

دراسة منظومة الشقوق في سد السخابية

د. فواز الأزكي*

د. عبد الكريم العبد الله**

خديجة عثمان***

(تاريخ الإيداع 15 / 7 / 2018. قَبْلَ للنشر في 29 / 10 / 2018)

□ ملخص □

بينت دراسة الشقوق في منطقة السخابية وجود اتجاهين من الشقوق، الرئيسة NW-SE وهي ذات منشأ شدي من عمر الكريتاسي الأعلى لا ترتبط منشئياً بالصدوع وهي من عمر أقدم من تشكل الصدوع الموجودة في منطقة الدراسة، وما يدعم المنشأ الشدي وجود الحشوات الكالسيتية في المرحلة الأولى من التشكل واتجاه ثانوي NE- SW من عمر الميوسين-بليوسين ذو منشأ شدي يتوافق مع تشكل الصدوع الموجودة في المنطقة وتحتوي بمعظمها قشرة حديدية رقيقة أو حتى تصبغات حديدية اللون وقد تكون غير مملوءة وذلك في المرحلة الثانية من التشكل .

الكلمات المفتاحية : الشقوق ، التكتونيك ، الصدوع ، سد السخابية

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

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

*** ماجستير - الجيوفيزياء - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Study of joints system at Skhaba dam region

Dr. Fawaz ALazke*
Dr. Abd ALkareem ALabed Allah**
Kadeja Osman***

(Received 15 / 7 / 2018. Accepted 29 / 10 / 2018)

□ ABSTRACT □

Joints study in Skhaba region shows the existence two joint directions, principal dominant NW-SE Joints from extension origin upper Cretaceous age, unrelated and older than faults in studied area statistically, the presence of Calcareous filling in the joints that is supported the extension origin in the first phase. Secondary NE-SW joints from Miocene-Pliocene in age, and from extension origin, related to the formation of faults, most of them contain thin iron crust in secondary phase.

Key words: Joints, faults, tectonic, Alskhaba dam

*Prof. Department of geology, Faculty of sciences, Tishreen university, Latakia, Syria

**Ass. Prof. Department of geology, Faculty of sciences, Tishreen university, Latakia, Syria

***Msater in geophysics, Faculty of sciences, Tishreen university, Latakia, Syria

مقدمة :

تعد الشقوق من أكثر البنيات التكرارية انتشاراً، و تصادف في جميع أنواع الصخور الرسوبية و الإندفاعية والمتحولة. وهي سطوح انقطاع في الجسم الصخري لا يلاحظ عندها حركة موازية لسطوحها. توجد الشقوق على شكل مجموعات أو جُمَل يعزى منشؤها إلى سبب تكتوني والذي يدرس في ضوء البنية الجيولوجية الحاوية عليها. تلعب الشقوق دوراً هاماً في الدراسات التكتونية لما لها من أهمية تطبيقية في الدراسات الجيولوجية والأعمال الجيوهندسية في مناطق السدود والمنشآت الكبيرة وأماكن الاستثمار المنجمي والمقلعي. كما تلعب الشقوق دوراً في حركة المياه الجوفية وتسرب المياه من أحواض السدود وكذلك في توجيه حركة وهجرة المواد النفطية. تعد منطقة سد السخابية من المناطق التي لم يوضع حلول لمسألة التسرب المائي في حوضها، وإن حل هذه المسألة يتطلب معرفة دقيقة ببنيتها وبشكل رئيس الشقوق التي نعتقد أن وجودها يلعب الدور الرئيس في عجز التخزين.

أهمية البحث وأهدافه:

إن الهدف من الدراسة يتجلى في النقاط التالية:

- 1- تحديد مجموعات الشقوق واتجاهها العام في بحيرة تخزين سد السخابية وفهم القوى التكتونية المسببة لها.
- 2- تفسير منشأ مجموعات الشقوق في إطار البنية التكتونية للمنطقة.
- 3- وربط الحركة التكتونية في المنطقة مع الحركات التكتونية الإقليمية لشمال غرب سوريا.

طرائق البحث ومواده:

تقوم خطة البحث على مجموعة من الأعمال الحقلية تهدف إلى:

- 1- توزيع محطات قياس تكتونية بشكل مكثف في منطقة سد السخابية.
 - 2- إجراء قياسات الوضعية الفراغية للشقوق في كل محطة متضمنة سمت اتجاه الشق وزاوية ميله باستخدام البوصلة الجيولوجية
 - 3- دراسة وفهم البنية الجيولوجية المحلية في كل محطة قياس كوجود طيات أو نطاقات صدعية.
- كما تقوم طريقة البحث أيضاً على مجموعة من الأعمال المكتبية التي تهدف إلى معالجة المعطيات باستخدام الحاسوب وتحليلها إحصائياً وتمثيلها على مخططات ستيريوغرافية تساهم في فهم وقراءة مجموعات الشقوق ووضعيتها الفراغية باستخدام برامج متخصصة (Vollmer, F.W., 2015) Orient 3,3 وبرنامج GIS 10.3 لرسم الخرائط التفصيلية الجيولوجية والليتولوجية وتحديد مواقع محطات القياس، وكذلك تم الاستفادة من تحليل المعطيات الجيولوجية المستقاة من أعمال إنشاء الخرائط الجيولوجية وتقارير المؤسسات والشركات المنفذة لسد السخابية في فهم جيولوجية ومشاكل المنطقة المدروسة.

الإطار الجيولوجي : تقع منطقة سد السخابية في شمال غرب سورية في محافظة اللاذقية ويحدها من الغرب حوض البحر الأبيض المتوسط ومن الجنوب صدع نهر السن ذو الاتجاه شرق-غرب، ويحدها من الشرق الصدع الشرقي وانهدام الغاب، يتراوح ميل الطبقات في المنطقة من الخفيف إلى المتوسط وهي باتجاه الغرب عموماً. اعتبرت بنية الساحلية من قبل عدة باحثين (Walley, 2001 ; Brew et al., 2001) كجزء من القوس السوري الكريتاسي - الباليوجيني ونهوض السلسلة كان في السيوزوي حسب (Gomez, et al., 2006). أما (Al Abdalla)

(2008) فأعتبر أن نهوض السلسلة الساحلية مرتبط بنشوء الصدع المشرقي في سوريا منذ الميوسين الأعلى-البليوسين الأسفل حيث أكد مقولة (Ponikarov, 1969). يعد الصدع المشرقي من أحد الأنظمة الإزاحية الكبيرة وهو نطاق نشط زلزالياً ذو اتجاه شمال - جنوب يمتد حوالي 1200 كم من خليج العقبة جنوباً وحتى جبال طوروس شمالاً الصدع بمقدار 0.5-1 مم/ سنة (Freund et al., 1970 ; Quennell, 1958, 1984, DeMets et al., 1994 ; Quennell, 1958, 1984, DeMets et al., 1994). إن حوض الغاب من نموذج بول-آبارت المرتبط بالحركة اليسارية للصدع المشرقي (Matar et Mascle, 1993 ; Kopp et al. 1999 ; Brew et al., 2001).

تعد المنطقة من الناحية الجيومورفولوجية منطقة تلالية متوسطة الارتفاعات تتخللها مجموعة من الوديان متوسطة العمق وعريضة نسبياً تحيط بمنقطة الدراسة من الشرق مناطق جبلية ومن الغرب مناطق سهلية تنتهي عند شاطئ البحر المتوسط (وبي، 2006). تتراوح المناسيب المطلقة المطلقة لتضاريس المنطقة ما بين (103-105) م (مجرى بيت ياشوط و الجويب عند محور السد) و حتى (200-220) م عند مرتفعات الفصل المائي إلى الشرق من منطقة الدراسة (العقد (2002/33) ، العقد (2002/1) سوفنترفود-روسيا) . تبلغ الهطولات المطرية معدلاً جيداً يصل لأكثر من 1000 مم سنوياً في منطقة السخابة وشرقها في المناطق الجبلية، هذا الوضع الجيومورفولوجي والمناخي مناسب لإنشاء بحيرة تخزين واسعة في منطقة السخابة بالقرب من التقاء وادي مجرى بيت ياشوط ومجرى جويب ياشوط للذان يشكلان أماكن جريان المياه الناتجة عن الهطولات المطرية شتاءً.

