

التطور التكتوني لمنطقة البابر-بسيط_سورية

د. عبد الكريم العبد الله *

د. سامر البب **

الملخص

بينت دراسة تجمعات الفوالق في منطقة البابر بسيط في 16 محطة قياس وجود 27 حالة إجهاد موزعة في محطات تحت وفوق صخور المعقد الأوفوليوتي. كما بينت وجود عدة مراحل في النظام التكتوني متحكمة في توزع أنماط الفوالق والاجهادات المرافقة لها. حيث وجدت الفوالق العادية باتجاهات عامة شرق-غرب وشمال شمال شرق-جنوب جنوب غرب، بينما الفوالق العكسية باتجاه شرق-غرب إلى شرق جنوب شرق-غرب شمال غرب. فيما كانت الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية باتجاه شمال غرب-جنوب شرق و شرق-غرب، وسيطر الاتجاه شمال شمال شرق-جنوب جنوب غرب على الفوالق الإزاحية الجانبية اليسارية. سيطرت الفوالق العكسية والإزاحية الجانبية على نمط الفوالق في منطقة البابر بسيط بسبب وجود ثلاث مراحل ضغطية مرت بها منطقة البابر-بسيط: انغلاق محيط النيونيتس واعتلاء الأوفوليوت على الهامش الشمالي للصفحة العربية مترافق مع ضغط ($40^{\circ}-90^{\circ}N$)، طور ضغطي $120^{\circ}-130^{\circ}N$ من عمر الميوسين الأسفل مرافق لتشكل فالق اللاذقية-كلس، و طور ضغطي $140^{\circ}-170^{\circ}N$ كمرافق لتشكل الفالق المشرقي في الميوسين الأعلى-بليوسين الأسفل ومرافق لطبي جبل الأقرع. أما الفوالق العادية فترافق تشكلها مع مراحل شديدة في الباليوجين باتجاه شد ($0^{\circ}-30^{\circ}N$)، ومع تشكل حوض الكبير الشمالي في الميوسين حيث الشد ($110^{\circ}-120^{\circ}N$).

الكلمات المفتاحية: اعتلاء أوفوليوتي- البابر-البسيط - الفوالق - تكتونيك

* أستاذ مساعد- قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية/
abdulkarim.alabdalla@tishreen.edu.sy
** مدرس- قسم الجيولوجيا- كلية العلوم- جامعة تشرين- اللاذقية- سورية/ samer.albub@tishreen.edu.sy

Tectonic evolution of Baer-Bassit region- Syria

Dr. Abdulkarim AL-ABDALLA*

Dr. Samer AL-BUB**

Abstract

A study of the faults populations in the Baer-Bassit region in 16 measuring stations showed the presence of 27 stress states distributed in stations beneath and above the rocks of the ophiolitic complex. It also showed the existence of several stages in the tectonic system, which controls the distribution of fault patterns and the stresses accompanying them. The normal faults were found in general directions E-W and NNE-SSW, while the reverse faults were in the direction E-W to ESE-WNW. While the dextral strike-slip faults were NW-SE and E-W, the NNE-SSW direction dominated the sinistral strike-slip faults. Reverse and strike-slip faults dominated the pattern of faults in Baer-Bassit region due to the presence of three compressional phases: closure of the Neotethyan Ocean and ophiolite obduction on the northern margin of the Arabian plate, accompanied by compression (40° - 90° N), a Lower Miocene compressional phase 120° - 130° N accompanying the formation of the Latakia-Kilis fault, and a compressional phase of 140° - 170° N, accompanying the formation of the Levant fault in the Upper Miocene-Lower Pliocene, and accompanying the folding of Al-Aqraa Mountain. The formation of normal faults was accompanied by extensional phases in the Paleogene with a (0° - 30° N) extension oriented and the formation of the Naher Al-Kabir Alshemaly in the Miocene with (110° - 120° N) extension oriented.

Key words: Ophiolitic Obduction- Baer-Bassit - Faults - Tectonic

*Assistant Professor at department of Geology-Faculty of Science- Tishreen University- Latakia-Syria

** lecturer at department of Geology-Faculty of Science- Tishreen University- Latakia-Syria

مقدمة:

تعد الفوالق من أكثر البنيات التشوهية التكرسية انتشاراً، وتصادف في جميع الأجسام الصخرية الرسوبية والانفعاية والمتحولة. وهي سطوح انقطاع في الجسم الصخري، تترافق بحركة موازية لسطوحها. توجد الفوالق على شكل مجموعات ذات اتجاهات محددة ترتبط بمراحل تكتونية مميزة. تلعب الفوالق 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 دوراً في حركة المياه الجوفية وفي توجيه حركة المواد النفطية، ولها الدور الأكبر في فهم تطور حقول الإجهاد التكتونية. يوجد في سورية الكثير من البنيات الجيولوجية الفالقية المحلية والإقليمية والتي تشكلت في مراحل تكتونية مختلفة من البرمي-ترياسي كما في التدمرية إلى النيوجين-رباعي كما في حالة الفالق المشرقي (Quennell 1958, Giannerini et al. 1988). تقع منطقة البايير-بسيط في شمال غرب سورية وتشكل جزءاً هاماً من جيولوجية سورية، المرتبطة كونها من البنيات التكتونية الهامة جداً والمتاخمة لحد الصفيحة العربية الشمالي الغربي، ما يجعل منها سجلاً هاماً يحوي مراحل التطور والتكتوني لهوامش الصفيحة ويشكل خاص مراحل التطور قبل، أثناء وبعد الاعتلاء الأوفوليوتي في المنطقة. بالإضافة إلى موقعها قرب حوض شرق المتوسط الذي يضم العديد من البنيات ذات الأهمية الكبيرة جداً من الناحية النفطية. لم تحظ هذه المنطقة باهتمام الباحثين منذ أعمال إنشاء الخرائط الجيولوجية بمقياس 1:50000 و 1:200000 (Ponikarov, 1966)، حيث ركزت الأبحاث السابقة على منشأ الأوفوليت وتركيبه الليثولوجي والخامات الاقتصادية المرافقة كونه يغطي معظم مساحة منطقة الدراسة.

أهمية البحث وأهدافه: يهتم هذا العمل بدراسة الفوالق في التشكيلات الرسوبية المتكشفة في منطقة الباير-بسيط في مرحلة الاعتلاء وما بعد الاعتلاء الأوفولييتي، وبشكل خطوة هامة لفهم تطورها التكتوني في منطقة أصبحت من المناطق الهامة نفطياً في ضوء الاكتشافات النفطية الحديثة في المناطق المتاخمة، وهذا يُسهم بشكل كبير في بناء أفضل للجيولوجيا التاريخية للمنطقة، مما يسهل قراءة المعطيات الجيوفيزيائية وتفسير البروفيلات السيزمية شرقي البحر المتوسط بشكل أفضل. كما تأتي أهمية هذا البحث من خلال تحديد النمط التكتوني التكرسي السائد والمؤثر في التشكيلات الجيولوجية في بنية المنطقة. يهدف البحث المقترح إلى:

1- التحليل الإحصائي لتجمعات الفوالق في منطقة الباير-بسيط

1-دراسة التطور التكتوني لحقول الإجهاد أثناء وبعد اعتلاء المعقد الأوفولييتي في منطقة الباير-بسيط.

طرائق البحث ومواده: تقوم خطة البحث على مجموعة من الأعمال الحقلية تهدف إلى:

- 1- إحصاء بيانات محطات القياس التكتونية الفالقية في منطقة البحث؛ متضمنة نوع الفالق-سمت اتجاه الفالق والمحددة باستخدام البوصلة الجيولوجية.
- 2- تقدير العمر الجيولوجي التقريبي للصدوع أو العمر المؤكد من خلال الفوالق المتزامنة للترسيب إن وجدت.

3- تحديد نظام الإجهاد كتابع لحركة عائلة من الفوالق المتجانسة.

