Evaluation of the Hydrogeological Conditions of the Unconfined Aquifer in the Coastal Plain of AL-Huseen Basin

Ali ALASAAD [1*]
Mahmoud AHMAD [**]

(Received 28 / 2 / 2022. Accepted 29 / 3 / 2022)

□ ABSTRACT □

Demand for water resources has increased generally due to economic development. To meet this increasing demand, water resources must be protected from contamination and depletion. The objective of this study was to evaluate groundwater resources of unconfined aquifer in the region extending between Marqia and Al-Huseen rivers. Using a monitoring network consisting of 34 wells, water table depth measurements were recorded at least once a month. Changes in groundwater levels were then analyzed in relation to precipitation. Results show that groundwater is located close to the surface of the earth with levels quickly responding to feeding from rainwater infiltration. This, in turn, makes it vulnerable to contamination, thus threatening the viability and sustainability of these resources.

Keywords: Aquifers, quantitative evaluation, precipitation, Al-Huseen river.

[*] **Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. ali.alasaad@gmail.com**

[**] Postgraduate Student, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil, Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. Mahmoud5555mkl@gmail.com

تقويم الظروف الهيدروجيولوجيّة لطبقة المياه الجوفية الحرة في السهل الساحلي لحوض الحصين

د. علي محمد الأسعد *

محمود مروان أحمد **

(تاريخ الإيداع 28 / 2 / 2022. قُبِل للنشر في 29/ 3 / 2022)

□ ملخّص □

يزداد الطلب على الموارد المائية بسبب التطور الاقتصادي عموماً، لذلك من الضروري حلّ هذه المشكلة من أجل حماية موارد المياه من التلوث والنضوب. من هنا تأتي أهمية البحث الذي يهدف إلى تقويم كمّي لمواردالمياه الجوفية الحرة في المنطقة الممتدة بين نهري الحصين ومرقية. يعتمد البحث على بيانات قياس أعماق سطح المياه الجوفية مرة واحدة على الأقل شهرياً في آبار شبكة الرصد، التي تتألف من 34 بئراً. يعتمد التقويم الكمّي على نتائج تحليل بيانات تغيرات مناسيب المياه الجوفيّة الحرة، وعلاقتها مع الهطل المطري.فتبيّن نتيجة تحليل البيانات ومناقشتها أن المياه الجوفية الحرة تتوضّع على عمق قليل من سطح الأرض، وتستجيب مناسيبها بسرعة للتغذية من تسرب مياه الأمطار، الأمر الذي يجعلها عرضة للتلوث السريع،ممايهدّداستدامة المياه الجوفية الحرة وصلاحيتهاللاستخدامات المتنوّعة.

الكلمات المفتاحية: الطبقة الحاملة للمياه الحرة،التقويم الكمي،الهطل المطري، نهر الحصين.

* أستاذ – قسم الهندسة المائية والري– كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.ali.alasaad@gmail.com

** طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم الهندسة المائية والري – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية.
Mahmoud5555mkl@gmail.com

مقدمة:

إنّ الطلب المتزايد على المياه لتلبية الاحتياجات المنزليّة والزراعية والصناعية والاستجماميّة، جعلت مياه الشرب الآمنة النّظيفة مورداً طبيعياً نادراً في أرجاء كثيرة من الكرة الأرضية .ويشكّل تزايد عددالسكّان، لاسيّما في المناطق الحضريّة، إجهاداً كبيراً على الموارد المائية وديمومتها [1]. وقد أُجريت دراسات عديدة في أنحاء العالم، ودلّت نتائجها على أنّ تغذية المياه الجوفيّة ستنقص بمقدار 30-70% في بعض أرجاء الكرة الأرضية، ومنها منطقة شرق البحر المتوسط، بسبب تناقص الهطل المطري وارتفاع درجة حرارة الجو [2،3،4،5]. وأوصت بعض هذه الدراسات بتحسين شبكات رصد الموارد المائية، وزيادة فعاليات تنمية الموارد المائية، وإجراء دراسات تفصيلية لأماكن انتشارها، كما استخدمت نماذج هيدرولوجية عديدة لدراسة تأثير تغيّر المناخ على الموارد المائية [6،7]. وجرى تقويم الآثار الهيدرولوجية لتغيّرات المناخ، والتغيرات الافتراضية في مدخلات النموذج (الهطل المطري ودرجة الحرارة، إضافة إلى الاضطرابات الإضافية وتوزّعها الزماني) واستُخدمت نتائج هذه النماذج للتنب ؤبتأثي رتغيّر المناخ على الهيدرولوجيا الإقليمية، فأكدت هذه الدراسات أنّ تغيّر المناخ سيؤثّر بفعالية كبيرة في معدلات تغذية المياه الجوفية، التي ستتأثّر مواردها سلبيّاً أو إيجابياً بهذه التغيرات [8]. إنّ التغيّر المناخي وارتفاع درجة حرارة الأرض، وتناقص معدلات الهطل المائي في بعض المناطق وزيادتها في أماكن أخرى، وتغيّر توزّعها المكاني، سيكون مردوده متفاوتاً من منطقة إلى أخرى في العالم، وقد تكون آثاره سلبية في سورية. ويتطلب التخطيط الطويل الأمد للموارد المائية المعلومات المكانية والزمانية عن تغذية المياه الجوفية، وينبغي أن تهتم أيضاً دراسات تغيّر المناخ بالتغيّر المكاني لتغذية المياه الجوفية كنتيجة للتغيرات المستقبلية في العمليات الهيدرولوجية، من أجل تخطيط التنمية الاقتصادية للمجتمع وإدارتها.

