

دراسة تركيبية وتكتونية لطية بريفاكا المحدبة، شمالي العراق

محمود عبد الحق الصميدعي

قسم علوم الارض

كلية العلوم

جامعة الموصل

نبيل قادر العزاوي

قسم علوم الارض

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2013/5/19 ، تاريخ القبول 2013/9/1)

الملخص

أجريت دراسة تركيبية مفصلة للمنطقة الواقعة بين طيتي بيخير والشيخان المحدبتين. تتكشف في هذه المنطقة التكوينات الجيولوجية (كولوش - خورماله - جركس - افانة وبلاسبي) من عمر الباليوسين الى الايوسين وان أبرز النتائج التركيبية التي أفرزتها هذه الدراسة هي وجود طية محدبة سميت هذه الطية بطية بريفاكا يمثل تكوين كولوش لب هذه الطية وهو الأقدم ثم تليه التكوينات الأحدث وصولاً إلى تكوين البلاسبي الذي يمثل الجزء الطباقى الصلد (Competent) الذي يحيط بها. طول هذه الطية يصل إلى (16) كم وعرضها (6) كم.

أظهر التحليل التركيبي والهندسي لهذه الطية من خلال أربعة مسارات أنها طية غير متناظرة مقلوبة ومتكئة نحو الجنوبي الغربي في جميع المسارات عدا المسار الرابع حيث يكون انكاؤها نحو الجنوب، أما اتجاه المحور فهو شمال غرب-جنوب شرق في المسارات الثلاثة الأولى ثم ينحرف في المسار الرابع ليصبح شرق - غرب.

تبين الدراسة أن فواصل نظام $hko > a$ توجد بنسب أعلى من نظام $hko > b$ مما يشير إلى أن طور الانضغاط الذي تعرضت له الطبقات أثناء عملية الطي كان أطول زمنياً من طور الاستطالة أو الاسترخاء. ويشير وجود نظام $hko > b$ والتناوب العمري بينه وبين نظام $hko > a$ إلى تأثير المنطقة بالنبضات التكتونية.

حاولت الدراسة استنباط التغيرات العمودية لطرارها. وقد تبين ان هناك تغير طفيف جدا بين اتجاه محور الطية في تكوين كولوش عنه في تكوين بلاسبي في المسارين الأول والرابع. في حين كان هذا التغير واضحاً ويتغير بعكس اتجاه عقرب الساعة في المسارين الثاني والثالث.

أظهرت الدراسة كذلك ومن خلال تحليل اتجاه اتكاء الطية أن طية بريفاكا قد تأثرت بفالق لستيري فورلاندي معكوس الإزاحة وذلك من خلال دراسة تغاير سماكات التكوينات الجيولوجية بين جناحي الطية.

وكشف التحليل باستخدام المرئيات الفضائية عن تأثر طية بريفكا بثلاثة فوالق مضربية الإزاحة هي (BF1 يساري الإزاحة، BF2 يميني الإزاحة وفالق بيسري يميني الإزاحة أيضا).
الكلمات الدالة: طية بريفكا، تكتونية، التحليل التركيبي، طراز الطي، الفواصل.

Structural and Tectonic Study of Brifka Anticline, Northern Iraq

Nabeel K. Al-Azzawi
Department of Geology
College of Science
University of Mosul

Mahmood A. H. Al-Sumaidaie
Department of Geology
College of Science/
University of Mosul

ABSTRACT

A structural and tectonic study was carried out in the area between Baikher and Shaikhan anticlines. It is revealed that the main distinct structural feature is an anticline extending 16 Km northwest – southeasterly obeying the Zagros Range trend. This anticline with 6 km width and 16 km length called Brifka Anticline.

Several geologic formations are exposed in the studied area, ranging in time span from the Paleocene to Miocene periods. These formations are Kolosh, Khurmala, Gercus, Avanah and Pila Spi where Kolosh represented the core and Pila Spi makes the carapace of the anticline.

The geometrical analysis of this fold along four selected traverses revealed that the anticline is asymmetrical, mostly overturned and verged towards southwest, except in the fourth traverse it is appeared verging towards south. The anticline axis is oriented northwest -southeasterly in the first three traverses whereas it trended towards east- west in the fourth one.

The study included the vertical investigation of fold style of folded formations. It appeared that the anticline axis in Pila Spi Fn. is slightly changed from that of Kolosh Fn. in the first and forth traverses, whereas it changed anti clockwise 11-16° from Kolosh to Pila Spi formations in the second and third traverses.

The present study showed that the systems $okl > c$ and $hol > c$ are the most dominant joints in the first three traverses whereas $hko > a$ system and ac set are abundant in the fourth traverse. It also revealed that the system $hko > a$ are more abundance than $hko > b$ system which indicate that the compression phase was tensive than the alternative tension.

Faults were investigated by field work and satellite image interpretation. It revealed three strike-slip faults inclined to the fold axis. They are BF1, BF2 and Besary faults. Another fault was concluded from the geometric properties and vergency of Brifka anticline. It is a foreland listric fault. This was followed by the determination of the formation thicknesses in order to conclude the sense of

displacement of this fault. The determination appeared that the thicker sediments are in the area of the southwestern limb reflecting that the fault is reactivated as reverse foreland listric fault.

Keywords: Brifka Anticline, Tectonic, Structural Analysis, Fold Style, Joints.

المقدمة

لم تتل منطقة الدراسة الحالية اية دراسة تركيبية متخصصة سابقا وتعد من المناطق غير واضحة المعالم جيولوجيا، لذا فقد أشتمل البحث الحالي على تحليل تركيبية وتكتونية بشكل مفصل لكل المظاهر التركيبية السطحية في منطقة الدراسة. تقع منطقة الدراسة جغرافيا شمال العراق شرق مدينة دهوك ومحصورة بين خطي طول (30° 05' 43") و (40° 15' 43") شرقا ودائرتي عرض (30° 47' 36") و (30° 52' 36") شمالا وتبعد حوالي 55 كم عن مدينة الموصل. تبدأ من قرية أنوت غربا وتنتهي بقرية ماميزدينة شرقا مارة بعدد من القرى أهمها قرية بريفا (الشكل 1).

أما تكتونيا فان المنطقة تقع ضمن نطاق طيات الفورلاندي في العراق (نطاق الطيات العالية) حسب تقسيم نعمان (Numan, 1997) (الشكل 2). وضمن الرصيف غير المستقر (Unstable Shelf) حسب تقسيم (الكازمي وآخرون، 1996). وضمن حزام الطيات العالية حسب تقسيم بودي (Buday, 1973 ; Buday and Jassim, 1984 ; Buday and Jassim, 1987)

يهدف البحث إلى دراسة الطراز التركيبي لهذه الطية كذلك معرفة ميكانيكية تكونها وفهم طبيعة الاجهادات التكتونية الرئيسية التي أدت إلى تكوين هذه الطية بالشكل الحالي فضلا عن معرفة التاريخ التكتوني للمنطقة بشكل مفصل. ولتحقيق هذه الأهداف فقد تم دراسة هذه الطية بصورة مفصلة مع رسم خارطة جيولوجية تركيبية لها بمقياس (1/50000) (الشكل 3). انتهج البحث أربعة محاور في التحليل التركيبي لغرض فهم وتفسير هندسية طية بريفا المحدبة من خلال أربعة مسارات مستعرضة وموزعة بالتساوي، وهذه المحاور هي:

