

دراسة الشقوق وتأثيرها على الوضع الهيدروجيولوجي في منطقة سدّ السخابة

الدكتور محمد توفيق يونس*

الدكتور مصطفى حبيب**

سحر حبيب***

(تاريخ الإيداع 18 / 3 / 2014. قُبل للنشر في 23 / 4 / 2015)

□ ملخص □

بينت دراسة الشقوق وجود انسجام لكثافة الشقوق مع كمية المياه المتسربة التي تعكس النفوذية العالية العائدة للتسرب من مياه البحيرة، ووجود علاقة توافق نسبي بين الهاطل المطري، ومنسوب المياه في البحيرة، إضافة لوجود ارتباط هيدروتكتوني تظهره العلاقة بين التصريف النوعي للآبار في المنطقة المدروسة، وخصائص الشقوقية المتوافقة مع اتجاهات الوردة العامة للشقوق، واتجاهات حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: الشقوق - التكتونيك - الهيدروجيولوجيا - التصريف النوعي - سد السخابة.

* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** قائمة بالأعمال - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Joins Study and their effect on the hydrogeologic situation in the area of AL- Sakhabi's Dam

Dr. Mouhammad Tawfek Younes*
Dr. Moustafa Habib**
Sahar Habib***

(Received 18 / 3 / 2014. Accepted 23 / 4 /2015)

□ ABSTRACT □

The results showed a harmonious concordance between the joint density and the amount of the leaked water has been monitored, and there is also a harmonious relative concordance between rainfall and water level in the lacke. There is agreement between the strikes of the general rose of joints and the strikes of ground water movement in the research area.

Keywords: Joint, Tectonic, Hydrogeologythe qualitative flow, the pouring basin, AL- Sakhabi' s Dam.

* Associate professor, department of Geology, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Associate professor, department of Geology, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Academic Assistant, department of Geology, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تأخذ الدراسات الجيولوجية البنيوية أهميتها في مناطق السدود ، وبحيرات التخزين بسبب الحركة المتكررة على طول الشقوق ، وتأثيرها في المناطق المجاورة، حيث تعدّ الشقوق البنية الأكثر انتشاراً في صخور القشرة الأرضية، وتؤدي دوراً مهماً في حركة وانتقال السوائل. كما تعدّ المياه أهمّ موارد الأرض قيمة، لذلك. سمح التحليل البنيوي للمعطيات الحقلية في تحديد جمل الشقوق وارتباطها بالقوى التكتونية المؤثرة ، وبيان مدى تأثيرها على الوضع الهيدروجيولوجي بشكل عام.

أهمية البحث وأهدافه:

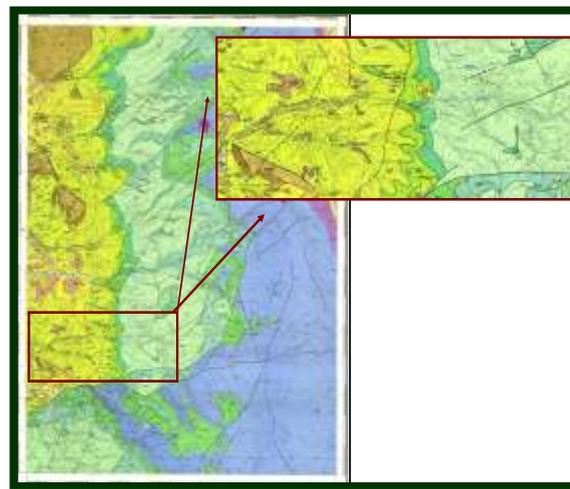
تسهم دراسة الشقوق في نواحي مختلفة ذات أهمية كبيرة، ومنها على سبيل المثال لا الحصر: الدراسات النفطية، المنجمية والتعدينية، الهندسية والإنشائية، والدراسات الهيدروجيولوجية والهيدروجيولوجية. تهدف الدراسة إلى تحديد أثر التكتونيك على الوضع الهيدروجيولوجي لمنطقة الحوض الصباب وبحيرة التخزين، وإجراء مقارنة بين التصريف النوعي لآبار المراقبة الموزعة على منطقة الدراسة مع التباعد الوسطي للشقوق والعرض الوسطي للشق.

موقع وجيولوجية منطقة الدراسة: تقع منطقة السخابة في القسم الشمالي الغربي (الهامشي) من السطحة العربية ضمن السلسلة الساحلية يحدّها من الشرق الصدع المشرقي وانهدام الغاب، ومن الغرب البحر الأبيض المتوسط، وإلى الجنوب من السخابة بحوالي 3 كم ، نجد صدع السن ذا الاتجاه نحو الغرب ، و الشرق. أما سدّ السخابة فيقع على أطراف منطقة هضبية مائلة نحو الغرب ، الشكل (1). وتقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات:

25° 20' 35" . 58° 17'

20° 07' 36" . 00° 00' 36" E

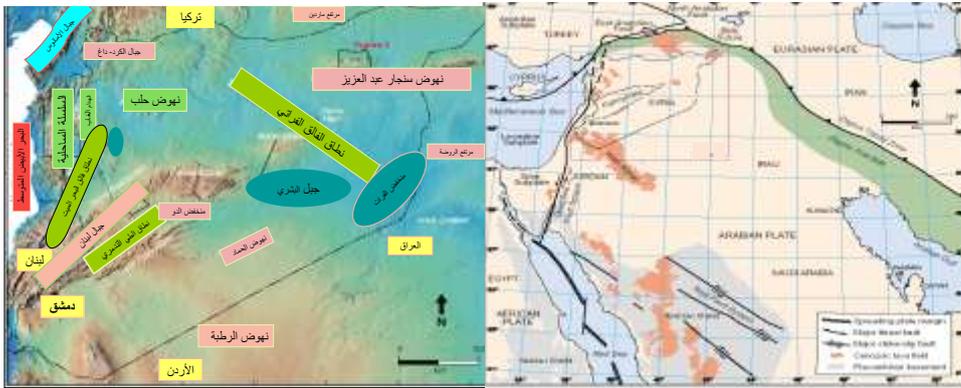
35° N



الشكل(1): موقع منطقة الدراسة ضمن رقعة القرداحة الجيولوجية بمقياس 1:50 000

الإطار التكتوني العام لمنطقة الدراسة:

تقع الصفيحة العربية بجوار تصادم قارة مع قارة ، حيث تقترب الصفيحة العربية من الصفيحة الأوراسية بمعدل 2 ± 18 مم/ سنة باتجاه شمال _ شمال غرب [18] . وإلى الشمال من الصفيحة العربية، يعمل صدع شمال الأناضول الميوسيني . البليوسيني اليميني، (بالإضافة إلى صدع جنوب الأناضول اليساري (Sinistral) على احتواء حركة الصفيحة الأناضولية التي تتجه نحو الغرب بسبب تقارب الصفيحتين العربية والأوراسية. [10] حدث انفصال الصفيحة العربية عن الصفيحة الإفريقية ، ودخولها في التصادم مع الصفيحة الأوراسية في السينوزوي (منذ نهاية الأوليغوسين)، [11,15,16]. الشكل (3)



الشكل (3) : الصفيحة العربية وحدودها [10] الشكل (2): الوحدات البنيوية في سورية

تميز التكتونيك في شمال غرب الصفيحة العربية للقسم الشمالي من (صدع البحر الميت، الصدع المشرقي) . منطقة انهزام الغاب بوجود طورين من التطور التكتوني (التشوهات الرئيسية)، يعودان إلى الميوسين والبليو . رباعي، وبينهما فترة من الراحة النسبية تعود إلى الميوسين العلوي [17].

تتألف سورية من عدة وحدات بنيوية، تطورت في فترات زمنية مختلفة منذ البرمو. ترياسي. يوضح الشكل (2) هذه الوحدات الرئيسية، وأهمها: السلسلة التدمرية (سلسلة الطي التدمري) في وسط سورية، حوض الفرات وجبل عبد العزيز في الشرق، نهوض حلب ، ومنطقة عفرين في الشمال، وفي الشمال الغربي السلسلة الساحلية والباير، البسيط، وفي الغرب صدع البحر الميت (حوض الغاب).

1. السلسلة الساحلية: Coastal Ranges

وهي عبارة عن طي غير متناظر محوره شمال - جنوب ،وميله نحو الغرب بشكل عام يحده من الشرق انهزام الغاب (الجزء الشمالي للصدع المشرقي). تتألف هذه السلسلة من رسوبيات من عمر الميزوزوي والسينوزوي. يحدّ هذه السلسلة من الشمال الغربي منخفض نهر الكبير الشمالي ومنطقة البايير . البسيط (منطقة البايير . البسيط) تتميز بوجود الغطاء الأفيوليتي المعتلي على الصفيحة العربية في الماستريخت [19] حيث يغطي الأفيوليت في الجنوب برسوبيات، تعود من عمر الماستريخت الأعلى حتى النيوجين [20].

