

الظروف الجيولوجية والهيدروجيولوجية لمنطقة برج إسلام

الدكتور علي محمد الأسعد*

الدكتور شريف بدر حايك**

لمى سيد علي***

(تاريخ الإيداع 22 / 4 / 2010. قَبْلُ للنشر في 13 / 7 / 2010)

□ ملخّص □

تقع منطقة البحث شمال مدينة اللاذقية، يحدها من الشمال نهر وادي قنديل، ومن الجنوب والشرق نهر العرب، ومن الغرب البحر المتوسط.

يهدف البحث إلى دراسة ظروف توضع المياه الجوفية في المنطقة، وتقويم موارد المياه الجوفية فيها. اعتمدت الدراسة على القياسات في شبكة رصد موزعة بشكل شبه منتظم في المنطقة. تتألف الشبكة من 24 بئراً مراقبة محفورة في توضعات النيوجين والباليوجين.

تتأرجح تغيرات مناسيب المياه الجوفية في توضعات النيوجين بين 0 و 0.62 م، بسبب التغذية الراشحة من مياه الأمطار شتاءً، وتسرب مياه شبكات الري صيفاً. بينما تصل تغيرات مناسيب المياه الجوفية في توضعات الباليوجين إلى 20 متراً.

تتأرجح الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية بين 450 و 1255 ميكروموس/سم، حيث تُسهم مياه البحر في زيادة ملوحة المياه الجوفية في منطقة شاليهات رأس شمرا.

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

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

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

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

The Geological and Hydrogeological Conditions of Borj Islam area

Dr. Ali Alasaad*
Dr. Sharif Hayek**
Lama Said Ali***

(Received 22 / 4 / 2010. Accepted 13 / 7 / 2010)

□ ABSTRACT □

The research area located at the north of Latakia; it is bounded by Wadi Qandil River from the north, Al-Arab River from the south and the east, and the Mediterranean Sea from the west.

The research aimed to study and evaluate the groundwater resources in the area. The study depends on measuring on observation network, which is regularly distributed in the region. The network consists of 24 wells drilled in the Neogene and Paleogene deposits.

The changes of groundwater levels in the Neogene deposits fluctuate between 0 and 0.62m, due to the infiltration of the rainfall in winter, and of irrigation water in summer, while the changes in the Paleogene reaches to 20m.

The electrical conductivity of the groundwater amount to 450 - 1255 μ s/cm, that the sea water contributes to increase the saltiness of groundwater at the area of Rass Shamra beach cabins.

Key words: groundwater resources; hydrogeological changes, electrical conductivity.

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

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

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

مقدمة:

تعدّ المياه من أثنى الموارد الطبيعية، وتزداد الحاجة إليها بمقدار تطوّر المجتمعات البشرية، ونتيجة الاستهلاك العشوائي للمياه أصبح من الضروري وضع قواعد لاستثمار المياه الجوفية، وإدارتها بشكل رشيد. يعتمد الوضع الهيدرولوجي لأيّة منطقة بشكل أساسي على المناخ السائد فيها، وعلى البنية الجيولوجية والطبوغرافية لها، كما يرتبط مناخ المنطقة بشكل وثيق بموقعها الجغرافي على سطح الأرض. تجرى الدراسة الهيدروجيولوجية على أساس المعرفة الدقيقة: للبنية الجيولوجية؛ والطبقية؛ والليتولوجية؛ والتكتونية؛ والجيومورفولوجية، إضافةً إلى معرفة الظروف المناخية، والجريانات السطحية، والعوامل الطبيعية، التي تحدد ظروف تشكّل المياه الجوفية، وتوضعها، وحركتها، وتغذيتها، وصرفها في المنطقة. [1]

أهمية البحث وأهدافه:

تُعدّ المنطقة الواقعة بين نهر وادي قنديل ونهر العرب من المناطق السياحية المهمة في الساحل السوري، وتوجد فيها تجمعات سكنية عدة، ويتطلب تطويرها من الناحيتين الاقتصادية والاجتماعية تأمين موارد مائية كافية، وذات نوعية مناسبة.

يهدف البحث إلى دراسة ظروف توضع المياه الجوفية في المنطقة، ودراسة التغيرات الهيدروجيولوجية وتقويم موارد المياه الجوفية فيها، من أجل حمايتها من التلوث والنضوب.

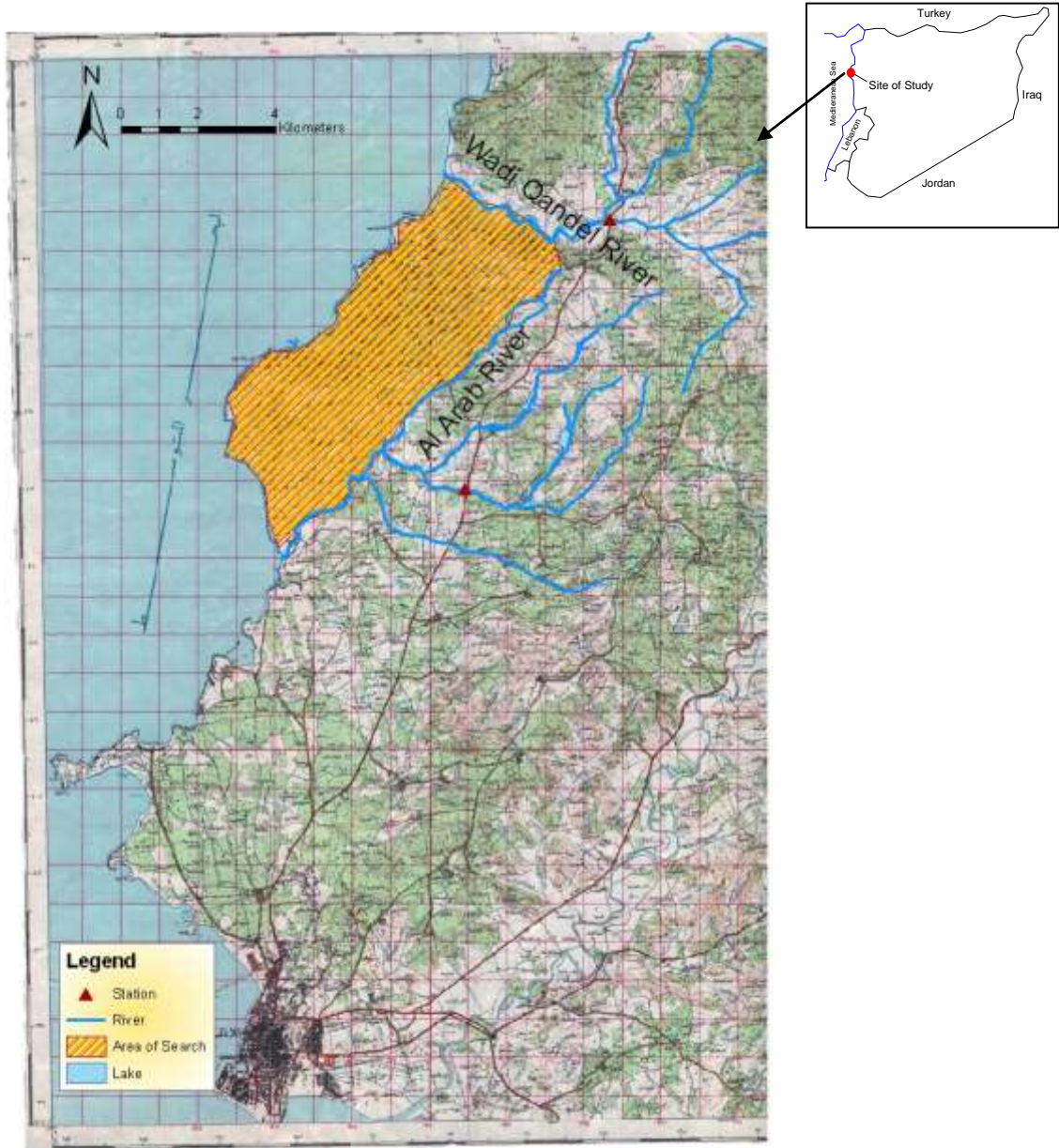
موقع منطقة البحث:

تشكّل المنطقة المدروسة جزءاً من حوض الساحل، وتقع شمال مدينة اللاذقية على بُعد 12.5 كم، وتقع فيها قرى برج إسلام، وصليب التركمان، والشبيلية، والدقاقة، وعدّة مزارع صغيرة، (الشكل 1). تقع منطقة البحث بين خطي العرض $35^{\circ} 37' 30''$ و $35^{\circ} 45' 00''$ شمال خط الاستواء، وبين خطي الطول $35^{\circ} 45' 00''$ و $35^{\circ} 52' 30''$ شرق خط غرينتش. يحدّ منطقة البحث من الغرب البحر المتوسط، ومن الجنوب والشرق نهر العرب، ومن الشمال نهر وادي قنديل، وتبلغ مساحتها حوالي 36 كم²، (الشكل 1).

