

## Quality of Groundwater in the Areas of Oil Evidences (NE Lattakia)

Dr. Areej Adra\*  
Dr. Abdulkarim Al-Abdalla\*\*  
Oday Sadek\*\*\*

(Received 9 / 3 / 2022. Accepted 28 / 7 / 2022)

### □ ABSTRACT □

The research aims to study the quality of the groundwater in northeast Lattakia which the Oil indices spread in several villages in the northeastern Lattakia (Beit Ismandar, Al-Mulk, Khirbet Solas, Solas). To achieve this aim 13 groundwater samples were collected in winter season (December 2018) and some physical and chemical parameters (temperature, pH, total Dissolved salt TDS, chloride, nitrate, sulfate, bicarbonate, phosphate, sodium, potassium, magnesium, calcium) were measured, in addition to measure the total hydrocarbons content using gas chromatography mass spectrometry (GC-MS). The results showed that the temperature, TDS and pH were within the permissible limits according to the Syrian standard specification for drinking water. On the other hand, the values of some ions exceeded the permissible limit, such as calcium, magnesium and sulfate which concentration reached 1235.21ppm, and this is characteristic of the water aquifer close to the oil reservoirs. GC-MS analyzes showed the presence of compounds indicative of oil leakage into the groundwater aquifer, where the groundwater contains organic compounds (hydrocarbons, carboxylic acids, aldehydes, phenols, esters and alcohols) resulting from the impact of oil indices on groundwater in the study area. The Piper diagram shows that the groundwater facies were mostly chloride-calcareous facies, and the Water Quality Index (WQI) indicated that most of the groundwater samples in the study area were poor and unsuitable for drinking purposes. Diagram Wilcos shows that analyzed water samples fell in the category of good to permissible water for irrigation purposes.

**Keywords:** groundwater, pollution, major ions, hydrocarbon compounds, NE Lattakia.

---

\* Assistant Professor - Department of Environmental Chemistry - Higher Institute for Environmental Research - Tishreen University - Lattakia - Syria. areejadra@gmail.com

\*\*Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria. abdul976@yahoo.fr

\*\*\*Master's student - Department of Environmental Chemistry - Higher Institute for Environmental Research - Tishreen University - Lattakia - Syria. oday1711991@hotmail.com

## نوعية المياه الجوفية في مناطق انتشار الشواهد النفطية في شمال شرق اللاذقية

د. أريج عدرة\*

د. عبد الكريم العبدلله\*\*

عدي غازي صادق\*\*\*

(تاريخ الإيداع 9 / 3 / 2022. قبل للنشر في 28 / 7 / 2022)

### □ ملخص □

يهدف البحث إلى دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمحتوى الكلي من الهيدروكربونات في المياه الجوفية حيث تنتشر الشواهد النفطية في عدة قرى شمال شرق اللاذقية (بيت اسمندر، الملك، خربة سولاس، سولاس)، أخذت 13 عينة من المياه الجوفية في فصل الشتاء (كانون الأول 2018)، حيث تم قياس بعض البارامترات الفيزيائية والكيميائية (درجة الحرارة، درجة الحموضة، نسبة الأملاح المنحلة، الكلوريد، النترات، الكبريتات، البيكربونات، الفوسفات، الصوديوم، البوتاسيوم، المغنيزيوم، الكالسيوم) بالإضافة إلى قياس المحتوى الكلي من الهيدروكربونات باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC-MS. أظهرت النتائج أن درجة الحرارة، TDS و pH كانت ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب، بالمقابل تجاوزت قيم بعض الشوارد الحد المسموح به، مثل الكالسيوم والمغنيزيوم والكبريتات التي وصل تركيزها إلى 1235.21ppm وهذا مميز للحوامل المائية التي تكون قريبة من الخزانات النفطية الجوفية، حيث أظهرت التحاليل وجود مركبات تدل على تسرب النفط إلى الحوامل المائية حيث بينت احتواء المياه على مركبات عضوية (الهيدروكربونات، حموض كربوكسيلية، ألدهيدات، فينولات، أسترات وكحوليات) ناتجة عن تأثر المياه الجوفية بالشواهد النفطية في منطقة الدراسة.

بين مخطط بايير أن سحنة المياه الجوفية في أغلب العينات المقطوفة المحللة هي سحنة كلوريدية، وحسب قيم مؤشر جودة المياه التي تم حسابها جاءت معظم المصادر المائية المأخوذة في المنطقة فقيرة وغير ملائمة للشرب. وأظهر دياغرام ويلكوس أن أغلب عينات المياه المحللة وقعت في صف المياه الجيدة إلى المسموح بها لأغراض الري.

**الكلمات المفتاحية:** المياه الجوفية، تلوث، الشوارد الرئيسية، المركبات الهيدروكربونية، شمال شرق اللاذقية.

\*مدرس - قسم الكيمياء البيئية\_المعهد العالي لبحوث البيئة\_جامعة تشرين\_اللاذقية\_سورية. areejadra@gmail.com

\*\*استاذ مساعد - قسم الجيولوجيا\_كلية العلوم\_جامعة تشرين\_اللاذقية\_سورية. abdul976@yahoo.fr

\*\*\*طالب ماجستير - قسم الكيمياء البيئية\_المعهد العالي لبحوث البيئة\_جامعة تشرين\_اللاذقية\_سورية. oday1711991@hotmail.com

**مقدمة:**

تعد المياه الجوفية مصدراً طبيعياً مهماً للمياه العذبة، فهي تمثل نسبة 30% من المياه العذبة في العالم، ويعتمد حوالي ثلث الاستهلاك البشري من المياه العذبة على المياه الجوفية، وفي بعض المناطق يتم الاعتماد عليها بشكل كامل. تُعرف المياه الجوفية بأنها المياه الموجودة تحت سطح الأرض ضمن خزانات كبيرة يطلق عليها اسم الخزانات الجوفية أو الطبقات الحاملة للمياه الجوفية Aquifers التي تتلقى تغذيتها من تسرب مياه الأمطار والانهار، وتتدفق إلى سطح الأرض عن طريق الينابيع أو حفر الآبار (Ashram, 2001). تتأثر المياه بالملوثات الناتجة عن الأنشطة البشرية أو العوامل الطبيعية بما يخص البنية الجيولوجية والهيدروجيولوجية للطبقات الحاملة للمياه أو عوامل تكوين التربة. وبالرغم من بطء وصول هذه الملوثات إلى المياه الجوفية، إلا أنها مع استمرار طرحها تتراكم وتزيد كميتها تدريجياً، بحيث تصبح غير صالحة للأغراض المختلفة سواء للشرب أو للاستهلاك المنزلي أو الزراعي. تعد الملوثات النفطية من أكبر مصادر التلوث المائي انتشاراً وتأثيراً، ويحدث التلوث بالنفط عندما تنتسرب المواد النفطية إلى المسطحات المائية مباشرة أو تنسكب على سطح التربة وترشح نحو الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، أو عن طريق هجرة النفط من الطبقات الخازنة باتجاه الطبقات السطحية أو العميقة للمياه الجوفية، كما هو الحال في منطقة الدراسة حيث تظهر المواد النفطية على السطح بشكل شواهد نفطية، لذا كان لا بد من تقييم نوعية المياه في هذه المنطقة من خلال التحاليل الكيميائية للأيونات الرئيسية ومحتوى المركبات الهيدروكربونية ومراقبة تغيره مع الزمن، وتمثلت أهداف البحث بالآتي:

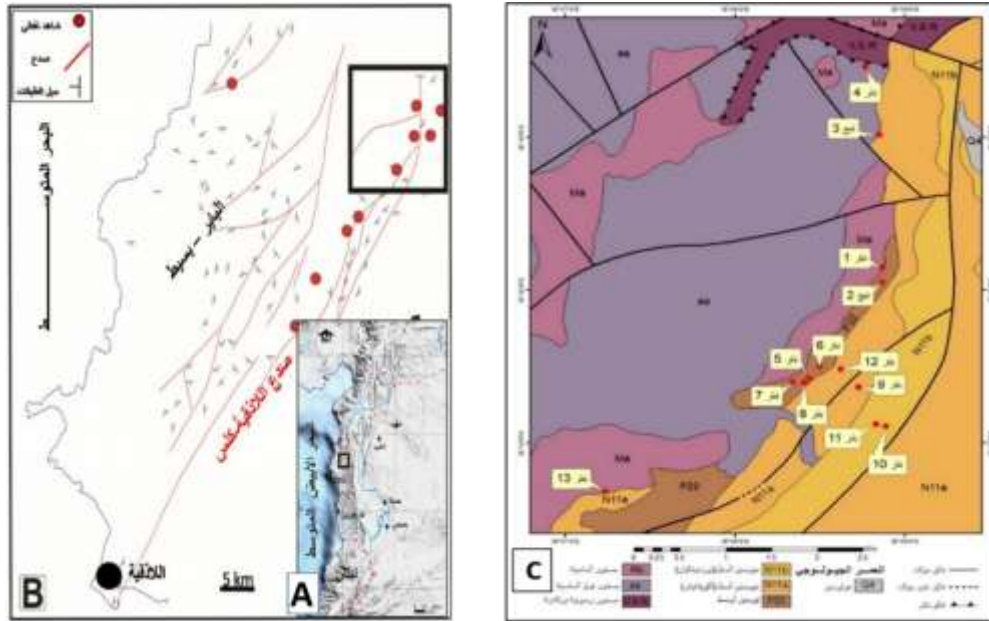
- 1-دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية في المنطقة (شمال بحيرة 16 تشرين، شمال شرق اللاذقية).
- 2-تحديد المحتوى الكلي من المواد الهيدروكربونية في المياه الجوفية.
- 3-تقييم جودة المياه الجوفية للشرب من خلال مؤشر WQI وتقييم صلاحيتها لأغراض الري.

