مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (24) No (12) 2002

الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية للجزء الجنوبي من سهل عكار

الدكتور علي محمد الأسعد *
الدكتور غطفان عبد الكريم عمار**
شريف بدر حايك ***

(قبل للنشر في 2002/10/22)

□ الملخّص □

تقع منطقة البحث في الجزء الجنوبي لمشروع سهل عكار. يحدها من الجنوب نهر الكبير الجنوبي عند الحدود اللبنانية، و من الشمال نهر الأبرش، و يحدها من الشرق تلال الصفصافة و كرتو، ومن الغرب البحر المتوسط.
يهتم البحث بدراسة الظروف الجيولوجية و الهيدروجيولوجية للمنطقة المدروسة، تحت تأثير استثمار شبكات الري و الصرف، ووضع خطة استثمارية رشيدة لموارد المياه الجوفية فيها.
تتغيرقيم الناقلية المائية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية في منطقة البحث ضمن حدود كبيرة (15-5000) م^2 / يوم. تبعاً لتنوع التوضعات الجيولوجية و تغير خصائصها الرشحية، الأمر الذي أدى إلى تغيرات ملحوظة لأعماق المياه الجوفية (تصل إلى 6 م) في آبار شبكة الرصد خلال فترة المراقبة و التي استمرت ثلاثة أعوام (منذ شهر تشرين الأول 1999). كما تقل أعماق المياه الجوفية في غالبية آبار شبكة الرصد، بسبب زيادة التغذية الراشحة من الهطولات المطرية و من مياه شبكات الري بعد البدء باستثمارها منذ عام، وذلك بعد توقف معظم المزارعين عن استخدام المياه الجوفية لأعمال الري.
إن المياه الجوفية في منطقة البحث صالحة للاستخدامات المختلفة وهي سهلة الاستثمار.

* أستاذ في قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين.
** أستاذ مساعد في قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين.
*** طالب دكتوراه في قسم الهندسة المائية – كلية الهندسة المدنية بجامعة تشرين.

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol (24) No (12) 2002

The Geological and Hydrogeological Conditions of the Southern Part of Akkar Plain

Dr. Ali Al-Asaad *

Dr. Ghatfan Ammar **

Sharif Hayek ***

(Accepted 22/10/2002)

□ ABSTRACT □

The area of this research is located in the southern part of Akkar Plain Project.

It is limited by Al-Kabir Al-Janoubi River from the south, Al-Abrash River from the north, the hills of Safsafeh and Karto from the East, and the Mediterranean Sea from the west.

The research studies the geological and hydrogeological conditions of the area of the study under the effects of irrigation and sewerage network . the research will put comprehensive exploitation plan for groundwater resources.

The values of transmissivity of aquifers in the research area vary along a wide range (15 – 5000) m^2/day depending on the geological deposits and the changes of their infiltration characteristics. That leaded to changes in the depths of groundwater (up to 6 m) within the wells of monitoring network during the observation period that lasted for three years (from October 1999). The depths of ground water decrease in most of the wells of the monitoring network because of the increase in the infiltration from rainfalls and water of irrigation networks after the beginning of exploitation that started from one year, after most farmers had stopped the use of groundwater for irrigation works.

Groundwater in the research area is valid for various uses and easily exploitations.

* **Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

** **Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

*** **Student of PhD. Program, Department of Water Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

1- مقدمة

تجري الدراسة الهيدروجيولوجية لمنطقة ما عادةً، على أساس المعرفة الدقيقة للبنية الجيولوجية و الطبقية والليتولوجية والتكتونية والجيومورفولوجية للمنطقة، ومعرفة الظروف المناخية والجريانات السطحية والعوامل الطبيعية والاصطناعية الأخرى، التي تحدد ظروف تشكل المياه الجوفية وتوضعها وحركتها وتغذيتها وصرفها في المنطقة [1].

تبلغ مساحة مشروع سهل عكار الإجمالية 198,64 كم^2، ومساحة الأراضي القابلة للزراعة 187,9 كم^2 [2].
إن أهم التجمعات السكنية في المنطقة هي: طرطوس؛ صافيتا؛ صفصافة؛ منطار؛ حميدية، ...بالإضافة إلى وجود عدد كبير من القرى، التي ترتبط فيما بينها بطرق اسفلتية.
يهدف البحث إلى دراسة تغير الظروف الهيدروجيولوجية في المنطقة المدروسة. تحت تأثير استثمار شبكات الري والصرف فيها. وتقويم موارد المياه الجوفية لوضع خطة استثمارية رشيدة.

2- الدراسات السابقة

نظراً لأهمية مشروع سهل عكار، فقد بدأت الدراسات و التحريات في منتصف القرن التاسع عشر، ومن أهمها :
1- شركة "تيبتون" – TIPTON الأمريكية عام 1979 م، لدراسة تطوير سهل عكار من الناحية الزراعية.
2- مؤسسة "غروزغيبروفود خوذ" – GROZGIPROVODKHOZ السوفيتية عام 1979 م، لإجراء التحريات و الدراسات الجيولوجية والهيدروجيولوجية في أربعة مناطق من سورية.
3- شركة "اغروكومبليكت" – EEO AGROCOMPLECT البلغارية عام 1983 م، لدراسة أعمال التطوير الشامل لسهلي عكار والبقيعة.
4- وكالة "جايكا" –JICA اليابانية عام 1997 م، لدراسة تطوير مصادر المياه في الجزء الجنوبي الغربي والأحواض المركزية في الجمهورية العربية السورية.