يشكل الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة البايير. البسيط على تخوم حوض نهر الكبير الشمالي صدعاً تراكيبياً (نطاق اللانقية . كلس) [12] من عمر الميوسين الأسفل حسب العبدالله [9]، وتشير العلاقات الستراتيغرافية إلى أنّ

ارتفاع الجبال الساحلية هو جزء من تشوه القوس السوري الواسع (الطي الإنضغاطي على امتداد الشاطئ الشرقي للبحر المتوسط الذي حصل في الكريتاسي الأعلى والباليوجين) [10].

2. الصدع المشرقي وانهدام الغاب:

2.1 نطاق الصدع المشرقي: يشكل الصدع المشرقي نطاقاً ازاحياً نشيطاً يمتد من خليج العقبة في الجنوب حتى جبال طوروس في الشمال، الصدع بحركة ازاحية يسارية، بحيث تنقل الصفيحة العربية إلى الشمال نسبياً للصفيحة الإفريقية، ولقد تمّ تحديد الانزياح الكلي على الجزء الجنوبي من الصدع بنحو 107 km [13].

2.2 حوض (انهدام) الغاب: حوض الغاب هو حوض من أنموذج الشد الجانبي (Pull - apart) يتراوح طوله وسطياً 60 km، وعرضه وسطياً 15 km، يتوضع ضمن النطاق الشمالي للصدع المشرقي، يتميز برسوبيات قارية من عمر البليوسين الأعلى. رباعي. يقع بين نهوض حلب وسلسلة الجبال الساحلية. تتميز حدود هذا الحوض الغربية والشرقية بصدوع عادية ذات رميات كبيرة مع وجود مركبات ازاحية يسارية. ويتميز بأنه نشيط تكتونياً إلى الوقت الحالي. حسب العبدالله وآخرين [9,10].

تقع منطقة الدراسة (السخابة) في سلسلة الجبال الساحلية، ولقد وصف (Ponikarov) هذه السلسلة بأنها سلسلة ساحلية قوسية يحدها الصدع السوري اللبناني من الشرق، رأس البسيط، وحوض نهر الكبير من الشمال، والبحر المتوسط من الغرب. [3, 4, 20]. وبشكل أدقّ تقع منطقة الدراسة على الطرف الجنوبي من الكتلة الشمالية لرقعة القرداحة، وقد نتج عن الحركات التكتونية في المنطقة صدوع تبدي حركة انزلاق، إذ يتراوح إجمالي الحركة التامة المقاسة على مستوى الصدع (رمية الصدع) ما بين (4-80) m. [14]. يتصف قطاع بحيرة السخابة المشكلة من مجري بيت ياشوط و جويب ياشوط بوضع تكتوني معقد جداً، ويحدد بوجود منظومتين من التقاطعات شمالية شرقية، وجنوبية غربية. حيث تشكل مجرى نهر بيت ياشوط نتيجة الصدع المشرقي والصدوع المرافقة له، أما مجرى نهر الجويب فتشكل نتيجة صدع تكتوني مرتبط بالصدع المشرقي.

كما تأثرت منطقة الدراسة بقربها من صدع نبع السن، باتجاه الضغط والاجهاد المسيطر، وهو باتجاه الشرق مع دوران نحو الشمال الذي نتج عنه صدوع انزاحية يسارية عادية غالباً. وهكذا يمكن تقسيم منطقة السخابة إلى ثلاث كتل هي: كتلة شمالية (نسبة إلى نهر بيت ياشوط)، وكتلة جنوبية (نسبة إلى نهر جويب ياشوط)، وكتلة جسم السد. [2].

الستراتيغرافيا: نلاحظ في منطقة سدّ السخابة تطور الرسوبيات البحرية العائدة للكريتاسي الأعلى والباليوجين. كما توجد توضعات بحرية، تعود للنيوجين، وهي صخور كلسية مارلية بشكل عام، وتحتوي على بعض توضعات الكونغلوميرا. بالإضافة إلى توضعات رباعية قارية على شكل مصاطب نهريّة، و توضعات رباعية بحرية غرينية شائعة، وتوضعات سفوح جبلية، تتكون توضعات القمم من تناوبات كونغلوميرا وطي كما نجد قشرة تجوية. [3,20].

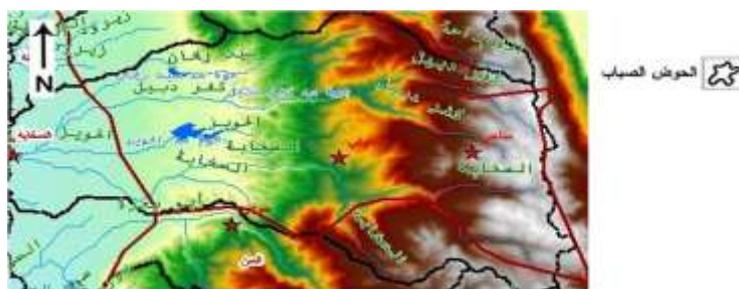
الظروف الطبيعية لمنطقة الدراسة والهطولات:

الحرارة: تتصف منطقة الحوض الصباب لنهر السخابة بمناخ متوسطي، صيفها حارّ ورطب، وشتاؤها ماطرٌ قليل البرودة. **الأمطار:** إن الحوض الصباب لمنطقة السخابة غنيّ بالأمطار، حيث إنّ أغلب هذه الأمطار تهطل خلال فصل الشتاء. كمية الهطول السنوية تتغير ضمن مجال واسع خلال الأعوام، كما هو موضح في الجدول (1)، وفق معطيات محطة السخابة المطرية. أما الهطول السنوي الوسطي فهو 805.17 mm. [8].

الجدول(1): يبين تغيرات الهطول المطري خلال الأعوام من (2002-2008) وفق معطيات محطة السخابة المطرية. [8]

العام	معدل الهطول السنوي mm	العام	معدل الهطول السنوي mm
2002	703.9	2006	873.19
2003	1186.8	2007	520.5
2004	733.1	2008	584.3
2005	1034.4		

الرطوبة النسبية: تبقى الرطوبة النسبية للهواء ضمن منطقة الحوض حول معدلاتها (68 . 75) % طول الفصل الحار، وأقل بكثير خلال بقية العام. يغلب على الرياح الاتجاه الشمالي الشرقي خلال الفصل البارد، وهو السائد، والمعدل الوسطي لسرعة الرياح يعادل 4.2 m/sec. أما التبخر اليومي من السطح المائي، وفق معطيات مراكز الرصد في حوض الساحل فيعادل (0.2-0.4) cm/day [8].



الشكل (4): حدود الحوض الصباب للسخابة

الحوض الصباب لمنطقة الدراسة: يعكس الحوض الصباب في منطقة الدراسة ديمومة نظام الجريان الجوفي والسطحي الذي يتبع لمساحتها، ولكمية الهطل المطري فيها [6]. حيث يبين الشكل (4)، حدود الحوض الصباب لمنطقة الدراسة.

الوضع الهيدروجيولوجي العام:

يرتبط توزيع المياه الجوفية في سورية بالشروط المناخية المحلية أولاً وبوجود الصخور الخازنة للمياه الجوفية ثانياً، وللأمطار دور كبير في تغذيتها، كما تؤدي الأنهار دوراً كبيراً في زيادة التغذية على طول خطوط جريانها بشكل عام [5]. عموماً توجد المياه الجوفية في سورية في طبقات مختلفة، وعلى أعماق متفاوتة، تكون الطبقة المائية إما مستمرة متماسكة على مساحات واسعة، أو منقطعة على شكل جيوب، أو عدسات رقيقة. ولعل الطبقة القريبة من سطح الأرض ذات التأثير المباشر على هيدروجيولوجية المنطقة هي الطبقة التي تغذي الآبار والينابيع تتأثر بشكل

مباشر بالأمطار السنوية التي هي المصدر الأساسي لتغذية المياه الجوفية. حيث كمية المياه الجوفية تكون على الغالب تقديرية، و يتبع في حسابها الطرائق الجيولوجية الهيدروليكية والهيدروديناميكية [7].

وفيما يخص الظروف الهيدروجيولوجية لمنطقة الدراسة : يتصف نهر السخابة بجريان متقطع موسمي، وتحتوي الصخور الكربوناتية على المياه الجوفية التي تتعلق بكمية الهائل السنوي. يتراوح عمق تواضع منسوب المياه الجوفية على الجانب الأيمن لموقع السد ما بين (105.7 . 110.3) m ، بينما على الجانب الأيسر وقرب مجرى النهر مباشرة ، فيكون ما بين (105.4 . 105.7) m فوق سطح البحر. أما في منطقة المجرى فيقع عمق تواضع منسوب المياه الجوفية على عمق متر واحد تقريباً. وعليه تكون تغذية نهر السخابة بالمياه جوفية في هذه المنطقة لقلّة عمق تواضع المنسوب. [14,13].

بنية الحوامل المائية: استناداً إلى تجارب نفاذية الماء، ومراقبة مناسيب المياه الجوفية وبمأن البنية الجيولوجية للمنطقة المدروسة تتصف بعدم تجانس كبير وبتشوه تكتوني، فإن مجموعة الحوامل المائية للكريتاسي الأعلى يمكن تقسيمها شرطياً إلى مستويين مرتبطين هيدروليكياً فيما بينهما. [14,13].