**منطقة الدراسة**

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من سورية، في القسم الشمالي من حوض الساحل، حوالي 30 km شمال شرق اللاذقية بين خطي طول (35° 50' و 36° 00') شرقاً وخطي عرض (37° 35' و 35° 40') شمالاً. تشمل منطقة الدراسة عدة قرى: قرية سولاس\_خربة سولاس\_بيت اسمندر\_الملك (ناحية عين البيضاء). تقع المنطقة بين وحدتين بنيويتين هما كتلة البابر - بسيط وحوض نهر الكبير الشمالي حيث يفصل بينهما صدع اللاذقية - كلس (الشكل 1).

**منخفض حوض نهر الكبير الشمالي** يشكل وحدة تكتونية ذات طابع بنيوي مهم، وهو منخفض تصل سماكة الرسوبيات النيوجينية فيه إلى أكثر من 2000m (Leonove Y. 1985). يأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب وهو يفصل من الناحية البنيوية ما بين أطراف السلسلة الساحلية الواقعة إلى الشمال والشمال الشرقي منه وكتلة البابر - البسيط الواقعة إلى الشمال الغربي منه ويتوضع بعدم توافق زاوي عليهما (kazmin and kulakov, 1968, Al Jassem) (1969, Al Abdalla 2008).

**كتلة البابر - البسيط** تشمل كافة الأراضي الواقعة إلى الشمال والشمال الغربي من فائق اللاذقية - كلس الذي يشكل حدودها الجنوبية والجنوبية الشرقية، وتتميز هذه الكتلة بشدة تعقيدها وتضم بنيتين هما تشكيلة الصخور الأوفوليتية والصخور الرسوبية - البركانية، وتشكيلة صخور رسوبية مغطية لها من عمر ماستريختيان أعلى - حتى الرباعي.



الشكل (1): موقع منطقة الدراسة A- خارطة جغرافية لغرب سورية محدداً عليها موقع منطقة الدراسة (الباحث). B- الوحدات البنيوية الرئيسية في شمال غرب سورية محدداً عليها منطقة الدراسة (Adjemian 1997). C- خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة مبين عليها مواقع العينات المدروسة (الباحث).

**صدع اللاذقية - كلس** يشكل هذا الصدع الحدود بين كتلة البايير - البسيط في الشمال والشمال الغربي وحوض نهر الكبير الشمالي في الجنوب والجنوب الشرقي، ويأخذ الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، ويعود إلى عمر الميوسين الأسفل (Al Abdalla 2008)، يشكل هذا الصدع الحدود بين نطاقين مختلفين من حيث الظروف الترسيبية أيضاً. يعتقد أن هذا الصدع عادي حسب (Leonove 1985, Hardenberg & Robertson 2007) أو عكسي حسب (Al Jassem 1969, Al Abdalla 2008). وتنتشر الصدوع بمحاذاة حوض الكبير الشمالي تأخذ نفس اتجاه صدع اللاذقية - كلس وتتقاطع معها بعض الصدوع الثانوية في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة باتجاه شرق - غرب وجنوب - غرب.

هيدروجيولوجياً تعود المصادر المائية في منطقة الدراسة إلى حاملي (مجموعة الصخور الرسوبية - الإندفاعية) و(الميوسين). تتميز مناطق انتشار الصخور الرسوبية - الإندفاعية بكثرة تدفق الينابيع فيها لكن معظمها ضعيف التصريف ولا يزيد في أحسن الأحوال عن 3 ل/ثا. وتتسرب مياه هذا الحامل عادةً نحو السطح من خلال الشقوق، وهي غير منتظمة وذات طعم غير مستساغ وتشح أغلب الأحيان خلال موسم الجفاف. أما الحامل المائي لصخور الميوسين فيعتبر حاملاً مقبولاً للمياه في بعض مستوياتها وتؤدي إلى تدفق عدد لا بأس به من الينابيع ذات التصريف الضعيف والذي يتراوح ما بين 0.5-2.5 ل/ثا. لكن بسبب احتواء طبقات الميوسين الأسفل وخاصة الأكويتانين على البيتومين في بعض المواقع كما في بيت سمندر وسولاس، فإن المياه الجوفية في هذين الموقعين غير مستساغة (Adjemian, 1997).

### طرائق البحث ومواده:

تمّ كطف ثلاث عشرة عينة مائية من منطقة الدراسة تشمل ينابيع وآبار وهي (N1 بئر بيت اسمندر، N2 نبع بيت اسمندر، N3 نبع الملك، N4 بئر الملك، N5، N6، N7، N8، N9، N10، N11، N12 آبار خربة سولاس، N13

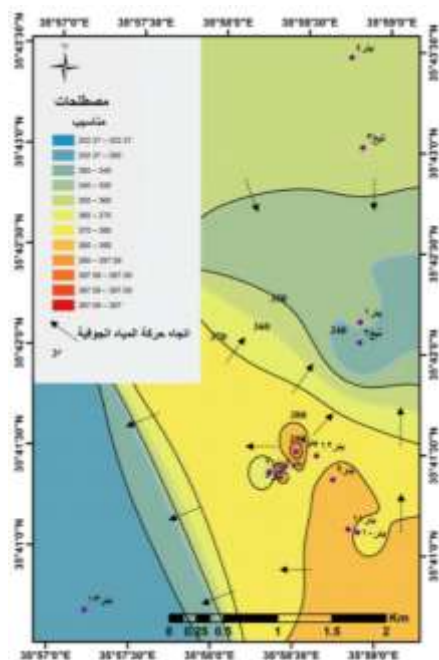
بئر سولاس) وذلك خلال فصل الشتاء (كانون الأول 2018) بعد هطل مطري كثيف تجاوز المعدل عن السنوات السابقة حيث بلغ 1168.9 مم/سنة في نهاية 2018 حسب (المديرية العامة للأرصاد الجوية). شملت الدراسة تحديد تراكيز الشوارد والمحتوى الكلي من الهيدروكربونات. أخذت العينات بعد أن تركت المياه تتدفق مدة (30) دقيقة ووضعت ضمن عبوات من الزجاج العاتم بعد أن غسلت بالماء المقطر وبماء العينة ثلاث مرات. نقلت العينات بواسطة حاوية مبردة إلى المختبر حيث حفظت في البراد بدرجة (4C<sup>o</sup>) ريثما يتم تحليلها. قيست بعض الخصائص الفيزيائية لعينات المياه عند جمع العينات، والتي تضمنت قياس درجة الحرارة، الناقلية الكهربائية ودرجة الحموضة باستخدام جهاز قياس حقلي، كما تم قياس عمق المياه في الآبار بواسطة جهاز قياس أعماق توضع المياه الجوفية (بكرة، حساس ضوئي) وتم تحديد مواقع الآبار وارتفاعاتها عن سطح البحر بواسطة جهاز GPS ومن ثم تمّ تحديد مناسيب المياه الجوفية.

فُسِّمَت كل عينة الى قسمين، رشَّح القسم الأول باستخدام ورق ترشيح 0.45µm وبواسطة قمع بوخنر تحضيراً لقياس الشوارد باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الشاردية (Ion Chromatography). تمّ تحديد تركيز شاردة البيكربونات (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) بالمعايرة الحجمية باستخدام حمض كلور الماء (0.001N) ومشعر برتقالي الميثيل.

