مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الخامس والعشرون - المجلد الرابع - الجغرافيا - آذار 2025م
doi.org/10.52866/esj.2025.04.25.09

دراسة التغاير لهندسية أجزاء 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 محمد

مستخلص:

يتناول البحث دراسة التغاير في هندسية طية بيخير المحدبة على طول محورها، تقع الطية ضمن الحدود الإدارية لمحافظة دهوك الواقعة ضمن إقليم كردستان العراق، شمال العراق. لرسم الخريطة الجيولوجية اختيرت خمسة مسارات لجمع البيانات الحقلية بشكل عمودي على محور الطية إبتداءا من الغاطس الجنوبي الشرقي القريب من مدينة دهوك وإنتهاءا بالغاطس الشمالي الغربي القريب من الديربون. أظهر المقطع الجيولوجي للمسارين الأول (جزء سبي ريز) والثاني (جزء كارا باران) تكشفا لتكوينات العصر الطباشيري المتأخر (بخمة وشيرانش) بالإضافة إلى تكوينات العصر الثلاثي (كولوش، جركس، آفانا وبلاسبي)، وتكشفا لتكوين بلاسبي فقط في المسارات الثلاث الباقية. وأظهرت المقاطع التركيبية للسطح العلوي من تكوين بلاسبي المنكشف في أجزاء الطية الخمسة أن السعة في المقطع الأول حوالي 700 متر وتقل تدريجيا لتصبح 480 متر و 250 متر في المقطعين الثاني والثالث، ثم تزداد إلى 320 متر في المقطع الرابع وتقل في المقطع الخامس إلى 200 متر. كما أظهرت المقاطع التركيبية أن نسبة التقصير هي ٪12.5 وتقل الى ٪6 في المسار الثاني ثم تزداد إلى ٪8 في المسار الثالث وتستمر الزيادة لتصبح في المسار الرابع ٪18، ثم تقل مرة أخرى لتصل الى ٪15 في المسار الخامس. صنفت الطية بأنها مفتوحة (Open) في المسار الأول والرابع والخامس، ومنبسطة (Gentel) في المسارين الثاني والثالث، وأنها غير متناظرة ومتكئة بإتجاه الجنوب الغربي في المقطع الأول، وينقلب إتكاؤها إلى إتجاه الشمال الشرقي في المسارات الباقية. إستنتجت الدراسة أن تناقص عدد التكوينات المنكشفة من الغاطس الجنوب الشرقي إلى الغاطس الشمال الغربي هو دليل لنمو وتطور الطية من إتجاه الجنوب الشرقي بإتجاه الشمال الغربي، وأن التغاير في السعة ونسبة التقصير للطية على طول محورها ربما يعزى إلى حركة يمينية لصدوع مضربية قاطعة لمحور الطية، حيث تسبب حركة تلك الصدوع إلى 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، بالإضافة إلى تدوير محور الطية في تلك الاجزاء لتصبح في المقطعين الرابع والخامس باتجاه شرق – غرب.

الكلمات المفتاحية: طية بيخير، صدع لستيري، صدع مضربي، مقطع عرضي، السعة والتقصير.

Study of the variation in the geometry of parts of the Bakhir anticline / northern Iraq

Researcher 1 / Muhammad Ahmed Turkey / Tikrit University / College of Science / Applied Earth Sciences
Email: Mohammed.a.turkey@st.tu.edu.iq
Researcher 2 / 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 the variation in the geometry of the Bakhir anticline along its axis, The fold is located within the administrative borders of Dohuk Governorate, located within the Iraqi Kurdistan region, northern Iraq. To draw the geological map, five paths were chosen to collect field data perpendicular to the anticline axis, starting from the southeastern plunge near the city of Dohuk and ending with the northwestern plunge near Deirbon. The geological section of the first tracks (Spi Rez part) and the second (Kara Baran part) showed the exposure of the Late Cretaceous formations (Bakhma and Shiransh) in addition to the Tertiary formations (Kolush, Jarkas, Avana and Blasby), and the Blasby Formation was exposed only in the remaining three tracks. Structural sections of the upper surface of the Blasby Formation exposed in the five sections of the fold showed that the amplitude in the first section is about 700 meters and gradually decreases to 480 meters and 250 meters in the second and third sections, then increases to 320 meters in the fourth section and decreases in the fifth section to 200 meters. The synthetic sections also showed that the percentage of shortening is 12.5% and decreases to 6% in the second track, then increases to 8% in the third track, and the increase continues to become 18% in the fourth track, then decreases again to reach 15% in the fifth track. The fold was classified as open in the first, fourth, and fifth paths, and as flat (gentel) in the second and third paths. It was asymmetrical and leaned toward the southwest in the first section, and its leaning reversed to the northeast direction in the remaining paths. The study concluded that the decrease in the number of exposed formations from the southeast plunge to the northwest plunge is evidence of the growth and development of the fold from the southeast to the northwest 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 causes attenuation of the movement of the listric fault related to the fold, and thus these faults caused a reversal of the fold's leaning from the southwest direction in the first section to The direction is northeast 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.

Keywords: Bikheir Anticline, Listric Fault, Strike Slip Fault, Cross Section, Amplitude and Shortening.

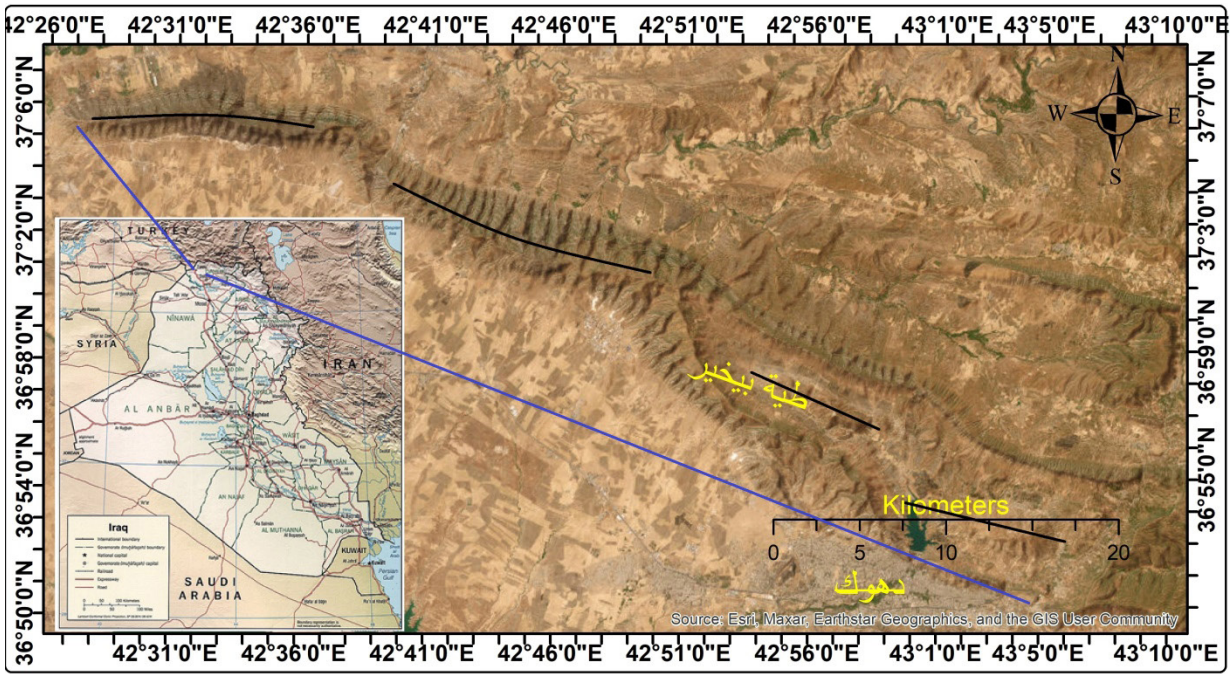
مقدمة : Introduction

تعرف الطية بأنَّها تركيب جيولوجي ذو شكل هندسي ثلاثي الأبعاد، وإعتمادا على ذلك قام الباحثون المختصون بتحديد عدة عناصر تعرف بعناصر الطية. وتختلف تلك العناصر من طية إلى أخرى، وتعتمد خواص عناصر الطية في تصنيف الطيات إلى أشكال وأصناف مختلفة (Fosion, 2010). ولدراسة لشكل الطية (Fold Shape) وتحديد عناصرها الهندسية، يجب إختيار مقاطع عرضية (Cross Sections) عادة ما تكون بإتجاه عمودي على محور الطية. تبدأ تلك الدراسة بتحديد مسارات عمودية على محور الطية وجمع البيانات الحقلية من تلك المسارات بما يخدم ويحقق أهداف الدراسة.

يهدف البحث إلى تحديد التغاير في الشكل الهندسي لطية بيخير المحدبة على طول محورها إعتمادا على التصنيفات الهندسية الشائعة للباحثين.

بالإضافة إلى تحديد التباين في سعة وتقصير وإتكاء الطية للأجزاء المختلفة من الطية. وتفسير ذلك بناءا على علاقة هندسية الطيات بالصدوع تحت السطحية.

جغرافيا، تقع طية بيخير ضمن الحدود الإدارية لمحافظة دهوك الواقعة ضمن إقليم كردستان العراق، شمال العراق. ويبلغ طول محورها حوالي 71 كم تقريباً، مقاسا من الخرائط الطوبوغرافية. يتجه محور الطية بشكل عام جنوب شرق- شمال غرب، ولكنه يظهر العديد من الإنحرافات في إتجاهه، إذ يتغير من جنوب شرق - شمال غرب في الجزء الشرقي القريب من مدينة دهوك إلى شرق - غرب عند الجزء القريب من زاخو والممثل للغاطس الشمالي الغربي. يتخلل الطية وديان كثيرة، أكبرها الوادي الذي يمر بين جزء سبي ريز وجزء كارا باران، والذي انشئ عليه سد دهوك لإدارة المياه السطحية، (الخريطة 1).



الخريطة 1 : توضح منطقة الدراسة ضمن خارطة العراق

تحد طية بيخير المحدبة من الجهة الجنوبية طية دهوك المحدبة وتفصل بينهما طية مقعرة ضيقة جداً نتيجة لشدة ميل الجناح الجنوبي لطية بيخير وإنقلاب الجناح الشمالي لطية دهوك (الكاظم، 2009). كما ويحدها من الجهة الشمالية جبل جابنكي (Chapinki Mountain) حسب شركة الفاو للمسح الجيولوجي (1994FAO,). ويفصل بينهما طية مقعرة أيضاً. وتتصل طية بيخير المحدبة من الجهة الجنوبية الشرقية بطيتين محدبتين هما طية بريفكا (Brifca Fold) وطية زاويته (Zawita Fold)، (Al-Kubaisi and Shakir, 2015) .

