مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الخامس والعشرون - المجلد الرابع - الجغرافيا - آذار 2025م
doi.org/10.52866/esj.2025.04.25.10

دراسة بعض الكسور ومدلولاتها التكتونية في طية بيخير المحدبة / شمالي العراق

محمد أحمد تركي محمد / جامعة تكريت / كلية العلوم / علوم الأرض التطبيقية
Email: Mohammed.a.turkey@st.tu.edu.iq
م.د. عايد حسين ورد / جامعة تكريت / كلية العلوم / علوم الأرض التطبيقية
البحث مستل من رسالة طالب الماجستير الحالي / محمد أحمد تركي

مستخلص:

يتناول البحث دراسة بعض الصدوع والفواصل لطية بيخير المحدبة على طول محورها وبطول (71 كم) تقريبا، وتقع طية بيخير المحدبة ضمن نطاق طيات الفورلاند شمالي العراق، وتعد إحدى الطيات الكبيرة فيه. بشكل عام، يتوافق إتجاه محور طية بيخير مع إتجاه حزام طي تصدع زاكروس (شمال غرب – جنوب شرق) ولكنَّه ينحرف بعكس عقرب الساعة ليتوافق مع إتجاه حزام طوروس (شرق – غرب) قرب مدينة زاخو.

لرسم الخريطة الجيولوجية وتوضيح هذه الصدوع عليها، اختيرت خمسة مسارات عمودية على محور الطية لجمع البيانات الحقلية إبتداءً من الغاطس الجنوبي الشرقي وإنتهاءً بالغاطس الشمالي الغربي قرب الديربون.

إعتمادا على فكرة تطابق الأنهار الرئيسة مع الصدوع، تم تحديد الأثر السطحي للصدوع المضربية التي سببت تقطيع الطية وإنحراف محورها من خلال رسم شبكة التصريف لمنطقة الدراسة بإستخدام برنامج GIS وإضافتها إلى الخريطة الجيولوجية التركيبية. وإعتمادا على علاقة إتجاه محور الإجهاد الأعظم المنصف للزاوية الحادة بين مستويات الفواصل القصية مع محور الإجهاد الأعظم المسبب للطي، جمعت قراءات الفواصل لتكوين بلاسبي في المسارات الخمسة، وصنفت هندسيا بإستخدام شبكة شميدت للإسقاط الفراغي.

بينت نتائج الإسقاط الفراغي للفواصل سيادةً لنظام hko>a و ac كدلالة على تطابق محور الإجهاد الأعظم المسبب للطي في طور الإنضغاط مع محور الإجهاد التكتوني العام والذي يكون بإتجاه عمودي على محور الطية ، يليه سيادة hko>b كدلالة على وجود فترات إرتخاء تلي فترات الإنضغاط وتجعل محور الإجهاد الأعظم موازي لمحور الطية.

إستنتجت الدراسة أنَّ هناك تطابقاً في الرتبة النهرية الكبيرة ذات الإتجاه العمودي على محور الطية وبين مناطق تجزئة، وتدوير محور الطية بإتجاه معاكس لإتجاه عقرب الساعة. وإن التغاير في السعة ونسبة التقصير للطية على طول محورها ربما يعزى إلى حركة يمينية لصدوع مضربية قاطعة لمحور الطية، إذ تسببت حركة تلك الصدوع في توهين حركة الصدع اللستيري المتعلق بالطية، وبالتالي تسببت تلك الصدوع في قلب إتكاء الطية من إتجاه الجنوب الغربي في المقطع الأول إلى إتجاه الشمال الشرقي في الأجزاء الأخرى، فضلا عن تدوير محور الطية في تلك الأجزاء لتصبح في المقطعين الرابع والخامس بإتجاه شرق – غرب.

وإنعكست الحركة اليمينية للصدوع المضربية على نتائج تحليل الفواصل في إستنباط إتجاه محور الإجهاد الأعظم المسبب للطي في منطقة الدراسة، إذ تسببت تلك الحركة في تدوير إتجاه الأجزاء المقطعة للطية بعكس إتجاه عقرب الساعة مع تدوير لإتجاه محور الإجهاد الأعظم العمودي على محور الطية ليكون في الأجزاء القريبة من مدينة زاخو متوافقا مع حزام طوروس.

الكلمات المفتاحية: الصدوع، الفواصل، الإسقاط الفراغي وطية بيخير المحدبة.

Study of some fractures and their tectonic implications in the Bakhir anticline/northern Iraq

Muhammad Ahmed Turkey / Tikrit University / College of Science / Applied Earth Sciences
M.D. Ayed Hussein Ward / Tikrit University / College of Science / Applied Earth Sciences

The research is taken from the dissertation of the current master's student, Muhammad Ahmed Turkey

Abstract:

The research deals with the study of some faults and breaks of the Bakhir anticline along its axis and approximately 71 km long. The Bakhir anticline is located within the Foreland fold range in northern Iraq, and is considered one of the large folds in it. In general, the direction of the Bekheir anticline axis corresponds to the direction of the Zakros Fault Fault Belt (northwest-southeast), but it deviates counterclockwise to coincide with the direction of the Taurus Belt (east-west) near the city of Zakho.

To draw the geological map and clarify these faults on it, five paths perpendicular to the anticline axis were chosen to collect field data, starting from the southeastern plunge and ending with the northwestern plunge near Dearbon.

Based on the idea of the correspondence of the main rivers with the faults, the surface effect of the strike faults that caused the fold to be cut and its axis deflected was determined by drawing the drainage network for the study area using the GIS program and adding it to the structural geological map. Based on the relationship of the direction of the axis of maximum stress bisecting the acute angle between the planes of shear joints with the axis of maximum stress causing folding, joint readings for the Blasby Formation were collected in the five paths, and classified geometrically using a Schmidt spatial projection grid.

The results of the spatial projection of the joints showed the dominance of the hko>a and ac system as an indication that the axis of greatest stress that causes folding in the compression phase coincides with the general tectonic stress axis, which is in a direction perpendicular to the fold axis, followed by the dominance of hko>b as an indication of the presence of periods of relaxation following periods of compression and making The axis of maximum stress is parallel to the fold axis.

The study concluded that there is a correspondence in the large river layer with a direction perpendicular to the anticline axis and between fragmentation areas, and the anticline axis is rotated in a direction opposite to the clockwise direction. The variation in amplitude and shortening rate of the fold along its axis may be attributed to the rightward movement of strike faults cutting the axis of the fold, as the movement of those faults caused the movement of the Listric fault related to the fold to be weakened, and thus these faults caused a reversal of the fold's leaning from the southwest direction in the first section to The north-east direction in the other parts, in addition to rotating the axis of the fold in those parts so that it becomes in the fourth and fifth sections in an east-west direction.

The rightward movement of the strike faults was reflected in the results of joint analysis in deducing the direction of the axis of greatest stress causing folding in the study area, as this movement caused a rotation of the direction of the segmented parts of the fold counterclockwise, with a rotation of the direction of the axis of greatest stress perpendicular to the axis of the fold to be in the parts close to The city of Zakho is compatible with the Taurus belt.

Key words: faults, joints, spatial projection and Bekheir anticline.

1- مقدمة :

تُعرّف الكسور على أنَّها تشوهات غير مستمرة في الصخو، تحدث تحت ظروف حرارة وضغط واطئين (Rowland, 1986; Nicolas, 1987) ويعبر عنها بأسطح تفقد الصخرة عندها قوة التماسك فتنفصل أجزاء الصخرة بعضها عن البعض. كما وتعرف وصفيا بكونها إنقطاعات أو أسطح عدم إستمرارية في الصخور (Discontinuities) ذات وضع عمودي أو مائل بزاوية على مستوى التطبق أو التورق، وإنَّ تلك الأسطح تكون مستوية أو ملساء نسبيا وتتراوح في المساحة من عدة سنتيمترات لعدة أمتار مربعة (Bles and Feuga, 1986). وصنفت الكسور في معظم الدراسات بالنوعين الموضحين، (الشكل 1) وكالآتي:

1- الكسور النظامية (Systematic Fractures)

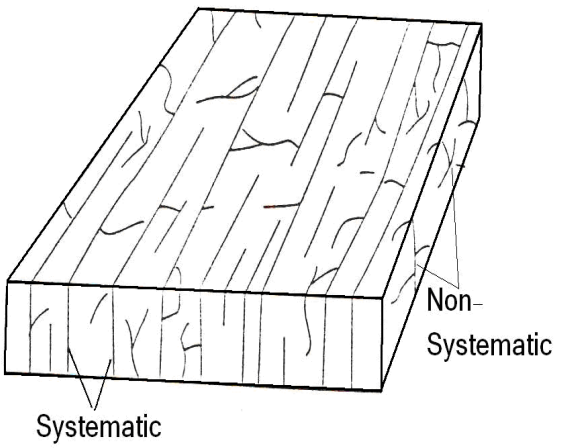
ويوصف هذا النوع بإنتظام ترددات وإتجاهاته بشكلٍ ثابتٍ فضلا عن علاقته الزاوية المحددة وامتداداته الجانبية والطبقية. أمّا من الناحية الهندسية فيتميز بعلاقاته المنتظمة مع بعضه من جهة ومع مستويات التطبق وما تضمنته من تراكيب من جهة أخرى.

2- الكسور غير النظامية

(Non-systematic Fractures)

ويتفرق هذا النوع من الكسور بتوزيعاته المكانية التي تتميز بعدم إنتظامها من حيث إستواء الأسطح فضلا عن عدم توازي مستوياتها، وعادة ما تنتهي عند الحدود الطبقية ولذلك تدعى بفواصل التقاطع ((Billings, 1972 ،Cross Joints)).

وتقسم الكسور بشكل عام على أربعة أنواع هي (الصدوع، الفواصل، الشقوق والعروق)، وقد ركزت الدراسة الحالية في النوع الأول (الصدوع) وذلك لكونه يفسر تغير إتجاه محور الطية، كما ذكر نعمان والعزاوي (1993) أن للصدوع تحت السطحية (الصدوع اللستيرية) دوراً كبيراً في نمو الطيات وتحديد شكلها وإتكاءها في المقطع العرضي، والنوع الثاني (الفواصل) لكونّه يعطي دلائل تخص نوع واتجاه الاجهادات التكتونية المؤثرة في منطقة الدراسة. أما النوعين الأخيرين (الشقوق والعروق) فلم يتم التركيز عليها لأنها غير مهمة وغير مؤثرة في موضوع البحث والهدف من الدراسة. وقد تميز البحث بالدقة والموضوعية في أخذ القياسات والعمل.