كما تم تحديد تركيز الهيدروكربونات الكلية في عينات المياه باستخدام تقانة الكروماتوغرافيا الغازية مطياف الكتلة (GC-MS) بعد عملية الاستخلاص، حيث استخلصت العينات المائية 1L بطريقة سائل-سائل، باستخدام أقماص فصل، بعد إضافة 40 ml نظامي الهكسان C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> و 40 ml ثنائي كلور الميثان CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> وذلك للحصول على المركبات الهيدروكربونية القطبية وغير القطبية، ورجت لمدة 15 دقيقة. كرّرت عملية الاستخلاص مرتين وجمعت الخلاصتين معاً. ركزت الخلاصة باستخدام المبخر الدوار حتى 5 ml، ثم جففت الخلاصة بإضافة كبريتات الصوديوم اللامائية على دفعات. وتم جففت باستخدام تيار لطيف من غاز الأزوت، لتصبح العينة جاهزة لعملية التحليل بواسطة جهاز GC-MS. ومن ثم أضيف لكل عينة 1مل من نظامي الهكسان وحقنت في جهاز GC-MS للكشف عن المحتوى الكلي من الهيدروكربونات.

### النتائج والمناقشة:

- مناسيب المياه الجوفية: يلاحظ من خارطة المناسيب (الشكل 2) أنّ أعلى المناسيب توجد في قرية خربة سولاس، حيث ارتفاع منسوب المياه الجوفية يتراوح بين 365 و390م. وتنخفض بالاتجاه نحو الشمال والشمال الشرقي نحو قرية بيت سمندر وباتجاه الجنوب الغربي نحو قرية سولاس. حيث اتجاه حركة المياه الجوفية من نفس الاتجاهات السابقة، مما يدل على أن قرية خربة سولاس منطقة تغذية للمياه الجوفية (كونها ذات المناسيب الأعلى) وهي طبوغرافياً أعلى ارتفاعاً. كما تتجه المياه الجوفية بحسب خارطة المناسيب من قرية الملك باتجاه بيت اسمندر ذات المناسيب الأخفض، مما يعني وجود تغذية مائية أيضاً للحامل الجوفي من جهة الشمال. يعتمد الحامل الجوفي في تغذيته على الهطولات المطرية بشكل رئيس حيث معدل الهطولات السنوي حوالي 1000مم/سنة (المديرية العامة للأرصاد الجوية).



الشكل (2): مناسيب المياه الجوفية في آبار وينابيع منطقة البحث

#### – الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية:

1. **الطعم والرائحة:** تميزت بعض الينابيع برائحة كريهة تشبه رائحة البيض الفاسد دليل على وجود تراكيز مرتفعة من غاز كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ )، مع ملاحظة مادة سوداء لزجة إسفلتية في بعض الآبار كما في العينتين (N8، N2).
2. **درجة الحرارة ( $T$ ) ودرجة الحموضة (pH):** تراوحت قيم درجة حرارة المياه ما بين (15.4–18.7)، وقيم (pH) ما بين (6.75–7.58)، كما يظهر (الجدول 2)، وهو ضمن الحدود المسموح بها لمياه الشرب حسب المواصفة القياسية السورية (Syrian 2017).
3. **كمية الأملاح المنحلة (TDS) والناقلية الكهربائية (EC):** تعكس الناقلية الكهربائية (EC) للمياه محتواها من الأملاح المنحلة (TDS) والتي ترشح للمياه الجوفية بفعل عمليات الغسل وذوبان الأملاح بالصخور والتربة (Davis and DewiesT 1966) تراوحت قيم الناقلية الكهربائية بين (667.69–2092.3  $\mu s/cm$ )، حيث كانت أعلى قيمة للناقلية (2090.3  $\mu s/cm$ ) في العينة (11) بئر في قرية خربة سولاس، بينما كانت أخفض قيمة للناقلية (667.69  $\mu s/cm$ ) في العينة (13) بئر قرية سولاس، كما يظهر (الجدول 2)، بمقارنة هذه القيم بالحدود الواردة بالمواصفة القياسية السورية لمياه الشرب (Syrian 2017) وجد أن جميع القيم كانت ضمن الحدود المسموح بها ما عدا العينة (N11).
4. **القساوة الكلية (TH):** تعتمد قيمة القساوة للمياه على تركيز الأيونات ثنائية التكافؤ، ويعد الكالسيوم والمغنيزيوم من أكثر الأيونات المسببة لقساوة المياه (Manahan, 2005) وهذا مرتبط بشكل رئيس بطبيعة مكونات الطبقة الصخرية الحاملة للمياه وتم حساب القساوة من تطبيق العلاقة (Todd .1980)  $TH=2.49Ca^{2+}+4.11Mg^{2+}$  (التركيز بوحدة ppm). تراوحت قيمة القساوة الكلية للعينات بين (300.66–1689.48 ppm) (الجدول 2)، صنفت العينات ضمن صنف المياه عالية القساوة، حيث تصنف المياه حسب القساوة وفق الجدول الآتي (Todd .1980):

الجدول (1) تصنيف القساوة الكلية للمياه

تصنيف المياه	القساوة
جيدة	75 _ 7
متوسطة القساوة	150 _ 75
قاسية	300 _ 150
عالية القساوة	300 <

5. تركيز الأيونات في العينات المائية: يوضح الجدول (2) تركيز الأيونات وتوزعها في عينات المياه الجوفية متمثلة بالأيونات الموجبة ( $K^+$ ،  $Na^+$ ،  $Mg^{2+}$ ،  $Ca^{2+}$ ) والأيونات السالبة ( $PO_4^{3-}$ ،  $NO_3^-$ ،  $Cl^-$ ،  $SO_4^{2-}$ ،  $HCO_3^-$ ). الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) والمغنيزيوم ( $Mg^{2+}$ ): تراوح تركيز أيون الكالسيوم ما بين (46.13-559.766 ppm)، وتركيز أيون المغنيزيوم ما بين (8.228-161.87 ppm)، (الجدول 2)، يلاحظ زيادة تركيز الكالسيوم على تركيز المغنيزيوم في معظم العينات المائية ويعزى هذا إلى تأثير المياه بطبيعة الصخور الحاملة وهي صخور كربوناتية كلسية. يبين (الشكل 3-A-B) التوزيع المساحي لشاردتي الكالسيوم والمغنيزيوم. حيث نرى القيم العالية نسبياً للكالسيوم تتركز في جنوب شرق المنطقة في البئرين N11 و N10 وتتناقص تراكيزه في شمال المنطقة. بينما تسيطر القيم العالية نسبياً لتراكيز المغنيزيوم في شمال المنطقة وتتناقص التراكيز في جنوب شرق ووسط المنطقة ويفسر ذلك بسيطرة الصخور الرسوبية الكربوناتية الكلسية في جنوب شرق المنطقة وسيطرة الصخور المعقد الأفيوليتي في شمال المنطقة الغنية بالفلزات الحديدية المغنيزية والتي تؤثر بدورها على المياه من خلال زيادة شوارد  $Mg^{2+}$  بالمياه (Adra et al. 2020). بمقارنة النتائج مع الحدود المسموح بها في مياه الشرب للكالسيوم (100 ppm) (WHO, 2004) تبين أن أغلب عينات جنوب المنطقة قد تجاوزت الحد المسموح به وذلك في منطقة سيطرة الصخور الرسوبية الكربوناتية الكلسية. بينما بالنسبة لشاردة المغنيزيوم فكانت ضمن الحدود المسموح بها (50 ppm) (WHO, 2004) عدا عينات شمال المنطقة في الملك وبيت اسمندر حيث منطقة سيطرة صخور المعقد الأفيوليتي الغنية بالمغنيزيوم، وكذلك العينة N11 في جنوب شرق المنطقة حيث تصل البئر إلى صخور المعقد الأفيوليتي.