طرائق البحث ومواده:

تعتمد الدراسات المتعلقة بتغير نظام المياه الجوفية في الأراضي المروية، على إنشاء شبكة رصد هيدروجيولوجية خاصة، تتألف من آبار مراقبة منتشرة على مساحة المنطقة كلّها، وتحدد المسافة بين هذه الآبار حسب مقياس الدراسة، وبما يتناسب مع الظروف الطبيعية والاستثمارية للمنطقة المدروسة. اعتمدت الدراسة بمقياس 1:50000 على شبكة رصد موزعة بشكل شبه منتظم ضمن قطاعات تكشف التشكيلات الجيولوجية في أرجاء منطقة الدراسة، وتتألف الشبكة من 24 بئراً، حفرها المزارعون المحليون في توضعات النيوجين والبالوجين، واستخدمت هذه الآبار سابقاً للري، ثم توقّف استخدامها نهائياً بعد تنفيذ شبكة ري سد السادس عشر من تشرين، وقد تُستخدم بشكل محدود للري المساعد، وللاستخدامات المنزلية أو للشرب أحياناً، الأمر الذي لا يؤثر بشكل ملموس في صحة القياسات.

بلغ عدد نقاط شبكة الرصد 24 نقطة مائية موزعة في منطقة البحث، بما يتناسب مع البنية الجيولوجية والطبوغرافية للمنطقة، (الشكل 2)، بُدئ القياس فيها منذ شهر أيار عام 2007 إلى شهر تموز 2008.



الشكل 1. خارطة موقع منطقة البحث وحدودها ومحطات قياس التدفق. [2]

شملت القياسات:

✚ العمق الكلي للآبار باستخدام جهاز قياس الأعماق.

✚ العمق الستاتيكي Static water depth بواسطة جهاز قياس كهربائي ضوئي، مزود بكابل طوله 100م

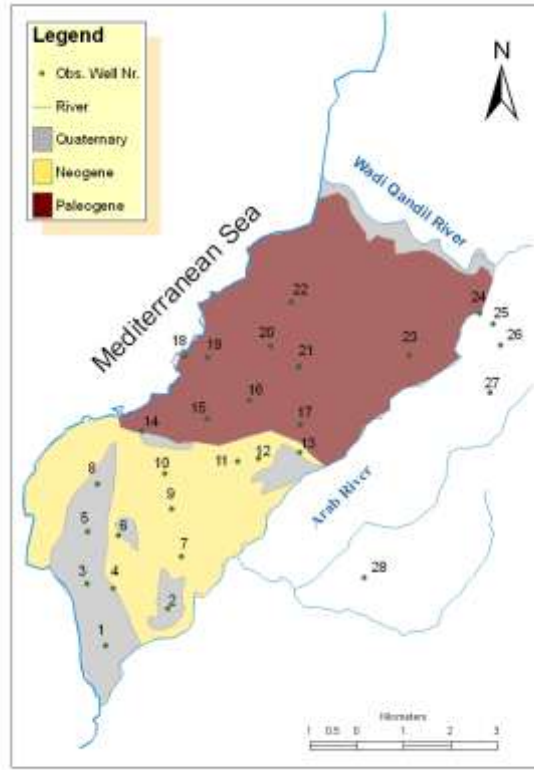
مدرج بالسنتيمتر، دقة القياس ± 0.5 سم.

✚ الناقلية الكهربائية Electrical conductivity لمياه الآبار باستخدام جهاز قياس كهربائي رقمي نموذج

JENWAY 4071، بدقة ± 1 ميكروموس/سم.

المتبقي الجاف Dry residual لمياه الآبار باستخدام جهاز قياس كهربي رقمي نموذج
MARTINI Mi306، بدقة ± 1 ملغ/ل.

درجة حرارة المياه الجوفية Groundwater temperature في آبار شبكة الرصد باستخدام جهاز
قياس رقمي بدقة ± 0.1 درجة مئوية.



الشكل 2. توزع آبار شبكة الرصد في منطقة الدراسة.

حددنا إحداثيات شبكة الرصد باستخدام الإحداثيات الجغرافية بواسطة جهاز GPS، طراز
Scoutmaster GPS، وبالإستعانة بالخارطة الطبوغرافية للمنطقة بمقياس 1:50000.
اعتمدنا برنامجي Excel و Surfer في رسم منحنيات مناسيب المياه الجوفية وأعماقها، وبرنامج
GIS-Geographic Information System.

الخصائص المناخية والطبيعية:

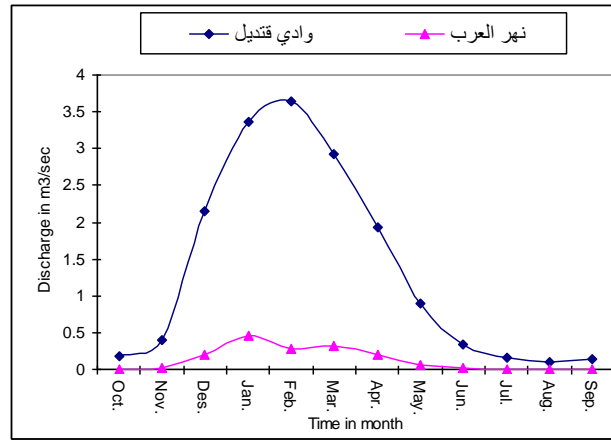
تتميز المنطقة بمناخ متوسطي حار وجاف صيفاً، معتدل ورطب شتاءً. يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة
الهواء فيها 18.8°C ، وهي مرتفعة نسبياً في الصيف، ونادراً ما تنخفض تحت الصفر في الشتاء.
يتوزع الهطل بشكل غير منتظم في أراضي المنطقة، وتهطل معظم الأمطار شتاءً، ويبلغ متوسط الهطل السنوي
حوالي 760 مم. ويبلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية للهواء 68%، وتبلغ قيمها الدنيا في أواخر الخريف 59%،
وقيمها العظمى في الصيف 75%.

يبلغ المعدل السنوي للتبخّر من سطح الماء 1360 مم. ويتناقص التبخر خلال فصل الشتاء حينما تنخفض درجات الحرارة، فيبلغ المتوسط الشهري للتبخّر شتاءً 67 مم. ويزداد التبخر في فصل الصيف، فيبلغ المتوسط الشهري للتبخّر 175 مم. [3]

تضاريس حوض نهر وادي قنديل تلالية في الجزء العلوي منه، وتغطي الأحراج والأدغال القسم الأعظم من مساحته، حيث تنمو غابات الصنوبر بشكل رئيس. وتكون ميوله شديدة في أرجائه الشرقية، بينما تنهدى لتتحول إلى سهل مسطح ذي ميول خفيفة (سهل وادي قنديل- الضامات- وادي الرميم). أما حوض نهر العرب فهو من الأحواض الصغيرة في حوض الساحل. وتغطي أشجار الزيتون والحمضيات القسم الأعظم من مساحته.

تتأرجح القيم الوسطية لتدفق نهر وادي قنديل في موقع الجسر بين 0.1 م³/ثا و 3.6 م³/ثا، وقد تصل إلى 17.39 م³/ثا شتاءً، بينما تنخفض إلى أقل من 0.1 م³/ثا خلال بقية فصول السنة، كما تتأرجح القيم الوسطية لتدفق نهر العرب في موقع الجسر بين 0.1 م³/ثا و 0.57 م³/ثا، وقد تصل إلى 1.64 م³/ثا شتاءً، بينما تنخفض إلى أقل من 0.1 م³/ثا خلال بقية فصول السنة. [4]

يزداد تدفق المياه في نهر العرب ونهر وادي قنديل خلال الفترة تشرين الثاني- كانون الثاني، ليعود منسوب المياه إلى الانخفاض حتى شهر حزيران، ويحافظ على أدنى منسوب له حتى شهر أيلول (الشكل 3). ويرتبط تدفق النهرين بكمية الهطل المطري وغازاته.



الشكل 3. التدفق الوسطي لنهري العرب ووادي قنديل.