ستراتيغرافياً: تتكشف في منطقة بحيرة السد صخور تتراوح أعمارها من السينومانيان حتى الرباعي (Ponikarov 1966، 1978 Ruske - وبي 2006):

1- توضعات بحرية رسوبية تعود للكريتاسي العلوي (سينومانيان - تورونيان - كونياسيان سانتونيان كامبانيان و الماستريختيان أسفل - أعلى) حيث تتكشف توضعات الماستريختيان الأسفل في المجرى وعلى الكنف الأيمن لوادي بيت ياشوط وفي نهاية وادي الجويب، أما الماستريختيان العلوي نجد على الطرف الشمالي والشمالي الغربي المطلة على سد الحويز مؤلفة من المارل و الحجر الكلسي الغضاري

2- توضعات بحرية العائدة للنيوجين N2 تناوبات كونغولوميرا ، رمال ، سيلت وتتكشف في وادي بيت ياشوط
3- توضعات رباعية قارية على شكل مصاطب نهريّة، توضعات سفوح جبلية ، توضعات قمم الجبال تتألف من تناوبات كونغولوميرا و طمي و لحقيات.

قسم الماستريختيان في منطقة بحيرة تخزين سد السخابة إلى وحدات ليتولوجية (وبي، 2006) وهي:
- الوحدة الليتولوجية الأولى (h1): (وحدة الكلس الغضاري المسيلس): تتكشف هذه الوحدة في مجرى وادي بيت ياشوط ويبدأ اكتشافها شرق السد 650 م وتستمر حتى نهاية مجرى بيت ياشوط وتوجد على الكنف الأيمن شرق السد، كما تتكشف في نهاية مجرى جويب ياشوط (وهي تؤدي إلى تسريب المياه نحو الأسفل عبر الشقوق و الأقماع).
- الوحدة الليتولوجية الثانية (h2) : تتألف من تناوبات سميقة من المارل الكلسي البيتومي و الكلس الغضاري المسيلس وهي تشكل طبقة الغطاء فوق الوحدة المسربة للماء.

- الوحدة الثالثة (h3): وهي الوحدة المارلية، تصل سماكتها إلى 71 م في كتلة بيت ياشوط وإلى 99 م في كتلة جويب ياشوط و تتألف من مارل كلسي بيتومي مسيلس.

- الوحدة الرابعة (a1) : تتألف من تناوبات من مارل كلسي وكلس غضاري موجودة في محيط جويب ياشوط

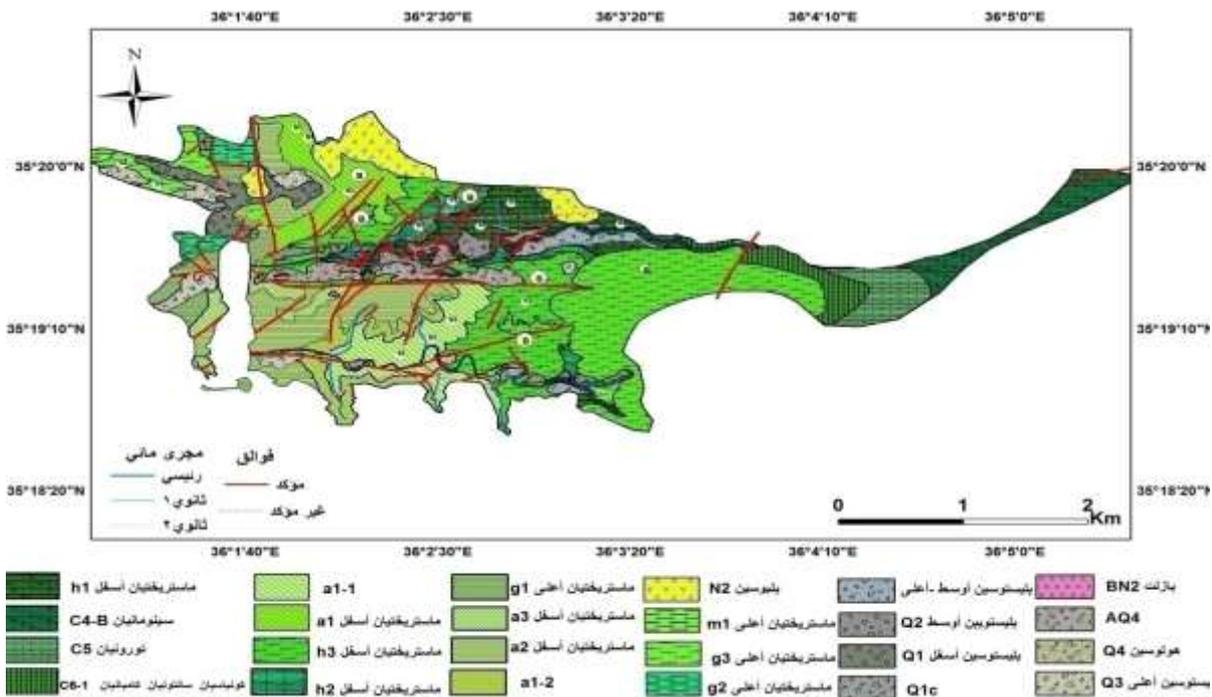
- الوحدة الخامسة (a2): وحدة من المارل الكلسي وكلس غضاري والمارل بيتومي يحوي شقوق مملوءة بالكالسيت.
 - الوحدة السادسة (a3): تناوبات كلس غضاري ومارل كلسي بيتومي بسماكة تصل 15م.
 - الوحدة السابعة (g1): توضعات مارلية تحوي بعض سويات من كلس غضاري سماكتها 50م.
 - الوحدة الثامنة (g2): تناوبات من كلس غضاري ومارل كلسي سماكتها 42م.
 - الوحدة التاسعة (g3): توضعات مارلية كلسية بيتومية تتراوح سماكتها بين 66-75م.
 - الوحدة العاشرة (m): تتألف من تناوبات متوسطة من كلس غضاري سماكتها 53م.
- تكنولوجياً:** تم تقسيم منطقة سد السخابية إلى ثلاث كتل يفصلها صدوع رئيسية (وبي، 2006):

1- كتلة شمالية (بيت ياشوط) وهذه الكتلة محصورة بصدعين رئيسيين (الشكل 1):
 -الصدع الأول (غرب الكتلة): يفصل كتلة بيت ياشوط عن جسم السد يأخذ اتجاه شمال - جنوب وهو صدع انزياحي جانبي يتوقع ان يكون يساري لذلك يعتبر بيت ياشوط وادي صدعي من الدرجة الثانية يتلاقى هذا الصدع مع العديد من الصدوع الثانوية التي تأخذ اتجاه شمال شرق و شمال غرب و تتميز نقاط تقاطعها بفاعلية تكتونية تؤدي إلى زيادة التشققات و تشكل الأقماع المسربة للمياه.

-الصدع الثاني (جنوب الكتلة): يقع جنوب كتلة بيت ياشوط واتجاهه شرق - غرب، وتصل رميته الأفقية إلى أكثر من 350م، وتصل رميته الشاقولية إلى 180م، وهذه الرمية نقل باتجاه الشرق حتى تتعدم نهائياً (كتلة بيت ياشوط هي الناهضة).

