

## دراسة تركيبية وتكتونية لطيتي قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة، في منطقة السليمانية، اقليم كردستان، العراق

فاضل احمد امين لاوه

قسم علوم الأرض  
كلية العلوم  
جامعة السليمانية

نبيل قادر بكر العزاوي

قسم علوم الأرض  
كلية العلوم  
جامعة الموصل

صدام عيسى الخاتوني

قسم علوم الأرض  
كلية العلوم  
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2018/10/7 ، تاريخ القبول 2018/11/27)

### الملخص

تمت دراسة طيتي (قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة) الواقعتين ضمن الجزء الشمالي الغربي من حزام طيات وفوالق الزحف الزاكروسي (Zagros Fold-Thrust Belt, ZFTB) في منطقة السليمانية، اقليم كردستان، العراق. يظهر تكوين قمجوقة (الكريتاسي الاسفل) في لب طية قره سرد المحدبة وهو الأقدم ثم تليه تكوينات كوميتان، شرانش، وتانجيرو (الكريتاسي الاعلى)، اضافة الى تموضع تكوين خلكان (النيوجين) فوق تكوين كوميتان في الجناح الشمالي الشرقي لطيّة قره سرد المحدبة، في حين يمثل تكوين تانجيرو لب طية جوبلاغ المقعرة. أظهر التحليل التركيبي والهندسي لسبعة مسارات في طية قره سرد المحدبة ومسارين في طية جوبلاغ المقعرة أنهما من الطيات غير المتناظرة في المسارات جميعها عدا المسارين الخامس والسادس لطيّة قره سرد. ويكون الاتكاء في كلا الطيتين نحو الشمال الشرقي باستثناء المسارين الرابع والخامس اذ تكون فيهما طية قره سرد منكئة نحو الجنوب الغربي وشاقولياً على التوالي. فضلاً عن ان كلا الطيتين تكونان ذات غاطسين. كذلك تبين من التحليل الهندسي باستخدام أشكال باي (Pi diagrams) أن محور طية قره سرد المحدبة تتغير وضعيته وينتظم بثلاثة وضعيات الاولى (شمال غرب - جنوب شرق) في المسارات (P1,P2,P3) مع زيادة تدريجية في انحراف وضعية المحور باتجاه عقرب الساعة، والوضع الثاني (غرب شمال غرب - شرق جنوب شرق) في المسارات (P4,P5,P6) ثم يعود في الوضع الثالث ليكون مشابهاً للوضع الأول (شمال غرب - جنوب شرق) في المسار P7. واطهر البحث ان منطقة الدراسة متأثرة بأربعة فوالق إزاحة مضرية مستعرضة ومائلة عن محور الطية الرئيسية وهي (فالق دولمة رزا يميني الحركة، فالق جوبلاغ يساري الحركة، فالق الزاب الصغير يميني الحركة وفالق دوكان يساري الحركة). وقسمت هذه الفوالق منطقة الدراسة الى أربعة بلوكات متعكسة الحركة، اعتماداً على تغاير حركتها. كشفت الدراسة ايضاً تأثير طية قره سرد المحدبة بثلاثة فوالق لستيرية معكوسة (Reverse Listric faults) درزية الاتكاء موازية لمحور الطية باتجاه (NW-SE). اثنان منها يضريان الجناح الشمالي الشرقي، اما الفالق الثالث (3) فيضرب الجناح الجنوبي الغربي لطيّة قره سرد المحدبة.

من خلال استقراء التغيرات العمودية لطراز الطي، تم التقاط زمن إعادة تنشيط حركة الفالق اللستيري المعكوس (2) درزي الاتكاء. وتبين انه من النوع الدوراني، حيث بدأ بالتأثير الكبير من الشمال الغربي للطيّة عند المسار P7 وبشكل تراجع نحو الجنوب الشرقي منتهياً عند المسار P4. وان توقيت تنشيط الحركة على هذا

الفالق اللستيري المعكوس الدوراني درزي الاتكاء كان في التوروني، وهذا ما انعكس على تغير اتكاء الطية بين تكويني قمجوقة وكوميتان في المسار P6.

الكلمات الدالة: طية قره سرد المحدبة، طية جوبلاغ المقعرة، حزام طيات وفوالق الزحف الزاكروسي، الفوالق اللستيرية، طراز الطيات، شمالي العراق.

## Structural and Tectonic Study of Qara Sard Anticline and Choplagh Syncline, from Sulaimaniya Area, Kurdistan Region, Northeastern Iraq

**Saddam E. Al-Khatony**

*Dept. of Geology  
, College of Science  
Mosul University*

**Nabeel K. Al-Azzawi**

*Dept. of Geology  
, College of Science  
Mosul University*

**Fadhil A. Lawa**

*Dept. of Geology  
, College of Science  
Sulaimani University*

### ABSTRACT

The study of the structural geology and tectonics of Qara Sard anticline and Goblagh syncline is carried out within the northwestern part of Zagros Fold-Thrust Belt (ZFTB) in Sulaimaniya area, Kurdistan region, Iraq. Qamchuqa Formation (Early Cretaceous) builds up the core of the anticline and overlain by Kometan, Shiranish and Tanjero formations (Late Cretaceous). Moreover, Khalakan Formation overlies Kometan Formation on the northeastern limb of the anticline. Tanjero Formation appears at the core of Choplagh syncline. The structural geometrical analyses of seven traverses (P) cutting across the anticline and the syncline, revealed that the two folds are double plunging, and asymmetrical in all traverses except in P5 and P6 in Qara Sard anticline. Both folds are verging toward northeast; however, the anticline verges toward southwest and being vertical in P4 and P5 respectively. The geometrical analysis using PI diagrams reveal that the fold axis of Qara Sard anticline is sinuous and changing its trend in three attitudes. The first is NW-SE in the traverses P1, P2 and P3 with gradual clockwise drifting. The second one is WNW-ESE in P4, P5 and P6 and then returning in the third to the first attitude NW-SE in the traverse P7. Consequently, the area was influenced by four strike-slip faults. They are either transverse or inclined to the fold axis. These faults are Dolma Reza dextral, Choplagh sinistral, Lower Zab dextral and Dokan sinistral. They divided the area into four blocks moved in opposite directions depending on the strike-slip faults displacements. On the other hand, the study folds are affected by three reverse listric faults. They are suture-verged and parallel with the fold axis. Two of them affected the northeastern limb of Qara Sard anticline, whereas the third disturbed its southwestern limb. By investigations of the vertical changes of fold style, the reactivation of the suture listric fault (2) is detected. It appears as a rotational type so as its larger effect is on traverse P7 and its displacement is gradually reduced toward P4. Moreover, the reactivation time of this suture rotational listric fault was Turonian, it is reflected throughout verging change of the fault between Qamchuqa and Kometan formations in traverse P6.