الجيومورفولوجيا:

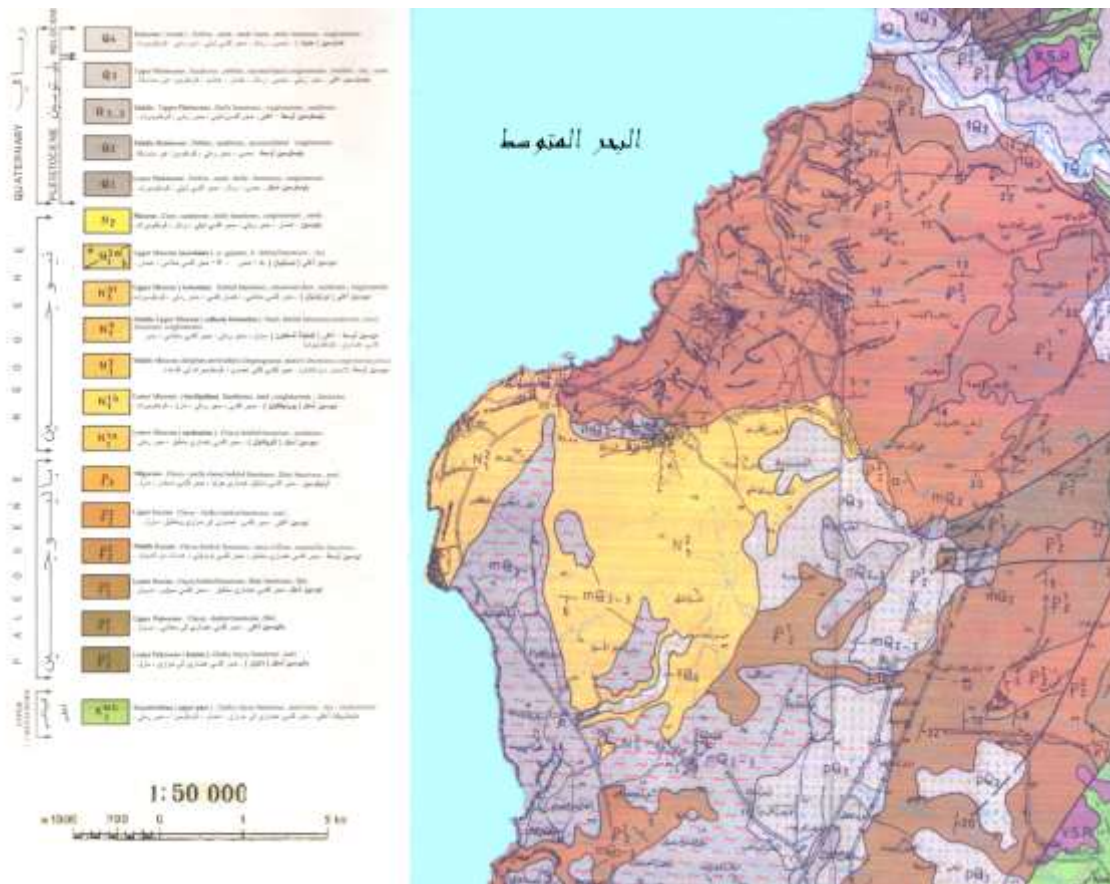
تتميز المنطقة بصفات جيومورفولوجية متنوعة؛ إذ تحيط بها هضابٌ تلالية، تتأرجح ارتفاعاتها بين 230 و50م فوق سطح البحر. وتُقسم المنطقة حسب طبيعة التضاريس إلى منطقتين: منطقة السهل الساحلي، والمنطقة التلالية. تشكلت منطقة السهل الساحلي من تجاوزات البحر ورسوبيات الأنهار، ويصل ارتفاعها إلى 50 م فوق مستوى سطح البحر، وتبلغ مساحتها 14.5 كم²، ويصل منسوب المنطقة التلالية إلى 230 م، وتبلغ مساحتها 21.4 كم².

تتكشف صخور الباليوجين في الجزء الشمالي من المنطقة المدروسة، وتشكل صخور النيوجين كتلاً كبيرة على سطح الأرض في مساحة واسعة من الجزء الجنوبي للمنطقة، حيث استُصلحت مساحات منها، فتحوّلت إلى أراضي زراعية، والصخور مشققة بكثرة ومكرستة. أما توضعات الرباعي فتتوزع في أودية الأنهار والجزء الجنوبي الغربي من المنطقة، (الشكل 4).

الستراتغرافيا والظروف الهيدروجيولوجية:

يتألف التركيب الجيولوجي لمنطقة البحث من البنى الستراتغرافية الآتية (الشكل 4):

- الباليوجين (الإيوسين P_2).
- النيوجين (الميوسين N_1).
- الرباعي (البلستوسين $Q_{2,3}$ ، الهولوسين Q_4).



الشكل 4. الخارطة الجيولوجية لمنطقة برج إسلام [الخارطة الجيولوجية، رقعة اللاتقية 1:50 000، 1999]. [5]

1. الباليوجين Paleogene

1-1. الإيوسين الأدنى Lower Eocene P_2^1

يتكشّف الإيوسين الأدنى P_2^1 إلى الشرق والشمال الشرقي من سرير نهر العرب، وجنوب سرير نهر وادي قنديل، وتتألف توضعاته من حجر كلسي غضاري متطبّق، وحجر كلسي سيليسي، وصوان، حيث بلغت سماكة الإيوسين الأدنى 80م، [6]، وتبلغ سماكة هذه التوضعات في قرية صليّب التركمان حوالي 100م. [7] يرتبط وجود المياه في هذه التوضعات ببعض الطبقات الكلسية الصوانية الرقيقة بسماكة 0.1 حتى 1 م، ويتأرجح تصريف الآبار فيها بين 0.5 و 1 ل/ثا. [8]

2-1. الإيوسين الأوسط Middle Eocene P_2^2

تتكشف توضعات الإيوسين الأوسط P_2^2 في شمال منطقة الدراسة، ويوجد الإيوسين الأوسط عادةً فوق الإيوسين الأدنى، أو الباليوسين الأعلى P_1^2 وهي الصخور الحاجزة للماء. وتتألف توضعات الإيوسين الأوسط بشكل رئيس من حجر كلسي نوموليتي nummulitic limestones ناعم، يحتوي أحياناً في قاعدته على حبيبات الغلغونيت، وحصى كلسية، ويتميز الحجر الكلسي في القسم الشمالي من السلسلة ببنية الكتلية، تتأرجح سماكته بين عدة أمتار و80م، ويتوضع فوقه في منطقة الدراسة حجر كلسي شبيه بالحوار الغضاري بسماكة 20م فوق سطح تماس شديد الوضوح، (الشكلان 5، 8). [6]

يتأرجح عمق توضع المياه الجوفية بين (10 و 20 م)، وتستثمر بواسطة الآبار لأغراض الري، وتصل أعماقها إلى 350م، وتصريفها تتأرجح بين (4 و 5) ل/ثا، مقابل انخفاض في المنسوب من 1 حتى 20 م، وتتغذى المياه الجوفية في هذه الطبقة على حساب تسرب مياه المطر، ولم تُشاهد في هذه القطاعات ينابيع مائية، وتتصرف المياه الجوفية بواسطة الآبار، وعبر قطاع تكشفها تحت سطح البحر. [8]

تتأرجح قيم الناقلية المائية Transmissivity لتوضعات الإيوسين الأوسط بين 52 و 850 م²/يوم، وذلك اعتماداً على تجارب الضخ المنفذة في منطقة المشروع. [8]

تتأرجح قيم الناقلية الكهربائية electrical conductivity للمياه الجوفية في هذه التوضعات بين 483-980 ميكروموس/سم، و تتأرجح درجة حرارة المياه الجوفية بين 18.3 و 21.6 درجة مئوية.

2. النيوجين Neogene

2-1. الميوسين الأوسط N_1^2

تتكشف صخور النيوجين في الجزء الجنوبي للمنطقة، وهي تعود إلى الميوسين الأوسط الأكثر احتواءً للمياه، مقارنة بالتوضعات النيوجينية الأخرى، وتظهر ابتداءً من سرير نهر العرب حتى بلدة برج إسلام شمالاً، وتتألف من الحجر الرملي، والغضار الكلسي، والمارل، والحجر الكلسي الحطامي، والكونغوميرا، بينما تتألف من حجر كلسي كتلي مع عدسات من الحجر الكلسي الشيلي في الجزء الغربي من المنطقة. [6]

وينتشر الحامل المائي لطابق الميوسين الأوسط في مناطق ليست كبيرة من شمال الشريط الساحلي بسماكة تتأرجح بين 60 و 80 م، وفي منطقة برج إسلام، حيث يتوضع الحجر الكلسي الميوسيني الأوسط بشكل مباشر فوق الحجر الكلسي الإيوسيني (الشكلان 5، 8)، وتؤدي بعض الطبقات الكلسية الغضارية الإيوسينية دور الطبقة الكتيمة. تتأرجح عمق توضع المياه الجوفية بين 5 و 10 م، وتتغذى من تسرب مياه المطر فقط، وتُستثمر مياه هذه الطبقة بواسطة الآبار العربية والسيور المحفورة في المنطقة. [8]. تتأرجح الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية في هذه التوضعات بين 430 و 905 ميكروموس/سم. ودرجة حرارتها بين 19.3 و 23.3 درجة مئوية.

