

## مساهمة في تقييم الخصائص الهيدروجيولوجية للمنطقة الواقعة بين نهري مرقية والحصين

الدكتور غطفان عبد الكريم عمّار \*

الدكتور شريف بدر حايك \*\*

حازم وفيق علي \*\*\*

(تاريخ الإيداع 27 / 4 / 2011. قُبِلَ للنشر في 17 / 7 / 2011)

### □ ملخّص □

تقع منطقة البحث شمال مدينة طرطوس، ويحدها من الشمال نهر مرقية، ومن الجنوب والجنوب الشرقي نهر الحصين، ومن الغرب البحر المتوسط، وتمتد على مساحة قدرها نحو  $30 \text{ km}^2$ . يهدف البحث إلى دراسة ظروف وجود المياه الجوفية في المنطقة، وتقويم موارد المياه الجوفية فيها كماً ونوعاً. اعتمدت الدراسة على القياسات في شبكة رصد، موزعة بشكل شبه منتظم في المنطقة. تتألف الشبكة من 24 بئر مراقبة محفورة في طبقات الرباعي والنيوجين، والكريتاسي. تتراوح تغيرات مناسيب المياه الجوفية في طبقات الكريتاسي بين (0 – 10) m، وتراوح الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية بين  $(400-900) \mu S/cm$ . نوعية المياه في منطقة الدراسة هي بيكرونايتية – كلسية – مغنيزية، وأحياناً بيكرونايتية – كلسية – مغنيزية – كبريتية، أي إنها مياه عذبة، متوسطة الملوحة.

الكلمات المفتاحية: موارد المياه الجوفية، التغيرات الهيدروجيولوجية، الناقلية الكهربائية.

\* أستاذ - قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\* أستاذ مساعد - قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة المائية والري - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## Contribution in The Assessment of Hydrogeological Characteristics of The Area Between Marqieh and Alhousen Rivers

Dr. Ghatfan Ammar\*  
Dr. Sharif Hayek\*\*  
Hazem Ali\*\*\*

(Received 27 / 4 / 2011. Accepted 17 / 7 / 2011)

### □ ABSTRACT □

The research area is located at the north of Tartous city, and bordered on the north Marqieh River, and from the south and south-east Alhousen River, and the Mediterranean Sea to the west, and extends over an area of about 30 km<sup>2</sup>.

The research aims to study the groundwater properties in the region, and evaluate the groundwater resources, quantitatively and qualitatively. The study depends on measurements in the observation network distributed semi-regular in the region.

The network consists of 24 monitoring wells drilled in the Quaternary, Neogene, and Cretaceous deposits. The changes of groundwater levels in the Cretaceous deposits fluctuate between (0-0)m, and the electrical conductivity of groundwater between (400-900)  $\mu S/cm$ . Water quality in the study area is Bicarbonate- Lime- Manganese, and sometimes Bicarbonate- lime- sulfate, so it is fresh to brackish water.

**Keywords:** groundwater resources, hydrogeological changes, electrical conductivity.

---

\*Professor, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

\*\*Associate professor., Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. alhayeks

\*\*\*Postgraduate Student, Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Latakia, Syria.

**المقدمة:**

من المعلوم أن الماء هو شريان الحياة، وعصبها، وهو الركيزة الأساسية الأولى التي تقوم عليها التنمية الشاملة، فعلى الرغم من أن المياه تغطي 71% من الكرة الأرضية إلا أن الإنسان لا يستخدم من هذه الكمية الكبيرة جداً إلا 1% فقط؛ لأن 97% من كمية المياه على هذا الكوكب مياه مالحة، و2% المتبقية مياه محبوسة على شكل ثلوج. وثمة مشكلات تواجه حتى الـ1% التي تتمثل في المياه العذبة التي يستخدمها الإنسان والحيوان والنبات، تتمثل في تناقصها وانخفاضها، وذلك بسبب التزايد السكاني الملحوظ، إضافة إلى مشكلة تلوث المياه.

تعد المعرفة الهيدروجيولوجية للمياه الجوفية أمراً ضرورياً في سياق التحريات، وتخطيط إدارة موارد المياه الجوفية [1]، ويتطلب التقييم الكمي والنوعي للمياه الجوفية معرفةً دقيقةً للبنية الجيولوجية، والطبوغرافية، والظروف المناخية، والجريانات السطحية، والعوامل الطبيعية، التي تحدد ظروف تشكّل المياه الجوفية، وحركتها، إضافةً إلى العوامل البشرية التي تؤدي دوراً مهماً في تغيير نوعية هذه المياه [2].

**أهمية البحث وأهدافه:**

تؤلف المياه إحدى أهم القضايا التي تشغل العالم حالياً، نتيجةً لتزايد حجم الطلب عليها، وبالوقت نفسه التزايد الهائل لأعداد السكان. الأمر الذي يجعل من الضروري، البحث عن أفضل الطرائق التي تساهم في تقويم كلٍّ من موارد المياه الجوفية، والسطحية، وتحقيق الإدارة المثلى لهذه الموارد بما يحقق أفضل النتائج المرجوة؛ للحفاظ على هذه الثروة التي لا تقدر بثمن.

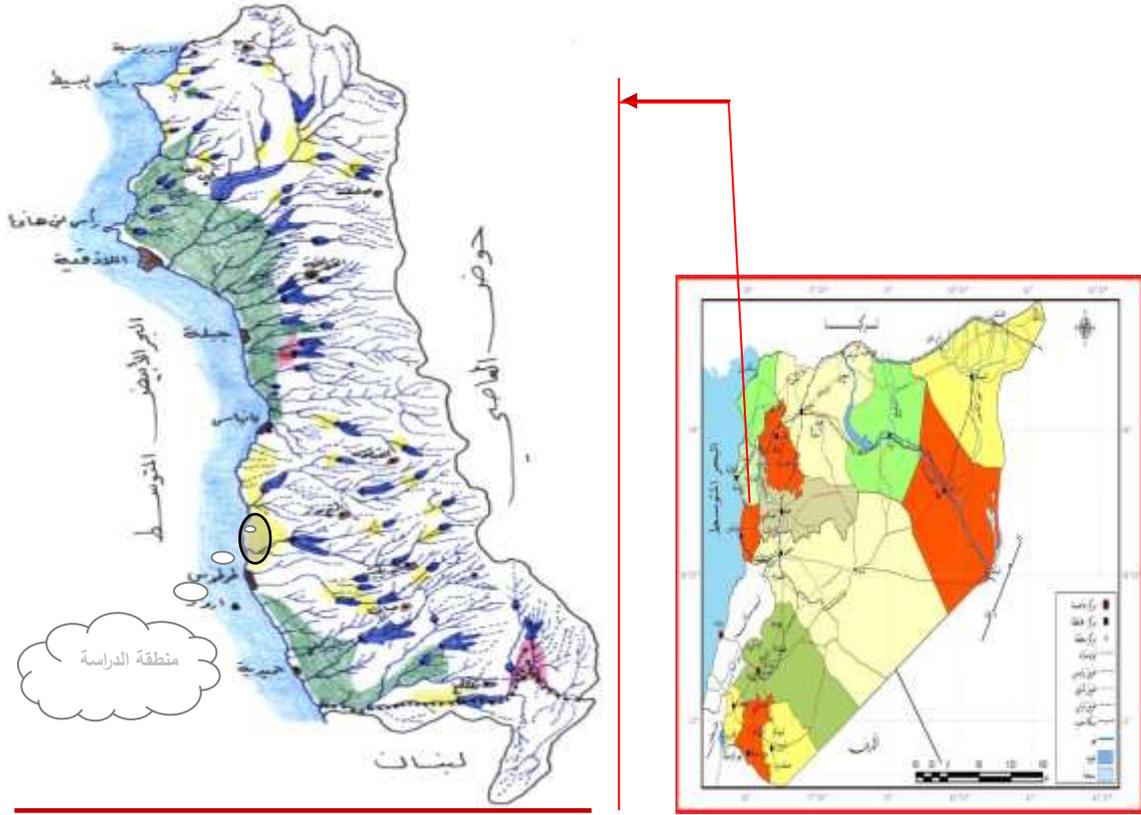
تعد المنطقة الواقعة بين نهري مرقية والحصين من المناطق الخصبة، وتضم العديد من التجمعات السكنية، التي تعتمد بالدرجة الأولى على مواسمها الزراعية؛ إذ تكثر فيها الزراعات المحمية، ويتطلب تطويرها من الناحية الاقتصادية تأمين موارد مائية كافية، ذات نوعية مناسبة خاصةً خلال فصل الصيف.

يهدف البحث إلى دراسة ظروف وجود المياه الجوفية في المنطقة، ودراسة التغيرات الهيدروجيولوجية، وتقييم موارد المياه الجوفية فيها كمياً ونوعياً؛ لحمايتها من التلوث والنضوب، وحسن إدارتها بشكل جيد.