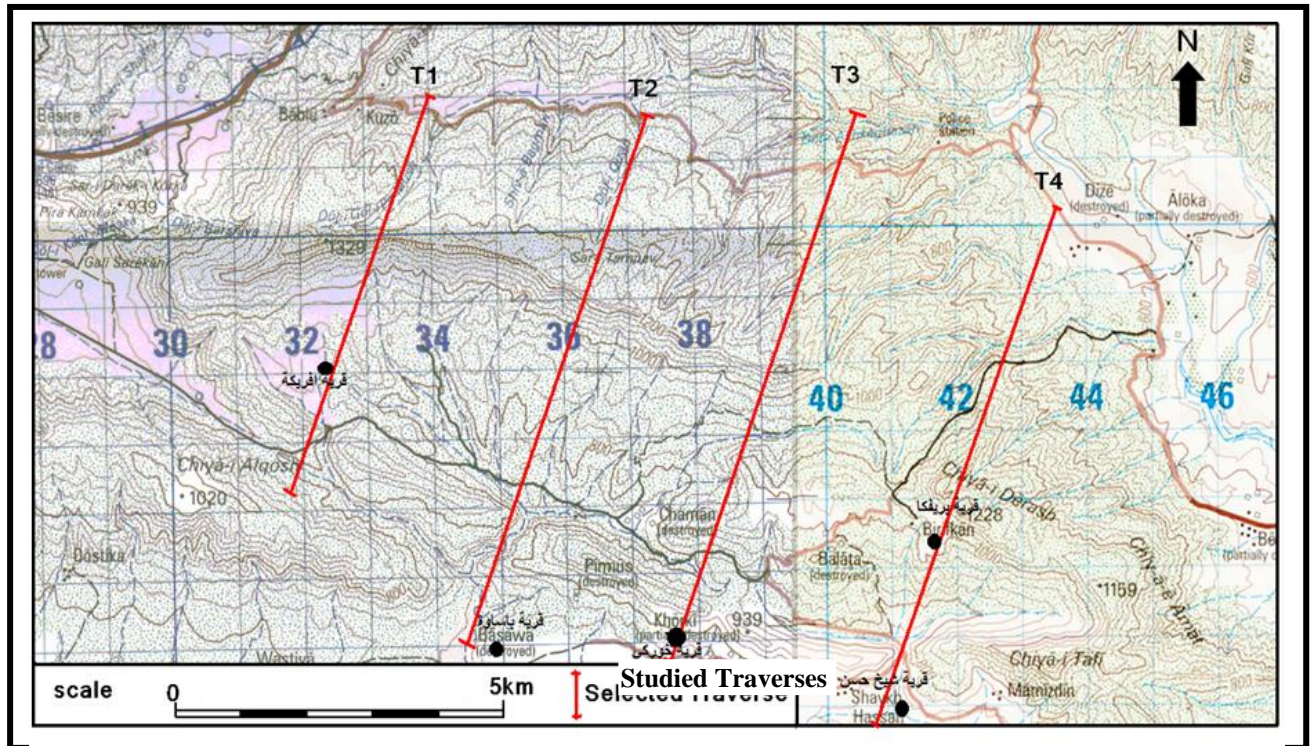
- 1- التحليل الهندسي للطية.
- 2- التغيرات العمودية لطراز الطية ومدلولاتها التكتونية.
- 3- التحليل التركيبي للفواصل.
- 4- تحليل الفوالق في منطقة الدراسة.

الوصف العام للطية

تعد طية بريفا طية محدبة تقع ضمن نطاق طيات الفورلاندي، وهي طية غير متناظرة نحو الجنوب الغربي. وتمتد بشكل عام باتجاه زاكروس (شمال غرب - جنوب شرق) عدا في المسار الرابع فإنها تأخذ اتجاه شرق - غرب تقريبا. طولها يصل إلى (16) كم وعرضها (6) كم، (الشكل 3). تحد الطية من الشمال

الشرقي طية أتروش المحدبة، وتحدها من الجنوب الغربي طية دهقان. أما من جهة الجنوب الشرقي فتحدها طية الشيخان المحدبة الواقعة على امتدادها ومن جهة الشمال الغربي طية بيخير المحدبة. وان العلاقة التركيبية بين طية بريفكا وكل من طيتي الشيخان وبيخير هي علاقة en-echelon، انظر الى (الشكل 20).

وتعد طية بريفكا متكئة باتجاه الجنوبي الغربي إذ ان معدل ميل جناحيها الشمالي الشرقي والجنوبي الغربي (12°) و(82°) على التوالي، علما أن الجناح الجنوبي الغربي يكون مقلوبا موضعيا، (الشكل 3).