في هذا العمل تم استخدام قياسات سطوح الفوالق ذات الأخاديد التي سمحت بحساب نظام الإجهاد كتابع لحركة عائلة من الفوالق المتجانسة، باستخدام برنامج T-Tecto Studio X5 بطريقة قلب الإجهاد لغوس (Gauss stress inversion) الموضوعية من قبل (Zalohar and Vrabc, 2007). يكون الانزلاق على سطح الفالق مرتبطاً مباشرة بتوجه المحاور الرئيسية لمصفوفة الإجهاد حيث أن: الإجهاد الرئيس المتوسط

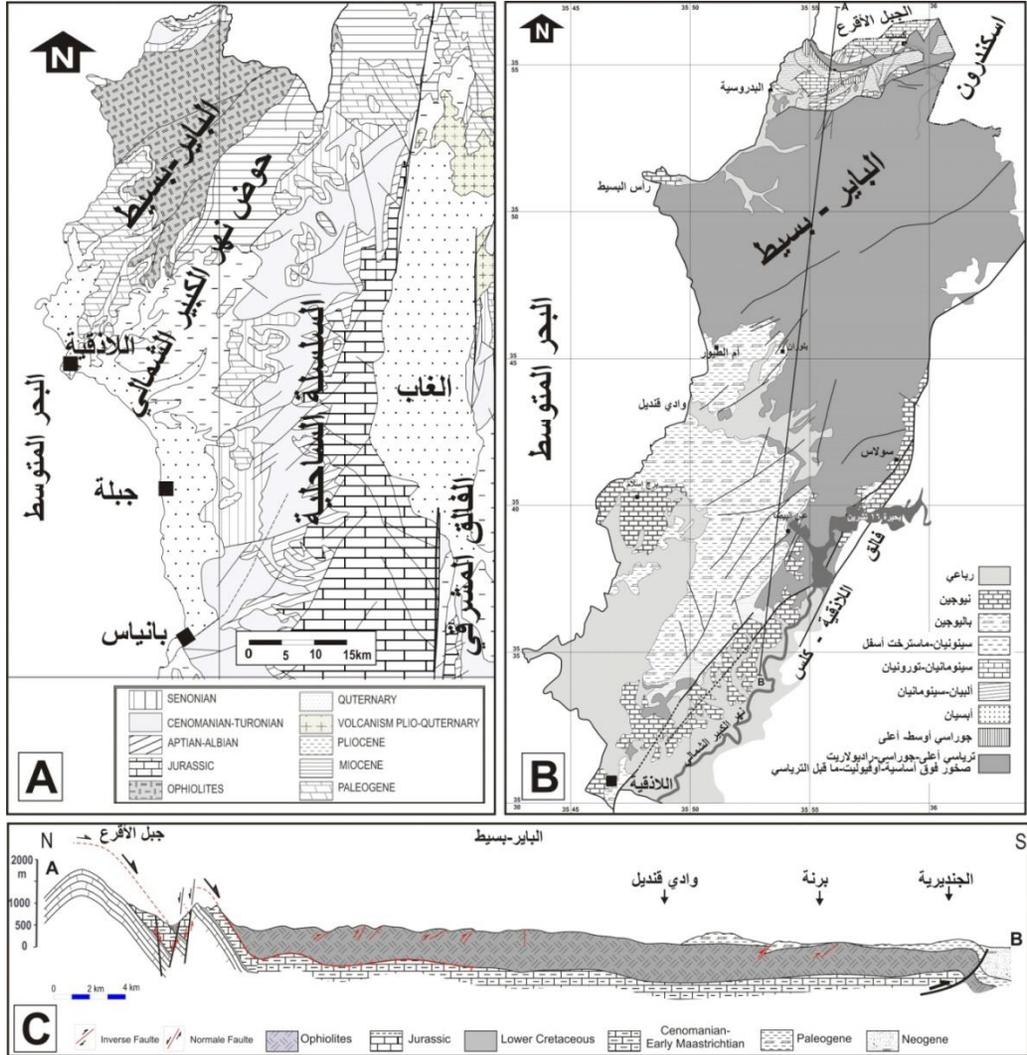
σ_2 يوجد ضمن سطح الفالق ومعامد للأخاديد، الإجهاد الرئيس الأعظمي σ_1 يصنع زاوية 30° مع الأخاديد ويوجد في مستوى معامد لمستوي الفالق وماراً من الأخاديد (مستوي الحركة)، والإجهاد الأصغر σ_3 يصنع زاوية 60° مع الأخاديد ويوجد في مستوى الحركة. وبذلك يمكن التمييز بين 3 أنماط من الأنظمة التكتونية: شدي حيث σ_1 شاقولي وإزاحي حيث σ_2 شاقولي وضغطي حيث σ_3 شاقولي وذلك في إهليلج الإجهاد (Angelier. 1990).

إن النتائج المستخلصة سابقاً على مستوى كل موقع دراسة تمثل على شكل اتجاهات الإجهادات سواءً شديدة أم ضغطية. هذه الاتجاهات تحدد ما ندعوه الطور التكتوني المميز بنمط تشوّهاته وحالة إجهاده. إن حقل الإجهاد الذي يميز الطور التكتوني لا يكون دائماً متجانس فقد توجد بعض الانحرافات في اتجاه الإجهادات محلياً. بشكل عام إن الإطار البنيوي الإقليمي لمنطقة ما يلعب دوراً هاماً في توصيف الطور التكتوني وتفسيره. إن الفوالق حديثة التشكل تنشأ عن تأثير الإجهاد على صخر خالي من التشققات والكسور مما ينتج جيومترية فوالق متوافقة مع توجه محاور الإجهاد، أما الفوالق الموروثة فتنشأ عن تأثير الإجهاد على صخر حاوٍ على شقوق وفوالق قديمة أو أي بنية تكسرية أخرى فتستخدم الفوالق الناتجة البنيات سابقة التشكل مما ينتج جيومترية فوالق لا تتوافق تماماً بالاتجاه والميل مع حقل الإجهاد، مما ينتج تقاطعات للأخاديد الفالقية على نفس السطح الفالقي والتي تدل على حركات متعددة الأطوار وإن وجود عدة أجيال من الأخاديد الفالقية على نفس مرآة الفالق تساعد في تحديد التعاقب الزمني النسبي للحركات التكتونية.

الإطار الجيولوجي العام: تقع منطقة الدراسة أقصى شمال غرب سورية ضمن خارطتي اللاذقية والبسيط الجيولوجية 1:50000، وتمتد من جبل الأقرع شمالاً وحتى اللاذقية جنوباً (الشكل 1)، يحدها من الشرق والجنوب السلسلة الساحلية وحوض نهر الكبير

الشمالي، ومن الشمال كتلة جبل الأقرع ومن الغرب البحر المتوسط. تتبع منطقة الدراسة بنيوياً لوحدة البايير-البسيط. وهي واحدة من ثلاث وحدات بنيوية رئيسية في شمال غرب سورية: هي السلسلة الساحلية، البايير- البسيط وحوض نهر الكبير الشمالي (الشكل 1). تتميز وحدة البايير-بسيط بوجود المعقد الأوفيواليتي المُعتلي على شمال الصفيحة العربية خلال الماستريختيان والتي تقع جذورها شمالاً في تركيا (Parrot, 1977). تكون صخور المعقد، في منطقة الدراسة، محصورة بين سلسلتين رسوبيتين: الأولى هي الكتلة الكلسية العائدة إلى الجوراسي-الكريتاسي (حتى الماستريختيان الأدنى) لجبل الأقرع في الشمال، والثانية هي مجموع رسوبي تجاوزي يبدأ من الماستريختيان الأعلى حتى النيوجين في الجنوب (Parrot, 1977)، (Ponikarov, 1966) و (Kazmin and Kolakov, 1968). في أقصى شمال البايير-بسيط تمثل بنية المنطقة المدروسة الجناح الجنوبي لمحدب جبل الأقرع ذي المحور E-W والذي يقع معظمه في أراضي لواء اسكندرون. يقطع هذا الجناح بعدد من الفوالق العادية برميات تصل لعدة مئات من الأمتار كالفالق الذي يحد وادي السمرة من الجنوب ويضع توضعات الجوراسي الأوسط بمقابل توضعات السينونيان (الشكل 1). كما توجد شبكة من الصدوع ذات الاتجاهات NE-SW و NW-SE تقطع هذه المنطقة (الشكل 2). تمثل السلسلة الساحلية محدباً ذو محور N-S غير متناظر مقطوع من الشرق بالفالق المشرقي وانهدام الغاب. في شمال السلسلة الساحلية قرب وحدة البايير-بسيط تكون البنية عبارة عن محدب وحيد الميل تميل تشكيلاته الجيولوجية نحو الشمال الغربي بميول تتراوح من 10-20 درجة (Ponikarov, 1966). أما وحدة نهر الكبير الشمالي فهي حوض نيوجيني رسوبي تتوضع بعدم توافق على الودعتين السابقتين، حيث تصل سماكة الرسوبيات الكلسية المارلية والحطامية فيه أكثر من 2000 م (Leonov 1985). تتميز منطقة البحث من

الناحية التكتونية بوجود نطاق فالقي يقع في جنوب شرق منطقة البايير - بسيط ويعرف باسم فالق اللاذقية-كأس، الذي يعد بنية رئيسة في غرب سورية.