**موقع منطقة البحث**

تشكّل منطقة الدراسة جزءاً من المنطقة الساحلية، التي تقع في الجهة الغربية، من القطر العربي السوري، على الساحل الشرقي للبحر المتوسط، غربي سلسلة الجبال الساحلية. يحد المنطقة الساحلية شمالاً الحدود التركية، وجنوباً نهر الكبير الجنوبي، وتبلغ مساحتها نحو 5000 كم مربع، الشكل(1).

تقع منطقة البحث بين خطي العرض "34°55'30" و "35°02'48"، شمال خط الاستواء، وبين خطي الطول "35°52'12" و "35°57'00"، شرق خط غرينتش، ويحدها من الغرب البحر المتوسط، ومن الشمال نهر مرقية، ومن الجنوب والجنوب الشرقي نهر الحصين، وتبلغ مساحتها نحو 30 كم<sup>2</sup>، وتتبع إدارياً لمحافظة طرطوس على بُعد نحو 5 كم، شمال مدينة طرطوس، وتضم قرى متن الساحل، البلاطة الغربية، السودا، دويرطه، حصين البحر وعدة مزارع صغيرة، الشكل(2).



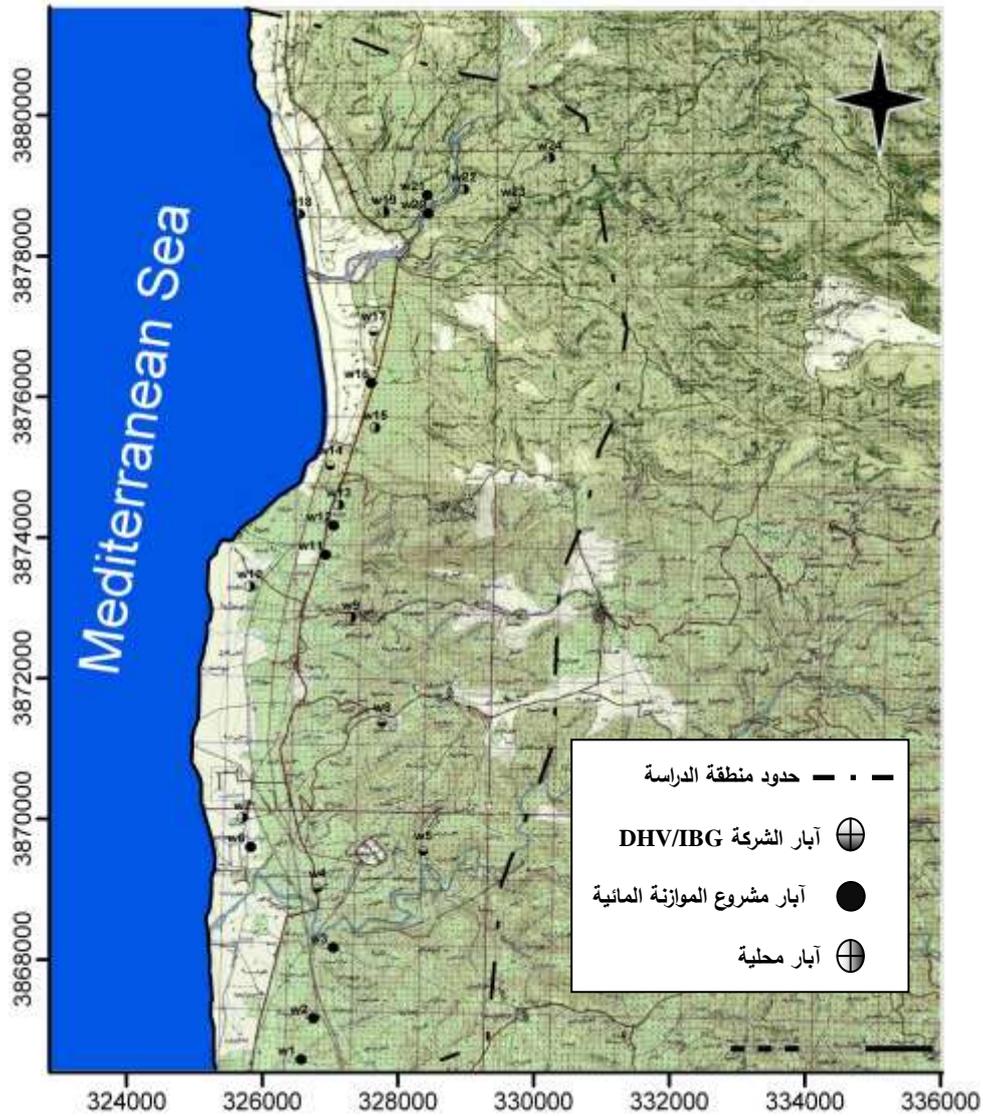
الشكل (1) الموقع العام لمنطقة الدراسة

### طرائق البحث ومواده

يتضمن تنفيذ المسح الهيدروجيولوجي ثلاث مراحل: تحضيرية؛ وحقلية؛ ومخبرية (مكتبية). حيث يتم خلال المرحلة التحضيرية تخطيط أعمال المسح، وطريقة البحث العلمي، من خلال العمل على إنشاء شبكة رصد هيدروجيولوجية خاصة، تتألف من آبار مراقبة منتشرة على مساحة المنطقة كلها، وتتحدد المسافة بين هذه الآبار بحسب مقياس الدراسة، وبما يتناسب مع الظروف الطبيعية، والاستثمارية، للمنطقة المدروسة. ويتم خلال المرحلة الحقلية استخدام طرائق البحث المقررة في المرحلة السابقة، وأخذ القياسات المطلوبة. وأخيراً معالجة المعلومات، والبحوث الحقلية، ووضع جميع الخرائط الأساسية والتوضيحية، خلال المرحلة المكتبية. [4]

اعتمدت الدراسة على شبكة رصد جوفي موزعة بشكل شبه منتظم ضمن قطاعات تكشف التشكيلات الجيولوجية في أرجاء منطقة الدراسة، وتتألف الشبكة من مجموعة الآبار، حفرها اتحاد شركتي IBG السويسرية، وDHV الهولندية، وهي عبارة عن آبار مراقبة بأعماق كبيرة تصل حتى 200 m، تخترق طبقات الكريتاسي، ويبلغ عددها 9 آبار، إضافةً إلى مجموعة من آبار الأهالي (15 بئراً) في توضعات النيوجين، والباليوجين، والكريتاسي التي يُستخدم معظمها لأغراض الري المساعد.

يبلغ عدد نقاط شبكة الرصد 24 نقطة مائية، موزعة في منطقة البحث، بما يتناسب مع البنية الجيولوجية والطبوغرافية للمنطقة، الشكل (2)، بدأت القياسات المائتية فيها منذ شهر كانون الثاني عام 2010، واستمرت عاماً كاملاً حتى شهر كانون الثاني 2011.

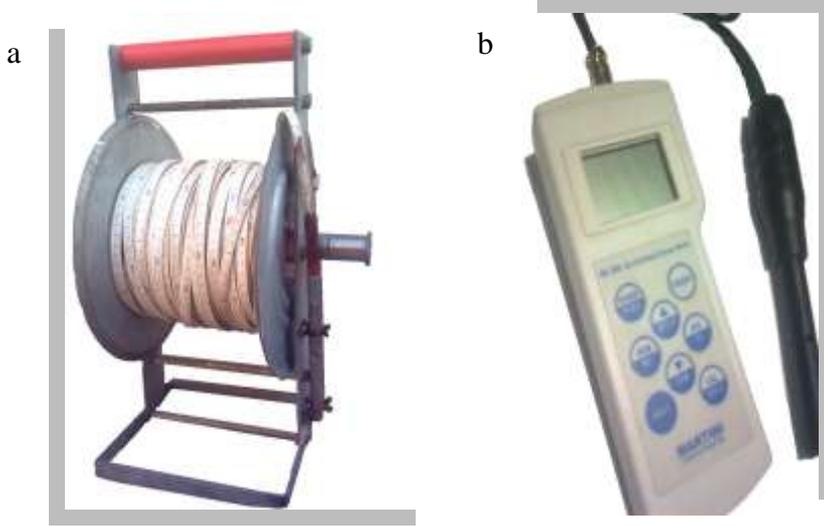


الشكل (2) خريطة طبوغرافية تبين منطقة الدراسة، وتوزع نقاط الرصد المائي

وشملت القياسات:

- العمق الكلي للآبار؛ باستخدام جهاز قياس الأعماق.
- العمق الستاتيكي Static water depth باستخدام جهاز قياس كهربائي ضوئي، مزود بكابل طوله 100م، مدرج بالسنتيمتر، دقة القياس  $\pm 0.5 \text{ cm}$ ، الشكل (3, a).
- الناقلية الكهربائية Electrical conductivity لمياه الآبار؛ باستخدام جهاز قياس كهربائي، رقمي، نموذج MARTINI Mi306، بدقة  $\pm 1 \mu \text{ S/cm}$ ، الشكل (3, b).
- المتبقي الجاف Dry residual لمياه الآبار، باستخدام جهاز قياس كهربائي، رقمي، نموذج MARTINI Mi306، بدقة  $\pm 1 \text{ mg/l}$ ، الشكل (3, b).
- درجة حرارة المياه الجوفية Groundwater temperature في آبار شبكة الرصد؛ باستخدام جهاز قياس، رقمي، بدقة  $\pm 0.1 \text{ C}^\circ$ ، الشكل (3, b).