لذلك ففي إطار التغيّرات المناخية وزيادة الطلب على المياه لمواكبة التطور الاقتصادي والنمو السكاني لابدّ من تقويم الموارد المائية الجوفية الحرة في السهل الساحلي لحوض الحصين، بهدف ترشيد استثمارها بما يضمن استدامتها وتنميتها، ويكفل تأمين المياه لنشاطات المجتمع المتنوّعة.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى تقويم الطبقة الحاملة للمياه الجوفية الحرة في سهل الحصين كمّياً، من أجل وضع أسس علمية وعملية لإدارة هذه الموارد. الأمر الذي يتّصف بأهمية بالغة لتطوير المنطقة من الناحيتين الاقتصادية والاجتماعية؛ لأنّهاذات كثافة سكانية كبيرة، وتشهد نشاطاً زراعياً وصناعياً وسياحياً مهمّاً، يتطلب كميات كبيرة من المياه.

طرائق البحث ومواده:

تعتمد دراسة المياه الجوفية وتغيّر مناسيبها على شبكة رصد، تتوزّع آبارها في منطقة الدراسة، وتُحدّد المسافة بين الآبار حسب مقياس الدراسة المعتمد، وبما يتناسب مع الظروف الطبيعية والاستثمارية للمنطقة المدروسة [9].

تتوافر بيانات عن كميات الهطل في منطقة الدراسة، وتنتشر فيها مجموعة آبار مناسبة لقياس مناسيب المياه الجوفية، اخترنا منها (34 بئراً)، (الشكل 1). تخترق الآبار توضعات الرباعي والكريتاسي، واستمرت القياسات فيها خلال الفترة (تشرين الأول 2018) – (كانون الأول 2019)، حيث أُخذت قياسات أعماق المياه الجوفية بوساطة جهاز قياس كهربائي بدقة 0.5 cm وجرت معالجة البيانات باستخدام (ROCKWORK) وبرنامج (EXCEL).

الشكل 1. منطقة البحث ومواقع آبار شبكة الرصد.

منطقة البحث

تشكّل المنطقة المدروسة جزءاً من حوض الساحل ضمن محافظة طرطوس، وتقع فيها مجموعة قرى: دوير طه؛ بصيرة؛ متن الساحل؛ الحصين؛ وغيرها، كما توجد فيها مزارع صغيرة. تقع منطقة البحث بين خطي العرض ´´30 ´52 °34 و ´´00 ´00 °35 شمال خط الاستواء، وبين خطي طول ´´30 ´52 °35 و ´´00 ´00 °36 شرق خط غرينيتش. يحدّ المنطقة من الغرب البحر المتوسط، ومن الجنوب نهر الحصين، ومن الشمال نهر مرقية [10]. وتتّصف المنطقة من الناحية الطبوغرافية بطبيعة سهلية، وهي عبارة عن الشاطئ والسهل الساحلي، وتتراوح الارتفاعات ضمن هذه المنطقة بين m (65-0)، وتوجد فيها معظم النقاط المائية (آبار شبكة الرصد والينابيع).