**Keyword:** Qara Sard Anticline, Goblagh Syncline, Khalakan Formation, Fold style.

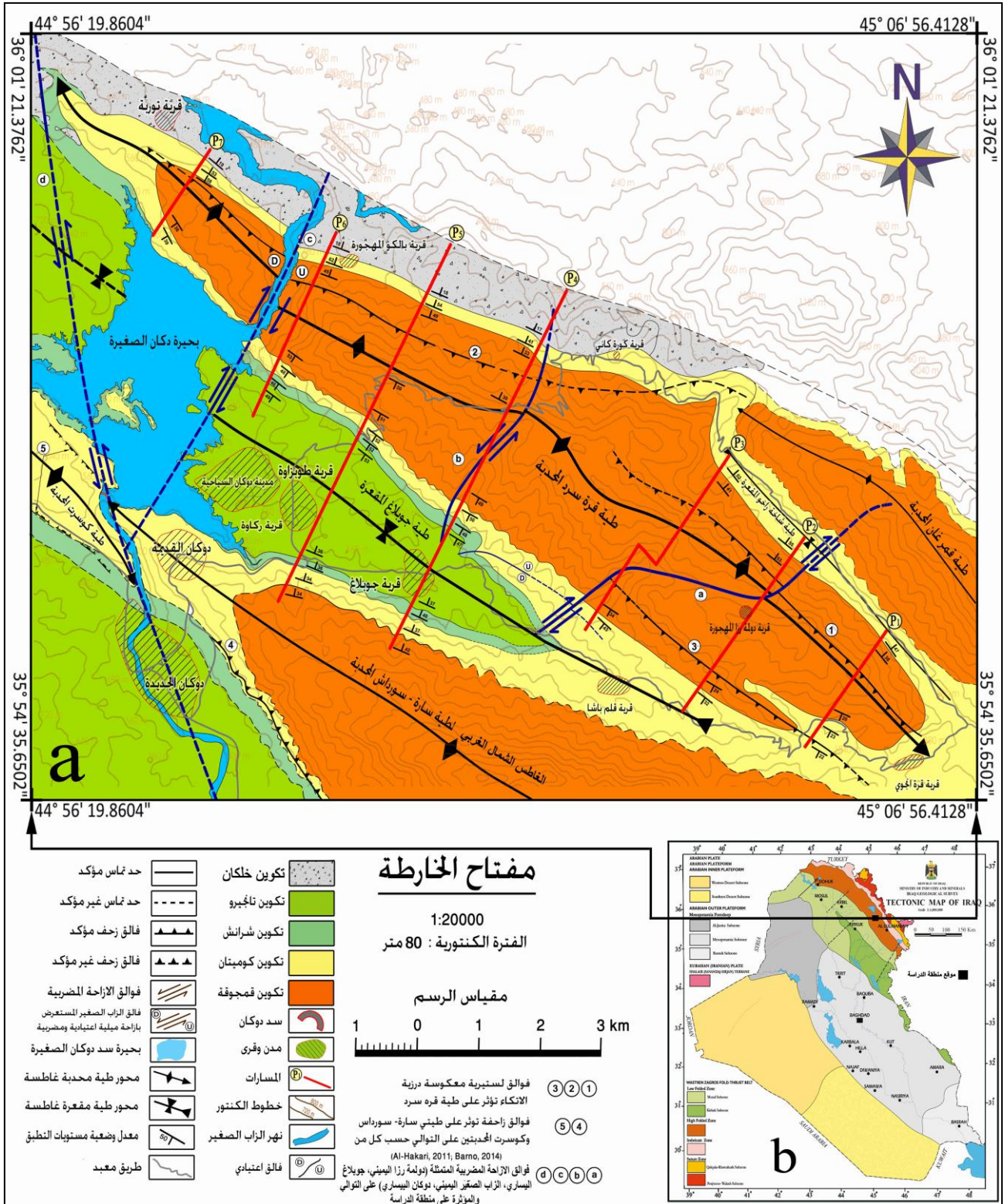
### المقدمة

تمتاز منطقة الدراسة بكونها منطقة ذات طبيعة جيولوجية معقدة ولم تجرى لها اية دراسة تركيبية متخصصة سابقا. وعليه فقد خضعت لدراسة تركيبية وتكتونية بشكل مفصل لكل المظاهر التركيبية السطحية. تقع منطقة الدراسة المتمثلة بطبتي (قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة) على بعد 7 كم الى الشمال الشرقي من قضاء دوكان في محافظة السليمانية في إقليم كردستان العراق. تتحصر منطقة الدراسة جغرافياً بين خطي طول ( $44^{\circ},56',45.00''$ ) ( $45^{\circ},09',22.5''$ ) شرقاً. وخطي عرض ( $36^{\circ},00',58.39''$ ) ( $35^{\circ},54',22.5''$ ) شمالاً (الشكل 1a).

أما جيولوجيا فتقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات العالية التابع للجزء الشمالي الغربي لحزام طيات وفوالق الزحف الزاكروسي (ZFTB) شمال شرقي العراق حسب التقسيم التكتوني للعراق عن (Fouad, 2015) (الشكل 1b).

تم اجراء التحليل الهندسي والتركيبية لطبتي قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة بغية الوصول الى طرازهما التكتوني ومعرفة ميكانيكية تكوينهما فضلا عن معرفة التاريخ التشويهي للمنطقة بشكل مفصل. ولتحقيق هذه الأهداف، فقد تمت دراسة الطيتين بصورة مفصلة مع رسم خارطة جيولوجية تركيبية لهما بمقياس (1:20000) (شكل 1a). انتهج البحث اربعة محاور في التحليل التركيبية لغرض فهم وتفسير هندسية هاتين الطيتين من خلال سبعة مسارات مستعرضة، وهذه المحاور هي:

- 1- التحليل التركيبية والهندسي للطيتين (قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة).
- 2- تحليل الفوالق المضربية.
- 3- تحليل الفوالق اللستيرية في منطقة الدراسة.
- 4- التغيرات العمودية لطراز الطي، وتحديد زمن إعادة التنشيط على الفوالق اللستيرية.



الشكل 1: a-خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة والممتلة بطيبي (قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة). b-خارطة التقسيم التكتوني الحديث للعراق عن (Fouad, 2015).

## 1- التحليل التركيبي والهندسي للطبطين من خلال المسارات:

يتضمن التحليل التركيبي والهندسي للطبي إيجاد وضعية العناصر الهندسية للطيات المتمثلة بمحور الطية، المستوى المحوري، الزاوية الداخلية، ميل جناحي الطية فضلا عن التناظر والانتكاء من خلال رسم اشكال باي بالإسقاط الستيريوغرافي لكل مسار من المسارات السبعة المستعرضة، وتصنيف الطية هندسيا حسب ( Fleuty, 1964 and 1987) و (Twiss, 1988) و (Rickard, 1971). ومن ثم مقارنة النتائج بين المسارات كما في الجدولين (1) و (2). وفيما يأتي شرح مفصل للتحليل والتصنيف الهندسي للطية في المسارات السبعة:

### المسار الأول (P1):

تتكشف فيه تكويننا (قمجوقة وكوميتان) ويضع طبقات قليلة من تكوين شرنانش على كلا الجناحين. وجد من التحليل الهندسي لهذا المسار أن وضعية الجناح الشمالي الشرقي اعلى ميلا من الجناح الجنوبي الغربي شكل (2). وظهر أن منطقة الغاطس متأثرة بفالقين لستيريين معكوسين أحدهما في الجناح الشمالي الشرقي والآخر على الجناح الجنوبي الغربي (شكل 3). واعتمادا على التحليل الهندسي تعتبر الطية غير متناظرة ومتكئة نحو الشمال الشرقي، كما ميبين في المقطع الجيولوجي (شكل 3).

### المسار الثاني (P2):

ينكشف في هذا المسار تكويننا (قمجوقة وكوميتان) فقط على كلا الجناحين لان تكوين شرنانش في هذا المسار قد تعرى بالكامل بسبب النهوض الحاصل في هذه المنطقة الناشئ عن الفالقين اللستيريين المعكوسين المذكورين انفا. تبين من التحليل الهندسي ان الطية غير متناظرة ومتكئة نحو الشمال الشرقي (شكل 2). وبالنظر إلى وضعية كلا الجناحين نجد أن فرق الميل كبير (تقريبا  $27^\circ$ )، مما يؤكد تأثر الطية بنفس الفالقين اللستيريين المعكوسين درزيي الانتكاء اللذين قد أثرا بشكل واضح على منطقة الغطس والمسار الأول (شكل 3). كما لوحظ حقليا وبمساعدة المرئيات الفضائية تأثر الطية بشكل واضح في هذا المسار بفالق إزاحة مضرية يميني كبير سمي بفالق (دولمة رزا) نسبة الى القرية الواقعة ضمن هذا المسار (شكل 1a وشكل 4).

### المسار الثالث (P3):

ينكشف على هذا المسار تكويننا (قمجوقة وكوميتان) على كلا الجناحين، اما تكوين شرنانش فتتكشف منه بضع طبقات فقط على الجناح الجنوبي الغربي بحيث لا يمكن تمثيله على الخارطة الجيولوجية للطية، وتعرضه للتعرية بالكامل على الجناح الشمالي الشرقي. وجد من التحليل الهندسي أن الطية غير متناظرة ومتكئة نحو الشمال الشرقي (الشكلان 2 و 3). وأنها متأثرة في الجناح الجنوبي الغربي فقط في هذا المسار بنفس الفالق المضربي يميني الازاحة المؤثر على الجناح الشمالي الشرقي في المسار الثاني كما في الشكل (1a) والشكل (4).

### المسار الرابع (P4):

يقع هذا المسار الى الشمال الغربي من المسار الثالث وتتكشف فيه تكوينات (قمجوقة، كوميتان وطبقات تكوين خلكان المقترح في إطار هذه الدراسة) على الجناح الشمالي الشرقي لطية قره سرد، بينما تتكشف تكوينات

(قمجوقة، كوميتان، شرانش وتانجيرو) على الجناح الجنوبي الغربي لطية قره سرد وجناحي طية -جوبلاغ. اظهر التحليل الهندسي لطية قره سرد في هذا المسار انها طية غير متناظرة ومتكئة نحو الجنوب الغربي (شكل 2) وكما يظهر في المقطع الجيولوجي (شكل 3). وعليه فان انكاء طية قره سرد في هذا المسار يكون عكس اتكائها في المسارات السابقة، مما يشير الى انفراد تأثير القوة التكتونية الإقليمية فقط في هذا المسار. وهنا يتغير اتجاه محور طية قره سرد من شمال غرب-جنوب شرق في المسارات السابقة الى اتجاه غرب شمال غرب -شرق جنوب شرق تقريبا في هذا المسار، مما يشير الى تأثر الطية في هذا المسار بفالق مضربي يساري الحركة سمي بفالق جوبلاغ (لوحة 1).