يظهر غاطس الطية الجنوبي الشرقي بشكل قاعدة عريضة تمتد من كلي بيسرى إلى كلي زاويته. وتمتد الطية من منطقة بيسري/ زوايته بإتجاه شمال غرب متوافقا مع حزام طي تصدع زاكروس، وتتصف الطية بعرضها الواسع في هذه المنطقة ثم تضيق الطية ويتغير إتجاه محورها قليلا لكنها تبقى ضمن إتجاه نطاق زاكروس (شمال غرب – جنوب شرق) قرب قريتي شيزي وكلناسكي الواقعتين ضمن الجناح الجنوبي الغربي والجناح الشمالي الشرقي على التوالي للجزء الثاني (كارا باران)، ثم تضيق الطية أكثر في الجزء الثالث الواقع شرق الطريق الرابط بين دهوك وزاخو مع المحافظة على الإتجاه العام الذي يتفق مع إتجاه حزام طي تصدع زاكروس. بعدها تضيق الطية أكثر فأكثر إبتداءا من كلي زاخو الذي يمر فيه الطريق القديم الرابط بين دهوك وزاخو ومروراً بالمسار الرابع والخامس بين قريتي ماركة سور فراك في الجنوب وقرية هاتيان في الشمال وإلى منطقة الغطس في الديربون حيث يتغير إتجاه محور الطية عند كلي زاخو من الإتجاه الموازي لحزام زاكروس (جنوب شرق - شمال غرب) إلى الإتجاه الموازي لحزام طوروس (شرق – غرب).

المواد وطرق العمل:

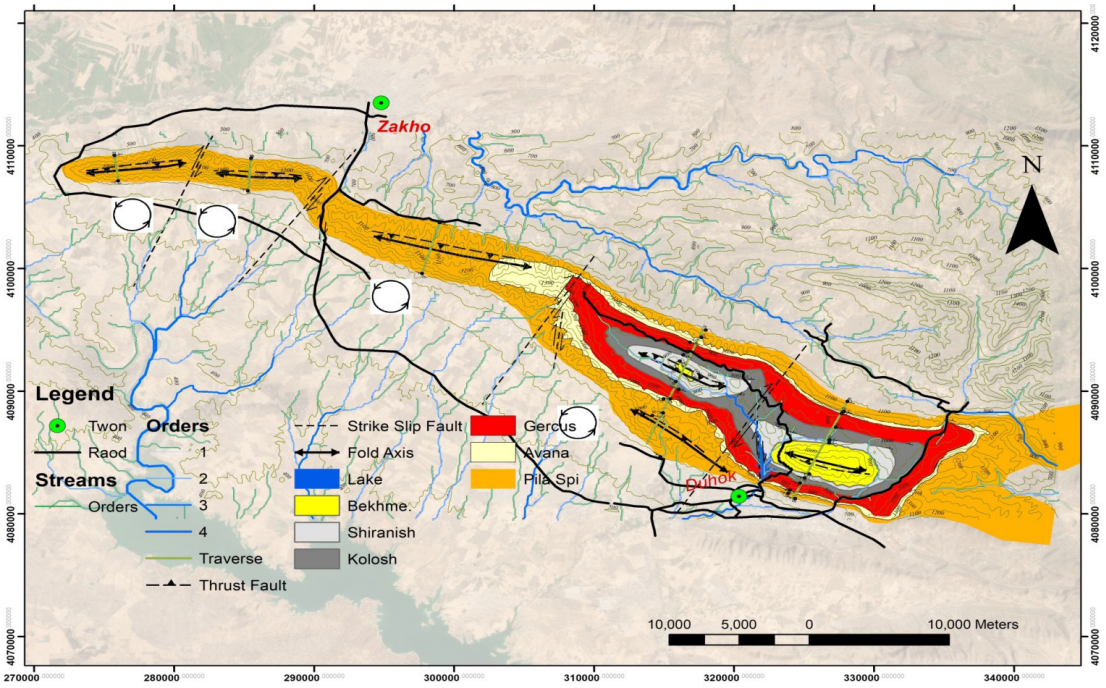
1. المرئية الفضائية.
2. برنامجي Global Mapper 12 و GIS 10.8.
3. تصنيف فلوتي (1964Fleuty,) والذي يعتمد على مقدار الزاوية الداخلية.
4. برنامج الإسقاط الفراغي (Streo Net) لوضعية الطبقات في الجناحين للطية.
5. طريقة بصك (Busk 1929,) لرسم المقطع الجيولوجي والتركيبي.
6. جهاز تحديد الموقع الجغرافي(GPS) .
7. مطرقة جيولوجية.
8. بوصلة جيولوجية.
9. خرائط طوبوغرافية بمقياس 1:100000 .
10. خرائط طوبوغرافية بمقياس 1:250000 .

النتائج : Results

1 : التغاير الجيولوجي لطية بيخير على طول محورها:

اختيرت خمسة مسارات لوصف التغاير الجيولوجي للطية المقطع على طول محورها، وكان إختيار المسارات الخمسة على أساس التجزئة في الطية على طول محورها إبتداءا من مدينة دهوك وصولا إلى الديربون والذي تمت ملاحظته من خلال المرئية الفضائية بإستخدام برنامجي Global Mapper 12 و GIS 10.8.

تضمنت البيانات الحقلية لكل مسار وضعية سطوح التطبق للتكوينات الجيولوجية المنكشفة كإتجاه ميل/ قيمة ميل بالإضافة إلى إحداثيات الموقع لكل محطة مختارة ضمن الحدود الفاصلة بين تلك التكوينات، وهي بيانات مهمة لرسم الخريطة الجيولوجية التي اعتبرت أساس لرسم المقاطع الجيولوجية العرضية، (الخريطة 2).

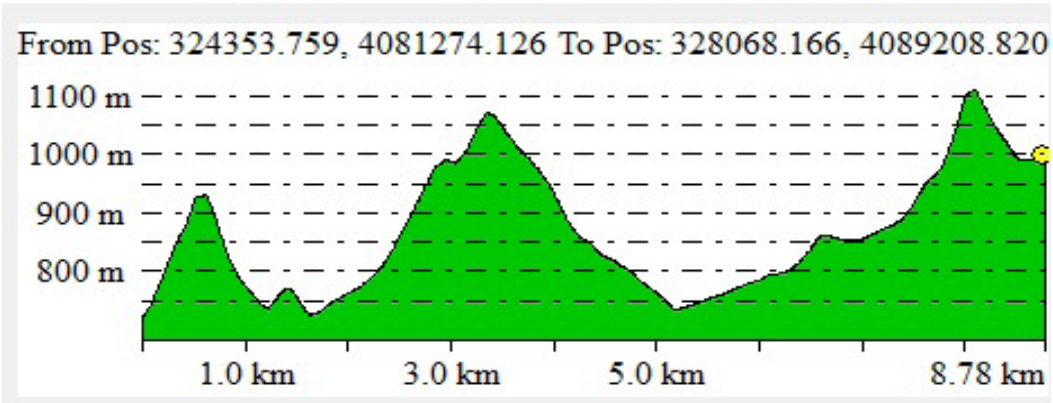


خريطة 2 : توضح الخريطة الجيولوجية لطية بيخير وأجزائها ومساراتها الخمسة

وصف كل جزء من الأجزاء الخمسة لطية بيخير المحدبة بشكل مستقل مع مواقعها الجغرافية والتي أُخذت بإستخدام جهاز GPS، وعلى النحو التالي:

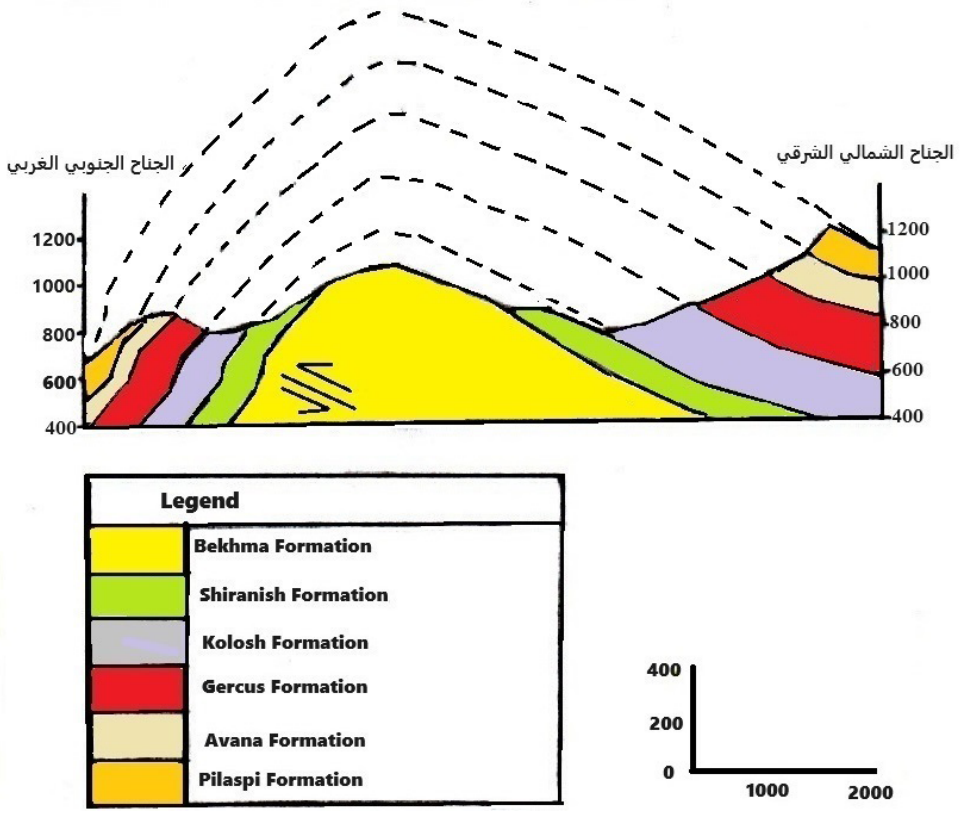
أولاً- الوصف الجيولوجي للطية في المسار الاول (سبي ريز):

يبدأ المسار الأول من الحي الصناعي الواقع شرق مدينة دهوك ضمن الجناح الجنوبي الغربي للطية (احداثيات: 324353 N, 4081274 E) وينتهي عند قرية باروشكي الواقعة ضمن الجناح الشمالي الشرقي للطية (احداثيات: 328068 E, 4089208 N) ويبلغ طوله (8780) متراً. يظهر المقطع الطوبوغرافي لهذا المسار وجود مرتفع ضمن الجناح الشمالي الشرقي ناتج عن مقاومة تكوين بلاسبي للتعرية مقارنة بالجناح الجنوبي الغربي الذي يكون أقل إرتفاعا، فضلا عن وجود مرتفع في الوسط ناتج عن مقاومة تكوين بخمة للتعرية (الشكل 3).