الشكل 1: موقع منطقة البحث: A-خارطة جيولوجية لشمال غرب سورية موضح عليها الوحدات البنيوية لمنطقة البحث (مأخوذة من خارطة اللاذقية-حماة 200000/1، Ponikarov, 1966) B-خارطة جيولوجية لوحدة البايير-بسيط (مأخوذة من خارطتي اللاذقية وكسب 50000/1، Kazmin and Kolakov, 1968) C-مقطع جيولوجي يبين بنية منطقة الدراسة (الباحث).

حسب AlAbdalla (2008) فإن هذا النطاق يعتبر نطاق قص جبهي رئيسي مترافق مع وجود طيات ذات محاور SW-NE و NNE-SSW وهو ذو عمر ميوسين أسفل وإن رسوبيات الميوسين الأوسط لحوض نهر الكبير الشمالي تغطي هذه التشوهات بعدم توافق زاوي. يحد جميع البنيات السابقة من جهة الشرق البنية الأوضح مورفولوجياً في سوريا ألا وهي الفالق المشرقي الذي يفصل السلسلة الساحلية عن هضبة حلب وهو نطاق نشط زلزالياً ذو اتجاه شمال-جنوب يمتد حوالي 800 كم من خليج العقبة جنوباً وحتى جبال طوروس شمالاً (Quennell, 1958). إن عمر ظهور الفالق المشرقي بدقة هو موضع جدل علمي ولكن على اختلاف الآراء حوله فإن جميعها تتفق على عمر النيوجين (Freund et al. 1987, Giannerini et al. 1988, Homberg et al. 2010, AlAbdalla et al. 2008).

ستراتغرافياً، تتكشف في شمال منطقة الباير-بسيط صخوراً رسوبية تقع تحت صخور المعقد الأوفوليتي تعود أعمارها إلى الجوراسي والكريتاسي (Kazmin and Kolakov, 1968)، كما يلي:

الجوراسي: بسماكة 450 م، مكونة من حجر كلسي رمادي كتلي متناوب مع دولوميت وعدسات صوانية. حدد العمر بالجوراسي أوسط-أعلى بالمقارنة مع مقابلاتها في الساحلية.

الكريتاسي: يبدأ بالأبسيان بسماكة 30م، مكون بالتناوب من مارل غضاري أخضر وحجر كلسي أوليتي. أما الألبان فيتمثل مع أسفل السينومانيان بوحدة واحدة بسماكة 850-900م في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة، ويتكون بالتالي من حجر كلسي مع عقد وعدسات من الصوان ودولوميت كتلي، ونتيجة للتشابه الليتولوجي وعدم التمييز مستحاثياً وُضع أعلى السينومانيان مع التورونيان كوحدة واحدة بسماكة 180م، مكونة من حجر كلسي قاسي كارستي مع عقد قليلة من السيليس. أما الوحدة السفلية من

السينونيان تغطي بعدم توافق حجر كلسي عائد إلى السينومانيان-تورونيان، وتتكون في غرب كسب من رمال كوارتزيتية غلوكونيتية بملاط كربوناتية وحجر كلسي كتلي رمادي بسماكة 91م.

بينما يتكشف في وسط وجنوب منطقة البابر-بسيط صخوراً رسوبية تقع فوق صخور المعقد الأوفبوليتي تعود أعمارها إلى الكريناسي والبالوجين (Kazmin and Kolakov, 1968)، كما يلي:

الوحدة العلوية من السينونيان تغطي بعدم توافق صخور المعقد الأوفبوليتي وتتكون من حطاميات خشنة ورمال كوارتزيتية و مارل-كلسي بسماكة تصل حتى 60م (Adjiman, 1997) من عمر الماسترختيان، بحسب (Hamdo, 2023) فإن هذه التوضعات تعود بأعمارها إلى الكامبانيان والماسترختيان.

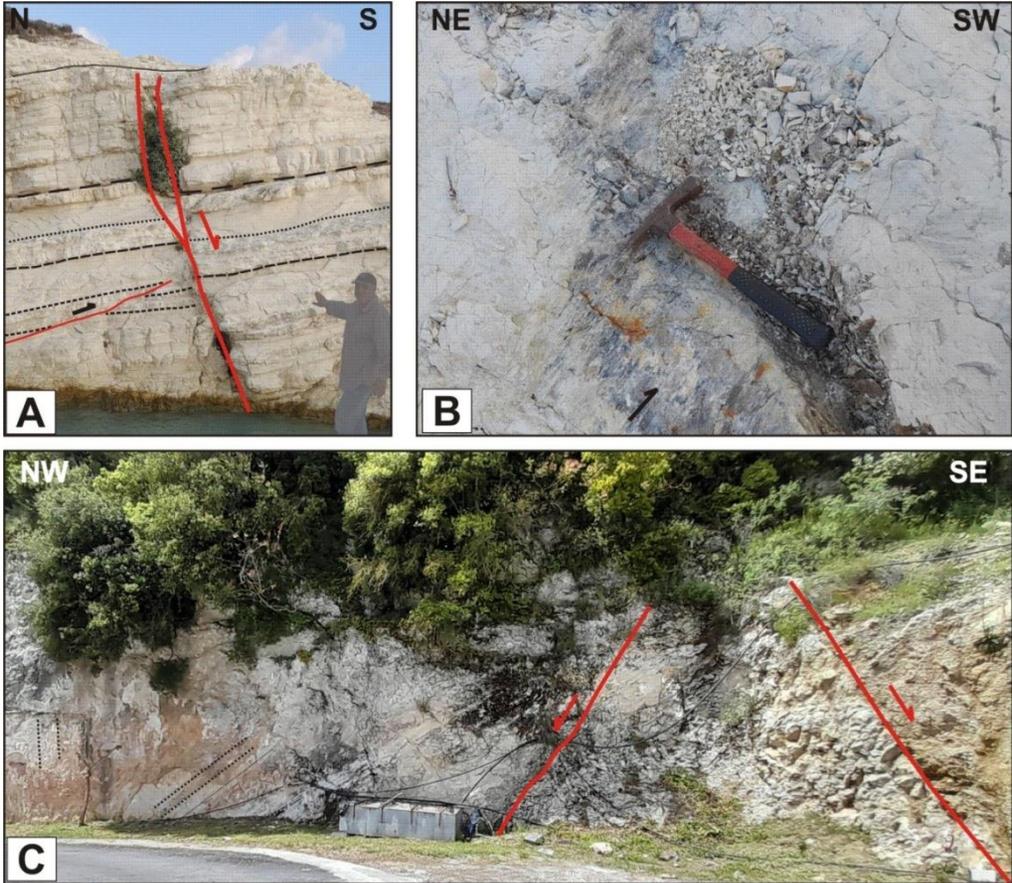
البالوجين: يشكل أغلب الصخور المتكشفة في جنوب البابر-بسيط ويتكون بشكل رئيسي من المارل والحجر الكلسي الحواري والحجر الكلسي النموليتي مع الصوان (Kazmin, 1966 and Ponikarov, 1966).

النيوجين والرباعي: ويتكون النيوجين بشكل عام من المارل والحجر السلتي والكونغولوميرا ويتكشف بشكل رئيس حول حوض نهر الكبير الشمالي وفي منطقة برج إسلام (Adjman, 1997). أما الرباعي عموماً فينتشر قرب السهل الساحلي ونهر الكبير الشمالي ويتألف بشكل رئيسي من كونغولوميرا وحصى إضافة إلى الرمال والحجر الرملي (Ponikarov, 1966).