وقد امتد هذا المسار ليشمل طية جوبلاغ المقعرة اضافة الى طية قره سرد المحدبة، وبأجراء التحليل الهندسي واستخراج العناصر الهندسية للطية (شكل 2)، ظهر ان طية جوبلاغ هي طية مقعرة غير متناظرة ومتكئة نحو الشمال الشرقي كما يظهر في المقطع الجيولوجي (شكل 3).

### المسار الخامس (P5):

تتكشف في هذا المسار نفس التكوينات المنكشفة في المسار الرابع P4 (شكل 3). أظهر التحليل الهندسي لطية قره سرد في هذا المسار أن الطية متناظرة كما في الشكل (2). وهنا ظهر ان محور الطية يتغير اتجاهه مع عقارب الساعة قليلا ليعود الى شمال غرب-جنوب شرق.

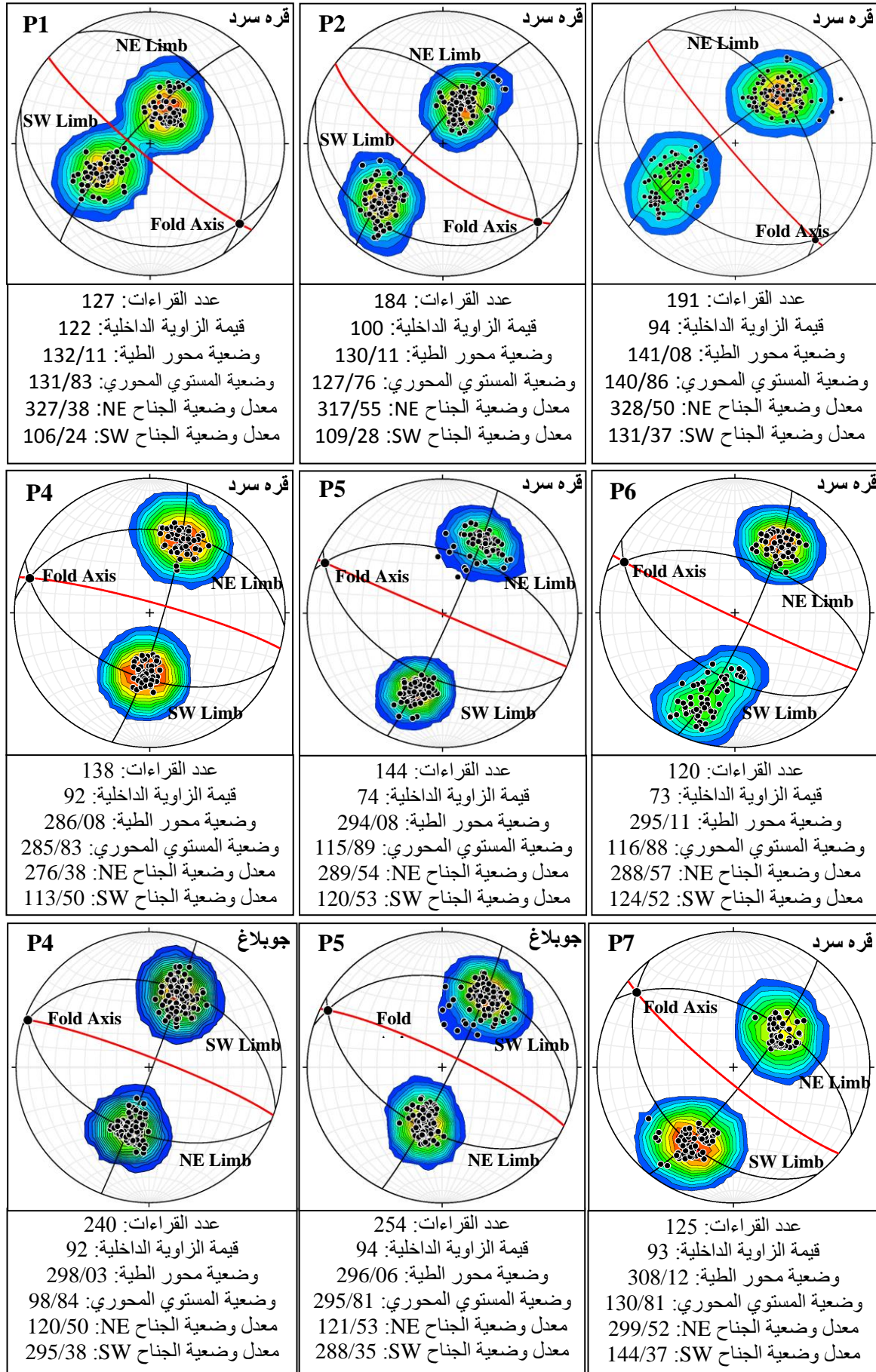
اما بالنسبة لطية جوبلاغ المقعرة فقد اظهر التحليل الهندسي في هذا المسار لمروره بها وبعد رسم اشكال باي (شكل 2)، تبين ان الطية غير متناظرة ومتكئة نحو الشمال الشرقي (شكل 3).

### المسار السادس (P6):

ينكشف تكوينا قمجوقة وكوميتان ضمن هذا المسار على كلا الجناحين، الا ان انكشاف تكويني شرانش وتانجيرو يقتصر على الجناح الجنوبي الغربي فقط، وتكوين خلكان على الجناح الشمالي الشرقي لطية قره سرد المحدبة فقط (شكل 3). بعد اجراء التحليل الهندسي لطية قره سرد على هذا المسار تبين ان الطية شبه متناظرة وذات انكاء طفيف نحو الشمال الشرقي (شكل 2).

### المسار السابع (P7):

ان التكوينات المنكشفة على هذا المسار هي نفسها المنكشفة على المسار السابق P6. وتكشفت عن التحليل الهندسي لطية قره سرد ضمن هذا المسار انها طية غير متناظرة ومتكئة باتجاه الشمال الشرقي (شكل 2) كما يلاحظ من المقطع الجيولوجي لهذا المسار (شكل 3).



الشكل 2: يمثل اشكال باي لأقطاب ومستويات تكوينات المسارات (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7) في طية قره سرد المحدبة والمسارين التكميليين (P4, P5) في طية جوبلاغ المقعرة

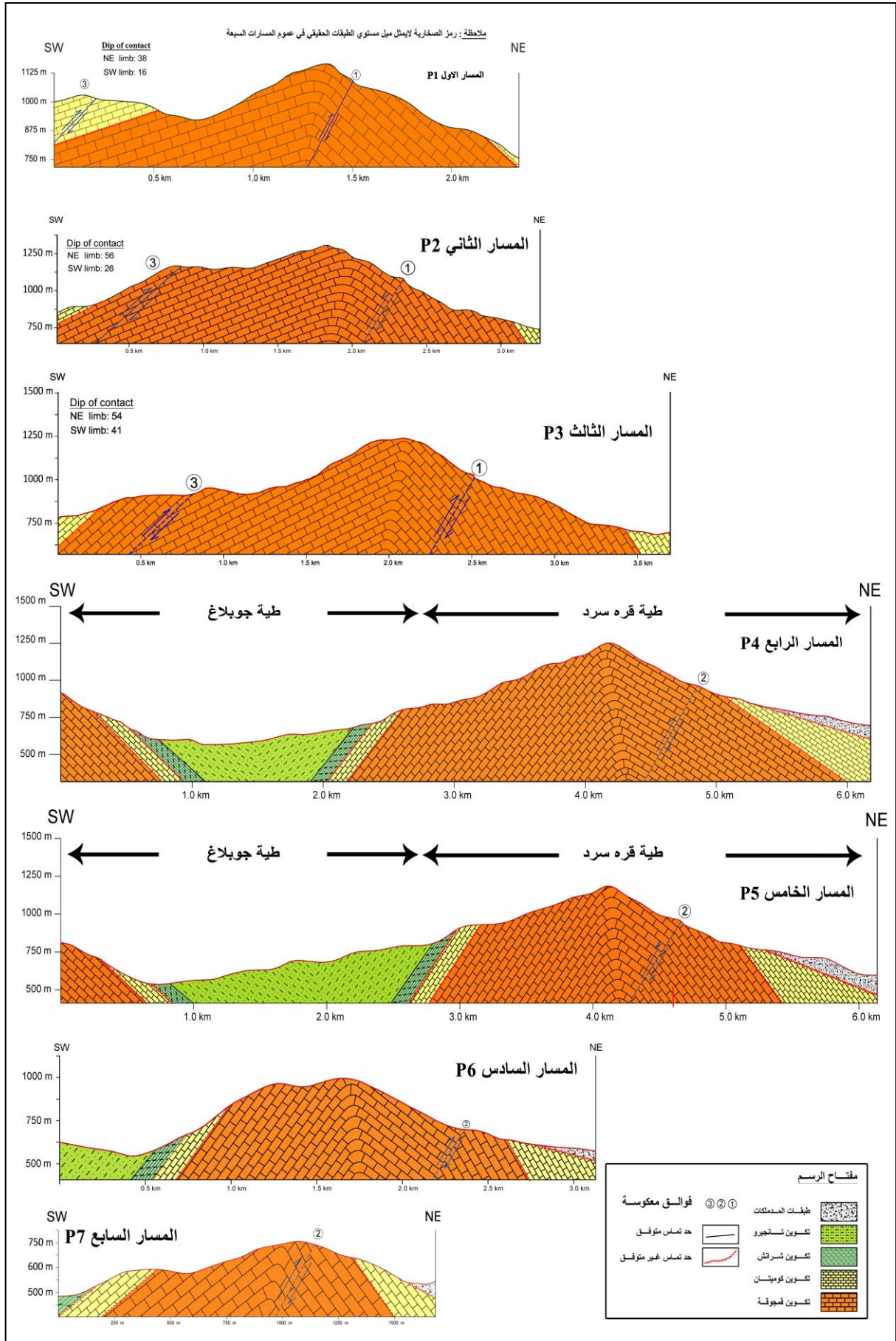
الجدول 1: يوضح قيم الزاوية الداخلية وزاوية الطي لوصف درجة انغلاق الطية في المسارات المحددة حسب تصنيفي (Fleuty, 1964) و (Twiss, 1988).