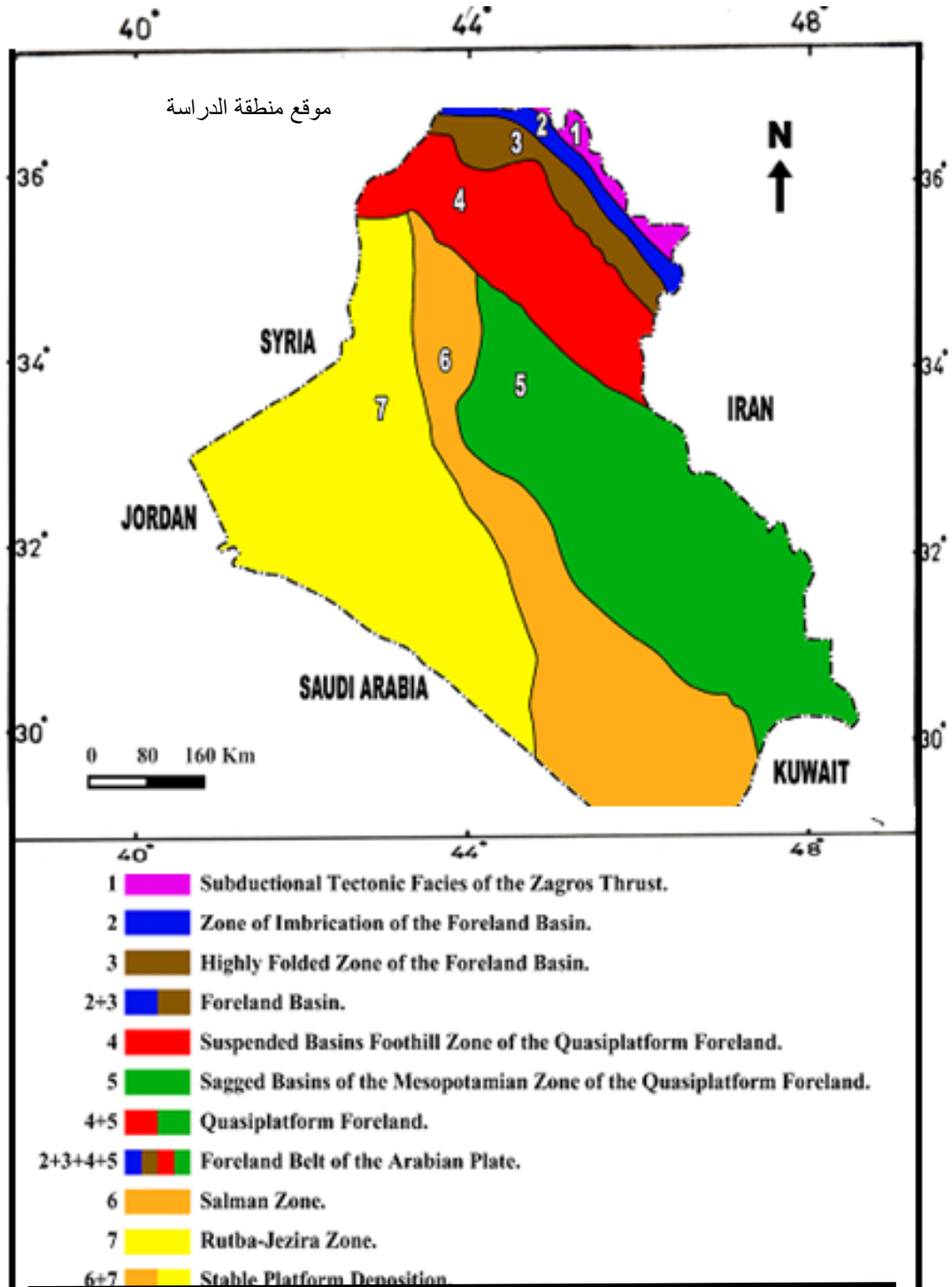


الشكل 1: خارطة طبوغرافية أساسية مثبتة عليها المسارات الأربعة المدروسة.

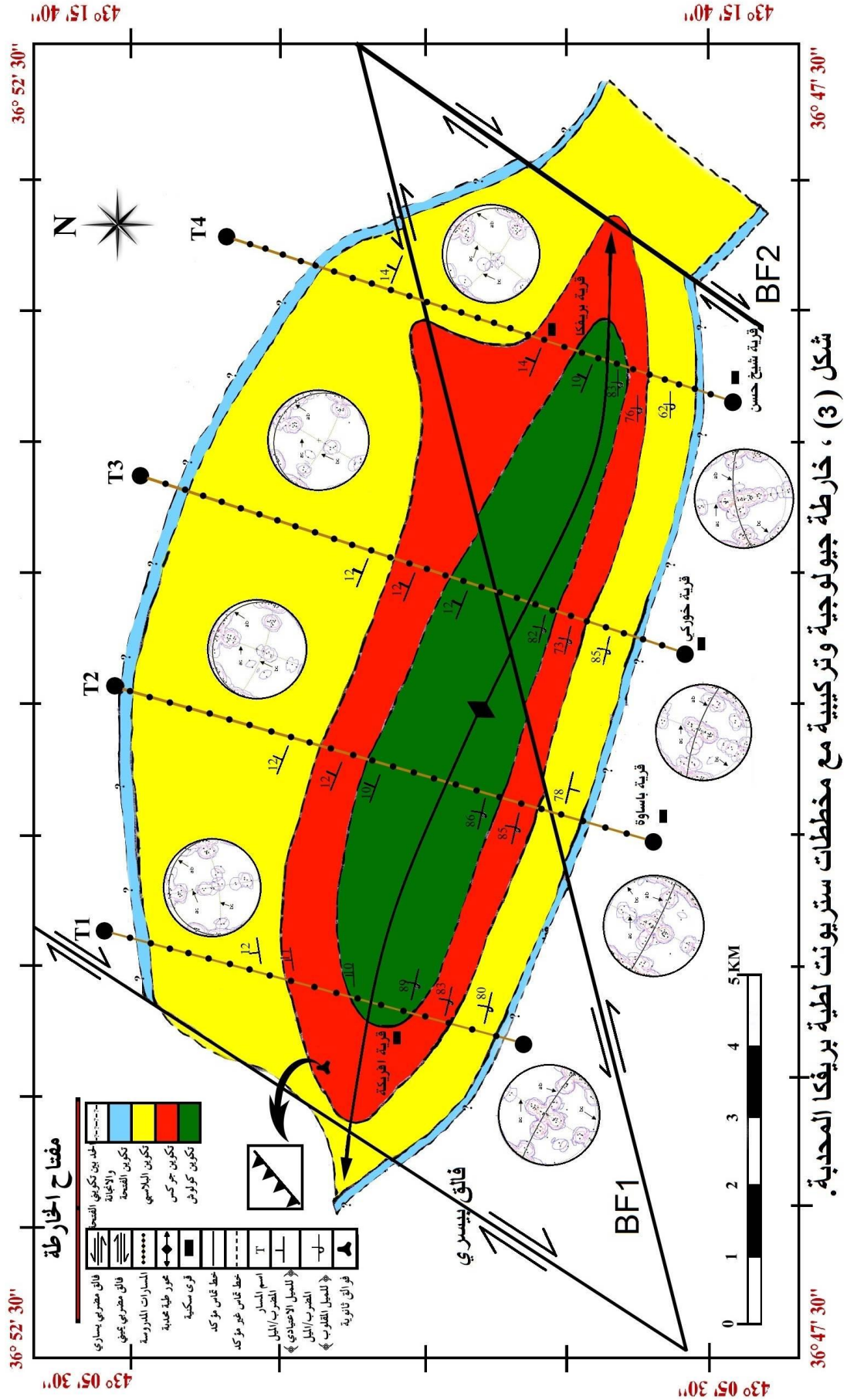
1- التحليل الهندسي للطية:

يتضمن التحليل الهندسي للطية إيجاد وضعية عناصر الطية الهندسية المتمثلة بمحور الطية، المستوي المحوري، الزاوية الداخلية، ميل طرفي الطية فضلا عن التناظر والاتكاء من خلال رسم شكل باي الستيروجرافي لكل مسار من المسارات الأربعة المستعرضة، وتصنيف الطية حسب تصانيف (Fleuty, 1964) و (Rickard, 1971) و (Roberts, 1982) و (Ramsay and Huber, 1987) اعتمادا على نتائج التحليل الستيروجرافي، ثم مقارنة النتائج بين المسارات من خلال (الجدولين 1 و 2) و (الشكل 8). وفيما يأتي شرح مفصل للتحليل والتصنيف الهندسي للطية في المسارات الأربعة:

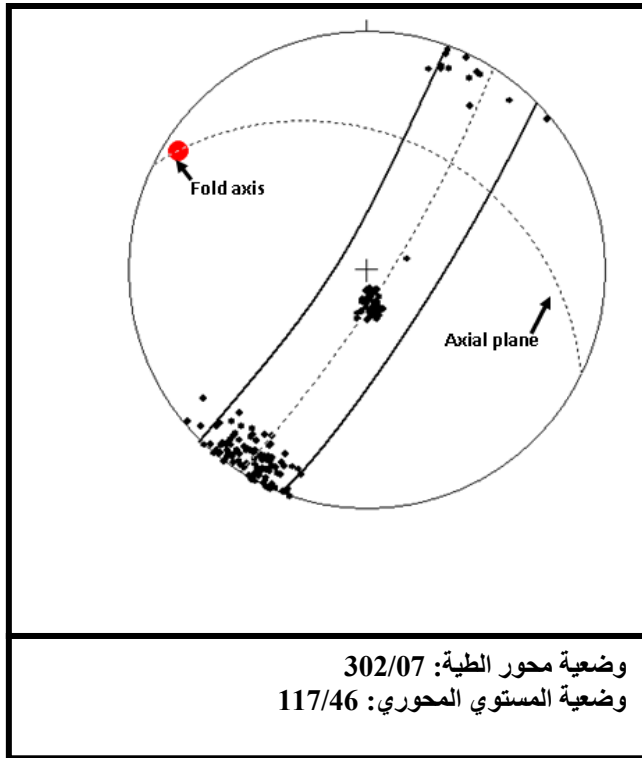
المسار الأول: يبلغ طول هذا المسار (6.2) كم ويقع في جهة الغاطس الشمالي الغربي للطفية عند قرية افريكة. تم إجراء التحليل الهندسي لهذا المسار بعد إسقاط مستويات التطبق بشكل اقطاب على شبكة شميدت للإسقاط الستريوغرافي ورسم مخطط باي، (الشكل 4 أ، ب).