الجدول (2) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات مياه الآبار والينابيع في منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء (كانون الأول لعام 2018)

موقع العينة	منسوب المياه الجوفية (m)	T °C	pH	EC $\mu S/cm$	TDS mg/l	TH ppm	تراكيز الأيونات (ppm)								
							Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
بئر بيت اسمندر (N1)	346.5	18.7	7.4	1176.9	765	780.1	46.1	161.8	0.7	19.7	74.7	148.2	40.7	0.9	1.8
بئر بيت اسمندر (N2)	322	18.1	7.4	830.7	540	533.6	85.9	77.7	1.3	13.9	57.6	25.3	29.2	0.2	0.8
بئر الملك (N3)	352	17.5	7.4	800	520	509.4	104.3	60.7	1.1	21.0	55.8	40.5	32.1	7.6	1.5
بئر	356.5	18.5	7.5	807.6	525	485.8	50.3	87.7	1.8	19.0	52.7	35.4	41.3	2.4	0.5

الملك (N4)															
بنر خربة سولاس (N5)	371.2	17.1	7.5	732.3	476	422.7	156.2	8.2	5.7	13.4	32.9	88.4	21.8	62.1	0.8
بنر خربة سولاس (N6)	397.5	18.5	7	738.4	480	420.2	99.6	41.8	11.2	18.5	48.4	37.1	29.3	0.1	1.7
بنر خربة سولاس (N7)	354.6	18.5	7.2	1169.2	760	547.0	186.4	20.1	47.6	43.7	29.8	131.6	92.3	163.4	0.6
بنر خربة سولاس (N8)	391.2	18.6	7.0	1092.3	710	593.2	212.4	15.6	32.3	21.2	37.8	267.3	30.5	44.2	1.6
بنر خربة سولاس (N9)	387.1	17.2	6.7	833.8	542	515.2	190.1	10.1	1.0	12.9	52.1	22.2	41.2	1.6	2.8
بنر خربة سولاس (N10)	375.5	16.7	6.8	720	468	515.8	186.1	12.7	2.1	16.4	46.0	18.5	26.5	0.9	0.2
بنر خربة سولاس (N11)	388	17.1	7.0	2092.3	1360	1689.4	559.7	71.9	2.0	19.7	30.1	1235.2	29.8	0.1	1.8
بنر خربة سولاس (N12)	365	16.8	7.2	883.0	574	300.6	78.1	25.7	9.3	130.2	54.2	31.0	29.9	1.3	1.2
بنر سولاس (N13)	202.3	15.4	7.4	667.6	434	419.3	87.4	49.0	3.4	30.4	43.3	51.2	22.2	1.1	1.2

الصوديوم ( $\text{Na}^+$ ) والبوتاسيوم ( $\text{K}^+$ ): يمتاز الصوديوم والبوتاسيوم بقابليتهما العالية على الحركة والذوبان في المياه، ويعد الصوديوم عموماً أكثر وفرة في المياه من البوتاسيوم (Hem 1985). تراوح تركيز أيون الصوديوم في المياه الجوفية ما بين (12.99-130.29 ppm)، وتركيز أيون البوتاسيوم ما بين (0.726-47.644 ppm)، (الجدول 2) يعزى الإنخفاض بمحتوى البوتاسيوم مقارنة بالصوديوم في المياه نظراً لمقاومة الفلزات الحاملة للبوتاسيوم لعمليات التجوية الكيميائية كالفلدسبار البوتاسي ومعادن الطين.

تبين خرائط التوزيع المساحي لشاردتي الصوديوم والبوتاسيوم (الشكل C-D-3)، الازدياد النسبي لهما في وسط منطقة الدراسة قرية خربة سولاس وتتاقصها النسبي في شمال المنطقة. بمقارنة النتائج مع الحدود المسموح بها في مياه الشرب للصوديوم (200 ppm) تبين أن جميع العينات ضمن الحد المسموح به حسب المواصفة القياسية السورية (Syrian 2017) و (WHO, 2004). وكذلك بالنسبة للبوتاسيوم (12 ppm) عدا البئر N7-N8 في قرية خربة سولاس وسط منطقة الدراسة، حيث الأراضي الزراعية التي يكثر فيها استخدام الأسمدة.



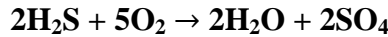
**الكبريتات ( $SO_4^{2-}$ ):** تراوح تركيز أيون الكبريتات في عينات المياه الجوفية ما بين (18.543-1235.21 ppm). يعتقد أن الكبريتات ذات علاقة بالمواد الهيدروكربونية والبيتومينية في منطقة الدراسة. ويعرف النفط في المنطقة بأنه نطف ثقيل (ذو أساس اسفلتي) لأنه حاوي على نسب كبيرة من المركبات الكبريتية، ويعطي النفط الخام ذو الأساس الإسفلتي نسبة عالية من المواد القبرية والإسفلتية وزيت التشحيم. يوجد الكبريت في النفط الخام بشكل حر أو بشكل متحد وينسب قد تصل إلى 6% /كبريتيد الهيدروجين، الثايوفينات، المركبتانات، الكبريتيدات/ التي تتأكسد مع مرور الزمن وتعطي حمض الكبريت الذي يتحد مع كربونات الكالسيوم وتتشكل المتبخرات حيث لوحظت بلورات كاملة نموذجية منعزلة من الجص  $CaSO_4 \cdot H_2O$  (كبريتات الكالسيوم المائية) في منطقة الدراسة بشكل ملاصق لمناطق الشواهد النفطية. إن المياه الجوفية بمنطقة الدراسة حيث تنتشر الشواهد النفطية تحتوي على تراكيز مرتفعة من غاز كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ )، ويعزى سبب وجود غاز  $H_2S$  لعمليات إرجاع الكبريتات التي تحدث غالباً بوجود البكتريا المرجعة للكبريتات (SRB) sulfate reducing bacteria حيث تستخدمها كمستقبل الكترون أو كمصدر للطاقة في الأوساط اللاهوائية (Nriagu and Hem 1978). ووجود المواد العضوية (النفطية) (كالميتان والكروجين) فإن الكبريتات بالمياه ترجع وينطلق غازي  $H_2S$ ,  $HS^-$  وفقاً للتفاعلات الآتية:

$$SO_4^{2-} + CH_4 \longleftrightarrow HS^- + HCO_3^- + H_2O$$

$$CaSO_4(H_2O)_2 + CH_4 \longleftrightarrow CaCO_3 + H_2S + 3H_2O$$

$$CaSO_4(H_2O)_2 + 2CH_4 + 2CaMg(CO_3)_2 \longleftrightarrow 4CaCO_3 + 2Mg^{+2} + 2H_2S + 4H_2O + HCO_3^- + 2H^+ + O_2$$

وبشكل عام يتشكل غاز  $H_2S$  عند قيم  $pH \leq 7$  وأما  $HS^-$ ,  $S^{2-}$  يتشكلان عند قيم  $pH$  مرتفعة جداً  $pH > 12$ ، حيث تنخفض قيم  $pH$  نتيجة عملية إرجاع الكبريتات التي تتجلى بوضوح من خلال انطلاق غاز كبريت الهيدروجين  $H_2S$ . ومن المعروف أنه عندما تتم أكسدة غاز كبريتيد الهيدروجين يتحول إلى حمض الكبريت وفق المعادلة الآتية:



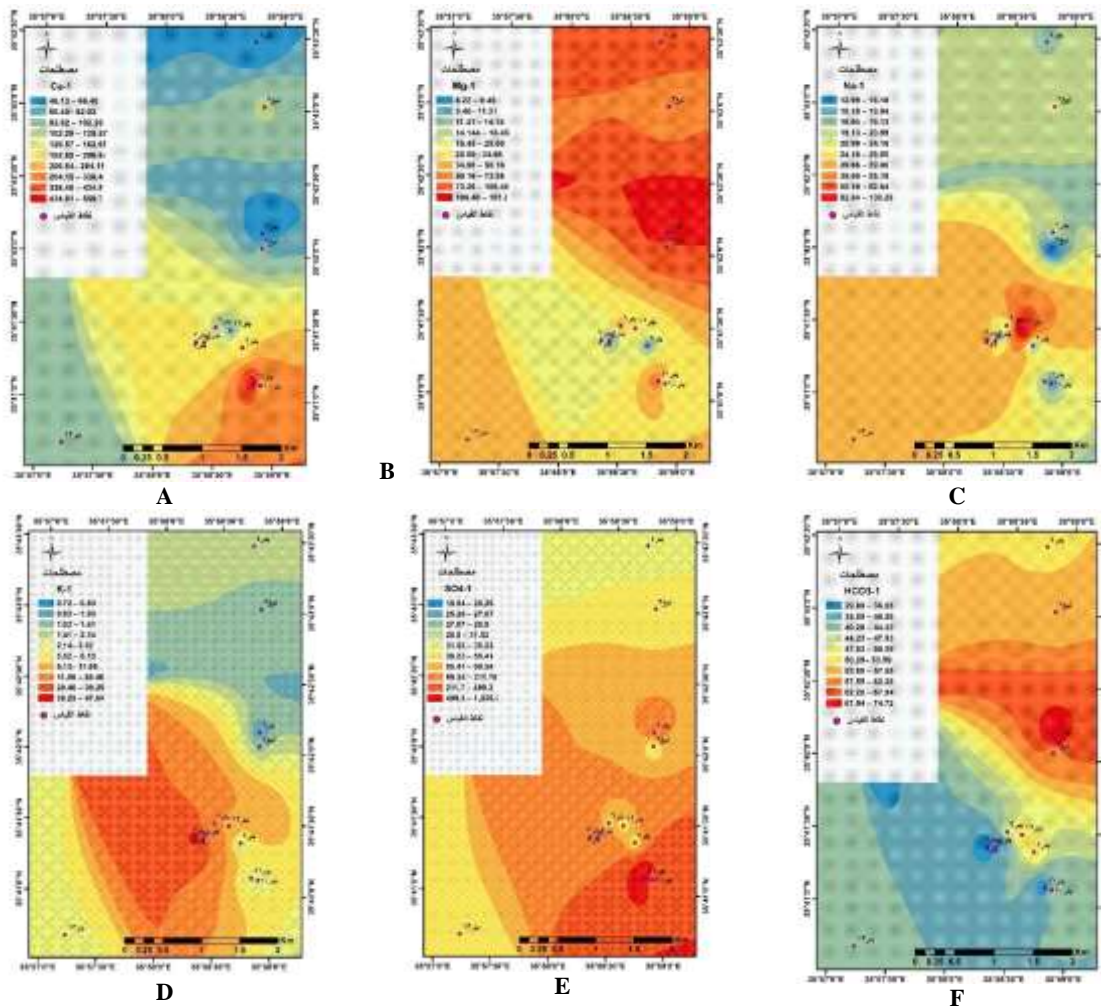
بمقارنة النتائج مع الحدود الواردة (250 ppm للكبريتات) في المواصفة القياسية السورية (Syrian 2017) و (WHO, 2004) فقد كانت ضمن الحد المسموح به ما عدا العينتين N11-N8 في قرية خربة سولاس حيث تنتشر الصخور الكربوناتية المشبعة بالبيتومين. يظهر (الشكل 3-E) التوزيع المساحي لشاردة الكبريتات.