الطيئة	المسار	قيمة الزاوية الداخلية ( $\Theta$ )	قيمة زاوية الطي ( $\Phi$ )	حسب تصنيفي (Twiss, 1988) and (Fleuty, 1987)
قره سرد المحدبة	P1	122°	58°	شبه مسطحة Gentle
	P2	100°	80°	مفتوحة Open
	P3	94°	86°	مفتوحة Open
	P4	92°	88°	مفتوحة Open
	P5	74°	106°	مفتوحة Open
	P6	73°	107°	مفتوحة Open
	P7	93°	87°	مفتوحة Open
جوبلاغ المقعرة	P4	92°	88°	مفتوحة Open
	P5	94°	86°	مفتوحة Open

الجدول 2: يبين تصنيف طيبي منطقة الدراسة في المسارات المحددة اعتمادا على اتجاه الطي حسب تصنيفي (Rickard, 1971) و (Fleuty, 1964).

الطيئة	المسار	ميل		نوع الطيئة حسب (Fleuty, 1964)	نوع الطيئة حسب (Rickard, 1971)
		محور الطيئة	المستوي المحوري		
قره سرد المحدبة	P1	11°	83°	طيئة (قائمة طفيفة الغطس)	طيئة (قائمة - متكنة)
	P2	11°	76°	طيئة (شديدة الميل طفيفة الغطس)	طيئة (مائلة - متكنة)
	P3	08°	86°	طيئة (افقية قائمة)	طيئة (افقية قائمة)
	P4	08°	83°	طيئة (أفقية قائمة)	طيئة (افقية قائمة)
	P5	08°	89°	طيئة (افقية قائمة)	طيئة (افقية قائمة)
	P6	11°	88°	طيئة (قائمة طفيفة الغطس)	طيئة (قائمة - متكنة)
	P7	12°	81°	طيئة (قائمة طفيفة الغطس)	طيئة (قائمة - متكنة)
جوبلاغ المقعرة	P4	03°	84°	طيئة (افقية قائمة)	طيئة (افقية قائمة)
	P5	06°	81°	طيئة (افقية قائمة)	طيئة (افقية قائمة)





الشكل 3: مقاطع جيولوجية تركيبية توضح التكوينات المنكشفة والتراكيب على المسارات ( P1, P2, P3, P4, P5, P6, ) لطبتي قره سرد المحدبة وجوبلاغ المقعرة.

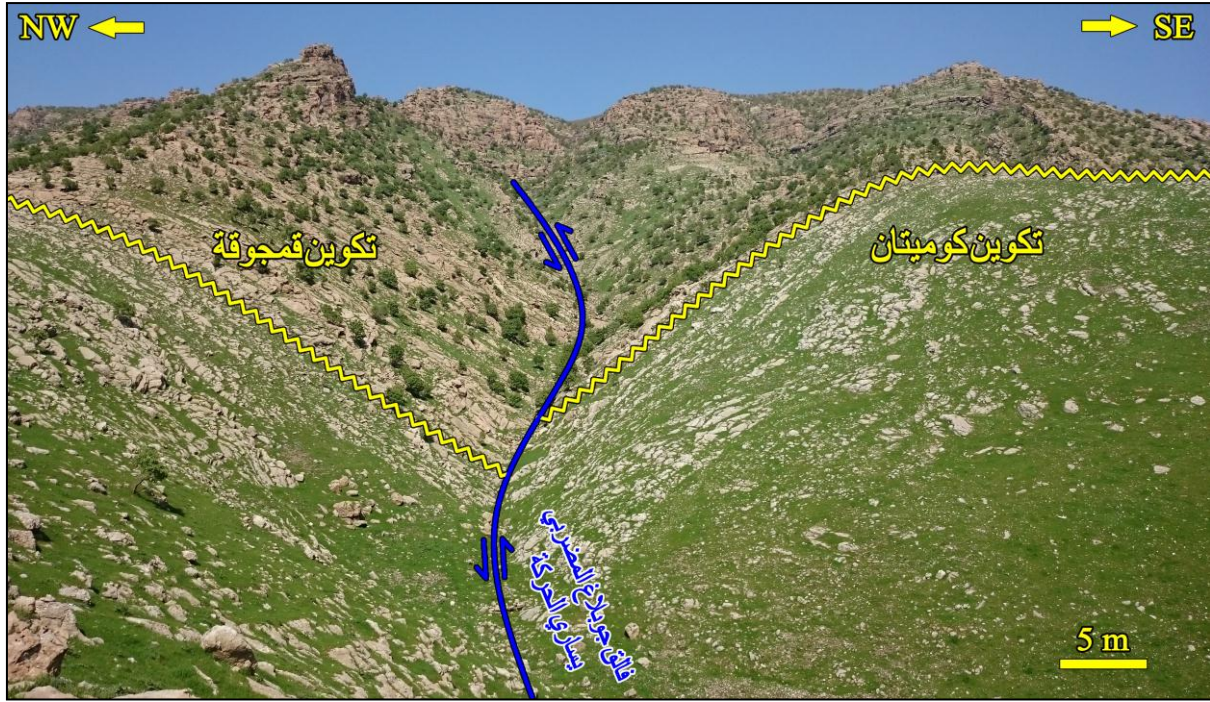
## 2- تحليل فوالق الإزاحة المضربية:

تقسم فوالق الإزاحة المضربية حسب اتجاه الإزاحة إلى الفوالق المضربية اليمينية (Dextral strike-slip) حيث تكون الإزاحة على مستوى الفالق باتجاه عقارب الساعة، والفوالق المضربية اليسارية (Sinistral strike-slip) عندما تكون الحركة عكس عقارب الساعة (Spencer, 1977; Park, 1997). وهناك تسميات عديدة لهذه الفوالق منها الفوالق الجانبية (Lateral faults)، وفوالق اللي (Wrench faults)، والفوالق الشقية (Tear faults)، والفوالق العرضية (Transcurrent faults) والفوالق الانتقالية (Transfer faults). لقد تطرق العديد من الباحثين إلى احتمالية تأثير إعادة نشاط فوالق الإزاحة المضربية على تغيير طراز وشدة الطي جانبيًا في نطاق طيات الفورلاند في شمال العراق (Numan and Al-Azzawi, 1993; Al-Azzawi, 2003) و (العزاوي، 1982; الحبيطي، 2008; الخاتوني، 2009; الصميدعي، 2010). ويبدو أن إعادة تنشيط فوالق الإزاحة المضربية المستعرضة على الاتجاه العام لنطاق الطيات وبالتالي تأثيراتها المحتملة على أحداث تغيرات جانبية في طراز وشدة الطي ما هي إلا ضرورة هندسية توفيقية للتصادم المائل بين الصفيحتين العربية والأوراسية ذات الحواف المقوسة والمتعرجة وما نجم عن ذلك من دوران نسبي للصفائح المتصادمة (Numan, 1997; Aswad, 1999; Alavi, 2004).

أوضحت الدراسة الحالية ومن خلال استخدام المرئيات الفضائية للقمر الصناعي (landsat 8) وكذلك المرئيات التابعة لـ (Google Earth, 2016 و Bing map 2016) والخرائط الطبوغرافية أن منطقة الدراسة متأثرة بأربعة فوالق إزاحة مضربية شخّصت في الدراسة الحالية وبحركات واتجاهات متغايرة وهي (فالق دولمة رزا، فالق جوبلاغ، فالق الزاب الصغير وفالق دوكان) وفيما يلي وصف تفصيلي لكل منها وبداية من جهة الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي:

**a- فالق دولمة رزا:** يمتد هذا الفالق من منطقة المسار P2 على الجناح الشمالي الشرقي لطية قره سرد المحدبة قاطعاً الطية بشكل مائل عن محورها وباتجاه (شمال شرق-جنوب غرب) ماراً بقرية دولمة رزا إلى منطقة المسار P3 على الجناح الجنوبي الغربي والذي يمثل الجناح الشمالي الشرقي لطية جوبلاغ المقعرة وبإزاحة مضربية يمينية. وقد أثرت الإزاحة اليمينية لهذا الفالق على أحداث دوران في محور الطية باتجاه عقارب الساعة من  $(130^\circ/11^\circ)$  في المسار P2 إلى  $(141^\circ/08^\circ)$  في المسار P3 (شكل 4).