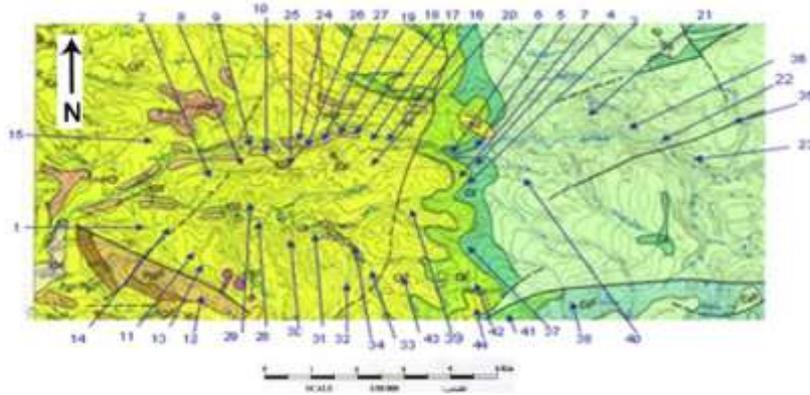
المستوي الأول: مستوٍ حامل للماء حر لمنطقة خارجية المنشأ ، وهي مجوّاة ويحصل فيها التفريغ بسماكة وسطية 30 m. ويسمى بمجموعة الحامل المائي الأعلى، يوجد في الصخور الرسوبية للماستريخت . منطقة تغذية هذا الحامل هي منطقة انتشاره ومصدر تغذيته هو مياه الأمطار، (إضافة لتغذية الحامل المائي الأعمق منه). أما تفرغها فيكون في وادي نهر بيت ياشوط والجويب ، وضمن الطبقات الواقعة أعمق منهما على الرغم من أنّ الجهة المسيطرة هي باتجاه البحر المتوسط. تتمثل هذه التوضعات الحاملة للماء عادةً بطبقة صخرية مؤلفة من حجر كلسي مع تداخلات مارلية.

المستوي الثاني: يسمّى بمجموعة الحامل المائي الأدنى، وهو شبه ارتوازي ، (وفي بعض المواقع يكون ارتوازياً)، مستوياً حاملاً للمياه بسماكة (150 . 200) m، يوجد في الصخور الرسوبية للسينومان . تورون ، وهي صخور كلسية مشققة تعرضت للكارست. [14,13].

التغذية الأساسية لمجموعة الحامل المائي سينومان - تورون تقع خارج حدود الخزان (ذيل البحيرة)، وإلى الشرق منه، إضافة للتغذية من المياه الجارية في نهر بيت ياشوط ، ومن المياه الجوفية للحامل المائي (الماستريخت). أما تصريف هذا الحامل المائي فيمكن أن يتفرغ في منطقة الصدع المحلي شبه العرضي الاتجاه (بنابيع بانياس والسن)، وفي البحر المتوسط، أو يتفرغ على شكل بنابيع صاعدة (فواره) ، وذلك عند وضع المنسوب الأعظمي للمياه في نهر بيت ياشوط.

طرائق البحث ومواده:

تطلب إنجاز العمل الحقلّي القيام بـ (13) جولة حقلية ضمن موقع الدراسة، تمّ خلالها اختيار (44) محطة موزعة حددت مواقعها على خريطة أساس (Base map) - الشكل (5)، علماً أنّ القياسات التكتونية أخذت على التكتشفات السطحية فقط.



الشكل(5): يبين مواقع المحطات المقاسة حسب الإحداثيات المأخوذة لكل محطة (الباحث)

عرض نتائج العمل الحقلّي: أخذت قراءات الوضعية الفراغية- سمت الميل (Dip) ، وسمت الاتجاه (Strike)، وزاوية الميل (Dip angle) - للعناصر المستوية لكل من مستويات الكسور (شقوق، عروق)، وذلك باستخدام البوصلة الجيولوجية أنموذج (Clare)، ومن ثم تسجيلها في دفتر العمل الحقلّي. والتي استخدمت لاحقاً لانجاز ورده الاتجاه العامة للشقوق والصدوع باستخدام برنامج Rozeta-en الخاص بوردات (180) درجة، إضافة لأخذ إحداثيات الموقع والارتفاع باستخدام جهاز G.P.S ، وقياس سطح التطبيق و تسجيل لمواقع العمل وإحداثياتها ، و تدوين الملاحظات التي يمكن استخلاصها من الموقع مباشرة مع التوثيق بالصور الفوتوغرافية، مع مراعاة الصفات الليتولوجية للمحطات المدروسة التي تم مشاهدتها حقلياً، وهي كالآتي:

1. صخور كلسية قاسية ذات تطبق واضح وألوان رمادية فاتحة ، وذلك لتعرضها لعمليات الدلمنة ومارل وأحجار كلسية مارلية تحوي على طبقات كلسية تأخذ شكل الجدران، وخاصةً في الصخور التابعة للألبان ، (وذلك في المحطة 44,41). والسينومان (محطة 21, 22, 23, 35, 36, 38, 40) ، وتصبح ألوانها أقرب إلى اللون الأبيض في صخور التورون (محطة 3, 4, 5, 6, 37). والماستريخت الأسفل (محطة 25, 26, 27, 37, 39, 1, 2, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24). وتمتاز صخور السينومان بوجود العقد الصوانية.

2. حجر كلسي ناعم الحبات حواري يبدأ بطبقة مارلية رقيقة عائد للكونياس . سانتون (السينون الأسفل)، وتتكشف هذه الصخور في المحطة 7.

3. صخور مارلية هشة رمادية اللون تعود للماستريخت (السينون الأعلى)، وتتكشف هذه الصخور في المحطات (14, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 42, 43).

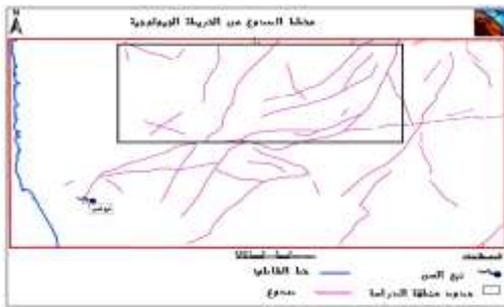
4. صخور كلسية غضارية جيدة التطبق، رمادية مصفرة تعود للبالوجين (مارل حواري وتداخلات من الحجر الكلسي-صوان). وتتكشف هذه الصخور في المحطة 12.

5. عروق حديدية وأكاسيد حديد ذات ألوان متدرجة من البني إلى الأصفر. وتتكشف هذه الصخور في المحطات (2, 11, 14, 15, 28).

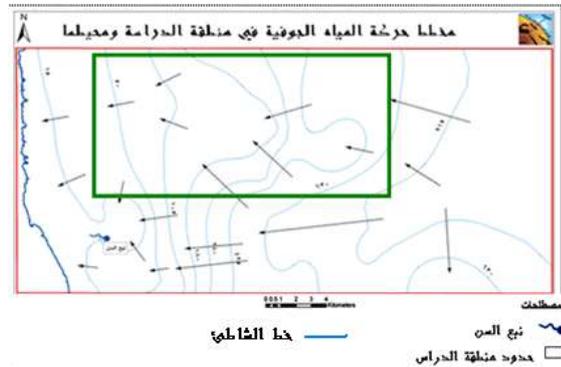
النتائج والمناقشة:

1 دراسة مخطط حركة المياه الجوفية:

تجري المياه في شبكة من الشقوق والصدوع مختلفة الاتجاهات، والميول لتصب في نبع السن، ونبع بانياس وفي البحر، [14]. هذه الحركة تتعلق بالخصائص الليتولوجية والتكتونية للطبقات الحاملة للمياه في منطقة الدراسة، إن اتجاه الجريان الجوفي لمنطقة الدراسة هو بشكل عام شرق غرب الشكل (6)، أما في الجزء الأوسط لمنطقة الدراسة فاتجاه الجريان الجوفي يصبح باتجاه جنوب . غرب وشمال . غرب ويتغير اتجاه الجريان الجوفي في الجزء الغربي لمنطقة الدراسة ليصبح جنوباً . غرباً. وبشكل عام الجريان الجوفي في المنطقة هو جريان مضطرب بسبب تطور المظاهر الكارستية ، وخصوصاً في توضع الكريتاسي، وأن التغيير في الاتجاه العام لحركة المياه يتأثر - أيضاً- بالتشكيلات الجيولوجية والصدوع المصابة بها ، حيث تتغير الحركة من حين لآخر، ومن اتجاه لآخر عند حدود نطاقات الصدوع والشقوق في عدة مواقع.(الباحث).