أمَّا آبار المؤسسة العامة لمياه الشرب المحفورة في هذا الحامل فهي ثلاث آبار، ذات تصاريف كبيرة (أكثر من 200 م³/ساعة)، ومياها عذبة (400 ميكروموس/سم)، (TDS=170mg/l) مقارنةً بالآبار الموجودة في المناطق المحيطة، حيث تصل الناقلية الكهربائية للمياه فيها إلى (800 ميكروموس/سم)، وملوحتها (TDS=350mg/l)، (الشكل 8). [6]

موقع السبر: X= 317.8 Y= 3949.7		منسوب فوهة البئر: 80 m			
تاريخ الحفر: شباط 1958		عمق سطح المياه الجوفية: 89 m			
المقياس: 1:2000					
وصف الطبقات	العمق	المقطع الليثولوجي	عمق أعلى الطبقة [m]	سمك الطبقة [m]	العصر الجيولوجي ورمزه
حوار	1	[Hatched Pattern]	60	60	الليثولوجي الأوسط (N ₂)
	2				
	3				
حوار	4	[Hatched Pattern]	60	30	باليوجين (الإوسين الأوسط) (P ₂)
	5				
مارل	6	[Wavy Pattern]	90	51	
	7				
حجر كلسي	8	[Horizontal Line Pattern]	141	8	
مارل	9	[Wavy Pattern]	149	21	
حجر كلسي	10	[Horizontal Line Pattern]	170	50	
	11				
مارل	12	[Wavy Pattern]	220	50	
	13				
حجر كلسي	14	[Horizontal Line Pattern]	270	42	الليثولوجي الأعلى (الإوسين) (P ₁)
	15				
			312		

الشكل 5. العمود الليثولوجي للبئر D₃ (غروز غيروفود خوذ 1979).

3. الرباعي Quaternary

تنتشر في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة توضعات بحرية عائدة إلى البليستوسين (الأوسط-الأعلى) mQ_{2-3} (البئر D₄)، تتألف من حجر كلسي شيلي، وحجر رملي وكونغولوميرا (الشكلان 6، 8)،

إضافة إلى وجود توضعات قازية شرق قرية برج إسلام تعود إلى البليستوسين الأعلى pQ_3 ، تتألف من حطام الصخور وركام المنحدرات.

يتميز الحجر الرملي الرباعي البحري المنشأ بتركيبه الكلسي، ونفوذته العالية، ويتكون الحجر الرملي من رمال كلسية وكسرات جيدة التكوّن، تتألف من حطام المستحاثات البحرية، وأغلبها من الرخويات يجمعها ملاط كربوناتى منحلّ جزئياً، مما يعطي هذه الصخور بنية فراغية ذات مسامية ونفوذية عاليتين. تتأرجح ألوان الحجر الرملي بين الأصفر والرمادي، وتلاحظ أيضاً تداخلات من الكونغلوميرا في قاعدة المقطع الليتولوجي، وتتألف الكونغلوميرا من حصى كلسية وصوانية جيدة الاستدارة، وقليل من الحصى البازلتية، يجمعها ملاط كربوناتى، ولا تزيد سماكة الحجر الرملي على 10 م. [6]

موقع السبر: X= 317.1 Y= 3946.6		منسوب فوهة البئر: 40 m			
تاريخ الحفر: آذار 1960		عمق سطح المياه الجوفية:			
المقياس: 1:200					
وصف الطبقات	العمق	المقطع الليتولوجي	عمق أعلى الطبقة [m]	سماكة الطبقة [m]	العمر الجيولوجي ورمزه
حجر كلسي رملي	1		5	5	رباعي الأوسط-الأعلى (البيستوسين) (P ₃)
	2				
	3				
حجر كلسي	4		5	18	نيوجين (الميوسين الأوسط) (N ₃)
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
			23		

الشكل 6. العمود الليتولوجي للبئر D₄ (غروز غيبروفود خوذ 1979).

التكتونية

يُقسم الجزء الشمالي الغربي من سورية إلى أربع مناطق: (الشكل 7). [7]

(1) حوض النيوجين لنهر الكبير الشمالي.

(2) خط اتصال اللاذقية Latakia geosuture.

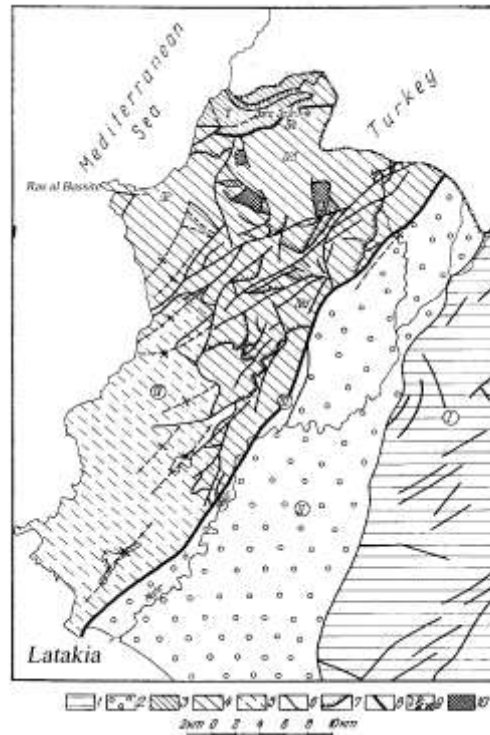
(3) كتلة البايير- البسيط.

(4) كتلة الجبل الأقرع.

تشير أبحاث تريفنوف (1983) إلى أنّ بنية البسيط واللاذقية تشكّلت في منتصف الميوسين، وتخترق المنطقة فوالقٌ عديدة، يعود أقدمها إلى الماسترخت بميولٍ تصل إلى 30 درجة [9]، وأكّد تفسير الصورة الفضائية امتداد الفوالق ذات الاتجاه شمال شرق- جنوب غرب حتى حدود الساحل عند المنطقة المدروسة، وتؤدّي نطاقات التشقق هذه دوراً كبيراً في تصريف المياه الجوفية إلى الحوض في توضعات النيوجين، ضمن نطاق مستقيم محدّد قبل دخولها إلى مياه البحر، ممّا أدى إلى وجود طبقة مائية مهمّة قريبة من السطح، تتوضع على أعماق قليلة. وتميّزت الآبار المحفورة في هذه الطبقة بغزارات كبيرة، وصلت إلى أكثر من 200 م³/ساعة مقابل هبوط منسوب المياه فيها أقل من 10 سم حين تعمل معاً (ثلاث آبار تملكها المؤسسة العامة لمياه الشرب، الشكل 8).

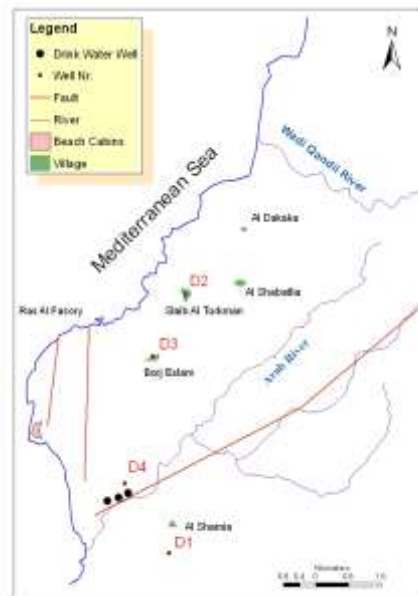
كما يبيّن تفسير الصورة الفضائية وجود عدد من الكسور والتصدعات المحلية، خاصةً في المنطقة الواقعة إلى الشمال الشرقي من شاليهات رأس شمرا، وممتدة ضمن مياه البحر المتوسط باتجاه شمال جنوب (تؤدّي دوراً سلبياً في تسرب مياه البحر باتجاه اليابسة)، (الشكل 8). [6]

ينتشر الحجر الكلسي الباليوجيني والكريتاسي الأعلى والمارل على مساحات واسعة إلى الجنوب من وادي نهر قنديل قرب الحدود الشرقية للمنطقة المدروسة، وتشكّل هذه الصخور طبقةً أحادية الميل تتجه نحو البحر، وتتغمر فيه. تتكشف رواسب الباليوجين- الكريتاسي الأعلى إلى الشرق قرب قريني الدقاقة والشبيلية. أمّا رسوبيات الرباعي والنيوجين ضمن كتلة البسيط فهي قليلة السماكة، وتشكّل السهل الشاطئي. ولوحظ عدم توافق زاوي كبير بين تلك الرسوبيات ورسوبيات الباليوجين- الكريتاسي الأعلى. [7]



الشكل 7. المخطط التكتوني لمنطقة البسيط. [7]

1-صخور الكريتاسي- الباليوجين، 2-صخور النيوجين، 3-صخور الكريتاسي- الجوراسي، 4-صخور تشكيلات الأفوليت، 5-صخور الكريتاسي الأعلى- الباليوجين، 6-طية شديدة الانحدار، 7-طية فوقية، 8-فالق عميق، 9-محاور الطية: (a)طية مقعرة، (b)طية محدبة، 10-صخور ما قبل الكامبري المتحولة. I-الجزء المتاخم للجبال الساحلية، II-منخفض النيوجين لحوض نهر الكبير الشمالي، III-خط اتصال اللاذقية، IV-كتلة البسيط، IVa-الجبل الأقرع- قرّة دوران- سالين دارهو، IVb-منطقة قويق داره، IVc-نجد كوزال داره، IVd-نجد البسيط، IVe-النجد الجنوبي الشرقي، IVf-طية سالدين.