3- موقع ومزايا مشروع البحث

يقع مشروع البحث في الجزء الجنوبي لمشروع سهل عكار، جنوب طرطوس بين خطي العرض "06 ´57 ˚35 و "19 ´04 ˚36 شمالاً وبين خطي الطول "07 ´44 ˚34 و "26 ´38 ˚34 شرقاً.
يحد منطقة البحث من الغرب البحر المتوسط، ونهر الكبير الجنوبي من الجنوب عند الحدود اللبنانية، ومن الشمال نهرالأبرش، ويحدها من الشرق تلال الصفصافة وكرتو (الشكل 1) .
تبلغ مساحة منطقة مشروع البحث حوالي 100 كم^2. وتتمتع بمزايا عديدة، أهمها :
– خصوبة الأراضي الزراعية، وتوفر شروط مناخية مناسبة لزراعة أغلب المحاصيل و الأشجار المثمرة والحمضيات.
– وفرة المياه السطحية و الجوفية.
معظم منطقة مشروع البحث سهلية، وتتوضع المياه الجوفية فيها على أعماق ليست كبيرة و ذات تركيب كيميائي يجعلها صالحة للري والشرب، وتزداد ملوحتها في بعض المناطق القريبة من الشاطئ، ومن المحتمل أن ترتفع مناسيب المياه الجوفية إلى قرب سطح الأرض، وظهور بعض السلبيات المتعلقة بتملح التربة

أو غرق بعض المساحات وخروجها من الاستثمار، وخاصة في حال عدم وجود شبكات الصرف أو قلة فعاليتها [3].

شملت الدراسات والتحريات السابقة لمشروع سهل عكار مختلف الأعمال الطبوغرافية والجيولوجية والهيدروجيولوجية. و تضمنت الدراسة البلغارية [4] نماذج رياضية لدراسة وتقويم الحالة الراهنة لعام 1984 (سنة إجراء الدراسات والتحريات) ولتقويم الاستثمار بعد مرور موسم ري واحد فقط، واعتمد في المحاكاة (Simulation) على حالة الجريان المستقر (Steady flow).

لم تتعرض دراسات مشروع سهل عكار لاستخدام المياه الجوفية للري، إلا في منطقة تقع في الجزء الشمالي للسهل بين مدينة طرطوس وقرية المنطار، والتي تبلغ مساحتها 71.5 كم^2 ولا تتجاوز 30% من المساحة المروية الكلية. كما أن هذه الدراسات لم تركز على مسألة تقويم مصادر المياه الجوفية بعد استثمار شبكات الري، والتنبؤ بالتغيرات الهيدروجيولوجية (مناسيب المياه الجوفية، التركيب الكيميائي للمياه)، المتوقعة بعد مرور فترات زمنية طويلة على بدء الاستثمار (5-10-25) سنة.

4- الخصائص الطبيعية

4-1) **الطبوغرافيا** Topography

يقع مشروع سهل عكار في الجزء الغربي من سورية، جنوب طرطوس بين خطي العرض ´27 ˚34 و ´56 ˚34 شمالاً وبين خطي الطول ´51 ˚35 و ´28 ˚36 شرقاً. ويشكل البحر المتوسط الحدود الغربية للمشروع، و نهر الكبير الجنوبي عند الحدود اللبنانية الحدود الجنوبية له،و تحده من الشرق هضبة تلكلخ، ويحده من الشمال السلاسل الجبلية الساحلية ونهر الغمقة.

يتألف سهل عكار من تلال متموجة ووديان منبسطة، ومن بعض التلال البازلتية (تل كزل؛ تل البصيصة؛ تل سنون،...) التي يزيد ارتفاعها عن التضاريس المحيطة 25 م [5].

تميل منطقة البحث من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي وتزيد ارتفاعاتها تدريجياً من منسوب 5 م فوق سطح البحر المتوسط إلى منسوب (50–60) م من الجهة الشمالية الغربية.

تقسم المنطقة حسب طبيعة التضاريس إلى منطقتين متميزتين [6]:

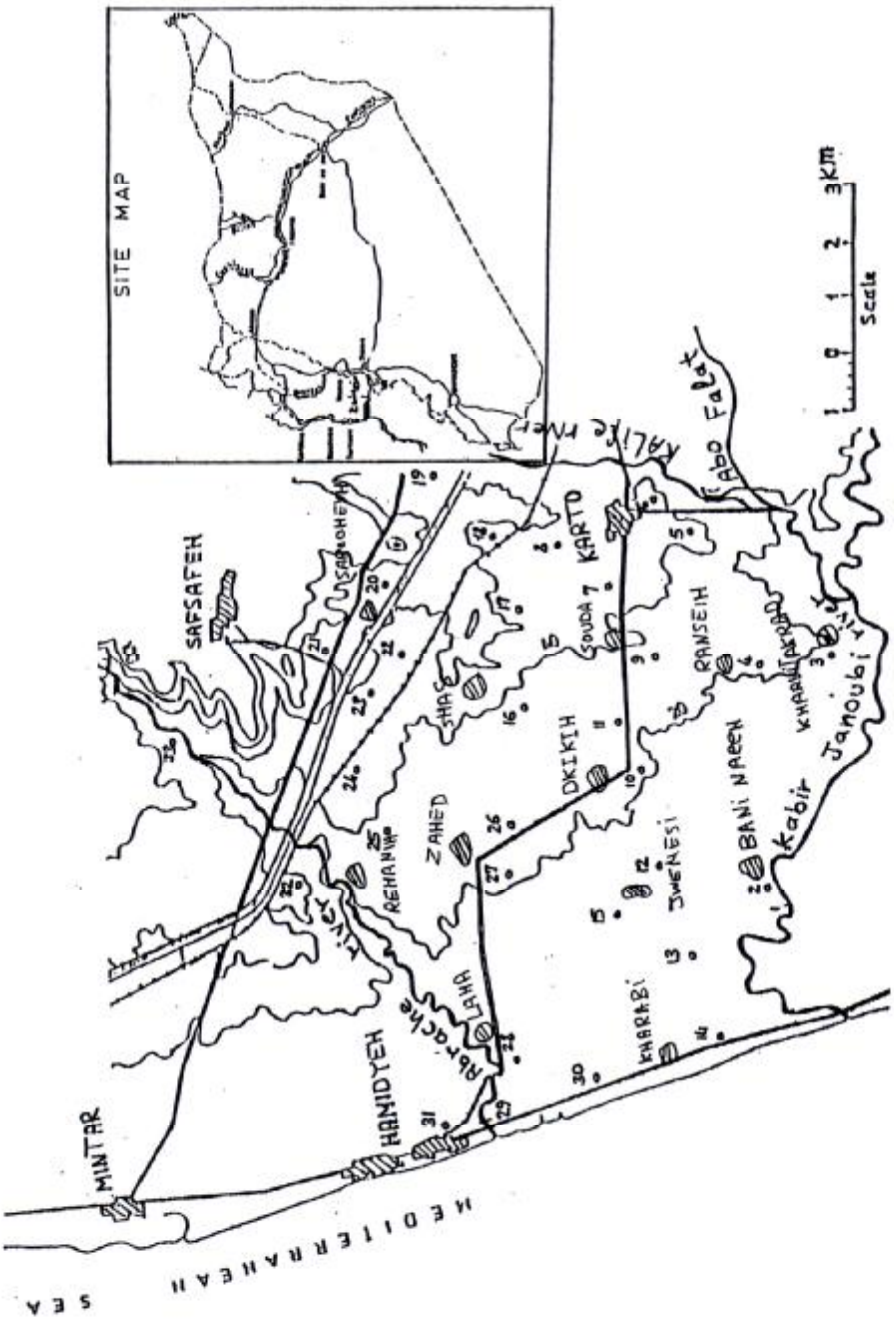
منطقة السهل الساحلي؛ و المنطقة التلالية.