- التحاليل الكيميائية، والجرثومية، لعينات من المياه، مأخوذة من بعض الآبار، وذلك في مديرية الموارد المائية باللاذقية.



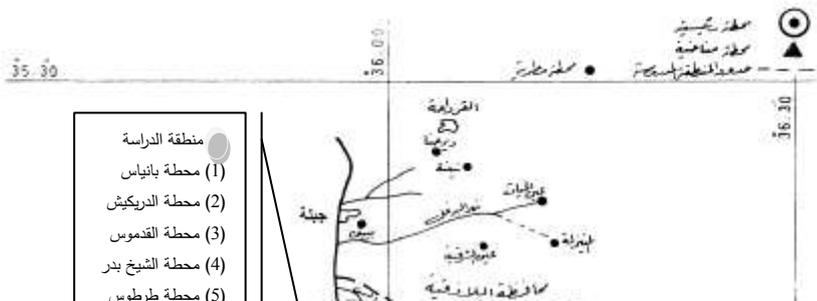
الشكل (3) الأجهزة الحقلية المستخدمة (a) جهاز قياس أعماق المياه الجوفية، (b) جهاز قياس الناقلية الكهربائية لمياه الآبار

حددنا إحداثيات شبكة الرصد؛ بتحديد الإحداثيات الجغرافية، بجهاز GPS، وبالاستعانة بالخريطة الطبوغرافية للمنطقة، بمقياس 1:25000. كما اعتمدنا برامج: Excel، Surfer، Rockwork في رسم منحنيات مناسب المياه الجوفية، وأعماقها، والمقاطع الليتولوجية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية.

### الخصائص المناخية والطبيعية

تقع منطقة الدراسة على الساحل الشرقي للبحر المتوسط، ضمن المنطقة المعتدلة الشمالية، التي تتميز بمناخ متوسطي، يتصف بشتاء رطب معتدل، وبهطول كبير للأمطار، ودرجات حرارة معتدلة، وبصيف جاف، ودرجات حرارة عالية. تستند المعلومات المناخية إلى معطيات محطات الأرصاد الجوية في منطقة الدراسة، والمناطق المحيطة بها، وهي محطة بانياس، ومحطة طرطوس، ومحطة الشيخ بدر، ومحطة القدموس، الشكل (4).

تمت دراسة الخصائص المناخية اعتماداً على سلسلة زمنية تزيد على 40 عاماً، بدءاً من عام 1957 ولغاية عام 2010، يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة الهواء في منطقة الدراسة  $20^{\circ}C$ ، وهي مرتفعة نسبياً في الصيف لتصل إلى أعلى قيمة لها في شهر آب  $27^{\circ}C$ ، أما أصغر قيمة لها فتُسجل شتاءً في شهر كانون الثاني حيث تصل إلى  $13^{\circ}C$ ، ونادراً ما تنخفض درجة الحرارة تحت  $0^{\circ}C$ ، الجدول (1). أما الهطل المطري فهو يتوزع بشكل غير منتظم، في أراضي المنطقة، ويُسهم الارتفاع عن سطح البحر إسهاماً كبيراً في تغيير الهطول المطري، إذ يبلغ متوسط الهطول المطري السنوي في محطة طرطوس، ذات المنسوب (5م) فوق مستوى سطح البحر،  $854 \text{ mm/year}$ ، مقابل نحو  $1225 \text{ mm/year}$ ، في محطة الشيخ بدر التي ترتفع عن سطح البحر (550 m)، الجدول (1).



الشكل(4) أهم المحطات المناخية في المنطقة المدروسة

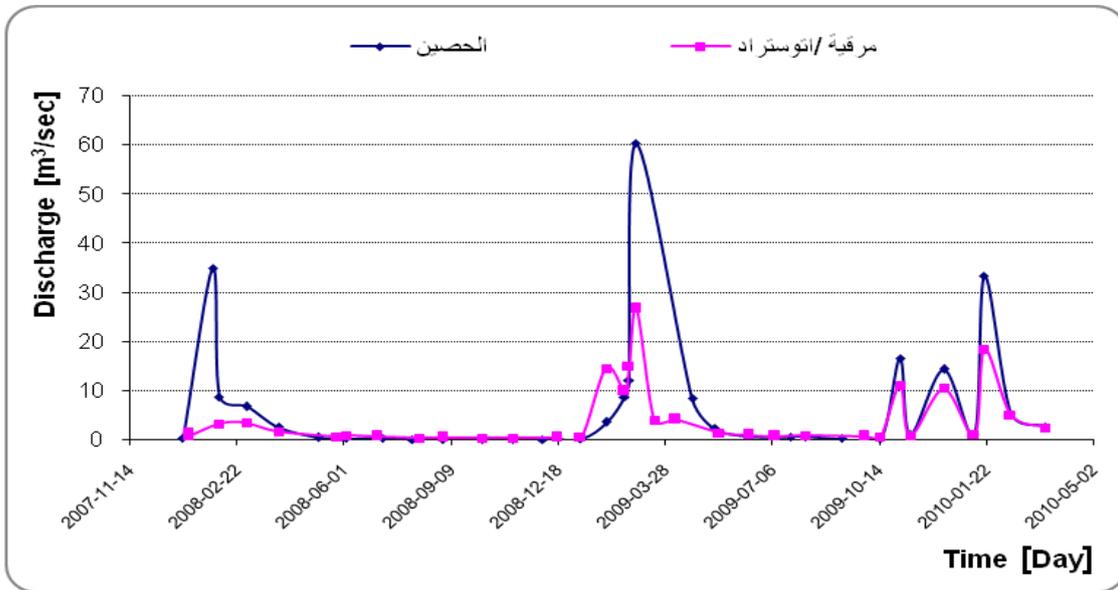
يبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية للهواء 68%، وتبلغ قيمها الدنيا في أواخر الخريف، وقيمها العظمى في الصيف، ولا يسجل اختلاف كبير في متوسط الرطوبة النسبية خلال أشهر السنة. تتناقص الرطوبة النسبية مع ابتعادنا عن سطح البحر باتجاه الداخل (المعدل السنوي للرطوبة النسبية للهواء في محطة طرطوس 68.6%، مقابل 65% في محطة الشيخ بدر)، الجدول(1).

الجدول(1) المتوسط السنوي لأهم الخصائص المناخية

متوسط الرطوبة النسبية السنوية [%]	متوسط درجة الحرارة السنوي $C^{\circ}$			متوسط الهطول السنوي [mm]	المحطة
	المتوسط	العظمى / آب	الصغرى / كانون الثاني		
—	20.6	27.4	13.5	733	محطة بانياس
68.5	19.41	26.8	12	854	محطة طرطوس
66.7	14.3	21.5	5.8	1283	محطة القدموس
65.7	16.8	24.4	8.4	1224	محطة الشيخ بدر

يتميز الحوض الساكب لنهري مرقية والحصين بطبيعة جغرافية معقدة؛ بسبب الظروف الجيولوجية، والمناخية السائدة. حيث تسببت الحركات التكتونية العنيفة، والبطيئة، والبنيات الجيولوجية، بتكوين بيئة جغرافية معقدة التركيب، أثرت في الظروف المناخية وتأثرت بها. إذ تسببت الهطولات المطرية الغزيرة بتشكيل جريانات سطحية كبيرة، حفرت طريقها عبر مناطق ضعف الصخور، وفي المنخفضات، ثم عمقت مجاريها، فشكلت ودياناً عميقة، التقت فيها الروافد؛ لتشكل أنهاراً، تصب في البحر المتوسط. [8]

يزداد تدفق المياه في نهري مرقية والحصين خلال الفترة الممتدة بين شهري تشرين الثاني وأذار، (تبلغ أعلى قيمة مسجلة في محطة القياس عند جسري مرقية والحصين على اوتوستراد اللاذقية-طرطوس، خلال مدة الدراسة، في نهر مرقية،  $60 \text{ m}^3/\text{sec}$ ، مقابل نحو  $30 \text{ m}^3/\text{sec}$  في شهر آذار)، ليعود منسوب المياه للانخفاض حتى شهر حزيران، ويحافظ على أدنى منسوب له حتى شهر أيلول ( $0.08 \text{ m}^3/\text{sec}$  في نهر الحصين،  $0.3 \text{ m}^3/\text{sec}$  في نهر مرقية) الشكل(5). ويرتبط تدفق النهر بكمية الهطول المطري، وغزارته، ومدته.