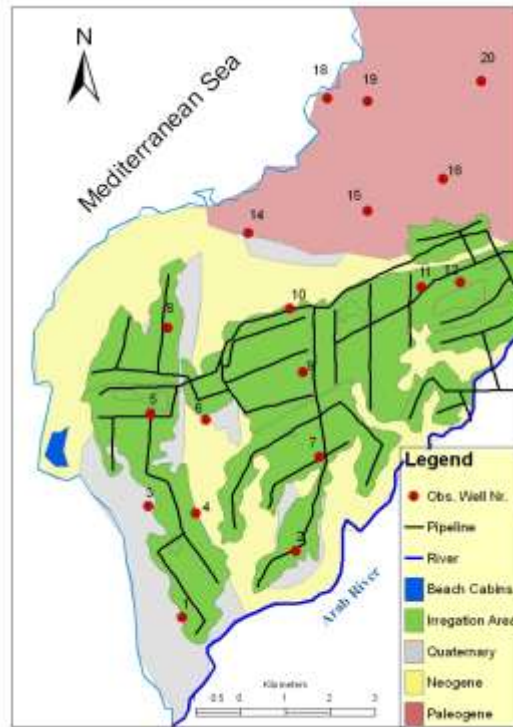
الشكل 8. مواقع الأعمدة الليتولوجية والفوالق وآبار مياه الشرب.

النتائج والمناقشة:

1. تغيّر مناسيب المياه الجوفية The changes of Groundwater levels

يتسرب جزء مهمّ 12-45 % من كمية المياه المدفوعة في شبكات الري، لتغذي المياه الجوفية، فيرتفع منسوبها، ويتغير تركيبها الكيميائي تدريجياً، مما يؤدي إلى تغير الظروف الهيدروجيولوجية والبيئية في المنطقة، وتتعلق هذه النسبة بكفاءة شبكات الري، ومعدلات الري، وخصائص التربة في المنطقة. [8]

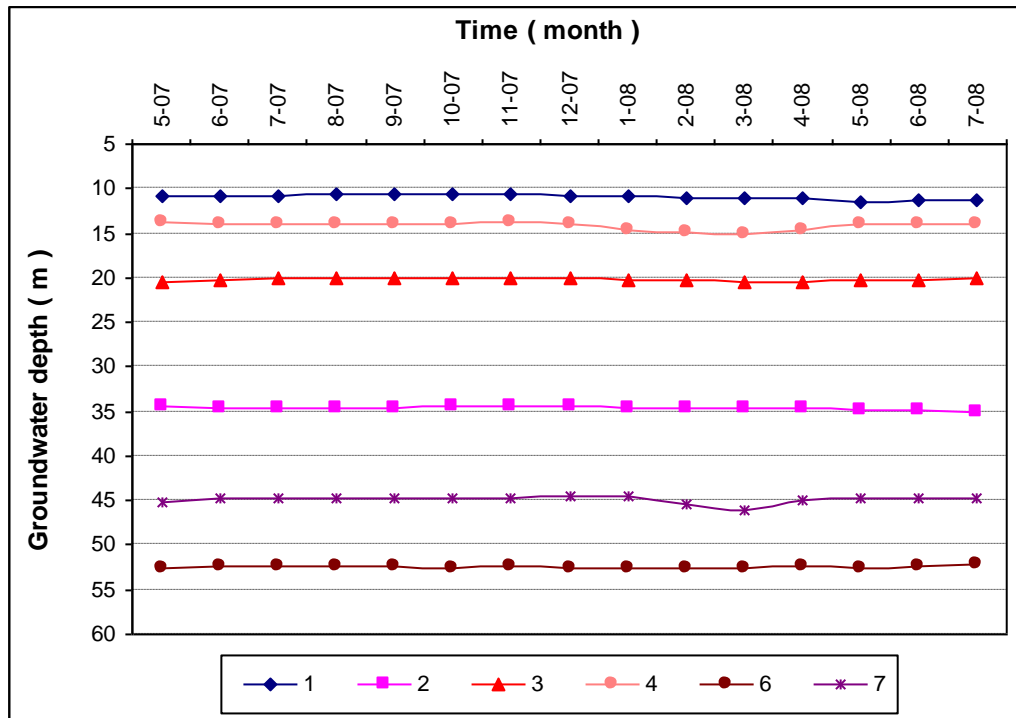
تروي شبكات ري سد السادس عشر من تشرين في منطقة البحث مساحة، قدرها 11.7 كم²، ممتدة إلى جنوب قرية برج إسلام، (الشكل 9). [4]



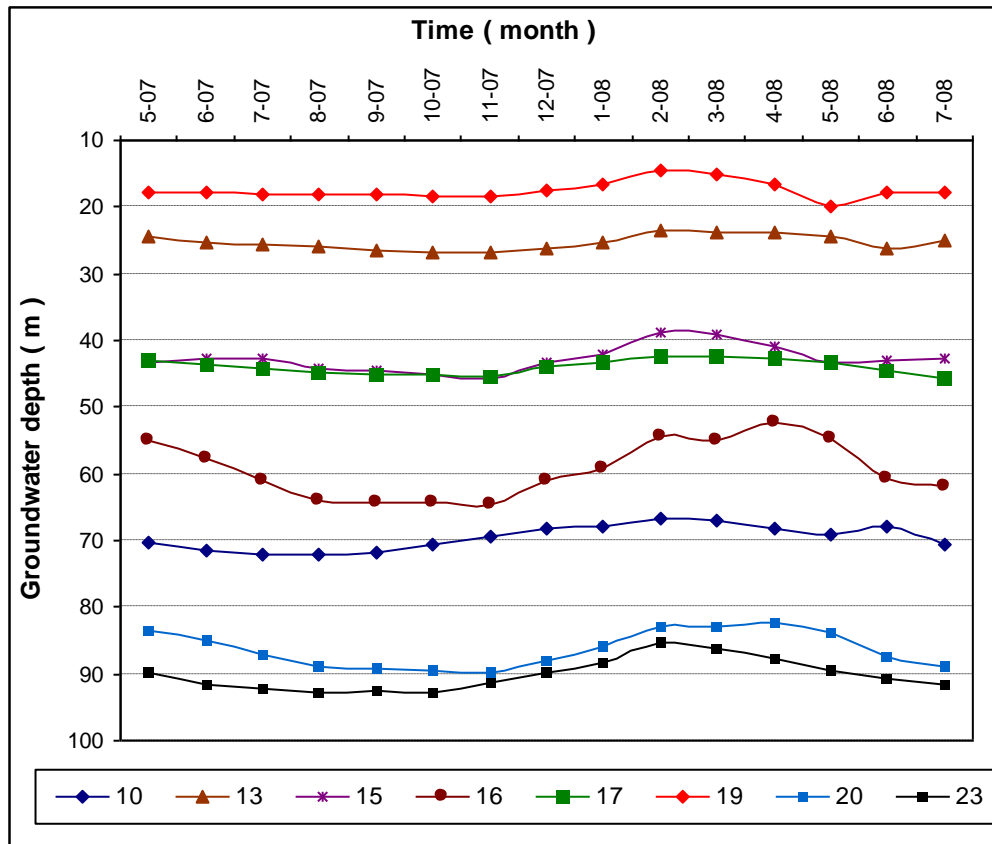
الشكل 9. شبكة ري سد السادس عشر من تشرين في الجزء الجنوبي من منطقة البحث.

تتغير أعماق توضع المياه الجوفية بين 0 و 0.62 م في توضعات النيوجين خلال الفترة الممتدة من أيار 2007 إلى تموز 2008، (الشكل 10). عموماً، أسهمت مياه الأمطار المتسربة إلى المياه الجوفية من جهة، وكميات مياه الري المتسربة إلى المياه الجوفية من جهة أخرى، في الحفاظ على أعماق متقاربة لسطح المياه الجوفية على امتداد فترة المراقبة في المناطق المروية من شبكات الري.