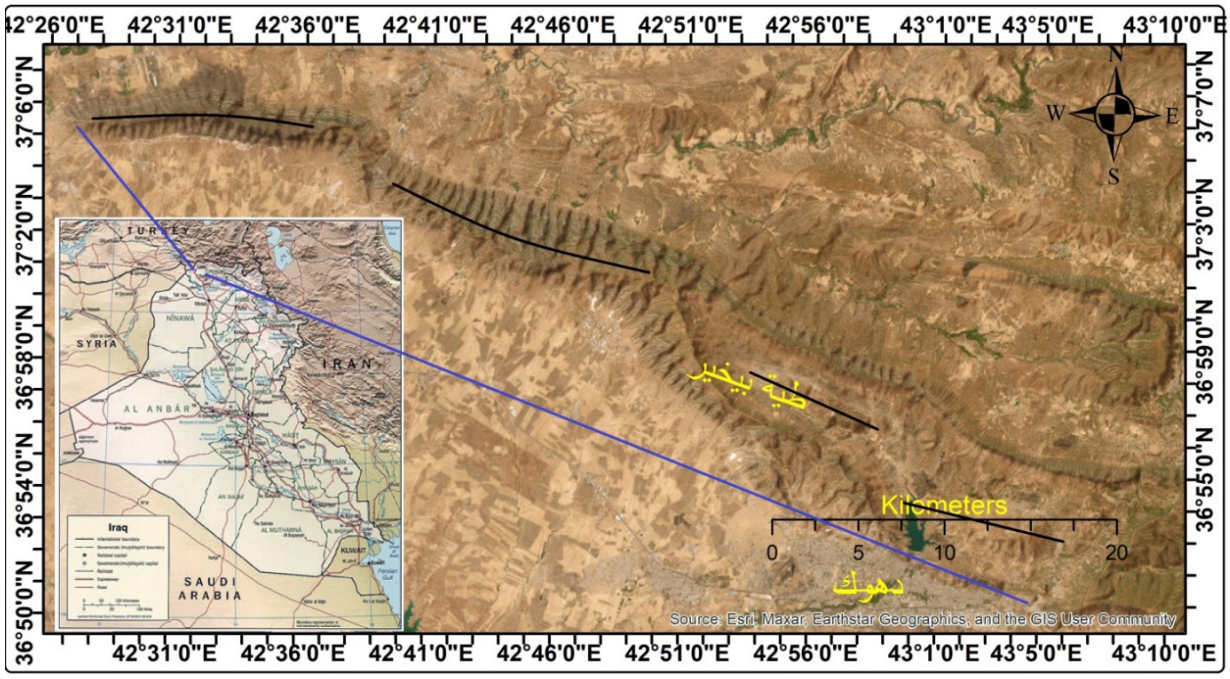
شكل 1 : الكسور النظامية
والكسور غير النظامية في جسم الصخرة
عن (Van der Pluijm & Marshak, 2004)

أما أهمية البحث والدراسة التي أُجريت لهذه الأنواع من الكسور (الصدوع والفواصل) وأهميتها محلياً وعالمياً فهي لتفسير تغير إتجاه محور طية بيخير المحدبة حيث إن للصدوع تحت السطحية (الصدوع اللستيرية) دوراً كبيراً في نمو الطيات وتحديد شكلها

وإتكاءها في المقطع العرضي، وتهدف الدراسة كذلك للحصول على دلائل تخص نوع وإتجاه الإجهادات التكتونية المؤثرة في منطقة الدراسة ضمن طية بيخير المحدبة من خلال الفواصل.

2- الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لمحافظة دهوك والواقعة على بعد يقدر بحوالي (60 كم) شمال مركز مدينة الموصل وقرب مدينة دهوك. تنحصر منطقة الدراسة بين خطي طول (00″ ,26′ ,42°) (00″ ,13′ ,43°) شرقاً وخطي عرض (00″,46′ ,36°)(00″ ,07′ ,37°) شمالاً. تضم هذه المنطقة طية بيخير المحدبة التي تكون على شكل مثلث قاعدته في الغاطس الجنوبي الشرقي عند كلي بيسرى وكلي زاويته. وتمتد منطقة الدراسة بإتجاه الشمال الغربي مارةٍ بمدينة دهوك ومدينة زاخو حتى تنتهي عند منطقة الديربون حيث تغطس طية بيخير عند الحدود العراقية التركية السورية، (الخريطة 2).



خريطة 2: توضح موقع منطقة الدراسة ضمن خارطة العراق

3- طرائق البحث:

تم عمل جولات حقلية إستطلاعية مكثفة ثم المسح الجيولوجي الدقيق لطية بيخير وإختيار خمسة مسارات تم من خلالها جمع البيانات الحقلية ثم بدأت مرحلة العمل المكتبي برسم خريطة جيولوجية للمنطقة بإستخدام برنامج تحديد الموقع الجغرافي (GIS) لتوضيح الفوالق عليها. بعدها تم عمل الإسقاط الفراغي للفواصل ضمن تكوين بلاسبي وتصنيفها هندسيا إلى أنظمة ومجاميع.

4- الصدوع:

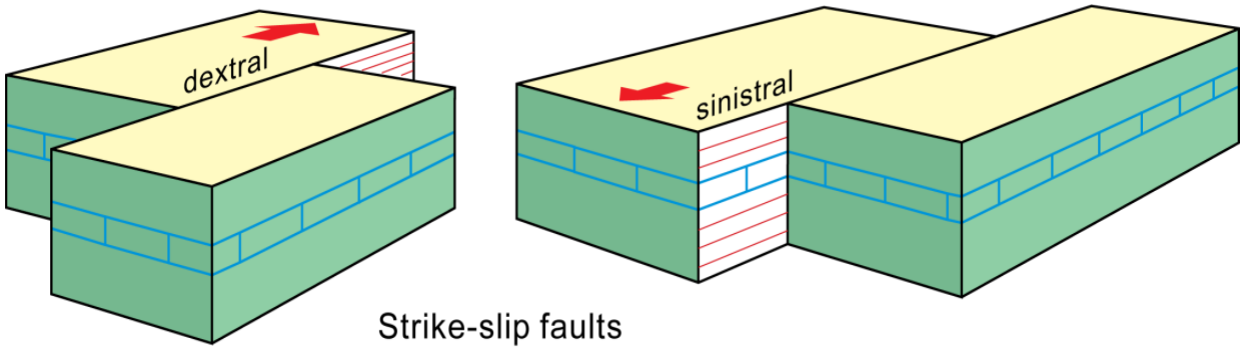
تعرف الصدوع بصورة عامة على أنَّها كسور عدم إستمرارية حاصلة في الصخور وتكون

الإزاحة عليها نوعاً ما ملموسة وأكبر من (0.5 ملم)(Billings,1972;; Ramsay&Huber,1987 John Roberts,1982; Bles&Feuqa,1986)، إذ إنَّها تقطع وتزيح الطبقات الصخرية. تتكون الصدوع خلال عملية التكسر الهش وتحت تأثير إجهادات حقلية، وتُعدُّ هذه الصدوع هي ميزة للتكسر الهش في الصخور ولاسيما في مستويات القشرة العليا (Ramsay&Huber,1987)، وهي أسطح قص تغور في الأعماق وعند إجتيازها لنطاق الإنتقال (Tran-sition zone). تتميز خصائصها بأنَّ فيها الإزاحة تختلف وتتغير بشكل Smoothly وتستمر خلال نطاق الجريان اللدن.

وتبين من الدراسة الحالية إن طية بيخير قد تأثرت بنوعين من الصدوع، النوع الأول هو صدوع الإزاحة المضربية اليمينية (Dextral Strike Slip Faults) وقد تم تمييزها وتحديدها بدقة بواسطة المرئيات الفضائية فضلاً عن المعلومات والملاحظات الحقلية. أمَّا النوع الثاني فهي الصدوع اللستيرية التي أستدل عليها من إتكاء الطية.

أولاً- صدوع الإزاحة المضربية :

تعرف الصدوع المضربية بأنَّها الصدوع التي تكون معظم إزاحتها بإتجاه مضرب الصدع (Som-maruga,1997;Van der Pluijm&Marshak,1997) وهي من التراكيب التي تؤثر بشكلٍ كبير على هندسية الطيات التي تتعرض إليها بسبب إمتدادها الأفقي وإزاحتها الأفقية. ومن الجدير بالذكر أنَّ لهذه الصدوع إزاحة محصلة (net slip) أي أنَّ لها إزاحة مضربية وإزاحة ميلية، لكن في جميع الأحوال يجب أنْ تكون الإزاحة المضربية هي الأكبر. وللإزاحة المضربية نوعان (الشكل 3، يسمى النوع الأول بالإزاحة المضربية اليمينية (dextral strike-slip) أمَّا الثانية فتسمى بالإزاحه المضربية اليسارية (sinistral strike-slip).



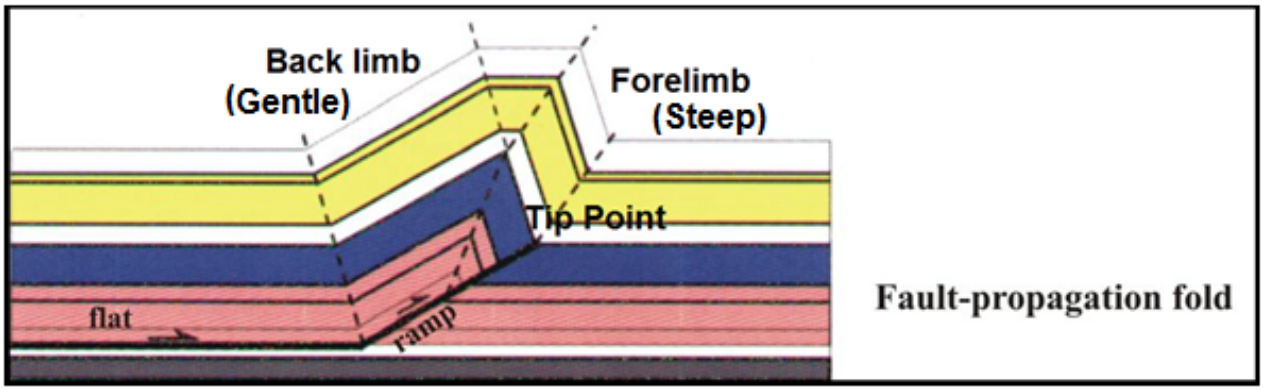
شكل 3: يوضح صدع الإزاحة المضربية اليميني واليساري (Burg, 2016)

ثانياً- الصدوع اللستيرية :

يعرف الصدع اللستيري على أنه أحد أنواع الصدوع الإعتيادية والتي تمتاز بأنَّ ميل مستوى الصدع يتغير بشكلٍ مستمرٍ مع غوره بالأعماق، فيكون عالي الميل (70°-80°) عند السطح ويقل ميله (15°-20°) كلما غار في الأعماق. وبذلك يأخذ شكل ميل مستوى الصدع شكل منحني تقعره نحو الأعلى (Van der Pluijm&Marshak,1997).

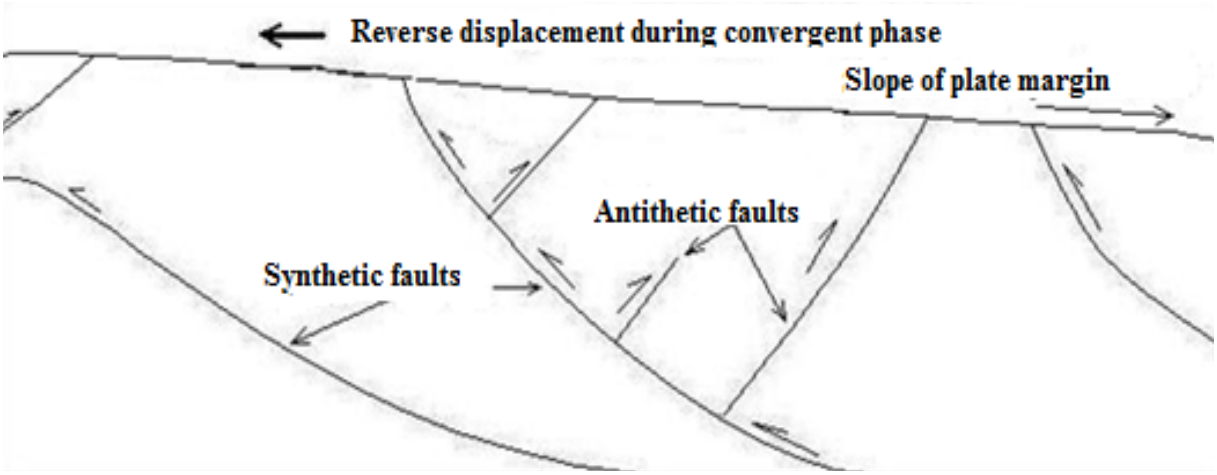
إنَّ سبب تغير ميل مستوى الصدع يعود إلى تغير الصفات الصخرية للطبقات المتأثرة بهذا الصدع مع إزدياد العمق. أي كلما يزداد العمق يزداد الضغط الليثوستاتيكي (Lithostatic pressures) ومصحوباً بزيادة درجة الحرارة، وهذا ما يجعل الصفات الصخرية أكثر لدونة (More Ductile) .