شكل 3 : يوضح المقطع الطوبوغرافي للمسار الأول

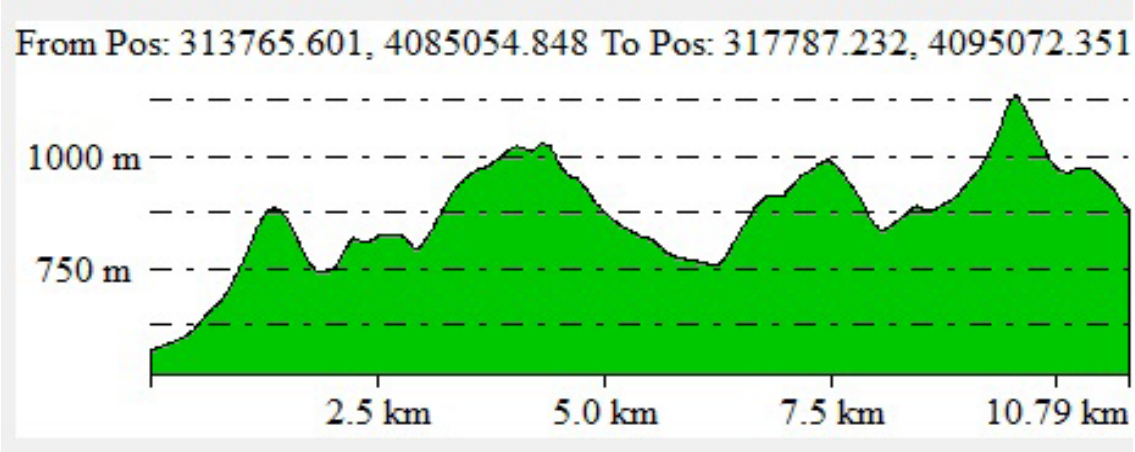
أظهر المقطع الجيولوجي لهذا المسار بأنَّ طية بيخير ضمن جزء سبي ريز ينكشف فيها العديد من تكوينات الطباشيري المتأخر (بخمة وشيرانش) فضلا عن تكوينات العصر الثلاثي (كولوش، جركس، افانا وبلاسبي)، كما أظهر المقطع الجيولوجي تعرية كبيرة لتلك التكوينات الجيولوجية يقدر سمكه بحوالي (1000) متر، وإنَّ الجناح الشمالي الشرقي للطية أقل ميلا من الجناح الجنوبي الغربي (الشكل 4).



شكل 4: يوضح المقطع الجيولوجي لمسار سبي ريز

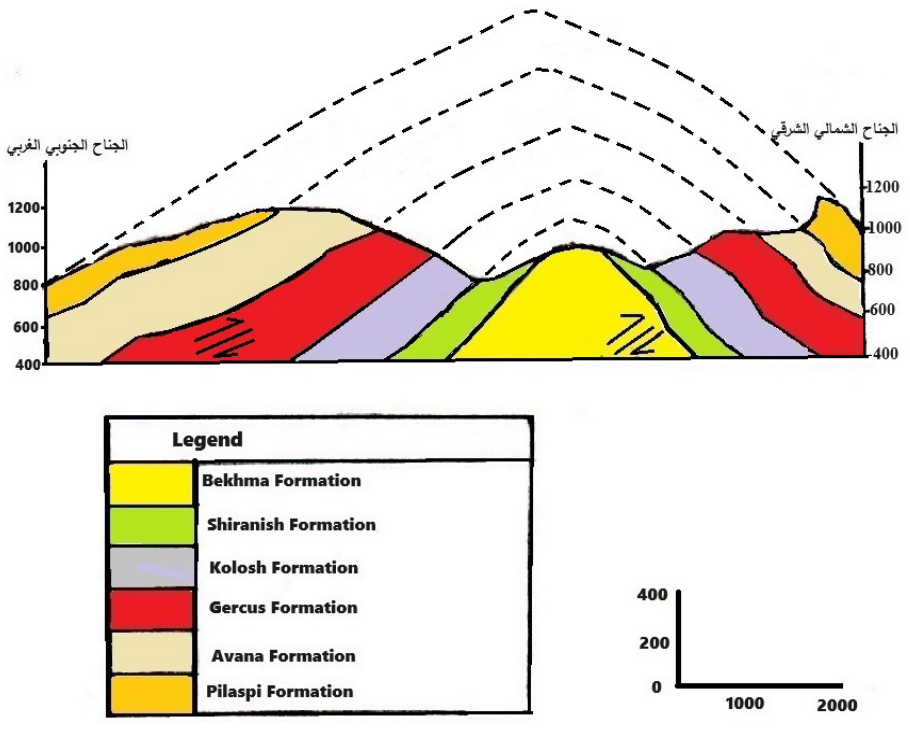
ثانياً- الوصف الجيولوجي للطية في المسار الثاني (كارا باران):

يبدأ هذا المسار من نهاية الطرف الغربي لمدينة دهوك وتحديداً قرب مستشفى فيا الأهلي ضمن الجناح الجنوبي الغربي (احداثيات: E, 313765 N 4085054) ليقطع طية كارا باران ضمن طية بيخير، وينتهي بالقرب من قرية شوان ضمن الجناح الشمالي الشرقي للطية (احداثيات: N 4095072، E 317787) ويبلغ طوله (10790) متراً. يظهر المقطع الطوبوغرافي للمسار وجود مرتفع ضمن الجناح الشمالي الشرقي ناتج عن مقاومة تكوين بلاسبي للتعرية بينما يظهر الجناح الجنوبي الغربي جزأين أقل إرتفاعا مما هو عليه في الجناح الشمالي الشرقي، فضلا عن وجود مرتفع في الوسط ناتج عن مقاومة تكوين بخمة للتعرية والذي يمثل لب الطية (الشكل 5).



شكل 5: يوضح المقطع الطوبوغرافي للمسار الثاني

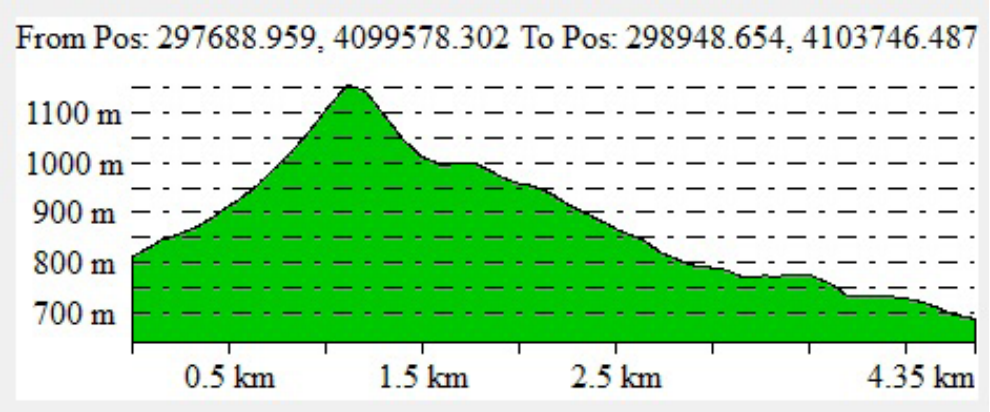
أظهر المقطع الجيولوجي لهذا المسار أنَّ طية بيخير ضمن جزء كارا باران ينكشف فيها العديد من تكوينات الطباشيري المتأخر (بخمة وشيرانش) فضلا عن تكوينات العصر الثلاثي (كولوش، جركس، افانا وبلاسبي)، كما أظهر المقطع الجيولوجي بأنَّ هناك تعريةً كبيرة لتلك التكوينات الجيولوجية يقدر سمكه بحوالي (900) متراً، وإنَّ ظهور الجزأين المرتفعين ضمن الجناح الجنوبي الغربي للطية كانتا بسبب وجود طية ثانوية ضمن الجناح (الشكل 6).



شكل 6: يمثل المقطع الجيولوجي لمسار كارا باران

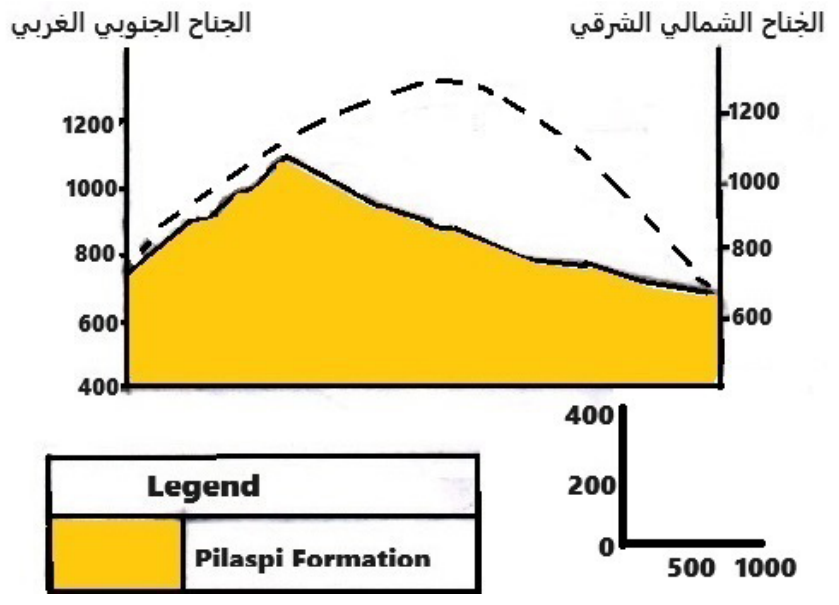
ثالثاً – الوصف الجيولوجي للطية في المسار الثالث (باطاس):

يبدأ هذا المسار من شرق قرية بالقوس الواقعة ضمن الجناح الجنوبي الغربي للطية (احداثيات: E, 4099578 N 297688) وينتهي عند قرية باطاس الواقعة ضمن الجناح الشمالي الشرقي للطية (احداثيات: E, 4103746 N 298948)، يبلغ طول المسار (43509) متر، وينكشف فيه تكوين بلاسبي فقط ولم تنكشف التكوينات الأقدم منه وأظهر المقطع الطوبوغرافي للمسار أنَّ الجناح الجنوبي الغربي مرتفعا كثيراً بالمقارنة مع الجناح الشمالي الشرقي للطية (الشكل7)، وذلك لا يتوافق مع ما أظهراه المسارين الأول والثاني.



شكل 7: يوضح المقطع الطوبوغرافي لمسار باطاس

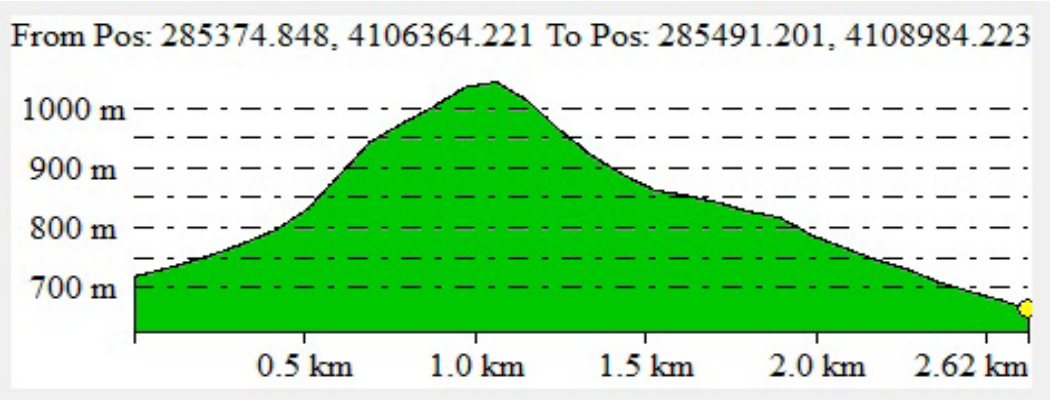
أظهر المقطع الجيولوجي لهذا المسار أنَّ طية بيخير ضمن جزء باطاس ينكشف فيها تكوين بلاسبي فقط، كما أظهر المقطع بأنَّ هناك تعرية كبيرة حصلت للجناح الشمالي الشرقي (الشكل 8).