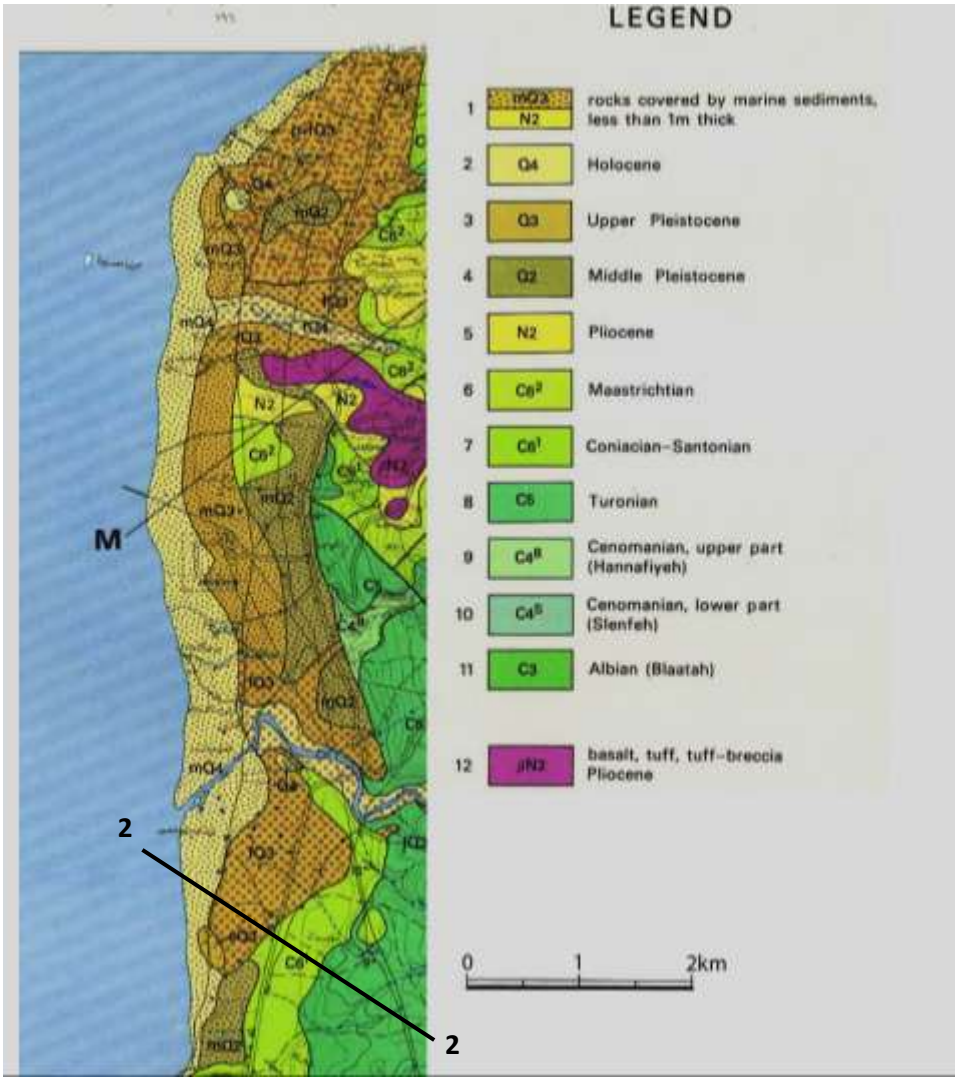
1. الخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية

تنتشر تشكيلات الكريتاسي في مناطق الحوض كافةً، وهي تتألف من الحجر الكلسي الدولوميتي والحجر الكلسي المارلي وبعض المستويات المارلية، إضافة إلى انتشار الصبات البازلتية العائدة للبليوسين. تتصف هذه التشكيلات بنفوذية متوسطة إلى جيدة عموماً، وتميل هذه التشكيلات باتجاه مجرى نهر الحصين وباتجاه البحر.

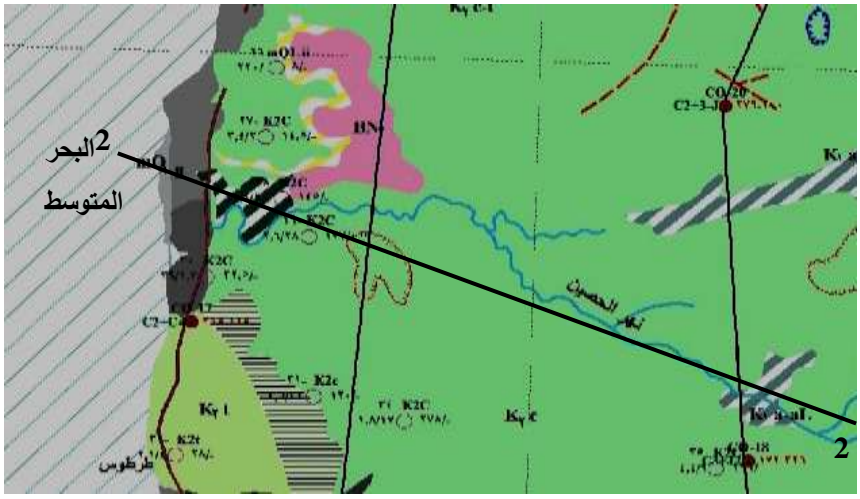
– **توضعات الرباعي– النيوجين** (Q-N): تمثل التوضعات الرباعية Qالحاملة للمياه المنتشرة في السهل الساحلي المصدر الأساسي لتلبية احتياجات الري والاستخدامات المنزلية، وتتألّف هذه التوضعات من مستويات حصوية ورملية لا تتجاوز سماكتها خمسة أمتار، ومن الناحية الهيدروجيولوجية تؤدّي هذه التوضعات دوراً مهمّاً في تغذية الآبار قليلة العمق على الشريط الساحلي. أمّا توضعات النيوجين Nفهي رسوبيات من المارل الحواري والمارل

الكلسي وبعض الحجر الرملي والحصى والكونغلوميرا، تبلغ سماكتها حواليm100، وقيم الناقلية الهيدروليكية لها بين 0.8-15 m/day.