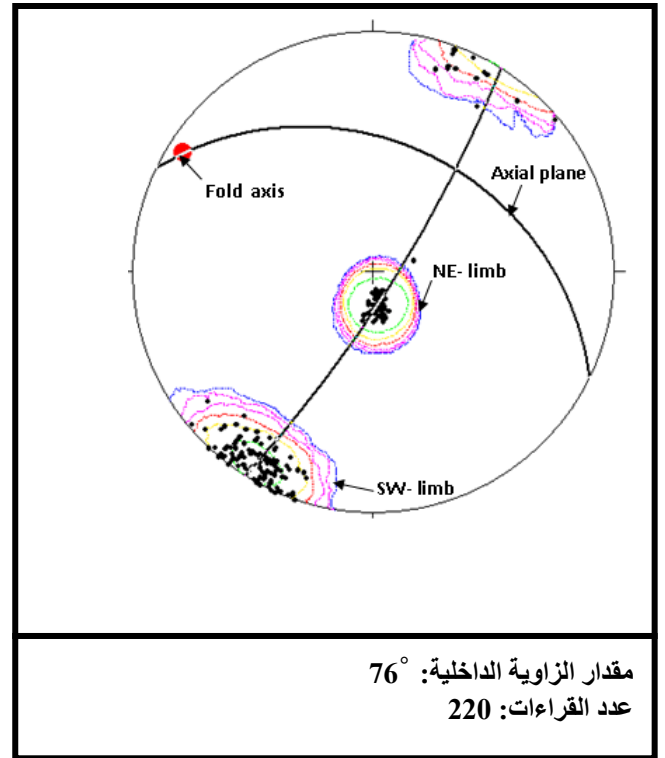
الشكل 2: التقسيمات التكتونية للعراق عن نعمان (Numan, 1997) وفيها موقع منطقة الدراسة.



شكل (3) ، خارطة جيولوجية وتركيبية مع مخططات ستريونت لطية بريفكا المحمدية.

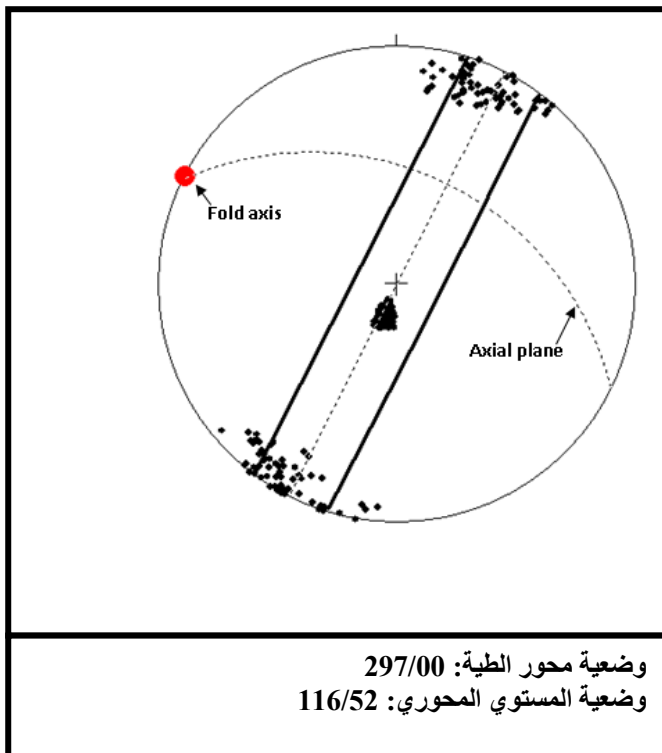


الشكل 4ب: اسطوانية الطية للمسار الأول حسب رامزي وهوبر (Ramsay and Huber, 1987).

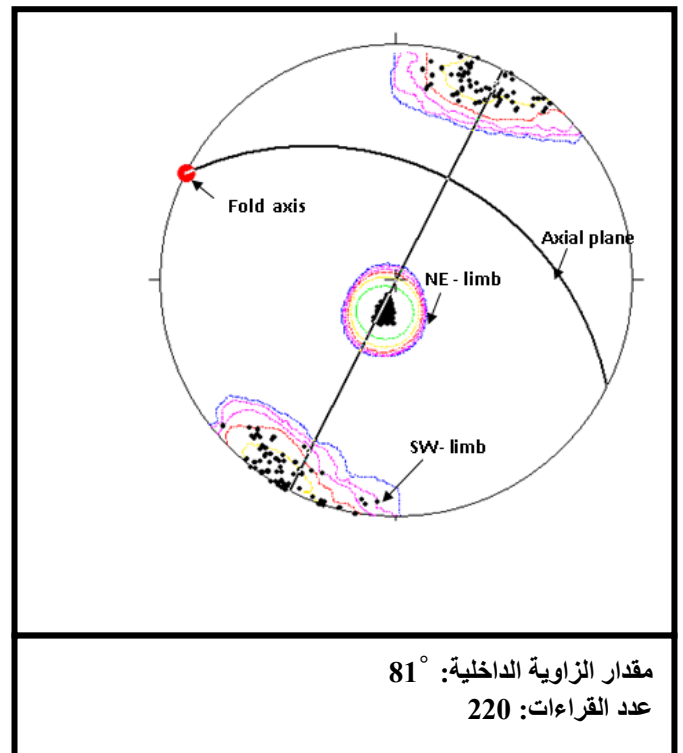


الشكل 14أ: شكل باي لجميع تكوينات المسار الأول

المسار الثاني: يمتد هذا المسار من قرية باساوة الواقعة بالجناح الجنوبي الغربي للطية وباتجاه عمودي على محور الطية وبطول يصل إلى (7.8 كم)، (الشكل 5 أ، ب).

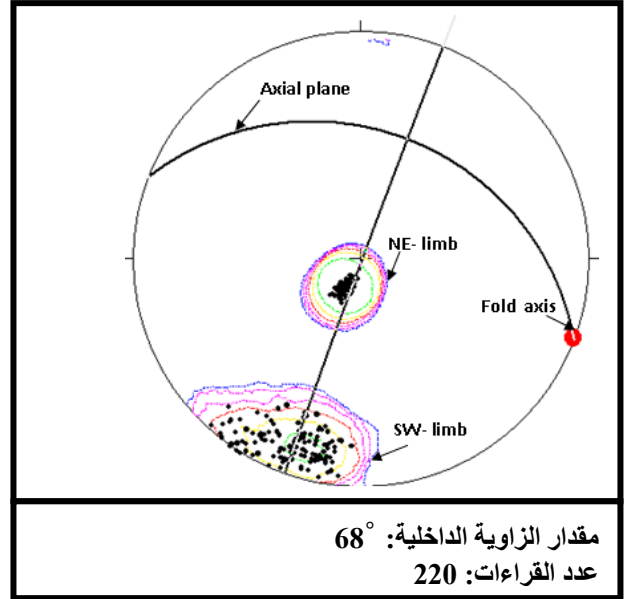
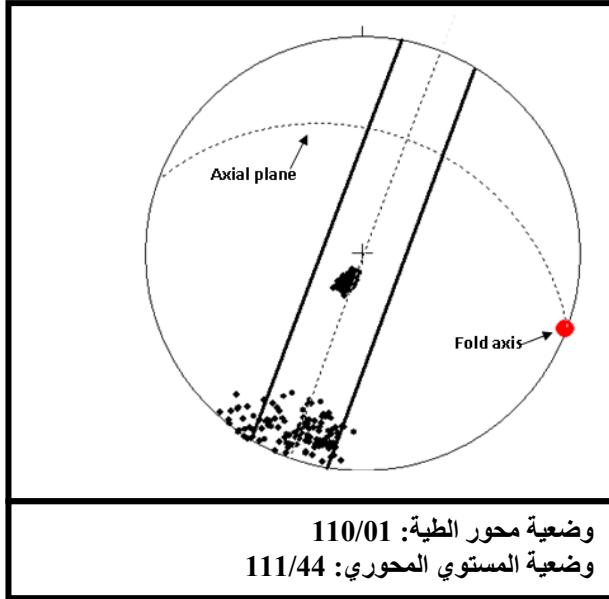