شكل 8: يوضح المقطع الجيولوجي لمسار باطاس

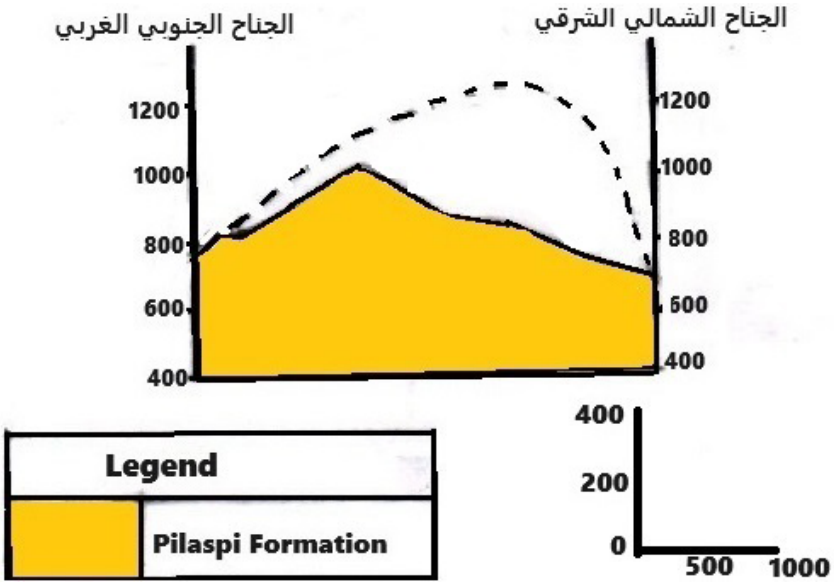
رابعاً- الوصف الجيولوجي للطية في المسار الرابع (زاخو الشرقية):

يبدأ هذا المسار بالقرب من مجمع النازحين الواقع ضمن الجناح الجنوبي الغربي للطية (احداثيات: 285374 N 4106364 E,)، وينتهي غرب زاخو الواقعة ضمن الجناح الشمالي الشرقي للطية (احداثيات: 285491 N 4108984 E,)، ويبلغ طول المسار (2620) متراً وينكشف في هذا المسار تكوين بلاسبي فقط، ويلاحظ من تقارب قيمتي إحداثيات التشريق بأنَّ المسار يتجه جنوب – شمال مما يدلُّ على أنَّ طية بيخير في جزء زاخو الشرقية ينحرف إتجاه محورها إلى شرق – غرب توافقا مع حزام طي طوروس. كما يلاحظ أنَّ إنحدار الجناح الشمالي الشرقي للطية أقل من الإنحدار للجناح الجنوبي الغربي (الشكل9).



شكل 9: يوضح المقطع الطوبوغرافي لمسار زاخو الشرقية

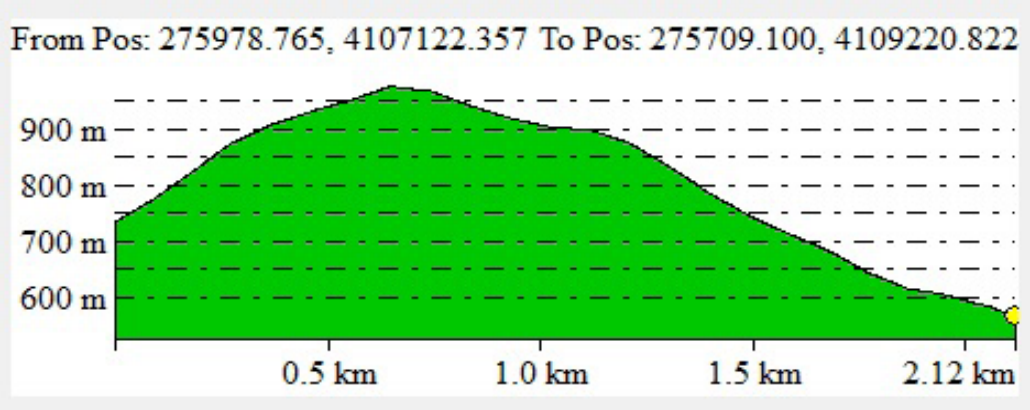
وقد أظهر المقطع الجيولوجي لهذا المسار أنَّ طية بيخير ضمن جزء زاخو الشرقية ينكشف فيها تكوين بلاسبي فقط، كما أظهر المقطع بأن هناك تعرية كبيرة حصلت للجناح الشمالي الشرقي، (الشكل 10).



شكل 10: يوضح المقطع الجيولوجي لمسار زاخو الشرقية

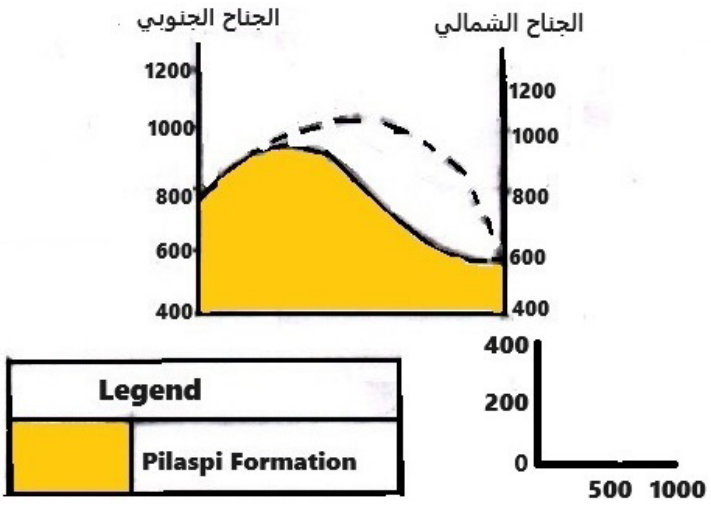
خامساً – الوصف الجيولوجي للطية في المسار الخامس (زاخو الغربية):

يتمثل هذا المسار الجزء بالغاطس الشمالي الغربي لطية بيخير المحدبة. يبدأ المسار من قرية ماركة سور فراك الواقعة ضمن الجناح الجنوبي الغربي للطية (احداثيات: E, 4107122 N 275978) وينتهي عند قرية هيتيان الواقعة ضمن الجناح الشمالي الشرقي للطية (احداثيات: E, 4109220 N 275709). يبلغ طول المسار (2120) متراً، وعلى الرغم من تقارب قيمتي إحداثيات التشريق في هذا المسار إلا أنّه يلاحظ هنالك تناقص قيمة إحداثيات التشريق في الجناح الشمالي الشرقي للطية عما هو عليه في قيمة إحداثيات التشريق في الجناح الجنوبي الغربي للطية، مما يدل على إنحراف محور الطية وعبوره إتجاه الشرق – غرب ليصبح باتجاه شمال شرق – جنوب غرب مع بقائه المتوافق مع حزام طي طوروس. كما يلاحظ أنَّ إنحدار الجناح الشمالي الشرقي للطية أقل من الإنحدار للجناح الجنوبي الغربي (الشكل11).



شكل 11: يوضح المقطع الطوبوغرافي لمسار زاخو الغربية

وقد أظهر المقطع الجيولوجي لهذا المسار أنَّ طية بيخير ضمن جزء زاخو الغربية ينكشف فيها تكوين بلاسبي فقط، كما أظهر المقطع بأن هناك تعرية كبيرة حصلت للجناح الشمالي الشرقي (الشكل 12).



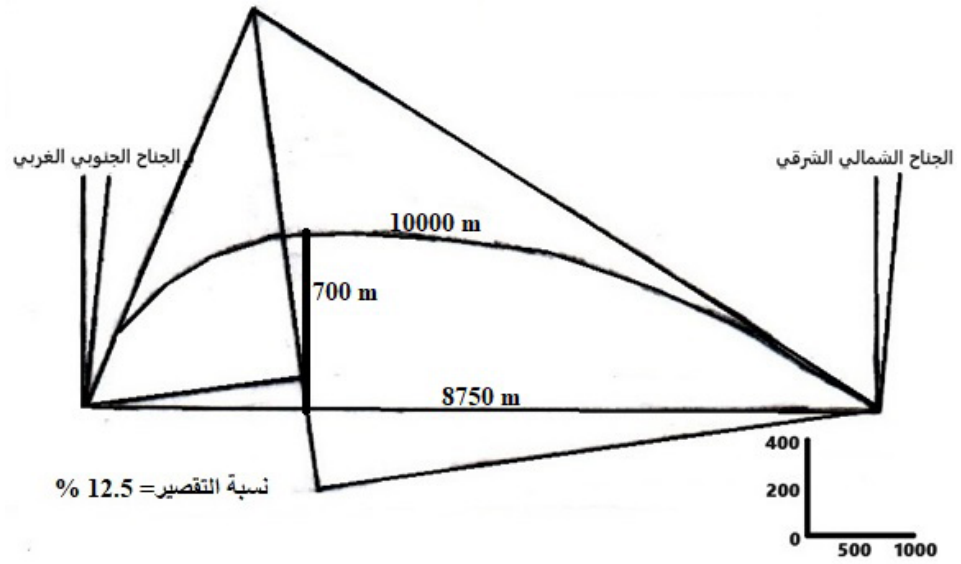
شكل 12: يوضح المقطع الجيولوجي لمسار زاخو الغربية.

2: تغاير السعة والتقصير للطية على طول محورها

لوحظ من المقاطع الجيولوجية للمسارات الخمسة أنَّ تكوين بلاسبي هو التكوين الوحيد الذي ينكشف في جميع المسارات. ولأنَّ هذه الدراسة تتناول النمو العمودي والجانبي للطية، فقد تم رسم مقاطع تركيبية للسطح العلوي الفاصل مع تكوين الفتحة لتحديد التغاير في سعة الطية ونسبة التقصير بإعتبارهما من أهم الدلائل على تطور نمو الطية عموديا وأفقيا.

أولاً- السعة والتقصير للطية في المقطع الأول (سبي ريز)

أظهر المقطع التركيبي للمسار الأول المرسوم بطريقة باصك، وإضافة المماسين وتدوير المقطع لكي يتطابق المحور الصادي مع سعة الطية والمحور السيني مع التقصير الأفقي أنَّ سعة الطية (700) متراً تقريبا، وأنَّ التقصير الأفقي (8750) متراً تقريبا. ومن خلال حساب طول القوس بطريقة الخيط وما يقابله من مقياس رسم أفقي تبين أنَّ طول السطح المطوي لتكوين بلاسبي يقدر بحوالي (10000) متراً، تبين أن نسبة التقصير للطية في المسار الأول هي 12.5٪ (الشكل 13).