يميل السهل الساحلي بشكل طفيف باتجاه البحر، وتظهر على طول الساحل بعض الكثبان الرملية التي لا يزيد ارتفاعها على 10 م.

تشكلت منطقة السهل الساحلي من تجاوزات ورسوبيات الأنهار. وترتفع حتى 30 م فوق مستوى سطح البحر، وتمتد إلى الجنوب ضمن الأراضي اللبنانية. كما أن تربتها الزراعية غضارية رملية جيدة.

تتألف التلال من الطف البازلتي والبازلت والأحجار الكلسية (Sandstones). تشكلت نتيجة عمليات الحت والفساد التي طرأت على البازلت و التي يصل منسوبها الأعظمي حتى 150م. وساعدت عمليات الحت والتعرية على تشكل التضاريس الحالية لسهل عكار.

تشاهد المصاطب في بعض المناطق (واديي نهري الأبرش و العروس)، و تخترق المنطقة بعض المجاري المائية المؤقتة (سارود زاهد، سارود الدكيكة، .....الخ).



(الشكل 1) خارطة المعطيات الفعلية

2-4) المناخ Climate

تمتاز منطقة مشروع البحث بمناخ متوسطي حار وجاف صيفاً، معتدل ورطب شتاءً.

يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء 20 درجة مئوية، وتكون مرتفعة نسبياً في الصيف، ونادراً ما تنخفض تحت الصفر في الشتاء.

تسقط أغلب الأمطار في فصل الشتاء والتي تتراوح بين (900–1250) مم سنوياً، ولا تتوزع بشكل منتظم على طول العام، بل يهطل 90% منها من شهر تشرين الأول حتى آذار، و10% فقط خلال بقية العام (فصلي الخريف و الصيف) [7].

3-4) الشبكة الهيدرولوجية Hydrological network

إن الأنهار الرئيسية في سهل عكار هي نهري الأبرش والعروس، إضافة إلى نهر الكبير الجنوبي الذي يشكل الحدود الجنوبية لمنطقة البحث.

يجري نهر الأبرش باتجاه البحر المتوسط. ويلتقي نهر العروس عند ضفته اليسرى رافديه الخليفة وأبو فلط، ليصب بعد ذلك في نهر الكبير الجنوبي.

تلعب أنهار: الأبرش؛ العروس؛ الخليفة؛ وأبو فلط دوراً هاماً في تشكل المياه السطحية والجوفية لمنطقة البحث. وينصرف جزء من مياه نهري الأبرش والعروس في الرسوبيات الكربوناتية، لتغذي الطبقات الحاملة للمياه الجوفية. ويصب نهر الأبرش في البحر المتوسط.

4-4) الجيومورفولوجيا Geomorphology

تتمثل البنية الجيومورفولوجية في منطقة مشروع البحث بمنخفض سهل عكار ومنخفض البحر المتوسط [3]:

– **منخفض عكار** AKKAR depression

يشكل التقوس الصخري متغير الميل للجبال الساحلية الاندفاعية والتحدب المركب اللبناني، ظاهرة جديرة بالملاحظة في منخفض عكار الذي يمتد غرباً باتجاه البحر المتوسط.

يتميز منخفض عكار الواسع بوجود الهضاب الحديثة لسلسلة الجبال الصغيرة والمتوسطة، التي حلت محل توضعات البليوسين في بداية زمن الرباعي. ولم يتعرض منخفض عكار للهبوط الكبير تحت منسوب البحر الذي حصل في البليوسين.

– **منخفض البحر المتوسط** Mediterranean sea depression

يتكون السهل الساحلي من الوجهة البنيوية، من سلسلة من مصاطب بحرية. تنحدر المصاطب الثلاثة السهلية الأولى تدريجياً باتجاه البحر وتتغير ارتفاعاتها بين(0–80) م [8].

تبقى المصطبة الرابعة والخامسة و السادسة متدرجة (طبقات التلال السفحية)، أو تبدو تلالاً منعزلة يتراوح ارتفاعها بين(100–200) م [9].

تتألف المصاطب السهلية الساحلية من توضعات البليستوسين (Q_4-Q_1) الممتدة على طول سواحل القطر العربي السوري بأكمله، والتي تتألف من تراكمات بحرية قارية معقدة، مرتبطة بملاط قوي. تتوضع فيها المياه الجوفية على عمق قليل (0-50) م.

ارتبطت الرمال و الحصى الحديثة بملاط، وتحولت إلى أحجار رملية وكونغلوميرا. وأصبحت الأحجار الكلسية والرملية مكرستة في بعض المواقع على طول الساحل.

5- البنيات الجيولوجية و التكتونية

تقع منطقة مشروع البحث على حافة الركيزة العربية، يحدها من الغرب البحر المتوسط، ومن الشرق انهدام الغاب (الامتداد الشمالي لانهدام خليج العقبة)، وجبال لبنان من الجنوب، ويحدها من الشمال سهل طرطوس وجبال صافيتا.

حدث التطور التكتوني لمنطقة البحث خلال مرحلتين رئيسيتين [10]:

- الكريتاسي و الباليوجين.
- النيوجين و الرباعي.

تكونت الملامح الرئيسية للتضاريس الحالية في النيوجين.

يمثل سهل عكار منخفضاً تكتونياً، تشكل في بداية النيوجين، نتيجة الحركات التكتونية الفعالة خلال تلك الفترة، والتي ترافقت مع اندفاع براكين قوية.