الشكل 5ب: اسطوانية الطية للمسار الثاني حسب رامزي وهوبر (Ramsay and Huber, 1987).



الشكل 5أ: شكل باي لجميع تكوينات المسار الثاني.

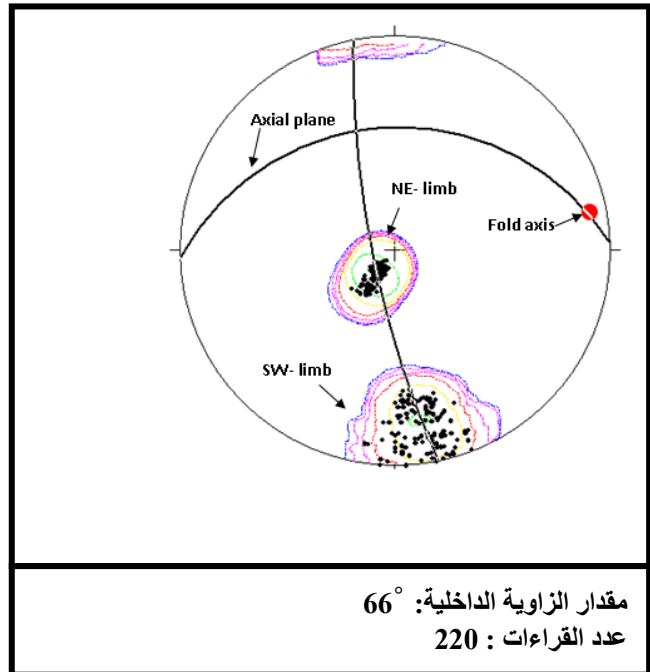
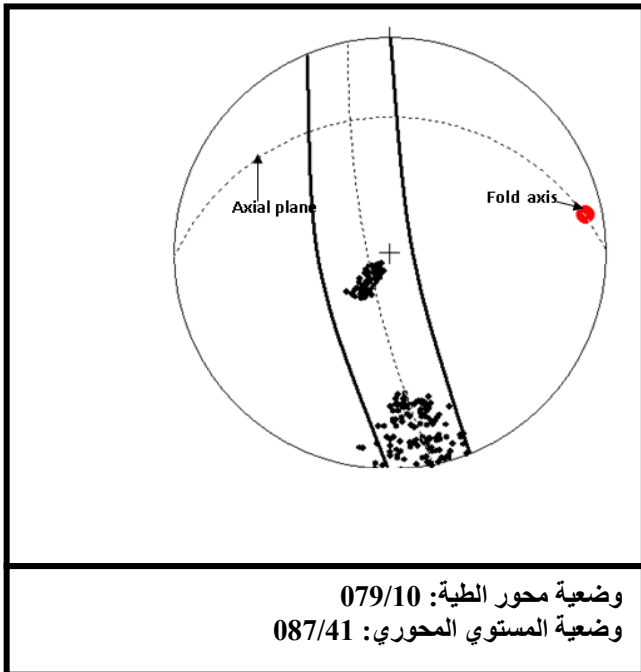
المسار الثالث: يمر هذا المسار من قرية خوركي الواقعة بالجناح الجنوبي الغربي نحو الشمال الشرقي وبتجاه عمودي على محور الطية. و يبلغ طول المسار (8.32) كم، (الشكل 6أ، ب).



الشكل 6 ب: اسطوانية الطية للمسار الثالث حسب رامزي وهوبر (Ramsay and Huber, 1987).

الشكل 6أ: شكل باي لجميع تكوينات المسار

المسار الرابع: يمتد هذا المسار من قرية شيخ حسن الواقعة بالجناح الجنوبي الغربي للطيّة مارا بقرية بريفكا الواقعة بالجناح الشمال الشرقي والتي سميت الطية باسمها وبطول يصل إلى (7.84) كم) ويقع هذا المسار بالقرب من الغاطس الجنوبي الشرقي للطيّة، (الشكل 7 أ، ب).



الشكل 7 ب: اسطوانية الطية للمسار الرابع حسب رامزي وهوبر (Ramsay and Huber, 1987).

الشكل 7 أ: شكل باي لجميع تكوينات المسار الرابع.

الجدول 1: نتائج التحليل الهندسي لطية بريفا في كل المسارات.

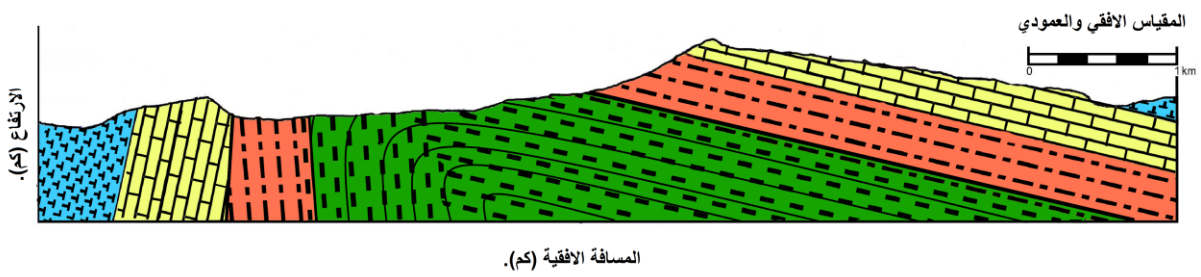
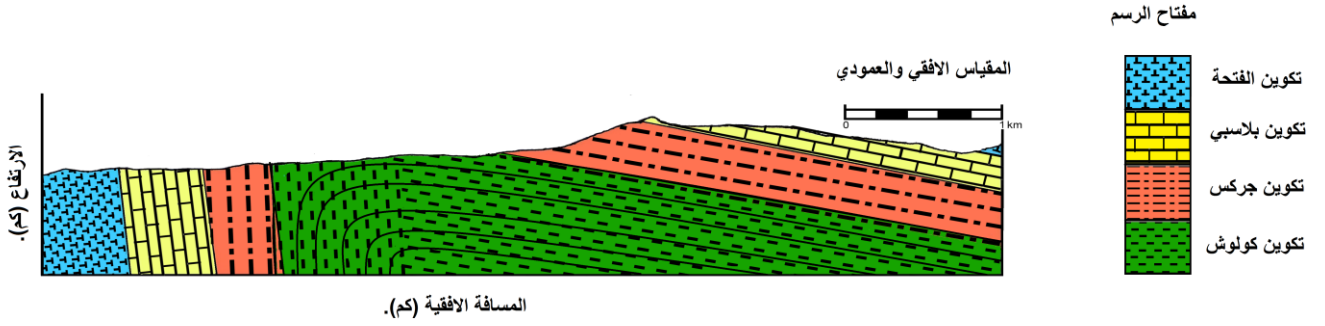
المسار	معدل وضعية الجناح الشمالي الشرقي	معدل وضعية الجناح الجنوبي الغربي	وضعية محور الطية	وضعية المستوى المحوري	الزاوية الداخلية
الأول	081/11	121/84	302/07	117/46	76°
الثاني	110/12	297/87	297/00	116/52	81°
الثالث	120/12	110/80	110/01	111/44	68°
الرابع	128/12	081/74	079/10	087/41	66°

الجدول 2: التصانيف الهندسية لطية بريفا في كل المسارات.