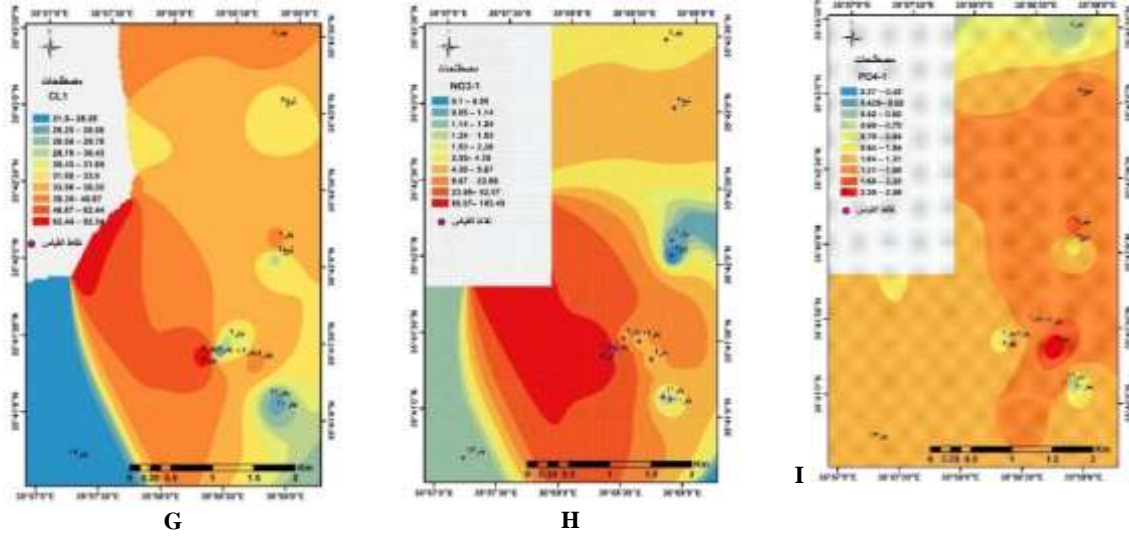
**الكلوريد ( $Cl^-$ ):** تراوح تركيز أيون الكلوريد في عينات المياه الجوفية ما بين (21.862-92.344 ppm) (الجدول 2)، بمقارنة النتائج مع الحدود الواردة في المواصفة القياسية السورية (Syrian 2017) و (WHO, 2004) (250 ppm) كانت جميع العينات ضمن الحد المسموح به. ويظهر (الشكل 3-G) التوزيع المساحي لأيون الكلوريد.

**البيكربونات ( $HCO_3^-$ ):** يمثل أيون البيكربونات مصدراً للقلوية، وهي قابلية الماء للتفاعل مع ( $H^+$ )، أما القلوية الكلية فهي قياس للبيكربونات والكربونات والهيدروكسيل ( $OH^-$ ) المذابة في المياه (Gill, R. 1997) ففي ظروف ( $pH$ ) أكبر من (8.2) فإن الكربونات تكون المسيطرة، أما عند ( $pH$ ) أصغر من (8.2) فإن معظم الكربونات الموجودة في المياه تتحول إلى بيكربونات، وهذا هو حال المياه الجوفية في منطقة الدراسة حيث تتراوح درجة ( $pH$ ) ما بين (-6.75-7.58) وبالتالي القلوية الكلية تتمثل بوجود أيونات البيكربونات التي تراوح تركيزها بين (29.89-74.725 ppm) (الجدول 2). وهي ضمن الحد المسموح به (240) وفق منظمة الصحة العالمية (WHO, 2004). يبين (الشكل 3-F) التوزيع المساحي لشاردة البيكربونات حيث نرى القيم العالية نسبياً تتركز في قرية بيت اسمندر وأقلها في جنوب منطقة الدراسة في قرى سولاس وخربة سولاس.

**النترات ( $\text{NO}_3^-$ ):** تراوح تركيز أيون النترات في المياه الجوفية ما بين (0.1-163.49 ppm). ويبين (الشكل H-3) التوزيع المساحي لشاردة النترات في منطقة الدراسة حيث التراكيز الأعلى نسبياً في وسط منطقة الدراسة في خربة سولاس. وبالمقارنة مع الحدود المسموح بها لشاردة النترات في مياه الشرب (70 ppm) (Syrian 2017) و (WHO, 2004). تبين أن جميع العينات ضمن الحد المسموح به عدا العينتين N7-N5 غرب خربة سولاس ويعزى ذلك لتسرب مياه الصرف الصحي القريبة من الآبار.

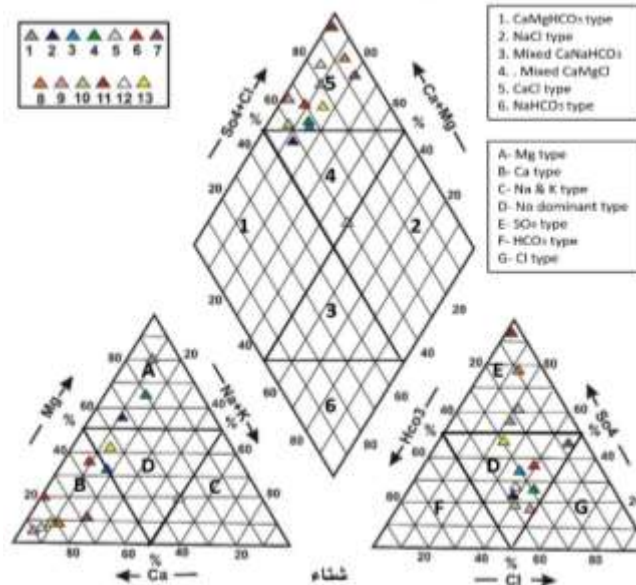
**الفوسفات  $\text{PO}_4^{3-}$ :** تراوح تركيز أيون الفوسفات في عينات منطقة الدراسة ما بين (0.278-2.899 ppm) (الجدول 2)، ويبين (الشكل I-3) التوزيع المساحي لشاردة الفوسفات. بمقارنة النتائج مع الحدود المسموح بها وفق المواصفة القياسية السورية (Syrian 2017) لمياه الشرب (1 ppm) تبين أن أغلب العينات فوق الحد ماعدا (N2, N4, N5, N7, N10) والذي يعتقد أنه ناتج عن استخدام الأسمدة الزراعية.





الشكل (3): التوزيع المساحي لنسب الشوارد في جميع عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة باستخدام ARC-GIS,10.5 :A - الكالسيوم-B-المغنيزيوم-C-الصوديوم-D-البوتاسيوم-E-الكبريتات-F-البكربونات-G-الكلوريد-H-النترات-I-الفوسفات.

