

دراسة بنيوية للشقوق في منطقة البودي-اللاذقية

د. عبد الكريم العبد الله*

سليمان اسكندر**

(تاريخ الإيداع 18 / 8 / 2019. قُبِلَ للنشر في 1 / 3 / 2020)

□ ملخص □

بينت دراسة الشقوق في منطقة البودي في محافظة اللاذقية أن الاتجاه الرئيس الأول المسيطر للشقوق هو NW-SE (120° - 150°) وهي شقوق شديدة المنشأ تتوزع في وسط منطقة الدراسة في تشكيلات أغلبها من عمر السينونيان، وهذا الاتجاه الرئيس المسيطر من عمر الكريتاسي الأعلى. يتوزع الاتجاه الرئيس الثاني NE-SW (30° - 50°) في شرق وشمال شرق منطقة الدراسة ضمن تشكيلات متنوعة من السينومانيان حتى الماسترخنيان والباليوجين، ومن الواضح تماماً ارتباط مكان انتشار الشقوق ذات الاتجاه NE-SW مع مكان وجود الصدوع العادية من نفس الاتجاه. وهذا ما يبدي الارتباط المنشئي الشدي لهذا الاتجاه من الشقوق مع الصدوع العادية NE-SW. العمر المقترح لهذا الاتجاه هو الميوسين-بليوسين. يتوزع الاتجاه E-W للشقوق في غرب منطقة الدراسة بشكل رئيس وهو من عمر الباليوجين. كذلك لوحظ اتجاهان ثانويان (15° و 165°) موزعان في تشكيلات الكريتاسي والباليوجين، ولم يعط لهما عمر محدد. تأخذ قيم عدد الشقوق في كل 10م (التباعد) وعرضها أعلى قيم لهما حول قرية البودي في جنوب شرق منطقة الدراسة حيث توجد فيها جميع اتجاهات الشقوق، وكما يوجد صدعين عاديين باتجاه NE-SW نعتقد أنهما يلعبان دوراً في زيادة هذه القيم.

الكلمات المفتاحية: الشقوق - الصدوع- البودي

* أستاذ مساعد - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. abdul976@yahoo.fr

** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. slemangeo@gmail.com

Structural study of joints in Albody region-Lattakia

Dr. Abdulkarim Al-Abdulla*
Soleman Eskandar**

(Received 18 / 8 / 2019. Accepted 1 / 3 / 2020)

□ ABSTRACT □

Study of joints in Body region at Lattakia showed that the first dominant principal direction of joints is NW-SE (150° - 120°) and it is tensional joints distributed in the middle of studied region at formation from Senonian in age. this dominant principal direction is late Cretaceous in age. The second principal direction NE-SW (50° - 30°) of joints distribute in eastern and northeastern studied region at Cenomanian to Maastrichtian and Paleogene formations . it's clear the relation of NE-SW joints distribution area with distribution area of normal faults from the same direction, this show the tensional origin relation of NE-SW joints with NE-SW normal faults. We suggest a Miocene-Pliocene to this direction.

E-W direction of joint distribute in western studied area and it is Paleogene in age. The number of joint in 10 meter and the aperture width of joint shows highest values around Albody village and at southeastern study region where meets all the joints direction and there were two NE-SW normal fault, we suppose that it plays a role in increase this values.

Key words: Joints, faults, Albody.

*Associate Professor, Department of geology, Faculty of sciences ,Tishreen university,Lattakia,Syria.
abdul976@yahoo.fr

**Msater student in geology, Faculty of sciences, Tishreen university, Lattakia,Syria. slemangeo@gmail.com

مقدمة:

الشقوق هي سطوح انقطاع أو انفصال في الجسم الصخري، لا يؤدي تشكلها إلى تغير ملحوظ في وضعية الكتل المحيطة بها، وتتميز بعدم حدوث حركة انزاحية موازية لسطوحها، أو أن هذه الحركة صغيرة إلى حد يمكن إهمالها. إلا أنه قد تحدث حركات متعامدة لسطوحها تؤدي إلى نشوء الشقوق المفتوحة. وتعد الشقوق من أكثر البنيات التكتونية انتشاراً، وتصادف في معظم الأجسام الصخرية الرسوبية والانداغية والمنحولة. تعزى معظم أنواع الشقوق إلى المنشأ التكتوني وهي تمثل كسوراً شديداً أو كسور قص (Ramsay and Huber 1987, Hodgson 1961). وتصادف الشقوق على شكل مجموعات sets تتألف من شقوق متوازية أو شبه متوازية، أو على شكل جمل systems تتألف كل منها من مجموعتين تتقاطعان مع بعضهما بزوايا محددة، مما يؤدي إلى تجزؤ الصخر إلى كتل تتحدد أشكالها حسب تلك الجمل (Ramsay and Huber 1987, Hodgson 1961).

تعد الشقوق البنيات الأكثر انتشاراً في القشرة الأرضية، فهي تحدث في جميع الأوساط التكتونية، وتتحكم في العديد من أشكال سطح الأرض، وهي تملك أهمية كبيرة في الدراسات التكتونية والإقليمية بالرغم من صعوبة تفسيرها. يدفعنا للفهم الجيولوجي الصحيح لشقوق هذه المناطق والذي يشكل مرتكز أساسي للأعمال المختلفة اللاحقة خصوصاً في ما يتعلق باستقرار الكتل الصخرية والإنزلاقات الأرضية في هذه المنطقة حيث شهدت المنطقة انزلاقاً أرضياً في منطقة البودي (الأزكي والعبد الله 2018).

أهمية البحث و أهدافه:

إن لدراسة الشقوق الدور الكبير في الدراسات الإقليمية والتكتونية والمحلية، ولها أهمية تطبيقية في الدراسات الجيولوجية والهندسية والهيدروجيولوجية المختلفة. إن منطقة البودي من المناطق المميزة بوجود توضعات غضارية كلسية مقطوعة بشقوق وصدوع، وهي من عمر الماسترختيان، وإن دراسة هذه الشقوق ذات أهمية في تحديد نمط الإجهاد المسيطر ومن جانب آخر فإن المنطقة قد شهدت مؤخراً انزلاقات أرضية كما في موقع البودي والتي نعتقد بعلاقتها القوية مع الشقوق في المنطقة.

يهدف البحث إلى:

- 1- تحديد مجموعات الشقوق في المنطقة وتحديد العلاقة المنشئية بينها وبين البنيات التكتونية في المنطقة.
- 2- تحديد مواصفات الشقوق من حيث التباعد وعرض فتحة الشق.