2- كتلة جنوبية (جويب ياشوط) : توجد بالقرب من وادي الجويب عند جسم السد صدع انزياحي جانبي يساري يتجه غرب - شرق ثم جنوب شرق واكبر رمية شاقولية تكون قرب السد وتبلغ 60 م.

3- كتلة شمال السد: تعتبر كتلة السد هابطة بالنسبة لكتلة بيت ياشوط، ويلاحظ وجود أربع صدوع باتجاه شمال غرب و أربع باتجاه شمال شرق وهي صدوع صغيرة تصل رمياتها عدة أمتار .



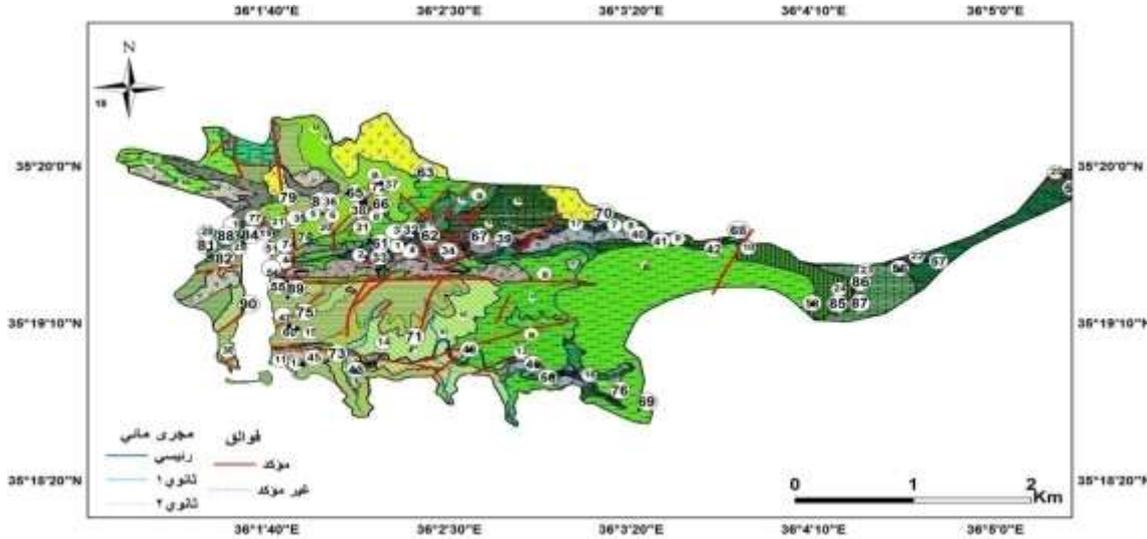
الحقب	منظومة	طباق	الوحدات الليتولوجية	العمود الطبقي	أسماء	الوصف	
الرباعي	السينوزوي	هولوسين				كونغوميرا و لحقيات وحصى	
		بليستوسين				كونغوميرا متناوبة مع رمال بعضها حجر على	
المميزوزوي	الكريتاسي الأعلى	ماستريختيان	N2		27-55	تتاويات متوسطة من كلس غضاري مع مارل كلسي بيتومي	
			الأعلى	m1		53	مارل كلسي بيتومي
				g3		66-75	تتاويات سميكة من مارل كلسي و كلس غضاري
				g2		42	مارل كلسي مجهري إلى ناعم التبلور
				g1		50	تتاويات سميكة كلس غضاري و مارل كلسي
				a3		15	مارل كلسي مسيلس ويحوي سويات كلس غضار
			الأسفل	a2		54-64	تتاويات من كلس غضاري و مارل
				a ₂ ¹		16-64	مارل كلسي مسيلس و س غضاري
				a ₁ ¹		90	مارل كلسي بيتومي مع عقد باريتية
				a1		71-84	تتاويات مارل كلسي مع كلس غضاري و عقد باريتية
				h3		14-23	كلس غضاري مسيلس تحتوي شقوق و أقماع
			h2		121	كلس حواري وكلس عضوي متوسط التماسك	
			h1		39	مستوي سميك من حجر كلسي عضوي حجر كلسي مدلمت جزئيا و ناعم التبلور	
			C6-1	كامباتيات سانتونيان كونياسيان		20	حجر كلسي عضوي و مارل
			C5	تورونيان			
C4-B	سينوماتيان						

الشكل (1) خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة بمقياس 1:5000 و العمود الطبقي الستراتيغرافي (وبي، 2006)

النتائج والمناقشة :

من أجل الوصول إلى هدف البحث تم توزيع ودراسة محطات القياس في منطقة البحث، حيث بلغ عددها 90 محطة قياس موزعة على امتداد كل من مجري بيت ياشوط وجويب ياشوط، وممثلة لكافة التشكيلات الصخرية والأعمار الزمنية في كل من المجريين والمناطق القريبة منه من جوفين ومقلع عين سلم وعين الشرقية و قصابين و الفتيح و المحوشة و جويب، حيث تم في هذه المحطات تحديد الوضعيات الفراغية للشقوق باستخدام البوصلة و العمر الجيولوجي، و البنية الجيولوجية لكل محطة قياس. يمثل الجدول (1) نتائج القياس حيث تراوحت الأعمار الجيولوجية في المحطات المدروسة من سينوماتيان - تورونيان - كونياسيان - سانتونيان - كامباتيان - ماستريختيان الأسفل و

الأعلى وهي موزعة جغرافياً على كامل منطقة الدراسة . توزعت محطات القياس في التشكيلات المختلفة (الشكل 2): (6) محطة قياس في سينومانيان و(5) في التورونيان و(8) في الكونياسيان سانتونيان كامبانيان و(54) ماستريختيان أسفل و(17) ماستريختيان أعلى حيث بلغ العدد الكلي للشقوق المقاسة 2900 قياس في كل المحطات، وجغرافياً تنتوزع المحطات على كامل منطقة الدراسة.



الشكل (2) الموقع الجغرافي و الجيولوجي لمحطات القياس في منطقة الدراسة (الباحث).

تحليل اتجاهات الشقوق: يبين الجدول (1) والشكل (3) نتائج دراسة اتجاه الشقوق في كل محطة قياس على حدا، مبيناً فيه الاتجاه الرئيس للشقوق في كل محطة قياس. وزعت وردات الاتجاه في الشكل (3) على ثلاث خرائط بسبب كثافة محطات القياس.

الجدول (1) نتائج قياسات الشقوق في منطقة سد السخابية (الباحث)