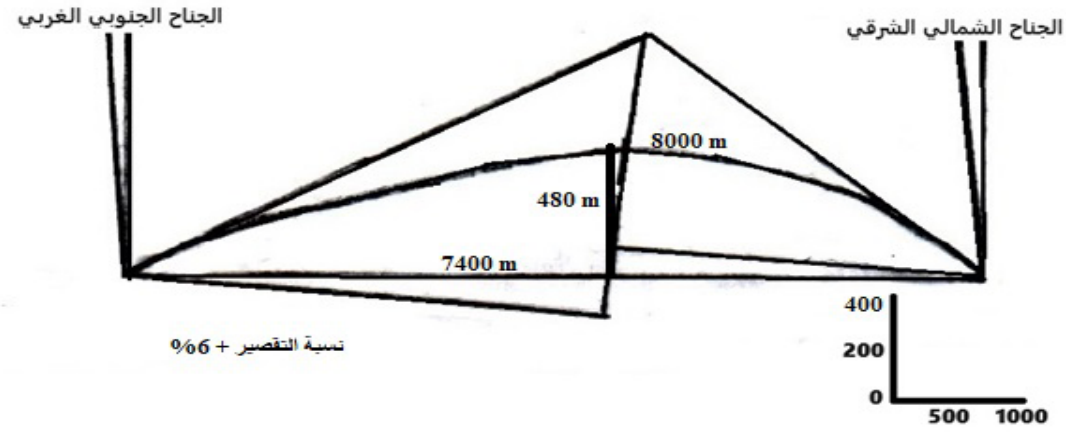


شكل 13: يوضح المقطع التركيبي لحساب السعة والتقصير لمسار سبي ريز

ثانياً - السعة والتقصير للطية في المقطع الثاني (كارا باران)

تبين من خلال المقطع الجيولوجي للمسار الثاني المرسوم بطريقة باصك أنَّ هناك طية ثانوية صغيرة محاذية للجناح الجنوبي الغربي (الشكل 9)، ولذلك تم إقتطاع الجزء الخاص بالطية الثانوية وإعتماد المقطع التركيبي الخاص بالطية الرئيسة. وقد أظهر المقطع التركيبي المقتطع أنَّ وضعية الطبقات لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي هو 223/ 18 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وأن وضعية الطبقات للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي هي 021/ 40. وقد تبين من خلال رسم المماسين وتدوير المقطع لكي يتطابق المحور الصادي مع سعة الطية والمحور السيني مع التقصير الأفقي أنَّ

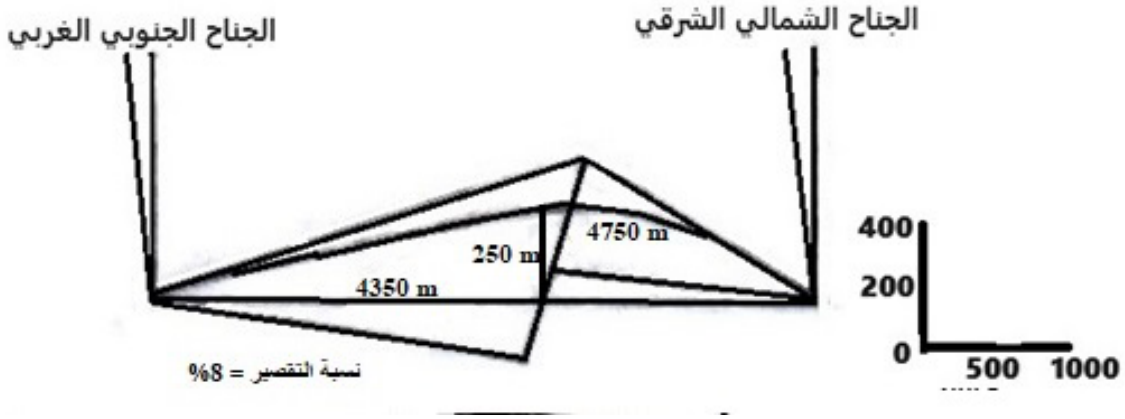
سعة الطية (480) متراً تقريبا، وأنَّ التقصير الأفقي (7400) متراً تقريباً. ومن خلال حساب طول القوس بطريقة الخيط وما يقابله من مقياس رسم أفقي تبين أنَّ طول السطح المطوي لتكوين بلاسبي يقدر بحوالي (8000) متراً، كما تبين أن نسبة التقصير للطية في المسار الثاني هي 6 ٪ (الشكل 14).



شكل 14: يوضح المقطع التركيبي لحساب السعة والتقصير لمسار كارا باران

ثالثاً – السعة والتقصير للطية في المقطع الثالث (باطاس)

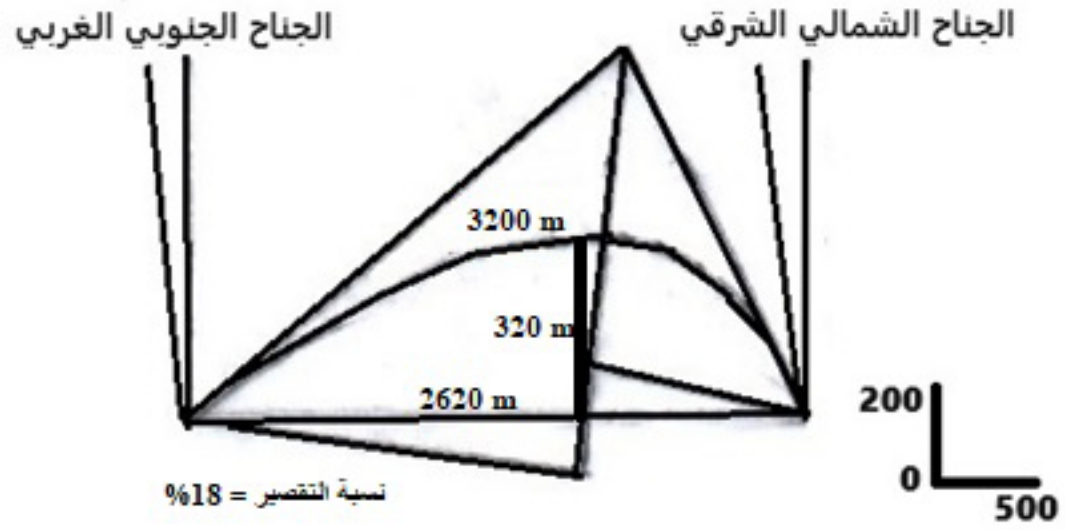
أظهر المقطع التركيبي لهذا المسار أنَّ وضعية الطبقات لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي هو 220/ 20 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وأنَّ وضعية الطبقات للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي هي 355/ 30. وقد تبين من خلال رسم المماسين وتدوير المقطع لكي يتطابق المحور الصادي مع سعة الطية والمحور السيني مع التقصير الأفقي أنَّ سعة الطية (250) متراً تقريباً، وأنَّ التقصير الأفقي (4350) متراً تقريباً. ومن خلال حساب طول القوس بطريقة الخيط وما يقابله من مقياس رسم أفقي تبين أنَّ طول السطح المطوي لتكوين بلاسبي يقدر بحوالي (4750) متراً، كما تبين أنَّ نسبة التقصير للطية في المسار الثالث هي 8 ٪ (الشكل 15).



شكل 15: يوضح المقطع التركيبي لحساب السعة والتقصير لمسار باطاس

رابعاً- السعة والتقصير للطية في المقطع الرابع (زاخو الشرقية)

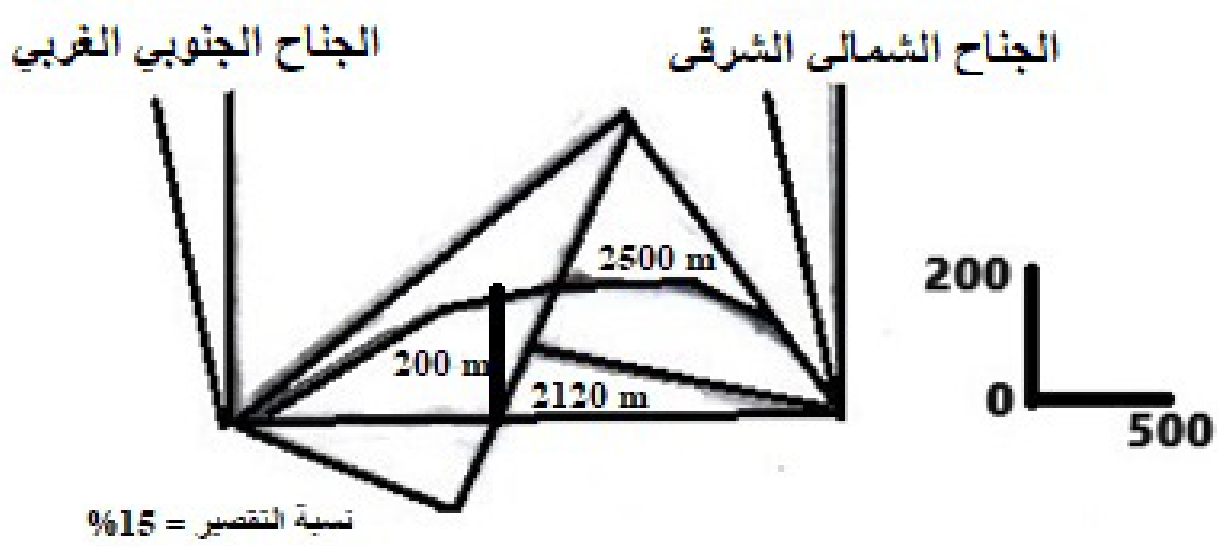
أظهر المقطع التركيبي لهذا المسار أنَّ وضعية الطبقات لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي هو 186/ 39 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وأنَّ وضعية الطبقات للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي هي 003/ 65. وقد تبين من خلال رسم المماسين وتدوير المقطع لكي يتطابق المحور الصادي مع سعة الطية والمحور السيني مع التقصير الأفقي أنَّ سعة الطية (320) متراً تقريباً، وأنَّ التقصير الأفقي (2620) متراً تقريباً. ومن خلال حساب طول القوس بطريقة الخيط وما يقابله من مقياس رسم أفقي تبين أن طول السطح المطوي لتكوين بلاسبي يقدر بحوالي (3200) مترٍ، كما تبين بأن نسبة التقصير للطية في المسار الرابع هي 18 ٪ (الشكل 16).



شكل 16: يوضح المقطع التركيبي لحساب السعة والتقصير لمسار زاخو الشرقية

خامساً- السعة والتقصير للطية في المقطع الخامس (زاخو الغربية)

أظهر المقطع التركيبي لهذا المسار أنَّ وضعية الطبقات لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي هو 188/ 41 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وإنَّ وضعية الطبقات للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي هي 352/ 62. وقد تبين من خلال رسم المماسين وتدوير المقطع لكي يتطابق المحور الصادي مع سعة الطية والمحور السيني مع التقصير الأفقي أنَّ سعة الطية (200) مترٍ تقريباً، وأنَّ التقصير الأفقي (2120) متراً تقريباً. ومن خلال حساب طول القوس بطريقة الخيط وما يقابله من مقياس رسم أفقي تبين أنَّ طول السطح المطوي لتكوين بلاسبي يقدر بحوالي (2500) مترٍ، تبين أنَّ نسبة التقصير للطية في المسار الأخير هي 15 ٪ (الشكل 17).