الشكل(5) تدفق نهري مرقية والحصين.

### الخصائص الجيولوجية والمورفولوجية

إن أية محاولة لحصر المياه الجوفية (ضحلة كانت أم عميقة)، أو تقويمها، أو استغلالها، لا بد أن يسبقها معرفة تامة للوضع الجيولوجي بسحناته، وتركيباته المختلفة. والمسح الجيولوجي يهدف أساساً إلى كشف الواقع الحقيقي للطبقات الجيولوجية تحت سطح الأرض، وتتابعها الليتولوجي، وعلاقة بعضها ببعض، ثم تحديد الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وأعماقها، وأبعادها الهندسية، وتغيراتها الجانبية، ونوعية المياه الجوفية فيها.

### 1. الجيولوجيا

تراوح ثخانة الطبقات السائدة في المنطقة الواقعة بين بانياس وطرطوس بين 30 متراً و100 متر، وهي تتألف من الصخور البركانية، والبلورية، والطف البركاني، والبالزنت، حيث تغطي بشكل مباشر الطبقات العائدة للعصر الكريتاسي، مشكلةً قمم التلال، وتملاً الوديان القديمة. توجد المياه الجوفية ضمن الظروف الحبيسة، تحت الطبقات

الكتيمة العائدة للماستريختيان  $C6^2$ ، وبدرجة أقل ل السانتونيان  $C6^1$ . وتتجاوز ثخانة الطبقات الحاملة للمياه الجوفية العائدة للكريتاسي 100 m في معظم المناطق، مشكلة طبقات حاملة حرة في مناطق يكشفها الشكل (6)، وطبقات حاملة مضغوطة في المناطق المغطاة بالماستريختيان؛ الشكل(8). وتوجد المياه الجوفية الحرة في طبقات الصخور البركانية.

يبين الشكل(7) خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة؛ حيث يلاحظ تكشف صخور الطبقة الحاملة للمياه الجوفية، على مساحة واسعة منها، وخاصة في المناطق الداخلية، في حين تتكشف صخور الطبقة الكتيمة في مناطق متفرقة؛ على مساحات صغيرة نسبياً. كما يلاحظ وجود عدسة كبيرة من البازلت (البليوسين)  $N2$ ، على شكل مخروطي، الشكل(9)، تتجاوز ثخانتها 150m عند البئر W16. أما الشريط الساحلي فتشكل التكتشفات العائدة للرباعي  $Q4$ ، القسم الأكبر منه.



الشكل(6) تكتشفات الكريتاسي في منطقة الدراسة

## 2. المورفولوجيا

ذكرنا أن المنطقة المدروسة يحدها من الغرب البحر المتوسط، ومن الشمال نهر مرقية، ومن الجنوب والجنوب الشرقي نهر الحصين، وتمتد على مساحة قدرها نحو  $30 km^2$ . تتميز المنطقة بصفات مورفولوجية متنوّعة، إذ تحيط بها هضاب تلالية، تراوح ارتفاعاتها بين (250-5) m، فوق مستوى سطح البحر.

تُقسم المنطقة حسب طبيعة التضاريس إلى منطقتين: منطقة السهل الساحلي، ومنطقة التلال. تشكّلت منطقة السهل الساحلي من تجاوزات البحر، ورسوبيات الأنهار، ويصل ارتفاعها حتى 50 m، وتختلف تضاريس هذه المنطقة، بشكل كبير، من منطقة لأخرى، حيث يكون الشريط الساحلي قليل الارتفاع، وتراوح ارتفاعات منطقة الدراسة بين 0- (250) m.