اما جامسون (Jamision, 1987) فقد وضح بان الصدوع اللستيرية المشكلة في اطوار الشد السابقة يمكن لها ان تنعكس عند حافات الصفائح المتقاربة الى صدوع معكوسة وتتضاعف اعدادها تقادميا كأنظمة تصدع عكسية على المستويات الضعيفة لصخور الغلاف الرسوبي المتمثلة بالكتلة الامامية Foreland، وان تلك الصدوع العكسية هي المسؤولة عن قولبة الطيات وتغير شكلها في المقطع العرضي حيث يكون سطح الصدع العكسي موازي ميل الجناح الخلفي Back limb للطية وقاطعا للجناح الامامي Fore limb (الشكل 4).



شكل 4: يوضح مسؤولية الصدوع العكسية عن نمو الطيات في احزمة الطي – التصدع (Sommaruga, 1997).

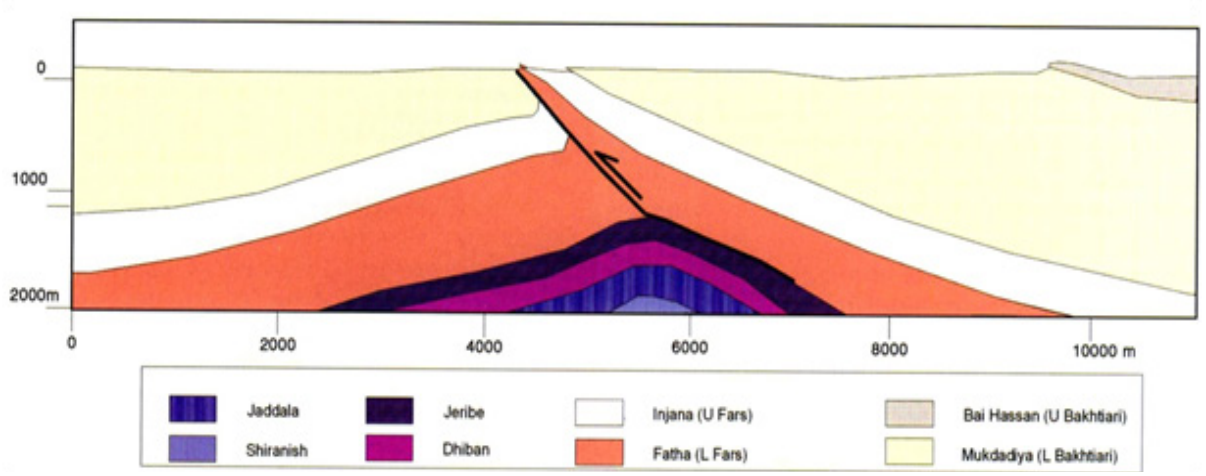
بين نعمان والعزاوي (Numan and Al-Azza-wi,1993) أن الصدوع المتوافقة Synthetic Faults (المميزة بميلها الشمالي أو الشمالي الشرقي) قد تكونت في طور الإستطالة (Extension Phase) أي أن عمرها يعود لعصر الترياسي (Triassic). أما الصدوع غير المتوافقة Antithetic Faults (المميزة بميلها الجنوبي أو الجنوبي الغربي) فمن المحتمل أنها قد تكونت بصورة مقترنة مع الصدوع المتوافقة في طور الإستطالة. وان الحركة العكسية للصدوع اللستيرية حدثت خلال فترة انقلاب الطور الشدي الى انضغاطي خلال العصر الطباشيري المتأخر (الشكل 5).



شكل 5 : يوضح ظهور الصدوع المتوافقة Synthetic والصدوع غير المتوافقة في المقطع العرضي لشمال العراق المطوي (Numan and Al-Azzawi, 1993)

أما العزاوي (2003) فذكر بدراسته لطيات شمال العراق (بضمنها طية بيخير) ان نمو الطيات في نطاق الفورلاند لشمال العراق حصل بفعل حركات او ازاحات عكسية للصدوع اللستيرية الموروثة عن اطوار شد سابقة، وان تلك الازاحات تقادمية وتقل باتجاه الجنوب الغربي كما ابتعدت عن نطاق التلاحم Suture Zone. وبناءا على ذلك تشاهد الطيات الاكثر تطورا ضمن نطاق الطيات العالية High Folded Zone مقارنة بالطيات المتواجدة في نطاق الطيات الواطئة Low Folded Zone. وان الطيات الحديثة تكون منشارية الشكل Chevron Shape بينما تأخذ الطيات الاكثر تطورا الشكل الصندوقي Box Shape. وبذلك تكون الطيات حديثة النمو تمتلك اتكاء فورلاندي (ميل جناحها الجنوبي او الجنوبي الغربي اعلى من ميل جناحها الشمالي او الشمالي الشرقي)، في حال امتلاك الجناح الشمالي أو الشمالي الشرقي للطية المحدبة ميلا اكبر من الجناح الجنوبي او الجنوبي الغربي فان الطية تأثرت بحركة عكسية للصدع غير المتوافق (Anti-thetic Fault) على حساب حركة الصدع المتوافق (Synthetic Fault) المسؤول عن النمو الاولي لها ويقلب اتكاؤها.

وليس بالضرورة ان يكون الصدع العكسي المسؤول عن زيادة ميل الجناح الامامي واتكاءها موروثا عن صدع لستيري يخترق صخور القاعدة، اذ بين كل من جاسم وكوف (Jassim and Goff, 2006) ان سطوح الانفصال ممكن ان تتولد في طبقات الغلاف الرسوبي المتعرض للاجهاد التكتوني الانضغاطي وبشكل خاص في الطبقات اللدنة. وخير مثال على ذلك طية حمرين المحدبة التي تتضمن صدع عكسي ضمن طبقات تكوين الفتحة اللدنة تسبب في زيادة ميل الجناح الجنوبي الغربي للطية (الشكل 6).

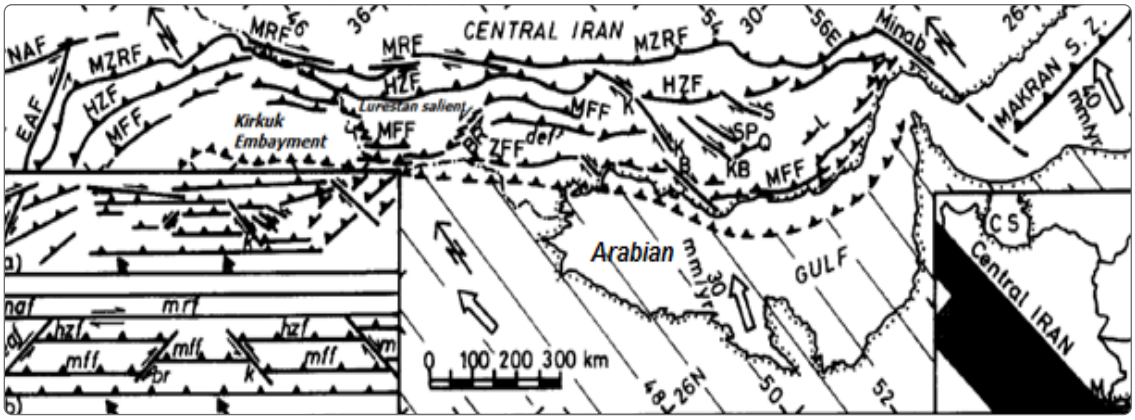


شكل 6: مقطع جيولوجي عرضي يوضح ظهور صدع عكسي ضمن الطبقات اللدنة لتكوين الفتجة وتسببه في زيادة ميل الجناح الجنوبي الغربي للطية (Jassim and Goff, 2006)

5- علاقة الصدوع بنمو وتطور الطيات:

Relation Between Folds and Faults

هنالك نوعان من الصدوع تتحكم بنمو الطيات وتوزيعها في حزام طي - تصدع زاكروس، فقد اوضح بربيريان (Berberian, 1995) ان النوع الاول مسؤول عن النمو العمودي للطيات ويتمثل بالصدوع العكسية الموروثة عن صدوع لستيرية ناشئة في أطوار شد سابقة، وتسمى ايضا بالصدوع الطولية (longitudinal faults). اما النوع الثاني فيتمثل بصدوع مضربية مقترنة وباتجاهين: الاول مائل على محاور ال يات وباتجاه (شمال – جنوب) تسبب حركتها انهاء الطي، والثاني عمودي على محاور الطيات وباتجاه (شمال شرق – جنوب غرب) تسبب حركتها تقطيع الطيات وانحراف محاورها أو ظهورها بعلاقات جانبية متداخلة (En-eche-lons) مما يجعل حزام طي – تصدع زاكروس يظهر انحناءات متعددة لجبهة الجبال الانثنائية (Moun-tains Front Flexure)، (الخريطة 7).



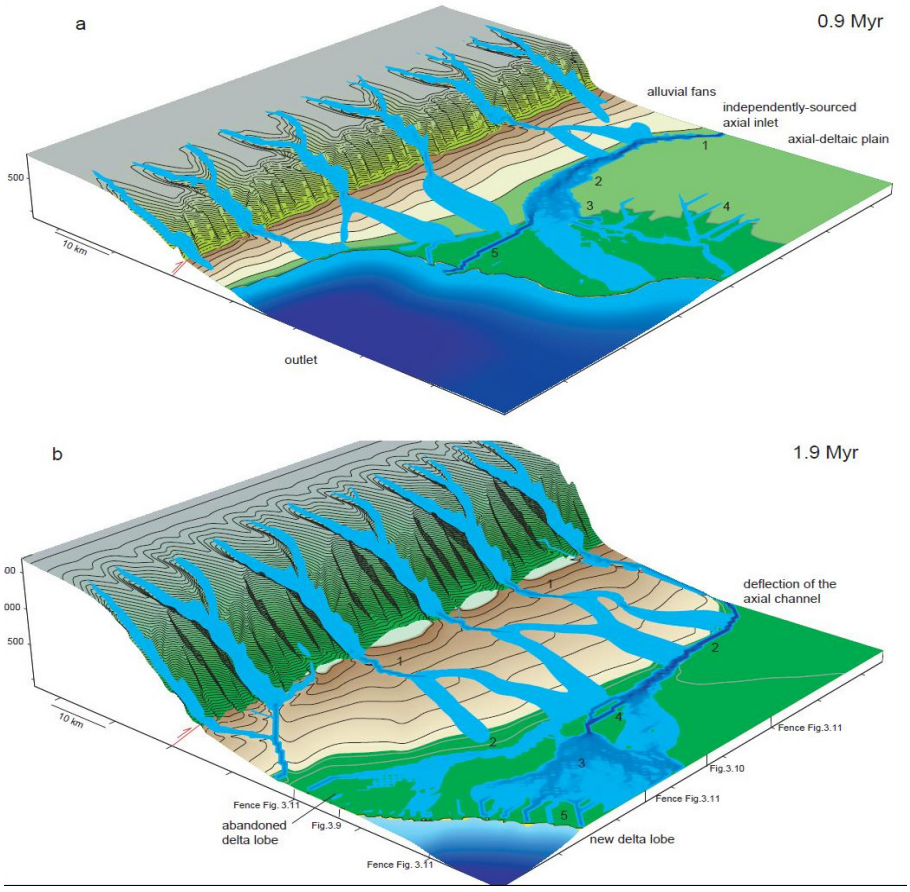
خريطة 7: تظهر حزام طي – تصدع زاكروس (a) تحكم الصدوع العكسية والمضربية N-S و NE-SW في نمو الطيات. (b) عدة انحناءات في جبهة الجبال الانثنائية MFF التي تسيطر عليها هذه الصدوع (Berberian, 1995)

6 – علاقة الصدوع بالشبكة النهرية:

تعرف شبكة الجريان السطحية بانها انعكاس للعلاقة بين طبيعة التركيب الجيولوجي ونظام بنائه من جهة وظروف المناخ في المنطقة من جهة اخرى ، حيث يتوقف شكل تصريف الحوض على مدى نفاذية التكوينات الصخرية ومدى تجانسها ودرجة صلابتها الى جانب طبيعة الانحدار الاصلي لسطح الارض وتأثير حركات الرفع التكتونية والتصدع في تحديد المظهر العام لشكل التصريف وتجديد نشاط مجاري التصريف بالإضافة الى التطور الجيمورفولوجي للمنطقة نفسها (ابو العينين 1981).