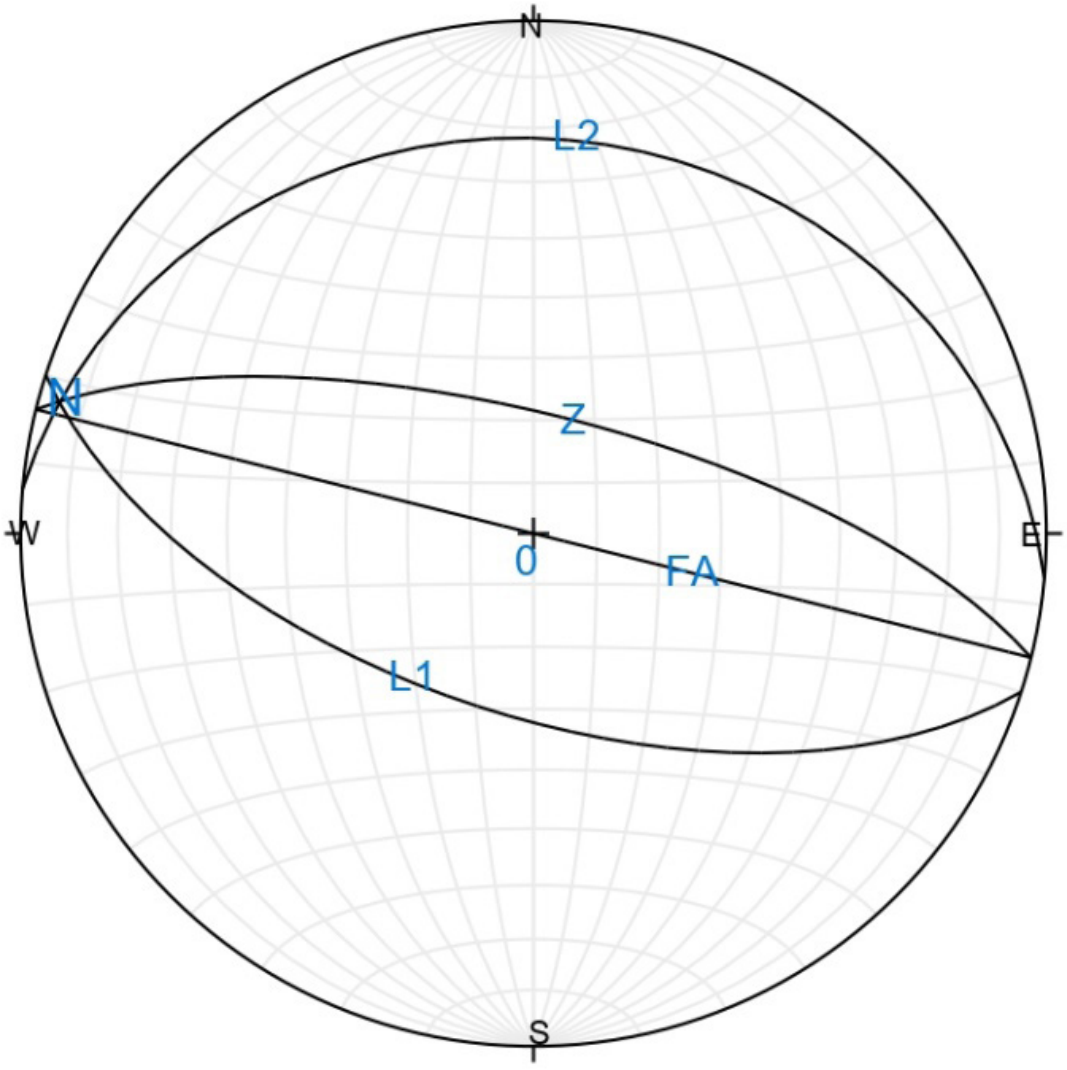
شكل 17: يوضح المقطع التركيبي لحساب السعة والتقصير لمسار زاخو الغربية

3: تغاير هندسية الطية على طول محورها

لإيجاد التغاير في الشكل الهندسي للطية على طول محورها، تم استخدام برنامج الاسقاط الفراغي Stereo Net لإسقاط وضعية جناحي الطية وايجاد العناصر الهندسية الاساسية لها، فضلا عن تصنيفها هندسيا بحسب تصنيف فلوتي المعتمد على قيمة الزاوية الداخلية في المقطع العرضي. ولتحقيق ذلك تم التعامل مع الأجزاء الخمسة للطية بشكل مستقل.

أولاً- هندسية الطية في المقطع الأول (سبي ريز)

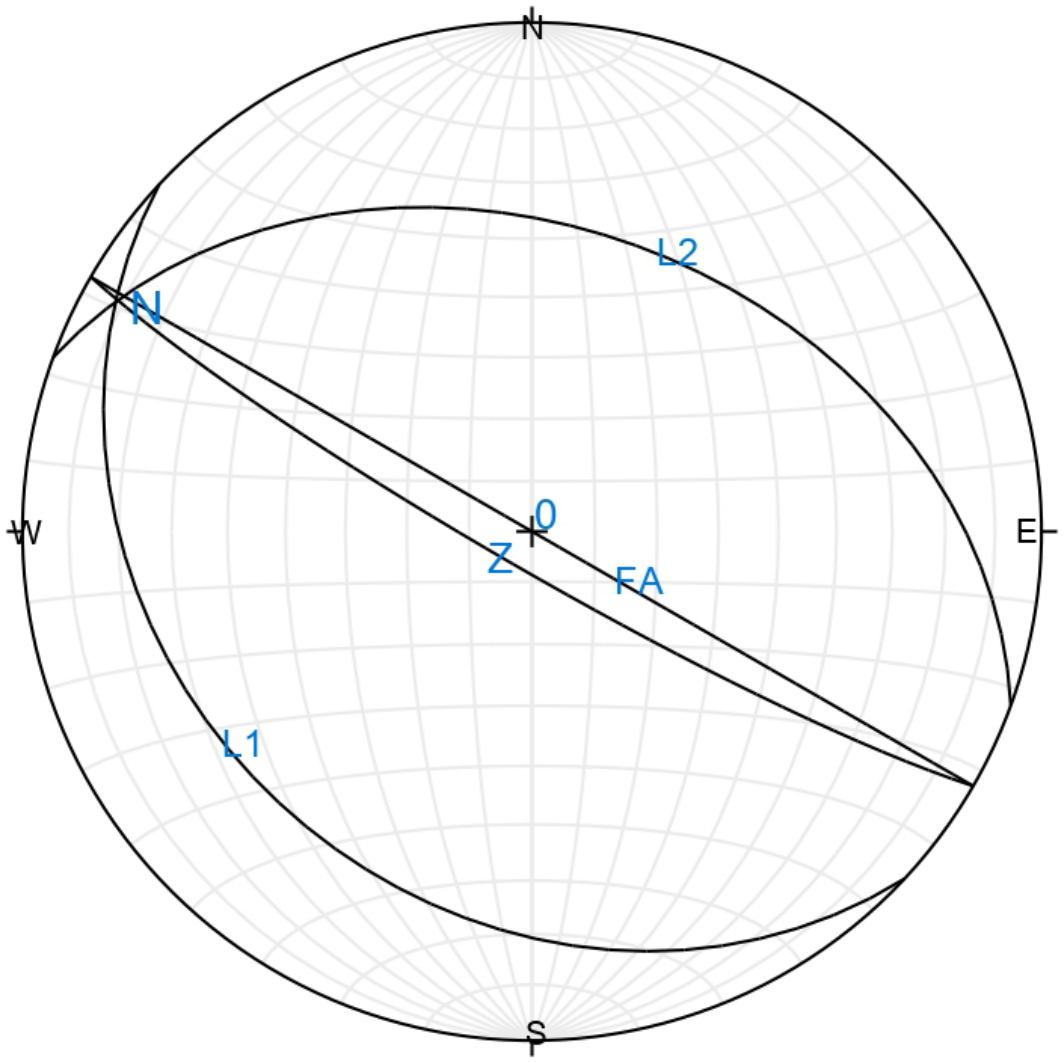
أظهرت الخريطة الجيولوجية للطية في هذا المسار أنَّ وضعية طبقات السطح العلوي لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي L1 هو 203/ 69 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وإنَّ وضعية طبقات السطح العلوي للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي L2 هي 011/ 35 (الشكل 2). وقد تبين من خلال الإسقاط الفراغي لوضعية تلك الطبقات في الجناحين أنَّ وضعية خط المفصل 07/ 290 ووضعية المستوى المحوري FA هي 72/ 018. كما تبين بأنَّ قيمة الزاوية الداخلية بين الجناحين هي 103 درجة، وبذلك يمكن تصنيف الطية بأنها مفتوحة Open فضلا عن كونها غير متناظرة ومتكئة بإتجاه الجنوب الغربي (الشكل 18).



شكل 18: يوضح الإسقاط الفراغي لجناحي الطية ضمن السطح العلوي لتكوين بلاسبي في المقطع الأول (سبي ريز)

ثانياً- هندسية الطية في المقطع الثاني (كارا باران)

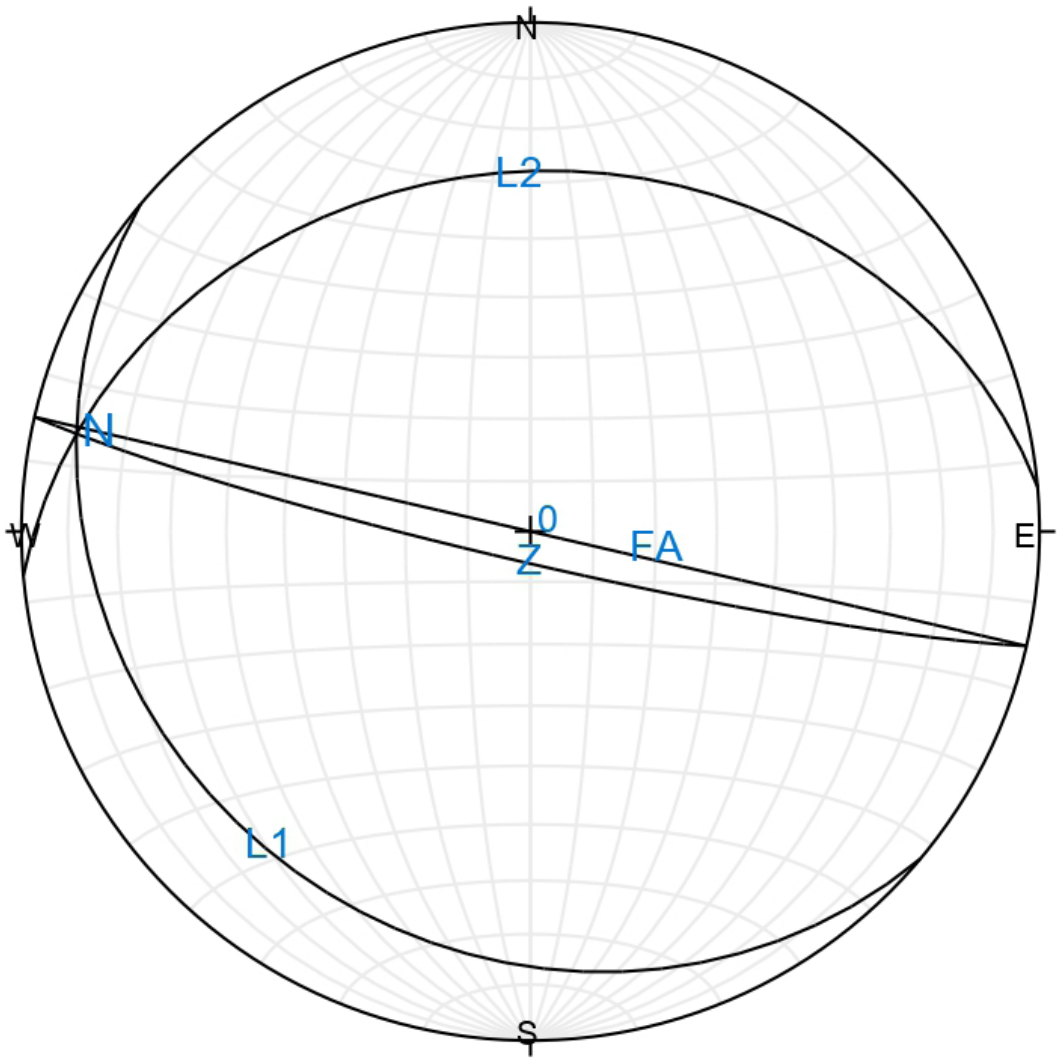
أظهرت الخريطة الجيولوجية للطية في هذا المسار أنَّ وضعية طبقات السطح العلوي لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي L1 هو 223/ 18 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وإنَّ وضعية طبقات السطح العلوي للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي L2 هي 021/ 40 (الشكل 2). وقد تبين من خلال الإسقاط الفراغي لوضعية تلك الطبقات في الجناحين أنَّ وضعية خط المفصل 05/ 297 ووضعية المستوى المحوري FA هي 79/ 208. كما تبين بأنَّ قيمة الزاوية الداخلية بين الجناحين هي 123 درجة، وبذلك يمكن تصنيف الطية بأنَّها منبسطة Gentle فضلا عن كونها غير متناظرة ومتكئة بإتجاه الشمال الشرقي (الشكل 19).