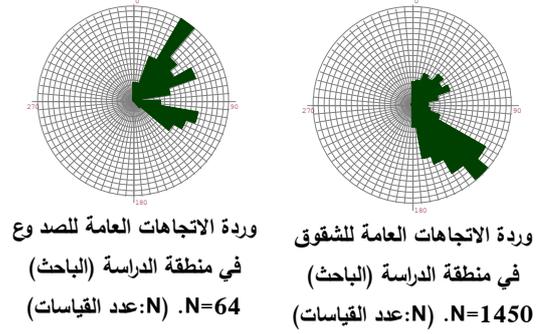
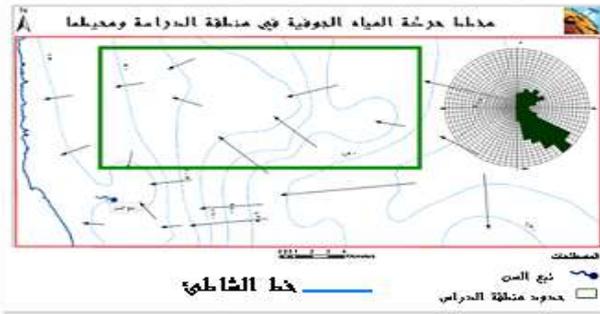
الشكل (7): مخطط الصدوع من الخرائط الجيولوجية لمنطقة الدراسة(المربع الداخلي)،



الشكل (6): مخطط حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة (المربع الداخلي) [6]

حيث تؤدي الصدوع والشقوق دوراً مهماً في نقل المياه الجوفية في منطقة الدراسة كما أن لها دوراً مهماً في تغيير اتجاه وحركة المياه الجوفية و السطحية في المنطقة. حيث تساعد الكثافة العالية والمتوسطة للصدوع المنتشرة في الجزء الشرقي، والجزء المركزي لمنطقة الدراسة الشكل(7)، وأيضاً الشقوقية العالية للتشكيلات في جعل هذه المناطق ذات أهمية كبيرة في تغذية المياه الجوفية. (أي تؤدي الصدوع دوراً مهماً في الوضع التكتوني في المنطقة ، الذي ينعكس بدوره على الوضع الهيدرولوجي والهيدرو جيولوجي وفق التشكيلات المتنوعة في منطقة الدراسة).

2 دراسة مقارنة اتجاهات الوردّة العامة للشقوق مع اتجاهات حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة:



الشكل (8): مقارنة اتجاهات الوردّة العامة للشقوق التي تقع إلى يمين المربع الداخلي (الباحث) مع اتجاهات حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة (المربع الداخلي) [6]

من مقارنة اتجاهات الوردّة العامة للشقوق البالغ عدد قياساتها (1450) قياساً، و تقع إلى يمين المربع الداخلي (الباحث) مع اتجاهات حركة المياه الجوفية في منطقة الدراسة (المربع الداخلي)، يتضح وجود توافق بين وردة اتجاهات الشقوق العامة للشقوق، واتجاهات حركة المياه الجوفية، فهي تتجه بشكل رئيس باتجاه جنوب شرق - شمال غرب وبشكل أقل باتجاه شمال شرق - جنوب غرب. والمتوافقة بدورها في الاتجاهين مع اتجاهات الصدوع في منطقة الدراسة، ولكن بشكل أكثر انتشاراً في الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب، وأقل انتشاراً في الاتجاه جنوب شرق - شمال غرب، وهي وردات اتجاه ذات الـ (180) درجة، كما هو موضح في الشكل (8).

3 تقدير الوارد السنوي والتسرب السنوي:

يتمّ تقدير الواردات السنوية المتوسطة الناتجة عن الهطول المطري التي تسهم في ملء خزان السدّ بالعلاقة الآتية: الوارد السنوي السطحي المتوسط = متوسط الهطول فوق الحوض × مساحة الحوض × عامل الجريان السنوي المتوسط [1]. على اعتبار أن: عامل الجريان السنوي هو (0.135)، مساحة الحوض الصباب /

$$276 / \text{Km}^2، \text{متوسط الهطول فوق الحوض هو} / 805.17 \text{ mm} [8]$$

$$W = 805.17 \times 10^{-3} \times 276 \times 10^6 \times 0.153 = 34 \times 10^6 \text{ M}^3$$

ولحساب الوارد السنوي باحتمالات مختلفة تمّ حساب قيمة عامل التغير (التسرب) CV، وفق علاقة تجريبية، وهي علاقة كريتسكي منكل [1] حيث تمّ تطبيقها كالاتي:

$$CV = \frac{0.83}{M_0^{0.27} \times F^{0.06}}$$

حيث إن: M_0 : معدل الجريان السنوي المتوسط $L/Sec/km^2$ ، F : مساحة الحوض الصباب Km^2

نحسب M_0 : ويساوي إلى حجم الجريان السنوي المتوسط / مساحة الحوض × أيام السنة × عدد الثواني في

اليوم، بالتطبيق يكون:

$$M_0 = \frac{34 \times 10^6 \times 10^3}{267 \times 365 \times 86400} = 3.90 \text{ L/Sec/km}^2$$

$$CV = \frac{0.83}{3.90^{0.27} \times 276^{0.06}} = 0.41$$

أما النفوذية: فتتصف رسوبيات الماستريخت الكلسية بشكل عام بقيم منخفضة النفوذية نسبياً مع العمق، فمثلاً لم يزد عامل الامتصاص النوعي عن (0.5-0.6) ل/د/م². فإن النفوذية تتصف بها منطقة التجوية الخارجية والمساوية وسطياً 30 م. [14]

وعليه من أجل معدل هطول سنوي وقدره (805.17) mm ، وذلك من عام 2002 إلى عام 2008، وعامل جريان سطحي للموقع المدروس قدره (0.135)، ومساحة حوض صباب للبحيرة وقدره (276) km² ، فإنه من المفترض أن يكون التخزين السنوي وفق المعطيات المذكورة ، هو بحدود (34 × 10⁶) m³. ولكن ونتيجة لتأثر المنطقة المدروسة بالتكتونيك والكارست ، ونسبة الرشح العالية التي تتجاوز الـ 40% أحياناً إلى المستويات العميقة، فإن كمية المياه المتجمعة في البحيرة لم تتجاوز (8) مليون متر مكعب مع الوارد الجوفي في أحسن الحالات ، وحيث القدرة التخزينية للسد هي حوالي 55.3 مليون متر مكعب. ومنه نستنتج وجود أثر كبير وواضح للتكتونيك في منطقة بحيرة سد السخابية. (الباحث).

4 مواصفات الشقوق العامة في منطقة الدراسة:

أظهرت دراسة مواصفات الشقوق بشكل إجمالي الكثير من النقاط وهي:

_ تراوح التباعد الوسطي بين الشقوق في المحطات المدروسة من 15 cm (أقل قيمة) - 80 cm (أكبر قيمة) ، وذلك كما هو ملاحظ من الجدول (2). (الباحث)

_ أما من ناحية عرض الشق، فقد كانت الشقوق أحياناً متلاصقة الحواف ، أو مفتوحة بعرض 1 mm (أقل قيمة) إلى 30 cm (أكبر قيمة). ، إلا أنه يلاحظ وجود أقماع يصل عرضها 1.25 m ، إذ إن عوامل التعرية المائية تؤدي دورها في توسيع هذه الشقوق. جدول (2). (الباحث)

_ معامل التشقق والنتاج عن قسمة عدد الشقوق على الطول المأخوذة به وهو الـ 5m ، تراوح بين (1.2 - 8). جدول (2). (الباحث).

_ توجد الشقوق في منطقة الدراسة بكثرة ، ويمتاز بعضها بأن له امتدادات كبيرة نسبياً. وطولاً يختلف من شق إلى آخر ، حيث يصل في بعض الأحيان إلى عشرات الأمتار ، وهذه الشقوق من النوع المفتوح عموماً. هذا وتختلف ميول سطوح هذه الشقوق تبعاً لعدة عوامل منها: ميول الطبقات ، نوعية الصخور ، شدة القوى المؤثرة على هذه الصخور. وبشكل عام يتراوح مقدار ميل هذه الشقوق بين (70-90) ، وغالباً ما تكون (85). أما كثافة الشقوق فتختلف في 5m من موقع إلى آخر، ويتأثر بها مباشرة دليل متانة الصخر. (الباحث).