بين الهبالة (2020) ان هناك تطابق بينن الشبكة النهرية وبين والصدوع، حيث تنطبق الرتب النهرية الكبيرة على الصدوع وتعد اثر سطحي للصدوع المتعلقة بالطيات او التي تتأثر بها الطيات. وان البض من هذه الصدوع موازية لمحور الطية والبعض الاخر عمودي او مائل على محورها.

أما كليفز (Clevis, 2003) فقد بين ان جميع الرتب النهرية تلقي اخيرا في قناة رئيسة تجري بموازاة محور الطية، وان تلك القناة تمتد ضمن مساحة الجناح الامامي الاعلى ميلا وتعد أثرا سطحيا للصدع العكسي المتعلق بالطية والذي تسبب في نموها وزيادة ميل جناحها الامامي. ولكن مع مرور الزمن وتطور الطية بفعل استمرار الحركة العكسية للصدع، تهاجر تلك القناة مبتعدة عن منطقة الجناح الامامي مع الحفاظ على موازاتها لمحور الطية، (الشكل 8).



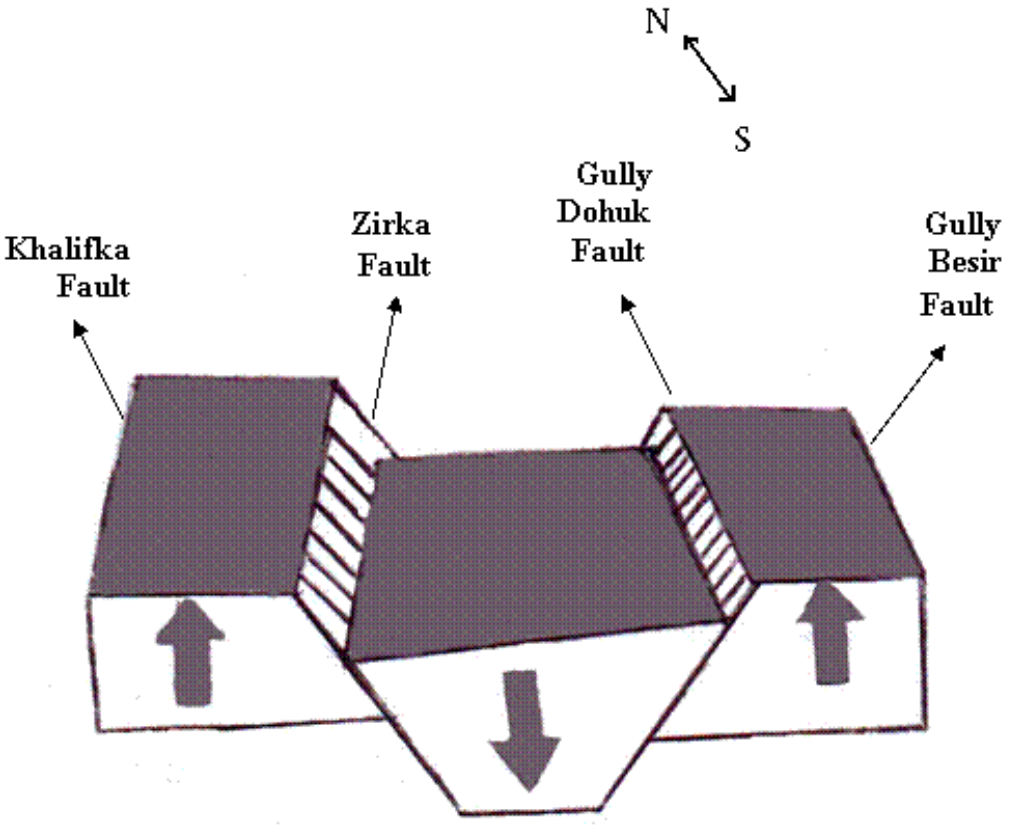
شكل 8:
موديل تكتوني يوضح تحكم صدع عكسي بنمو الطية وشبكة الجريان السطحية لتنتهي مع مرور الزمن بظهور قناة رئيسة ضمن موازية لمحور الطية وضمن الجناح الاعلى ميلا (Clevis, 2003)

7- الصدوع في منطقة الدراسة :

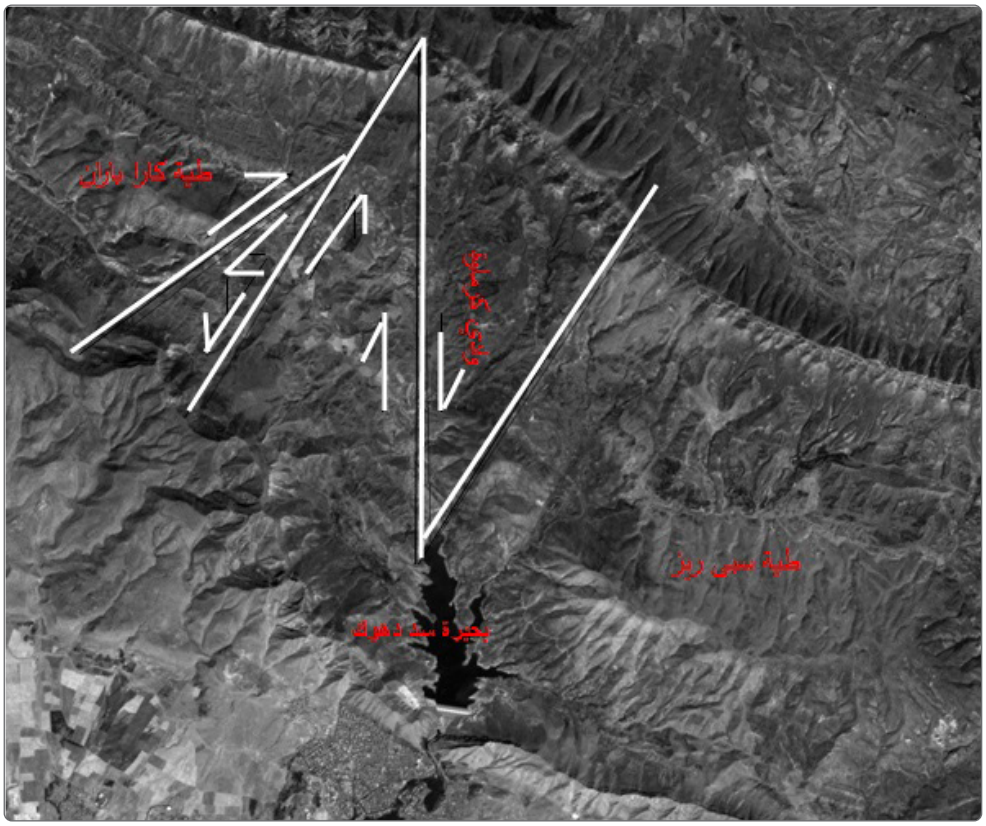
Strike Slip Faults in Study Area

اقترح الدوسكي (Al-Doski,2004) وجود ثلاث بلوكات مفصولة عن بعضها بصدعين اعتياديين باتجاه شمال – جنوب. الصدع الاول اسماه صدع كلي دهوك Gally Duhok Fault ويقع شرق البحيرة، أما الثاني فأسماه بصدع زركا ويقع غرب البحيرة. ونتيجة للحركة الاعتيادية لهذه الصدوع، تشكل منخسف دهوك المتمثل ببحيرة دهوك حاليا (الشكل 9).

وإقترح الحبيطي (2008) فقد اقترح من خلال المرئية الفضائية وجود صدع مضربي يميني باتجاه شمال – جنوب يمر ببحيرة دهوك، ولكنه اشار لاحتمالية وجود عدة صدوع مضربية اخرى يسارية مقترنة معه وباتجاه عمودي على محور الطية (شمال شرق – جنوب غرب) تسببت بفصل جزء سبي ريز عن جزء كاراباران (الصورة الجوية 10). واضاف الحبيطي (2008) ايضا اقتراحا اخر لوجود صدعين مضربيين باتجاه عمودي على محور الطية (شمال شرق – جنوب غرب) يفصلان بين الجزء الثالث (جزء باطاس في الدراسة الحالية) والجزء الرابع (جزء زاخو الشرقية في الدراسة الحالية)، احدهما يميني والاخر يساري (الصورة الجوية 11).



شكل 9: الموديل التكتوني المقترح من قبل الدوسكي (Doski,2004) يوضح منخسف دهوك (Dohuk Graben) وثلاثة بلوكات تكتونية



صورة جوية 10: توضح حركة الصدوع المضربية المقترحة من قبل الحبيطي (2008) وتأثيرها على طية بيخير ماخوذة من المرئية الفضائية للقمر الصناعي الفرنسي (Spot, 1998).

صورة جوية 11: توضح حركة الصدوع المضربية المقترحة من قبل الحبيطي (2008) وتأثيرها على طية بيخير ماخوذة من المرئية الفضائية للقمر الصناعي الفرنسي (Spot, 1998).

ولتحديد الصدوع في طية بيخير اشتقت شبكة الجريان النهرية لمنطقة الدراسة الحالية واضيفت الى الخريطة الجيولوجية التركيبية (الشكل 12). وتبين من خلال الشبكة المشتقة من نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.. ان المراتب النهرية لشبكة الجريان السطحية في منطقة الدراسة قد بلغت اربعة مراتب (4،3،2،1)، تعد هذه الرتب النهرية واوديتها انعكاسا لتكتونية المنطقة والمتأثرة بالظواهر التركيبية المتمثلة نمو الطية بالإضافة الى الصدوع تحت السطحية التي تقطعها، لقد بينت شبكة الجريان ضمن الخريطة الجيولوجية تطابقا واضحا لأعلى الرتب النهرية (رتبة 4) مع مناطق تجزئة طية بيخير الى خمسة اجزاء وبشكل عمودي على محور الطية، مما يدل على وجود صدوع تحت سطحية عملت على تجزئة الطية بالاضافة الى تغير اتجاه محورها وهندسيتها. أما اكبر الرتب النهرية فتمثل بقناة او نهر الخابور الذي يجري موازاة الطية ضمن الجناح الشمالي الشرقي لكون جناحها الشمالي الشرقي بشكل عام اكثر ميلا من جناحها الجنوبي الغربي. وذلك ما يتطابق تماما مع الموديل التكتوني لكليفز (2003)، (الشكل 8).