شكل 19 : يوضح الإسقاط الفراغي لجناحي الطية ضمن السطح العلوي لتكوين بلاسبي في المقطع الثاني (كارا باران)

ثالثاً – هندسية الطية في المقطع الثالث (باطاس)

أظهرت الخريطة الجيولوجية للطية في هذا المسار أنَّ وضعية طبقات السطح العلوي لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي L1 هو 220/ 20 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وأنَّ وضعية طبقات السطح العلوي للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي L2 هي 007/ 30 (الشكل 2). وقد تبين من خلال الإسقاط الفراغي لوضعية تلك الطبقات في الجناحين أنَّ وضعية خط المفصل 07/ 290 ووضعية المستوى المحوري FA هي 85/ 200. كما تبين بأنَّ قيمة الزاوية الداخلية بين الجناحين هي 132 درجة، وبذلك يمكن تصنيف الطية بأنَّها منبسطة Gentle فضلا عن كونها غير متناظرة ومتكئة بإتجاه الشمال الشرقي (الشكل 20).

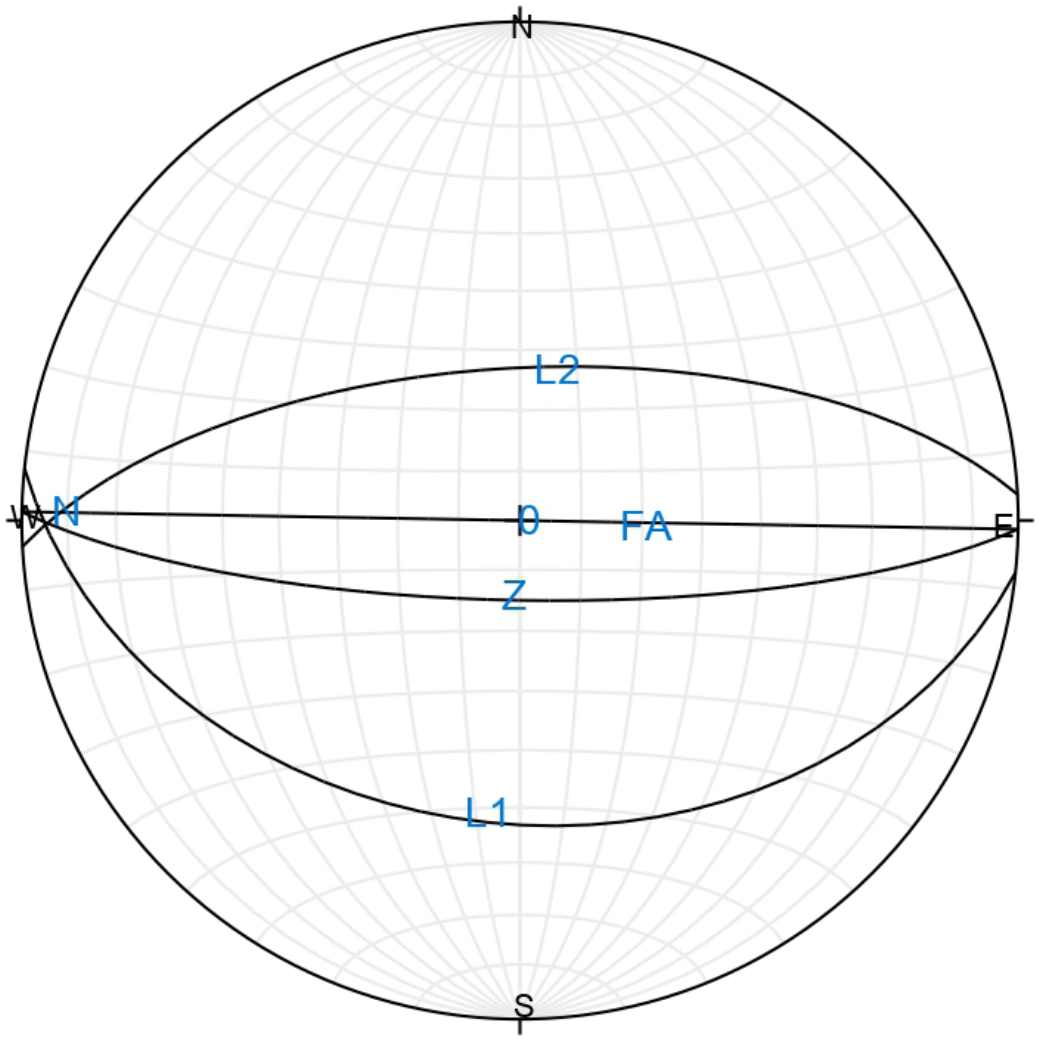


شكل 20: يوضح الإسقاط الفراغي لجناحي الطية ضمن السطح العلوي لتكوين بلاسبي في المقطع الثالث (باطاس)

رابعاً- هندسية الطية في المقطع الرابع (زاخو الشرقية)

أظهرت الخريطة الجيولوجية للطية في هذا المسار أنَّ وضعية طبقات السطح العلوي لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي L1 هو 186/ 39 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وأنَّ وضعية طبقات السطح العلوي للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي L2 هي 003/ 65 (الشكل 2).

وقد تبين من خلال الإسقاط الفراغي لوضعية تلك الطبقات في الجناحين أنَّ وضعية خط المفصل 02/ 274 ووضعية المستوى المحوري FA هي 77/ 184. كما تبين بأنَّ قيمة الزاوية الداخلية بين الجناحين هي 104 درجة، وبذلك يمكن تصنيف الطية بأنها مفتوحة Open فضلا عن كونها غير متناظرة ومتكئة بإتجاه الشمال الشرقي (الشكل 21).

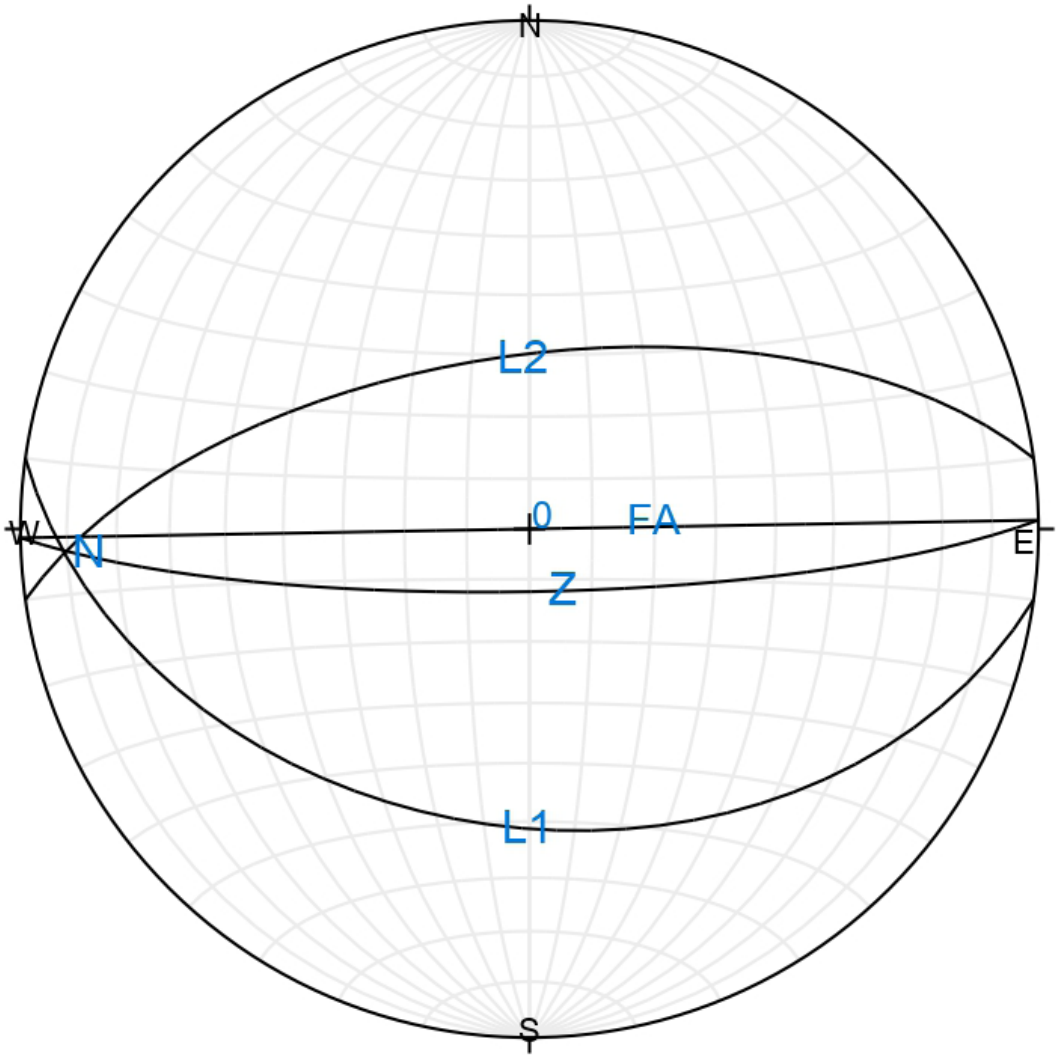


شكل 21: يوضح الإسقاط الفراغي لجناحي الطية ضمن السطح العلوي لتكوين بلاسبي في المقطع الرابع (زاخو الشرقية)

خامساً- هندسية الطية في المقطع الخامس (زاخو الغربية)

أظهرت الخريطة الجيولوجية للطية في هذا المسار أنَّ وضعية طبقات السطح العلوي لتكوين بلاسبي ضمن الجناح الجنوبي الغربي L1 هو 178/ 41 (كإتجاه ميل/ قيمة ميل)، وإنَّ وضعية طبقات السطح العلوي للتكوين ضمن الجناح الشمالي الشرقي L2 هي 352/ 62 (الشكل 2).