الوضع الجغرافي والجيولوجي:

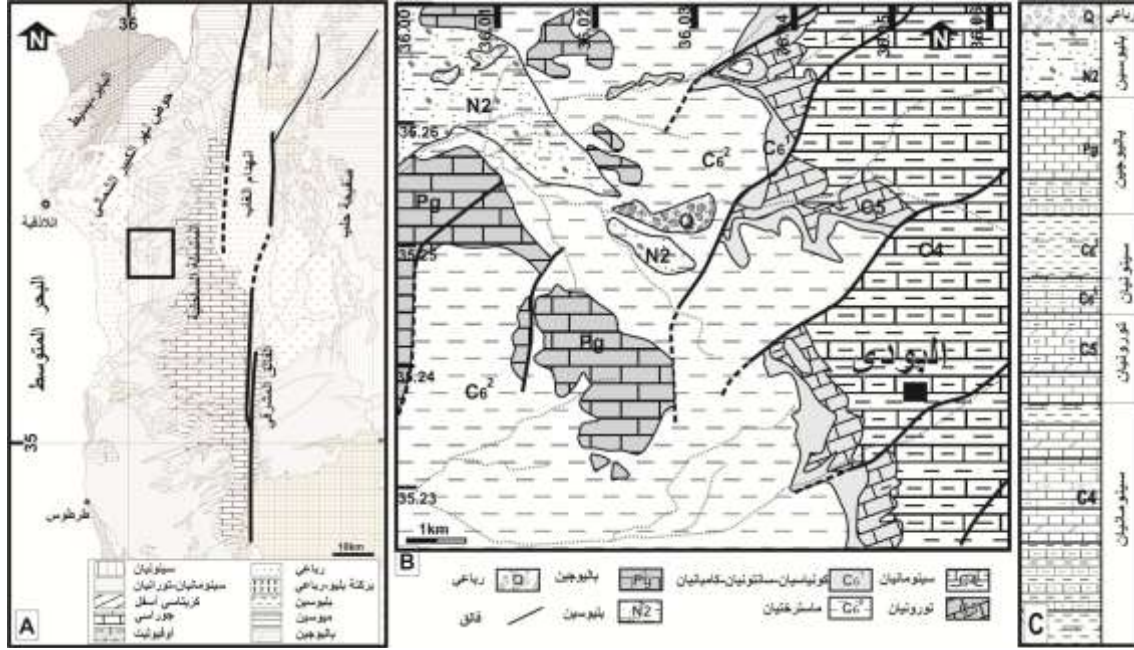
تقع منطقة الدراسة بين خطي عرض $35^{\circ} 15' N$ و $35^{\circ} 0' N$ وخطي طول $36^{\circ} 07' E$ و $35^{\circ} 52' 30'' E$. حيث تتركز هذه المنطقة في القسم الأوسط الغربي من سلسلة الجبال الساحلية السورية ضمن رقعة القرداحة 50000/1، ويحدها من الغرب البحر الأبيض المتوسط و رقعة جبلة، ومن الجنوب منطقة السخابية، ومن الشرق انهدام الغاب (الشكل 1). وهي عبارة عن مناطق جبلية وتلالية يفصل بينها وديان رئيسية، وأخرى ثانوية، وتمتد الأراضي السهلية في غرب هذه المنطقة بمحاذاة الشريط الساحلي (Rusk. R 1978).

تقع منطقة الدراسة في شمال غرب الصفيحة العربية بالقرب من الحد الإزاحي الجانبي لها والممثل بالصدع المشرقي. يعد الصدع المشرقي ذو حركة إزاحية جانبية يسارية (Matar 1990,1993; Bosworth 1992, McClusky et al., 2003 Zanchi et al. 2002) يقطع محدب السلسلة الساحلية من الشرق.

السلسلة الساحلية: تمثل طي ذو محور N-S غير متناظر مقطوع من الشرق ببنية انهدام الغاب والصدع المشرقي. بارتفاع أعظمي 1560م تتألف السلسلة من رسوبيات ميزوزوية وسينوزوية تميل نحو الغرب (Ponikarov, 1966)، و في نصفها الشمالي تشكل طي وحيد الميل يميل نحو الغرب والشمال الغربي نحو حوض نهر الكبير الشمالي وفي جنوب السلسلة تميل الطبقات نحو الجنوب الغربي ونحو الجنوب تحت منخفض حمص حيث تغطي الرسوبيات ببركنة بليوسينية (Ponikarov, 1966)، اعتبرت بنية الساحلية من قبل عدة باحثين (Brew et al. 2001-Gomez et al, 2006) كجزء من القوس السوري الكريتاسي - الباليوجيني ونهوض السلسلة كان في السينوزوي عموماً حسب (Gomez et al, 2006).

الصدع المشرقي: وهو البنية الأوضح مورفولوجياً في سوريا ويفصل السلسلة الساحلية عن هضبة حلب. وهو نطاق نشط زلزالياً ذو اتجاه شمال - جنوب يمتد حوالي 1200 كم من خليج العقبة جنوباً وحتى جبال طوروس شمالاً (Quennel 1958). تنتقل الصفيحة العربية على طول هذا النظام الإزاحي نحو الشمال نسبياً (بالنسبة للمتوسط الشرقي)، بالنسبة لـ Giannerini et al.1988 فقد اعتبر أن الصدع تشكل في مرحلتين في الميوسين والبليو-رباعي مع وجود مرحلة استراحة في النشاط التكتوني بينهما، اعتبر (Brew) عام 2001 أن الإزاحة على الجزء الشمالي للصدع هي 20-25 كم منذ الميوسين- البليوسين، تظهر دراسة التطور التكتوني لمنطقة السلسلة الساحلية حسب Al-Abdalla (2008) أطورا شديدة في الكريتاسي الأسفل مميزة بصدوع عادية N040-N080 و في الكريتاسي الأعلى مميزة بصدوع عادية باتجاه NW-SE و في الأيوسين مميزة بصدوع عادية باتجاه W-E و بصدوع NE-SW في الميوسين الأوسط توجد في جوار حوض نهر الكبير الشمالي. وتظهر أيضاً أطورا ضغطية مترافقة مع تشكل نطاق تراكب منطقة البايو-بسيط (الغطاء الأوفوليوتي والوحدات الرسوبية في المنطقة حتى عمر الأوليغوسين) على الصفيحة الرسوبية للسلسلة الساحلية في زمن الميوسين الأسفل وطورا ضغطياً مترافق مع تشكل صدع شرقي المتوسط (الصدع المشرقي) في نهاية زمن الميوسين الأعلى.

يعود عمر التوضعات الرسوبية في منطقة البودي إلى الكريتاسي الأعلى والباليوجين والنيوجين حيث يلاحظ عدم توافق فيما بين هذه التوضعات. تنتشر رسوبيات الكريتاسي بشكل واسع ضمن المنطقة وهي تتألف من كلس دولوميتي، مارل ومارل حواري. يتكشف الجوراسي ضمن الأودية العميقة في القسم الشرقي من المنطقة (الشكل 1)، وهو يتألف بشكل عام من كلس دولوميتي (Rusk. R 1978).



الشكل 1: A- خارطة جيولوجية لشمال غرب سورية موضح عليها منطقة الدراسة وهي معدلة عن خارطة اللاذقية-حمّاه بمقياس 1/200000. B- خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة معدلة عن خارطة القرداحة بمقياس 1/50000. C-العمود الستراتغرافي لمنطقة الدراسة. (الباحث)

يبين العمود الستراتغرافي (الشكل 1) أن أقدم التوضعات تعود لعمر السينومانيان الرسوبية المشكلة تتابع من المارل والكلس المارلي والكلس الدولوميتي مع وجود عقد ومستويات صوانية (Ponikarov, 1966). بينما التورونيان فيمثل توضعات مارلية وكلسية تتحول لسحنة مارلية وحوارية في السينونيان (Rusk. R 1978). تتوضع توضعات الباليوجين بعدم توافق فوق رسوبات الماستريختيان، وتتمثل فقط برسوبات الايوسين المكون من كلس منطبق ومارل وبعض الصوان والمنكشف في غرب المنطقة. يتمثل النيوجين بتوضعات البليوسين البحرية مع قليل من الرمال والكونغلوميرا في بداية النيوجين.