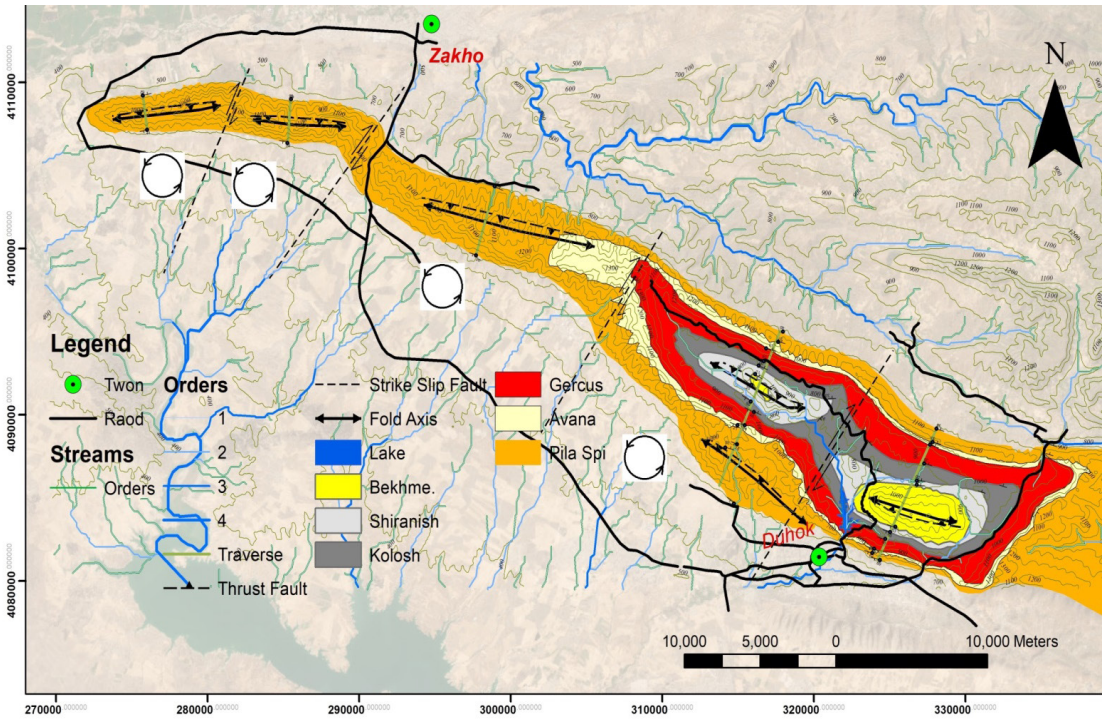
أما الصدوع المضربية التي تأثرت بها طية بيخير (الشكل 12) فقد استنبطت من الرتب النهرية الكبيرة (3 و4) باعتبارها اثر سطحي متوقع للصدوع، بالاضافة الى المقارنة مع ما ورد في الموديل التكتوني لبربريان (1995) في (الشكل 7). وتبين الآتي:

1. هنالك صدعان مضربيان مقترنان ضمن منطقة السرج الفاصلة بين جزئي سبي ريز وكاراباران، احدهما يميني باتجاه شمال – جنوب والاخر يميني باتجاه شمال شرق – جنوب غرب). وكانت الازاحة الاكبر للصدع العمودي على محور الطية. مما تسبب في اضعاف الطي وتدوير محور الطية باتجاه معاكس لاتجاه عقرب الساعة

2. صدعان مضربيان مقترنان بين جزئي كاراباران وباطاس، احدهما يميني باتجاه شمال – جنوب والاخر يميني باتجاه عمودي على محور الطية (باتجاه شمال شرق – جنوب غرب). وكانت الازاحة الاكبر ايضا للصدع العمودي على محور الطية. مما تسبب في اضعاف الطي وتدوير محور الطية باتجاه معاكس لاتجاه عقرب الساعة.

3. صدعان مضربيان مقترنان بين جزئي باطاس وزاخو الشرقية، احدهما يميني باتجاه شمال – جنوب والاخر يميني باتجاه عمودي على محور الطية (باتجاه شمال شرق – جنوب غرب). وكانت الازاحة الاكبر للصدع العمودي على محور الطية. مما تسبب في اضعاف الطي وتدوير محور الطية باتجاه معاكس لاتجاه عقرب الساعة ليصبح محورها باتجاه شرق – غرب.

4. صدع مضربي عمودي على محور الطية بين جزئي زاخو الشرقية وزاخو الغربية، تسببت ازاحته اليمينية في تجزئة الطية وتدوير محورها باتجاه معاكس لاتجاه عقرب الساعة ليصبح باتجاه شمال شرق – جنوب غرب.



شكل 12 : يوضح الخريطة الجيولوجية لطية بيخير

8 – **الفواصل: Joints**

يعرف الفاصل عموما بأنَّه كسر (Fracture) لم يحصل على سطحه إزاحة (Plummer and Carl-son, 2007). وتسمى الفواصل التي تتوزع مستوياتها بشكلٍ متوازٍ أو شبه متوازٍ بمجاميع الفواصل (joint sets). ويمثل مصطلح تردد الفاصل عدد مستويات الفواصل لمجموعة معينة، والتي تقطع عمودياً مساراً خطيا محدداً بوحدة طول معينة. أمَّا المسافة البينية فتعرف بأنَّها معدل المسافة بين فاصلين متجاورين لمجموعة ما وتقاس عمودياً على مستوييهما، وهي عبارة عن معكوس التردد (Ramsay and Hubber, 1987). وعندما تتقاطع مجموعتان بصورة متناظرة حول مستوي أو خط تركيبي معين تدعى بنظام الفواصل المقترن (Con-jugate joints system) وإذا كانت تلك المجموعتان ذات عمر منشأي واحد وتكونت بالإجهاد نفسه فتدعى عندئذ بنظام الفواصل المتمم (Complemen-tary joints system) (Hancock, 1985). وقد أجمع الكثير من الباحثين بأنَّ الفواصل يمكن أنْ تسبق عملية الطي أو ترافقها أو تعقبها (Price, 1966; Bles and Feuga, 1986; Numan et al., 1998; Van der Pluijm and Marshak, 2004).

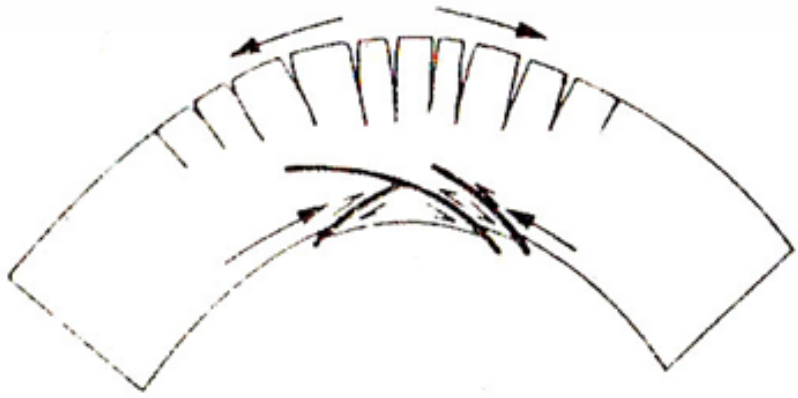
وهنالك تصنيفان رئيسان للفواصل الأول تصنيف هندسي وهو ما سيتم دراسته بشكل تفصيلي والثاني تصنيف منشأي والذي يصنف الكسور صدوع، فواصل، شقوق وعروق .

عَدَ بليس وفيوكا (Bles&Feuqa,1986) أنَّ الفواصل هي أسطح عدم الإستمرارية (Discon-tinuity) لمنشأ تكتوني ضمن المستويات التركيبية العليا والوسطى (Upper & Middle structural Lev-els). كما وإنَّ هذه الفواصل يمكن أنْ تكون مقسمة في شبكة ثنائية أو ثلاثية ورباعية متعلقة بالإتجاهات.

عموماً تكون أسطح عدم الإستمرارية مميزة بأنَّها مستوية وملساء نسبياً، والمدى في الحجم يتروح من عدة عشرات من السنتيمترات إلى عدة أمتار، وأحياناً قد تصل إلى بضع عشرات من الأمتار. حيث وانَّ المسافة الفاصلة بين فاصل وآخر أحياناً عدة إنجات أو أجزاء من الإنج. وعلى الرغم من أنَّ معظم الفواصل مستوية تقريباً، ولكن بعضها يكون لها سطوح مستوية أو منحنية.

وبالنسبة لعلاقة الفواصل مع الطيات فقد أجمع الكثير من الباحثين أنَّ الفواصل يمكن أنْ تَسبِقَ عملية الطي أو ترافقها أو تعقبها (Price,1966;Van der pluijum&Marshak,1997;Bles & .Feuqa , 1986;Numan et al.,1997)

إنّ الفواصل من حيث الأصل أو المنشأ هي فواصل شدية وفواصل قصية. فمثلاً الأقواس الخارجية للطبقات في المناطق المفصلية للطيات المحدبة تتميز بتركز الفواصل الشدية نتيجة الإجهادات الشدية التي تتعرض لها خلال عملية ألطي (الشكل13)، فيما تتركز الفواصل القصية في الأقواس الداخلية لتلك الطبقات نتيجة الإجهادات الإنضغاطية.(Whitten, 1966; Bles&Feuqa, 1986)

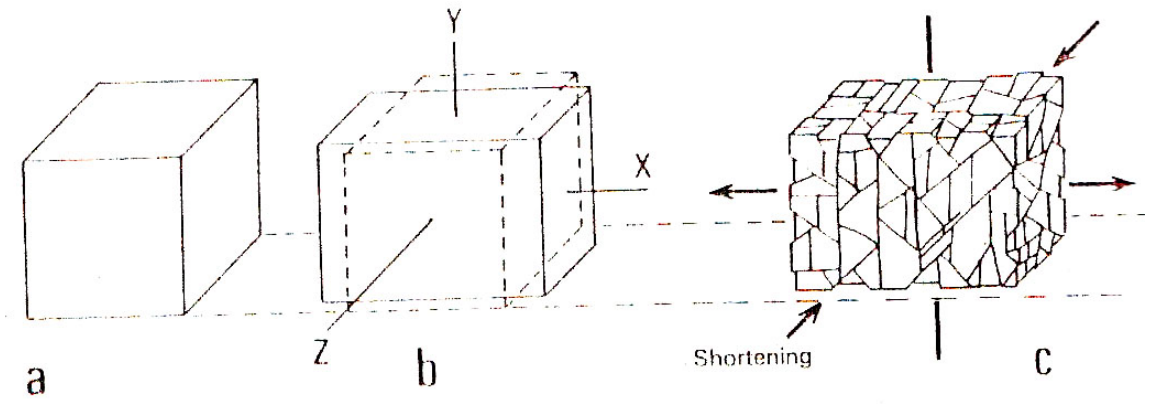


شكل 13: التشويه الحاصل في المنطقة المفصلية (Whitten,1966;Bles&Feuqa,1986) (fold Hinge deformation).

كما ذكر ديستر (956Desitter,1) أنَّ الفواصل الشدية (Tension-Joints) تنشأ في المناطق الأكثر تقوساً نتيجة لعملية الإسترخاء الحاصل نتيجة الإنثناء المرن (elastic bending)، أمَّا فواصل القص (Shear-Joints)، فتنشأ أحياناً بوصفها كسور إنفصام (Fracture-Cleavage) وهي قد تتطور في الجناح الأكثر ميلاً (Steep Flank) للطية عندما يحدث تقصير جانبي آخر بواسطة الطي.

9. **تكوين الفواصل: Formation of The Joints**

لقد ذكر كلٌّ من بليس وفوكا (Bles&-Feuqa,1986) أنَّه من الصعوبة تقرير كيفية تكوّن الفواصل، إنَّ مثل هذه الكسور لا تظهر أي نوع من أنواع الحركة. ومع هذا فإنَّ عملية تكوّن الفواصل مرتبطة بالأنواع الأخرى من التشويه، مثل الصدوع الكبيرة والطيات. وكلما اقتربنا من الصدوع فإنَّ عدد الفواصل يزداد، ولاسيما إذا كانت إحدى مجاميع الفواصل بإتجاه الصدع نفسه، وفي هذه الحالة يمكن القول بأنَّ الصدوع والفواصل المترافقة قد تكونت بتأثير القوى التكتونية نفسها، (الشكل 14).