جدول (2): يوضح رقم المحطة وعدد الشقوق في 5m والتباعد الوسطي بينها وعرض الشق ومعامل التشقق لكل محطة ضمن كل عمر (الباحث)

المحطة	عدد الشقوق n في 5m	التباعد الوسطي بين الشقوق	عرض الشق	معامل التشقق k = n/l	العمر الزمني	المحطة	عدد الشقوق في 5m	التباعد الوسطي بين الشقوق	عرض الشق	معامل التشقق k	العمر الزمني
41	18	17cm	1mm-40cm	3.6	أبسيان-أبيان K ₃	14	12	40cm	2-10cm	2.4	ماستريخت
44	6	80cm	1mm-10cm	1.2		15	15	20cm	2-10cm	3	ت
38	40	15cm	1-2mm	8	سينومان K ₄ ^s	16	25	20cm	1mm	5	(سينون أعلى)
21	25	20cm	2cm	5	سينومان K ₄ ^B	17	32	15cm	2.5cm وأحياناً مملوءة	6.4	

5.6	3-5cm	16cm	28	18		4	3mm-1cm	25cm	20	22
5	1-2mm	20cm	25	19		4.4	1cm	17cm	22	23
6.4	1cm	15cm	32	20		3.8	1-3mm 1.25m قمع	23cm	19	35
5	متلاصقة الحواف	20cm	25	24		1.8	5-20cm	55cm	9	36
4	متلاصقة الحواف	25cm	20	25		4	1mm-3cm	25cm	20	40
2.8	متلاصقة الحواف	35cm	14	26	سينومان أعلى K_4^B _ تورون K_5	2.8	3mm مملوء بالكالسيت 2-4cm مفتوح	35cm	14	4
2	25-30cm	50cm	10	27	تورون K_5 - سانتون K_6^1	2.4	1-3mm مملوء 5-10cm مفتوح	40cm	12	3
1.6	غير مفتوحة	60cm	8	28	تورون K_5	3.8	3mm-1cm	25cm	19	5
				29		4.8	2mm	20cm	24	6
1.6	2mm-2cm	60cm	8	30		1.2	2-10cm	40cm	6	37
1.6	1mm-2cm	60cm	8	31	(كونياس-سانتون- كامبان) K_6^1 (سينون أسفل)	5.2	>2mm 30cm وسطياً مفتوح	20cm	26	7
1.8	0.5-3cm	55cm	9	32	ماستريخت K_6^2 (سينون أعلى)	2	1mm	50cm	10	1
2.8	3mm-5 cm	35cm	14	33		3.2	1.5mm	30cm	16	2
2.4	3mm-15cm	40cm	12	34		5	2mm	20cm	25	8
3	2mm 3-15cm	35cm	15	39		3.4	2mm 10-20cm	30cm	17	9
4	1mm-6cm	25cm	20	42		5	5mm	20cm	25	10
2	1mm-2cm	50cm	10	43		2.8	1-2cm	35cm	14	11
باليوسيد ن P	1.4	10cm	70cm	7	12	2.8	2mm	35cm	14	13

وعليه نستنتج من الجدول أنّ انخفاض معامل التشقق K يعني انخفاض عدد الشقوق على امتداد المسافة المقاسة، وازدياد لدرجة التباعد بين الشقوق. أما ازدياد معامل التشقق فيعني ازدياد تشقق الصخر وانخفاض لدرجة التباعد. نميز في الصخور بشكل عام بين صخور مصمتة، ومسامية ومتشققة، وعليه تصنف صخور منطقة الدراسة حسب قيمة هذا المعامل ضمن الصخور المشققة إلى عالية الشقوقية، أي بشكل آخر (مشققة مملوءة برسويات لاحقة، أو مفتوحة أو على شكل أقماع نتيجة توسع الشقوق المفتوحة في بعض الأحيان). (الباحث).

5 دراسة العلاقة بين منسوب البحيرة في بيت باشوط، ومنسوب المياه الجوفية في الآبار البيزومترية مع

الهطول المطري:

جمعت نتائج المراقبة والقياس لمناسيب المياه الجوفية لعدد كبير من السور الاستكشافية المنفذة على امتداد مساحة بحيرة التخزين لسد السخابة خلال فترة زمنية تمتد ما بين عام (2003-2008) بغرض مراقبة حركة المياه الجوفية، ومدى تأثير الوضع الجيولوجي التكتوني للمنطقة المدروسة على حركة المياه السطحية باتجاه الأعماق. وبناءً على ذلك تمّ تمثيل قيم تغيرات مناسيب المياه الجوفية في الآبار الاستكشافية المنفذة على امتداد بحيرة تخزين سدّ السخابة جميعها بشكل بياني، حيث تمّ اختيار الآبار التي ظهرت فيها تغيرات ملحوظة بشكل واضح

في مناسيب المياه الجوفية ، كما هو مبين في الجدول (3). لنستنتج أنها تعكس حالة تكتونية مميزة ، وأنها تقع ضمن تشكيلة جيولوجية مميزة بشقوقيتها العالية التي تسهل حركة المياه السطحية باتجاه الجوف.

الجدول(3): يبين السبور التي أظهرت تغيرات واضحة في مناسيب المياه الجوفية في كل عام خلال الفترة المدروسة (2003-2008) ، [8].

2008	2007	2006	2005	2004	2003	العام رقم السبر
H13	H16	H2	H1	H2	H2	
H16	H17	H16	H2	H12	H22	
H17	H22	H17	H12	H40	H16	
H22	H40	H22	H14	H41	H17	
H25	H41	H40	H16	H43	H40	
H27		H41	H17	B2	H41	
H29		H47	H21		H43	
H38			H22		H47	
H41			H40			
			H42			
			H43			

ثم تم اختيار نماذج من تلك السبور التي أظهرت تغيرات متفاوتة ومستمرة على امتداد الفترة المذكورة أعلاه (2008-2003). ونوضح في الجدول (4) تلك الآبار والحدّ الأعظمي والأصغري الذي وصل إليه منسوب المياه الجوفية، وكذلك مجال التغيرات فيها لكل عام على حدة الشكل (9).

الجدول (4): يظهر السبور التي تتضمن وجود تغيرات متفاوتة ومستمرة (الحدّ الأعظمي والأصغري لمنسوب المياه الجوفية) في كل عام على امتداد الفترة المدروسة (2008-2003) لشهري شباط وتشرين الأول من كل عام هيدرولوجي على التوالي، [8].

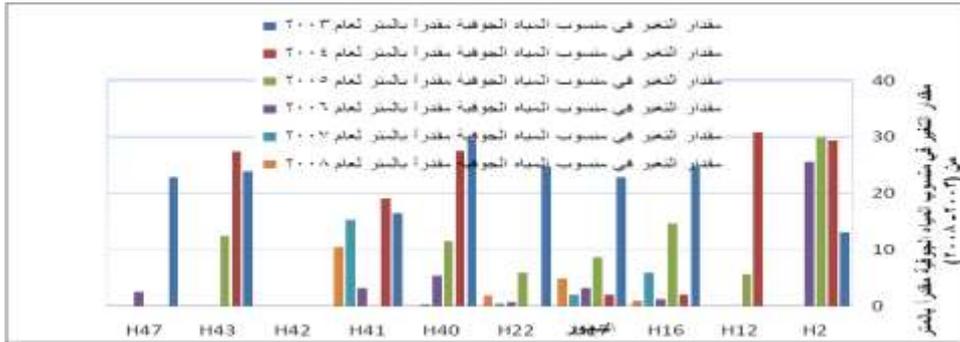
الحدّ الأعظمي والأصغري لمنسوب المياه الجوفية لعام						
العام						السبر
2008	2007	2006	2005	2004	2003	
-	-	113.86 88.31	132.99 103.05	122.99 93.69	129.95 116.84	H2
-	-	-	105.78 100.09	129.58 98.83	-	H12
131.12 130.08	122.19 116.26	128.40 127.04	131.44 116.78	114.56 112.52	134.77 110.02	H16
142.14	139.19	138.56	144.38	133.31	153.35	H17

137.20	137.16	135.32	135.66	131.24	130.46	
119.61	114.21	114.73	119.39	-	137.64	H22
117.66	113.66	113.97	113.36		112.81	
-	101.19	105.10	111.20	139.69	129.01	H40
	100.83	99.69	99.66	112.11	99.56	
129.77	128.54	121.67	-	132.72	129.62	H41
119.26	113.27	118.44		113.57	113.07	
-	-	-	97.20	-	-	H42
			97.16			
-	-	-	100.73	131.60	123.74	H43
			88.20	104.16	99.79	
-	-	174.54	-	-	168.30	H47
		171.92			145.44	

أيضاً تمّ حساب مقدار التغيير في منسوب المياه الجوفية مقدراً بالمتراً لكل عام من الفترة الزمنية (2003-2008) كما في الجدول (5).

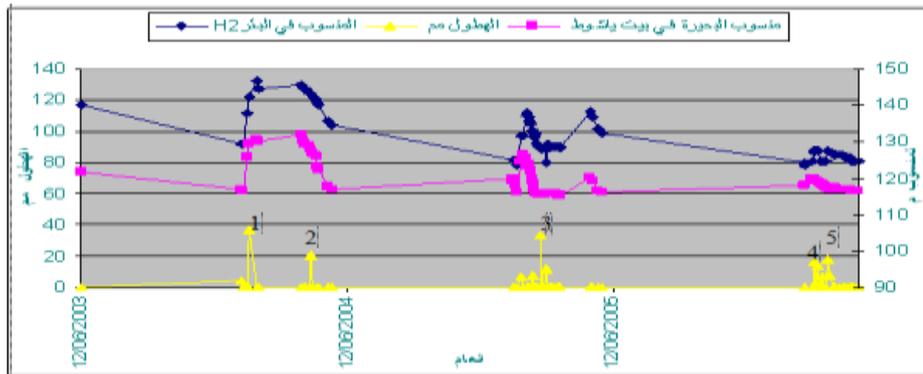
الجدول (5) يبين مقادير التغيير في منسوب المياه الجوفية مقدراً بالمتراً وذلك على امتداد الفترة المدروسة (2003-2008)، (الباحث).