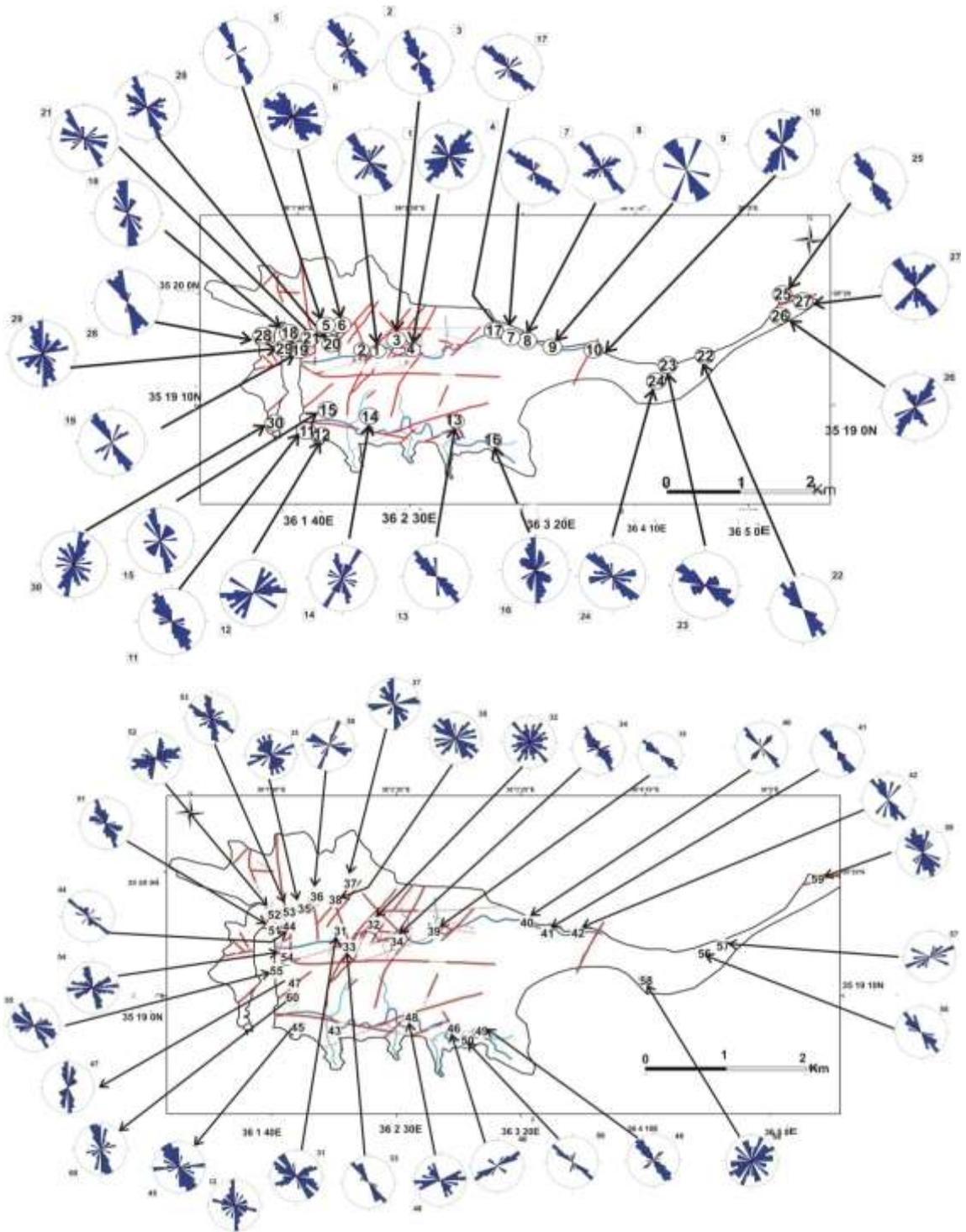
رقم المحطة	اسم المحطة	احداثيات المحطة	الوحدة الليتولوجية	العمر الجيولوجي	الاتجاه الرئيسي
1	ياشوط 1	N 35° 19' 35.3" E 36° 02' 12.1"	h1	ماستريختيان أسفل	°140-°150
2	ياشوط 2	N 35° 19' 30.5" E 36° 02' 07.5"	h2	ماستريختيان أسفل	°140-°150
3	ياشوط 3	N 35° 19' 36.5" E 36° 02' 19.7"	h1	ماستريختيان أسفل	°150-°160
4	ياشوط 4	N 35° 19' 37.8" E 36° 02' 40.1"	h1	ماستريختيان أسفل	°40-°50
5	ياشوط 5	N 35° 19' 45.1" E 36° 01' 52.9"	a2	ماستريختيان أسفل	°150-°160
6	ياشوط 6	N 35° 19' 45.2" E 36° 01' 57.5"	a1	ماستريختيان أسفل	°120-°130

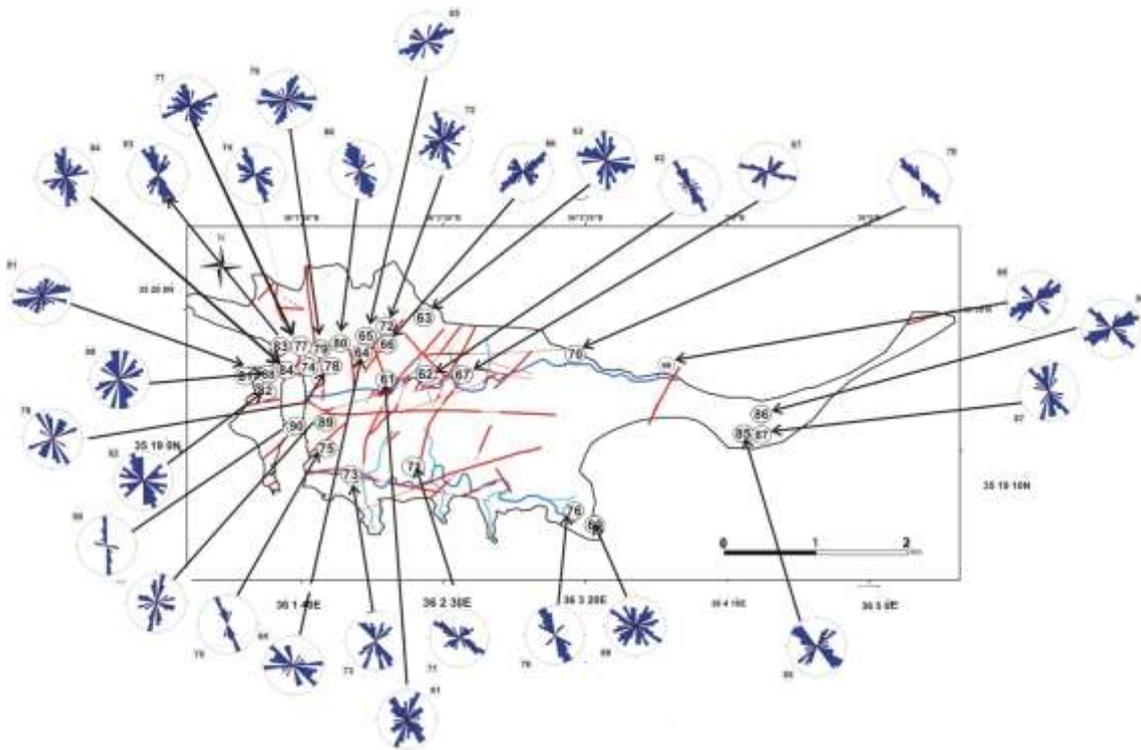
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 40.7" E 36° 03' 15.6"	ياشوط 7	7
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 40.5" E 36° 03' 03.20"	ياشوط 8	8
°150-°160 °20-°30	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	C6-1	N 35° 19' 36.6" E 36° 03' 32.8"	ياشوط 9	9
°30-°40	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	C6-1	N 35° 19' 33.6" E 36° 03' 52.2"	ياشوط 10	10
°140-°150	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 18' 33.6" E 36° 01' 44.9"	جويب 1	11
°80-°90	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 18' 56.8" E 36° 01' 48.2"	جويب 2	12
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h3	N 35° 19' 0.5" E 36° 02' 49.9"	ياشوط 11	13
°30-°40	ماستريختيان أسفل	a1-1	N 35° 19' 03.4" E 36° 02' 12.0"	جويب 3	14
°160-°170	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 06.5" E 36° 01' 52.0"	جويب 4	15
°170-°180	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 18' 53.1" E 36° 03' 08.6"	جويب 5	16
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 41.2" E 36° 03' 07.9"	ياشوط 12	17
°160-°180	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 37.2" E 36° 01' 39.0"	ياشوط 13	18
°140-°150	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 37.0" E 36° 1' 40.0"	ياشوط 14	19
°150-°160	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 39.4" E 36° 01' 42.8"	ياشوط 15	20
°140-°150	ماستريختيان أعلى	g1	N 35° 19' 41.7" E 36° 01' 43.6"	ياشوط 16	21
°130-°140	سينومانيان	C4-B	N 35° 19' 32.7" E 36° 02' 07.3"	عين سلم 1	22
°130-°140	تورونيان	C5	N 35° 19' 30.0" E 36° 04' 41.0"	عين سلم 2	23
°130-°140	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	C6-1	N 35° 19' 05.0" E 36° 04' 17.3"	عين سلم 3	24
°140-°150	سينومانيان	C4-B	N 35° 19' 57.7" E 36° 05' 16.7 "	عين الشرقية 1	25
°30-°40	سينومانيان	C4-B	N 35° 19' 55.8" E 36° 05' 28.8"	عين الشرقية 2	26
°130-°150	سينومانيان	C4-B	N 35° 19' 38.2" E 36° 01' 25.6"	عين الشرقية 3	27