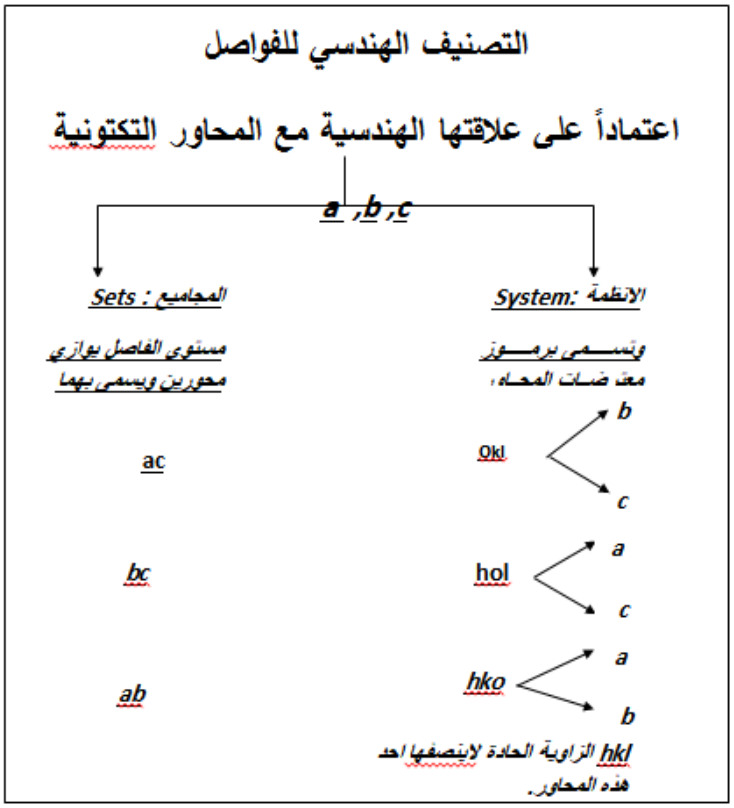


شكل 14: a – نموذج مكعب ، b - تشويه مستمر ، c - تشويه غير مستمرة

10 – التصنيف ألهندسي للفواصل :

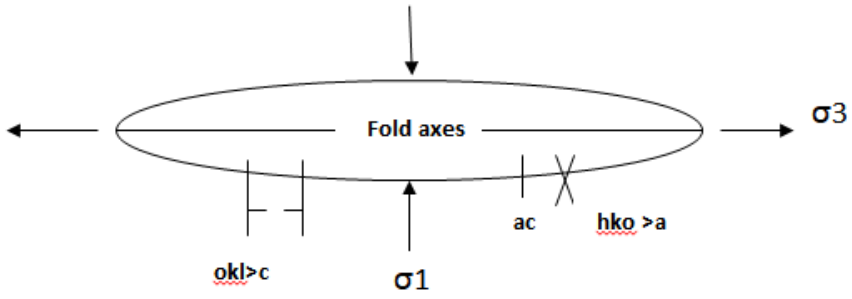
eometrical Classification

لقد اعتمد التصنيف الهندسي للفواصل في أغلب الدراسات على المحاور التكتونية الثلاثة (a, b, c) الموضوعة من قبل ترنر وويز (Turner & Weiss, 1963)، (الشكل 15). حيث يمثل المحور (b) خط المضرب للطبقات وبشكل عام فهو يوازي محور الطية، ويمثل المحور (a) إتجاه ميل الطبقات ويكون عمودياً على محور الطية ومضرب الطبقات، أما المحور (c) فيكون عمودياً على مستوى التطبق وعمودياً على المحورين المذكورين أعلاه. وعلى هذا الأساس يتم تصنيف الفواصل إلى مجاميع وأنظمة إعتمادا على تقاطعها مع المحاور الثلاثة أعلاه وعلى النحو الآتي:

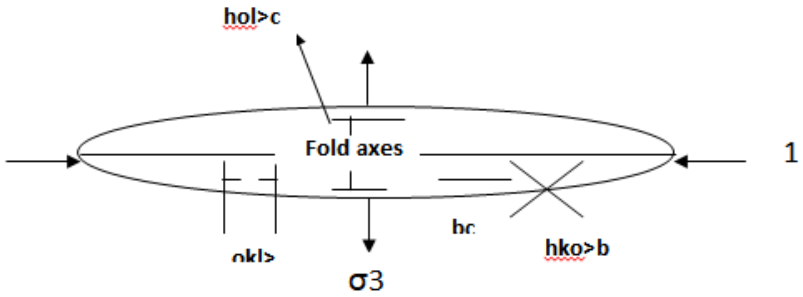


شكل 15: يوضح التصنيف الهندسي للفواصل

أكد هانكوك (Hankook, 1985) ان هناك علاقةً بين تواجد أنواع معينة من الفواصل في الطيات في طور الانضغاط المسؤول عن نمو الطيات وبين إتجاه محور الاجهاد الاعظم 1σ حيث يكون إتجاه محور الإجهاد الأعظم عمودي على محور الطية ويتسبب في ظهور سيادة لفواصل hko>a لكونه ينصف الزاوية الحادة لذلك الصنف. أمَّا في طور الارتخاء الذي يلي طور الانضغاط فيسبب ظهور سيادة لفواصل نظام hko>b بسبب تحول محور الاجهاد الأعظم 1σ إلى الاتجاه الموازي لمحور الطية (الشكلين 16 و17).



شكل 16: التحليل الحركي *Kinematic* للفواصل وعلاقتها مع تكون الطية في طور

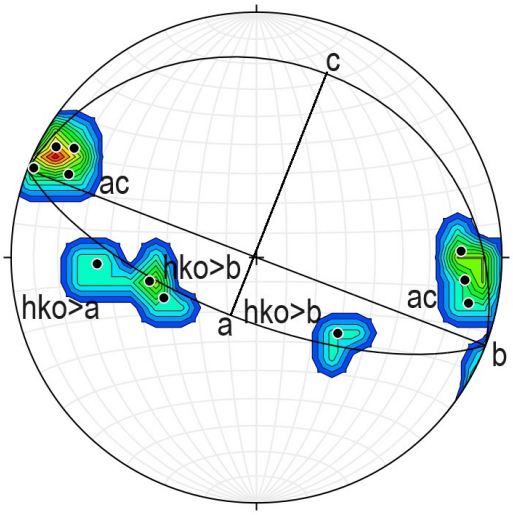


شكل 17: التمثيل الحركي *Kinematic* للفواصل وعلاقتها مع تكون الطية في طور

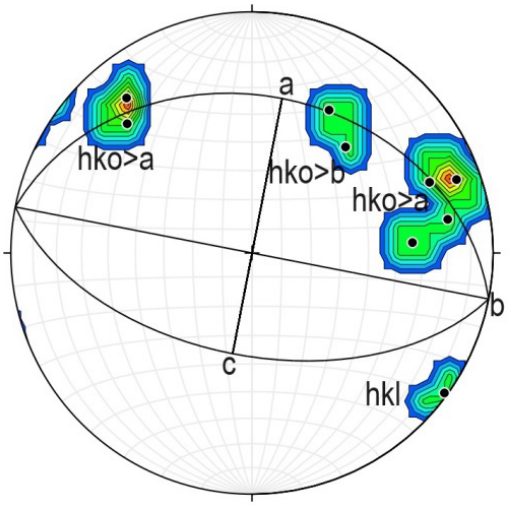
11- النتائج:

صنفت الفواصل في هذه الدراسة إلى المجاميع والأنظمة المذكورة وعلى مستوى المكشف الصخري الواحد إعتماداً على العلاقة الهندسية سابقة الذكر بين المحاور التكتونية الثلاثة ووضعية الفواصل. وقد تم تثبيت المحاور التكتونية لكل طبقة متضمنة للفواصل ثم صنفت تلك الفواصل حقلياً ومكتبياً بإسقاط أقطابها على شبكة الإسقاط الستيريوغرافي. وبهذا يكون المستوي الممثل بـ (ab) موازياً لمستوى التطبق في حين يكون المستوي الآخر (bc) عمودياً على مستوى التطبق.

ففي المسار الأول الممتد من الحي الصناعي جنوبا إلى قرية باروشكي شمالا، فقد تبين من خلال أخذ قياسات لمستويات الفواصل لتكوين بلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي، سيادة مجموعة ac يليها فواصل نظام hko بنوعيه الحاد حول a و hko الحاد حول b، (الشكل 18) أمَّا في الجناح الشمالي الشرقي فمن إسقاط أقطاب الفواصل لتكوين بلاسبي فقد لوحظ أيضاً سيادة فواصل نظام hko الحاد حول a، و hko الحاد حول b وهي الأكثر تواجدا، فضلاً عن ظهور فواصل ممثلة بنظام hkl (الشكل 19).

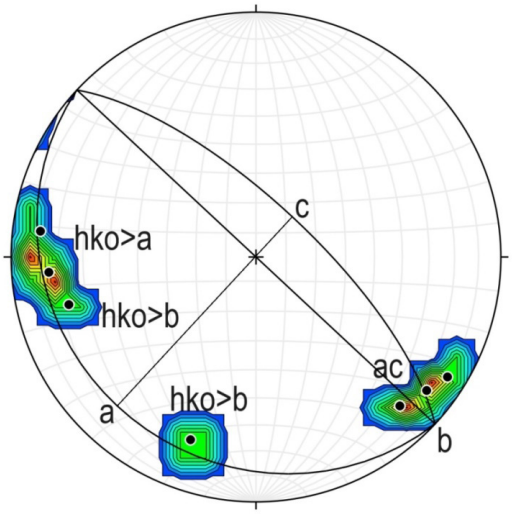


شكل 18: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين البيلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي/ المسار الأول.

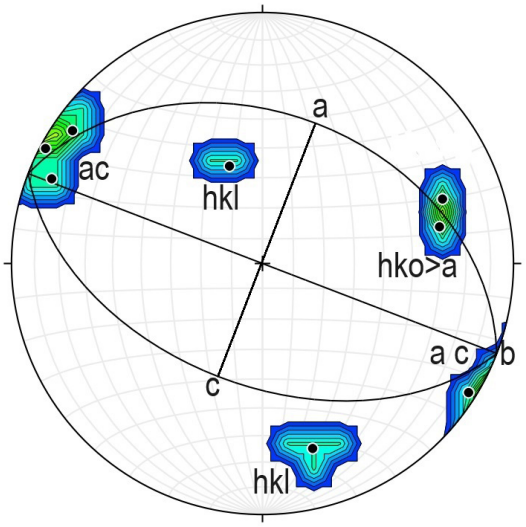


شكل 19: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين بيلاسبي في الجناح الشمالي الشرقي / المسار الأول.

أمّا في المسار الثاني الممتد من نهاية الطرف الغربي لمدينة دهوك وتحديدا قرب مستشفى فيا الأهلي جنوبا إلى قرية شوان شمالا، فقد لوحظ في تكوين بلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي سيادة لنظام hko بنوعيه الحاد حول a والحاد حول b فضلا عن ظهور فواصل من مجموعة ac، (الشكل 20). أمّا في الجناح الشمالي الشرقي له فقد ظهر فيه فواصل من مجموعة ac وكانت هي السائدة، يليها قياسات نظام hko الحاد حول a مع قياسات لنظام hkl بنسبة قليلة (الشكل 21).