**b- فالق جوبلاغ:** يضرب هذا الفالق طية قره سرد بشكل متعامد مع محورها عند منطقة المسار P4 ويمتد من الجناح الشمالي الشرقي للطية وينتهي على مقربة من قرية جوبلاغ الواقعة في الجناح الجنوبي الغربي لطية قره سرد المحدبة والذي يمثل الجناح الشمالي الشرقي لطية جوبلاغ المقعرة ضمن المسار نفسه ويكون الاتجاه العام للفالق (شمال شرق-جنوب غرب) ويمتاز بحركته المضربية اليسارية (Sinistral)، والتي أدت إلى دوران محور الطية باتجاه عكس عقارب الساعة من  $(141^\circ/08^\circ)$  في المسار P3 إلى  $(286^\circ/08^\circ)$  في المسار P4 (شكل 4). بالإضافة إلى إزاحة حدود التكوينات الجيولوجية بإزاحة أفقية تقريبية تبلغ حوالي 25 متراً (لوحة 1).



لوحة (1) توضح الحركة اليسارية لفاق جوبلاغ المضربي عند منطقة المسار P4 لطية قره سرد المحدبة.

**c- فالق الزاب الصغير:** يقطع هذا الفالق طية قره سرد بشكل كامل ومستعرض على محورها وبإزاحة يمينية افقية تقريبية تصل الى حوالي 180 متر مقاسة من الخارطة الجيولوجية، ويمر الفالق أيضا بطية جوبلاغ المقعرة (شكل 1a). مما جعل البلوك الشمالي الغربي للفاق والذي يمثل منطقة المسار P7 والغطاس الشمالي الغربي لطية قره سرد مزاحا بالكامل باتجاه الشمال الشرقي نسبة الى البلوك الجنوبي الشرقي للفاق ويمر بجانبه المسار P6 من جهة الجنوب الشرقي. يمثل هذا الفالق مجرى نهر الزاب الصغير لذا سمي بفاق الزاب الصغير المضربي يميني الازاحة. علاوة على ذلك، فان الفالق أدى أيضا الى دوران محور طية قره سرد باتجاه عقارب الساعة من  $(295^{\circ}/11^{\circ})$  سجلت في المسار P6 الى  $(308^{\circ}/12^{\circ})$  سجلت في المسار P7 (شكل 4).

**d- فالق دوكان:** يقع هذا الفالق بين منطقتي الغاطس الشمالي الغربي لطية قره سرد والغطاس الجنوبي الشرقي لطية خلكان المحدبتين، ويكون اتجاهه تقريبا شمال - جنوب وهو فالق مضربي يساري الازاحة، ويمتد من بحيرة دوكان الكبيرة شمالا مارا بمنطقة الغواطس لطيتي سارة -سورداش وكوسرت المحدبتين الى الحاجز التركيبي التابع لطية سارة سورداش جنوبا (شكل 1a). تبين من خلال المرئيات الفضائية (شكل 4) ان فالق دوكان أدى الى احداث إزاحة او انحراف في غواطس الطيات (قره سرد وخلكان) وكذلك (سارة-سورداش وكوسرت) بشكل متوافق مع حركة الفالق. كما يشكل هذا الفالق مع فالق الزاب الصغير مثلثا بشكل منخفض (Graben) وسمي بمنخسف دوكان (Dokan Graben) والذي أدى الى تكوين بحيرة دوكان الصغيرة على الجزء الشمالي الغربي من طية جوبلاغ المقعرة (شكل 4). وهذا يتوافق مع ما ذكره (Ahmad, 2014) حول تكوين منخفض بحيرة دوكان.

### 3- الفوالق اللستيرية في منطقة الدراسة.

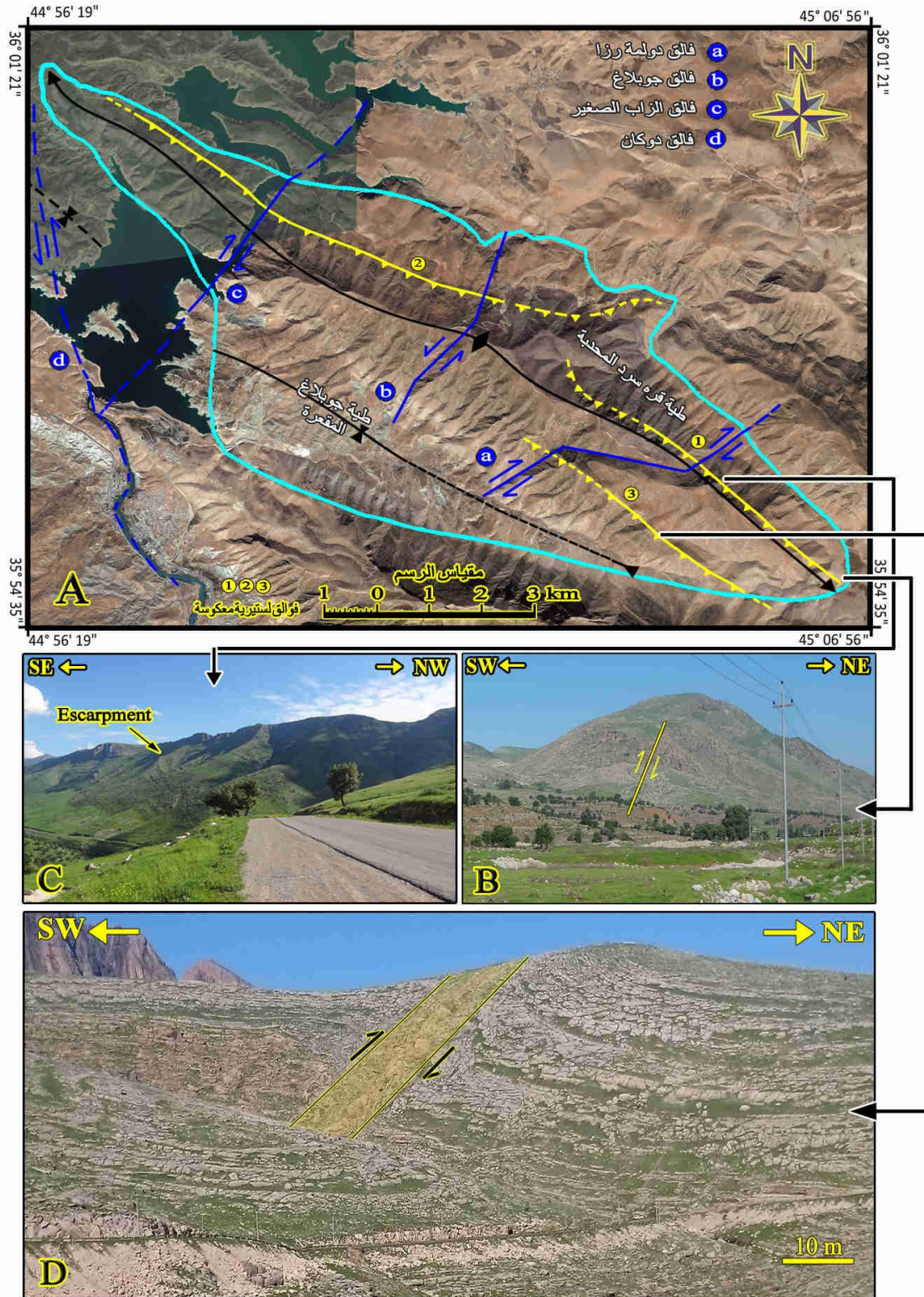
تبين من خلال الملاحظات والدراسة الحقلية المفصلة والمرئيات الفضائية الحديثة بالإضافة الى التحليل الهندسي لمنطقة الدراسة (شكل 4) بأن طية قره سرد المحدبة تأثرت بثلاثة فوالق لستيرية معكوسة (Reverse Listric faults) درزية الاتكاء موازية لمحور الطية باتجاه (NW-SE)، اثنان يضربان الجناح الشمالي الشرقي للطية أولهما متساوي الازاحة على طول مضره ضمن مناطق المسارات (P1, P2, P3) والذي تظهر مكاشفه بشكل حواجز تركيبية (Escarment faults) ضمن المسارين (P1, P2) كما في الشكل (4). والثاني متغير الازاحة مع اتجاه مضره والذي يحتمل انه يمتد من المنطقة الواقعة بين المسارين (P3 و P4) وصولا الى الغاطس الشمالي الغربي للطية. ولم يلاحظ حقليا أي مكاشف سطحية للفالق (2)، بل استدل عليه واستنتج من خلال التحليل الهندسي والتركيبية للطية والاستقراء العمودي لطرز الطي، حيث ظهر من التحليل انه فالق لستيري معكوس درزي الاتكاء أدى الى إحداث تغيير تدريجي في اتكاء الطية.