ساهمت الحركات التكتونية في تشكل سلسلة تضاريس الجبال الساحلية، وجبال لبنان، والتي تحيط بمنخفض عكار من الجنوب والشرق والشمال.

تتألف قاعدة المنخفض من الكريتاسي الأعلى (سينومانيان، تورونيان، سينونيان) وبشكل رئيس من الرسوبيات الكلسية.

امتلأ المنخفض خلال البليوسين بالتوضعات الكلسية الغضارية والبحرية و بالرسوبيات الحجرية الخشنة والصخور البركانية، وانتشرت خلال الرباعي الرسوبيات البحرية والقارية.

تساهم البنية الستراتيغرافية التالية في التركيب الجيولوجي لمنطقة البحث (الشكل 2):

- الكريتاسي الأعلى(سينومانيان، تورونيان، سينونيان) C_6 , C_5 , C_4.
- النيوجين(البليوسين N_2) .
- الرباعي(بلستوسين،هولوسين) $Q_{1, 2, 3, 4}$.

5-1) توضعات الكريتاسي (C) Cretaceous sediments

تنتشر هذه التوضعات بكثرة في منطقة سهل عكار الممتدة من قمة الجبال في الشرق إلى البحر المتوسط في الغرب. تتألف من الأحجار الكلسية، الأحجار الرملية المارلية، الدولوميت، المارل والمارل الحواري المتوضعة فوق كل أو بعض طبقات الجوراسي.

تحتل توضعات السينومانيان (C_4) معظم مساحة منطقة البحث. تتألف من تداخلات حجر كلسي متطبق ومتماسك (أو دولوميت)، مارل وحجر كلسي مارلي يحتوي طبقات حجر كلسي مميزة على سطح الأرض. تزيد سماكة هذه التوضعات على 160 م [4].

تشكل توضعات التورونيان (C_5) شريطاً موازياً وعلى مسافة(1- 6) كم من شاطئ البحرالمتوسط.

تتألف هذه التوضعات من طبقتين مختلفتين: الطبقة السفلى، تتشكل من طبقة رقيقة من الحجر الكلسي والمارلي، المتداخلة مع الحجر الكلسي الدولوميتي؛ بينما تتكون الطبقة العليا من طبقة حجر كلسي سميكة. تتراوح سماكة توضعات التورونيان بين (65-80) م [10].

تتكشف توضعات السينونيان الأدنى(C_6) بشكل شريط مواز لخط الشاطئ وعلى مسافة (0–4) كم عنه. تتضح علاقة هذه التوضعات مع الجزء العلوي للتورونيان، بالتغير من طبقة رقيقة من الحجر الكلسي العضوي المتفتت إلى حجر كلسي حواري.

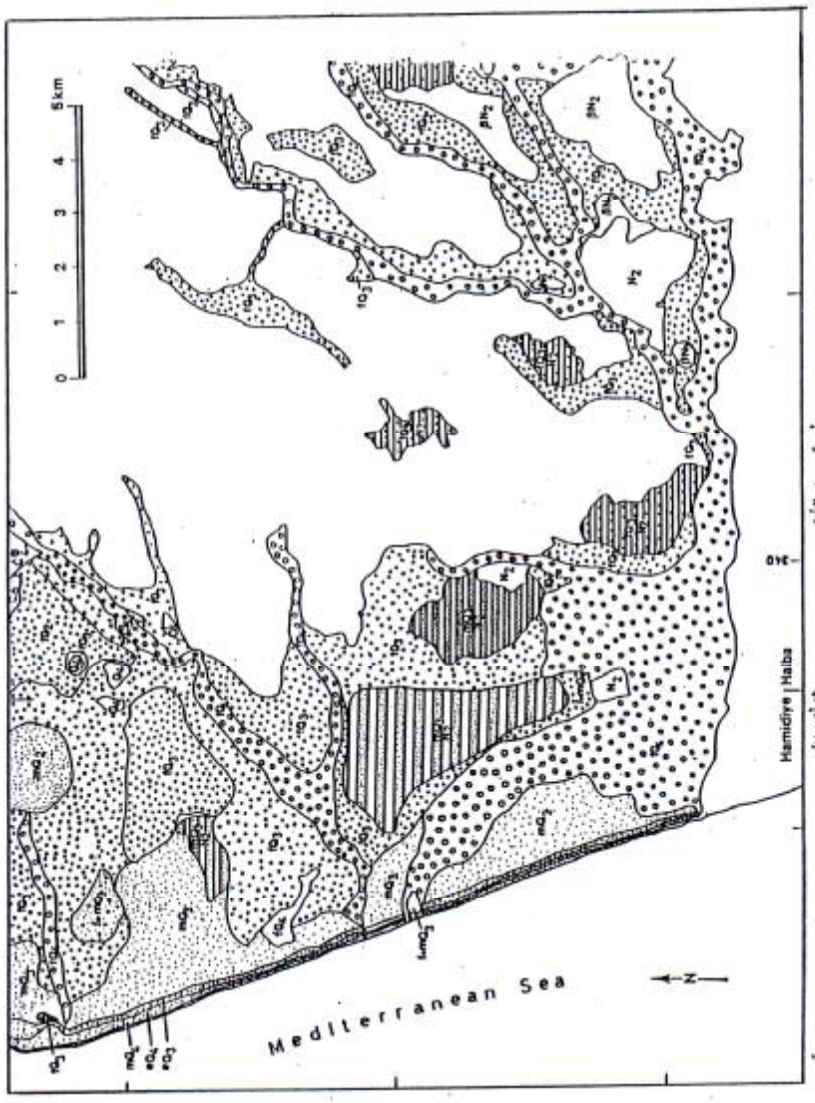
تتغطى رسوبيات السينونيان الأدنى برسوبيات البليوسين في بعض المواقع وبرسوبيات الرباعي في بعضها الآخر. وتبلغ السماكة العظمى لتوضعات السينونيان الأدنى حوالي 30 م [2].

2–5) توضعات البليوسين(N_2) Pliocene sediments

تتوضع رسوبيات البليوسين كشريط على رسوبيات السينونيان وهي مغطاة بالبازلت وبتوضعات البليوسين.