أما المياه الجوفية في الباليوجين (الشكل 11)، فتتميز بزيادة عمقها في فترة الصيف، بسبب عدم وجود مصدر لتغذيتها، وبسبب الضخ منها في بعض المواقع، وكذلك الصرف الطبيعي للمياه الجوفية في المنخفضات وبوساطة الينابيع، ويتناقص عمق سطح المياه الجوفية في فصل الشتاء نتيجة تغذيتها بمياه الأمطار المتسربة.

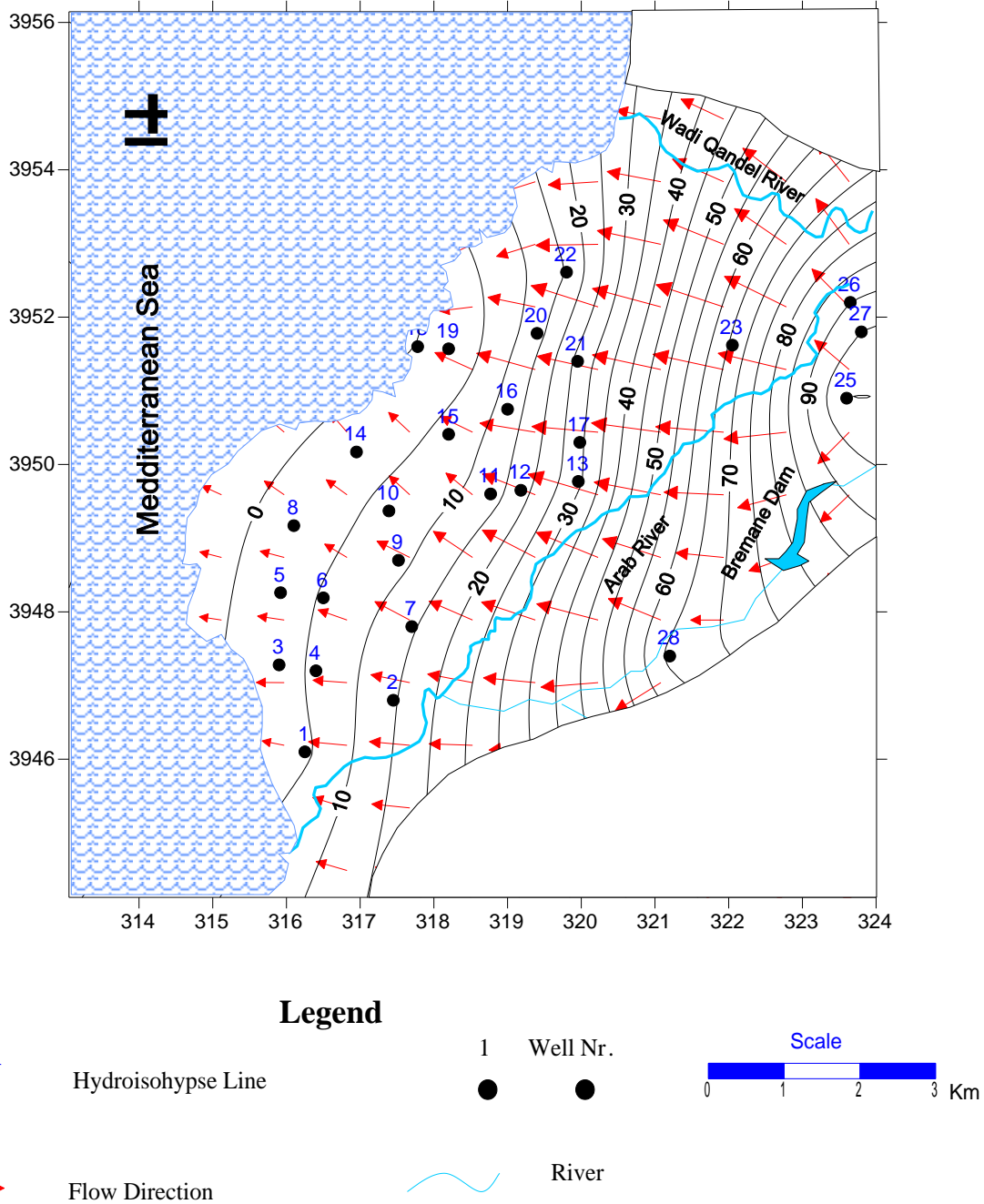


الشكل 10. تغير أعماق سطح المياه الجوفية في توضعات النيوجين خلال أيار 2007 - تموز 2008.



الشكل 11. تغير أعماق المياه الجوفية في توضعات الباليوجين خلال أيار 2007 - تموز 2008.

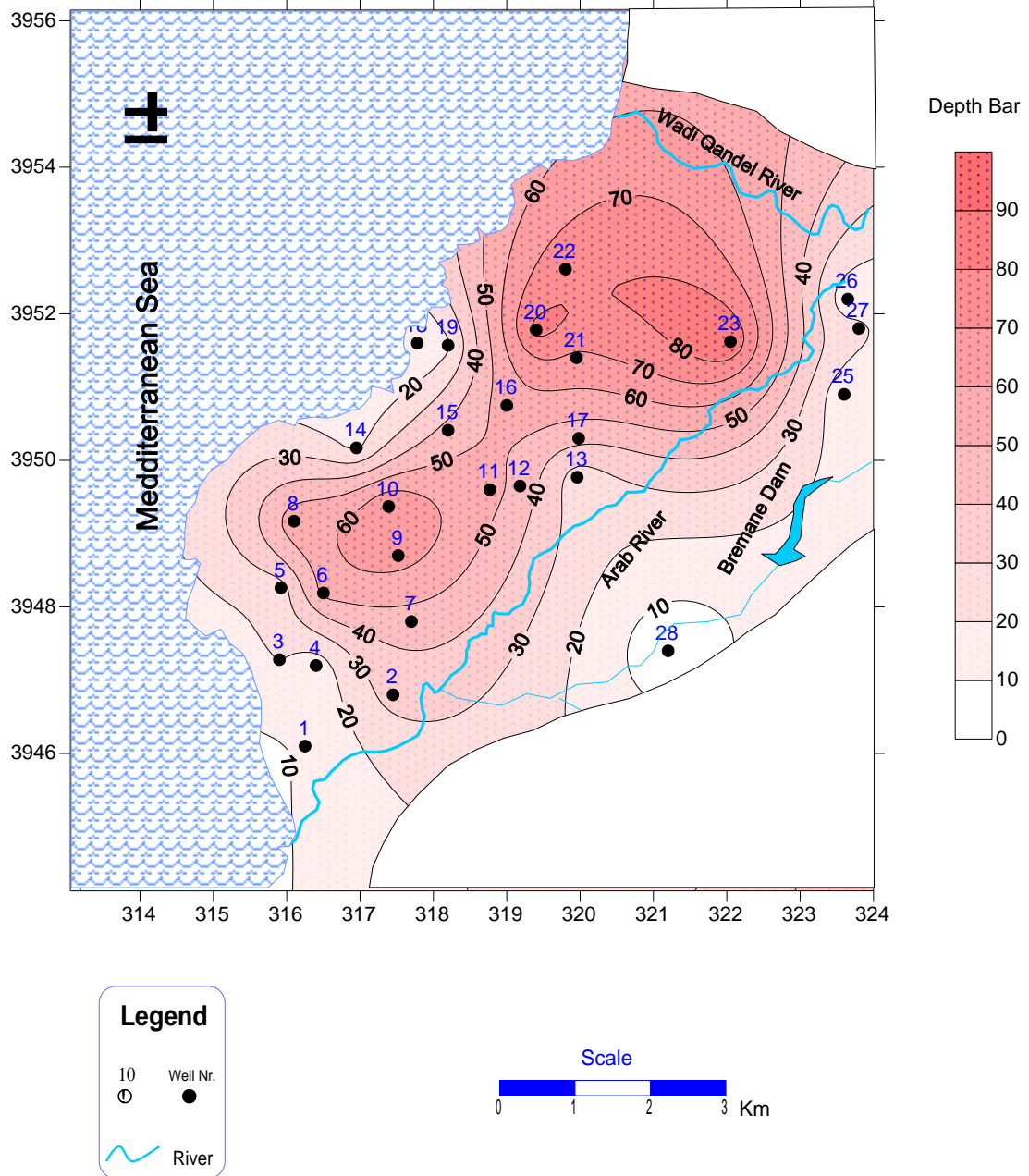
تتحرك المياه الجوفية في معظم مساحات منطقة البحث من الشرق نحو الغرب، كما ينصرف قسم منها باتجاه نهر وادي قنديل في الأجزاء الشمالية الشرقية للمنطقة، (الشكل 12).



الشكل 12. الشبكة الهيدروديناميكية في منطقة البحث خلال أيار 2007.