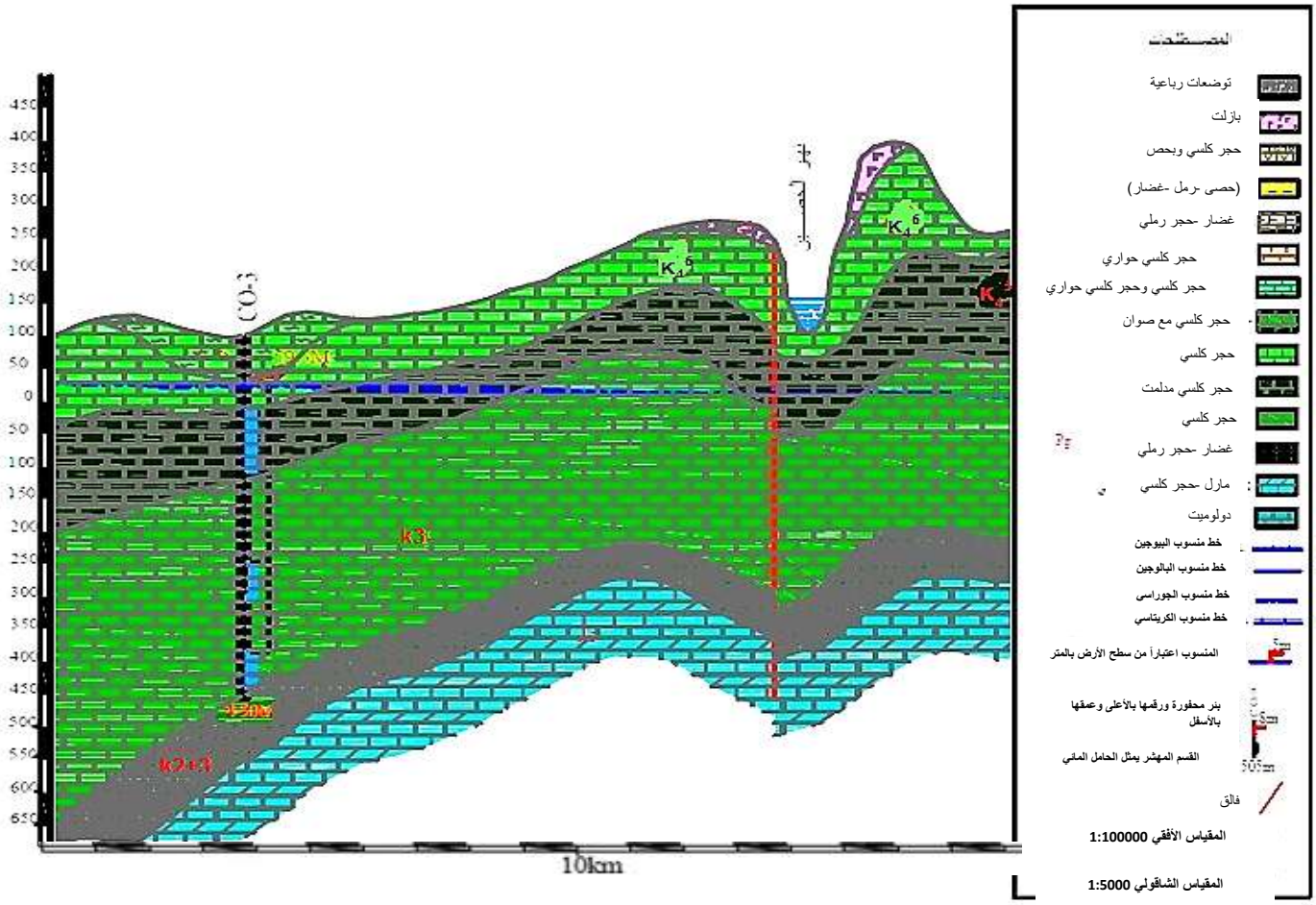
- **توضعات الكريتاسي** K:يتألف الكونياسيان- سانتونيان K_6^1 على الأغلب من حجر كلسي مارلي حواري سماكته m(130-44)، وتوضعات التورونيان K_5 تتألّف من الحجر الكلسي العضوي والمارلي، دولوميتي أحياناً مع بعض العقد الصوانية، سماكتها m(95-30).(الأشكال2، 3، 4).



الشكل 2. الخارطة الجيولوجية لمنطقة البحث[11].



الشكل 3. موقع المقطع الجيولوجي (2-2).



الشكل 4. المقطع الجيولوجي (2-2).

تتألف توضعات السينومانيان الأعلى K_4^6 من الحجر الكلسي الدولوميتي مع بعض الاندساسات البازلتية، وتبلغ سماكتها m (30–230)، وناقليتها الهيدروليكية ضعيفة 0.0008 m/day، وتنتشر في منطقة الدراسة بسماكات

قليلة جداً (متر على الأكثر)، وتتكشّف في آبار قليلة في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، أمّا السينومانيان الأسفل K_4^5 فيتألف من الدولوميت والصخور الكلسية المشققة، التي تبلغ سماكتها m (139–71)، وناقليتها الهيدروليكية بين m/day (200-25)، مما جعلها أفضل الطبقات لتخزين المياه الجوفية في الساحل السوري.