اما الفالق (3) فيضرب الجناح الجنوبي الغربي لطية قره سرد المحدبة مؤثرا بذلك على تكويني قمجوقة وكوميتان ويمتد بموازية محور الطية وينتهي على مقربة من المسار P3، في حين انه يتجاوز الى المنطقة ما بعد المسار P1 من نهاية الغاطس الجنوبي الشرقي (شكل 4). أظهرت المشاهدة والدراسة الحقلية ان الفالق اللستيري (3) هو فالق بحركة معكوسة وياتكاء درزي ويمثل نطاق فالق (Fault zone) وعرض هذا النطاق يقارب (8) متر (شكل 4). وبالتالي ومما تقدم ذكره عن الفوالق اللستيرية المعكوسة درزية الاتكاء المؤثرة على طية قره سرد، تبين ان طية قره سرد المحدبة هي من نوع طيات تقادم الفالق (Fault propagation fold). وتجدر الإشارة هنا الى عدم تأثر طية جوبلاغ المقعرة بشكل ملحوظ بتلك الفوالق من حيث الطراز التركيبي والشكل الهندسي.

### 4- التغيرات العمودية لطرز الطي، وتحديد زمن إعادة التنشيط على الفالق اللستيري.

يهدف هذا الجزء من الدراسة الى التقصي عن اتجاه شدة الطي من ناحية كونه يزداد باتجاه التكوينات الاقدم (الكريتاسي الأسفل) او يبقى بالشدة نفسها لكل التكوينات ام أنّ التغير يكون عشوائيا. اذ أنّ زيادة شدة الطي باتجاه التكوينات الاقدم يُرجح احتمالية حصول الطي بشكل تدريجي وتقادمي، اما إذا كانت الشدة بالدرجة نفسها لكل التكوينات فهذا يعطي احتمالية أنّ الطي قد حصل بعد انتهاء ترسيب أحدث تكوين في المنطقة. أما إذا كان التغيير في شدة الطي عشوائيا من تكوين لتكوين آخر فذلك يرجع الى التباين في الخصائص الريولوجية (Rheological properties) ما بين التكوينات المؤلفة للطية والتي يكون تأثيرها أكبر من الاختلافات في شدة الطي مع الزمن. يمثل الجدولان (3 و 4) عرضا لنتائج التحليل لكل تكوين ولكل المسارات المدروسة في الطيتين.

تم التقاط زمن إعادة التنشيط على الفالق اللستيري المعكوس (2) درزي الاتكاء عن طريق استقراء التغيرات العمودية لطرز الطي. حيث أثر على المسارات (P4,P5,P6,P7) ولكن كانت شدته وفعالته متغيرة وتدرجية، حيث ان تأثيره لم يظهر بشكل واضح على المسار P4 وبذلك ظهرت الطية متكئة نحو الجنوب الغربي لان القوة التكتونية الإقليمية الافقية كانت اقوى. وفي المسار P5 ظهرت الطية متناظرة تقريبا، حيث ان فعالية الفالق اللستيري بدأت تظهر وعادلت القوة التكتونية الإقليمية في هذا المسار.



الشكل 4: A- مرئية فضائية لمنطقة الدراسة توضح مواقع الفوالق اللستيرية وفوالق الازاحة المضربية. B- موقع الفالق اللستيري المعكوس درزي الاتكاء (1) عند الغاطس الجنوب الشرقي لطية قره سرد المحدبة. C- امتداد حاجز الفالق اللستيري (1) عبر المسار P2 في الجناح الشمال الشرقي لطية قره سرد. D- موقع مكشف الفالق اللستيري المعكوس درزي الاتكاء (3) على الجاح الجنوب الغربي

الجدول 3: يمثل وضعية العناصر الهندسية لطية جوبلاغ المقعرة وتصنيفها في جميع التكوينات ولكل المسارات.

المسار	التكوين	الزاوية الداخلية	وضعية محور الطية	وضعية المستوى المحوري	معدل وضعية الجناح NE	معدل وضعية الجناح SW	الانتكاء	نوع الطية حسب الزاوية الداخلية (Fleuty, 1964)
p4 الرابع	تانجيرو	90	294/3	294/85	117/47	290/37	NE	مفتوحة
	شرانش	92	295/2	295/86	117/48	293/40	NE	مفتوحة
	كوميتان	93	287/3	287/83	111/50	283/37	NE	مفتوحة
	قمجوقة	87	292/4	291/85	119/49	288/42	NE	مفتوحة
p5 الخامس	تانجيرو	92	297/5	296/81	120/53	290/36	NE	مفتوحة
	شرانش	93	300/5	299/82	124/52	293/36	NE	مفتوحة
	كوميتان	95	297/6	296/81	122/52	288/34	NE	مفتوحة
	قمجوقة	89	293/9	292/85	120/51	283/41	NE	مفتوحة

الجدول 4: يمثل وضعية العناصر الهندسية لطية قره سرد المحدبة وتصنيفها في جميع التكوينات ولكل المسارات.

المسار	التكوين	الزاوية الداخلية	وضعية محور الطية	وضعية المستوى المحوري	معدل وضعية الجناح NE	معدل وضعية الجناح SW	الانتكاء	نوع الطية حسب الزاوية الداخلية (Fleuty, 1964)
P1 الأول	شرانش	131	143/6	142/88	333/28	130/23	NE	شبه مسطحة
	كوميتان	115	136/10	133/77	326/47	107/23	NE	مفتوحة
	قمجوقة	125	132/11	130/80	325/38	103/20	NE	شبه مسطحة
p2 الثاني	كوميتان	94	133/7	131/78	318/55	121/32	NE	مفتوحة
	قمجوقة	104	129/8	126/75	314/53	113/24	NE	مفتوحة
p3 الثالث	كوميتان	91	141/6	141/86	327/52	135/43	NE	مفتوحة
	قمجوقة	107	134/11	133/86	325/41	116/34	NE	مفتوحة
p4 الرابع	كوميتان	91	286/6	286/85	279/41	111/50	SW	مفتوحة
	قمجوقة	98	293/8	292/80	283/33	119/49	SW	مفتوحة
p5 الخامس	كوميتان	75	296/8	115/89	289/54	122/52	متناظرة تقريبا	مفتوحة-مغلقة
	قمجوقة	81	293/9	293/89	285/49	120/51	متناظرة تقريبا	مفتوحة
p6 السادس	كوميتان	71	297/8	118/83	292/62	124/48	NE	مفتوحة-مغلقة
	قمجوقة	84	294/11	293/86	283/45	122/53	SW	مفتوحة
p7 السابع	كوميتان	91	306/13	129/83	296/53	144/39	NE	مفتوحة
	قمجوقة	90	307/14	129/79	297/58	147/36	NE	مفتوحة

اما في المسار P6 فقد تجلى تأثير الفالق بشكل واضح وصريح، لأنه غير اتجاه اتكاء الطية من الجنوب الغربي في تكوين قمجوقة الى الشمال الشرقي في تكوين كوميتان. في حين انه في المسار P7 كان تأثير الفالق اللستيري أكبر، مما جعل الطية تتكئ باتجاه الشمال الشرقي في كلا التكوينين (قمجوقة وكوميتان). يتضح من ذلك ان تأثير الفالق وحركته تشير الى انها كانت غير ثابتة، وهذا يعني ان الفالق اللستيري المعكوس هو من النوع الدوراني، أي ان حركته بموازاة مضربه تكون دورانية. لقد بدأ بالتأثير من الشمال الغربي للطية عند المسار P7 وبشكل تدريجي نحو الجنوب الشرقي منتهيا عند المسار P4. فضلا عن ان توقيت تنشيط الحركة على هذا الفالق اللستيري المعكوس الدوراني درزي الاتكاء كان في التوروني، وهذا ما انعكس على تغير اتكاء الطية بين تكويني قمجوقة وكوميتان في المسار P6.

تبين أيضا مما تقدم أعلاه ان المنطقة التي يقترب فيها الفالق اللستيريان المعكوسان درزيا الاتكاء (2و1) من بعضهما (منطقة الالتفاف) تمثل علاقة هندسية من نوع فوالق الانشلول او فوالق الترحيل ( En echelon or Relay faults (شكل 4). او قد تمثل منطقة تداخل ظل اجهاد أحدهما بالآخر، وبالتالي يؤدي الى انحناء نهايتيهما باتجاه بعضهما. وهذا ينسجم مع ما بينه (Van der Pluijm and Marshak, 2004) حول محددات نمو الفواصل حيث يتوقف نمو الفاصل عندما يدخل ظل اجهاد فاصل اخر وفي بعض الحالات يؤدي تداخل نهايات الفواصل الى انحنائها عندما يرتبط الفاصلان معا.