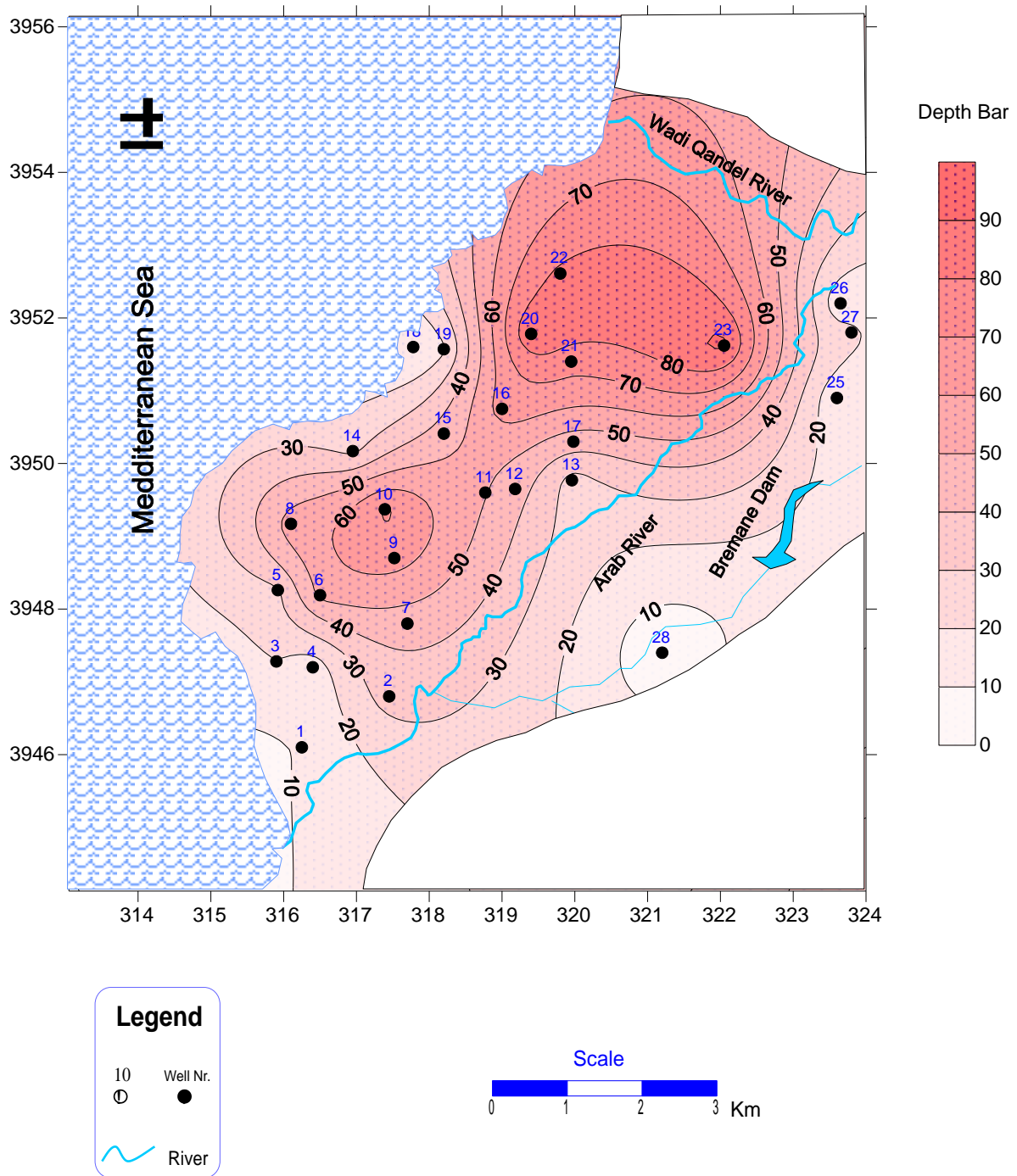
يتضح من مقارنة خارطتي أعماق المياه الجوفية بين بداية موسم الري ونهايته لعام 2007، (الشكلان 13، 14)، عدم وجود تغيرات واضحة لأعماق المياه في الجزء الجنوبي من منطقة البحث، بسبب التغذية

الراشحة من مياه شبكات الري، عدا تزايد هذه الأعماق قليلاً في الجزء الشمالي من المنطقة؛ لأنها تقع خارج حدود منطقة شبكات الري.

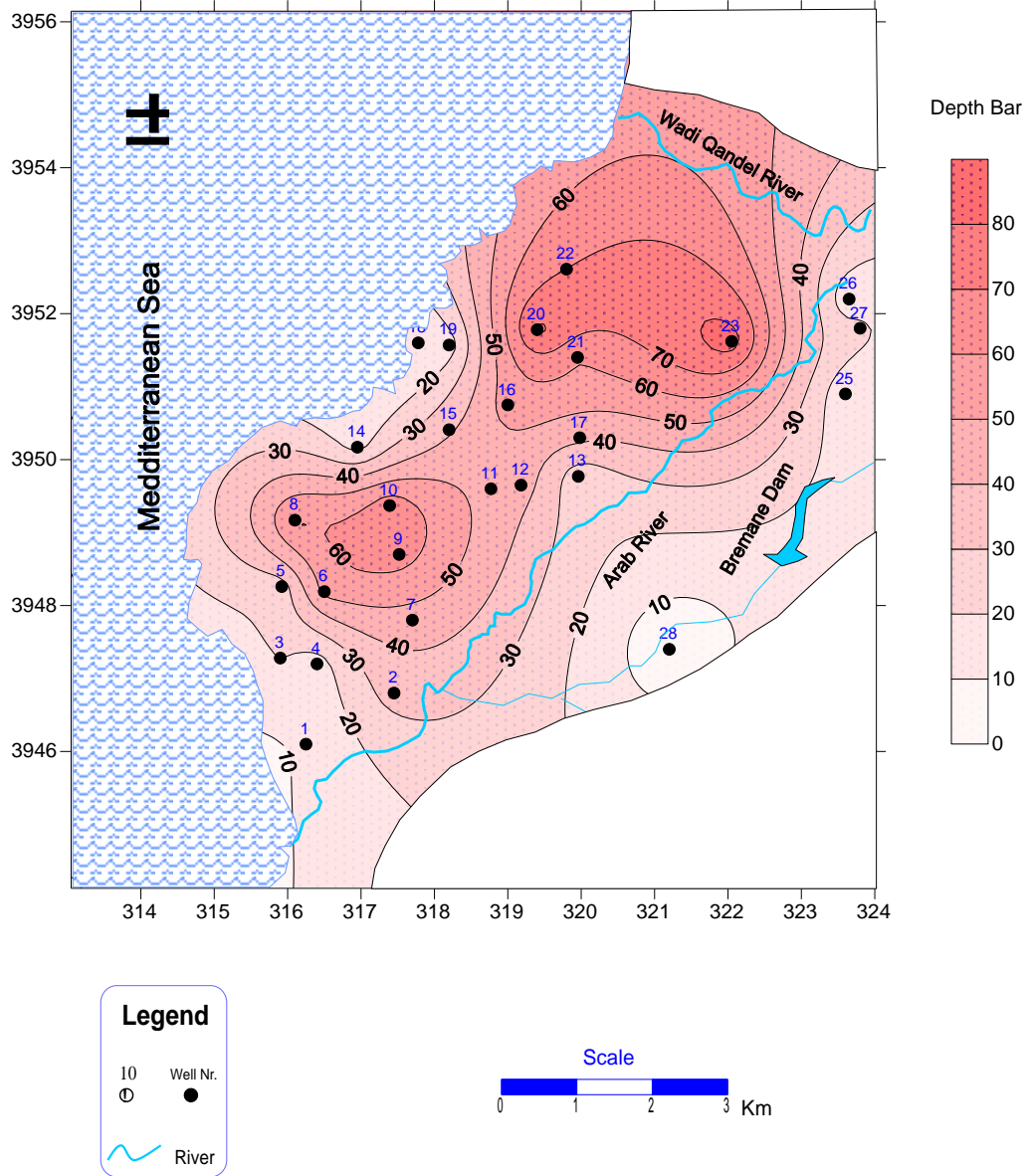


الشكل 13. خارطة أعماق المياه الجوفية لمنطقة البحث في أيار 2007.

كما يتضح من مقارنة خارطتي أعماق المياه الجوفية بين بداية فصل الشتاء؛ أي شهر أيلول لعام 2007، ونهايته في شهر شباط لعام 2008، (الشكلان 14، 15)، تتناقص أعماق المياه الجوفية بشكل ملحوظ في الجزء الشمالي من المنطقة؛ أي ارتفاع مناسيبها، نتيجة تغذية المياه الجوفية من تسرب مياه الأمطار في تلك المنطقة، وقلة استهلاك المياه الجوفية.