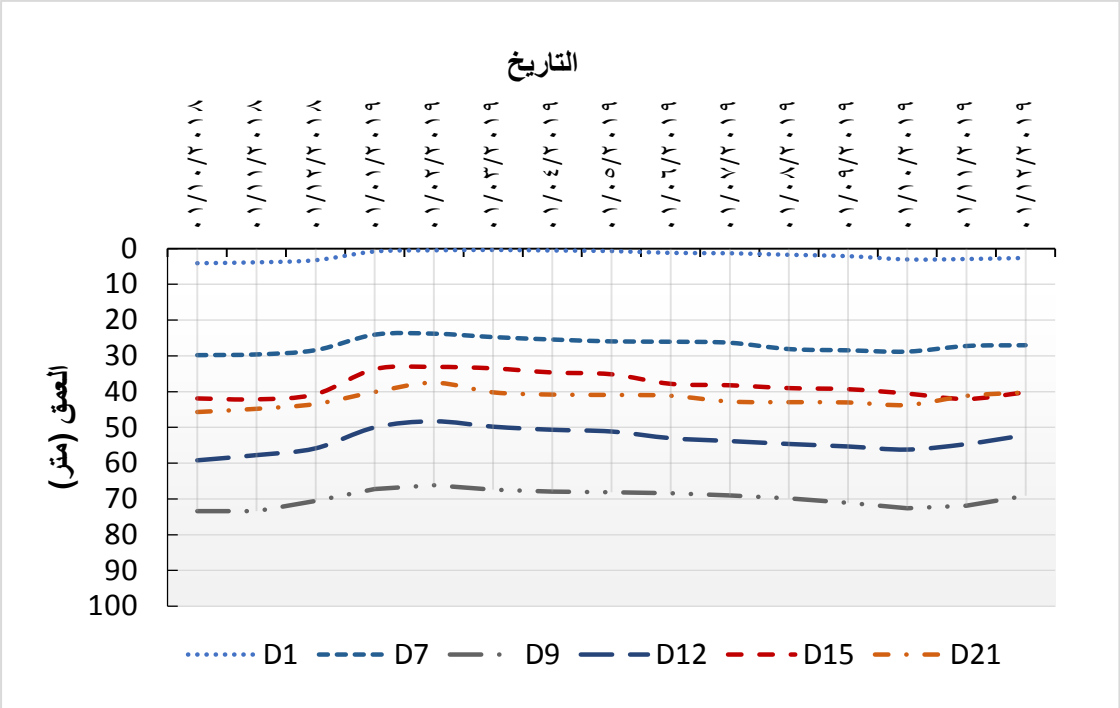
تتألّف توضعات الكريتاسي الأسفل من الدولوميت والحجر الكلسي والحجر الكلسي الدولوميتي، التي تبلغ سماكتها m (326–76) [11].

النتائج والمناقشة:

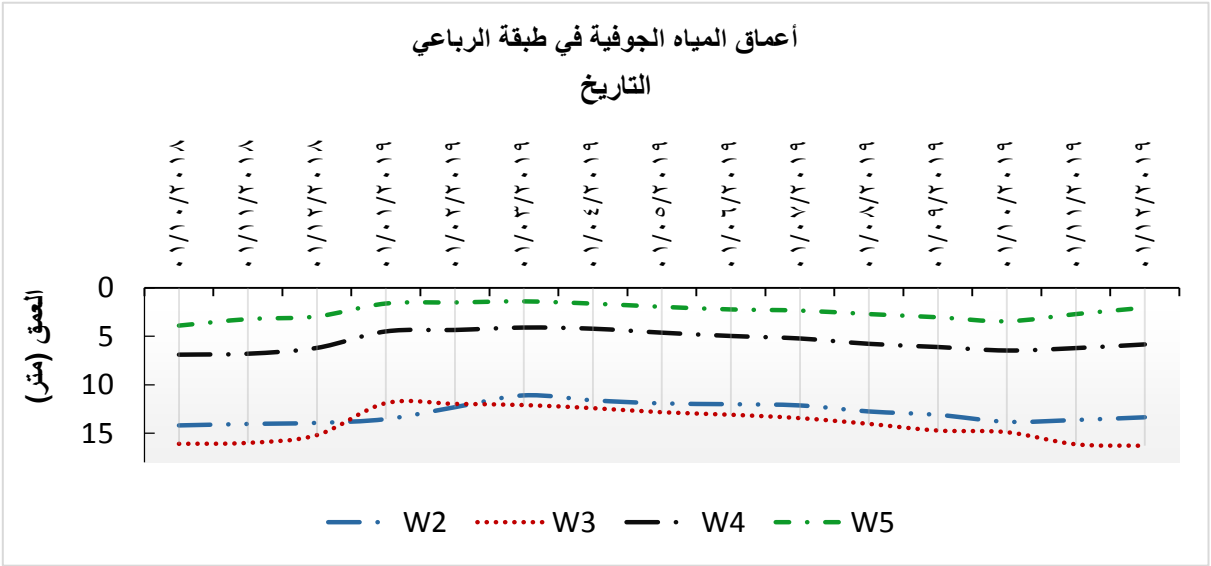
تشكّل موارد المياه الجوفية جزءاً من الدورة الهيدرولوجية، وتتأثّر بتغيّر المناخ، لذلك من الضروري معرفة التبادل بين المكوّنات المختلفة للدورة الهيدرولوجية من أجل إدارة الأحواض المائية، وضمان جودة موارد مياه الشرب واستدامتها، إذْ ترتبط الأنظمة السطحية والجوفية ارتباطاً وثيقاً فيما بينها من خلال عمليات التغذية والصرف، ويشكّل تفاعلُها جزءاً أساسياً من الدورة الهيدرولوجية [16،15،14،13،12].