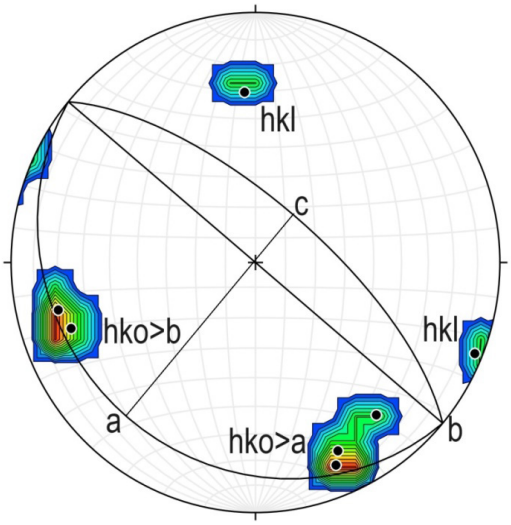
شكل 20: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين البيلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي/ المسار الثاني.



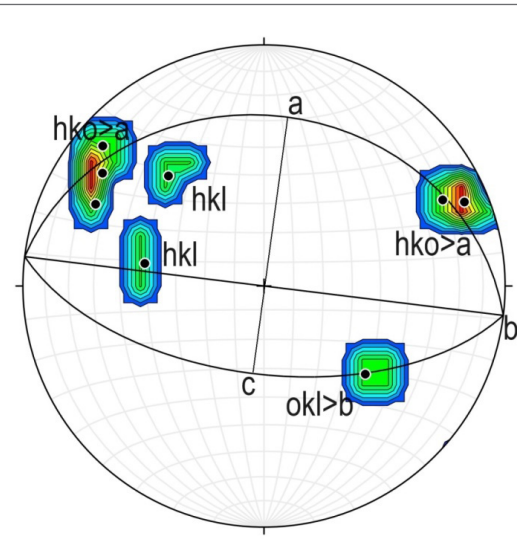
شكل 21: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين بيلاسبي في الجناح الشمالي الشرقي / المسار الثاني.

أمّا المسار الثالث الممثل بتكوين بلاسبي فقط والذي يبدأ من شرق قرية بالقوس جنوبا وينتهي عند قرية باطاس شمالا، فمن تحليل الفواصل

في الجناح الجنوبي الغربي له، فقد ظهر نظام hko وبنوعيه الحاد حول a والحاد حول b وهي السائدة مع وجود فواصل من نوع hkl (الشكل 22). أمَّا في الجناح الشمالي الشرقي له فقد ظهر فيه نظام hko الحاد حول a هي السائدة مع قياسات قليلة لنظام hkl، فضلا عن ظهور فواصل من نظام okl>b بنسبة قليلة جدا (الشكل 23).

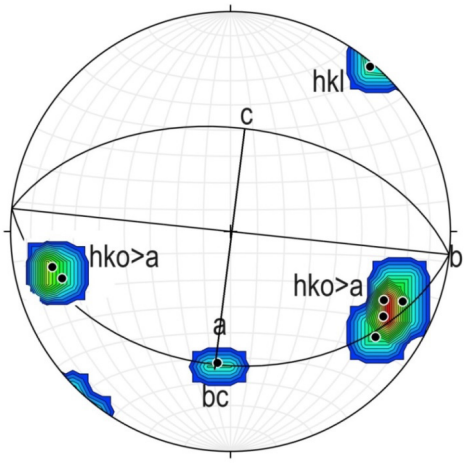


شكل 22: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين البيلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي/ المسار الثالث.

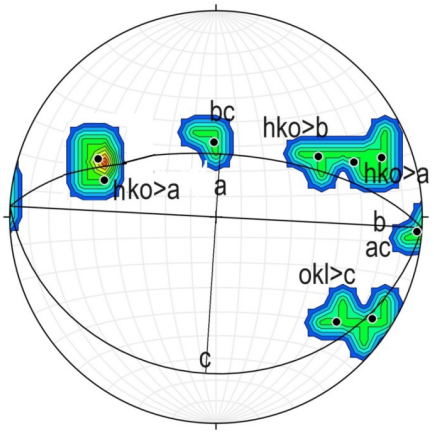


شكل 23: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين بيلاسبي في الجناح الشمالي الشرقي / المسار الثالث.

أمَّا المسار الرابع الذي يمثله تكوين بلاسبي أيضاً والذي يبدأ بالقرب من مجمع النازحين جنوباً وينتهي غرب زاخو شمالاً، فمن تحليل الجناح الجنوبي الغربي كان نظام hko الحاد حول المحور a هو الأكثر تواجداً مع ظهور أعدادٍ قليلة للفواصل من نظام hkl، مع اعداد قليلة جدا لفواصل من مجموعة bc (الشكل 24). أمَّا بالنسبة للجناح الشمالي الشرقي فقد كان النظام hko الحاد حول المحور a والحاد حول المحور b هو النوع الشائع أيضاً في هذا الجناح مع ظهور فواصل لنظام okl الحاد حول المحور c مع اعداد فواصل قليلة جدا لمجموعة ac ومجموعة bc، (الشكل 25).

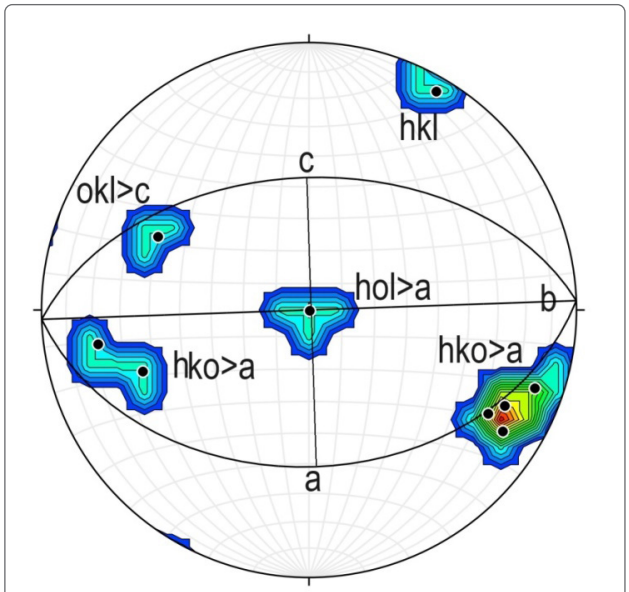


شكل 24: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين البيلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي/ المسار الرابع.

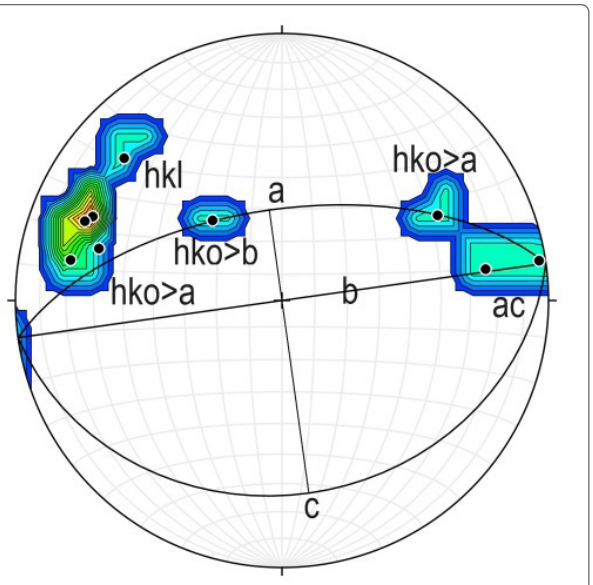


شكل 25: الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين بيلاسبي في الجناح الشمالي الشرقي / المسار الرابع.

أمّا المسار الأخير الذي يمثله تكوين بلاسبي أيضاً والذي يبدأ من قرية ماركة سور فراك جنوبا وينتهي عند قرية هاتيان شمالا، فمن تحليل الجناح الجنوبي كان نظام hko الحاد حول المحور a مع ظهور عدد قليل للفواصل من نظام okl الحاد حول المحورc، مع أعداد قليلة جدا لنظام hkl ونظام hol الحاد حول a (الشكل 26). أمَّا بالنسبة للجناح الشمالي فقد كان النظام hko الحاد حول المحور a والحاد حول المحور b هو النوع الشائع مع ظهور فواصل لمجموعة ac مع أعداد قليلة جدا لنظام hkl (الشكل 27).



شكل 26 : الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين البيلاسبي في الجناح الجنوبي الغربي/ المسار الخامس.



شكل 27 : الإسقاط الفراغي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق لتكوين بيلاسبي في الجناح الشمالي الشرقي/ المسار الخامس.

جدول 1 : يوضح نسب هذه الفواصل وتوزيعاتها ضمن منطقة الدراسة في كل جناح للمسارات الخمسة

المسار	الجناح	عدد الفواصل	ac	bc	hko-a	hko-b	hol-c	hol-a	okl-c	okl-b	hkl
الأول	الشمالي الشرقي	9			67٪	22٪					11٪
	الجنوبي الغربي	11	63٪		9٪	27٪					
الثاني	الشمالي الشرقي	8	50٪		25٪						25٪
	الجنوبي الغربي	7	42٪		28٪	28٪					
الثالث	الشمالي الشرقي	8			62٪					12٪	25٪
	الجنوبي الغربي	7			42٪	28٪					28٪
الرابع	الشمالي الشرقي	9	11٪	11٪	44٪	11٪			22٪		
	الجنوبي الغربي	8		12٪	75٪						12٪
الخامس	الشمالي الشرقي	9	22٪		55٪	11٪					11٪
	الجنوبي الغربي	9			66٪			11٪	11٪		11٪
المجموع	الشمالي الشرقي	43	16٪	2٪	50٪	9٪			4٪	2٪	14٪
	الجنوبي الغربي	42	21٪	2٪	44٪	16٪		2٪	2٪		10٪

11- مناقشة النتائج:

ظهرَ من التحليل الهندسي للفواصل (الجدول 1)، إنتشار نظام الفواصل hko الحاد حول a وhko الحاد حول b، وقد كان هذا الإنتشار في المسارات الخمسة المشار اليها سابقاً. تليه مجموعة ac من ناحية مقدار التواجد والإنتشار، وقد ظهرت هذه المجموعة بشكلٍ واضح ومميز في المسارين الأول والثاني، أما بقيةً المساراًت فكان ظهورها بشكل قليل. يليها نظام الفواصل hkl في جميع المسارات ولاسيما في المسارين الثاني والثالث. أمَّا بقية أنظمة و مجاميع الفواصل فقد ظهرت بأعداد لا يستحق الإعتماد عليها في تحيل الاجهاد القديم السائد في منطقة الدراسة.

بالمقارنة مع (الشكل 15)، يمكن القول إنَّ ايجاد منصفات الزاويا الحادة لنظام hko الحاد حول a و b والمتمثلة بحور الاجهاد الاعظم (1σ) كانت باتجاه الشمال الشرقي ثم تغير اتجاهها ليصبح باتجاه الشمال الغربي. والحالة نفسها تنطبق على مجموعتي الفواصل ac و bc حيث إنَّ الحالة الأولى تدلُّ على أنَّ محور الإجهاد الاعظم(1σ) كان باتجاه الشمال الشرقي ثم اصبح اتجاهها باتجاه الشمال الغربي. ومن ربط حالتي نظام الفواصل hko ومجموعتي ac و bc ، نستطيع أنْ نستنتج أنَّ الفواصل التابعة لنظام (hko>a) والمصحوبة بمجموعة ac و okl>c و hol>a وربما ab قد تكونت بطور اجهادي مطابق لمصدر الإجهادات ألاقليمية التكتونية المعروفة حيث إنَّ (1σ) يكون عمودياً على محور الطية (شمال شرق)، (3σ) موازياً لمحور الطية (شمال غرب) و(2σ) العمودي على مستوى التطبق، إنَّ تفسير هذا الطور من الإجهادات يطابق ما ذكره (Han-cock,1985:Bles&Feuqa,1986) (الشكل 27).