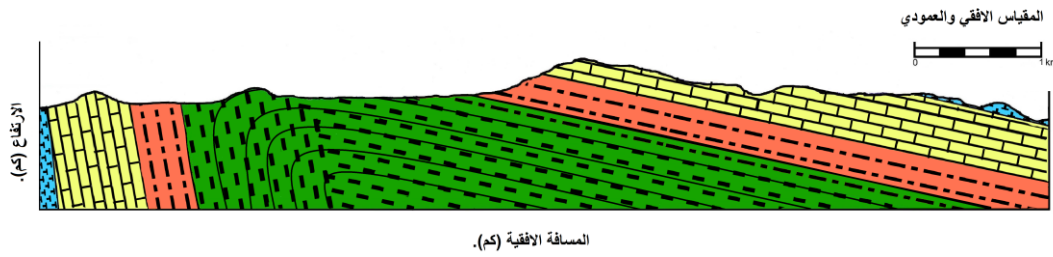
المسار	(Fleuty , 1964) بالاعتماد على الزاوية الداخلية	(Fleuty , 1964) بالاعتماد على ميل السطح المحوري و زاوية الغطس.	(Rickard ,1971) بالاعتماد على الغطس والانحراف وميلان السطح المحوري	(Roberts, 1982) بالاعتماد على		(Ramsay & Huber,1987) بالاعتماد على درجة الاسطوانية
				زاوية الغطس	وميل السطح المحوري	
الأول	مفتوحة	شبه أفقية متوسطة الميل	أفقية	أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
الثاني	مفتوحة	شبه أفقية متوسطة الميل	أفقية	أفقية	متوسطة الميل	شبه اسطوانية
الثالث	مغلقة	شبه أفقية متوسطة الميل	أفقية	أفقية	متوسطة الميل	شبه اسطوانية
الرابع	مغلقة	طفيفة الغطس متوسطة الميل	أفقية	أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية



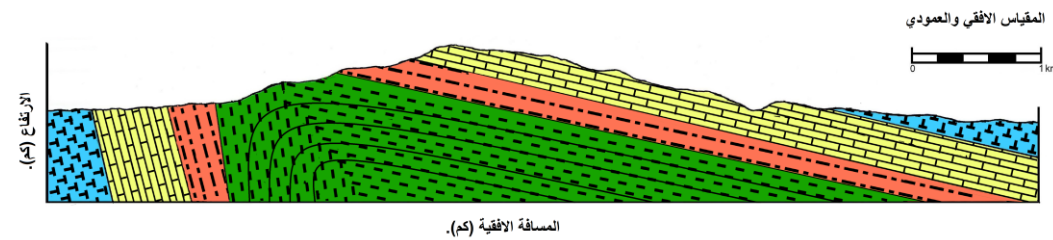
ملاحظة: مفتاح الرسم موحد لكل المقاطع الجيولوجية اللاحقة.



المسار الثاني



المسار الثالث



المسار الرابع

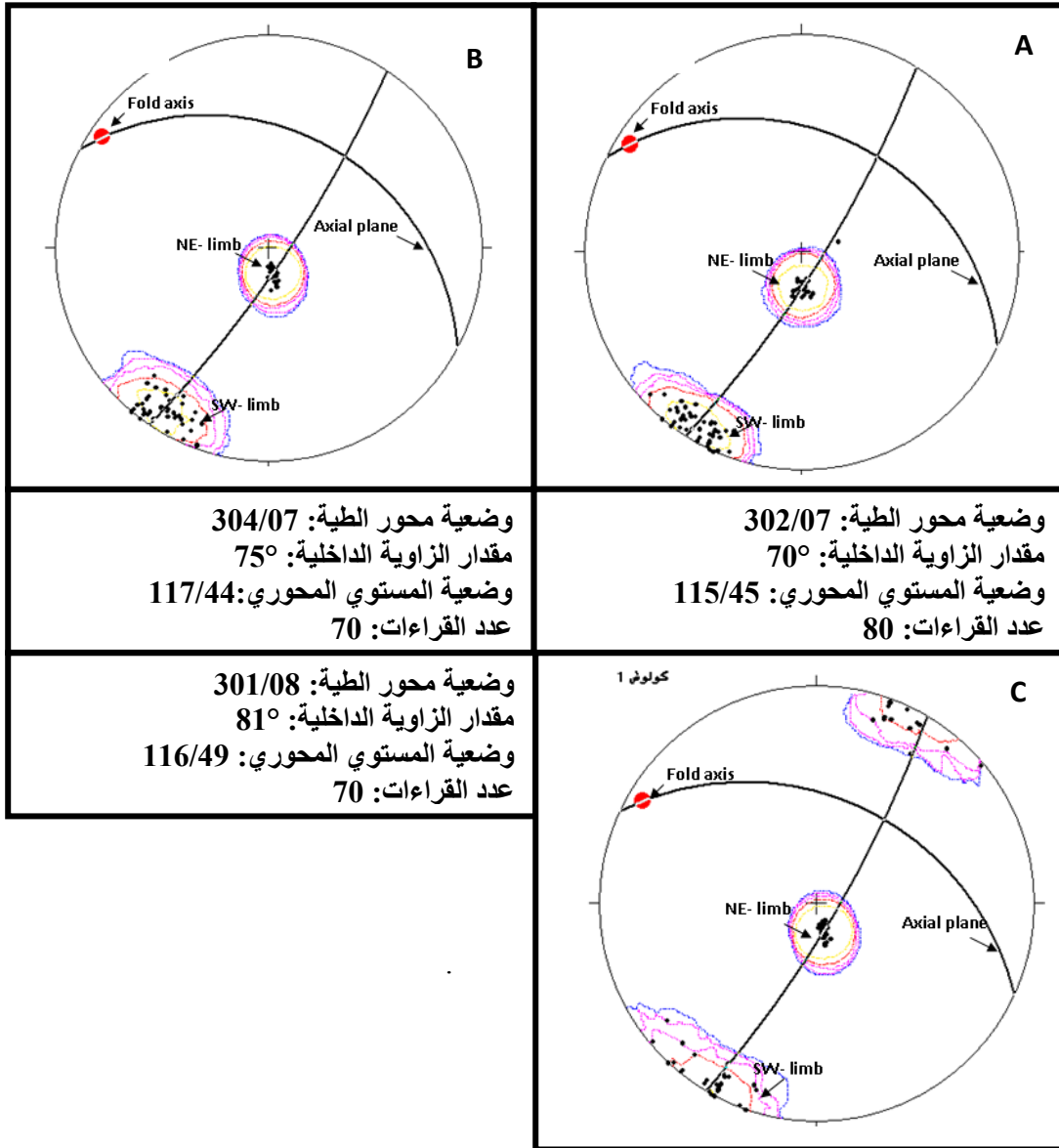
الشكل 8 : المقاطع الجيولوجية لطية بريفكا المحدبة في المسارات المدروسة.