### المناقشة والاستنتاجات

تعد طية قره سرد المحدبة غير متناظرة في كل المسارات عدا المسارين الخامس والسادس حيث تظهر متناظرة في المسار الخامس وشبه متناظرة في المسار السادس. ويكون الاتكاء نحو الشمال الشرقي باستثناء المسارين الرابع والخامس، اذ تكون الطية فيهما متكئة نحو الجنوب الغربي وشاقولياً على التوالي. يصل طول الطية المحوري إلى حوالي (18.288 كم) باتجاه 300 (شمال غرب - جنوب شرق) أي باتجاه زاكروس، واقصى عرض للطية في منتصفها هو (5 كم). اما طية جوبلاغ المقعرة فتقع الى الجنوب الغربي من طية قره سرد المحدبة، وتعتبر طية غير متناظرة ومتكئة نحو الشمال الشرقي على المسارين اللذين اختيرا من اجل تحليلها وهما المساران (P4,P5) التابعان لطية قره سرد المحدبة ويمران بكل جسم طية جوبلاغ المقعرة. ويبلغ الطول المحوري لطية جوبلاغ حوالي (9 كم) باتجاه 305 (شمال غرب - جنوب شرق) أي تكون محاذية لطية قره سرد المحدبة. واقصى عرض للطية يصل الى (3.7 كم).

وفيما يلي ملخص الاستنتاجات من خلال اساليب البحث:

1- تظهر طيبتا منطقة الدراسة (قره سرد وجوبلاغ) حسب تصنيفي (Fleuty, 1964 and 1987) و ( Twiss, 1988) انهما من نوع الطيات المفتوحة في كل المسارات عدا المسار P1 لطية قره سرد، حيث ظهرت شبه مسطحة وذلك لقرب المسار من الغاطس الجنوبي الشرقي. واتضح انهما من نوع الطيات الافقية القائمة في المسارات (P3, P4, P5). وأفقية قائمة طفيفة الغطس متكئة في المسارات (P1, P2, P6, P7) حسب تصنيف (Rickard, 1971).

2- تبين أيضا من التحليل الهندسي باستخدام أشكال باي للمسارات السبعة المستعرضة أن محور طية قره سرد المحدبة تتغير وضعيته وينتظم بثلاثة وضعيات: الأولى (شمال غرب -جنوب شرق) في المسارات (P1,P2,P3) مع زيادة تدريجية في انحراف وضعية المحور باتجاه عقارب الساعة، والثانية (غرب شمال غرب -شرق جنوب شرق) في المسارات (P4,P5,P6) ثم يعود في الوضعية الثالثة ليدور قليلا ويعود باتجاه عقارب الساعة (شمال غرب -جنوب شرق) في المسار P7. ويعتقد أن تغير اتجاه محور الطية بهذا الشكل سببه فوالق الإزاحة المضربية وهي (فالق دولمة رزا اليميني، فالق جوبلاغ اليساري وفالق الزاب الصغير اليميني).

3- اما من ناحية شدة الطي المستندة على قيم الزاوية الداخلية وزاوية الطي، فقد وجد ان اعلى شدة للطى سجل في المسار السادس بالنسبة لطية قره سرد ثم المسار الخامس لطيتي قره سرد وجوبلاغ. وتقل شدة الطي باتجاه الغاطس الجنوبي الشرقي بشكل كبير. وهذا يشير الى ان طية قره سرد بدأت بالنشوء والنمو من منطقة المسارين (P5,P6) نحو الغاطسين الشمال الغربي والجنوب الشرقي. مضافاً الى ذلك تأثير الفالق اللستييري المعكوس (2) درزي الاتكاء وفالق الزاب الصغير مضربي الازاحة يميني الحركة مجتمعة على منطقة المسار السادس.

4- أدى تأثير فوالق الازاحة المضربية على منطقة الدراسة وتحديدًا طية قره سرد المحدبة إلى تغير الخواص التركيبية والهندسية للطية، حيث نلاحظ أن ترتيب الفوالق المضربية (فالق دولمة رزا وفالق جوبلاغ وكذلك فالقا الزاب الصغير ودوكان) قد عملت جميعها على تقسيم منطقة الدراسة الى أربعة بلوكات متعاكسة باتجاهات الحركة. اذ ينحصر البلوك الأول بين الغاطس الجنوبي الشرقي للطية وفالق دولمة رزا وتشير حركته نحو الجنوب الغربي أي مع اتجاه القوى الإقليمية القادمة من اتجاه الشمال الشرقي بفعل التصادم القاري. والبلوك الثانوي يكون محصورا بين فالقي دولمة رزا وجوبلاغ، ويشير اتجاه ازلحته الى الشمال الشرقي بعكس اتجاه القوى الإقليمية مما أدى إلى انحراف محور الطية من شمال غرب- جنوب شرق في المسارات الثلاثة الأولى إلى اتجاه شرق جنوب شرق -غرب شمال غرب تقريبا في المسار الرابع. والبلوك الثالث محصور بين فالقي جوبلاغ والزاب الصغير، ويظهر اتجاه ازلحته نحو الجنوب الغربي ويكون متوافقا مع اتجاه القوى الإقليمية. في حين ان البلوك الرابع يقع بين فالقي الزاب الصغير ودوكان مكونا ( Dokan Graben) ويتحرك باتجاه الشمال الشرقي بعكس اتجاه القوى الإقليمية، ويعتقد انه ساعد في تكوين منخفض بحيرة دوكان الصغيرة.

5- تأثرت طية قره سرد المحدبة بثلاثة فوالق لستييرية معكوسة (1، 2 و3) درزية الاتكاء. حيث تأثرت مناطق المسارات الثلاثة الأولى (P1, P2, P3) بالفالق اللستييري المعكوس (1) درزي الاتكاء متساوي الازاحة على الجناح الشمالي الشرقي للطية. والفالق اللستييري المعكوس (3) درزي الاتكاء أيضا على الجناح الجنوبي الغربي، ويمثل نطاق فالق (Fault zone) ويبلغ عرض هذا النطاق مايقارب (8) متر. أما مناطق المسارات (P4, P5, P6, P7) فقد تأثرت بالفالق اللستييري المعكوس (2) درزي الاتكاء الذي كانت حركته متغيرة.

في حين ان طية جوبلاغ يكون اتكاؤها نحو الشمال الشرقي في المسارين (P4, P5) ولم يلاحظ عليها أي تأثير للفوالق، وبالتالي ومما تقدم ذكره عن الفوالق اللستييرية المعكوسة درزية الاتكاء المؤثرة على طية قره



سرد، تبين ان طية قره سرد المحدبة هي من نوع طيات تقادم الفالق (Fault propagation fold). وتجدر الإشارة هنا الى عدم تأثر طية جوبلاغ المقعرة بشكل ملحوظ بتلك الفوالق من حيث الطراز التركيبي والشكل الهندسي.

6- أظهرت الدراسة من خلال تفسير التغيرات العمودية لطراز الطي ما يلي:

- التقاط زمن إعادة التنشيط على الفالق اللستيري المعكوس (2) درزي الاتكاء، حيث أثر على المسارات (P4,P5,P6,P7) ولكن كانت شدته وفعاليته متغيرة وتدرجية. حيث ان تأثيره لم يظهر بشكل واضح على المسار P4 وبذلك ظهرت الطية متكئة نحو الجنوب الغربي لان القوة التكتونية الاقليمية الافقية كانت اقوى. وفي المسار P5 ظهرت الطية متناظرة تقريبا، حيث ان فعالية الفالق اللستيري بدأت تظهر في هذا المسار. اما في المسار P6 فقد تجلى تأثير الفالق بشكل واضح وصريح، فقد غير اتجاه اتكاء الطية من الجنوب الغربي في تكوين قمجوقة الى الشمال الشرقي في تكوين كوميتان. في حين انه في المسار P7 كان تأثير الفالق اللستيري أكبر، مما جعل الطية تنكئ باتجاه الشمال الشرقي في كلا التكوينين. يتضح من ذلك ان تأثير الفالق وحركته تشير الى انها كانت غير ثابتة، وهذا يعني ان الفالق اللستيري المعكوس هو من النوع الدوراني، حيث بدأ بالتأثير من الشمال الغربي للطية عند المسار P7 وبشكل تراجعى نحو الجنوب الشرقي منتهيا عند المسار P4. فضلا عن ان توقيت تنشيط الحركة على هذا الفالق اللستيري المعكوس الدوراني درزي الاتكاء كان في التوروني، وهذا ما انعكس على تغير اتكاء الطية في المسار P6.
- ينحرف اتجاه محور الطية دورانياً باتجاه عقرب الساعة من تكوين قمجوقة الى تكوين كوميتان الاحداث في جميع المسارات عدا المسار P4 حيث يحدث به دوران بشكل ملحوظ في كلا التكوينين بعكس اتجاه عقارب الساعة. وهذا قد يعزى الى تأثير فوالق الازاحة المضربية المستعرضة على محور الطية كما ذكر سابقا. في حين ان محور طية جوبلاغ المقعرة يحدث به دوران متوافق بشكل واضح باتجاه عقارب الساعة مع طية قره سرد ومن تكوين قمجوقة تجاه التكوينات الاحداث وفي كلا المسارين (P4,P5) ماعدا محور الطية في تكوين كوميتان على المسار الرابع، حيث يدور عكس عقارب الساعة نسبة الى تكوين قمجوقة والتكوينات الاحداث منه.
- مقدار ميل المستوي المحوري في التكوينات الجيولوجية لكل مسار من المسارات المحددة على طية قره سرد يكون متغيرا، حيث كان ميلانه باتجاه الجنوب الغربي في المسارات (P1,P2,P3,P7) في كل من تكويني قمجوقة وكوميتان؛ وباتجاه الشمال الشرقي في المسار P4، في حين كان شاقوليا في المسار P5، اما في المسار P6 فكان ميلانه باتجاه الشمال الشرقي في تكوين قمجوقة وينقلب باتجاه الجنوب الغربي في تكوين كوميتان. ويعزى هذا الى دور الفالقين اللستيريين (1,2) درزي الاتكاء في قولبة طراز طية قره سرد المحدبة. في حين كان ميلان المستوي المحوري في طية جوبلاغ المقعرة باتجاه الشمال الشرقي في كل التكوينات المنكشفة فيها ضمن مساري الدراسة.
- تقل الزاوية الداخلية نحو الأحداث في التكوينات الصلبة، أي أنها كبيرة في تكوين قمجوقة الأصلب وتقل باتجاه الاحداث تكوين كوميتان الأقل صلابة. في حين ان قيمتها تزداد نحو الاحداث عند الانتقال من التكوينات الصلبة الى الهشة، وهذا ما ظهر بين تكويني كوميتان وشرانش في المسار الأول. وتظهر الحالة