النتائج والمناقشة:

جيومترية الفوالق المدروسة:

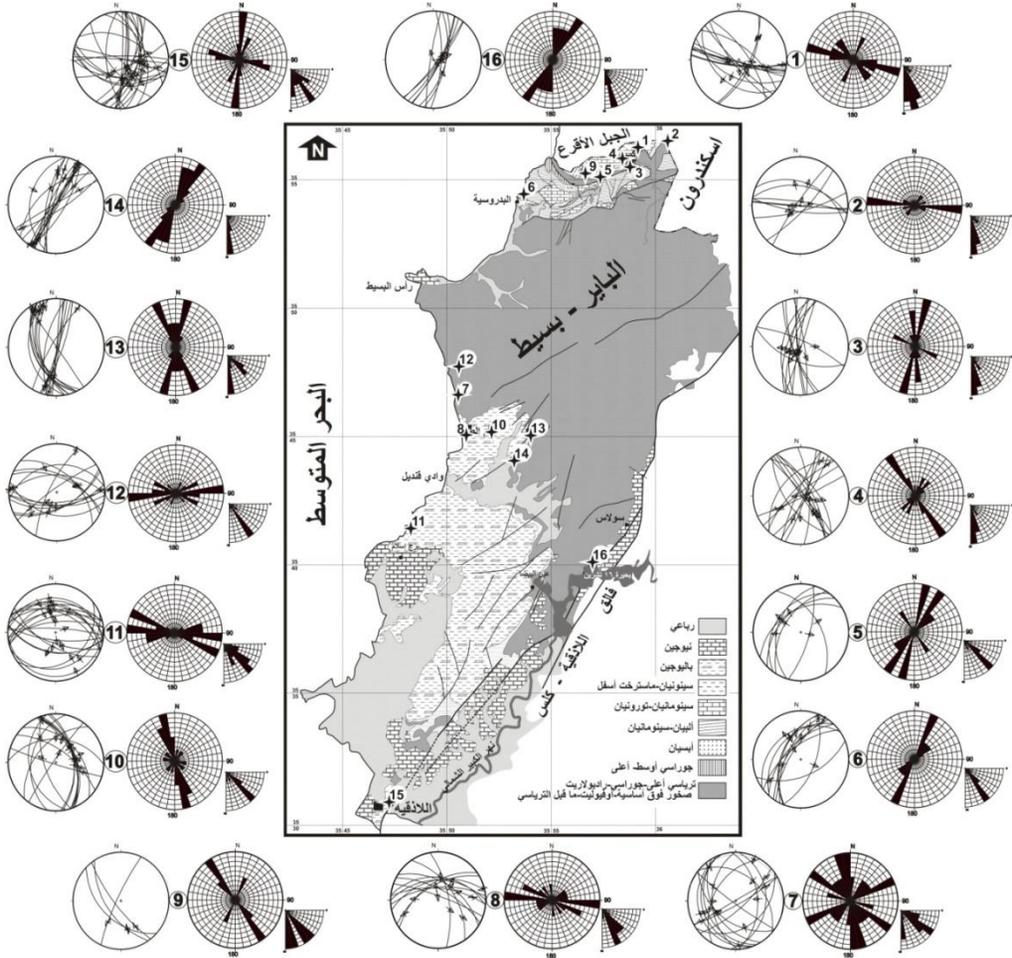
لقد تم تحليل بيانات الفوالق في محطات تتوزع على تشكيلات من عمر الكريتاسي الأعلى حتى النيوجين. تم تحديد الأنماط الثلاثة من الفوالق في المنطقة: الفوالق العادية والفوالق العكسية والفوالق الإزاحية الجانبية اليسارية منها واليمينية. بلغ عدد الفوالق المقاسة على كامل المنطقة 224 فالقاً، بمعدل وسطي 14 فالق في كل محطة. توزعت الفوالق المدروسة (الشكل 2) على 101 فالق عادي و 48 فالق عكسي و 75 فالق إزاحي جانبي منها 39 يسارية و 36 يمينية. بالمجمل 16 موقع قياس تم تحليلها إحصائياً وهي موزعة جغرافياً على كامل المنطقة المدروسة (الشكل 3) عدا مكان وجود المعقد الأوفيوليتي. لعب الغطاء النباتي الكثيف جداً دوراً في قلة التكتشفات الصخرية المناسبة لدراسة تجمعات الفوالق مما انعكس على قلة عدد المواقع المدروسة. بينت نتائج تحليل الـ 16 محطة قياس أن أغلب المحطات المدروسة هي متعددة الأطوار، أي أنه يوجد فيها عدة أنواع من الفوالق المتشكلة في حقول إجهاد مختلفة، كوجود فوالق إزاحة جانبية وفوالق عادية في نفس المحطة (الشكل 2-A و C).



الشكل 2: أمثلة عن الفوالق المدروسة: A-فالق عادي مرافق للترسيب E-W ضمن توضعات الإيوسين في برج إسلام-المحطة 11، لاحظ تغير سماكة الطبقات الطفيف على جانبي الفالق وعدم استمرارية الفالق نحو الأعلى وكذلك وجود فالق عكسي يميل نحو الشمال إلى يسار الصورة، B- أخاديد فالقية على مرآة فالق عكسي يميل نحو الشمال الغربي في جنوب اللاذقية-المحطة 15، C- فوالق عادية أعيد تنشيطها على شكل فوالق إزاحية جانبية يمينية ذات اتجاه NW-SE إلى الغرب من كسب-المحطة 4.

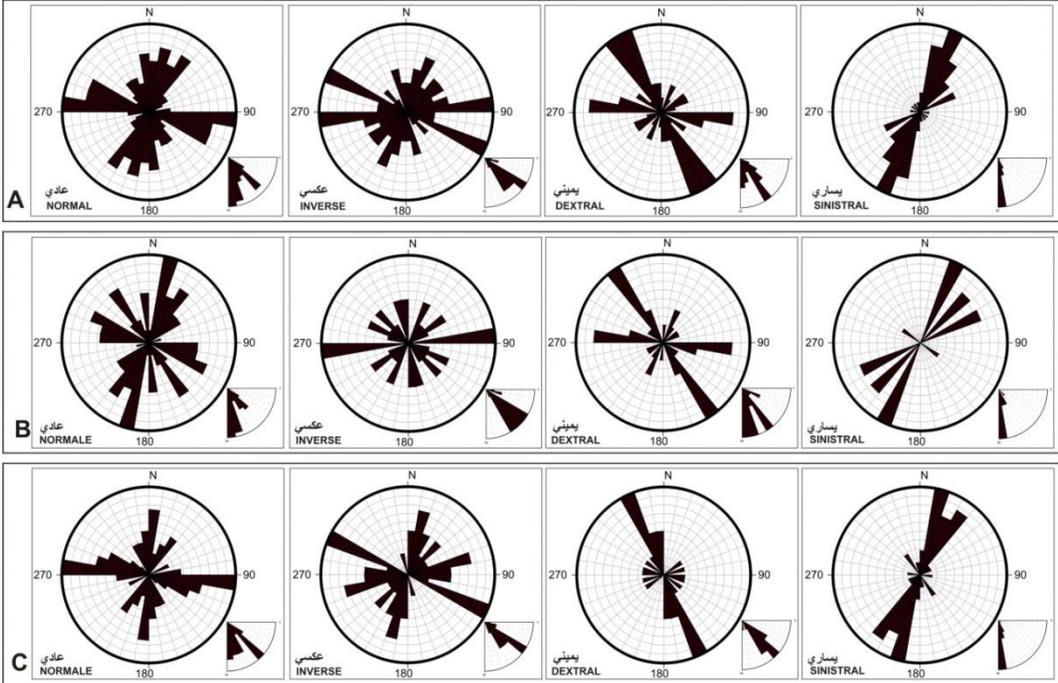
بين تحليل جيومترية الفوالق في جميع محطات القياس بحسب أنواعها ما يلي (الشكل 4):
1- تأخذ الفوالق العادية المدروسة في كل محطات الدراسة اتجاهين عامين رئيسيين (الشكل 4-A): اتجاه رئيس مسيطر شرق-غرب (90° - 120° N) واتجاه رئيس شمال شمال شرق- جنوب جنوب غرب (0° - 40° N) وكذلك اتجاه ثانوي شمال غرب-جنوب

شرق (140°-160°N). تتراوح زوايا ميول سطوح الفوالق العادية في غالبيتها بين (70°-90°)، وقسم آخر منها يميل بزوايا ميول ضعيفة بالنسبة لجومترية الفوالق العادية تتراوح بين (40°-50°) والتي تفسر بوجود عمليات طي أدت لميل الطبقات الصخرية والفوالق القاطعة لها مما غير زوايا ميل الفوالق أي أن عملية ميل الطبقات لاحقة لتشكل الفوالق وهذه الحالة نجدها في المحطة 8 في قرية أم الطيور وفي المحطة 6 في البدرسية (الشكل 5).