من الناحية البنيوية تقع منطقة الدراسة في وسط وغرب السلسلة الساحلية، تعد من الناحية التكتونية، امتداد للكثلة الجنوبية المتكشفة جنوب القرداحة ونميز نوع من الصدوع الرئيس في هذه المنطقة باتجاه شمال شرق- جنوب غرب إلى شمال جنوب ويرتبط تشكلها بمنشأ صدع الغاب ومنشأ صدع نهر السن وتصل رمياتها الشاقولية حتى 100م (Rusk. R 1978).

طرائق البحث ومواده:

تقوم خطة البحث على مجموعة من الأعمال الحقلية ومجموعة من الأعمال المكتبية. تتضمن الأعمال الحقلية: توزيع محطات قياس تكتونية بشكل مكثف في المنطقة، وإجراء قياسات الوضعية الفراغية للشقوق في كل محطة متضمنة سمت اتجاه الشق وزاوية ميله باستخدام البوصلة الجيولوجية. كذلك دراسة وفهم البنية الجيولوجية المحلية في كل محطة قياس كوجود طيات أو نطاقات صدعية، ودراسة مواصفات الشقوق وبشكل أساسي التباعد بين الشقوق وعرض فرجة الشقوق.

تتضمن الأعمال المكتنية معالجة المعطيات باستخدام الحاسوب وتحليلها إحصائياً وتمثيلها على مخططات ستيريوغرافية تساهم في فهم وقراءة مجموعات الشقوق ووضعيتها الفراغية باستخدام برامج متخصصة Orient 3,3 وكذلك تم استخدام برنامج الـ GIS في رسم خرائط كثافة التوزع المساحي لخاصتي التباعد بين الشقوق وعرض فتحة الشق على كامل منطقة الدراسة. كما تم الاستفادة من تحليل المعطيات الجيولوجية المستقاة من أعمال إنشاء الخرائط الجيولوجية وتقارير المؤسسات والشركات في فهم جيولوجية ومشاكل المنطقة المدروسة وجوارها، من هذه الأعمال نذكر:

درست حبيب (2010) تأثير التكتونيك على الوضع الهيدروجيولوجي في منطقة بحيرة سد السخابية والحوض الصباب، وبينت تأثير مجموعات الشقوق على التخزين في بحيرة السد. كما درس العبد الله والأزكي (2013) تكتونية منظومة صدوع السن المجاورة لمنطقة بانياس وحددا عمرها بالبليوسين الأعلى. حدد يونس (2017) منشأ منظومات الشقوق في منطقتي القدموس وصافيتا وعلاقتها ببنية السلسلة الساحلية، وفسر منشأها بمراحل كريتاسية ويتطور الصدع المشرقي النيوجيني وحقل إجهاده الحالي، كما بين الأزكي والعبد الله (2018) سبب الشق الأرضي الذي حدث في البودي عام 2017 وحدد ارتباطه بالبنية الصدعية في المنطقة.

من أجل الوصول إلى هدف البحث، تم توزيع ودراسة العديد من المحطات في منطقة البحث. إن محطة القياس هي موقع لتكشف صخري تأخذ فيه القياسات قد تكون تكتونات في جوانب الطرق أو مقالع أو جروف صخرية طبيعية. بلغ عدد المحطات 41 محطة موزعة في غالب تشكيلات المنطقة، يعد عدد المحطات المدروسة جيداً بالنسبة لعدد التكتونات الصخرية المتوفرة في المنطقة المدروسة حيث الغطاء النباتي الكثيف نسبياً. تم في هذه المحطات تحديد الوضعية الفراغية للشقوق باستخدام البوصلة الجيولوجية والبنية الجيولوجية في كل محطة قياس. تراوحت الأعمار الجيولوجية في المحطات المدروسة بين السينومانيان والبالوجين. يبين الشكل (2) والجدول (1) توزع محطات المحطات على الخارطة الجيولوجية للمنطقة ونتائج القياس في كل محطة ممثلة على شكل وردة اتجاه الشقوق وإسقاطها على شكل دوائر كبيرة على نصف الكرة السفلي لشبكة شميدت.

النتائج والمناقشة:

تحليل اتجاهات الشقوق: يبين الشكل (2) والجدول (1) نتائج قياسات الشقوق في منطقة الدراسة. توزعت المحطات بشكل غير متجانس على رقعة البحث ويعود ذلك لطبيعة التكتونات الصخرية المتاحة بشكل رئيس في المجاري والوديان وقلتها في خارجها، لدينا ستة محطات في تشكيلات السينومانيان وخمسة محطات في التورونيان وستة محطات في السانتونيان-كامبانيان وإحدى وعشرون محطة في الماسترختيان وثلاثة في البالوجين. لفهم أفضل لاتجاهات الشقوق في المنطقة المدروسة، قمنا بجمع القياسات في كل المحطات (الشكل 2، الجدول 1) بتمثيل بياني واحد وردة الاتجاه العامة للشقوق في منطقة الدراسة (الشكل 3) حيث نلاحظ ما يلي:

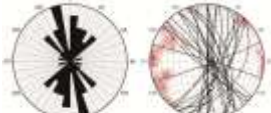

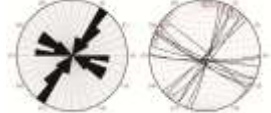


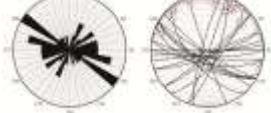
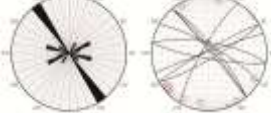
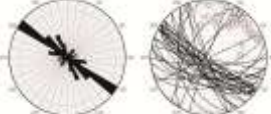
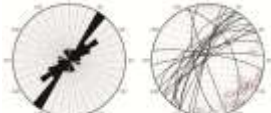
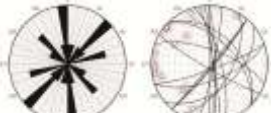
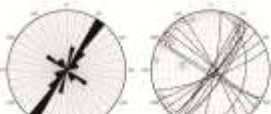
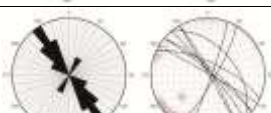
1- اتجاه رئيس مسيطر NW-SE (120° - 150°) ذو بيبك 120° - 130° ، ولوحظ في أغلب المحطات الواقعة في تشكيلات الكريتاسي (الشكل 2). تميل معظم الشقوق ضمن هذا الاتجاه نحو الجنوب الغربي بزوايا تتراوح بين 65° درجة حتى 80° درجة.