لقد أوضحت النتائج أنَّ توزيع الفواصل وأنواعها في محطة ما يختلف عما يقابله في الجناح الثاني ضمن المسار الواحد، وقد لوحظت سيادة الفواصل القصية لنظام (hko) الحاد حول المحور (a) مما جعل الدراسة في موضع لتفسير التوزيع الحقلي للاجهادت التكتونية ضمن منطقة الدراسة وإنعكاساته ضمن طبقة معينة من الطبقات المطوية بناءً على اختلاف النسب المئوية لتوزيع فواصل النظام المذكورة.

تبين من الإسقاط الفراغي لفواصل المسار الأول أنَّ الفواصل العائدة لنظام (hko>a) تتواجد بنسبة (67٪) ضمن تكوين بلاسبي وإنَّ وجودها في الجناح الجنوبي الغربي بنسبة (9٪) ترافق مع نسبة عالية من الفواصل القصية لنظام (hko>b) في الجناح الجنوبي الغربي بحيث وصلت (27٪) ونسبة قليلة لنظام الفواصل نفسه في الجناح الشمالي الشرقي مما يدل على وجود إجهادات إنضغاطية عمودية وموازية لمحور الطية في هذا المسار على التوالي.

أمَّا في المسار الثاني فقد كان لزيادة ميل الطبقات في الجناح الشمالي الشرقي إنعكاساته في زيادة عدد ما تضمنه تكوين بلاسبي من فواصل بأنواعها المختلفة القصية والشدية، وقد تميز وجود الفواصل القصية من نظام (hko>a) بزيادة نسبتها (28٪) إذا ما قورنت بمثيلتها في الجناح الشمالي الشرقي، حيث كانت نسبتها (25٪) فضلا عن زيادة الميل وإنحراف مضرب الطبقات باتجاه معاكس لعقرب الساعة عن محور الطية. وظهرت الفواصل من نظام (hkl) في الجناح الشمالي الشرقي والدالة على زيادة التشوه وإختلاف في إتجاه الإجهادات التكتونية. وإن أعلى نسبة سجلتها الدراسة ضمن المسار بلغت (28٪) كانت لنظام (hko>b) ضمن

الجناح الجنوبي الغربي مما يدلُّ على سيادته بشكل يتفق مع المسار الأول ضمن الجناح نفسه.

أمَّا في المسار الثالث فقد لوحظ زيادة في عدد ما تضمنه تكوين بلاسبي من نظام الفواصل (hko>a) في الجناح الشمالي الشرقي حتى بلغت (٪62) عما هو عليه في الجناح الجنوبي الغربي والتي بلغت (٪42)، فضلا عن ترافقها مع فواصل نظام (hkl) و (okl>b) وبنسب وصلت (٪25) و (٪12) على التوالي. وظهرت فواصل نظام (hko>b) القصية في الجنوبي الغربي بنسبة (٪28) بينما لم تظهر في الجناح الشمالي الشرقي، فضلا عن ترافقها مع فواصل نظام (hkl) وبنسبة وصلت (٪28). يمكن تفسيره بسبب زيادة نسبة التقصير (شدة الطي) في المسار ككل فضلا عن امتداد الإجهادات التكتونية المؤثرة في المسار الثاني وصولا إلى هذا المسار.

إنعكست زيادة نسبة التقصير (شدة الطي) في المسار الرابع على سيادة الفواصل القصية لنظام (hko>a) ضمن جناحي الطية، وقد كان إختلاف النسبة بين (٪44) في الجناح الشمالي الشرقي و(٪75) في الجناح الجنوبي الغربي متوقعا، إذ تسببت شدة التشويه بظهور أعداد إضافية من الفواصل الشدية مع زيادة لفواصل نظامي (hkl) و(okl>c) فإنعكس ذلك على النسب المئوية لتواجدها.

وفقاً لما كشفته نسبة التقصير (شدة الطي) من نقصان في المسار الخامس سجلت تناقصاً بنسبة إنتشار لفواصل نظام (hko>a) ضمن جناحي الطية فقد لوحظ زيادة لها ضمن الجناح الشمالي الشرقي فوصلت (٪55) بعد أنْ كانت نسبتها (٪66)، وظهرت (hko>b) بنسبة (٪11) في الجناح الشمالي الشرقي بينما لم تظهر في الجناح الجنوبي الغربي. لتتوافق مع مثيلاتها في المسار الأول والرابع (زيادة) ونقصان أو عدم وجود في المسارين الثاني والثالث. وإنَّ ذلك الإختلاف ما هو إلاَّ إنعكاس لشدة الإجهادات القصية القادمة من جهة الشمال الشرقي بإتجاه عمودي على محور الطية.

12 - الإستنتاجات: Conclusions

1. حدوث تقطيع وتدوير بعكس إتجاه عقرب الساعة لمحور الطية بسبب وجود صدوع مضربية يمينية قاطعة لمحور الطية.

2. هنالك تناغم بين الحركة اليمينية للصدوع المضربية القاطعة لمحور الطية مع حركة الصدع اللستيري المسؤول عن تحديد موقع الطية ونموها وشكلها.

3. وجود إجهاد تكتوني بإتجاه شمال – جنوب فضلا عن الإجهاد التكتوني الإقليمي المتجه شمال شرق – جنوب غرب والذي تسبب في نمو حزام طيات زاكروس.

4. فسرت الدراسة التوزيع الحقلي للاجهادت التكتونية ضمن منطقة الدراسة وإنعكاساته ضمن طبقة معينة من الطبقات المطوية بناءا على اختلاف النسب المئوية لتوزيع فواصل النظام المذكورة.

5. فسر الإسقاط الفراغي لفواصل المسار الأول وجود إجهادات إنضغاطية عمودية وموازية لمحور الطية في هذا المسار على التوالي.

6. فسر ظهور الفواصل من نظام (hkl) في الجناح الشمالي الشرقي للمسار الثاني دلالة على زيادة التشوه وإختلاف في إتجاه الإجهادات التكتونية. وإن أعلى نسبة سجلتها الدراسة ضمن المسار بلغت (٪28) كانت لنظام (hko-b) ضمن الجناح الجنوبي الغربي مما يدل على سيادته بشكل يتفق مع المسار الأول ضمن الجناح نفسه.

7. يمكن تفسير الإسقاط الفراغي لفواصل المسار الثالث بسبب زيادة نسبة التقصير (شدة الطي) في المسار ككل إضافة إلى امتداد الإجهادات التكتونية المؤثرة في المسار الثاني وصولا إلى هذا المسار.

8. في المسلر الرابع تسببت شدة التشويه بظهور أعداد إضافية من الفواصل الشدية مع زيادة لفواصل نظامي (hkl) و (okl-c) فإنعكس ذلك على النسب المئوية لتواجدها.

9. يمكن تفسير الإختلاف في نتائج الإسقاط الفراغي للفواصل في جناحي الطية في المسار الثالث بأنه إنعكاس لشدة الإجهادات القصية القادمة من جهة الشمال الشرقي بإتجاه عمودي على محور الطية.

10. هناك تطابقاً في الرتبة النهرية الكبيرة ذات الإتجاه العمودي على محور الطية وبين مناطق تجزئة.

المصادر : References

• **ابو العينين ،حسن سيد احمد**. كتاب الاصول العامة في الجيومورفولوجيا ، مؤسسة الثقافة الجامعية ط11، 1995.

• **الحبيطي، صفوان طه**، 2008. تغيرات الطراز التكتوني على طول محور طية بيخير المحدبة – شمالي العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل.

• **العزاوي، نبيل قادر بكر**،2003. التطور التركيبي لشكل طيات نطاق الفورلاند في العراق ومدلولاته التكتونية، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل.

• **الهبالة، رأفت بشير شيت**، 2020. التحكم التركيبي في شبكة الجريان السطحية لحوض غرب تكريت – سامراء الثانوي، رسالة دبلوم غير منشورة، كلية العلوم، جامعة تكريت.

• **Ramsay, J. G., and Huber, M. I., 1987.** The techniques of modern structural geology: V.2, Folds and Fractures, Academic Press, London, UK, 700p.

• **Berberian, M., 1995**.Master blind thrust faults hidden under the Zagros Folds: Active basement tectonics and surface morphotectonics, Tectonophysics, 241, pp. 193-224.

• **Billings, M., 1972.** Structural Geology, third edition, Prentice- Hall Inc. 606p.

• **Bles J.L&Feuga.B, 1986.** The Fracture of the Rocks, North oxford Academic.p132.

• **Bles J.L&Feuga.B, 1986.** The Fracture of the Rocks, North oxford Academic.p132.

• **Clevis, Q. 2003.** Three-dimensional modelling of thrust-controlled foreland ba-

mon Newyork, p.176.

• **Roberts J.L., 1982.** Introduction to Geological Maps and Structures, Newyork, p.332.

• **Rowland, S., 1986.** Structurl analysis and synthesis: laboratory course in structural geology; Black well Scientific pub., Inc., Clifornia, 244p.

• **Sommaruga, A., 1997.** Geology of the central Jura and the Molasse Basin: new insight into an evaporite- based foreland fold and thrust belt, Mem. Soc. Neuchatel.Nat., XII, 1-176.

• **Turner F.J. & Weiss L.E, 1963.** Structural analysis of Metamorphic Tectonic, Newyork, p.525.

• **Van der Pluijm, B. A., and Marshak, S., 1997.** Earth structure: An introduction to structural geology and tectonics, WCB/McGraw-Hill, USA, 495P.

• **Van der Pluijm, B. A., and Marshak, S., 2004.** Earth structure: An Introduction to Structural Geology and Tectonics,2rd ed., W. W. Norton & Company, Inc., USA, 656P

• **Whitten, E.H., 1966.** Structural geology of folded rocks; Rand McNlly&Co., Chicago, 678p.

sin stratigraphy, Faculty of Earth Sciences, Utrecht University. 135 pp.

• **Desitter L.U.,1956.** Strucural Geology, McGraw-Hill Inc., newyok, p552.

• **Doski, J. A.H, 2004.** Anew Contribution to the structural Geology of Dohuk Area (Kurdistan -Iraq).Dohuk Univ., Vol.7, No2, pp.

• **Hancock, p.L., 1985.** Joints and Faults; the Morphological of their Origins, proc. Geol, Ass. vol.79, pp.141-151.

• **Hancock, p.L., 1985.** Joints and Faults; the Morphological of their Origins, proc. Geol, Ass. vol.79, pp.141-151.

• **Jamison, W. R., 1987.** Geometric analysis of fold development in over thrust terranes: Journal of Structural Geology, v. 9, p. 207-220.

• **Jassim, S.Z., and Goff, J.C., 2006.** Geology of Iraq, Published bu Dolin, pargue and Musem, Brno Czech Republic, 2006, 337p.

• **Nicolas, A., 1987.** Principle of rock deformation; D.Reidel published CO.Netherlan208p.

• **Numan, N. M. S., 1997.** A plate tectonic scenario for the Phanerozoic succession in Iraq, Geol. Soc. Iraq. Jour., 30, 2.

• **Numan, N.M.S., and Al-Azzawi, N. K., 1993.** Structural and geotectonic interpretation of Vergence direction of anticlines in the forelandfold of Iraq, Abhath Al-Yarmouk (''Pure Science and Engineering'', Yarmouk University, Jordan), Vol. 2, No.

• **Plummer, C. Charles and Carlson, H. Diane (2007).** Physical geology, Eleventh Edition, published, MC Graw – Hill, 617p.

• **Price, N.J, 1966.** Fault and joint development in Brittle and Semi- Brittle, Perg-