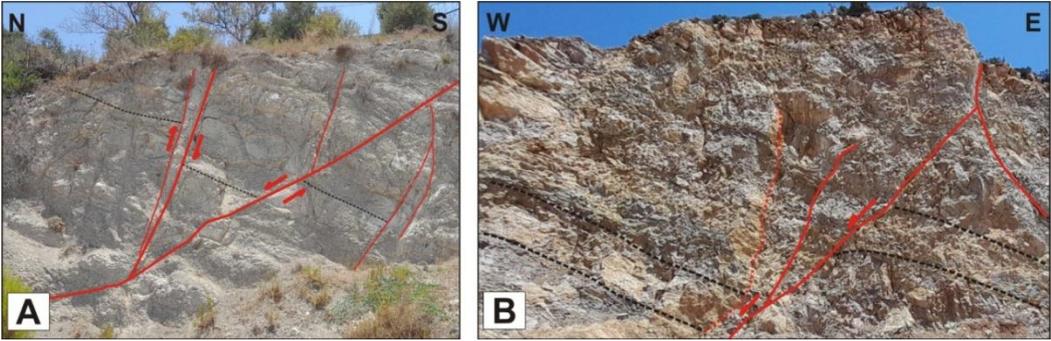
الشكل 3: توزع محطات القياس في منطقة الدراسة وتمثيل البيانات إحصائياً في كل محطة قياس على شكل وردات اتجاه جميع الفوالق المقاسة في كل محطة واسقاطها على شبكة شميدت (نصف الكرة السفلي) على شكل دوائر كبيرة.

2- تأخذ الفوالق العكسية المدروسة في كل محطات الدراسة اتجاهين عامين رئيسين (الشكل 4-A): اتجاه رئيس شرق-غرب (90° - 80°) واتجاه رئيس شرق جنوب شرق-غرب شمال غرب (120° - 110°) وكذلك اتجاهات ثانوية شمال شرق-جنوب غرب (30° - 20° و 60° - 40°). تتراوح زوايا ميول سطوح الفوالق العكسية في غالبها بين (30° - 40°)، وقسم آخر منها يميل بزوايا ميول ضعيفة (20° - 10°) وهي زوايا ميول مناسبة لجومترية الفوالق العكسية. تلعب إعادة تنشيط الفوالق السابقة التشكل على شكل حركة عكسية في زيادة ميول سطوح الفوالق العكسية كما هي الحال في المحطة 6 (الشكل 5-B).



الشكل 4: وردات اتجاه الفوالق بحسب أنماطها (عادية، عكسية، إزاحية جانبية يمينية، إزاحية جانبية يسارية) و مخطط ميول سطوح الفوالق (في الجانب الأيمن السفلي من وردات الاتجاه) في: A- جميع محطات منطقة الدراسة. B- جميع المحطات في التشكيلات الواقعة تحت صخور المعقد الأوفبوليتي. C- جميع المحطات في التشكيلات الواقعة فوق صخور المعقد الأوفبوليتي.

3- تأخذ الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية المدروسة في كل محطات الدراسة (الشكل 4-4- A): اتجاه رئيس مسيطر شمال غرب -جنوب شرق ($140^{\circ}-160^{\circ}N$) واتجاه رئيس شرق-غرب ($90^{\circ}-100^{\circ}N$) وكذلك اتجاهات ثانوية أقل أهمية شمال شرق -جنوب غرب. تتراوح زوايا ميول سطوح الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية في غالبها بين (50° - 60°) وقسم آخر مهم منها يميل بزوايا ميول ضعيفة ($70^{\circ}-90^{\circ}$) وهي زوايا ميول مناسبة لجومترية فوالق الإزاحة الجانبية. يعود السبب في الميول القليلة ($50^{\circ}-60^{\circ}$) بالنسبة لجومترية فوالق الإزاحة الجانبية إلى إعادة استخدام سطوح الفوالق السابقة التشكل وبشكل خاص العادية منها كما هي الحال في المحطة 5 إلى الغرب من كسب (الشكل 2-C).



الشكل 5: أمثلة عن الفوالق العادية المدروسة المتشكلة قبل عملية ميل الطبقات الصخرية. A- فوالق عادية E-W ضمن توضعات الباليوسين في مدخل قرية أم الطيور-المحطة 8، لاحظ الميل الضعيف للفالق العادي إلى اليمين، أما الفالق العادي إلى اليسار فيأخذ مظهر الفالق العكسي نتيجة لميل الطبقات نحو الجنوب في مرحلة لاحقة لتشكل الفوالق العادية B- فوالق عادية NE-SW ضمن توضعات التورونيان في مقلع الإسكان شمال قرية البدرسية-المحطة 6، يلاحظ على سطح هذا الفالق العادي أخاديد تشير لحركة فالق عكسي مما يرجح وجود حركة ضغطية أدت لميل الطبقات، لاحقة للحركة الشديدة التي ترافقت مع تشكل الفالق العادي.

4- تأخذ الفوالق الإزاحية الجانبية اليسارية المدروسة في كل محطات الدراسة اتجاهاً عاماً رئيساً مسيطراً (الشكل 4-A): شمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب (10° - 40° N) مع زوايا ميول شاقولية لسطوحها تتراوح في غالبيتها بين (60° - 80°) وهي زوايا ميول مطابقة لجيومترية فوالق الإزاحة الجانبية.

إن تحليل جيومترية الفوالق بحسب توزع التشكيلات الجيولوجية الموجودة فيها، تحت صخور المعقد الأوفبوليتي وفوق صخور المعقد الأوفبوليتي، يعكس التوزع الزمني والمكاني لمحطات في شمال منطقة الدراسة (المحطات 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 9، 12) الموجودة في تشكيلات بأعمار من السينومانيان حتى الماسترختيان الأسفل ومحطات في وسط وجنوب المنطقة (المحطات 8، 10، 11، 13، 14، 15، 16) الموجودة في تشكيلات بأعمار من الماسترختيان الأعلى حتى النيوجين. يبين هذا التحليل ما يلي:

1- يظهر كلا الاتجاهين الرئيسين للفوالق العادية في (الشكل 4-A)، شرق-غرب (90° - 120° N) وشمال شمال شرق - جنوب جنوب غرب (0° - 40° N)، في وردتي اتجاه الفوالق العادية في التشكيلات تحت صخور المعقد الأوفبوليتي (الشكل 4-B) وفي التشكيلات فوق صخور المعقد الأوفبوليتي (الشكل 4-C) لكن مع سيطرة الاتجاه الأول في تشكيلات أعلى المعقد الأوفبوليتي وسيطرة الاتجاه الثاني في تشكيلات أسفل المعقد الأوفبوليتي. كذلك يصبح الاتجاه الثانوي شمال غرب-جنوب شرق أكثر وضوحاً في وردة اتجاه الفوالق العادية في التشكيلات تحت صخور المعقد الأوفبوليتي ويختفي من وردة اتجاه الفوالق العادية في تشكيلات أعلى المعقد الأوفبوليتي. كذلك تسيطر زوايا ميول سطوح الفوالق العادية التي تتراوح بين (40° - 50°) في تشكيلات أعلى المعقد الأوفبوليتي.

2- يظهر الاتجاهان الرئيسان للفوالق العكسية المدروسة في كل محطات الدراسة في الشكل (4-A)، 80° - 90° N و 110° - 120° N، في وردتي اتجاه الفوالق العكسية في التشكيلات تحت صخور المعقد الأوفبوليتي (الشكل 4-B) وفي التشكيلات فوق صخور

المعقد الأوفيوليتي (الشكل 4-C) لكن مع سيطرة الاتجاه الأول في تشكلات أعلى المعقد الأوفيوليتي وسيطرة الاتجاه الثاني في تشكلات أسفل المعقد الأوفيوليتي. وكذلك تصبح الاتجاهات الثانوية أكثر وضوحاً في وردة اتجاه الفوالق العكسية في التشكلات فوق صخور المعقد الأوفيوليتي.

3- تتشابه وردة اتجاه الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية المحددة في التشكلات تحت صخور المعقد الأوفيوليتي (الشكل 4-B) بشكل كبير مع مثيلاتها الممثلة لكل محطات الدراسة (الشكل 4-A) تأخذ هذه الفوالق اتجاهات رئيسة $160^{\circ}N-140^{\circ}$ و 90° مع زوايا ميول لسطوح الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية بين 50° و $100^{\circ}N$ أما اتجاه الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية المحددة في التشكلات فوق صخور المعقد الأوفيوليتي (الشكل 4-C) فتبدي اتجاهاً مفرداً رئيساً شمال غرب -جنوب شرق مع زوايا ميول ضعيفة بالنسبة لجيومترية فوالق الإزاحة الجانبية تتراوح بين 40° و 60° ، مما يدل على أنها فوالق موروثية.