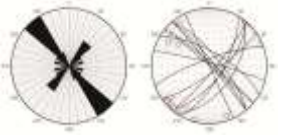



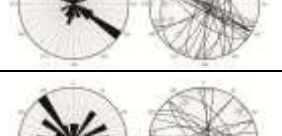
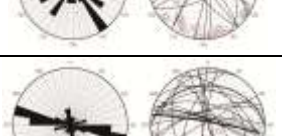
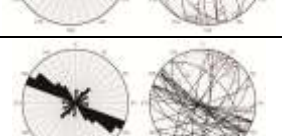
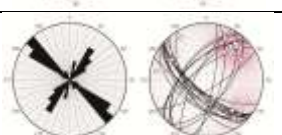
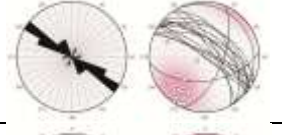


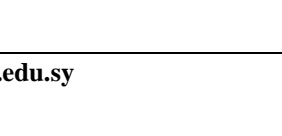
2- اتجاه رئيس NE-SW (30° - 50°)، لوحظ في أغلب المحطات الواقعة في تشكيلات الكريتاسي أيضاً. تميل معظم الشقوق ضمن هذا الاتجاه نحو الجنوب الشرقي بزوايا تتراوح بين 65° درجة حتى 85° درجة.

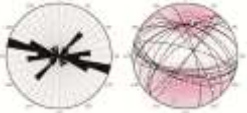
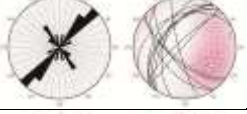


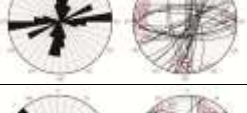


3- اتجاهات ثانوية (165° و 15° و 65°) ولوحظت كاتجاهات موزعة في تشكيلات الكريناسي والبالوجين، تميل الشقوق بزوايا ميل وسطية 50-80 درجة. ً

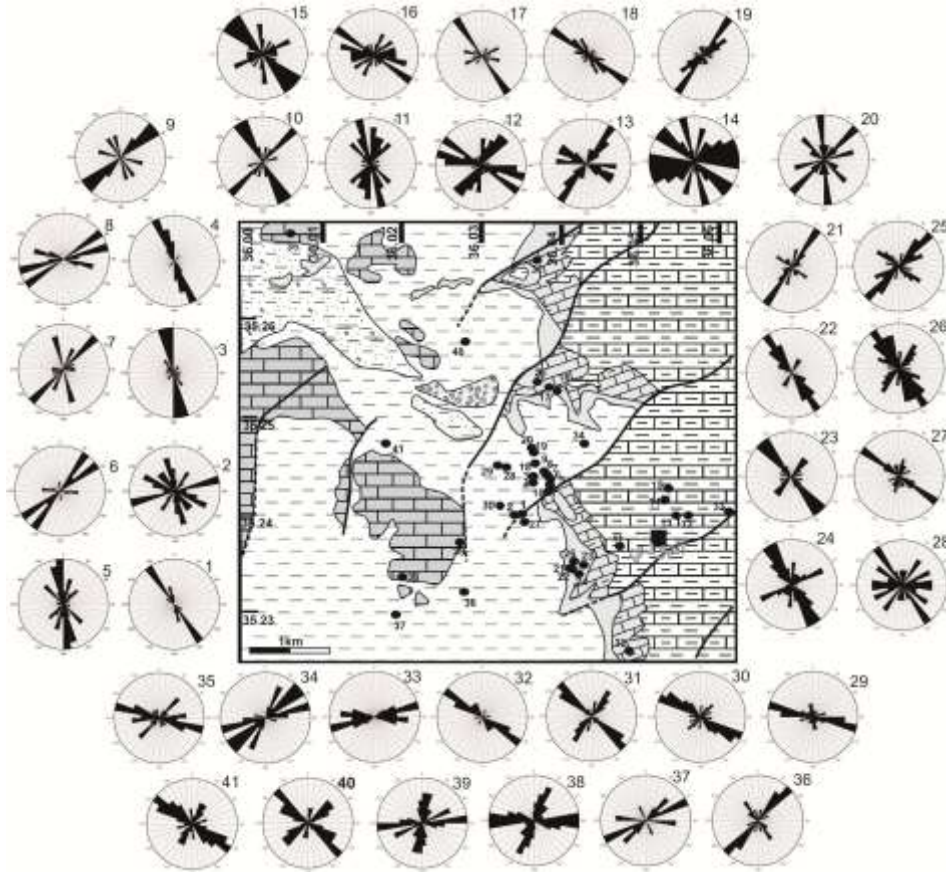
الجدول (1): ملخص نتائج محطات القياس والمخططات الستريوغرافية، (إلى اليسار وردة اتجاه الشقوق، إلى اليمين إسقاط الشقوق على شكل دوائر كبيرة على نصف الكرة السفلي لشبكة شميدت). (الباحث)

رقم الموقع	الإحداثيات	العمر الجيولوجي	الاتجاه الرئيسي للشقوق	الاتجاه الثانوي للشقوق	التمثيل السيتوغرافي
1	N35,24,00,0 E36,03,32,0	ماسترخت	145°	165°	
2	N35,24,00,0 E36,03,32,0	ماسترخت	$70-80^\circ$	165° 145° 125° 55°	
3	N35,24,24,2 E36,03,49,7	ماسترخت	170°	145°	
4	N35,24,24,2 E,03,49,7	ماسترخت	150°	45°	
5	N35,24,19,2 E,03,51,8	ماسترخت	170°	145° 20° 50°	
6	N35,24,19,2 E,03,51,8	ماسترخت	35° 55°	95° 175°	
7	N35,24,19,3 E36,03,51,7	ماسترخت	45°	25° 165° 90°	
8	N35,24,19,3 E36,03,51,7	ماسترخت	55° 75°	105°	
9	N35,24,19,3 E36,03,51,7	ماسترخت	50°	105° 145° 165°	
10	N35,24,15,8 E36,03,52,6	تورونيان	45° 150°	20° 80°	

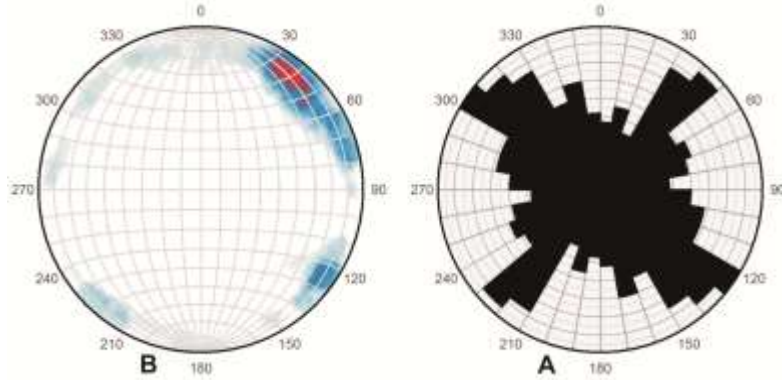
	5° 45° 135°	165°	سينوماتيان	N35,23,44,5 E36,04,49,9	11
	5° 40°	105° 125°	سينوماتيان	N35,24,01,8 E36,05,28,2	12
	95° 120°	35°	سينوماتيان	N35,24,01,8 E36,05,28,2	13
	15°	70° 130° 165°	سينوماتيان	N35,24,14,1 E36,05,20,5	14
	65° 175°	135°	سينوماتيان	N35,24,14,1 E36,05,20,5	15
	25° 55° 105°	125°	سانتو - كامبانيان	N35,25,18,8 E36,03,57,8	16
	65° 105°	145°	تورونيان	N35,25,18,8 E36,03,57,8	17
	40° 155°	125°	ماستريخت	N35,24,24,7 E36,03,45,6	18
	55° 105° 165°	35°	ماستريخت	N35,24,32,0 E36,03,45,0	19
	75° 135°	45° 175°	ماستريخت	N35,24,32,0 E36,03,45,0	20
	15° 125°	35°	سانتو - كامبانيان	N35,23,30,0 E36,04,14,2	21
	30°	145°	سانتو - كامبانيان	N35,23,30,0 E36,04,14,2	22