°160-°170	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 38.2" E 36° 01' 25.6"	خلف السد1	28
°170-°180	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 0.8" E 36° 01' 29.3"	خلف السد2	29
°10-°20	ماستريختيان أسفل	a3	N 35° 19' 0.8" E 36° 01' 29.3"	خلف السد3	30
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h2	N 35° 19' 35.9" E 36° 02' 08.2"	ياشوط17	31
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h2	N 35° 19' 38.5" E 36° 02' 20.8"	ياشوط18	32
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 30.6" E 36° 02' 10.9"	ياشوط19	33
°140-°150	ماستريختيان أسفل	h3	N 35° 19' 33.1" E 36° 02' 28.2"	ياشوط20	34
°60-°70	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 46.2" E 36° 01' 53.6"	ياشوط21	35
°20-°30	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 44.7" E 36° 02' 55.1"	ياشوط22	36
°170-°180 80-90	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 54.5" E 36° 02' 11.3"	ياشوط23	37
°130-°140 °150-°160	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 48.3" E 36° 02' 05.9"	ياشوط24	38
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 45 " E 36° 02' 3 "	ياشوط25	39
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 38.8" E 36° 03' 23.2"	ياشوط26	40
°130-°150	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 35.9" E 36° 03' 29.7"	ياشوط27	41
°130-°140	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	c6-1	N 35° 19' 35.3" E 36° 03' 43.4"	ياشوط28	42
°170-°180	ماستريختيان أسفل	a1-1	N 35° 18' 54.7" E 36° 02' 04.3"	جويب6	43
°130-°140	ماستريختيان أسفل	a1-1	N 35° 18' 57" E 36° 02' 01.5"	جويب7	44
°150-°160	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 18' 56.8" E 36° 02' 49.9"	جويب8	45
°50-°60	ماستريختيان أسفل	h3	N 35° 18' 56.6" E 36° 02' 54.7"	جويب9	46
°170-°180	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 09.1" E 36° 01' 46.0"	قناة الوصل 1	47
°80-°90	ماستريختيان أسفل	h3	N 35° 18' 01.4" E 36° 02' 35.7"	جويب10	48
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h2	N 35° 18' 54.1"	جويب11	49

			E 36° 03' 0.9"		
°130-°140	ماستريختيان أسفل	h2	N 35° 18' 53.2" E 36° 02' 58.3"	جويب 12	50
°150-°160	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 37.8" E 36° 01' 40.1"	ياشوط 29	51
°80-°90	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 41.1" E 36° 01' 42.3"	ياشوط 30	52
°120-°130	ماستريختيان أعلى	g3	N 35° 19' 42.4" E 36° 01' 45.0"	ياشوط 31	53
°80-°90	ماستريختيان أسفل	a3	N 35° 19' 23.7" " E 36° 01' 44.5"	قناة الوصل 2	54
°140-°150	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 21.2" E 36° 01' 43.0"	قناة الوصل 3	55
°130-°140	تورونيان	c5	N 35° 19' 27.0" E 36° 04' 33.5"	عين سلم 4	56
°60-°70	سينومانيان	c4-B	N 35° 19' 30.0" E36° 04' 41.0"	عين سلم 5	57
°20-°30 °50-°60	تورونيان	C6-2	N 35° 19' 16.1" E36° 04' 9.8"	جويب 13	58
°150-°160	سينومانيان	C4-B	N 35° 19' 57.1" E 36° 05' 18.9"	الشرقية 4	59
°150-°170	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 08.3" E 36° 01' 48.3"	جويب 14	60
°20-°30	ماستريختيان أسفل	h2	N 35° 19' 30.5" E 36°02' 07.5"	ياشوط 32	61
°140-°150	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 35.1" E 36° 02' 18.1"	ياشوط 33	62
°150-°160	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 49.4" E 36° 02' 07.0"	ياشوط 34	63
°80-°90 °120-°130	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 51.3" E 36° 02' 2.0"	ياشوط 35	64
°60-°70	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 48.5" E 36° 02' 07.1"	ياشوط 36	65
°40-°50	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 37.8" E 36° 02' 18.1"	ياشوط 37	66
°90-°100	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 33.2" E 36° 02' 34.3"	ياشوط 38	67
°50-°60	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	c6-1	N 35° 19' 36.8" E 36° 03' 45.5"	ياشوط 39	68
°120-°130	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	c6-1	N 35° 18' 42.4" E 36° 03' 22.2"	جويب 15	69
°130-°140	كونياسيان - سانتونيان -	c6-2	N 35° 19' 40.4"	ياشوط 40	70

	كامبانيان		E 36° 03' 13.1"		
°120-°130	ماستريختيان أسفل	a1-1	N 35° 18' 57.3" E 36° 02' 19.5"	جويب 16	71
°170-°180	ماستريختيان أسفل	a1	N 35° 19' 55.1" E 36° 02' 21.4"	ياشوط 41	72
°20-°30 °130-°140	ماستريختيان أسفل	a1-2	N 35° 18' 58.0" E 36° 01' 55.7"	جويب 17	73
°80-°90 °170-°180	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 39.4" E 36° 01' 42.8 "	ياشوط 42	74
°150-°160	ماستريختيان أسفل	h2	N 35° 19' 32.7" E 36° 02' 07.3"	ياشوط 43	75
°140-°160	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 18' 46.2" E 36° 03' 14.1"	جويب 18	76
°60-°70	ماستريختيان أسفل	h1	N 35° 19' 38.5" E 36° 01' 14.8"	ياشوط 44	77
°140-°150	ماستريختيان أعلى	g1	N 35° 19' 41.2" E 36° 01' 41.6"	ياشوط 45	78
°80-°90	ماستريختيان أعلى	g3	N 35° 19' 42.7" E 36° 01' 43.0"	ياشوط 46	79
°150-°160	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 45.9" E 36° 01' 51.9"	ياشوط 47	80
°70-°80	ماستريختيان أعلى	g1	N 35° 19' 33.1" E 36° 01' 23.8"	خلف السد 4	81
°150-°160	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 31.1" E 36° 01' 24.4"	خلف السد 5	82
°150-°160	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 37.4" E 36° 01' 33.1"	خلف السد 6	83
°170-°180	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 35.8" E 36° 01' 33.4"	خلف السد 7	84
°120-°130	تورونيان	c5	N 35° 19' 13.2" E 36° 04' 16.1"	عين سلم 6	85
°130-°140 °60-°70	كونياسيان - سانتونيان - كامبانيان	c6-1	N 35° 19' 20.6" E 36° 04' 20.7"	عين سلم 7	86
°130-°140 10-°20	تورونيان	c5	N 35° 19' 13.8" E 36° 04' 19.5"	عين سلم 8	87
°160-°180 °10-°20	ماستريختيان أعلى	g2	N 35° 19' 33.4" E 36° 01' 24.7"	خلف السد 8	88
°10-°20	ماستريختيان أسفل	a2	N 35° 19' 18.2" E 36° 01' 45.7 "	قناة الوصل 4	89
°170-°180	ماستريختيان أسفل	a3	N 35° 19' 14.1" E 36° 01' 33.3"	خلف السد 9	90