4- بالنسبة لفوالق الإزاحية الجانبية اليسارية فتبدي اتجاهاً عاماً رئيساً مسيطراً (10° و $40^{\circ}N$) في التشكلات فوق صخور المعقد الأوفيوليتي (الشكل 4-C) وثلاث اتجاهات منفصلة (الشكل 4-B) ضمن الاتجاه العام شمال شرق-جنوب غرب لفوالق الإزاحية الجانبية اليسارية (الشكل 4-A).

تحليل الإجهادات المرافقة لتجمعات الفوالق:

سمح تحليل الإجهادات المرافقة لتجمعات الفوالق في 16 محطة قياس في منطقة البابر- بسيط بتحديد 27 حالة إجهاد (الجدول 1) موزعة على أنظمة الإجهاد الثلاثة؛ الشدّي (σ_1 شاقولي) والإزاحي الجانبي (σ_2 شاقولي) والضغطي (σ_3 شاقولي). حيث تم تحديد 12 حالة إجهاد في النظام الشدّي و 9 حالة إجهاد في النظام الضغطي و 6 حالة إجهاد في النظام الإزاحي الجانبي.

الجدول 1- نتائج حساب الإجهادات القديمة لتجمعات الفوالق في 16 محطة في منطقة البابر-بسيط.

اسم المحطة	العمر الجيولوجي (Kazmin & Kolakov, 1968)	عدد الفوالق	سمت		سمت		سمت		نظام الإجهاد
			اتجاه σ_1	ميل σ_1	اتجاه σ_2	ميل σ_2	اتجاه σ_3	ميل σ_3	
K1	سينومانيان-تورونيان	4	66	0	157	60	336	30	إزاحي جانبي
		9	3	76	104	3	194	14	شدي
K2	سينونيان	5	0	90	278	0	8	0	شدي
K3	سينونيان	11	120	67	2	11	268	20	شدي
K4	تورونيان	8	197	12	288	2	27	77	ضغطي
		7	0	86	200	4	110	1	شدي
K5	سينونيان	7	225	73	11	14	103	9	شدي
K6	سينومانيان-تورونيان	5	29	82	227	7	137	2	شدي
		4	309	23	209	22	80	57	ضغطي
		4	236	2	140	72	326	18	إزاحي جانبي
K7	ماسترختيان-قاع الأوفبوليت	5	12	12	192	78	102	0	إزاحي جانبي
		10	260	2	350	2	125	87	ضغطي
K8	ماسترختيان-بالويسين	4	72	12	163	2	261	78	ضغطي
		6	90	76	295	13	203	6	شدي
K9	تورونيان	4	357	8	253	59	92	30	إزاحي جانبي
K10	بالويسين	9	163	80	351	10	261	1	شدي
		5	138	2	228	8	34	82	ضغطي
K11	إيوسين	13	150	2	240	2	14	87	ضغطي
		8	270	86	98	4	8	1	شدي
K12	-قاع الأوفبوليت	6	260	2	153	84	350	6	إزاحي جانبي
		8	48	0	318	17	140	73	ضغطي
K13	بالويسين	16	325	23	65	22	193	57	ضغطي
K14	ماسترختيان	17	163	0	71	89	253	1	إزاحي جانبي
K15	إيوسين	6	227	75	27	14	118	5	شدي
		7	309	13	214	23	65	63	ضغطي
		9	131	65	293	24	26	7	شدي
K16	ميوسين	9	0	86	200	4	110	1	شدي

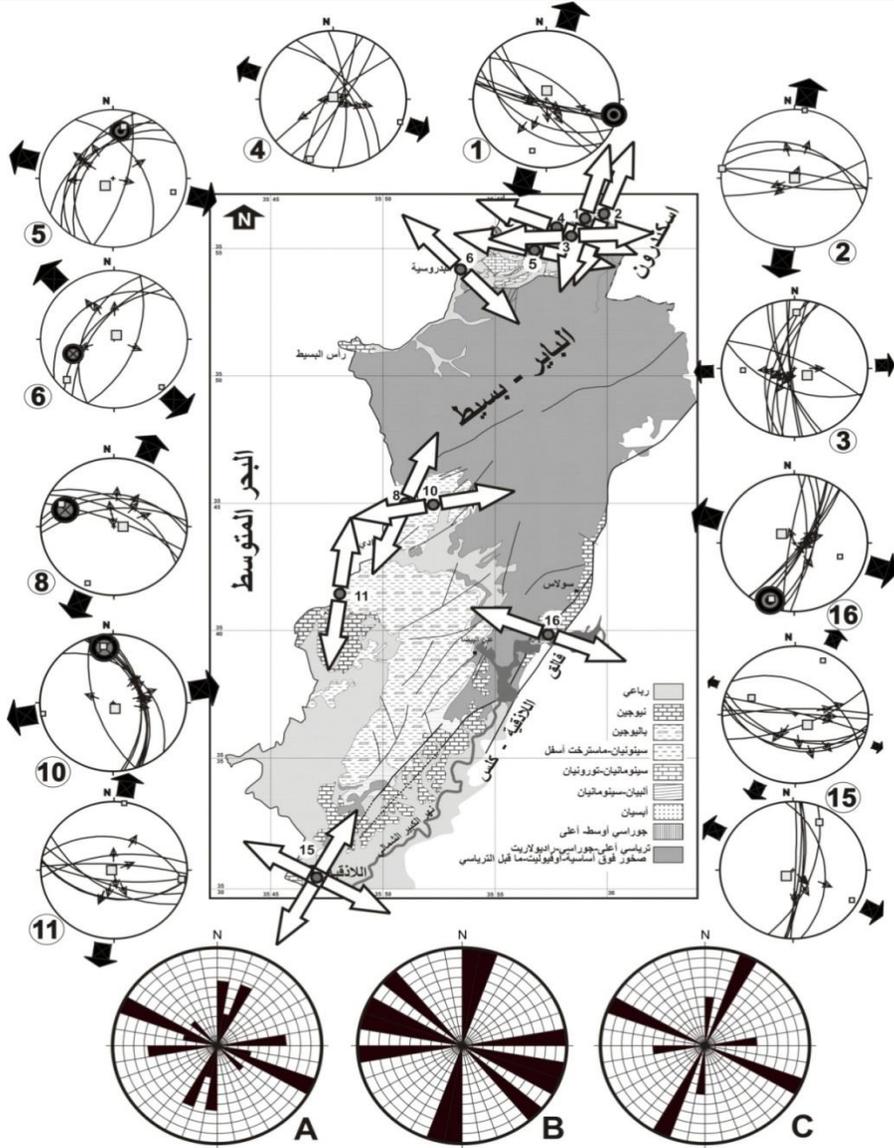
النظام الشدي ($\sigma 1$ شاقولي):

ويمثل أكثر من 44% من الإجهادات المحسوبة في محطات القياس. تمثل الأسهم على خارطة الشكل 6 اتجاهات محور الإجهاد الرئيس الأصغري $\sigma 3$ والذي يمثل اتجاه الشد الأفقي المحسوب من تحليل تجمعات الفوالق العادية حصراً والمقاسة في جميع محطات الدراسة (الشكل 6). تبين وردات الاتجاه المرافقة مع الشكل 6 اتجاهات الشد $\sigma 3$ المحسوبة لكامل تجمعات الفوالق في كل محطات القياس، وكذلك لتلك الموجودة في تشكيلات تحت صخور المعقد الأوفيوليتي والتشكيلات التي فوقه، وتبين ما يلي:

1- اتجاه رئيس للشد ($110^\circ-120^\circ N$) يتوافق مع فوالق عادية ذات اتجاهات شمال-جنوب حتى شمال شرق-جنوب غرب. وجد هذا الاتجاه في جميع تشكيلات منطقة الدراسة تحت صخور المعقد الأوفيوليتي وتشكيلات ما فوقه (الشكل 6-A, B) وأحدثها عمراً النيوجين (المحطة 16)، مما يقترح عمراً نسبياً لهذا الطور الشدي النيوجين فما أحدث.