	40°	140°	سانتو - كامبانيان	N35,23,13,3 E36,04,16,6	23
	5° 65°	150°	سانتو - كامبانيان	N35,23,29,9 E36,04,12,2	24
	65° 125°	45°	تورونيان	N35,25,22,1 E36,03,42,1	25
	5° 35°	145°	سانتو - كامبانيان	N35,23,30,8 E36,04,10,4	26
	15° 65° 165°	125°	ماسترخت	N35,24,01,5 E36,03,35,8	27
	35° 65° 90° 125°	145°	ماسترخت	N35,24,32,3 E36,03,17,0	28
	75° 170°	105°	ماسترخت	N35,24,33,0 E36,03,16,0	29
	5° 45°	120°	ماسترخت	N35,24,1,0 E36,03,34,1	30
	15° 30°	130°	تورونيان	N35,22,38,4 E36,04,51,1	31
	25° 85°	125°	تورونيان	N35,24,49,1 E36,04,28,3	32
	--	75° 95°	سينومانيان	N35,24,49,1 E36,04,28,3	33
	25°	50° 70°	ماسترخت	N35,26,39,12 E36,03,40,5	34

	45° 85°	105°	باليوجين	N35,24,49,1 E36,04,28,3	35
	145°	45°	ماسترخت	N35,22,57,2 E36,01,59,1	36
	45° 95° 155°	65°	ماسترخت	N35,24,10,3 E36,06,05,6	37
	25°	°90	باليوجين	N35,23,25,7 E36,01,25,7	38
	10° 65°	85°	باليوجين	N35,23,48,4 E36,02,43,2	39
	45° 10°	135°	ماسترخت	N35,25,46,7 E36,02,45,2	40
	30° 75° 175°	125°	ماسترخت	N35,24,39,5 E36,01,50,1	41



الشكل 2: خارطة جيولوجية لمنطقة البحث تبين توزع محطات القياس، مرفقة بمخططات وردات الاتجاه لكل محطات القياس. (الباحث)



الشكل 3: وردة الاتجاه العامة لكل محطات القياس في منطقة البحث. (الباحث)

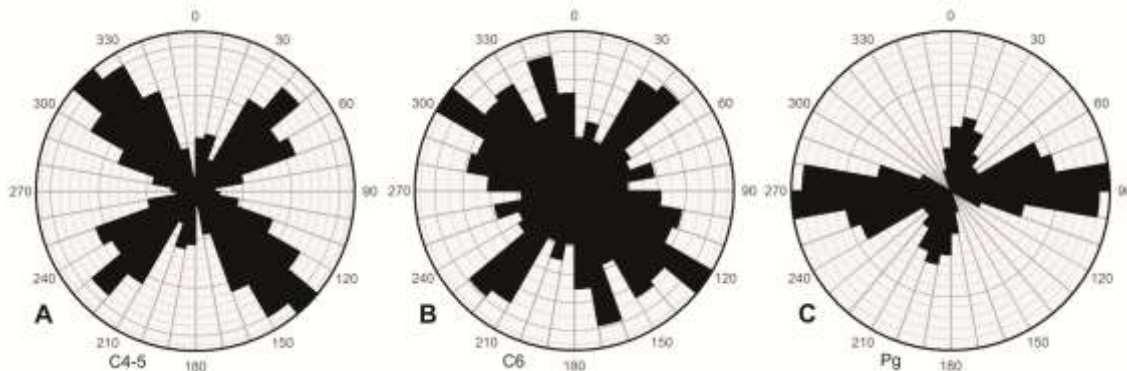
عند تحليل اتجاهات الشقوق حسب العمر الجيولوجي لتشكيلات المحطات المدروسة، ورسم وردة اتجاه للشقوق خاصة بكل عمر يتبين ما يلي (الشكل 4):

- 1- الاتجاه الرئيس المسيطر NW-SE، هو اتجاه رئيس في المحطات الواقعة في تشكيلات الكريتاسي (السينومانيان-تورونيان والسينونيان). مع وجود بيبك 130° - 140° في تشكيلات السينومانيان-تورونيان (الشكل 4-A) وبيك 120° - 130° في تشكيلات السينونيان (الشكل 4-B).

2-الاتجاه الرئيس NE-SW، هو اتجاه رئيس في المحطات الواقعة في تشكيلات الكريتاسي. يتراوح هذا الاتجاه من 30°-70° في تشكيلات السينومانيان-تورونيان مع وجود بيبك 40°-50° (الشكل 4-A) ويتراوح من 50°-30° في تشكيلات السينونيان مع وجود بيبك 40°-50° (الشكل 4-B). يعد الاتجاه الرئيس NE-SW ضعيف التمثيل في المحطات الواقعة في الباليوجين (الشكل 4-C).

3-يبدو الاتجاه الثانوي 165° ضعيف التمثيل في المحطات الواقعة في تشكيلات السينومانيان-تورونيان (الشكل 4-A) واتجاهاً واضحاً رئيساً في تشكيلات السينونيان (الشكل 4-B)، بينما يغيب في تشكيلات الباليوجين (الشكل 4-C).

4-يظهر اتجاه جديد، لم يبدو واضحاً على وردة الاتجاه العامة (الشكل 3)، وهو الاتجاه E-W والذي يكون مسيطراً في محطات تشكيلات الباليوجين (الشكل 4-C) وضعيف التمثيل في تشكيلات الكريتاسي. أما الاتجاه الثانوي 15° فيبدو في كل التشكيلات الكريتاسية والباليوجينية.

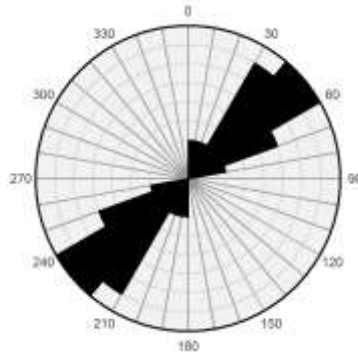


الشكل 4: وردة الاتجاه للمحطات الواقعة في تشكيلات السنومانيان-تورونيان (A) وللمحطات الواقعة في تشكيلات السينونيان (B) وللمحطات الواقعة في تشكيلات الباليوجين (C). الباحث.