وقد تبين من خلال الإسقاط الفراغي لوضعية تلك الطبقات في الجناحين أنَّ وضعية خط المفصل 4/ 264 ووضعية المستوى المحوري FA هي 80/ 175. كما تبين بأنَّ قيمة الزاوية الداخلية بين الجناحين هي 103 درجة، وبذلك يمكن تصنيف الطية بأنَّها مفتوحة فضلا عن كونها غير متناظرة ومتكئة بإتجاه الشمال الشرقي (الشكل 22).



شكل 22: يوضح الإسقاط الفراغي لجناحي الطية ضمن السطح العلوي لتكوين بلاسبي في المقطع الخامس (زاخو الغربية)

مناقشة النتائج : Discussion of Result

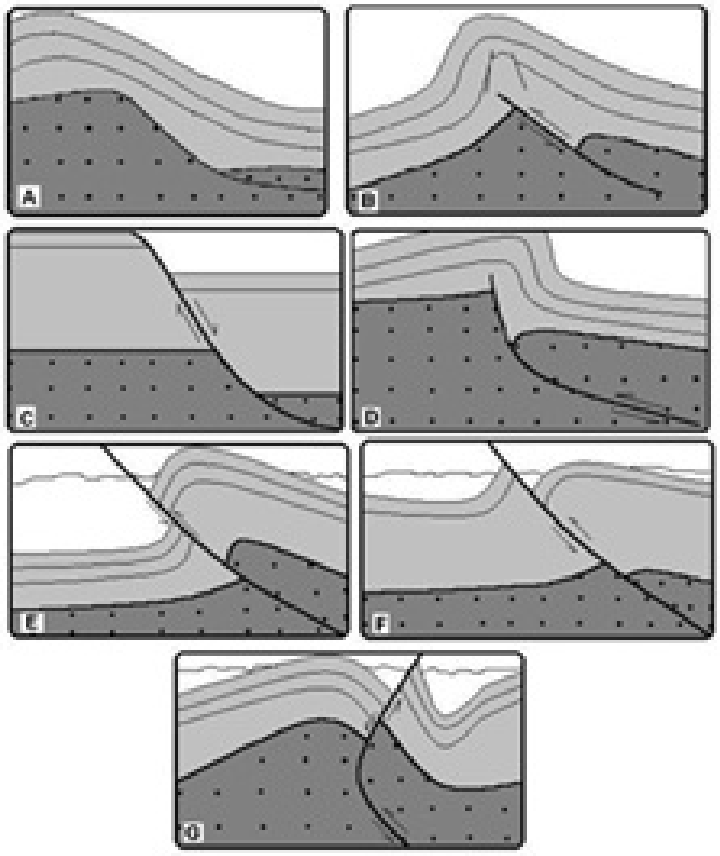
تبين من خلال دراسة المقاطع الطبوغرافية أنَّ الارتفاع العام لطية بيخير يتناقص تدريجيا كلما إبتعدنا عن المقطع الأول (جزء سبي ريز) بإتجاه الشمال الغربي للطية، وإنَّ المسارينَ الأول والثاني لهما إرتفاع كبير في منتصف الطية بسبب مقاومة تكوين بخمة للتعرية وإرتفاع عالٍ في طرفي الطية بسبب مقاومة تكوين البلاسبي للتعرية، فضلا عن إرتفاع في الجناح الجنوبي الغربي لطية كارا باران بسبب وجود طية ثانوية في هذا المسار. يكون الجناح الشمالي الشرقي للمسارات الثلاث الأخيرة أقل إرتفاعا من الجناح المقابل بسبب الميل العالي للجناح الشمالي الشرقي، وهذا ما يفسر حركة مجاري نهر الخابور في هذه المناطق أي بسبب إرتفاعها الواطيء، كما أوضحت جميع هذه المقاطع الطوبوغرافية أنَّ أطوال المسارات أو المقاطع

العرضية لهذه المسارات تقل كلما إبتعدنا عن جزء سبي ريز بإتجاه الغاطس الشمالي الغربي والمتمثل بالمسار الخامس (زاخو الغربية) كدلالة على تطور ونمو كبير في عملية الطي لجزء سبي ريز ويقل بإتجاه الغاطس الشمالي الغربي لطية بيخير.

تبين من خلال دراسة المقطع الجيولوجي للمسار الأول (جزء سبي ريز) ظهور جميع تكاوين العصر الطباشيري المتأخر (بخمة وشيرانش) فضلا عن تكاوين العصر الثلاثي (كولوش، جركس، آفانا وبلاسبي) دلالة على تطور ونمو عالٍ في عملية الطي، بينما تبين من خلال دراسة المقطع الجيولوجي للمسار الثاني (جزء كارا باران) ظهور نفس التكاوين المنكشفة في المسار الأول ولكن ظهور تكوين بخمة أقل مما كان عليه في المسار الأول دلالة على تطور ونمو أقل في عملية الطي، بينما تبين من خلال دراسة المقاطع الجيولوجية للمسارات الثلاث الأخيرة إنكشاف تكوين البلاسبي فقط وبإرتفاع أقل مما كان عليه في المسارينِ الأول والثاني وبشكل تدريجي دلالة على التطور والنمو المتناقص في عملية الطي، وكل هذا يدل على أنَّ الإجهاد التكتوني المسبب للطي قد بدأ من منطقة الغاطس الجنوبي الشرقي وإمتد بإتجاه الغاطس الشمالي الغربي.

تبين من خلال دراسة المقاطع التركيبية لجميع مسارات الدراسة لغرض معرفة السعة ونسبة التقصير للطية باعتبارهما من أهم الدلائل على تطور نمو الطية عموديا وأفقيا وإنَّ سعة الطية تكون هي الأكبر في المسار الأول وتتناقص تدريجيا بإتجاه بقية المسارات الأخرى أي بإتجاه الغاطس الشمالي الغربي لطية بيخير مما يدلُّ على أنَّ عملية تطور الطي في جزء سبي ريز هو الأعلى ثم يتناقص تدريجيا بإتجاه الغاطس الشمالي الغربي وإنَّها تتوافق مع إتجاه الإجهادات التكتونية المسببة للطية. أمَّا نسبة التقصير فإننا نلاحظ أنَّها إنخفضت من 12.5 في المسار الأول إلى 6 في المسار الثاني ثم إزدادت إلى 8 في المسار الثالث وإستمرت بالزيادة في المسار الرابع حتى بلغت 18 ثم إنخفظت مرة أخرى إلى 15. ويمكن تفسير ذلك التغاير في التقصير إلى تغاير إزاحة ووضعية الصدع اللستيري الرئيس المسؤول عن نشوء الطية، وإنَّ نسبة التقصير القليلة في المقطع الثاني وغير المتوافقة مع نسبة التقصير في بقية المسارات ربما تكون بسبب ظهور صدع آخر مجاور للصدع الرئيس ضمن جزء كارا باران والذي كانت إزاحته على حساب تناقص إزاحة الصدع الرئيس.

تبين من نتائج الإسقاط الفراغي لوضعية جناحي الطية لغرض معرفة التغاير في هندسية الطية على طول محورها أنَّ طية بيخير في جزء سبي ريز تصنف بأنَّها مفتوحة (Open) وغير متناظرة ومتكئة بإتجاه الجنوب الغربي، بينما تصنف في مسار كارا باران ومسار بالقوس على أنَّها منبسطة (Gen-tel) وغير متناظرة ومتكئة بإتجاه الشمال الشرقي، بينما تصنف في مسار زاخو الشرقية ومسار زاخو الغربية بأنَّها طية مفتوحة (Open) وغير متناظرة ومتكئة بإتجاه الشمال الشرقي، ربما يكون التغير في إتكاء الطية مرتبط بوضعية الصدوع اللستيرية المتعلقة بالطية وكانت سببا في نموها في هذا المكان وإتخاذ إتجاه النظام الزاكروسي حيث ذكر نعمان والعزاوي (1993) إنَّ للصدوع تحت السطحية دوراً كبيراً في نمو الطيات وتحديد شكلها وإتكائها في المقطع العرضي، (الشكل 23).



شكل 23: الموديلات المقترحة لأشكال الطيات في المقطع العرضي حسب علاقتها بالصدع اللستيري المتعلق بها (Numan and Al-Azzawi 1993)

الاستنتاجات:

1. بدأ نمو وتطور طية بيخير من الغاطس الجنوبي الشرقي وإستمر إلى الغاطس الشمالي الغربي وهي طية متعلقة بصدع لستيري.

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

3. إن طية بيخير هي طية غير متناظرة متعلقة بصدع لستيري، أما إتكاؤها فقد تغير من الإتجاه الجنوبي الغربي في الجزء الأكثر تطورا (سبي ريز) إلى الإتجاه الشمالي الشرقي في باقي الأجزاء بسبب إنقلاب وضعية الصدع اللستيري والذي كان سببا في نموها وتغيير شكلها أيضا.

4. إن تغاير السعة ونسبة التقصير في الطية من مقطع إلى آخر ربما يعزى إلى تناغم الحركة اليمينية للصدوع المضربية القاطعة لمحور الطية مع حركة الصدع اللستيري المسؤول عن تحديد موقع الطية ونموها وشكلها.

5. إن زيادة قيمة الزاوية الداخلية (منبسطة) في منتصف الطية (المساران الثالث والرابع) وتناقصها (مفتوحة) في غاطسي الطية (المسارات الأول والرابع والخامس) قد يعزى إلى زيادة إزاحة الصدع اللستيري مع زيادة زاوية ميله في الاجزاء الممثلة لغاطسي الطية عما هو عليه في منتصفها.

المصادر :

- الكاظم، ناغين عبد الجليل عبد المجيد، 2009. تركيبية طية دهوك المحدبة – شمالي العراق ومدلولاتها التكتونية. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة، 107ص.

- Al-Kubaisi, Manal Shakir, Shakir, Madeha Mohammed, 2015. Fracture Analysis for the Triple Junction of Bekhair- Brifca- Zawita,Anticline Northern Iraq, Iraqi Journal of Science, Vol 56

- Busk, H.G., (1929). Earth flexures: their geometry and their representation and analysis in geological section with special reference to the problemof oil finding. Cambridge University Press, Cambridge.

- FAO, (1994). International unpublished report S. O. M. Erbil.

- Fleuty M.J, 1964. the description of folds, Proc.Geol Ass London, Vol 75, p.p 470-488.

- Fossen, H., 2010. Structural geology (2 ed.): Cambridge: Cambridge University Press.

- 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.