تتألف صخور البليوسين من المارل، الحجر الكلسي، الكونغلوميرا، والبازلت.

يبدأ المقطع بالأحجار الكلسية الرملية مع حصى عائدة للحجر الكلسي في السينومانيان ومن ثم غضار كلسي رقيق ناعم وبني اللون مع قطع من الحجر الكلسي العضوي الذي تعرض لعمليات التجوية.



(الشكل 2) الخارطة الجيولوجية لمنطقة البحث [9]

يليه مارل طيني ناعم، رمادي ومصفر وحجر رملي غضاري. وتشكل توضعات المارل والغضار، ذات الانتشار الاقليمي، طبقة كتيمة سماكتها الإجمالية 150– 200 م.

تتغطى معظم رسوبيات البليوسين تقريباً بالبازلت (الشكل 3).

3-5) رسوبيات الرباعي (Q) Quaternary sediments

تتألف رسوبيات الرباعي من بروليفيال نهرية: ريحية، وبحيرية.

يتمثل البروليفيال بجلاميد زاوية أو شبه زاوية من الحجر الكلسي، والدولوميت والبازلت، وتتوضع مشكلة مراوح بروليفيالية.

تملأ الرسوبيات النهرية مصاطب الأنهار. وهي تتألف بشكل رئيس من جلاميد مدورة زاوية أو شبه زاوية ومن حصويات، دولوميت، صوان، وبازلت.

توضعت الرسوبيات البحرية خلال طغيان البحر المتوسط في زمن الرباعي، وتشكلت المصاطب بالقرب من السواحل الحديثة. وتتألف هذه الرسوبيات من الرمال المرتبطة جزئياً بالملاط الكلسي والحصويات الشاطئية. تصل سماكتها حتى2 م [2].

توجد الرسوبيات الريحية جنوب طرطوس، مشكلة كثباناً رملية من الرمل الناعم والخشن، متوسطة القساوة.

تظهر الرسوبيات البحيرية في أماكن متفرقة من منطقة مشروع البحث بين وادي نهر الكبير الجنوبي وبلدة الحميدية ورامة لحة، التي تتألف من غضار رملي ورمل سلتي تصل سماكتها إلى2 م [4].

6- الخصائص الهيدروجيولوجية

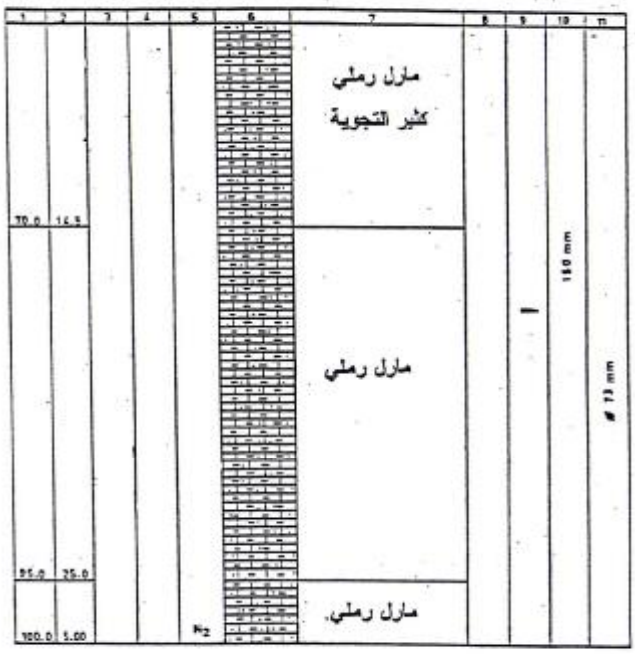
يلعب الوضع الجيولوجي الهيدروجيولوجي، المورفولوجي، نوعية الطبقات، درجات الحرارة والمناخ السائد، انتشار الكارست، إضافة للتأثير الحاصل بفعل العوامل التكتونية (فوالق، شقوق)، دوراً كبيراً في تغذية وصرف المياه الجوفية واختلاف غزارتها.

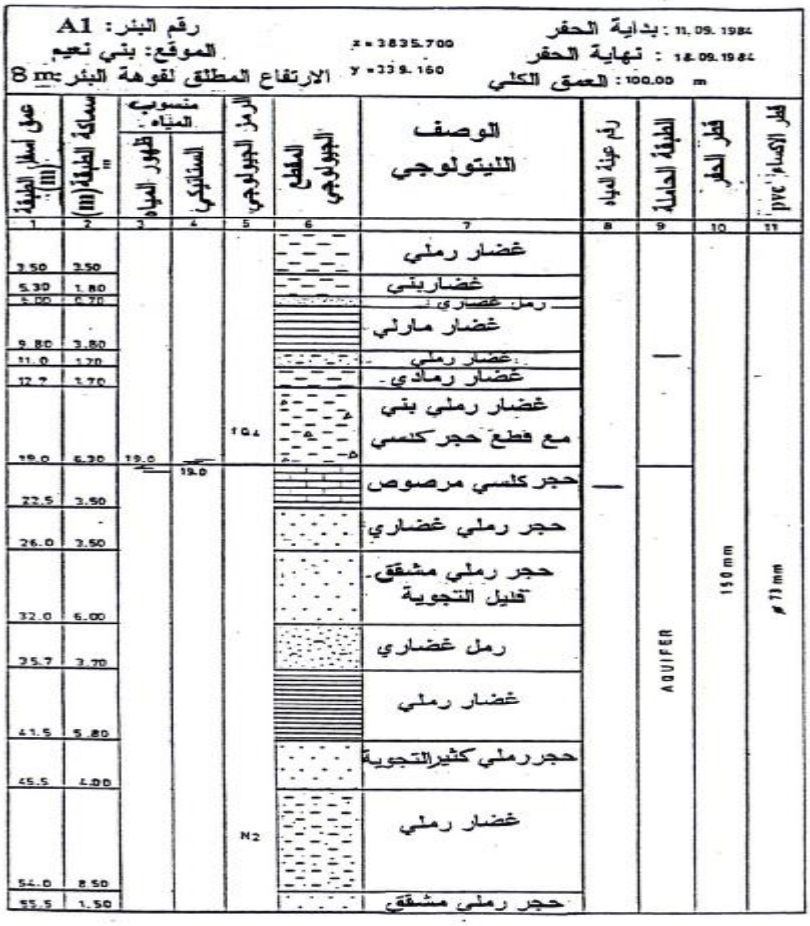
توجد المياه الجوفية في كافة التشكيلات الجيولوجية المنتشرة في منطقة البحث. وتتغذى بشكل رئيس من تسرب مياه الأمطار ومياه الري والمياه السطحية عبر مسامات التربة، ومن خلال الشقوق والفراغات الكارستية الموجودة في الصخور الكربوناتية [11].