تحليل علاقة اتجاه الشقوق باتجاه الصدوع:

تبين وردة اتجاه الصدوع (الشكل 5) والمأخوذة معطياتها من صدوع الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة اختلافاً كبيراً مع وردة اتجاه الشقوق العامة للمنطقة (الشكل 3). حيث يبدو الاتجاه الرئيس المسيطر للصدوع NE-SW يتراوح بين N-S حتى 80° مع بيبك 40°-60°، وهو اتجاه مفرد لا تبدي وردتها اتجاهات ثانوية منفصلة. أما الشقوق فتبدي وردتها اتجاهات متعددة رئيسة وثانوية.

يتوافق اتجاه الصدوع مع الاتجاه الرئيس للشقوق NE-SW (30°-50°). إن الصدوع في منطقة الدراسة معظمها صدوع عادية (Ruske 1978, Al-Abdalla 2008)، أي أن منشأها شدي. وهذا يتوافق مع اتجاه شد NW-SE عموماً. إن عمر الصدوع NE-SW محدد بالمبوسين على علاقة مع طور شدي ترافق مع تشكل حوض نهر الكبير الشمالي (Al-Abdalla 2008) وحدد بالبليوسين عمر تشكل منظومة صدوع السن من نفس الاتجاه والمحدد من قبل (العبد الله والأزكي 2013). إذاً يتراوح عمر الصدوع والشقوق NE-SW من الميوسين حتى البليوسين.



الشكل 5: وردة اتجاه الصدوع المنتشرة على الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة. الباحث.

إن الاتجاه الرئيس المسيطر للشقوق NW-SE لا يتوافق مع اتجاه الصدوع في منطقة الدراسة، وهذا يفسر بأن الشقوق NW-SE نشأت قبل الصدوع. إن الشقوق ذات الاتجاهات NW-SE تتوافق مع طور تكتوني شدي معروف حتى على شمال الصفيحة العربية في الكريتاسي الأعلى (البب 2011 - 2008 - Al-Abdalla 2001 - Brew). وما يؤكد هذا العمر هو وجود هذا الاتجاه من الشقوق في تشكيلات الكريتاسي وغيابه في تشكيلات الباليوجين (الشكل 4). كذلك الأمر بالنسبة للاتجاه الثانوي 165° حيث يكون ممثلاً بشكل جيد في السينونيان وضعيف التمثيل في التشكيلات الأقدم وغائب في الباليوجين وبذلك يمكن إعطاء هذا الاتجاه من الشقوق عمر السينونيان. إن الاتجاه E-W للشقوق والذي يبدو جلياً في تشكيلات الباليوجين وضعيفاً في التشكيلات الأقدم يمكن إعطائه عمر الباليوجين وهذا الاتجاه من الشقوق يتوافق مع طور شدي مميز بصدوع عادية مرافقة للترسيب (Al-Abdalla 2008) معروفة في السلسلة الساحلية ومنطقة البايير-بسيط.

مواصفات الشقوق:

تم دراسة توزع الشقوق بحسب اتجاهاتها في منطقة الدراسة (كثافة الشقوق وفق الاتجاهات على مساحة منطقة الدراسة) وتم قياس التباعد الوسطي بين الشقوق (أو عدد الشقوق وفق الاتجاه في 10م) وعرض فتحة الشقوق الوسطية في كل محطة قياس (الجدول 2، الشكل 6). فالتباعد بين الشقوق هو عبارة عن المسافة المقاسة بين شق وشق آخر يليه مجاور مباشرة وضمن التشكيلة الرسوبية الواحدة، ومن خلال هذا المقياس حصلنا أيضاً على عرض فرجة الشق والتي هي عبارة عن المسافة العمودية بين جداري الشق. لقد تم دمج عدد من المحطات مع بعضها البعض لقرئها من بعضها البعض من جهة ولتشابه مواصفات الشقوق فيما بينها من جهة أخرى، وأصبح عدد المحطات 32 محطة (الجدول 2) بدلاً من 41 محطة قياس. إن نتائج دراسة مواصفات الشقوق موضحة في الجدول (2) حيث استخدمت في عرض توزعها مساحياً على منطقة الدراسة باستخدام برنامج الـ GIS.

الجدول (2): نتائج قياس كثافة الشقوق والتباعد وعرض فتحة الشق في كل محطة قياس (m: متر، Cm: سنتيمتر). الباحث.

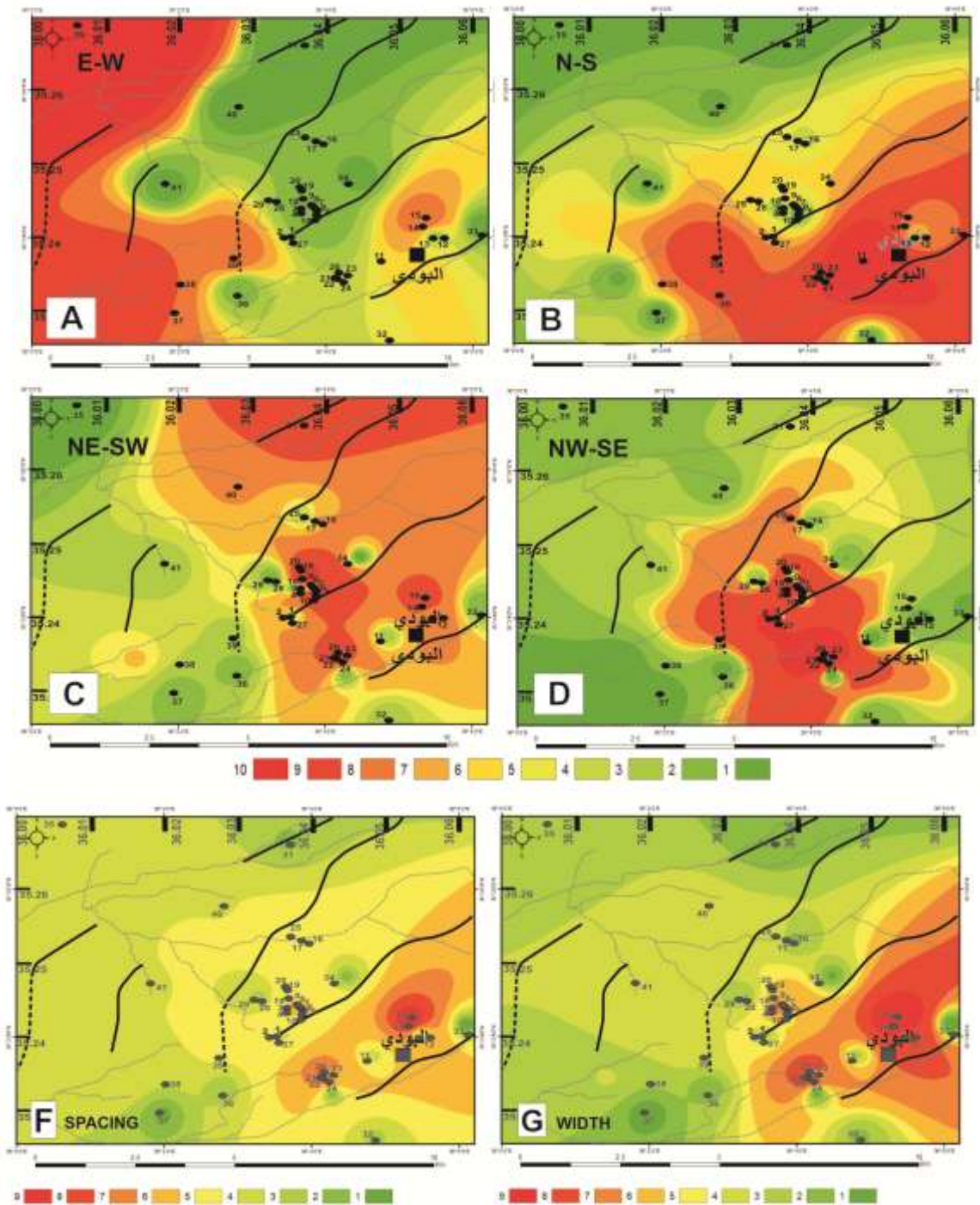
العدد حسب عرض فتحة الشق						عدد الشقوق في 10م	عدد الشقوق وفق الاتجاه				القياسات عدد	الإحداثيات عرض N طول E	الرقم
>10cm	5-10cm	3-5cm	1-3cm	1-10mm	0-1mm		NW-SE	NE-SW	E-W	N-S			
0	0	0	13	13	9	20	35	0	0	0	35	35,24,00,0 36,03,32,0	1