2- اتجاه الشد ($0^\circ-30^\circ N$) يتوافق مع الفوالق العادية ذات الاتجاهات شرق-غرب عموماً والظاهرة في وردات اتجاه الفوالق العادية في الشكل (4-A, B, C). وجد هذا الاتجاه في جميع تشكيلات منطقة الدراسة تحت صخور المعقد الأوفيوليتي وتشكيلات ما فوقه (الشكل 6-A, B) وأحدثها عمراً الإيوسين (المحطة 11 و 15). تتوزع هذه الفوالق شرق-غرب في تشكيلات الباليوجين وهي بنيات مرافقة للترسيب كما في الشكل (A) - (2) مما يقترح عمر الإيوسين للطور الشدي المرافق لتشكلها.

3- اتجاه للشد الثانوي ($130^\circ-140^\circ N$) وجد هذا الاتجاه في صخور التورونيان (الشكل 5-B) تحت صخور المعقد الأوفيوليتي فقط ولم يصادف في التشكيلات الموجودة فوق الأوفيوليت (الشكل 6-B). تبدي الفوالق هنا تغيرات طفيفة في سماكة الطبقات على جوانبها مما قد يعطيها سمة فوالق مرافقة للترسيب، وبكل الأحوال البيانات حول هذا الاتجاه الشدي قليلة بحاجة إلى تدعيم. وجد هذا الاتجاه الشدي في السلسلة الساحلية وهضبة حلب ومنطقة عفرين وأعطى هذا الاتجاه عمر السينونيان (Al-Abdalla, 2010, Khatib, 2008).



الشكل 6: اتجاهات الشد σ_3 (الأسهم البيضاء على الخارطة) المحسوبة من تحليل تجمعات الفوالق العادية في محطات الدراسة. في محيط الخارطة: تمثيل للفوالق العادية على شكل دوائر كبيرة على شبكة شميدت، نصف الكرة السفلي، الأسهم السوداء في محيط الدائرة تمثل اتجاهات الشد σ_3 . في الأسفل: مخطط وردة اتجاهات الشد σ_3 المحسوبة في جميع تجمعات الفوالق العادية: A- في كل محطات منطقة الدراسة. B- في جميع التشكيلات الواقعة تحت صخور المعقد الأوفيويتي. C- في جميع التشكيلات الواقعة فوق صخور المعقد الأوفيويتي. في منطقة الدراسة.

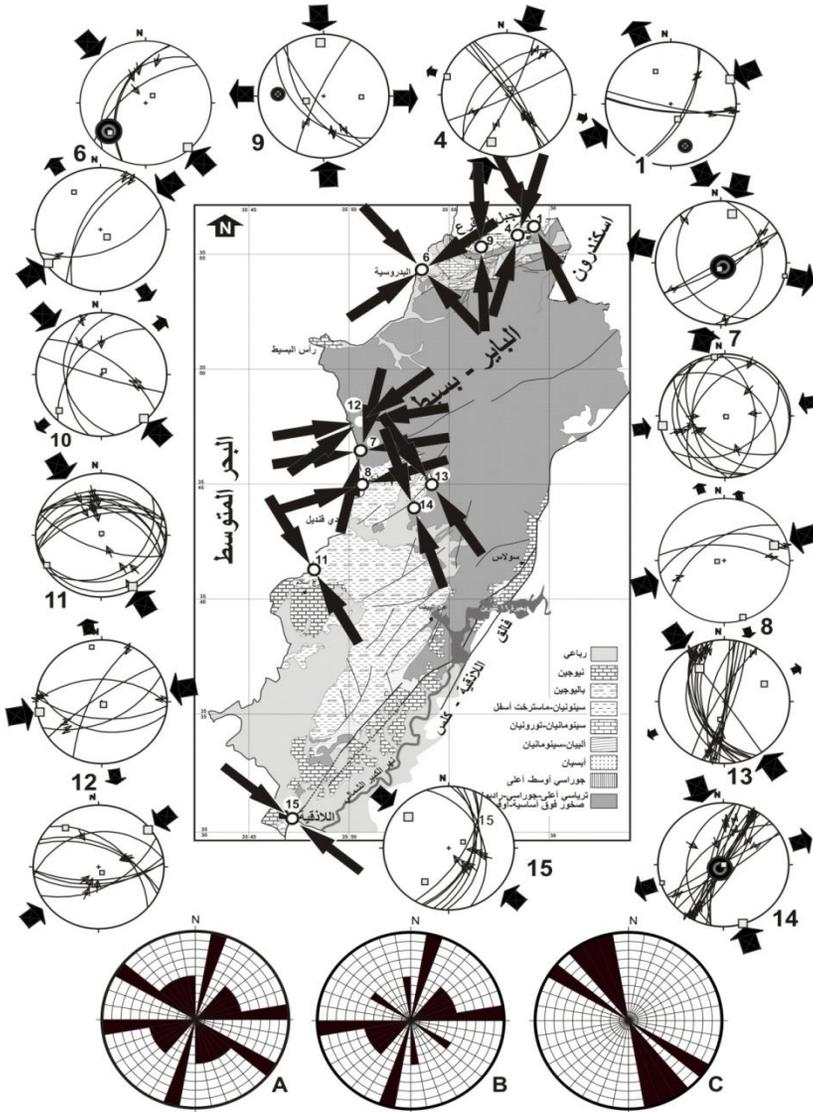
النظام الضغطي والإزاحي الجانبي (σ_1 أفقي):

ويمثل أكثر من 55% من الإجهادات المحسوبة في محطات القياس. تمثل الأسهم على خارطة الشكل 7 اتجاهات محور الإجهاد الرئيس الأعظمي σ_1 والذي يمثل اتجاه الضغط الأفقي المحسوب من تحليل تجمعات الفوالق العكسية والإزاحية الجانبية والمقاسة في جميع محطات الدراسة. تبين وردات الاتجاه المرفقة مع الشكل 7 اتجاهات الضغط σ_1 المحسوبة لكامل تجمعات الفوالق في كل محطات القياس، وكذلك لتلك الموجودة في تشكيلات تحت صخور المعقد الأوفيوليتي والتشكيلات التي فوقه، وتبين ما يلي:

1- تبدي وردة اتجاه الضغط σ_1 في كامل محطات الدراسة (الشكل 7-A) ثلاثة اتجاهات عامة ($10^\circ-20^\circ N$ ، $40^\circ-90^\circ N$ ، $120^\circ-170^\circ N$) تترافق مع فوالق عكسية وفوالق إزاحية جانبية.

2- يظهر الضغط $10^\circ-20^\circ N$ والضغط $40^\circ-90^\circ N$ في محطات التشكيلات الواقعة أسفل صخور المعقد الأوفيوليتي وفي قاعدته (الشكل 7-B) وبخفتين من محطات التشكيلات التي ترسبت فوق صخور المعقد الأوفيوليتي (الشكل 7-C). مما يعطي هذان الاتجاهان الضغطيان عمراً أقدم من توضع الأوفيوليت أو حتى مرافقاً لاعتلائه.

3- يسيطر الضغط $120^\circ-130^\circ N$ والضغط $140^\circ-170^\circ N$ على محطات التشكيلات فوق صخور المعقد الأوفيوليتي (الشكل 7-C) مما يعني أنه لاحق لتوضع الأوفيوليت. حدد الاتجاه $120^\circ-130^\circ N$ من قبل 2008 Al-Abdalla. من عمر الميوسين الأسفل كمرافق لتشكيل فالق اللانقية-كلس، والاتجاه $140^\circ-170^\circ N$ كمرافق لتشكيل الفالق المشرقي في الميوسين الأعلى-بليوسين الأسفل (Giannerini et al. 2010 Khatib. 2008 Al-Abdalla. 1988).



الشكل 7: اتجاهات الضغط σ_1 (الأسهم السوداء على الخارطة) المحسوبة من تحليل تجمعات الفوالق العكسية والإزاحية الجانبية في محطات الدراسة. في محيط الخارطة: تمثيل للفوالق على شكل دوائر كبيرة على شبكة شميدت، نصف الكرة السفلي، الأسهم السوداء في محيط الدائرة تمثل اتجاهات الضغط σ_1 بأسهم نحو الداخل والشد σ_3 بأسهم نحو الخارج). في الأسفل: مخطط وردة اتجاهات الضغط σ_1 المحسوبة في جميع تجمعات الفوالق: A- في كل محطات منطقة الدراسة. B- في جميع التشكيلات الواقعة تحت صخور المعقد الأوفوليوتي. C- في جميع التشكيلات الواقعة فوق صخور المعقد الأوفوليوتي. في منطقة الدراسة.