تنتشر طبقات المياه الجوفية الحرة في معظم أرجاء المنطقة وتتوضع طبقة حاملة للمياه الجوفية الارتوازية تحت رسوبيات البليوسين.

تتحرك المياه الجوفية في منطقة مشروع سهل عكار باتجاه الغرب والجنوب الغربي، لتتصرف في مجاري الأنهار وعبر قطاعات تكشفها تحت سطح البحر.

تشكلت المياه الجوفية في رسوبيات البليوسين والرباعي وفي رسوبيات الكريتاسي الأعلى (سينومانيان – تورونيان – سينونيان).





الشكل (3) العمود الطبقي للبئر A1 حسب (4)

عموماً تقسم الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في منطقة البحث إلى:

– الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في الكريتاسي الأعلى.

– الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في الرباعي والبليوسين.

6–1) الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في الكريتاسي الأعلى Upper cretaceous aquifers

تتألف الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في الكريتاسي الأعلى من الرسوبيات الكلسية للسينومانيان، تورونيان، سينونيان. وي مشققة ومكرستة، كما تمتاز بأنها حرة في معظم التوضعات المتكشفة على السطح، وارتوازية في الطبقات الحاملة المتوضعة تحت رسوبيات البليوسين.

تتراوح الناقلية المائية (Transmissivity) لهذه التوضعات بين (15–5000) م^2/ يوم، بمعدل وسطي 400 م^2 /يوم، ومعامل التخزين المرن (Coefficient of elastic storage) بين (1.10^{-5} – 1.10^{-4})، ومعامل التخزين الثقلي (Gravitational storage coefficient) بين (1,6 – 9)% [4].

تتغذى الطبقات الأفقية الحاملة للمياه الجوفية بالتسرب من مياه الأمطار والبالغة 15-60%منها وذلك على السفوح الغربية للجبال الساحلية [12].

تميل طبقات الكريتاسي الأعلى باتجاه البحر بزاوية (5–10) درجات، من الشرق – الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي.

تتصرف المياه الجوفية لهذه التوضعات جزئياً في الطبقات العائدة للبليوسين والرباعي كتغذية راشحة، وينصرف الجزء الأهم منها في البحر المتوسط بشكل ينابيع تحت بحرية (Submarine springs). ويضخ جزء آخر من المياه الجوفية من أجل الري والشرب بوساطة آبار متعددة [13].

6–2) الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في البليوسين Pliocene aquifers

تتألف توضعات البليوسين من صخور بركانية و كربوناتية بحرية (كونغلوميرا؛ طف بريشي؛ حجر رملي عضوي).

ينتشرالبازلت بين نهري الأبرش و العروس بسماكة (60–100) م. الصخورالبازلتية متشققة بكثرة، وتشكل وسطاً جيداً لحركة المياه الجوفية [10].

تتميز هذه التوضعات بناقلية مائية غير متجانسة، فهي تبلغ 7.2 م^2/ يوم لمعظم المواد الغضارية و المارل، والتي تصل سماكتها حتى 200 م، وتشكل طبقة كتيمة أعلى الكريتاسي، وتزيد هذه الناقلية على5000 م^2/ يوم في توضعات الحجر الكلسي العضوي الحاملة للمياه الجوفية والمنتشرة بشكل جزئي[4].

تتصف الصخور البازلتية بمسامية مضاعفة (تشققات صغيرة وكبيرة)، وتتراوح قيم معامل التخزين المرن بين ($1,6.10^{-4}$ – $6,5.10^{-3}$)، وقيمة معامل التخزين الثقلي حوالي 1 % [2] .

تتغذى المياه الجوفية بشكل رئيس من مياه الأمطار، وجزئياً من الطبقات العائدة للكريتاسي الأعلى.

تتحرك المياه الجوفية في البازلت، باتجاه الشمال الشرقي – الجنوب الغربي بتدرج هيدروليكي 0.005 – 0.011 .

يحدث الصرف بشكل رئيس بوساطة شبكة الينابيع المحلية في السهل وآبار الاستخدامات المنزلية وتصرف معظم مياه منطقة البحث بوساطة نهر الكبير الجنوبي والبحر المتوسط.

6–3) الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في الرباعي Quaternary aquifers

تتكون توضعات الرباعي من البرولوفيال، والحصويات النهرية والتوضعات البحرية والريحية. وتتوضع فيها طبقة مياه جوفية حرة على عمق (5–20) م.

تتراوح الناقلية المائية بين (250–6290) م^2 / يوم بمعدل وسطي 800 م^2 / يوم.

تمتاز هذه التوضعات بمسامية مضاعفة. ويتراوح معامل التخزين الثقلي بين (2-9) % ومعامل التخزين المرن بين($7,6.10^{-6}$ - $3,35.10^{-3}$) [4].

تتغذى المياه الجوفية من تسرب الهطولات المطرية والبالغة 20%-15منها أوالطبقات الجوفية العميقة، بشكل غير مباشر، خاصةً من طبقات الكريتاسي التي تتوضع تحت البازلت [7].

تتصرف المياه الجوفية في أنهار العروس، أبو فلط و خليفة، وبشكل رئيس في نهر الكبير الجنوبي وعبر الينابيع. ويستثمر جزء من المياه الجوفية في عمليات الري المساعد والشرب والاستخدامات المنزلية.

7– طريقة البحث و التجهيزات المستخدمة

أنشأنا شبكة رصد هيدروجيولوجية، تتألف من 35 بئراً، تعود ملكيتها للمزارعين وللمؤسسات العامة. تتوزع آبار شبكة الرصد. بما يتناسب مع البنية الجيولوجية و الهيدروجيولوجية في المنطقة (الشكل 1).