إنّ تغيرات المناخ في المستقبل ستغيّر الدورات الهيدرولوجية الإقليمية، وستؤثر لاحقاً في كمية موارد المياه الإقليمية ونوعيتها. في حين يؤثّر تغيّر المناخ في مواردالمياه السطحية مباشرة من خلال تغيرات درجة حرارة الجو، والهطل المطري والتبخر– نتح والجريان، التي تؤثّر بدورها مباشرة في مواردالمياه الجوفية. وتبدوالعلاقة بين المتحولات المناخية المتغيّرة والمياه الجوفية أكثر تعقيداً، إذْ ترتبط موارد المياه الجوفية بتغيّر المناخ من خلال عملية التغذية، والعلاقة المتبادلة مع موارد المياه السطحية، لذلك فإنّ قياس تأثير تغيّر المناخ في موارد المياه الجوفية يتطلّب تنبؤاً موثوقاً لتغيّر المتحوّلات المناخية الرئيسية وتقديراً دقيقاً لتغذية المياهالجوفية[16،15،14،13،12].

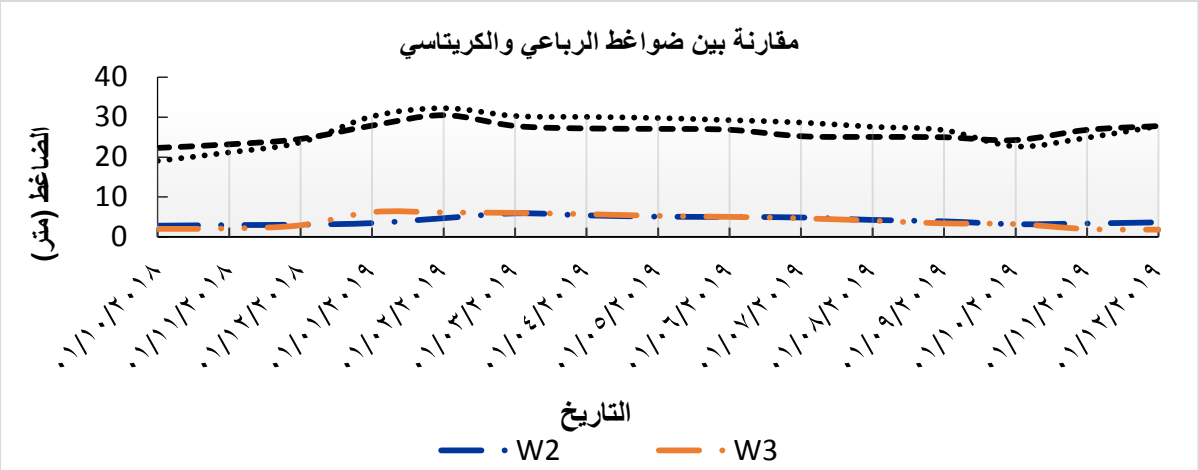
ترتفع مناسيب المياه الجوفية خلال فصل الشتاء والربيع، بينما تنخفض خلال فصل الصيف وبداية الخريف، ثم تعود لترتفع من جديدمع بداية هطول الأمطار (الأشكال 5، 6، 7)، فتبدأ مناسيب المياه الجوفية بالارتفاع بعد فترة زمنية قصيرة، تتراوح بين ساعات إلى أيام بعد ابتداء الهطول المطري، حسب نفوذية التربة والصخور، وعمق سطح المياه الجوفية.



الشكل 5. أعماق المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد ضمن طبقة الكريتاسي.



الشكل 6. أعماق المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد ضمن طبقة الرباعي.



الشكل 7. مقارنة ضواغط المياه الجوفية بين الرباعي والكريتاسي.

وتختلف استجابة مناسيب المياه الجوفية لكمية الهطل المطري المتسربة من منطقة إلى أخرى في أرجاءالحوض، فترتفع مناسيب المياه الجوفية بعد فترة قصيرة من هطول الأمطار في المناطق الأقل انحداراً (D1، D2، D3، D4)، حيث تنتشر ترب وصخور نفوذة، وتقل فيها النباتات، وتنتشر فيهاالمصاطب الزراعية، حيث تُستخدم الأراضي للزراعة. الأمر الذي يجعل المياه الجوفية عرضة للتلوّث السريع بعدهطول الأمطار، خاصّةً في الأرجاء التي تنتشر فيها صخور عالية النفوذية(D1،D2، D7، D12، D19، D21)، وبالتالي يمكن القول إنّ مواردالمياه الجوفيةالحرة هي موارد متجددة.