الشكل (3) خريطة تبين ودرجات اتجاه الشقوق الخاصة بكل محطة (الباحث)

لفهم أفضل لاتجاهات الشقوق في المنطقة المدروسة ، قمنا بجمع القياسات في كل المحطات بتمثيل بياني واحد وردة الاتجاه العامة للشقوق في منطقة الدراسة (الشكل 4) حيث نلاحظ ما يلي:

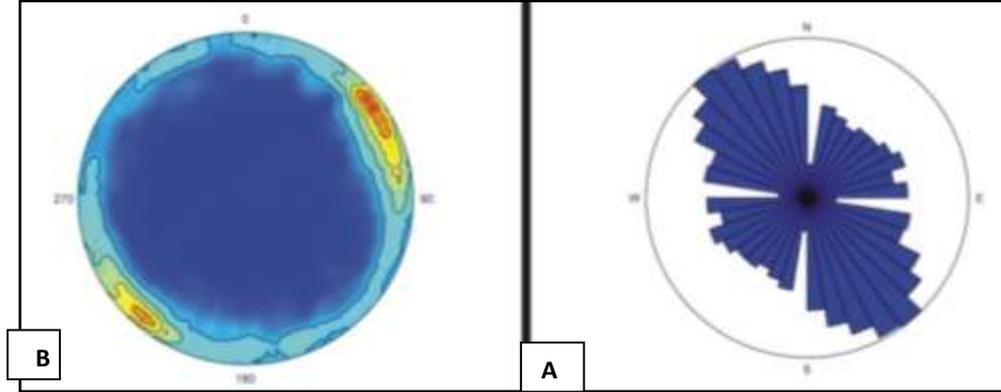
1- اتجاه رئيسي مسيطر ذو بياك 140° - 130° مثل ولوحظ في معظم المحطات المدروسة.

2- اتجاه ثانوي ذو بياك 70° - 60°

3- اتجاه ثانوي ذو بياك 90° - 80°

4- تميل الشقوق نحو NE بزوايا ميل وسطية 88° - 80° و نحو SW بزوايا ميل وسطية 80° - 75° (خطوط تساوي الكثافة النقطية القريبة من المركز تعبر عن زوايا ميول قليلة وخطوط تساوي الكثافة النقطية القريبة من محيط الشبكة تكون 90°).

عند رسم ودرجات اتجاه حسب التوزيع الجغرافي لمحطات القياس (مثلاً رسم وردة اتجاه لجميع محطات القياس الموجودة في جوبب ياشوط) في منطقة الدراسة (الشكل 5) نلاحظ أن الاتجاه المسيطر الرئيس للشقوق يبقى ثابتاً في كل المحطات، وذلك طبيعي كون مساحة منطقة الدراسة قليلة نسبياً وتقع ضمن نفس الوحدة التكتونية. من جهة أخرى تظهر في بعض المناطق اتجاهات رئيسية وثانوية لم تكن واضحة على وردة الاتجاه العامة للمنطقة (الشكل 4) مثل الاتجاه 20° الذي يظهر في منطقة قناة الوصل ومنطقة خلف السد على شكل اتجاه منفصل في الوردتين والاتجاه شرق-غرب في قناة الوصل. هذه الاتجاهات ترتبط وتفسر بشكل واضح في إطار البنية المحلية للمنطقة مثل وجود صدع شرق-غرب يمر قرب محطات قناة الوصل (الشكل 2، الشكل 5).



الشكل (4) وردة سمت اتجاه الشقوق العامة (A) و مخطط تساوي الكثافة النقطية (B) للشقوق لكل محطات القياس في كامل منطقة الدراسة (الباحث)

تبين دراسة وردات الاتجاه حسب الأعمار الزمنية للوحدات الليتولوجية في منطقة سد السخابة (الجدول 2) ما يلي:

1- يظهر الاتجاه الرئيس المسيطر NW-SE في جميع الأعمار والتشكيلات المدروسة من السينومانيان حتى الماستريختيان الأعلى، وهو اتجاه رئيس فيها.

2- تظهر المحطات المدروسة في تشكيلات السينومانيان وفي تشكيلات التورونيان والكونياسيان- سانتونيان- كامبانيان اتجاه ثانوي NE-SW ويكون ميل الشقوق نحو NE ونحو SW وبزاوية ميل وسطية 80° مبيئاً وضع جيومترى متناظر لشقوق مترافقة وهذا يفسر بأن الشقوق لا ترتبط منشياً بوجود بنية كمنطقة صدعي.

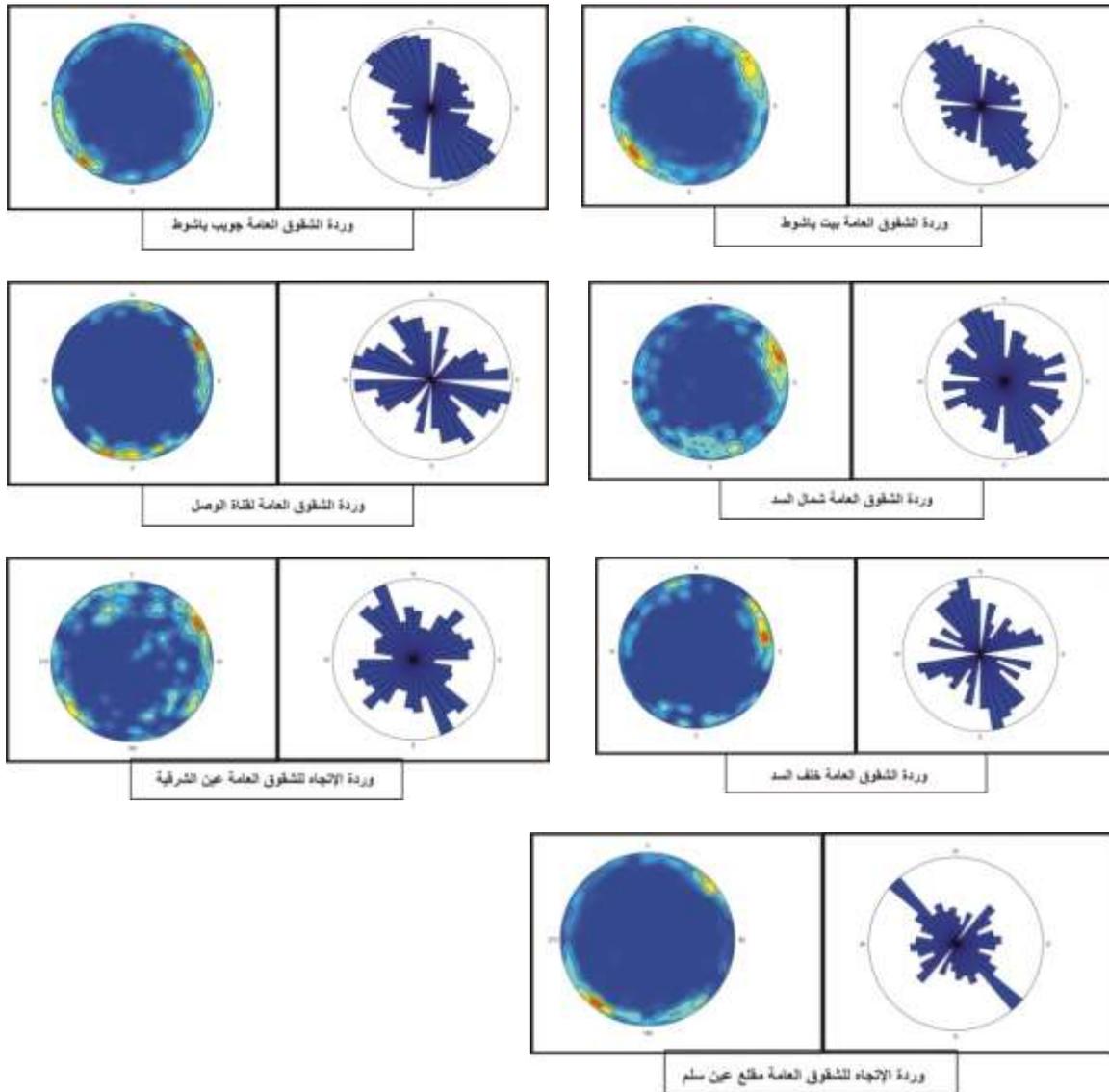
3- تشابه وردة اتجاه الشقوق في الماستريختيان وردة الاتجاه العامة للشقوق في كامل منطقة الدراسة (الشكل 4) حيث أن عدد القياسات في محطات الماستريختيان يقارب 80% من عدد القياسات الكلي في المنطقة. حيث تبدي وردة اتجاه الماستريختيان اتجاهاً رئيسياً للشقوق ذو بيل $140^\circ-150^\circ$ بيل نحو الجنوب الغربي بشكل أساسي وبزاوية ميل 80° تقريباً وهذا الوضع الجومترى للشقوق يبين تأثر الشقوق بوجود نطاقات صدعية أو بميل الطبقات والتشكيلات نحو الغرب أي أن عمر تشكل هذا الاتجاه قد يكون أقدم من عملية الطي في السلسلة الساحلية التي سببت ميل التشكيلات الصخرية.