تتضمن القياسات الحقلية الشهرية في كل آبار شبكة الرصد والتي بدأت منذ شهر آب عام 2001 م:

– المنسوب الستاتيكي (static water level) بوساطة جهاز قياس كهربائي ضوئي، دقة القياس ± 0.5 سم.

– الناقلية الكهربائية (Electrical conductivity) لمياه الآبار باستخدام جهاز قياس كهربائي رقمي بدقة ± 1 ميكروموس.

– قياس درجة حرارة (Temperature) المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد.

كما أخذت عينات مياه من 10 آبار، و أجرينا تحليلاً كيميائياً تفصيلياً لها في المخبر في شهري أيلول وكانون الأول من عام 2001 م، و شهر آذار عام 2002 م، بمعدل أربع مرات في العام (الجدول 1).

حددنا إحداثيات آبار شبكة الرصد، باستخدام علام تربيع ميركاتور المعترض والإحداثيات الجغرافية وذلك بوساطة جهاز **Garmin – GPS II plus** .

8– النتائج و المناقشة

تتدفق معظم الآبار المحفورة في توضعات الكريتاسي الأعلى ذاتياً خلال فصلي الشتاء والربيع ويصل تدفق بعضها إلى حوالي 50 ل/ ثا، وتتغذى من الهطولات المطرية عبر الشقوق والصدوع من مناطق التغذية في أعالي الجبال.

(الجدول 1) نتائج التحاليل الكيميائية لعينات مياه الآبار في منطقة مشروع البحث

رقم العينة	موقع العينة	تاريخ أخذ العينة	الناقلية الكهربائية E.C	الأس الهيدروجيني PH	القساوة العامة	الشوارد الموجبة				الشوارد السالبة				
						الكالسيوم Ca^{+2}	المغنزيوم mg^{+2}	الصوديوم Na^{+1}	البوتاسيوم K^{+}	البيكربونات HCO^{-2}	الكلوريد Cl^{-1}	الكبريتات SO_4^{-2}	النتريت NO_2^{-}	النترات NO_3^{-}
			µs/cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
18	شاص	2001/9/15	621	7.49	290	76.1	24.3	9	0.1	244	31.3	42	0.01	34.2
		2001/12/21	617	7.4	370	88.1	29.1	6	0.1	268.4	27.5	44	0	23
		2002/3/23	723	7.4	440	100.2	46.2	9	0.1	268.4	73.2	61	0.02	30.7
6	كرتو	2001/9/15	996	7.38	460	104.2	48.6	9	0.1	244	78	75	0.02	107.1
		2001/12/21	1121	7.5	580	124.2	65.6	11	1	366	30.9	85	0.01	109.3
		2002/3/23	1082	7.4	600	136.2	20.4	10	0.1	322	61	95	0.02	87.4
4	الرنسية	2001/9/15	997	7.35	440	96.1	40.6	13	0.1	390.4	67	58	0.05	45
		2002/3/23	1290	7	640	144.2	68	14	0	427	64	100	0.02	71.5
24	الريحانية	2001/9/16	654	7.6	310	68.1	34	10	0.2	268.4	32	69	0.01	49.2
		2001/12/21	1069	7.6	500	128.5	43.7	12	0.3	244	20.7	165	0.06	49.2
		2002/3/23	722	7.5	360	80	38.9	10	0.1	317.2	54	75	0.02	43.5
17	الدكيكة	2001/9/15	581	7.2	280	86.5	15.5	7	0	244	25	38	0.02	49.2
		2001/12/21	750	7.3	250	100.2	43.7	9	0.1	244	8.7	65	0.08	56
		2002/3/23	724	7.4	420	120.2	29.1	8	0	224.4	31	55	0.014	61.9
14	الخرابة	2001/9/15	1316	7.57	200	116.2	26.7	18	0.4	219.6	244	61	0.02	34.3
		2001/12/21	1460	7.5	440	104.2	43.7	23	0.4	183	273	71	0.01	29
		2002/3/23	1230	7.4	408	120.2	26.2	21	0.4	170.8	149	74	0.26	33
29	نهر الأبرش	2001/9/16	919	8.02	280	80.1	19.4	12	0.3	231.8	85	27	0.06	18.5
		2001/12/21	929	8	430	88.1	51	15	0.3	231.8	27.3	90	0.08	29
		2002/3/23	1254	8	330	88.1	26.7	22	0.5	207.4	183	85	0.1	32
21	الصفصافة	2001/9/12	621	7.58	286	72.9	25.3	6	0	268.4	64	14	0.01	40.5
		2001/12/21	671	7.4	350	90.5	30.1	7	0.1	244	30.5	51	0.01	37.3
		2002/3/23	609	7.3	310	82.5	25.2	6	0	219	63	15	0.017	38.2
13	الجويمسة	2001/12/21	4821	7.7	1040	156.3	158	53	0.2	317.2	1131	375	0.02	27
		2002/3/23	7053	7.3	-	284.5	-	69	0.4	378.2	1895	550	0.06	21.1

يمتاز التركيب الكيميائي للمياه الجوفية في هذه التوضعات بأنها هيدروكربوناتية – كلسية صودية، لا تتجاوز ملوحتها العامة 0.5 غ/ل.

تتغير أعماق المياه الجوفية بين(3–5) م، وتصل إلى 6.5 م في آبار شبكة الرصد، المحفورة في توضعات البليوسين البحرية المارلية الغضارية ذات النفوذية الضعيفة، فيأخذ عامل ناقلية المنسوب قيماً صغيرة، لذلك تبلغ تراوحات عمق المياه الجوفية قيماً كبيرة نسبياً. كما يصل تغير هذه الأعماق بين فصل وآخر إلى 3 م، تبعاً للهطولات المطرية(البئر 2– بني نعيم).

يميل سطح المياه الجوفية بهدوء باتجاه البحر، ما يسمح باندساس أسفين مياه البحر المالحة ضمن الطبقة الحاملة للمياه الجوفية إلى مسافة بعيدة داخل اليابسة في الظروف الطبيعية.

تمتاز المياه الجوفية في هذه التوضعات بأنها هيدروكربوناتية – كلوريدية – كلسية – مغنيزية – صودية تتراوح ملوحتها العامة بين (0.8-1.5) غ/ل، و تصل إلى 2 غ/ل.