تحديد سحنة المياه الجوفية وفق مخطط بايبر (Piper, 1944): تمّ تمثيل نتائج التحاليل الكيميائية للعينات المحلّلة على مخطط بايبر (الشكل 4) حيث نلاحظ أن جميع النقاط تقع في القسم العلوي من المعين، وهنا المياه تتمتع بخواص ثانوية تسيطر فيها شوارد السلفات والكلوريد على الصوديوم والبوتاسيوم ويعزى ذلك إلى ليتولوجية المنطقة حيث الصخور الكربوناتيّة الحاوية على شواهد نفطيّة تمثل هجرة مبعثرة للنفط قادمة من ممكن نفطي في الأسفل ووصول المواد الهيدروكربونية إلى السطح في شروط مؤكسدة أدت إلى تخريب المادة النفطية وتراكم الكبريت. ولتمييز سحنة المياه من خلال تصنيف بايبر في (الشكل 4) للعينات المأخوذة يتضح أن إجمالي مصادر المياه كانت ذات سحنة هيدروكيميائية كلورية كلسية ماعدا العينتين N2-N12 كانتا من سحنة كلورية كلسية مغنيزية مختلطة. ويلاحظ من المخطط أنّ هناك أربع عينات سحنتها سولفاتيّة وفق المثلث الأيمن من المخطط في القطاع (E) وذلك نتيجة التركيز المرتفع لشاردة الكبريتات.



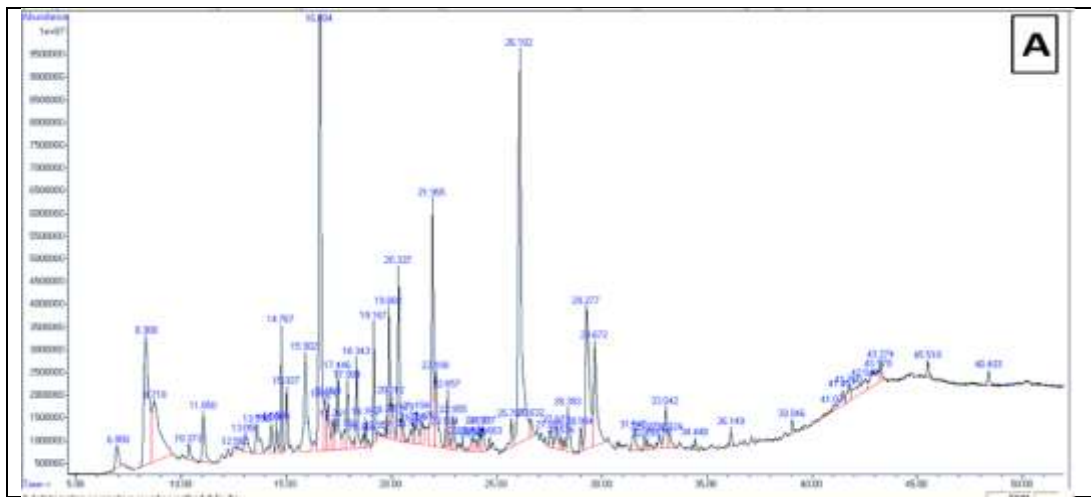
الشكل (4): نوعية المياه الجوفية في منطقة الدراسة حسب تصنيف بايبر (Piper,1944)

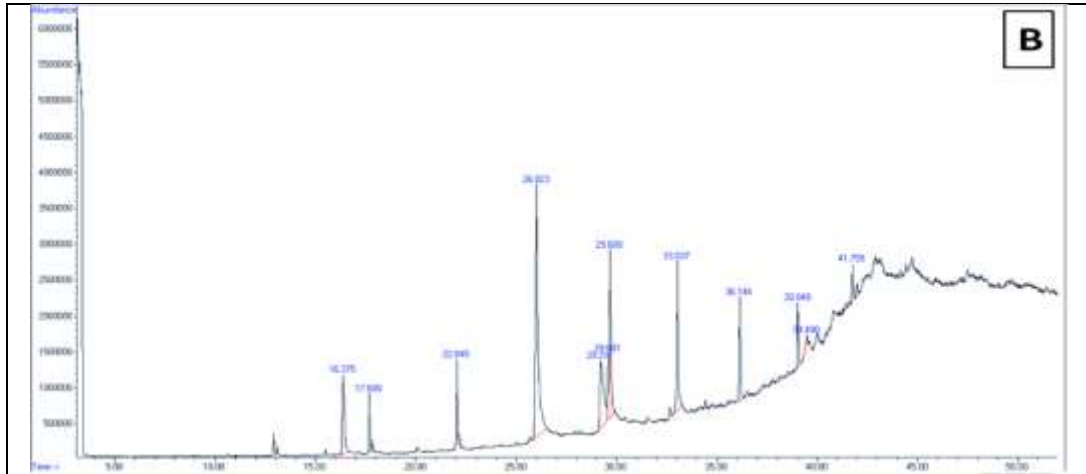
تركيز الهيدروكربونات النفطية الكلية (TPH): تم استخلاص أربع عينات (N1 تمثل بئر في قرية بيت اسمندر، N3 تمثل نبع في قرية الملك، N8 تمثل بئر في قرية خربة سولاس، N13 تمثل بئر في قرية سولاس)، وبينت نتائج التحليل بتقانة (GC-MS) احتواء العينات على العديد من المركبات العضوية (هيدروكربونات، حموض كربوكسيلية، ألدهيدات، فينولات، أسترات، كحوليات) (الجدول 3).

وبيين (الشكلان 5-6) كروماتوغرامات العينات المذكورة. بالنسبة للمركبات الهيدروكربونية في العينة N1 فقد كان مركب 2,4-Diphenyl-4-methyl-1-pentene ( $C_{18}H_{20}$ ) ذو النسبة الأكبر بنسبة 5.09% من بين مجموع المركبات الهيدروكربونية الأخرى، وفي العينة N3 فقد كان مركب 5-Eicosene,(E)- ( $C_{20}H_{40}$ ) بنسبة 32.53% ومركب 1-Docosene ( $C_{22}H_{44}$ ) بنسبة 12.27% هما المركبان المسيطران بالمقارنة مع المركبات الهيدروكربونية الأخرى، وفي العينة N8 فقد كان مركب 5-Eicosene,(E)- بنسبة 14.17% ومركب 1-Docosene بنسبة 11.42% هما المركبان المسيطران بالمقارنة مع المركبات الهيدروكربونية الأخرى، وفي العينة N13 كان مركب 1-Docosene بنسبة 17.78% هو المركب ذو النسبة الأعلى بالمقارنة مع المركبات الهيدروكربونية الأخرى.

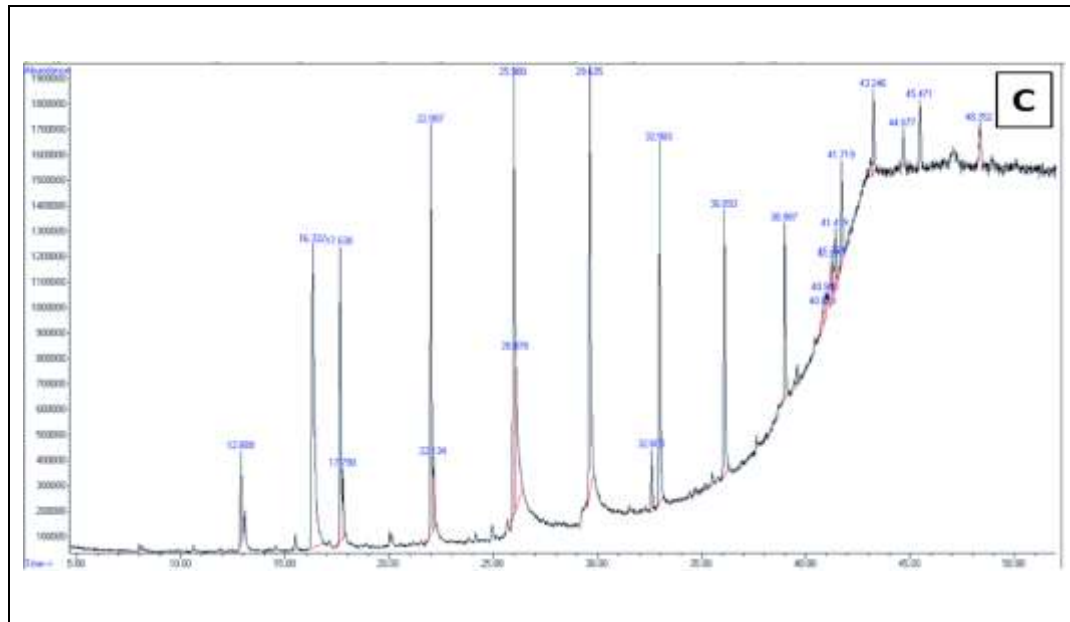
الجدول (3) يبين المركبات العضوية الموجودة في العينات الأربعة المستخلصة (N1, N3, N8, N13)