1- التغيرات العمودية لطرز الطية ومدلولاتها التكتونية.

تم تناول مدى التغير العمودي لطرز طية بريفاكا المحدبة من خلال تحليل الطية هندسيا في كل تكوين جيولوجي على حدا في كل المسارات الأربعة. وذلك برسم مخطط باي لكل تكوين، الاشكال (9,10,11,12). ثم استخراج وضعية العناصر الهندسية للطية في كل تكوين من التكوينات الجيولوجية والمتمثلة بمعدل وضعية طرفي الطية، الزاوية الداخلية، محور الطية، المستوي المحوري فضلا عن التناظر والاتكاء،

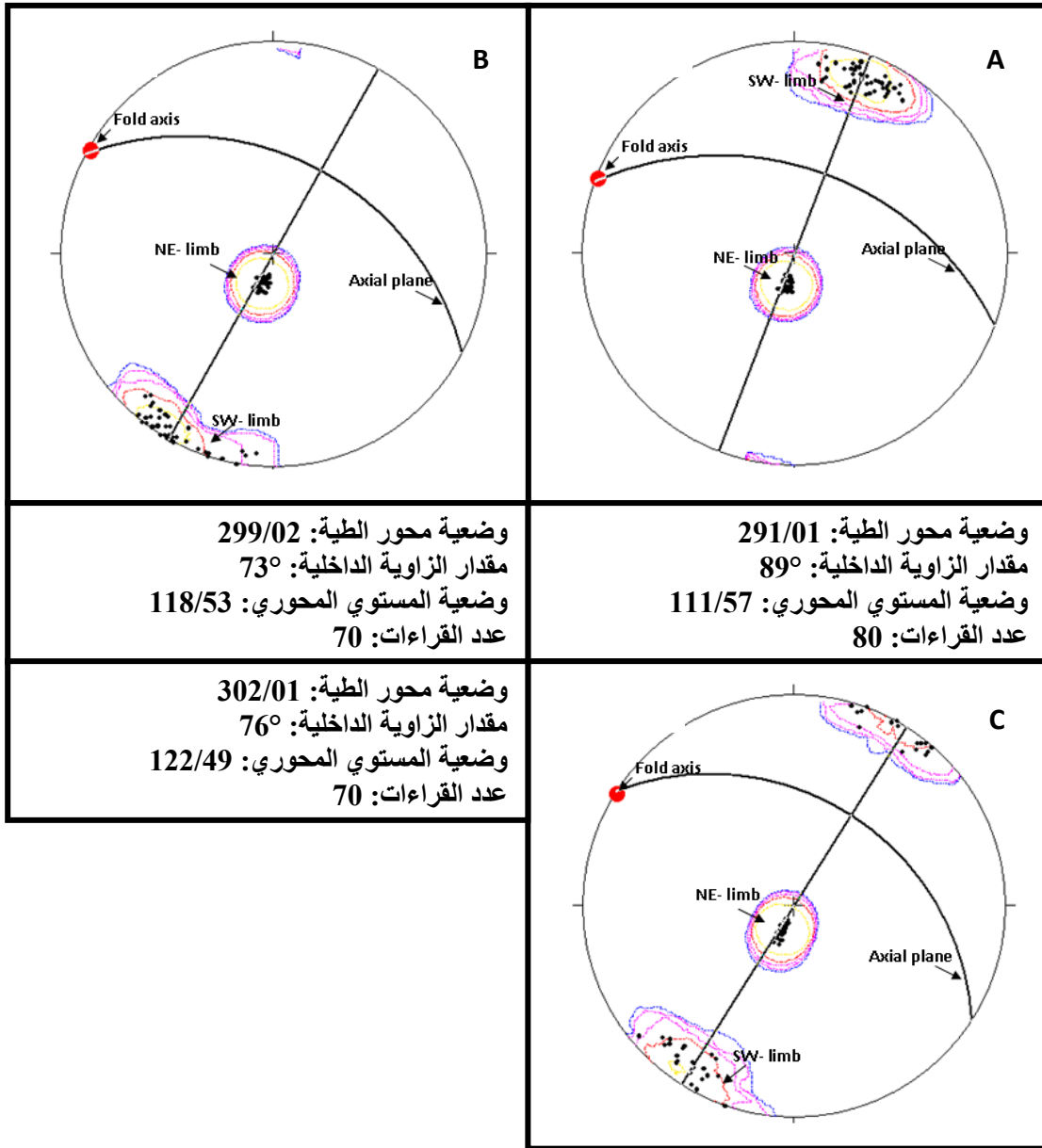
ثم مقارنة النتائج بين تكوين وآخر من خلال (الجدولين 3 و 4)، وفيما يأتي عرض لنتائج التحليل في كل مسار: A تكوين بلاسبي ، B تكوين جركس ، C تكوين كولوش .

المسار الأول:



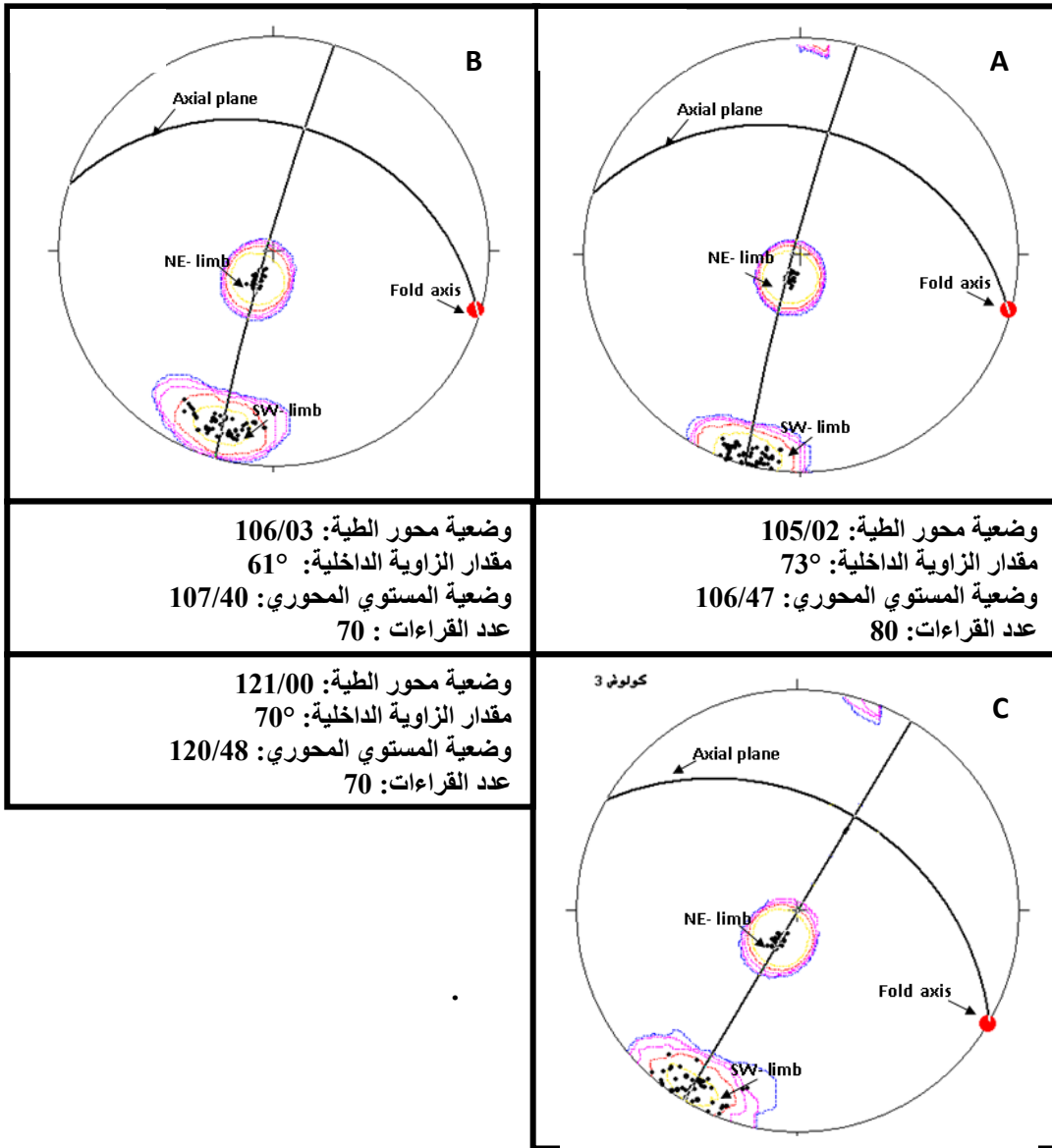
الشكل (9 A , B , C): مخططات باي (PI-Diagram) لتكوينات المسار الأول.