مقدار التغيير في منسوب المياه الجوفية مقدراً بالمتراً لعام						رقم السبر
2008	2007	2006	2005	2004	2003	
-	-	25.55	29.94	29.3	13.11	H2
-	-	-	5.69	30.75	-	H12
1.04	5.93	1.36	14.66	2.04	24.75	H16
4.94	2.03	3.24	8.72	2.07	22.89	H17
1.95	0.55	0.76	6.03	-	24.83	H22
-	0.36	5.41	11.54	27.58	29.45	H40
10.51	15.27	3.23	-	19.15	16.55	H41
-	-	-	0.04	-	-	H42
-	-	-	12.53	27.44	23.95	H43
-	-	2.62	-	-	22.86	H47



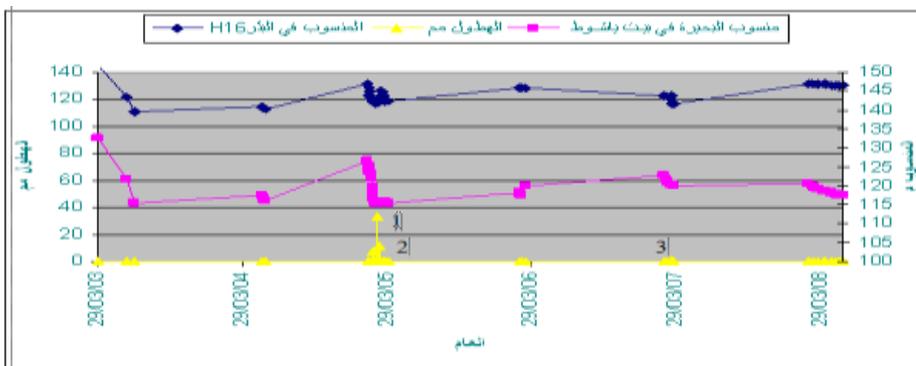
الشكل (9): بين مقادير التغير في منسوب المياه الجوفية مقدراً بالمتراً وذلك على امتداد الفترة المدروسة (2003-2008)، (الباحث).

ومن ثم تم ربط تغيرات مناسيب المياه الجوفية مع تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط بدلالة الهطول المطري، وذلك من خلال مخططات تبين علاقة هذه التغيرات بعضها مع بعض. يبين الشكل (10) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



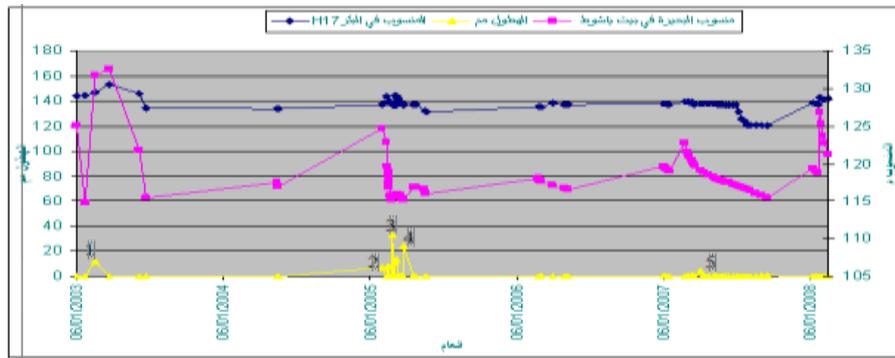
الشكل (10) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H2 مع الهطول المطري (الباحث)

كما يبين الشكل (11) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



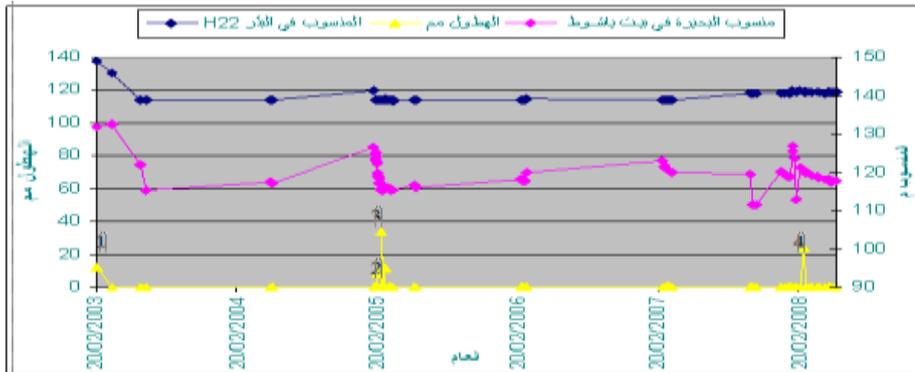
الشكل (11) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H16 مع الهطول المطري (الباحث)

ويبين الشكل (12) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



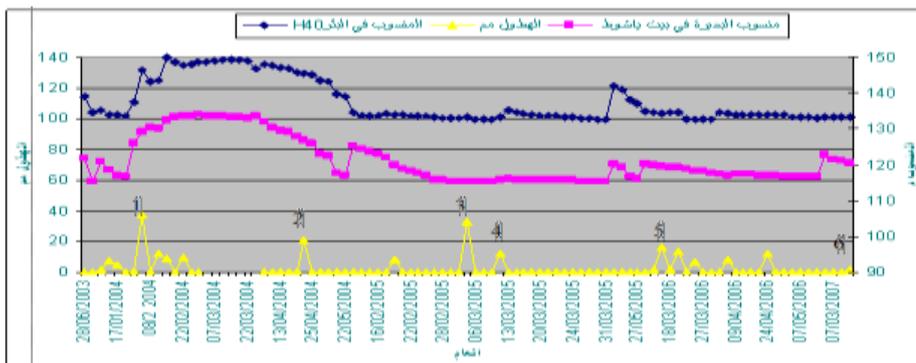
الشكل (12) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H17 مع الهطول المطري (الباحث)

والشكل (13) يبين انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



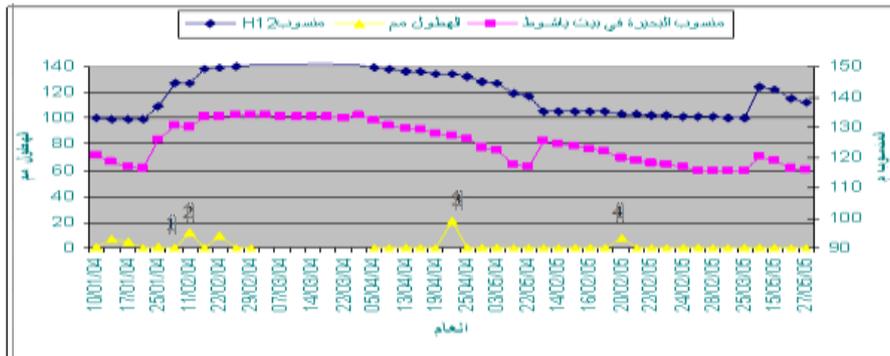
الشكل (13) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H22 مع الهطول المطري (الباحث)

ويبين الشكل (14) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



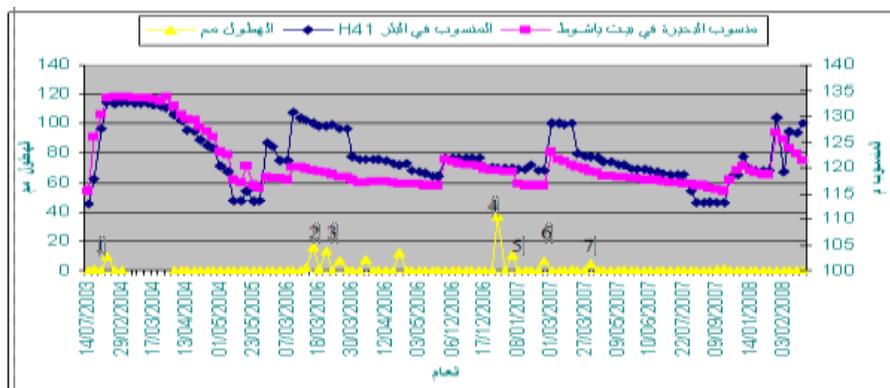
الشكل (14) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H40 مع الهطول المطري (الباحث)

يبين الشكل (15) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



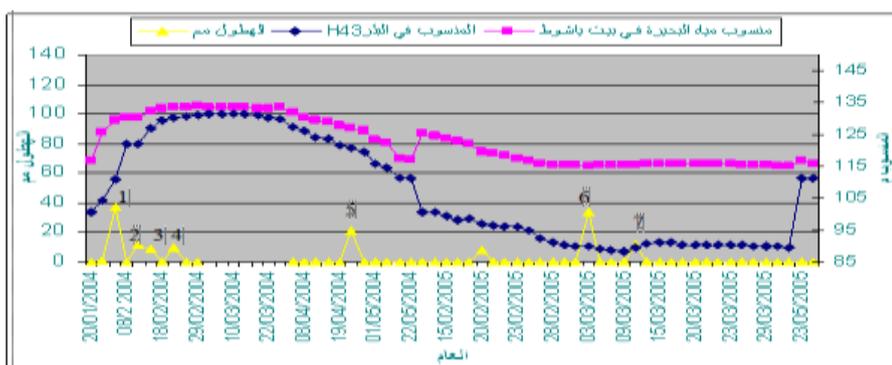
الشكل (15) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H12 مع الهطول المطري (الباحث)

يبين الشكل (16) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



الشكل (16) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H41 مع الهطول المطري (الباحث)

ويبين الشكل (17) انسجام وتساير واضح بين منسوب المياه في البحيرة والبنر مع الهطولات المطرية.