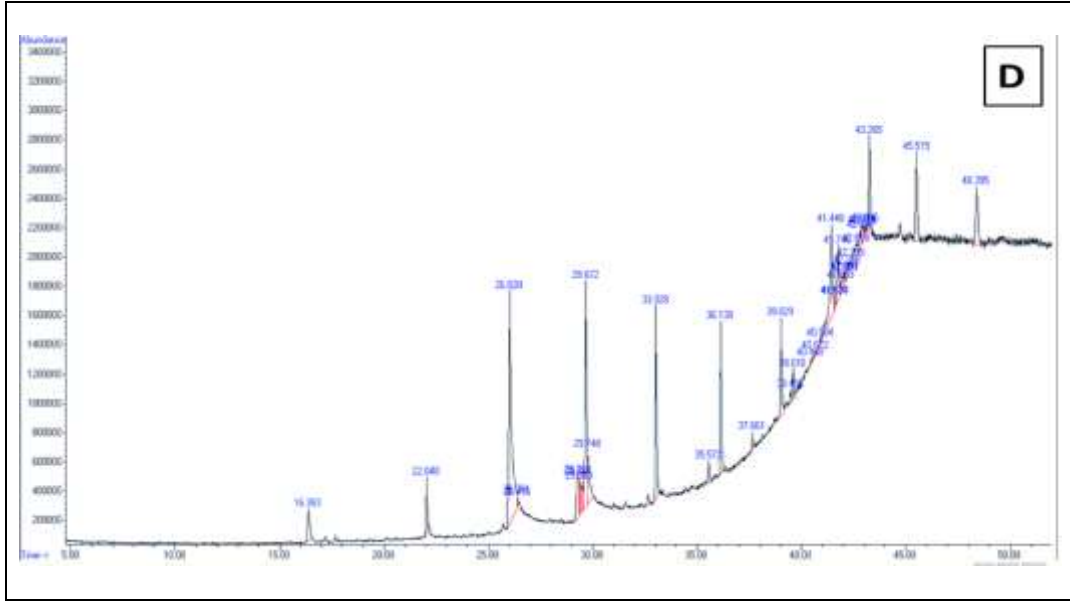
اسم العينة	المركبات %	هيدروكربونات 5-Eicosene,(E)- 1-Docosene 2,4-Diphenyl-4- methyl-1-pentene	حموض كربوكسيلية	فينولات	استرات	كحوليات	الدهيدات	كيتون	مركبات أخرى
بئر بيت اسمندر (N1)		14.79	18.82	22.41	0.25	4.93	10.25	4.21	24.34
نبع الملك (N3)		25.05	17.26	8.68	16.38	---	---	---	32.63
بئر خربة سولاس (N8)		61.08	---	15.46	7.82	3.29	---	---	12.35
بئر سولاس (N13)		30.85	11.65	2.24	8.87	0.9	---	---	45.49





الشكل (5) يمثل كروماتوغرامات (GC-MS) للعينتين N1-N3 حيث A تمثل العينة N1 وهي بئر في قرية بيت اسمندر، B تمثل العينة N3 وهي نبع في قرية الملك





الشكل (6) يمثل كروماتوغرامات (GC-MS) للعينتين N8-N13 حيث C تمثل العينة N8 وهي بئر في قرية خربة سولاس، D تمثل العينة N13 وهي بئر في قرية سولاس

حساب مؤشر جودة المياه WQI: تم تقييم ملاءمة المياه الجوفية للشرب بطريقة الوزن الحسابي لمؤشر جودة المياه WQI من خلال تجميع البارامترات في رقم واحد (Gaikwad et al. 2020; Tarawneh et al. 2019) حيث تم حساب المؤشر WQI كالآتي:

- 1- بداية تم اختيار (12 بارامتر) وهي pH, TDS, TH, Cl, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Ca, Mg, Na, K
- 2- تم حساب مقياس تقييم الجودة Qi لكل بارامتر بالعلاقة الآتية:

$$Q_i = \frac{(V_{actual} - V_{ideal}) \times 100}{(V_{standard} - V_{ideal})}$$

حيث  $V_{actual}$ : القيمة المحسوبة للبارامتر التي تم الحصول عليها من نتائج الدراسة.

$V_{ideal}$ : قيمة مثالية لنفس البارامتر في الماء النقي ويفترض أنه صفر لجميع البارامترات باستثناء ال pH=7

$V_{standard}$ : القيمة المعيارية لمياه الشرب لكل بارامتر.

- 3- وزن الوحدة ( $W_i$ ) لكل بارامتر تم تحديده باستخدام الصيغة الآتية:

$$W_i = \frac{K}{V_{standard}}$$

حيث  $K$  هو ثابت التناسب الذي يحسب من العلاقة  $K = \frac{1}{\sum(1/V_{standard})}$

$$WQI = \frac{\sum(Q_i \times W_i)}{\sum W_i}$$

4- تم حساب WQI الإجمالي باستخدام الصيغة الآتية

وبيين (الجدول 4) تصنيف جودة المياه اعتماداً على قيم حساب المؤشر WQI. وبعد تطبيق حساب المؤشر تبين أن أغلب العينات فقيرة إلى فقيرة جداً ولا تصلح للشرب (الجدول 5).



الجدول (4) تصنيف جودة المياه حسب قيم *WQI*

E (> 100)	D (>75_100)	C (> 50_75)	B (> 25_50)	A (0_25)	قيمة المؤشر
غير ملائمة	فقيرة جداً	فقيرة	جيدة	ممتازة	جودة المياه

الجدول (5) يبين قيم مؤشر جودة المياه *WQI* مع درجة التصنيف للعينات

العينة	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13
<b>WQI</b>	68.4	51.1	54.4	59.0	54.0	39.8	108.7	77.4	15.1	5.8	56.1	42.9	51.4
<b>التصنيف</b>	C	C	C	C	C	B	E	D	A	A	C	B	C

تحديد صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري: تم استخدام بعض المعايير الكيميائية لتصنيف المياه الجوفية بمنطقة البحث وبيان مدى صلاحيتها لأغراض الري مثل النسبة المئوية للصوديوم (Na%) ونسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) ونسبة ادمصاص المغنيزيوم (MAR)، (الجدول 6)، بالإضافة لتحميل العينات على دياغرام ويلكوس (WILCOS, L.V. 1955) (الشكل 7).

1. النسبة المئوية للصوديوم (Na%): يسبب وجود أيون الصوديوم بتركيز مرتفع انخفاضاً في نفاذية التربة مما يؤثر على النباتات بسبب تراكمه السمي في أوراقها (Hakim, et al. 2009) وقد تم حساب النسبة المئوية للصوديوم (Na%) من العلاقة الآتية (WILCOS, L.V. 1955)

$$Na\% = \left\{ \frac{(Na^+ + K^+)}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+)} \right\} \times 100$$

يعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالميللي مكافئ (meq). تراوحت النسبة المئوية للصوديوم في آبار وينابيع منطقة البحث ما بين (2.614-49.473 %) (الجدول 6)، وتعد جميع العينات ضمن الحدود المسموح بها لأغراض الري (أقل من 60%)، حيث تعتبر متوسطة الجودة ضمن المجال (60\_75 %) وريثة إذا كانت < 75% (Todd, 1980) تم تمثيل العينات على دياغرام ويلكوس (WILCOS, L.V. 1955) (الشكل 7) حيث نلاحظ أن جميع العينات وقعت في صف المياه الجيدة إلى المسموح بها لأغراض الري ما عدا العينة رقم (N11) جاءت في صف المشكوك باستخدامها إلى غير مناسبة للري، ولكن بما أن العينات تحتوي على مركبات هيدروكربونية والتي لا تدخل ضمن بارامترات الصلاحية، ينصح بعدم استخدامها للري إلا بعد معالجتها من المركبات النفطية الحاوية عليها.

الجدول (6): المعايير الكيميائية المستخدمة في تصنيف المياه الجوفية لأغراض الري في منطقة البحث

رمز العينة	مصدر المياه	Na%	SAR	MAR
N1	بئر بيت اسمندر	5.32	0.30	85.24
N2	نوع بيت اسمندر	5.64	0.26	59.81
N3	نوع الملك	8.44	0.40	48.91
N4	بئر الملك	8.24	0.37	74.14
N5	بئر خربة سولاس	7.94	0.28	7.97
N6	بئر خربة سولاس	11.49	0.39	40.88
N7	بئر خربة سولاس	22.14	0.81	15.10
N8	بئر خربة سولاس	12.83	0.37	10.78
N9	بئر خربة سولاس	5.40	0.24	8.08
N10	بئر خربة سولاس	6.91	0.31	10.15
N11	بئر خربة سولاس	2.61	0.20	17.46
N12	بئر خربة سولاس	49.47	3.26	35.17
N13	بئر سولاس	14.37	0.64	48.00

2. نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR): تم حساب نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) حسب (المختبر الأمريكي للملوحة، 1954) من العلاقة:

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

يعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالميللي مكافئ (meq). ويبين (الجدول 7) مجالات تصنيف المياه للري وفق المختبر الأمريكي للملوحة. تراوحت قيم نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR) في العينات ما بين (0.208-3.262) كما يظهر في (الجدول 6)، أي أنها ذات نسبة ادمصاص منخفضة.

