along the Gediz River, Turkey. *Journal of Radio analytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 249, No. 3, P 617-624, 2001.
- [4] K.CHEN, J.JIU, J.J.JIAO, J.HUANG, R..HUANG, Multivariate statistical evaluation of trace elements in groundwater in a coastal area in Shenzhen, China. *Environmental Pollution*, Vol. 147, P 771-780, 2007.
- [5] H.Y.DHANNOUN, H.J.MAHMOOD, 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, P. 1-18, 2019.
- [6] J.E.KLOVAN, *R- and Q-Mode factor analysis*. In McCammon R.B (ed.), concepts in Geostatistics. Springer Verlag, New York, 1975.
- [7] J.C.DAVIS, *Statistics and data analysis in geology*. New York, P 468-616, 1976.
- [8] A.M.MOHAMMEDM, SH.B.HAYEK, K.J.RAEE, A contribution to the hydrogeochemical and statistical assessment for the quality unconfined groundwater in the area located between Al-snobar and Al-kabir al-shimali rivers. *Journal of AlBaath University*, Syria, Vol 36, 2014.
- [9] Syrian drinking water Standard. No 45/2007, The Syrian Arab Organization for Standardization and Metrology, Ministry of Industry, Damascus, Syria, 2007.
- [10] M.B.SANDRA, L.L.George, Regionocl ground water Flow and geochemistry in the Midwestern basins and Arches aquifer system in parts of Indiana, ohio, Michigan. *ILLionois, us geology survey*, P 103, 2000.