**Monitoring Well: W16** Area: Bssireh-Miml Sahel

**Drilled by (contractor):** Moustafa  
**Drilling method:** cable tool

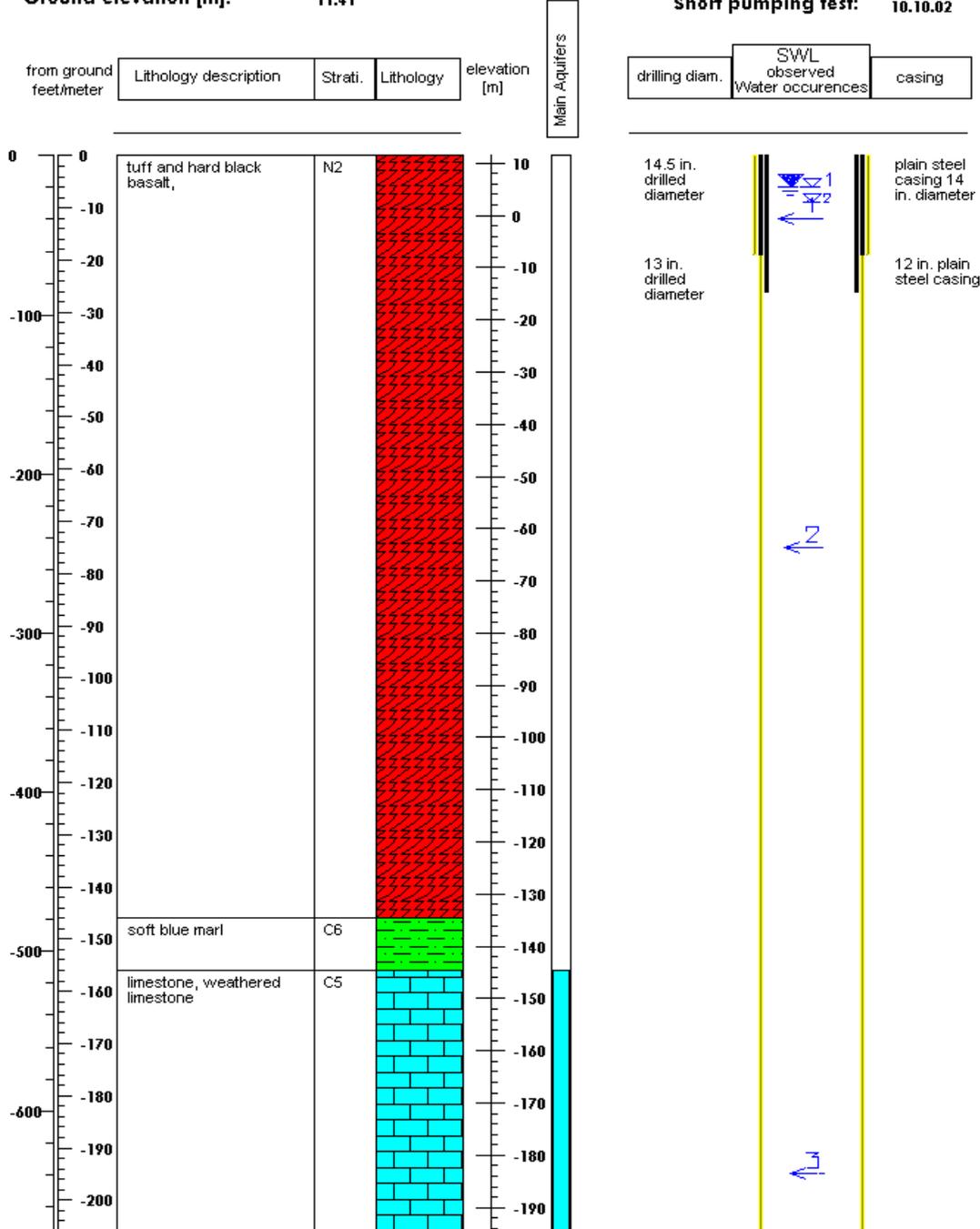
**GPS coordinates:**

**Longitude:** 35.90231  
**Latitude:** 35.01181

**Dates:**

**Started work:** 24.09.02  
**Completed work:** 09.10.02  
**Short pumping test:** 10.10.02

**Ground elevation [m]:** 11.41

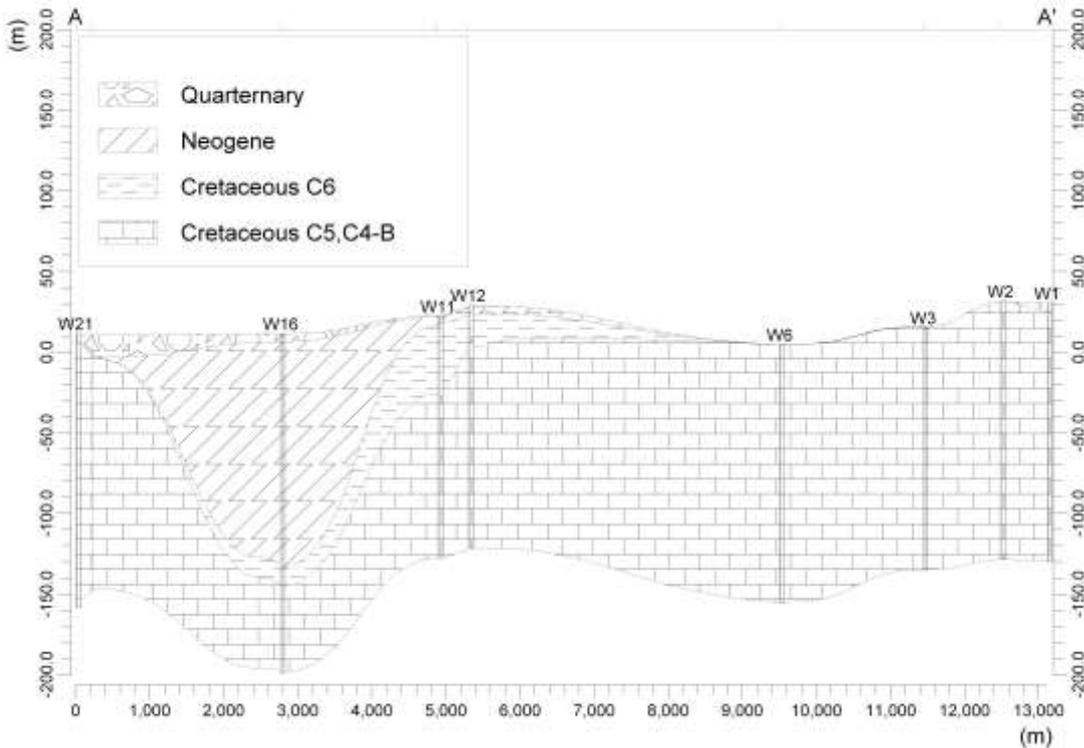


الشكل (8) المقطع الليتولوجي للبئر W16 الذي يظهر ثخانة طبقة البازلت.

## الستراتغرافيا والظروف الهيدروجيولوجية

يتألف التركيب الجيولوجي، لمنطقة البحث، من ثلاث طبقات، الشكل(9). تشكل مجملها الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وهذه الطبقات هي: 1- طبقة المياه الجوفية الحرة، وتتألف بشكلٍ رئيسي من طبقات الرباعي Q، وتنتشر على الشريط الساحلي، والنيجين (البليوسين N2)، وتمتد هذه الطبقة من سطح الأرض حتى السطح العلوي للطبقة الكتيمة (السينونيان C6)، وتراوح ثخانتها بين (0-100) m، وقيم الناقلية الهيدروليكية لها بين  $0.8-10$  m/day؛ 2- الطبقة الكتيمة وتقع بين الطبقة الحاملة للمياه الجوفية الحرة وطبقة المياه المضغوطة، وتتألف من طبقات الكريتاسي الأوسط (السينونيان C6)، وتراوح سماكتها بين (0-60) m، وناقليتها الهيدروليكية نحو  $0.0008$  m/day؛ 3- الطبقة الحاملة للمياه الجوفية المضغوطة، وتقع أسفل الطبقة الكتيمة، وتتجاوز ثخانتها، على امتداد منطقة الدراسة، 100 m، وتتألف من طبقات الكريتاسي (التورونيان C5، السينومانيان C4)، ويمتاز هذا الحامل بقيم كبيرة للناقلية المائية  $T > 500$  m<sup>2</sup>/day؛ ولهذا فإن مأمولية الطبقة عالية، [4]. إذ تراوح قيم عامل الرشح لهذا الحامل بين (50-200) m/day، وذلك بالاعتماد على تحليل تجارب الضخ قصيرة وطويلة الأمد التي أجريت على مجموعة من الآبار المنتشرة في المنطقة. [7]

تخترق معظم آبار شبكة المراقبة الحامل المضغوط، على أعماق، تتجاوز 150m، ومعظمها مخصص لأغراض المراقبة فقط، ينتشر السطح البيزومتري، للطبقة الحاملة المضغوطة، على أعماق تراوح بين (35، -1)، وتراوح قيم الناقلية الكهربائية electrical conductivity للمياه الجوفية في هذه الطبقات بين (340-850)  $\mu S/cm$ ، ودرجة الحرارة بين (18-23) C°.



الشكل (9) مقطع جيولوجي يخترق منطقة الدراسة

## البنية التكتونية

تتألف المنطقة الساحلية من كتلة ناهضة (monoclinal)، يحدها من الشرق الصدع الشمالي الذي يفصلها عن سهل الغاب الخصب المستصلح. ويرتفع الصدع الذي يفصلها عن السهول (ارتفاعه الوسطي 170 m فوق سطح البحر) على مرحلتين أو ثلاث، ليلعب ارتفاعاً وسطياً يقدر بـ1300m، وبأخذ التتابع الليتولوجي، وثمانية طبقات المارل (300m) التي تآكلت بالحسبان، تقدر رمية الفالق بنحو 1400m، الشكل(7)، ولا تشكل كتلة الأراضي وحدة مميزة كما هي الحال في الفوالق الإقليمية الأخرى التي تتجه في الغالب باتجاه شمال غرب، وإنما تقسم إلى عدد من الوحدات الفرعية الصغرى، لكل منها ميلها العام الخاص بها. ويمكن وصف منطقة الدراسة من خلال تقسيمها إلى ثلاث مناطق: [7]

**منطقة مرقية:** إلى الغرب من قرية مرقية، حيث تدخل المياه في الأراضي المنخفضة. يعتبر فالق مرقية أهم الفوالق التي تقع في الشطر الجنوبي للمنطقة الساحلية، حيث يعمل هذا الفالق على نشوء الاتصال الجانبي بالطبقات الباليوجينية، وصخور الماستريختيان النفوذة، الواقعة في الشرق، بالحجر الكلسي الكارستي العائد للكريتاسي في الشرق، التي تحد من حركة المياه الجوفية غرباً، وتجبرها على الاتجاه نحو الجنوب الغربي.

**منطقة بصيرة ومتن الساحل:** يوجد في هذه المنطقة ينابيع، تحت بحرية، وكذلك مياه جوفية ضحلة، إضافة إلى البئرین الارتوازيين العائدين لحوض الساحل. من المفترض استمرارية فالق مرقية تحت الطبقات اللحية (الآبار المحفورة W16, W11). وقد تعرضت الصخور الكريتاسية في منطقة حصين البحر، والسودا، لعوامل التعرية الشديدة خلال الحقب الباليوجيني، وتم تغطيته بطبقة ثخينة من الرسوبيات، والصخور البركانية. وبناءً على نتائج التحريات الجيوفيزيائية فقد تعرض الحجر الكلسي الكارستي لعوامل التعرية لعمق لا يقل عن 100 m من سطح الأرض.

**منطقة الحصين:** وتقع مباشرة شمال نهر الحصين، على مسافة قصيرة من الساحل، حيث توجد كميات هائلة من المياه الجوفية، شبه المالحة، تخرج من الطبقات اللحية.

## النتائج والمناقشة

### 1. تغير أعماق المياه الجوفية ومناسبتها

تعد مياه الأمطار العامل الرئيسي في تغذية المياه الجوفية، فهي من أهم عوامل تذبذب مناسيب المياه الجوفية. حيث يتم تغذية المياه الجوفية عن طريق تسرب المياه، أو رشها، عبر طبقات التربة حتى الوصول إلى مستوى المياه الجوفية (أعطت موازنة مائية سابقة، لمنطقة بانياس، وطرطوس، ما نسبته 36% من الهطول المطري للتغذية الجوفية) [7]، ومقدار التغذية يعتمد بشكل أساسي على البنية الجيولوجية، لطبقات التربة، الممتدة من سطح الأرض حتى مستوى المياه الجوفية، فكلما كانت هذه الطبقات أكثر نفاذية كان مقدار التغذية أكبر، وكذلك سرعة الاستجابة، ومعلوم أن مستوى المياه يحتاج إلى فترة من الزمن للاستجابة لعمليات التغذية والصرف. كما يعتمد مقدار التغذية بدوره على غزارة الأمطار، وتوزعها، ومدة استمرارها. تتغير أعماق وجود المياه الجوفية في الطبقة الحاملة للمياه الجوفية المضغوطة، في طبقات الكريتاسي بين (0, 40)m خلال فترة الدراسة في منطقة الشريط الساحلي الشكل(10). في حين تراوح بين (1, 20)m في طبقة المياه الجوفية الحرة (طبقات الرباعي والنيوجين)، الشكل(11). عموماً، تسهم مياه الأمطار المتسربة إلى المياه الجوفية في انخفاض أعماقها شتاءً، وزيادة عمقها في فترة الصيف؛ بسبب عدم وجود مصدر لتغذيتها، وبسبب الضخ منها لأغراض الزراعة، والاستخدام المنزلي، والصرف الطبيعي للمياه الجوفية في