تحليل منشأ الشقوق:

يفسر منشأ الشقوق في إطار البنية التكتونية للمنطقة وبشكل رئيس الصدوع. يبين (الشكل 6) وردة اتجاه الصدوع الظاهرة على الخارطة الجيولوجية لمنطقة سد السخابة حيث تتوزع الصدوع في منطقة البحث وفق اتجاهات متعددة ولكن باتجاه رئيس NE-SW واتجاه أقل أهمية NW-SE .

من مقارنة الاتجاهات الرئيسة بين وردة اتجاهات الصدوع ووردة اتجاه الشقوق العامة يتبين ما يلي:

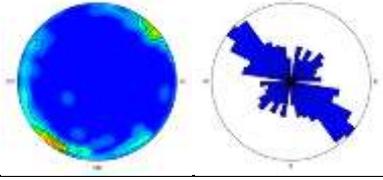
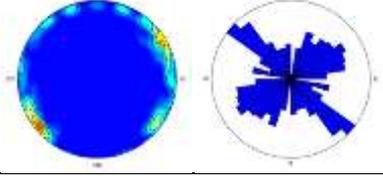
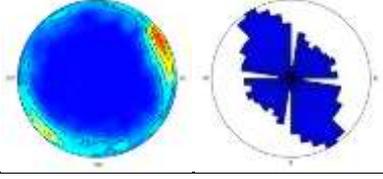
- 1- يتوافق الاتجاه الرئيس للصدوع NE-SW مع الاتجاه الثانوي للشقوق.
- 2- يتوافق الاتجاه الثانوي للصدوع NW-SE مع الاتجاه الرئيس للشقوق.



الشكل (5) يبين وردات الاتجاه العامة حسب التوزيع الجغرافي لكل قطاع من منطقة الدراسة (الباحث).

الجدول (2) يبين الجدول دراسة الشقوق في منطقة الدراسة حسب أعمار التشكيلات يمثل (A) سمت اتجاه الشقوق، المسقط القطبي لشبكة شميديت ، (B) خطوط تساوي الكثافة النقطية نواظم مستويات الشقوق حيث خطوط تساوي الكثافة النقطية القريبة من الشبكة زوايا ميولها قليلة وتلك القريبة من المحيط تكون زوايا ميولها قريبة من 90° (الباحث)

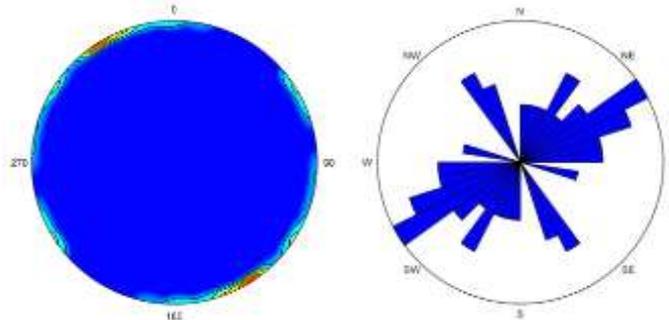
التمثيل الستريوغرافي		سمت الاتجاه	عدد القياسات	العمر الجيولوجي	الرقم
B	A				
		M $140^\circ-150^\circ$ S $30^\circ-40^\circ$	144	سينومانيان	1

	M 130°-140° S 40-50	193	ترونيان	2
	M 130°-140° S 60°-70°	166	كريتاسيان سانتونيان كامبانان	3
	M 140°-150° S 60°-70°	2025	ماستريختيان أسفل-أعلى	4

وهذا يبين من الناحية الإحصائية عدم ارتباط منشأ معظم الشقوق (الاتجاه الرئيس) بالصدوع في منطقة سد السخابية. ويفسر ذلك بتشكيل الشقوق بمرحلة تكتونية متباينة بالعمر الجيولوجي عن مرحلة تشكل الصدوع:

المرحلة الأولى: تشكل الشقوق ذات الاتجاه NW-SE (الاتجاه الرئيس) في مرحلة شديدة (أي أنها شقوق شد) في زمن الكريتاسي الأعلى. إن اتجاه الشقوق هذه ينتج عن اتجاه شد NE-SW. وهذا الشد معروف ومحدد في السلسلة الساحلية من عمر الكريتاسي الأعلى (Al-Abdalla 2008 - الب 2011). (حبيب، 2010) حيث حاول باحثون سابقون تحديد ذلك لكن لم يوضحوها وأيضاً حدد اتجاه الشد NE-SW إقليمياً من عمر الكريتاسي الأعلى في مناطق مجاورة وحتى في بلدان مجاورة أي أنه معروف على شمال الصفيحة العربية والأفريقية (Hammuda et al. 1992 - Brew 2001 - Bosworth 1992 - Moustafa. 1999 - Abdel Halim, 1995) حيث تشكلت أحواض انهدامية مثل حوض الفرات في سوريا وامتداده في العراق وحوض الأزرق وسرحان في الأردن وجميعها تتوافق مع اتجاه شد إقليمي NE-SW.

ما يدعم المنشأ الشدي للشقوق NW-SE هو وجود الحشوات البلورية الكالسيتية في نطاقات هذه الشقوق (الشكل 7). والتي تدعى بهذه الحالة فتحات الشد.



الشكل (6): وردة اتجاه الصدوع الموجودة في منطقة الدراسة من الخارطة



الشكل (7): أمثلة عن شقوق ذات حشوات كالسيتية و حديدية في منطقة البحث.