0	0	7	13	6	12	9	27	8	0	3	36	35,24,24,2 36,03,49,7	2
0	3	16	21	10	0	8	23	23	4	0	50	35,24,19,2 36,03,51,8	3
0	0	14	14	2	0	5	4	18	6	2	30	35,24,19,3 36,03,51,7	4
0	3	3	3	1	0	6	5	5	0	3	13	35,24,15,8 36,03,52,6	5
0	0	10	10	10	1	5	5	10	0	16	31	35,23,44,5 36,04,49,9	6
10	15	12	0	0	0	20	8	15	8	6	37	35,24,01,8 36,05,28,2	7
4	8	4	0	0	0	20	6	8	2	0	16	35,24,01,8 36,05,28,2	8
15	10	17	10	10	0	8	19	17	13	0	62	35,24,14,1 36,05,20,5	9
0	0	11	9	5	0	22	17	14	0	4	35	35,25,18,8 36,03,57,8	10
0	16	2	8	10	10	25	36	8	0	0	46	35,24,24,7 36,03,45,6	11
0	0	9	10	11	7	30	9	23	0	5	37	35,24,32,0 36,03,45,0	12
0	3	4	11	5	5	15	16	12	0	0	28	35,23,30,0 36,04,14,2	13
0	7	6	4	0	0	15	10	7	0	0	17	35,23,13,3 36,04,16,6	14
0	15	20	16	0	0	15	30	21	0	0	51	35,23,29,9 36,04,12,2	15
0	12	12	11	0	0	17	24	11	0	0	35	35,25,22,1 36,03,42,1	16
0	10	20	26	0	0	15	41	14	0	0	56	35,23,30,8 36,04,10,4	17
10	10	5	5	0	0	18	18	12	0	0	30	35,24,01,5 36,03,35,8	18
0	0	5	15	5	0	15	10	5	0	5	20	35,24,32,3 36,03,17,0	19
0	0	0	0	10	18	20	21	7	0	0	28	35,24,33,0 36,03,16,0	20
0	5	5	5	10	10	10	27	5	0	3	35	35,24,1,0 36,03,34,1	21
0	0	11	10	0	0	15	0	18	2	1	21	35,26,39,1 36,03,40,5	22
0	0	12	14	0	0	15	14	10	0	2	26	35,22,38,4 36,04,51,1	23
0	0	4	3	3	0	5	1	7	2	0	10	35,24,10,3 36,06,05,6	24
0	0	0	8	8	2	10	13	2	3	0	18	35,24,49,1 36,04,28,3	25
0	0	0	0	14	15	14	0	4	25	0	29	35,26,52,2 36,00,31,4	26
0	0	5	7	10	0	22	10	7	5	0	22	35,23,18,6 36,02,48,5	27
0	0	4	5	5	0	22	5	8	0	1	14	35,22,57,2 36,01,59,1	28
0	0	0	0	10	22	27	2	13	15	2	32	35,23,25,7 36,01,25,7	29
0	0	0	0	10	24	11	0	10	13	11	34	35,23,48,4 36,02,43,2	30

0	0	0	9	10	14	18	16	14	1	2	33	35,25,46,7 36,02,45,2	31
0	0	0	8	10	15	20	19	10	2	2	33	35,24,39,5 36,01,50,1	32

تتوزع غالبية الشقوق ذات الاتجاه E-W في غرب رقعة الدراسة بشكل رئيس وشمال قرية البودي بشكل ثانوي (الشكل 6-A) وهذا يتوافق مع مكان الانتشار لتوضعات الباليوجين التي كان فيها هذا الاتجاه رئيساً (الشكل 4-C). أما الاتجاه N-S فيتوزع في جنوب شرق رقعة الدراسة حول قرية البودي ضمن تشكيلات متنوعة من السينومانيان حتى الماسترختيان (الشكل 6-B) وهذا التوزيع المتنوع يجعل ربط هذا الاتجاه بعمر معين أو ببنية معينة صعباً حيث لا يوجد انتشار مميز لصدوع من نفس الاتجاه في مكان انتشاره، وفي كل الأحوال يعد هذا الاتجاه N-S ثانوياً على واردة الاتجاه العامة للشقوق في المنطقة (الشكل 3).

يتوزع الاتجاه الرئيس للشقوق NE-SW في شرق وشمال شرق رقعة الدراسة (الشكل 6-C) ضمن تشكيلات متنوعة من السينومانيان حتى الماسترختيان، ومن الواضح تماماً ارتباط اتجاه الصدوع (الشكل 5) مع مكان انتشار الشقوق ذات الاتجاه NE-SW (الشكل 6-C)، وهذا ما يبدي الارتباط المنشئي الشدي لهذا الاتجاه من الشقوق مع الصدوع العادية NE-SW. أما الاتجاه الرئيس المسيطر NW-SE فيتوزع في وسط منطقة الدراسة في تشكيلات أغلبها من عمر السينونيان (الشكل 6-D)، لا يبدي هذا الاتجاه توافقاً مع اتجاه الصدوع في مكان انتشاره وقد فسر بأنه أقدم من الصدوع والشقوق ذات الاتجاه NE-SW. إن عدم وجود هذا الاتجاه في مناطق انتشار تشكيلات الباليوجين يساند الرأي بأن عمر الشقوق NW-SE هو الكريتاسي الأعلى.



الشكل 6: خرائط الانتشار المساحي لمواصفات الشقوق في منطقة الدراسة: A-توزع الشقوق E-W ، B - توزع الشقوق N-S ، C - توزع الشقوق NE-SW ، D -توزع الشقوق NW-SE ، F- عدد الشقوق في 10م (التباعد)، G- عرض فتحة الشق. تشير الألوان الحمراء إلى القيمة الأعلى للانتشار والألوان الخضراء للقيم الأدنى.