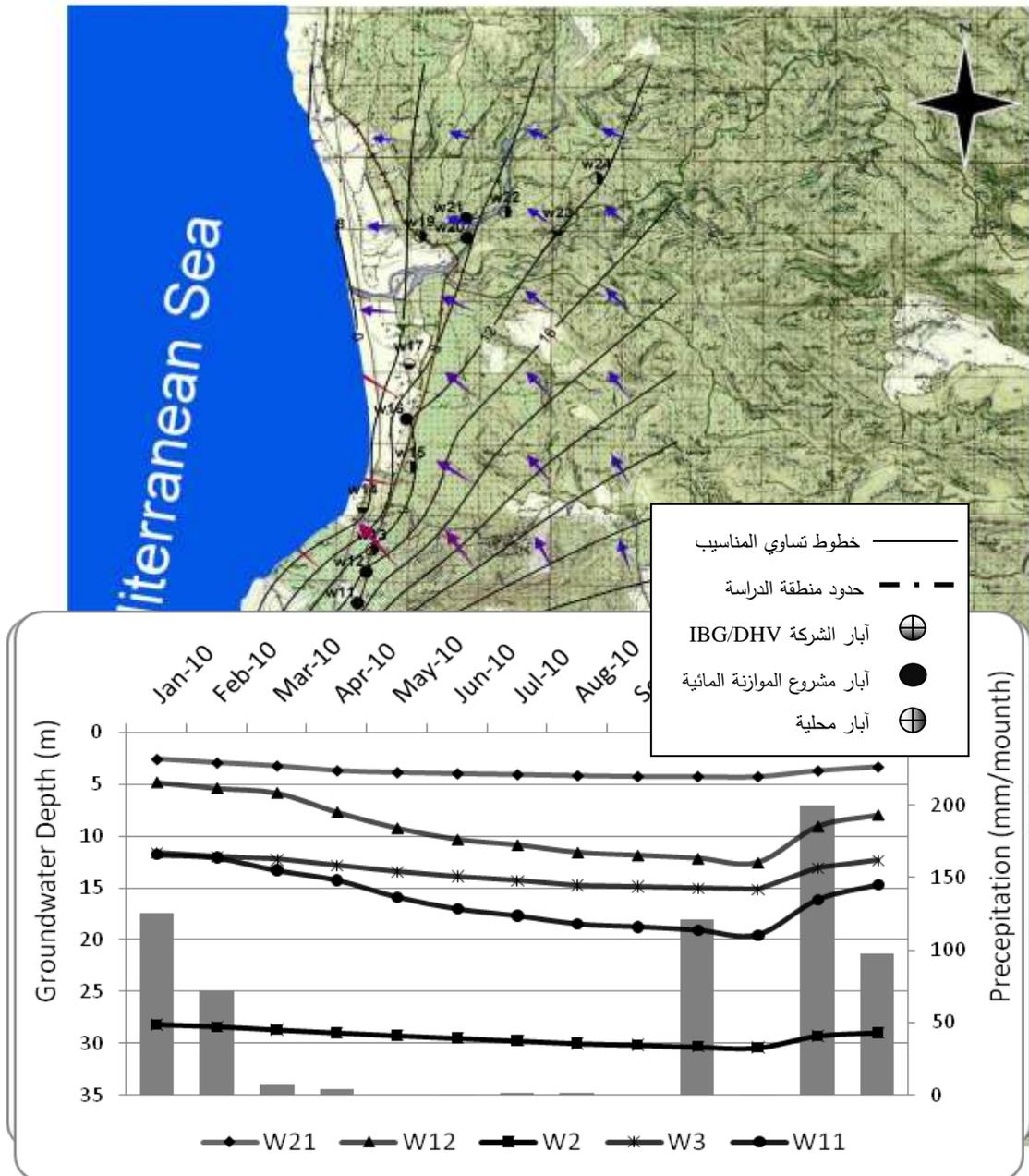
المنخفضات، وبوساطة الينابيع. ويتناقص عمق سطح المياه الجوفية، في فصل الشتاء؛ نتيجة تغذيتها بمياه الأمطار المتسربة، ويظهر الشكل (10) والشكل (11)، مدى تأثير المياه الجوفية، وسرعة الاستجابة للهطول المطري.

الشكل (10) تغير أعماق المياه الجوفية في طبقات الكريتاسي خلال فترة الدراسة.

الشكل (11) تغير أعماق المياه الجوفية في طبقات الرباعي والنيوجين خلال فترة الدراسة.

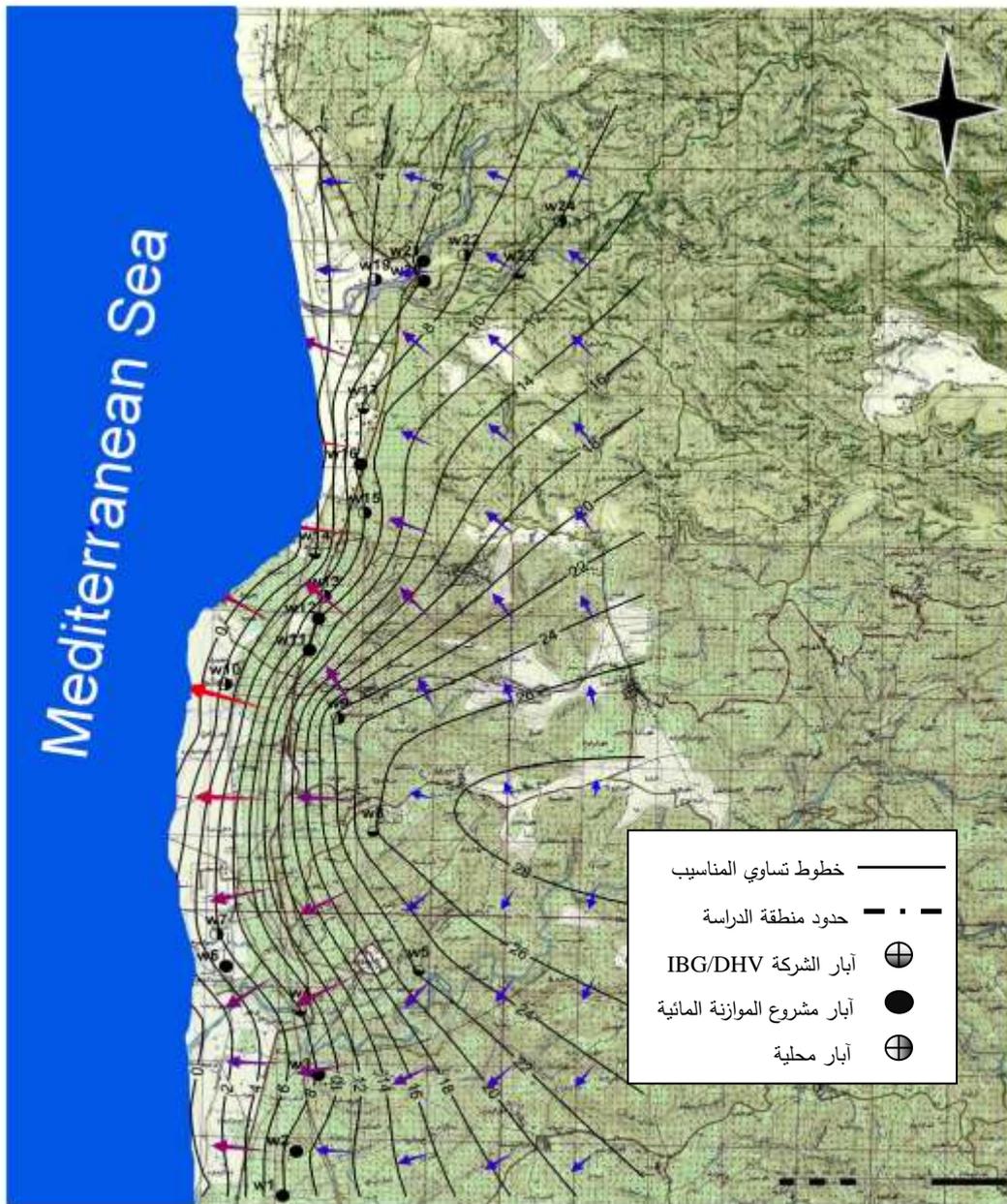
الشكل (12) خريطة تساوي مناسيب المياه الجوفية في الفترة الرطبة (نيسان 2010) مقدر ب m.