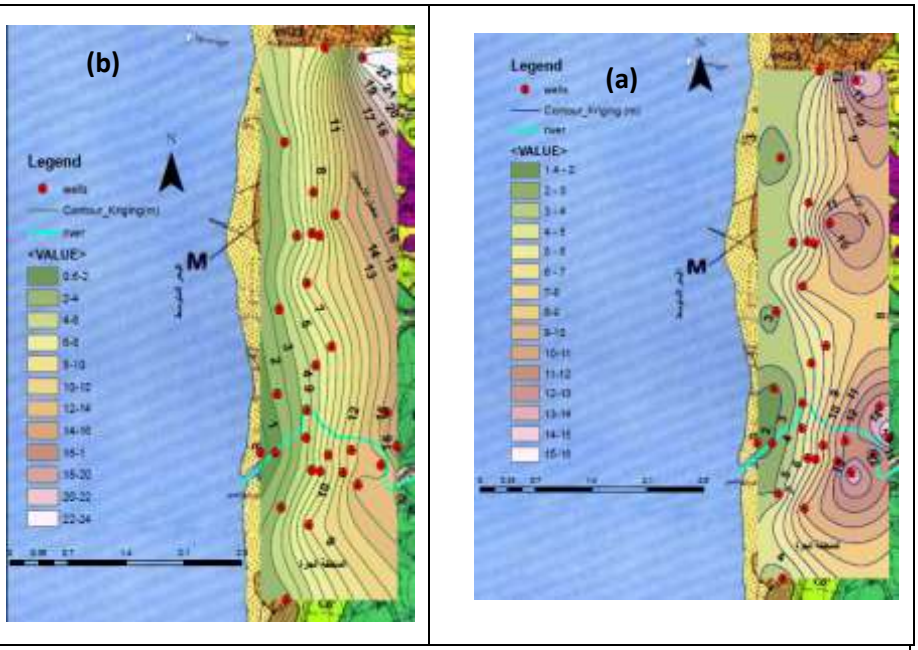
تدل القياسات الحقلية أنّ الاتصال الهيدروليكي جيد بين طبقتي الرباعي والكريتاسي، إذ تتغذى طبقة الرباعي على حساب الكريتاسي خلال فترة الدراسة (الشكل 7)، ما يدلّ على وجود التبادل الهيدروليكي بين طبقتي الرباعي والكريتاسي، بحيث تنتقل المياه من الأسفل إلى الأعلى؛ لأنّ الضاغط في طبقة الكريتاسي أعلى منه في طبقة المياه الحرة من عمر الرباعي.

اعتماداً على البنية الليتولوجية والتوضع الستراتغرافي لرسوبيات الكريتاسي والرباعي، وعلى خصائصهما الرشحية، واعتماداً على نتائج قياسات أعماق المياه الجوفية في السهل الساحلي لحوض الحصين (منطقة البحث) اعتبار أنّ توضعات الكريتاسي والرباعي تشكلان طبقة مائية واحدة تتألف من مستويين حاملين للمياه لهما سطح مائي مشترك.

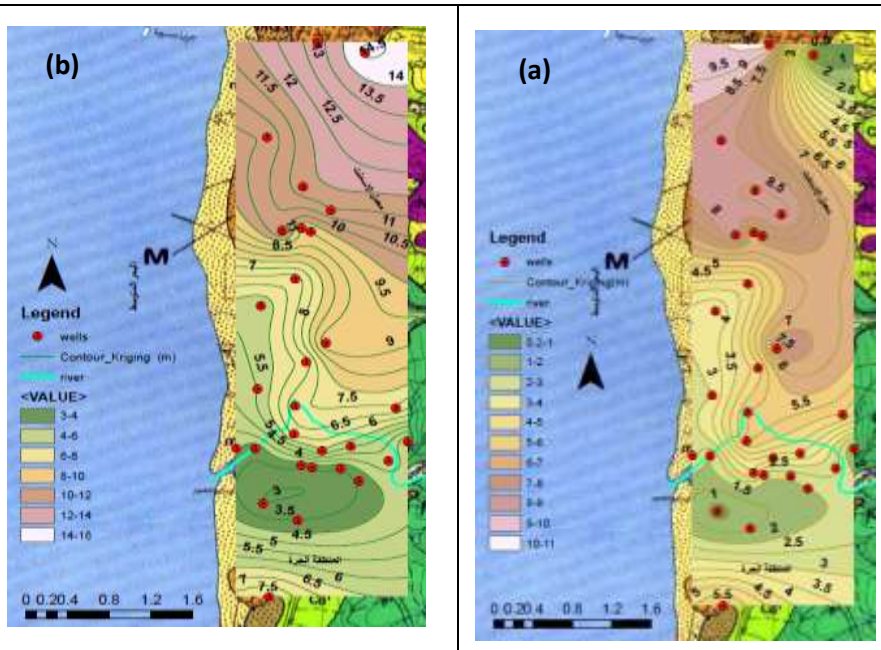
وهذا بدوره يشكل خطراً على المياه الجوفية الحرة متعددة الاستعمالات في المنطقة من نواحٍ عديدة (زراعة، صناعة، استعمالات منزلية، سقاية المواشي)، فهي عرضة للتلوث؛ لأنّها موارد متجددة باستمرار، وخلال فترات زمنية قصيرة، وبسبب قُربها من سطح الأرض (طبقة حاملة للمياه حُرة)، مما يشكل خطراً على البشر والمحاصيل الزراعية والحيوانات.