المرحلة الثانية: تشكلت فيها الشقوق NE-SW (الاتجاه الثانوي) والتي توافق الاتجاه الرئيس للصدوع وتعد مرتبطة هندسياً بالصدوع في المنطقة، وهذا الارتباط الهندسي من حيث الاتجاه يعد الأساس في الارتباط المنشأى للشقوق بالصدوع. ونجد مثل هذا الارتباط في المحطات (3، 4، 52، 65، 77) على سبيل المثال حيث تقع المحطات في نطاقات الصدوع ذات الاتجاه العام NE-SW (الشكل 2). إن معظم هذه الشقوق لاتملك حشوة بلورية مائة كما في الشقوق المنشكلة بالمرحلة الأولى، فقط تحوي على قشرة حديدية رقيقة جداً أو حتى تصبغات حديدية اللون (الشكل 7). إن الصدوع ذات الاتجاه NE-SW في معظمها صدوع عادية ترتبط بتشكيل حوض نهر الكبير الشمالي في الميوسين الأوسط-أعلى حتى البليوسين الأسفل (Al-Abdalla 2008). أي أنها مرتبطة بمرحلة شديدة. إن منظومة صدوع السن التي تحاذي جنوب وشرق منطقة الدراسة تماماً تأخذ اتجاهات NE-SW إلى E-W أي من نفس الاتجاه الرئيس للصدوع في المنطقة، وهذه المنظومة حددت من قبل (العبد الله والأزكي، 2013) بأنها صدوع عادية تزداد فيها الرمية نحو الغرب ومن عمر البليوسين الأعلى، أي أنها صدوع حديثة التشكل وربما تكون نشطة حالياً كونها مميزة مورفولوجياً

(العبد الله والأزكي، 2013). لذلك من المرجح أن تكون الشقوق NE-SW من منشأ شدي من عمر الميوسين-البليوسين أحدث من المرحلة الأولى.

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات:

بينت دراسة الشقوق في منطقة السخابة ما يلي:

- 1-تمتلك الشقوق اتجاهاً رئيساً NW-SE في منطقة السخابة و اتجاهها ثانوياً NE-SW.
- 2- لا يتوافق الاتجاه الرئيس للشقوق NW-SE مع الاتجاه الرئيسي للصدوع المنتشرة في منطقة الدراسة، بينما تتوافق الصدوع مع الاتجاه الثانوي NW-SE. وهذا يفسر أن الشقوق ذات الاتجاه NW-SE قد تشكلت في زمن أقدم من عمر تشكل الصدوع المنتشرة في منطقة الدراسة و أقدم من منظومة الصدوع السن.
- 3- عمر تشكل الشقوق ذات الاتجاه NW-SE هو الكريتاسي الأعلى وعمر تشكل الشقوق NE-SW هو الميوسين-بليوسين.

4- الشقوق في منطقة السخابة في معظمها من منشأ شدي.

التوصيات :

- 1- إجراء قياسات دقيقة للشقوق وللحشوات المائلة الكالسيتية لتحديد أطوار التشكل البلوري وتحديد اتجاهات الإجهادات ومقدارها.
- 2- دراسة التكتونيك الحديث والنشط في منطقة سد السخابة و قياس مستوى غاز الرادون لتحديد النشاط الحالي.

المراجع :

- 1-العبد الله ،الأزكي. دراسة تكتونيك لمنظومة الشقوق في حوض السن .جامعة البعث، مجلد 43، العدد 36 2013.p17.
- 2-البب،سامر. التطور التكتوني والترسيبي للتشكيلات الكريتاسية في السلسلة الساحلية. جامعة دمشق أطروحة دكتوراه، 2011،
- 3-حبيب، سحر. تأثير التكتونيك على الوضع الهيدروجيولوجي في منطقة بحيرة سد السخابة والحوض الصباب. جامعة تشرين، أطروحة ماجستير، 2010.
- 4-وبي ، نوح ، وآخرون. المذكرة الإيضاحية للخريطة الجيولوجية لمنطقة سد السخابة مقياس 1:5000 المؤسسة العامة للجيولوجيا و الثروة المعدنية ،طباعة مديرية المسح والدراسات الجيولوجية بدمشق ،الحقوق لصالح الهيئة العامة للموارد المائية- فرع اللاذقية ، 2006 .
- 5-العقد (2002/1) والعقد (2003/33) .الدراسات والتحريات الجيولوجية والجيوهنسية والجيوفيزيائية والهيدروجيولوجية المختلفة لمنطقة تخزين السد ومحور السد من قبل مديرية الموارد المائية باللاذقية وشركة سوفنترود الروسية Po" Sovintervod, Russia بغية إضاءة سد السخابة.

6-ABDEL HALIM, M. *Oil and gas exploration in Egypt. In: Past, present, and future. AAPG International Conference and Exhibition, p. 1A (abstract), 1995 .*

- 7 -Al-ABDALLA, A. *Evolution Tectonique de la Plate-forme Arabe en Syrie depuis le Mésozoïque*. Thèse Doct. Université de Paris 6, 2008, 302p.
- 8 – BREW, G., BARAZANGI, M., Al-MALEH, A. K. ., SAWAF, T. *Tectonic and Geologic Evolution of Syria*. *GeoArabia*, 6, 4, (2001), p.573-616.
- 9-. BOSWORTH, W. *Mesozoic and early Tertiary rift tectonics in East Africa*. In: EBINGER C.J., GUPTA, H.K. and NYAMMBOK, I.O., Editors, *Seismology and Related Sciences in Africa Tectonophysics*, **209**, 1992, p.115–137.
- 10 –GOMEZ M.L. F., KHAWLIE, M., TABET, C., DARKAL, A. N., Khair ,K. and BARAZANGI, M. *Neotectonics of the northern Dead Sea fault system in Lebanon and Syria based on SAR imagery and high resolution DEM data*. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 241, (2006), p.913-931.
- 11 –HAMMUDA, O.S., VAN HINTE, J.E. and NEDERBRAGT, S. *Geohistory analysis mapping in central and southern Tarabulus Basin, northwestern offshore Libya*. In: SALEM, M.J., HAMMUDA O.S. and ELIAGOUBI ,B.A., Editors, *The Geology of Libya*, **5**, Elsevier, (1992), p.1657-1680.
- 12- JESTTIN, F., HUCHON, P. ., GAULIER, J.M. *The Somalia plate and East African Rift System: present day kinematics*. *Geophysical Journal International*, 116, 1994, p.637-654.
- 13- LARTET, L. *Essai sur la géologie de Palestine*. Thèse, Paris ; Victor Masson, 1869.
- 14 –MART, Y., RABINOITZ, P.D. *The northern Red Sea and the Dead Sea rift Tectonophysics*. **124**, 1986, p.85–113.
- 15 –MATAR, A., MASCLE, G. *Cinématique de la faille du Levant au Nord de la Syrie: analyse microtectonique du fosse' d'Alghab*. *Geodin, Acta*, 6, 3, 1993, p.153– 160.
- 16-MOSTAFA, M.S. *Evolution tectonique de la plate-forme Africaine en Egypte depuis le Mésozoïque à partir de l'analyse des déformations cassantes*. Mémoire de thèse à l'université de Paris 6, 1999.
- 17 –PONNIKAROV, V.P. *The Geological Map of Syria Scale 1:500.000, Explanatory notes*. Syrian Arab Republic, Ministry of Industry, Damascus, 1967.
- 18 –QUENNELL, A.M. *The Western Arabia rift system*. In: DIXON, J.E., ROBERTSON, A.H.F. (eds). *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society, Special Publications, 17, London, 1984 , p.375-402.
- 19 -QUENNEL, A.M. *The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift*. 114, Q. J. Geol. Soc, London, 1958, p.1-24.
- 20-RUSKE, R. *Explanatory. notes of geological map of Syria ,scale 1:50 000, sheet Qerdaha*. Damascus, 1978.
- 21- VOLLMER, F.W. *Orient 3: Spherical projection and orientation data analysis software*. 2015.
- 22- WALLEY, C.D. *The Lebanon passive margin and the evolution of the Levantine Neotethys*. In: ZIEGLER, P.A., Cavazza ,W ., ROBERTSON , A.H.F CRASQUIN-SOLEAU, S., (Eds). *Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins.*, Mém. Mus. Natl Hist. Nat. Paris, 86, . 2001. p.407–439.