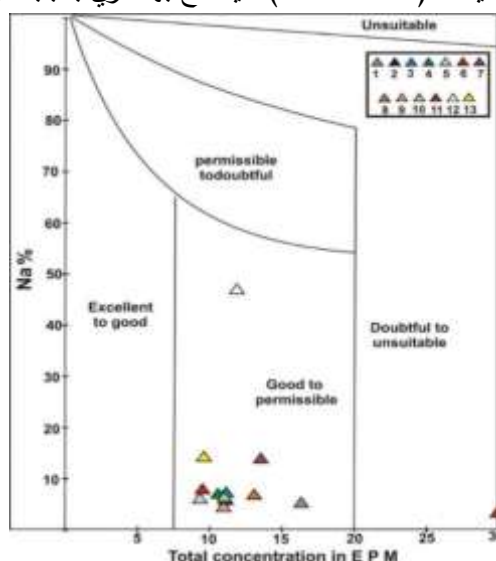
الجدول (7) تصنيف المياه للري بحسب نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR)

نسبة ادمصاص الصوديوم SAR	الاستعمال
10 _ 0	يمكن استعمالها لكل التربة
18 _ 10	يفضل استعمالها للتربة جيدة النفوذية
26 _ 18	يمكن أن تسبب تأثيرات مؤذية
26 <	غير ملائمة للأغراض الزراعية

3. نسبة ادمصاص المغنيزيوم (MAR): يعبر عن الخطورة المغنيزية في مياه الري بحسب نسبة ادمصاص المغنيزيوم حسب (Szabolcs and Darab 1964) وفق العلاقة الآتية:

$$MAR = \left\{ \frac{Mg^{2+}}{(Ca^{2+} + Mg^{2+})} \right\} \times 100$$

يعبر عن تراكيز الأيونات الموجبة بالميللي مكافئ (meq)، وتكون المياه مناسبة للري عندما تكون قيمة  $MAR < 50$  وغير ملائمة للري عندما تكون  $MAR > 50$  حيث تسبب ضرراً للمحاصيل الزراعية (Ayers and Westcott 1985). تراوحت نسبة ادمصاص المغنيزيوم بين (7.978-85.242) (الجدول 6)، وهي مناسبة للري في جميع العينات لأنها أقل من 50، ما عدا العينات (N1-N2-N4) لا ينصح بها للري بسبب تجاوزها القيمة 50.



الشكل (7): دياغرام ويلكوس لتحديد صلاحية المياه الجوفية للري، تم تمثيل النقاط بواسطة برنامج CorelDraw 12



**الاستنتاجات والتوصيات:**

1. تتميز المياه الجوفية بمنطقة الدراسة باحتوائها على تركيز مرتفع من غاز H<sub>2</sub>S والناجم عن عملية إرجاع الكبريتات، كما لوحظ وجود مادة لزجة سوداء إسفلتية في بعض الآبار.
2. تحتوي المياه على مركبات عضوية (هيدروكربونات، حموض كربوكسيلية، ألدهيدات، فينولات، أسترات وكحوليات) ضارة بالصحة وحتى سامة، وهذا يؤكد حدوث تلوث المصادر المائية بالمركبات النفطية في المنطقة.
3. معظم المصادر المائية في المنطقة فقيرة إلى فقيرة جداً وغير صالحة للشرب حسب مؤشر جودة المياه **WQI** والمواصفة القياسية السورية.
4. تعد المياه بالمنطقة مسموح بها لأغراض الري حسب (SAR, MAR, Na%) لكن بعد معالجتها من الملوثات النفطية.

**يوصي البحث بالآتي**

1. إجراء تحليل لبعض العناصر المعدنية الثقيلة (الرصاص، النيكل..) حيث يترافق وجودها مع الشواهد النفطية.
2. محاولة ربط المعطيات البنوية للمنطقة مع المعطيات الهيدروكيميائية لمعرفة مصدر المواد النفطية.
3. دراسة إمكانية إجراء معالجة للمياه في منطقة الدراسة.

**References:**

- The General Directorate of Meteorology \_ Damascus \_ (Lattakia Station), 2018.
- Syrian Arab Standards and Metrology Organization., (2017). Syrian Standard Specification Book for Drinking Water No. (45). Ministry of Industry, Damascus.
- ASHRAM ،M. Water Economics in the Arab World. First edition ،Center for Arab Unity Studies ،Beirut, 124, 2001.1-344.
- ADRA, A. ABAZLI, M. H. FRANJI, A. "Groundwater quality assessment in the ophiolite area of (BAER-BASSIT) in north-western Syria." Tishreen University Journal-Basic Sciences Series 42(1). 2020.
- ADJEMIAN J. The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Lattakia, scale 1:50 000. Ministry of petroleum and resources of the Syrian Arab Republic. 1997.
- AL-ABDALLAA. Evolution Tectonique de la Plate-forme Arabe en Syrie depuis le Mésozoïque. Thèse Doct. Université de Paris 6. 2008. 302p.
- ALJASSIM A.K. Stratigraphy and tectonic of Nahr Alkabir Alsh mali Depression, Report on the geological survey, Damascus. 1969
- AYERS, R.S. AND WESTCOTT, D.W. *Water quality for griculture. Fao Irrigation and Drainage Paper 29 (Rev. 1)*, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. 1985
- Davis, S. N., & Dewiest, R. J. M. (1966). Hydrogeology John Wiley Sons New York NY. 463 p.
- GAIKWAD, S.K. KADAM, A.K., RAMGIR, R.R., KASHIKAR, A.S., WAGH, V.M.,KANDEKAR, A.M.,GAIKWAD, S.P., MADALE, R.B., PAWAR, N.J., KAMBLE, K.D. *Assessment of the groundwater geochemistry from a part of west coast of India using statistical methods and water quality index*. Hydro-Res. 3, 2020. 48–60.
- GILL, R. (ed). Modern analytical geochemistry, an introduction to quantitative chemical analysis for earth, environmental and materials scientists. Longman, London, 1997,329p.
- HEM, J. D. *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters, US Geol -Survey water-supply Paper Reston 2254, 1985. 264 pp.*

- HAKIM, M.A., JURAIMI, A.S., BEGUM, M., HASANUZZAMAN, M., UDDIN, M.K. AND ISLAM, M.M., *Suitability Evaluation of Groundwater for Irrigation, Drinking and Industrial Purposes*. American Journal of Environmental Sciences, 5 (3): 2009. 413-419.
- HARDENBERG M. F., ROBERTSON A. H.F. Sedimentology of the NW margin of the Arabian plate and the SW NE trending Nahr El-Kabir half-graben in northern Syria during the latest Cretaceous and Cenozoic. *Sedimentary Geology*, 201,3-4, 2007. pp231-266
- KAZMIN AND KULAKOV. The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, scale 1:50000, Lattakia-Kasab region. Ministry of Industry, Syrian Arab Republic. 1968.
- LEONOV Y. Geology of Nahr Alkabir Alsh mali Depression. Report on the Ministry of Petroleum and Mineral Resources, 1985, Damascus
- MANAHAN, S.E. Environmental Chemistry. 8th Edition, CRC Press LLC, New York. 2005.
- NRIAGU JO AND HEM JD. Chemistry of pollutant sulfuring natural waters. In: Nriagu Jo. 1978.
- PIPER M. A *graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analyses*. Eos, Transactions American Geophysical Union v25. 1944. 6.
- SYRIAN ARAB STANDARDS AND METROLOGY ORGANIZATION, Syrian Standard Specification Book for Drinking Water, Ministry of Industry, Damascus, 2007.
- SZABOLCS, I. AND DARAB, C. *The influence of irrigation water of High sodium carbonate content of soil*, In proceeding of 8<sup>th</sup> International Congress of Isss, Trans, II: 1964. 803-812
- Todd, D. K., (1980). Groundwater hydrology, 2nd edn. NY: John Wiley and Sons, p.535.
- TODD, D. AND MAYS, L. Groundwater Hydrology. 3rd Edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, 2005. 652 p.
- TARAWNEH, M.S.M., JANARDHANA, M.R., AHMED, M.M. *Hydrochemical processes and groundwater quality assessment in north eastern region of Jordan valley, Jordan*. Hydro-Res. v2, 2019. 129–145.
- U. S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handb. No. 60. U. S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- WILCOX, L.V. *Classification and use of irrigation water*. U.S. Dep. Agriculture. Circ. Washington D. C, 1955. 969.
- World Health Organization (Ed.), (2004). Guidelines for drinking-water quality, 3rd ed. World Health Organization, Geneva.