الشكل 14. خارطة أعماق المياه الجوفية لمنطقة البحث في أيلول 2007.

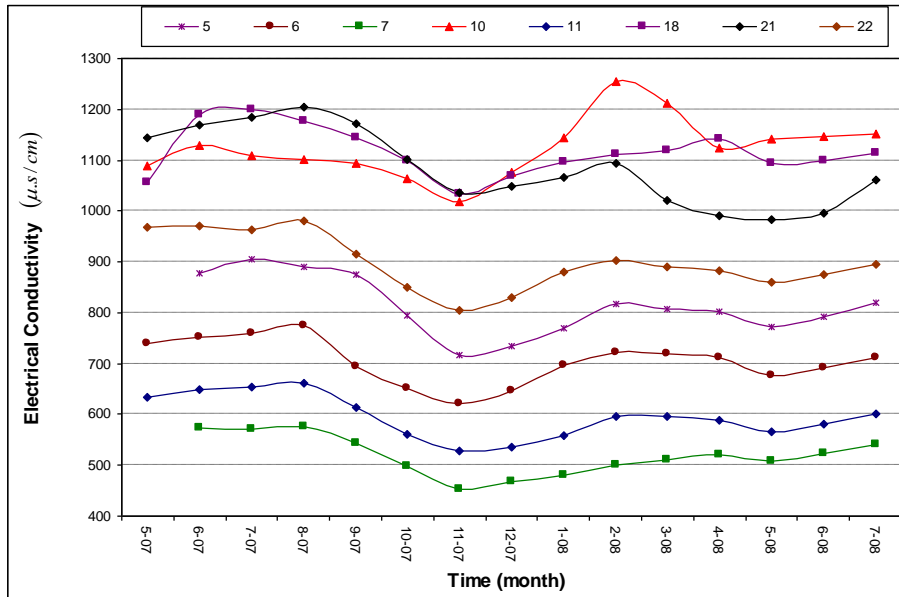


الشكل 15. خارطة أعماق المياه الجوفية لمنطقة البحث في شباط 2008.

2. الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية

تتأرجح الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية في منطقة البحث بين 450 و1255 ميكروموس/سم، تزداد الناقلية الكهربائية لمياه الآبار خلال موسم الأمطار وبداية موسم الري تدريجياً، في معظم آبار منطقة البحث (الآبار 6-7-21)، بسبب انحلال أملاح التربة والمخصبات الزراعية. (الشكل 16).

أما الناقلية الكهربائية للماء في البئر (18) فقد وصلت إلى 1258 ميكروموس/سم، وذلك نتيجة اندساس مياه البحر ضمن الطبقة الحاملة للمياه في اليابسة، وفي البئر (10) بلغت الناقلية الكهربائية للمياه 1255 ميكروموس/سم، وفي البئر (21) بلغت الناقلية الكهربائية للمياه 1205 ميكروموس/سم، بسبب التركيب الليتولوجي للمستوى الحامل للمياه الجوفية، وانخفاض نفوذية الصخور الحاملة للمياه، وقلة تصريف الآبار.

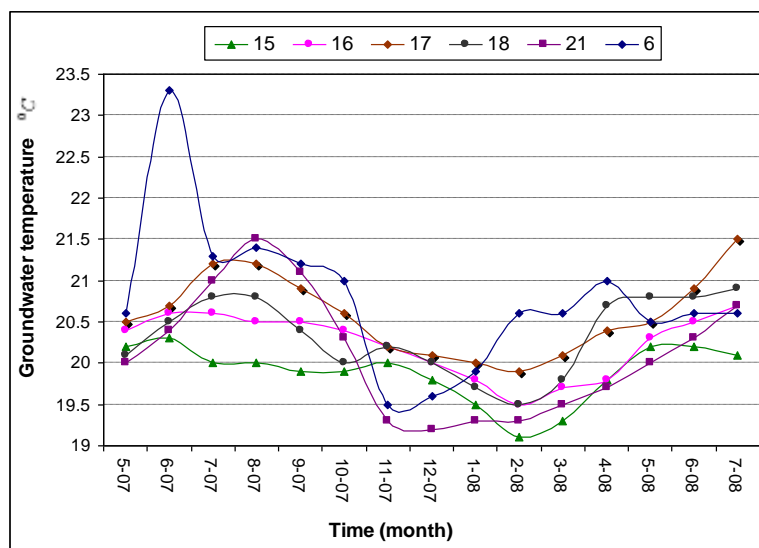


الشكل 16. تغير الناقلية الكهربائية للمياه الجوفية في آبار شبكة الرصد خلال أيار 2007 - تموز 2008.

3. درجة حرارة المياه الجوفية

إنّ المياه الجوفية ناقل نشط للطاقة في القشرة الأرضية؛ لأنها تتمتع بسعة حرارية عالية وبقابلية حركة كبيرة، لذلك فهي تؤثر كثيراً في توزع الحقل الحراري لغلاف الليتوسفير، كما تتشكل شواذات مائية - حرارية (هيدروترمية Hydrothermal) ضمن التشكيلات الأرضية.

تتأرجح درجة حرارة المياه الجوفية في المنطقة بين 19.1 و 23.3 درجة سيليزيوس، ويؤثر الإشعاع الشمسي صيفاً في زيادة درجة حرارة المياه الجوفية، كما تتغير درجات حرارة المياه الجوفية شهرياً بين 0.1-1 درجة، وتصل في بعض المواقع إلى 2.7 درجة (البئر 6) تبعاً لدرجة الإشعاع الشمسي وظروف تغذية المياه الجوفية وصرفها (الشكل 17).



الشكل 17. تغير درجة حرارة المياه الجوفية في منطقة البحث خلال أيار 2007 - تموز 2008.

الاستنتاجات و التوصيات:**الاستنتاجات:**

1. الفالق ذو الاتجاه شمال شرق- جنوب غرب، يغذي طبقة النيوجين في المنطقة بمياه جوفية غزيرة وذات نوعية جيدة وصالحة للشرب.
2. الفوالق في المنطقة الواقعة شمال شرقي شاليهات رأس شمرا، تمتد ضمن مياه البحر المتوسط باتجاه شمال جنوب، تؤدي دوراً سلبياً في تسرب مياه البحر باتجاه اليابسة.
3. أسهمت مياه الأمطار المتسربة إلى المياه الجوفية من جهة، وكميات مياه الري المتسربة إلى المياه الجوفية من جهة أخرى، في الحفاظ على أعماق متقاربة لسطح المياه الجوفية في المناطق المروية من شبكات الري (الجزء الجنوبي من المنطقة).

التوصيات:

1. حفر آبار لاستثمار المياه الجوفية على امتداد الفالق ذي الاتجاه شمال شرق- جنوب غرب.
2. استمرار مراقبة نظام المياه الجوفية في المنطقة بشكل منتظم.
3. وضع نموذج رياضي يمثل الظروف الهيدروجيولوجية والشروط الحدية القائمة، للتنبؤ بالتغيرات الهيدروجيولوجية (مناسيب المياه الجوفية، التركيب الكيميائي للمياه).

المراجع:

1. SEN, Z. *Applied Hydrogeology for Scientists & Engineers*. CRC press. Inc, U.S.A, 1995, 444.
2. المؤسسة العامة للمساحة. *الخارطة الطبوغرافية لمنطقة اللاذقية مقياس 1:50 000*. دمشق، 1980.
3. المديرية العامة للأرصاد الجوية. *معطيات مناخية*. دمشق، 2008، 10.
4. المديرية العامة للموارد المائية والري. *تقارير فنية*. اللاذقية، 2008، 2.
5. المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية. *الخارطة الجيولوجية لمنطقة اللاذقية مقياس 1:50 000*. مع المذكرة الإيضاحية دمشق، 1999، 55.
6. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد. *مشروع حماية آبار سرير نهر العرب من التملح باستخدام الدراسات الاستشعارية الجيولوجية والهيدروجيولوجية ونظم المعلومات الجغرافية GIS*. اللاذقية، 2005، 114.
7. KAZMIN, V.G.; KULAKOV, V.V. Translated by MKRTCHYAN, G. A. *The Geological Map Of Syrian Arab Republic, scale 1:50 000*. USSR, 1968, 124.
8. GRUZGIPROVODKHOZ. *Hydrogeological and Hydrological Survey and Investigations in four areas of Syrian Arab Republic, Coastal Area*. USSR, 1979, 200.
9. تريفنوف؛ يوسف، علي؛ الخير، يسرى؛ ظاظا، طارق. *تقرير عن الأعمال المنفذة في سوريا حول تطبيق الصور الفضائية في مجال دراسة تكتونية ونيوتكتونية و جيولوجيا النفط فيها*. دمشق، شباط 1983، 35.