ولكن بشكل معاكس في طية جوبلاغ المقعرة حيث تزداد قيمة الزاوية الداخلية نحو الاحداث في التكوينات الصلبة وتقل نحو الاحداث عند الانتقال من التكوينات الصلبة الى الهشة كما يظهر في الجدولين (3 و4). وان هذه النتائج تكون عكس المتوقع النظري للرأي القائل إن عملية الطي حصلت تدريجيا، حيث انه عند حصول عملية الطي التقادمي فان قيمة الزاوية الداخلية ستقل نحو الأقدم لان التكوينات الأقدم ستعرض إلى شدة طي أكبر. ويوعز ذلك الى ان تشكل الطية يكون غير متجانس خلال العمود الطباقى وينبغي ان يحدث تغيير نحو الاعلى والاسفل. فالطية المحدبة تصبح حادة مع العمق ولكن اعرض وأكثر انفتاحا باتجاه الاعلى، بالمقابل تصبح الطية المقعرة اعرض مع العمق ولكن حادة نحو الاعلى. وعليه فالطية بشكل عام تنتهي نحو الأعلى وتضمحل نحو الأسفل لان طبقاتها نحو العمق تصبح افقية لتشكل سطح الفصل او العزل (dé collement) (Billings, 1972). واستنادا الى ما ذكر حول قيم الزاوية الداخلية فان عملية الطي لم تحدث بشكل تدريجي بسبب قيم الزاوية الداخلية التي ظهرت من التحليل الهندسي، وذلك يرجح انها حدثت كدفعة واحدة. بالمقابل فان التغيرات العمودية في طراز الطية تشير الى خصائص الطي التدريجي، وبالتالي يمكن القول ان دراسة شدة الطي اعتمادا على خصائص الزاوية الداخلية وتداخل تأثير الفوالق اللستيرية مع الفوالق الازاحة المضربية اثناء الطي موقعا ضمن منطقة محصورة تشير الى ان عملية الطي حدثت كدفعة واحدة كما ظهر في الدراسة الحالية وفي دراسات سابقة لمواقع مختلفة من نطاق الفورلاندر العراقي منها (Numan and Al-Azzawi, 2002) والحبيطي، 2008؛ الخاتوني، 2009؛ الصميدعي، 2010). في حين عند دراسة شدة الطي على نطاق إقليمي فإنها تشير الى ان عملية الطي حدثت بشكل تدريجي او تقادمي كما في دراسة العزاوي (2003) لنمو وتطور أشكال الطيات في نطاق الفورلاندر العراقي. كما تجدر الإشارة هنا انه لو كانت عملية الطي ضمن منطقة معينة تدريجية، لكان هناك احتمالية تكون سطح عدم توافق زاوي بين التكوينات القديمة مع التكوينات الاحداث، وهذا مالم يلاحظه الباحث في هذه الدراسة.

### المصادر العربية

- الحبيطي، صفوان طه، 2008. تغيرات الطراز التكتوني على طول محور طية بيخير المحدبة شمال العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، عدد الصفحات 124.
- الخاتوني، صدام عيسى، 2009. التحليل التركيبي والتفسير التكتوني لطية شيخان المحدبة-شمال العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، عدد الصفحات 160.
- الصميدعي، محمود عبد الحق، (2010). دراسة تكتونية وتركيبية طية بريفكا المحدبة شمالي العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، عدد الصفحات 126.
- العزاوي، نبيل قادر، 1982. دراسة مقارنة في الطراز التكتوني للطيات لثلاث مناطق في قطاع الطيات البسيطة في العراق. اطروحة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل عدد لصفحات 117.

### المصادر الأجنبية

- Alavi, M., 2004. Regional Stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust Belt of Iran and its Pro-Foreland Evolution. American Journal of Science, Vol. 304, January, pp. 1–20.
- Al-Azzawi, N. K., 2003. The structural development of folds' shape in the Foreland Belt of Iraq, and its tectonic implication. Unpub. Ph. D thesis, University of Mosul (in Arabic), 163p.
- Aswad, K. J., 1999. Arc-Collision in Northeastern Iraq as Evidence by the Mawat and Penjwin Ophiolite Complexes. Raf. Jour. Sci. Vol. 10, No.1, pp.51-61.
- Billings, M. P., 1972. Structural geology, 3rd ed. Prentice-Hall, USA.606p.
- Fleuty, M. J., 1964. The description of folds. Geol. Assoc. Lond. Proc., Vol.75, pp. 461-492.
- Fleuty, M. J., 1987. Folds and folding: in C.K. Seyfert, editor, The Encyclopedia of Structural Geology and Plate Tectonics, Van Nostrand Reinhold Co., New York, p. 249–270.
- Fouad, S. F. A., 2012. Tectonic Map of Iraq, Scale 1: 000 000, 3rd Edition, Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol.11, No.1, pp.8
- Karim, K. H. and Taha, Z. A., 2012. The origin of Conglomeratic Limestone "Dokan Conglomerate" in Dokan Area, Kurdistan Region, NE Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol.8, No.3, pp. 15–24.
- Numan, N. M. S. and Al-Azzawi, N. K., 1993. Structural and geotectonic interpretation of vergence directions of the anticlines in the Foreland Folds of Iraq, Abhath Al-Yarmouk (Pure Science and Engineering), Yarmouk University, Jordan, Vol. 2, No. 2, pp. 57-73.
- Numan, N. M. S. and Al-Azzawi, N. K., 2002. Progressive Versus Paroxysmal Alpine Folding in Sinjar Anticline Northwestern Iraq, Iraqi Jour. of Earth Science, Vol. 2, No. 2, pp.59-69.
- Numan, N. M. S., 1997. A plate tectonic scenario for the Phanerozoic succession in Iraq, Jour. Geol. Soc. Iraq, Vol. 30, No. 2, pp. 85-110.

- Park, R. G., 1997. Foundations of structural geology. 3rd edition, Chapman and Hall, New York, USA, 202p.
- Rickard, M. J., 1971. A classification diagram for fold orientation. Geol., Vol. 198, pp. 22-26.
- Roberts, J. L., 1982. Introduction to Geological Maps and Structures, New York, 332p.
- Sissakian, V. K., Al-Musawi, H. A., Al-Ansari, N. and Knutsson, S., 2016. The Origin and Genesis of the Dokan Conglomerate, NE Iraq. Earth Sciences and Geotechnical Engineering. Vol.6, No. 3, pp. 1-15.
- Spencer, E. W., 1977. Introduction to the structure of the earth. 2<sup>nd</sup> edition, McGraw-Hill book Co., New York, 640 p.
- Twiss, R. J., 1988. Description and classification of folds in single surfaces. Journal of Structural Geology. Vol.10, No.6, pp. 607-623.
- Van der Pluijm, B. A. and Marshak, S., 2004. Earth Structure. An Introduction to Structural Geology and Tectonics. (Second edition), W. W. Norton & Company, Inc., USA., 656p.
- Ward, A. H., 2018. Geometry and Structural History of Khalakan Anticline, Northeastern Iraq. Unpub. Ph.D. Thesis, University of Baghdad, 149p.