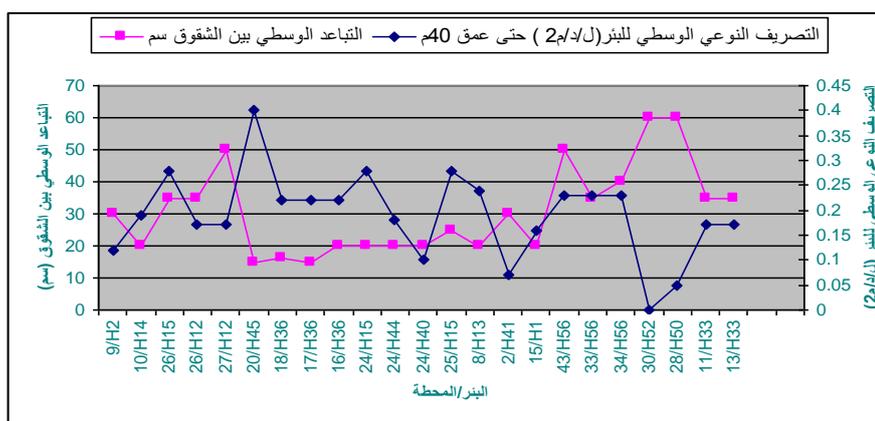
الشكل (17) مقارنة تغيرات منسوب المياه في بحيرة بيت ياشوط مع المنسوب في البئر H43 مع الهطول المطري (الباحث)

نجد من خلال الأمثلة السابقة (الأشكال من 10 إلى 17)، وجود انسجام لكثافة التشقق مع كمية المياه المتسربة التي تعكس النفوذية العالية العائدة للتسرب من مياه البحيرة، حيث يمكن القول إن: تغذية الآبار من منسوب البحيرة، وأن أكبر نسبة للتسرب تقابل أكبر كثافة للتشقق، (احتمال صدع تكتوني أساسي، نطاق زحزحة، تشقق).

6 العلاقة بين التصريف النوعي للبيئر مقدرًا بـ (ل/د/م²) حتى عمق 40m والتباعد الوسطي بين

الشقوق مقدرًا بـ cm

تمّ حساب التصريف النوعي للبيئر لكل بئر على حدة مقدرًا بـ (ل/د/م²) ، حتى عمق 40 m ، حيث القيم المقاسة ضمن البيئر الواحد على مسافات متساوية كل 5 m ، وذلك لعدد كافٍ من الآبار الموجودة في منطقة الدراسة، على امتداد الفترة المدروسة (2003-2008) لشهري شباط وتشرين الأول من كل عام هيدروجيولوجي على التوالي، [7]. حيث تم اختيار الآبار ذات الصلة والقريبة من محطات القياس لحساب التصريف النوعي لهذه الآبار، وربطه بالتباعد الوسطي بين الشقوق مقدرًا بـ cm لكل محطة قياس قريبة من البيئر المجاور، كما يظهر الجدول (6)، حيث تمّ تمثيل هذه العلاقة بينهما ، كما هو موضح في الشكل (18).



الشكل (18) مقارنة تغيرات قيم التصريف النوعي للبيئر مقدرًا بـ (ل/د/م²) حتى عمق 40 m وقيم التباعد الوسطي بين الشقوق مقدرًا بـ cm (الباحث)

جدول (6) يبين مقارنة بين قيم التصريف النوعي للبيئر مقدرًا بـ (ل/د/م²) حتى عمق 40 m وقيم التباعد الوسطي بين الشقوق مقدرًا بـ cm (الباحث).

التباعد الوسطي بين الشقوق cm	التصريف النوعي للبيئر (ل/د/م ²) حتى عمق 40 m	البئر/المحطة	التباعد الوسطي بين الشقوق cm	التصريف النوعي للبيئر (ل/د/م ²) حتى عمق 40 m	البئر/المحطة
25	0.28	25/H15	30	0.12	9/H2
20	0.24	8/H13	20	0.19	10/H14
30	0.07	2/H41	35	0.28	26/H15
20	0.16	15/H1	35	0.17	26/H12
50	0.23	43/H56	50	0.17	27/H12
35	0.23	33/H56	15	0.4	20/H45
40	0.23	34/H56	16	0.22	18/H36
60	>0.01	30/H52	15	0.22	17/H36
60	0.05	28/H50	20	0.22	16/H36
35	0.17	11/H33	20	0.28	24/H15

35	0.17	13/H33	20	0.18	24/H44
			20	0.1	24/H40

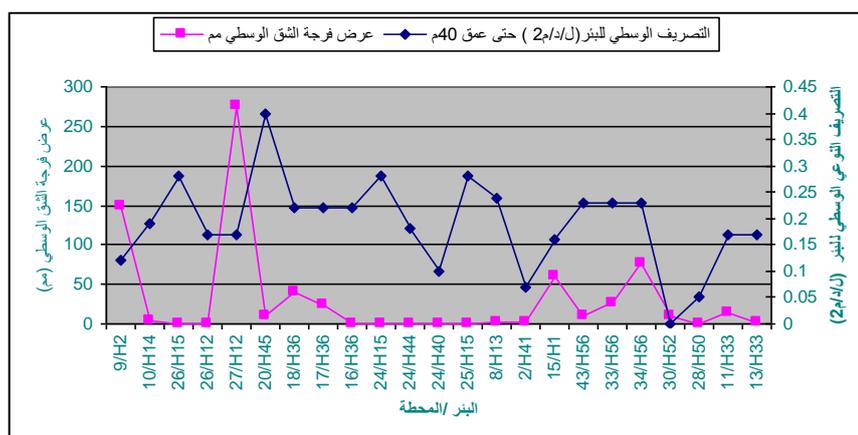
مثلاً: المحطة 9 قريبة من البئر H_2 ، حيث إن التصريف النوعي الوسطي هو $0.12 (ل/د/م^2)$ ، والتباعد الوسطي بين الشقوق في المحطة 9 هو 30cm ، وهكذا.

يظهر الشكل (18) أنّ التصريف النوعي الوسطي صغير في البئر H_{50} ، وأن التباعد الوسطي بين الشقوق في المحطة 28 والقريبة منه كبير. وأنّ التصريف النوعي الوسطي صغير في البئر H_{52} ، وأنّ التباعد الوسطي بين الشقوق في المحطة 30 والقريبة منه كبير. وأنّ التصريف النوعي الوسطي صغير في البئر H_{12} ، يرافقه تباعد وسطي كبير بين الشقوق في المحطة 27. وكذلك التصريف النوعي الوسطي صغير في البئر H_{41} ، يرافقه تباعد وسطي كبير بين الشقوق في المحطة 2. وأنّ التصريف النوعي الوسطي كبير في البئر H_{45} ، يرافقه تباعد وسطي بين الشقوق في المحطة 20 صغير ، والتصريف النوعي الوسطي كبير في البئر H_{15} يرافقه تباعد وسطي بين الشقوق في المحطة 24 كبير، وهكذا...

مما سبق وبالمقارنة بين القيم نستنتج: أنّ التناسب العكسي بين التباعد بين الشقوق ، وبين التصريف يشكل دوراً يقارب الـ 30% للشقوق في تصريف المياه. و أنّ اعتماد التصريف الرئيس يتوقف على حجم المسامات في الصخر الخازن والنفوذية ، وكثافة التشقق ومعامل التشقق.

7 مناقشة العلاقة بين التصريف النوعي للبئر مقدراً بـ $(ل/د/م^2)$ حتى عمق 40 m وعرض فرجة الشق الوسطي مقدراً بـ mm

تم اختيار الآبار ذات الصلة والقريبة من محطات القياس نفسها ، وحساب التصريف النوعي الوسطي لها، وربطه هنا بعرض فرجة الشق مقدراً بـ mm لكل محطة قياس قريبة من البئر المجاور ، كما يبين الجدول (7)، وذلك على امتداد الفترة المدروسة (2003-2008) لشهري شباط وتشرين الأول من كل عام هيدرولوجي على التوالي، [7]. ، تم تمثيل هذه العلاقة بينهما ، كما هو موضح في الشكل (19). فمثلاً: المحطة 9 قريبة من البئر H_2 بحيث إن التصريف النوعي الوسطي هو $0.12 (ل/د/م^2)$ ، وعرض فرجة الشق الوسطي في المحطة 9 هو 150 mm ، وهكذا.