تتراوح مناسيب المياه الجوفية خلال الفترة الرطبة من عام الدراسة بين (0, 44)m، ونلاحظ، من الشبكة الهيدروديناميكية، أن مناسيب المياه الجوفية أعلى من منسوب البحر، على الشريط الساحلي؛ الأمر الذي يدل على



عدم وجود تداخل لمياه البحر مع المياه الجوفية العذبة، أما الميل الهيدروليكي، فتراوح قيمته بين 0.001، في المناطق المنبسطة، ليصل إلى نحو 0.023 في المناطق، شديدة الانحدار، كما هو موضح بالشكل(12). ويدل اتجاه خطوط الجريان على تصريف المياه في البحر.

أما خلال الفترة الجافة، من عام الدراسة 2010، الشكل(13)، فتراوح مناسيب المياه الجوفية المضغوطة بين (0, 30)m، ويلاحظ انخفاض مناسيب المياه الجوفية، تحت منسوب البحر، قرب الشريط الساحلي، عند البئر W14، الأمر الذي قد يسمح باندساس مياه البحر ضمن المياه العذبة، فتزيد ملوحة المياه الجوفية (تم قياس أكبر قيم للناقلية الكهربائية للأبار المخترقة للحامل المضغوط عند البئر W14، وكانت نحو  $900 \mu S/cm$ ). تتحدر مناسيب المياه الجوفية عموماً باتجاه البحر، حيث تتجه خطوط الجريان العمودية على خطوط المناسيب باتجاه البحر بشكل عام.



الشكل(13) خريطة تساوي مناسب المياه الجوفية في الفترة الجافة (تشرين الأول 2010)، مقدره ب m.

## 2. الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية

تعتمد نوعية المياه الجوفية على مجموعة من العوامل، منها مصدر تغذية الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، التشكيلات الجيولوجية، والتركيب المعدني لكلٍ من الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، والوسط المحيط. يوجد هدفان رئيسيان لاختبار نوعية المياه الجوفية، الأول تحديد صلاحية المياه لأغراض الشرب، أو الاستخدامات الأخرى، والثاني تعقب سلوك المياه الجوفية من خلال مكونات نوعية محددة. [1]

### 1-2. جمع العينات

تم جمع العينات في عبوات زجاجية بحجم لتر، ويراعى عند جمع العينات، غسل العبوة بالمياه المراد فحصها قبل ملئها، وسدها بإحكام بعد ملئها بالماء، ونقلها من غير إبطاء إلى المختبر؛ لغرض التحليل، ويجب أن تخزن في مكانٍ بارد. ومن أجل عينة ممثلة يراعى أخذ العينة من الآبار بعد ضخ المياه بفترة من الوقت، حيث يتم تسجيل اسم البئر، وموقعها، وعمقها، وحرارة الماء، ورائحته، ولونه، وتاريخ أخذ العينة، على العبوة.

### 2-2. النتائج العامة

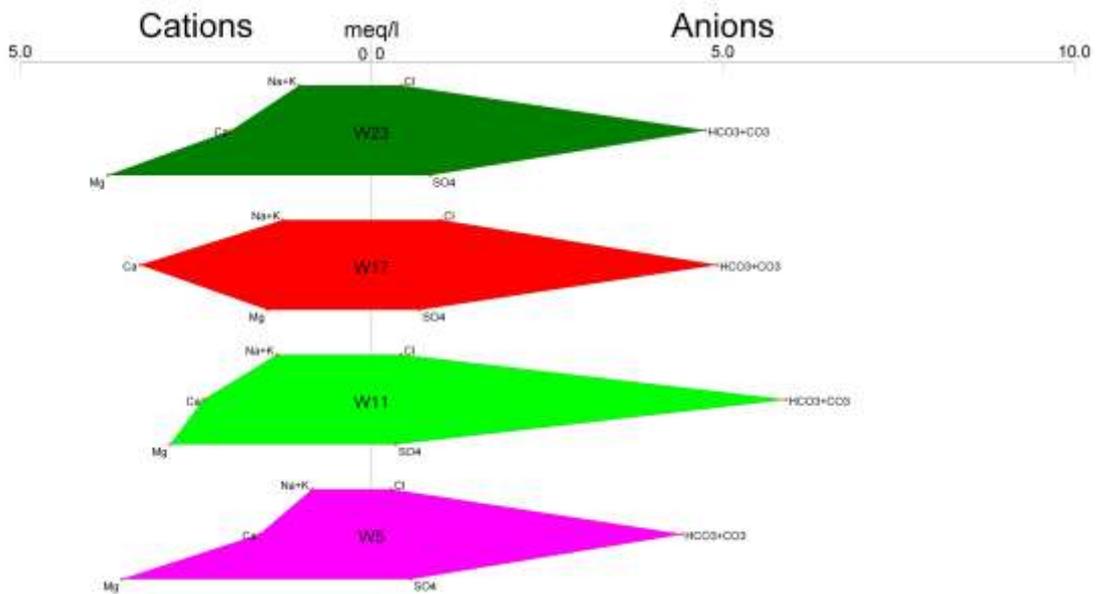
تحدث التغيرات في التركيز الكيميائي، ضمن نظام المياه الجوفية؛ بسبب أربع عمليات محددة، وهي نقل الماء الملوث، التثنت الهيدروديناميكي، مصادر السوائل، والتفاعلات. [3]

اعتماداً على علاقة كورلوف فإن نوعية المياه، في منطقة الدراسة، هي بيكرونياتية - كلسية - مغنيزية وأحياناً بيكرونياتية - كلسية - مغنيزية - كبريتية، أي إنها مياه عذبة متوسطة الملوحة.

$$\frac{HCO_3^- 66 \quad SO_4^{-2} 25}{Ca^{+2} 62 \quad Mg^{+2} 20 \quad Na^+ 15} PH7,4 \quad T19 \quad \frac{HCO_3^- 77 \quad SO_4^{-2} 13}{Mg^{+2} 59 \quad Ca^{+2} 26 \quad Na^+ 13} PH7,4 \quad T21,5$$

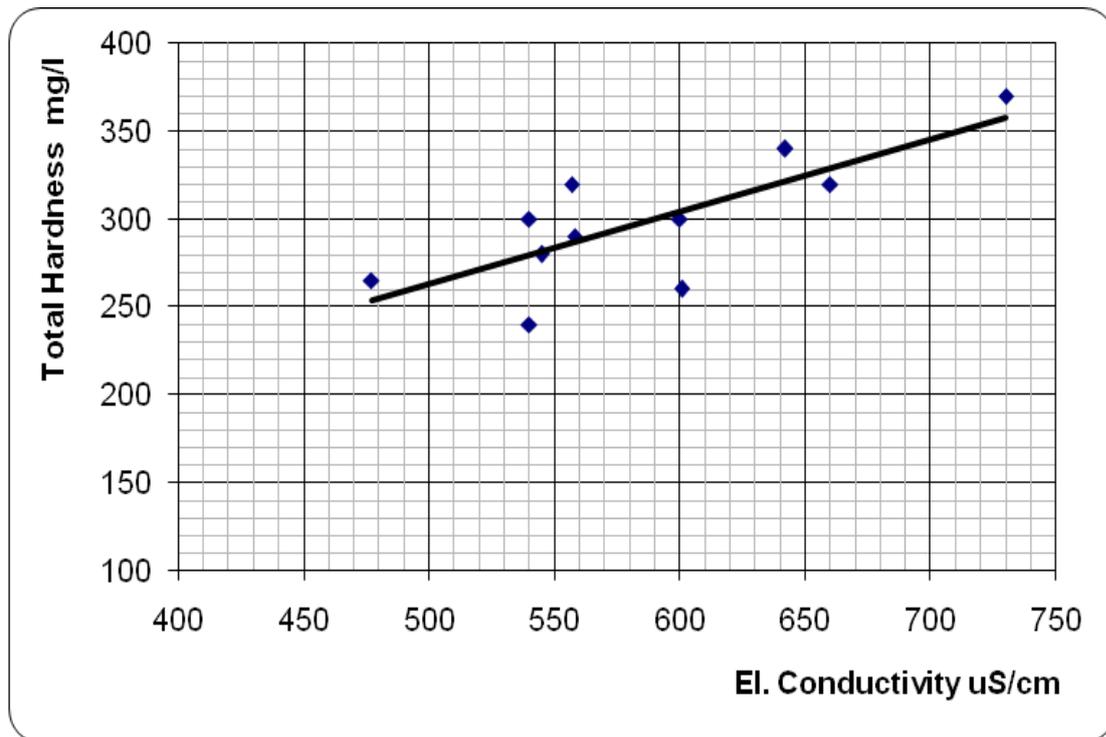
يبين الشكل(14) تمثيل نتائج التحاليل الكيميائية، لعينات المياه المأخوذة، من بعض الآبار؛ باستخدام طريقة

.Stiff



الشكل (14) تمثيل Stiff لعينات المياه المأخوذة بتاريخ 26/6/2010. [1]

تمتاز المياه الجوفية، في منطقة الدراسة، بأنها قاسية إلى قاسية جداً، حيث تراوح القساوة بين 240mg/l و340mg/l. وتتألف هذه القساوة من 70% إلى 90% من القساوة الكربوناتية (محتوى كبير من المعادن القلوية الكالسيوم والمغنيزيوم، والبيكربونات، وقليل المحتوى من الكلور، والسلفات). وتوجد علاقة بسيطة بين قساوة المياه الجوفية، والناقلية الكهربائية، فإذا كانت المياه ذات ناقلية كهربائية أكبر من  $600 \mu S/cm$ ، فإن المياه تعد قاسية جداً، (300 mg/l) أو تفوق ذلك، الشكل(15).