ويبيّن الشكلان (8، 9) تغيرات أعماق وضواغط المياه الجوفية الحرة خلال الفترة الجافة والرطبة ضمن منطقة البحث خلال الفترة السابقة نفسها، ويتضح أنّ أعماق المياه الجوفية الحرة تزداد في الفترة الجافة وتتراوح بين (1.4-16)m، وتتناقص في الفترة الرطبة بسبب وجود التغذية من تسرب مياه الأمطار لتصل أدنى قيمة لها 0.6 m.

بعض الآبار يتدفق ذاتياً في المنطقة ومنها البئر(D1)، وتتدرج الضواغط لهذه المياه بحيث تتناقص باتجاه النهر وذلك يدل على أنّ النهر يتغذى على حساب صرف المياه الجوفيةمن الطبقة الحاملة للمياه، والجزء الباقي ينصرف في البحر.



الشكل 8. خارطة أعماق المياه الجوفية في آبار الرصد (حالةفترةجافة) شهرآب 2020 (a)،و(حالة فترةرطبة) شهرآذار 2021 (b).



الشكل9. خارطة ضواغط المياه الجوفية في آبار الرصد (حالةفترةجافة) شهرآب 2020 (a) ، (حالة فترةرطبة) شهرآذار 2021 (b).

الاستنتاجات والتوصيات:

1. تستجيب مناسيب المياه الجوفيةخلال فترة قصيرة لتسرب مياه الأمطار.
2. تتوضّع المياه الجوفية الحرة على عمق قليل من سطح الأرض، ما يجعل تلوّثها وتأثرها بالعوامل الجوية سهلاً وسريعاً.
3. تتصرف المياه الجوفيةالحرة في نهرالحصين وباتجاه البحر في المناطق القريبة من المصب.
4. إنشاء شبكة رصد مؤتمتة لقياس عناصرالمناخ، ومناسيب المياه الجوفية في أرجاء الحوض، لتأمين معلومات وبيانات كافية لبناء نموذج عددي، يسمح بوضع تنبؤات عن التغيرات الكمية والنوعية للموارد المائية في الحوض، وتحديد تأثير تغيرات المناخ في استدامة الموارد المائية.

References:

1. ALASAAD, A.; HAYEK, Sh.; AMMAR, Gh.; ABDALRAHMAN, A. The relationship between precipitation and groundwater levels in the coastal plain of the Al-Kabir Al-Shamali River. Tishreen University Journal of Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series, Volume 36, Issue 2, 2014, 15-1.
2. IPCC. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,Kolars J. 1991.The Future of the Euphrates River. World Bank: Washington, DC.2007,
3. DOLL, P. and M. FLORKE. Global-scale estimating of diffuse groundwater recharge. Frankfurt Hydrology paper 03. Institute of Physical Geography, Frankfurt University, 2005.
4. DELLEUR,W. D. The handbook of groundwater engineering, 2nd ed., Taylor &Francis Group. U.S.A. 2007, 1342.
5. 5. Al-Droubi, Abdullah; Janad, Ihab; Al-Sibai, Mahmoud. Climate Change and its Impact on Water Resources in the Arab Region, Arab Ministerial Conference on Water, Cairo, 14-16/7/2008.
6. KIRSHEN, P. H. Potential impact of global warming on groundwater in EasternMassachusetts. Journal of water resources planning and management U.S.A, Vol.128, 2002, 216-226.
7. ALLEN, D.M. Groundwater climate change: a sensitivity analysis for the grand Forksaquifer. Hydrogeology journal CANADA, Vol. 12, 2004, 270-290.
8. DI HUO, A; DANG, J; XI SONG, J; HONG , X.C; MAO, H.R. Simulation modeling for water governance in basins based on surface water and ground water. Agricultural Water Management, 2016, 8.
9. KOVALEVSKY, V.S. Groundwater studies-an international guide for hydrogeologicalinvestigations. IHP-VI, Series on groundwater No.3, UNESCO, 2004, 430.
10. Ali, H. Building a mathematical model for the movement of pressurized groundwater in the area between the rivers Marqiah and Al-Hseen. A thesis prepared to obtain a master's degree in civil engineering, specializing in water engineering and irrigation, 2011-2012, 178.
11. The General Survey Corporation. Topographical Map of Tartus (4), scale 1:25000. with an explanatory note. Damascus, 1979.

12. The Swiss-Dutch IBG/DHV Company. 2002. A project to secure part of the water needs of Damascus and its countryside from the surplus water of the Syrian coast.
13. The General Company for Water Studies. 1987. Study project of the Al-Sun Spring Basin. two volumes.
14. AMMAR, Gh. The effect of climatic changes on the water imports of the Al-Hussein River. The Ninth Gulf Water Conference, Sultanate of Oman, 2010, 13-25.
15. ALASAAD, A. Changing groundwater levels due to lack of rain in the Syrian coast. The Ninth Gulf Water Conference, Sultanate of Oman, 2010, 38-26.
16.The Arab Center for Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). 2002. The Arab Workshop on the Use of Mathematical Models in the Planning and Management of Water Resources.