في ضوء ما سبق وضوء الدراسات التكتونية في المناطق المجاورة يمكن وضع نموذج مبسط لمراحل التطور التكتوني في منطقة الباير-بسيط:

1-نشوء الأوفيوليت إلى الشمال من منطقة الباير بسيط وفي شمال غرب الصفيحة العربية، حيث كان يمثل ليتوسفيراً محيطياً في البرمي-ترياسي (Stampfli 2002 ، Robertson 1998a، Parrot, 1977) مترافقاً مع انفتاح محيط النيو-تيتسن

2-انغلاق محيط النيوتيتس وارتفاع الأوفيوليت على الهامش الشمالي للصفيحة العربية في الكريتاسي الأعلى بدءاً من التورونيان (Sharland et al., 2004). نعتقد أن الضغط ذو الاتجاه (40° - 90° N) شمال شرق-جنوب غرب حتى شرق-غرب، والمدروس في محطات التشكيلات الواقعة أسفل صخور المعقد الأوفيوليتي وفي قاعدته، مترافق مع عملية التراكم والارتفاع. هذا الاتجاه العريض للإجهاد (40° - 90° N) لا يتفق مع الدراسات السابقة (Parrot. 1977) ويفسر بدوران للكتل الأوفيوليتية حول محور شاقولي أثناء عملية الارتفاع.

3-طور شدي في الباليوجين باتجاه (0° - 30° N) يتوافق مع فوالق عادية ذات اتجاه شرق-غرب، وجد هذا الاتجاه في جميع تشكيلات منطقة الدراسة تحت وفوق صخور المعقد الأوفيوليتي ويتميز بفوالق عادية مرافقة للترسيب في توضعات الإيوسين.

4-طور ضغطي 120° - 130° N من عمر الميوسين الأسفل، تم تحديد من تجمعات فوالق عكسية في غالب المحطات التي وجد فيها وحدد هذا الاتجاه من قبل Al-Abdalla. 2008 من عمر الميوسين الأسفل كمرافق لتشكل فالق اللاذقية-كلس.

5- طور شدي (110° - 120° N) من عمر الميوسين يترافق مع فوالق عادية ذات اتجاهات شمال-جنوب حتى شمال شرق-جنوب غرب. وجد هذا الاتجاه في جميع تشكيلات منطقة الدراسة تحت وفوق المعقد الأوفيوليتي وأحدثها عمراً النيوجين، وجد هذا الاتجاه الشدي من نفس العمر في حوض نهر الكبير الشمالي وشمال غرب السلسلة الساحلية (Al-Abdalla. 2008).

6- طور ضغطي افليمي 140° - 170° N كمرافق لتشكل الفالق المشرقي في الميوسين الأعلى-بليوسين الأسفل (Khatib. 2010, Giannerini et al. 2008, Al-Abdalla. 1988). ويمكن اعتبار الضغط (10° 20° N) المحدد في تشكيلات ما تحت الأوفيوليت بأنه انحراف في حقل الإجهاد المرافق للفاالق المشرقي عند بنية محدب جبل الأقرع.

الاستنتاجات والتوصيات:

بينت دراسة تجمعات الفوالق في منطقة البابر بسيط والجاهادات المرافقة لها ما يلي:

1- تأخذ الفوالق العادية اتجاه شرق-غرب واتجاه شمال شمال شرق-جنوب جنوب غرب. بينما تأخذ الفوالق العكسية ذات اتجاه شرق-غرب إلى شرق جنوب شرق-غرب شمال غرب. تبدي الفوالق الإزاحية الجانبية اليمينية اتجاه شمال غرب - جنوب شرق واتجاه آخر شرق-غرب موروث عن فوالق عادية، بينما يسيطر الاتجاه شمال شمال شرق-جنوب جنوب غرب على الفوالق الإزاحية الجانبية اليسارية.

2- تم تحديد 27 حالة إجهاد موزعة على أنظمة الإجهاد الثلاثة؛ الشدي والإزاحي الجانبي والضغطي. حيث تم يمثل النظام الشدي أكثر من 44% من الإجهادات

المحسوبة في محطات القياس بينما يمثل النظامين الإزاحي الجانبي والضغطي أكثر من 55% منها.

3-تم استنتاج خمس مراحل من التطور التكتوني مرت بها منطقة الباير-بسيط: مرحلة ضغطية مرافقة للاعتلاء الأوفيوليتي، مرحلة شديدة في الباليوجين، مرحلة ضغطية مرافقة لتشكل فالق اللاذقية-كلس في الميوسين الأسفل، مرحلة شديدة في الميوسين، ومرحلة سيطرة الاجهاد الضغطي المرافق لتشكل الفالق المشرقي منذ الميوسين الأعلى حتى الحالي.

يوصي البحث بزيادة عدد المحطات التكتونية خاصة تلك الواقعة في نطاق قاعدة الأوفيوليت عندما تتيح ظروف التكتونات الصخرية ذلك، وكذلك لا بد من إجراء دراسة باليومغناطيسية لتحديد مقدار دوران الكتل الأوفيوليتية حول محور شاقولي.

1-ADJIMAN J. *The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Lattakia, scale 1:50000*. Ministry of petroleum and resources of the Syrian Arab Republic. **1997**. p180.

2-ALABDALLA A. *Evolution Tectonique de la Plate-forme Arabe en Syrie depuis le Mésozoïque*. Thèse Doct. Université de Paris6. **2008**. 302p.

3-AL ABDALLA, A., BARRIER, E., MATAR, A., MULLER, C., *Late Cretaceous to Cenozoic tectonic evolution of the NW Arabian platform in NW Syria*. In: Homberg, C., Bachmann, M. (Eds.), *Evolution of the Levant Margin and Western Arabia Platform since the Mesozoic*. Geological Society, London, Special Publications, 341, pp. **2010**. 305–327.

4-ANGELIER. J. *Inversion of data in fault tectonics to obtain the regional stress. A new rapid direct inversion method by analytical means*. Geophys. J. Int. **1990**. 103, p.363–376.

5-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., **1988**, 6, p.937–947.

6-FERAUD, G.; GIANNERINI, G.; CAMPREDON, R. *Dyke swarms as paleostress indicators in areas adjacent to continental collision zones: examples from the European and northwest Arabian plates*. In H.C Halls, Fahring, W.F. (Eds), Mafic dyke swarms. Geological Association of Canada, special paper, **1987**, p 237-278.

7-Hamdo W. *Updating geological survey data for four patches in the north of the coastal range-Syria*. These Doct. Tishreen Université. **2023**-209p.

8-HOMBERG, C.; BARRIER, E.; MROUEH, M.; HAMDAN, W.; HIGAZI, F., *New age constraints on the Cenozoic development of the Lebanese structures, central Dead Sea transform*. **2008**, Geology.

9-KAZMIN ANDKULAKOV. *The geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, scale 1:50000, Lattakia-Kasab region*. Ministry of Industry, Syrian Arab Republic. **1968**.

10-Khatib. M. *tectonic evolution of NW Arabian Plate in Syria*. PhD Aleppo Univ. **2010** .316p, in Arabic.

- 11-Leonov Y. *Geology of Nahr Alkabir Alshmali Depression*. Report on the Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Damascus. **1985**.
- 12-PARROT J. F. *Assemblage ophiolitique du Baer-Bassit et termes effusifs de volcano-sédimentaire*. Travaux et documents de l'O. R. S. T. O. M, **1977**. P. 72.
- 13-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**.
- 14-QUENNEL, A.M. *The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift*. Q. J. Geol. Soc. London, **1958**, 114, p.1-24.
- 16-Robertson A.H.F. *Mesozoic-Tertiary tectonic evolution of the easternmost Mediterranean area: Integration of marine and land evidence*. In: Robertson A.H.F., Emeis K. C., Richter C. and Camerlenghi A., Editors, Proceedings of ODP, Science Results vol. 160, Ocean Drilling Program, College Station, TX, **1998a**. p.723-782.

17–SHARLAND P R., ARCHER R., CASEY D M., DAVIES R B., HALL S H., HEWARD A P., HOURBURY A D., AND SIMMONS M D. *Arabian plate sequence stratigraphy*. GeoArabia, Special Pub2. **2001**.

18–Stampfli G. and Borel GA *plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic ocean isochrons*, Earth Planet. Sci. Lett., **2002**. 196, p.17–33.

19–Žalohar, J., Vrabec, M., *Paleostress analysis of heterogeneous fault-slip data: the Gauss method*. Journal of structural Geology 29, **2007**.1798–1810.