بيدي عدد الشقوق في 10م (التباعد) أعلى قيم له حول قرية البودي في جنوب شرق رقعة الدراسة (الشكل 6-F). وهي محصورة بين صدعين عاديين من اتجاه NE-SW نعتقد أنهما يلعبان دوراً في زيادة التشقق، ومن جهة أخرى فإن هذه

المنطقة حول قرية البودي تتلاقى فيها جميع اتجاهات الشقوق المبينة في الخرائط (A-B-C-D) في الشكل 6، مما يزيد عدد الشقوق. كذلك تبدي نفس المنطقة قيم كبيرة لعرض فتحة الشق (الشكل 6-G)، أي أن الشقوق مفتوحة من منشأ شدي نعتقد أنها على علاقة بالصدوع العادية NE-SW حول قرية البودي.

الاستنتاجات والتوصيات:

بينت دراسة اتجاهات الشقوق وتوزعها المساحي في منطقة البودي:

1-الاتجاه الرئيس الأول المسيطر للشقوق هو NW-SE (120° - 150°)، ولوحظ في أغلب المحطات الواقعة في تشكيلات الكريتاسي ويغيب في تشكيلات الباليوجين. عمر اتجاه الشقوق NW-SE هو الكريتاسي الأعلى، ولا يتوافق مع اتجاه الصدوع في منطقة الدراسة. وهي شقوق شديدة المنشأ تتوزع في وسط منطقة الدراسة في تشكيلات غالبها من عمر السينونيان. إن عدم وجود هذا الاتجاه في مناطق انتشار تشكيلات الباليوجين يساند الرأي بأن عمر الشقوق NW-SE هو الكريتاسي الأعلى.

2-اتجاه رئيس ثاني NE-SW (30° - 50°) يتوزع في شرق وشمال شرق رقعة الدراسة ضمن تشكيلات متنوعة من السينومانيان حتى الماسترخيتيان والباليوجين، ومن الواضح تماماً ارتباط مكان انتشار الشقوق ذات الاتجاه NE-SW مع مكان وجود الصدوع العادية من نفس الاتجاه. وهذا ما يبدي الارتباط المنشئي الشدي لهذا الاتجاه من الشقوق مع الصدوع العادية NE-SW. العمر المقترح لهذا الاتجاه هو الميوسين-بليوسين.

3-الاتجاه E-W للشقوق ثانوي يتوزع في غرب رقعة الدراسة بشكل رئيس وشمال قرية البودي بشكل ثانوي. يبدو هذا الاتجاه من الشقوق جلياً في تشكيلات الباليوجين وضعيفاً في التشكيلات الأقدم يمكن إعطاه عمر الباليوجين وهذا الاتجاه من الشقوق يتوافق مع طور شدي مميز بصدوع عادية مرافقة للترسيب معروفة في السلسلة الساحلية. كذلك لوحظ اتجاهان ثانويان (15° و 165°) موزعان في تشكيلات الكريتاسي والباليوجين، ولم يعط لهما عمر محدد.

4-يبدي عدد الشقوق في 10م (التباعد) وعرض فتحة الشق أعلى قيم لهما حول قرية البودي في جنوب شرق رقعة الدراسة حيث تتلاقى فيها جميع اتجاهات الشقوق ويوجد صدعين عاديين من اتجاه NE-SW يلعبان دوراً في زيادة هذه القيم.

يوصي البحث بما يلي:

- 1-دراسة مواصفات الشقوق الأخرى في المنطقة من حيث الحشوة المائلة للشقوق المفتوحة، وخشونة السطح لما لها من أهمية في استقرار الكتل الصخرية أثناء إقامة المنشآت الهندسية.
- 2-تقييم المخاطر الجيولوجية المرتبطة بالشقوق حول قرية البودي وبشكل رئيس الانزلاقات الأرضية.

Reference

- 1-Al-Abdalla A. Evolution Tectonique de la Plate-forme Arabe en Syrie depuis le Mésozoïque. Thèse Doct. Université de Paris6. 2008. 302p.
- 2-Al-abdalla A. and Al-Azki F. Tectonic study of Al-Sen faults system. Al-Baath University journal. vol. 32. 2013. P.26.
- 3-Al-Azki F. and Alabdalla A. Study the causes of land fracture in Al-Body region. Al-Baath University journal. vol. 46. 2018. P.16.
- 4-Al-Beb, Samer. Sedimentological and tectonic evolution of Cretaceous formation in Coastal Rang-Syria. Doct. Thesis in Damascus University. 2011.356p.
- 5-Bosworth W. Mesozoic and early Tertiary rift tectonics in East Africa. In: C.J. Ebinger, H.K. Gupta and I.O. Nyambok, Editors, Seismology and Related Sciences in Africa Tectonophysics, vol. **209**, . 1992 . p.115–137.
- 6-Brew G., Barazangi M., Al-Maleh A. K. and Sawaf T. Tectonic and Geologic Evolution of Syria. GeoArabia, vol. 6. 2001. p.573-616.
- 7-Giannerini; G.; Campredon, R.; Feraud, G. and Abo Zakhem B. Déformations intraplaques et volcanisme associé : exemple de la plaque arabe au Cénozoïque. Bull, Soc, Géol., vol. 6. 1988. p.937-947.
- 8-Gomez 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., vol.241. 2006. p.913-931.
- 9-Habib, Sahar. The effect of tectonic in hydrogeological situation in Al-Skhaba dame region and infusion basin. Master thesis, Tishreen University. 2010. 186p.
- 10-Hodgson, R. A. Classification of structures on joint surfaces. *American Journal of Science* vol. **259**. 1961. P 493-502.
- 11-Issa, Mouhamed. Geo-engineering study of Al-Bassit and Al-Badrouroussia region for definition region of natural risk (slid-land) by using GIS. Tishreen University journal. 2003.
- 12-Matar A. *Contribution a l'étude sismotectonique de la Syrie (Alghab)*. Mémoire de thèse, Univ.J.Fourier, Grenoble 1, 1999. 216 p.
- 13-Matar A., Mascle G. Cinématique de la faille du Levant au Nord de la Syrie: analyse microtectonique du fosse d'Alghab. Geodin. Acta., vol.6. 1993. p.153– 160.
- 14-McClusky S., Reilinger R., Mahmoud S., Ben Sari D. and Tealeb A. GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions, Geophys. J. Int., vol.155, 2003. p.126– 138.
- 15-Quennel, A.M. The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift. Q. J. Geol. Soc. London, vol.114, 1958. p.1-24.
- 16-Ponikarov, V.P. The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, scale 1:200 000. Ministry of Industry, Syrian Arab Republic. 1966.
- 17-Ramsay, J. G. & Huber, M. I. The techniques of modern structural geology- Volume2 : Folds and fractures. Academic Press, London, 1987. p 700.
- 18-Rusk. R., Geological Maps of Syria (Qrdaha), scale 1\50000. Damascus. 1978.
- 19-Younes. Taufik. Study of joints system in the southern coastal rang (Safita and Al-Qadmous region). Al-Baath University journal. Vol. 41. 2017. P.21.
- 20-Zanchi A., Crosta G.P., Darkal A.N. Paleostress analyses in NW Syria: constraints on the Cenozoic evolution of the Northwestern margin of the Arabian plate. Tectonophysics, vol. 357. 2002. p.255-278.