تتأثرأعماق المياه الجوفية في آبار توضعات بازلت البليوسين بظروف التغذية بشكل كبير، فتصل تغيرات الأعماق إلى حوالي 4 م خلال شهر واحد (البئر 9)، بسبب تشقق البازلت الذي يتصف بمسامية مضاعفة (تشققات صغيرة و كبيرة)، حيث تتوضع المياه الجوفية على أعماق تقل عن 1 م في بعض أشهر الشتاء (البئران 25،9).

تتميز أعماق المياه الجوفية في الآبار المحفورة في توضعات الرباعي الرملية ذات النفوذية العالية بتراوحات قليلة نسبياً (2–3) م بالمقارنة مع آبار بازلت البليوسين نسبب كبر قيم ناقلية المنسوب لها (البئران 28،11).

إن المياه الجوفية في هذه التوضعات هيدروكربوناتية – كلوريدية، وكلوريدية – كلسية – صودية.

لاتقل الملوحة العامة للمياه الجوفية عن 1 غ/ل (الجدول 1)، ولكنها تتعلق بملوحة مياه البحر في مواقع الاستخدام الجائر للمياه الجوفية على مسافة 1 كم من الشاطئ (الجويميسة – موقع محطة الصرف الزراعي).

عموماً، تتناقص أعماق المياه الجوفية في غالبية آبار شبكة الرصد بسبب البدء باستثمار مياه شبكات الري وزيادة التغذية الراشحة منها وذلك منذ شهر نيسان 2001 م، فتتراوح هذه التغيرات بين (2–4.5) م (الشكل 4). كما يلاحظ زيادة شوارد النترات (كرتو، الرنسية،.....)، بسبب استخدام المخصبات الزراعية في الزراعات المحمية المنتشرة بكثرة في منطقة مشروع البحث، ويزداد تركيز شوارد الكبريتات في المواقع التي تنتشر فيها توضعات جصية على نطاق محدود(الريحانية، الجويميسة).

إن زيادة تركيز شوارد الصوديوم والكلور في البئرين(13،14)، ناتجة عن اندساس مياه البحر ضمن طبقة المياه الجوفية العذبة، بسبب الضخ الجائر منها قبل استثمار شبكة الري، وبطء عودة الظروف الهيدروجيولوجية الطبيعية.

(الشكل 4) تغيير أعماق المياه الجوفية في آبار شبكة الرصد خلال الزمن

9- استنتاجات

1- تغيرت الظروف الهيدروجيولوجية، فارتفعت مناسيب المياه الجوفية، وتغير تركيبها الكيميائي.

2- المياه الجوفية في كافة التشكيلات الحاملة للمياه الجوفية صالحة للاستخدامات المختلفة وسهلة الاستثمار.

3- تحدد الاضطرابات التكتونية والصخور النفوذة العائدة للتوضعات الجيولوجية المختلفة، العلاقة الهيدروليكية بين الطبقات الحاملة للمياه الجوفية.

10- توصيات

1- وضع نموذج رياضي يمثل الظروف الهيدروجيولوجية والشروط الحدية القائمة. يتم إعداده بشكل متكامل يلحظ مختلف الظروف القائمة والأوضاع الهيدروليكية، للتنبؤ بالتغيرات الهيدروجيولوجية (مناسيب المياه الجوفية، التركيب الكيميائي للمياه) التي قد تطرأ من خلال الاستثمار المستقبلي (5-10-25) سنة، (وهي ضمن خطة البحث).

2- تدقيق العلاقة الهيدروليكية بين الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في منطقة البحث، لتقويم معدلات التغذية والصرف بشكل دقيق.

3- استمرار مراقبة نظام المياه الجوفية في المنطقة شهرياً، وبشكل منتظم.

المراجع:

.....

1- SEN .Z,1995- Applied Hydrogeology,FLURIDA,U.S.A,444 pgs.

2- مذكرة *إيضاحية عن مشروع التطوير الشامل لسهلي عكار و البقيعة*. مديرية الري العامة لحوض الساحل- فرع طرطوس.1999.

3- CHIN .T, members, ASCE, 2002- Dynamic optimal groundwater management with inclusion of fixed costs. journal of water resources planning and management.. U.S.A, vol. 128, No. 1, pp. (57-65).

4- Study and complete design works for the integral development of Syrian AKKAR plain and BEKKA area (First phase),EEO AGROCOMPLECT,

SOFIA-BULGARIA,1985.

5- *الخارطة الطبوغرافية لسوريا*. رقعة حلبا، مقياس 1:25000. دمشق 1990.

6- *الخارطة الطبوغرافية لسوريا*. رقعة حميدية، مقياس 1:25000. دمشق 1990.

7- *دراسة تطوير مصادر المياه في الجزء الجنوبي الغربي و الأحواض المركزية في سورية*. وكالة جايكا (JICA) – اليابان 1997 .

8- *تغير الظروف الهيدروجيولوجية في منطقة ري سد السادس عشر من تشرين الواقعة بين نهر الكبير الشمالي و نهر الصنوبر وترشيد استهلاك موارد المياه الجوفية فيها*.رسالة ماجستير، إعداد م. شريف حايك،إشراف أ.د.علي الأسعد، د.م.عدنان إبراهيم جامعة تشرين 1998.

9- *الخارطة الجيولوجية لسوريا*. رقعتا(حلبا-حميدية)، مقياس1:50000 مع المذكرة الايضاحية. دمشق 1980.

10- التحريات الهيدرولوجية و الهيدروجيولوجية في الأحواض الأربعة (سورية- حوض الساحل) أربعة مجلدات.غروزغيبروفودخوز-تبيليسي 1979.

11 - NOVAK .V,SIMUNEK .J,members,ASCE,2000- Infiltration of water into soil with cracks. Journal of irrigation and drainage engineering. U.S.A , vol. 126, No. 1, pp.(44-47).

12- *دراسة تطوير سهل عكار من الناحية الزراعية*. شركة تبتون (TIPTON) – أمريكا 1997.

13- *استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و نظام المعلومات الجغرافية في دراسة الينابيع العذبة تحت البحرية في الساحل السوري و تحديد نطاقات التغذية و الجريان*. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد – دمشق1998.