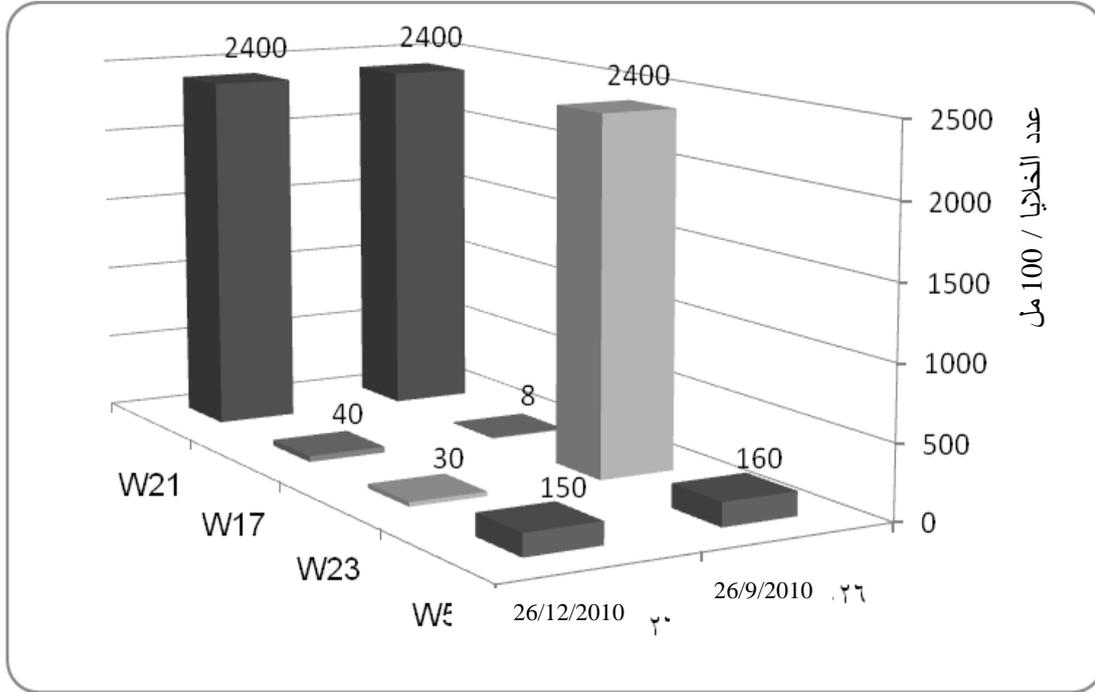


الشكل (15) علاقة القساوة بالناقلية الكهربائية

تراوح درجة حرارة المياه بين  $17.8 C^{\circ}$  في البئر W3، و  $22.5 C^{\circ}$  في البئر W21، وهذه القيم تعكس، بشكل أساسي، المعدل الوسطي لدرجة حرارة الهواء، لمنطقة الساحل، البالغة نحو  $20 C^{\circ}$ ، كما تعد قيمة عامل الحموضة PH عادية، حيث تراوح القياسات بين 7.25 للبئر W20، و7.56 في البئر W11، أما قيمة الناقلية الكهربائية فتتراوح بين  $435 \mu S/cm$  في البئر W11، و  $916 \mu S/cm$  في البئر W14، أما الآبار المحفورة على أعماق قليلة، في الطبقات الحرة، القريبة من سطح البحر، فتتراوح قيم الناقلية الكهربائية فيها بين  $600 \mu S/cm$  (2600 – في البئر W18).

تشير التحاليل الكيميائية إلى أن المياه في منطقة الدراسة كلها صالحة لأغراض الشرب، وذلك بحسب المعايير القياسية السورية، باستثناء مياه البئر W21، الذي يحتوي على عناصر الأمونيوم والنترت (يجب أن لا تحتوي مياه الشرب مطلقاً على شوارد النترت)، حيث يعد وجود مثل هذه الشوارد في المياه الجوفية دليلاً على التلوث الجرثومي للمياه، ويدل وجود كمية كبيرة من النترت على وجود بكتيريا ممرضة في المياه

(جراثيم الكوليرا والحمى التيفية). وقد أثبتت التحاليل الجرثومية التي أجريت على بعض العينات، عدم صلاحية مياه البئر W21 للشرب، واحتواءها على عدد كبير من العصيات القولونية في وحدة الحجم، وكذلك مياه البئر W23، الشكل(16).



الشكل(16) عدد الخلايا الجرثومية في العينات المائية 26/9/2010، 26/12/2010

### الاستنتاجات والتوصيات:

#### الاستنتاجات:

1. تتراوح أعماق المياه الجوفية في طبقات الكريتاسي (الطبقة المضغوطة)، بين (0, 40)m، على الشريط الساحلي، ليزيد هذا العمق مع تقدمنا باتجاه الداخل؛ نتيجة ارتفاع مستوى سطح الأرض.
2. تتراوح مناسيب المياه الجوفية في طبقات الكريتاسي بين (0, 44)m. إذ تتدفق المياه ذاتياً فوق سطح الأرض في بعض الآبار.
3. يسهم فائق نهر مرقية في تصريف المياه في البحر.
4. إن المياه الجوفية لطبقات الكريتاسي (الطبقة المضغوطة) هي بيكرونايتية - كلسية - مغنيزية، وقد تبين من خلال التحاليل أن نوعية هذه المياه جيدة من النواحي الفيزيائية، والكيميائية، والجرثومية، باستثناء مياه البئر W21 التي تحتوي على شوارد النتريت، وقد أثبتت التحاليل الجرثومية عدم صلاحية هذه المياه لأغراض الشرب.
5. تشكل مياه الأمطار العامل الرئيسي الأول لزيادة مناسيب المياه الجوفية، إذ يلاحظ استجابة واضحة وسريعة لهذه المناسيب مع الهطول المطري، لا تتجاوز الشهر.

#### التوصيات

1. الاستثمار الأمثل لموارد المياه الجوفية؛ لتتم الاستفادة القصوى من هذه الموارد، دون أية تأثيرات سلبية، يمكن أن تحدث نتيجة هذا الاستثمار (تداخل مياه البحر).
2. معالجة مياه الصرف الصحي قبل التخلص منها في مجاري الأنهار، منعاً لتلوث المياه الجوفية.
3. وضع نموذج رياضي، يمثل الظروف الهيدروجيولوجية، والشروط الحدية القائمة، للتنبؤ بالتغيرات الهيدروجيولوجية (مناسيب المياه الجوفية، التركيب الكيميائي للمياه).

#### المراجع:

1. SATO, K; IWASA, Y. *Groundwater Hydraulics*. Japan, 2003, 204.
2. SEN, Z. *Applied Hydrogeology for Scientists & Engineers*. CRC press. Inc, U.S.A, 1995, 444.
3. DELLEUR, J. W. *The hand book of GROUNDWATER ENGINEERING*. Second Edition, CRC Press, USA, 2006, 1335.
4. الأسعد، علي. محمد. *الهيدروجيولوجيا*. منشورات جامعة تشرين، سوريا، 2006، 413.
5. درادكة، خليفة. *هيدروجيولوجية المياه الجوفية*. منشورات دار (مجد لاوي). عمان الأردن، 1987، 472.
6. المؤسسة العامة للمساحة. *الخارطة الطبوغرافية لمنطقة طرطوس مقياس 1:50 000*. دمشق، 1980.
7. مشروع تأمين جزء من احتياجات مياه الشرب في مدينة دمشق وريفها من فائض مياه الساحل السوري. التحريات الهيدروجيولوجية، التقرير رقم 3، 2003.
8. المديرية العامة للموارد المائية والري. *تقارير فنية*. طرطوس، 2008، 2.
9. المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية. *الخارطة الجيولوجية لمنطقة طرطوس مقياس 1:50 000*. مع المذكرة الإيضاحية دمشق، 1999.