الشكل (19) مقارنة تغيرات قيم التصريف النوعي للبئر مقدراً بـ $(ل/د/م^2)$ حتى عمق 40 m وقيم عرض فرجة الشق الوسطي مقدراً بـ mm (الباحث)

جدول (7) يبين مقارنة بين قيم التصريف النوعي الوسطي للبيتر مقدراً بـ (ل/د/م²) حتى عمق 40 m و قيم عرض الشق الوسطي مقدراً بـ mm. (الباحث).

عرض الشق الوسطي mm	التصريف النوعي الوسطي للبيتر (ل/د/م ²) حتى عمق 40 m، للفترة الزمنية (2003-2008)	البيتر/المحطة
150	0.12	9/H2
5	0.19	10/H14
0	0.28	26/H15
0	0.17	26/H12
275	0.17	27/H12
10	0.4	20/H45
40	0.22	18/H36
25	0.22	17/H36
1	0.22	16/H36
0	0.28	24/H15
0	0.18	24/H44
0	0.1	24/H40
0	0.28	25/H15
2	0.24	8/H13
1.5	0.07	2/H41
60	0.16	15/H1
10.5	0.23	43/H56
26.5	0.23	33/H56
76.5	0.23	34/H56
11	>0.01	30/H52
0	0.05	28/H50
15	0.17	11/H33
2	0.17	13/H33

يظهر الشكل (18) أنّ التصريف النوعي الوسطي صغير في البيتر H₅₂ ، وأنّ عرض فرجة الشق الوسطي في المحطة 30 القريبة منه صغير. وأنّ التصريف النوعي الوسطي كبير في البيتر H₅₆ يرافقه عرض كبير لفرجة الشق الوسطي في المحطة 34. وأنّ التصريف النوعي الوسطي كبير في البيتر H₁ يرافقه عرض كبير لفرجة الشق الوسطي في المحطة 15. وأنّ التصريف النوعي الوسطي صغير في البيتر H₄₁ يرافقه عرض قليل لفرجة الشق الوسطي -

أيضاً - في المحطة 2. وأن التصريف النوعي الوسطي صغير في البئر H₄₀ يرافقه عرض صغير لفرجة الشق الوسطي في المحطة 24.

مما سبق وبالمقارنة بين القيم نستنتج: أن للتناسب الطردي بين عرض الشق والتصريف دوراً يقارب الـ 45% ، للشقوق في تصريف المياه. و أن اعتماد التصريف الرئيس يتوقف على حجم المسامات في الصخر الخازن والنفوذية، وكثافة التشقق ومعامل التشقق.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. أكدت الدراسة على أن انخفاض معامل التشقق k يعني انخفاض عدد الشقوق على امتداد المسافة المقاسة وازدياد لدرجة التباعد بين الشقوق. أما ازدياد معامل التشقق فيعني ازدياد تشقق الصخر وانخفاض لدرجة التباعد، كما هو معروف، و تم التأكد منها من خلال البحث.
2. وجود انسجام لكثافة التشقق مع كمية المياه المتسربة التي تعكس النفوذية العالية العائدة للتسرب من مياه البحيرة، حيث يمكن القول إن: تغذية الآبار من منسوب البحيرة ، وأن أكبر نسبة للتسرب تقابل أكبر كثافة للشقوق (احتمال صدع تكتوني أساسي . نطاق زح . تشقق).
3. وجود استجابة مباشرة بين الهطول المطري، ومنسوب المياه في البحيرة ، والمياه الجوفية في الآبار .
4. أوضحت المعطيات أن التخزين لم يتجاوز (8) مليون متر مكعب في أحسن الحالات. وبذلك يتضح أثر التكتونيك في منطقة بحيرة سد السخابية ، (حيث كان معدل الهطول السنوي بين عامي 2002 . 2008 هو 805.17 mm، ويفترض أن يكون التخزين السنوي وفقاً للمعطيات هو $34 \times 10^6 \text{ m}^3$).
5. وجود ارتباط هيدرو تكتوني تظهروه العلاقة بين التصريف النوعي للآبار في المنطقة المدروسة ، وخصائص الشقوقية (التباعد الوسطي والعرض الوسطي لفرجة الشق).
6. يشكل التناسب العكسي بين تباعد الشقوق والتصريف دوراً يقارب الـ 30% للشقوق في تصريف المياه.
7. يشكل التناسب الطردي بين عرض الشق والتصريف دوراً يقارب الـ 45% للشقوق في تصريف المياه.
8. يتوقف التصريف الرئيس على حجم الشقوق، ونوعها في الصخور، وعلى معامل التشقق.
9. نوصي بضرورة اتساع رقعة الدراسة شمالاً وجنوباً لإيضاح علاقة التشققات بالأحواض المائية المجاورة. إجراء دراسات جيوفيزيائية تفصيلية بهدف التعرف على التكهفات الكبيرة (تصل لأعماق 50m).
- . دراسة تأثير التكتونيك النشط في توضعات النيوجين والرباعي
- . دراسة تأثير الشروط الجيولوجية التكتونية على تشكل الهزات في منطقة الدراسة ، وتأثير الزلزالية على عدم استقرار حوض السخابية.

المراجع:

- 1 . العقد (1994/16)، دراسة مشروع سد بيت سورك. الشركة العامة للدراسات المائية_ فرع حلب، 1994.
- 2 . المنكرة الإيضاحية للخريطة الجيولوجية لمنطقة سد السخابية مقياس 1:50 000_ نوح وبني وآخرون_ المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية، 2006.

- 3 . المذكرة الإيضاحية لرقعة القرداحة مقياس 1:50 000_ رالف روسكي، جريس شلش، شابو يوسف، وآخرون ، طباعة ألمانيا . المؤسسة الشعبية هيرمان هاك، مؤسسة الخرائط الجغرافية والكارتوغرافية . كوتا . لايبغ،1978.
- 4 . المذكرة الإيضاحية لرقعة اللانقية مقياس 1:50 000_ جاك عجميان وآخرون، طباعة مديرية المسح والدراسات الجيولوجية بدمشق، الحقوق لصالح المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية،1997.
- 5 . حسين، كمال محي الدين، جيولوجية سورية/ الإقليمية 2 . منشورات جامعة دمشق،1998.
- 6 . دراسة استشعارية . هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث . الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بالتعاون مع الهيئة العامة للموارد المائية، دمشق،2008.
- 7 . عبد السلام، عادل، جغرافية سورية/ الإقليمية . القسم الأول، كلية الآداب، منشورات جامعة دمشق، 1982.
- 8 . مركز البيانات، مديرية الموارد المائية في اللاذقية، لعام 2008.
9. AL-ABDALLA, A., *Evolution Tectonique de la Plate-Forme Arabe en Syrie depuis le Mesozoique*. Thèse de Doctorat. de l'Université pierre et Marie Curie, Tectonique – Sciences de la Terre, Paris, 2008.
10. BREW, G., Barazangi, M., Al-Maleh, A. K, and Sawaf, T , *Tectonic and Geologic Evolution of Syria*. GeoArabia, v.6,n. 4, 2001.
11. BOSWORTH, W., Huchon, P., McClay, K.,*The Red Sea and Gulf of Aden Basins*. Journal of African Earth Sciences, 43, 3, 2005.
12. BLANCKENHORN, M.,*Grundzuge der geologie und physikalischen geographie vonnordsyrien . Eine geologisch-geographische Skizze*. Berlin, 1891.
13. CONTRACT 1/2002, *Report on Geological and Hydrogeological Studies and Mathematical Simulation of Seepage Losses (AL-Sakhaby Dam)*. “po sovintervod” ,Russia. General Directorate for Irrigation of the Costal Basin. Lattakia, 2002.
14. CONTRACT 33/2002, *Report on Geological and Hydrogeological investigations which objective to reveal the causes of heavy seepage in area AL-Sakhaby Dam*.“po sovintervod” ,Russia. General Directorate for Irrigation of the Costal Basin. Lattakia, 2002.
15. HEMPTON, M. R., *Structure and deformation of the Bitlis suture near Lake Hazar, southeastern Turkey*. Geological Society, 1985.
16. HEMPTON, M. R., *Constraints on Arabian plate montion and extensional history of the Red Sea*. Tectonics,1987.
17. MATAR, A., *Contribution a l' َetude sismotectonique de la syrie (alghab)*. thèse Doctorat, Universite Joseph Fourier , 1990.
18. McCLUSKY, S. et al., *Global Positioning System constraints on plate kinematicsand dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus*. Journal of Geophysical Research, v. 105,no. B3, 2000.
19. PARROT, J.F., *Assemblage ophiolitique du Baer-Bassit et termes effusifs de volcanosédimentaire*. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M, 72,1977.
20. PONIKAROV,V.,ShatskyV.,KazminV., Kulakov V. ,*the geological map of Syria*. scale 1:200 000, explanatory notes of sheets 1-36-XXIV, I- 37-XIX,v.o.Technoexport, Moscow USSR,Ministry of Industry, Syrian Arab Republic,1966..