المسار الثاني:



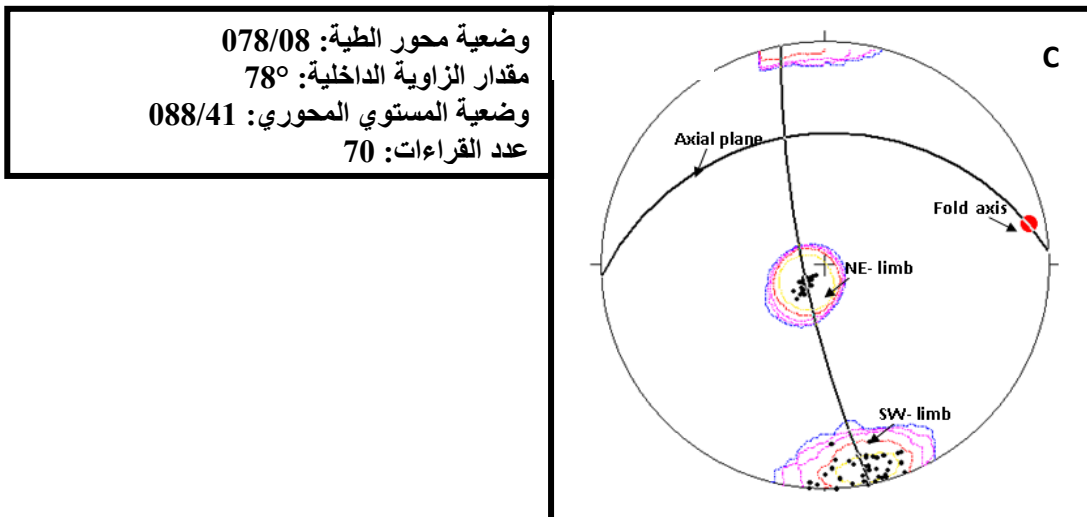
الشكل (10 A , B , C): مخططات باي (PI-Diagram) لتكوينات المسار الثاني.

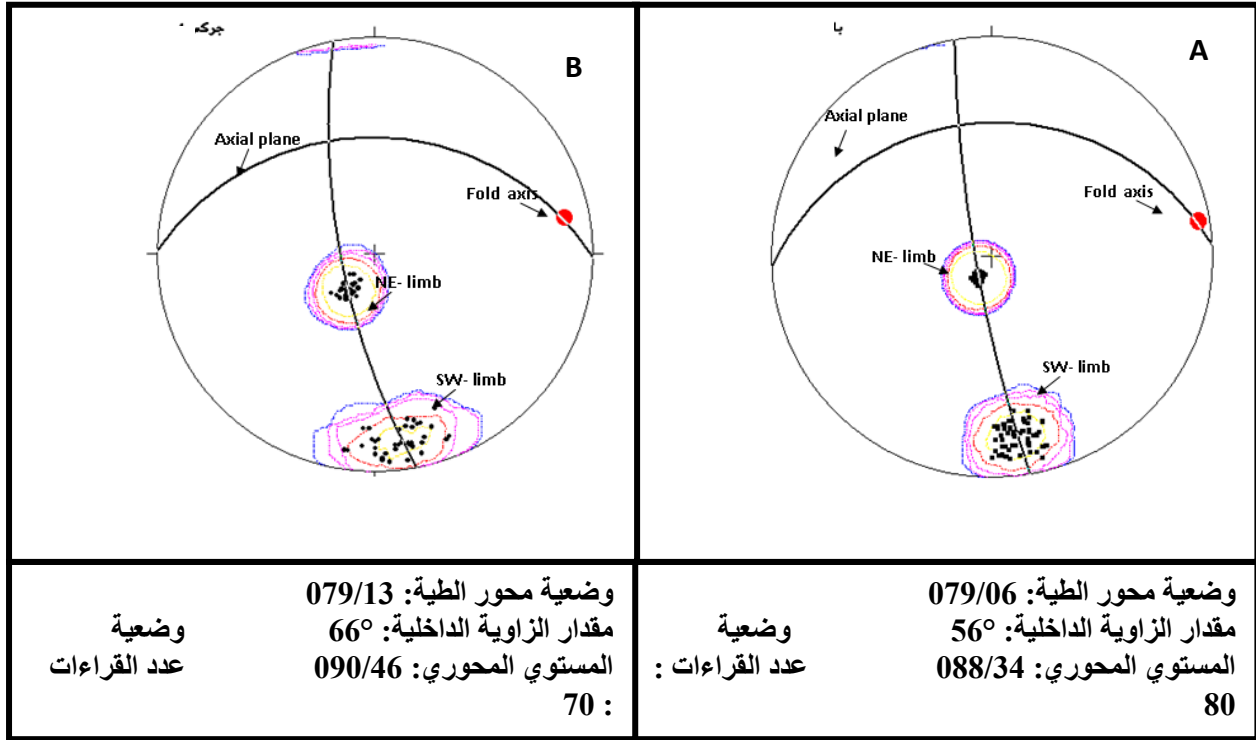
المسار الثالث:



الشكل (A-11, B, C): مخططات باي (PI-Diagram) لتكوينات المسار الثالث.

المسار الرابع:





الشكل (A12 , B , C): مخططات باي (PI-Diagram) لتكوينات المسار الرابع.

الجدول 3: نتائج التحليل الهندسي لطية بريفكا لكل تكوين وفي كل المسارات.

الزاوية الداخلية	وضعية المستوي المحوري	وضعية محور الطية	معدل وضعية الجناح الجنوبي الغربي	معدل وضعية الجناح الشمالي الشرقي	التكوين	المسار
70	115/45	302/07	121/80	086/12	بلاسيبي	الأول
75	117/44	304/07	123/83	081/11	جركس	
82	116/49	301/08	120/89	076/10	كولوش	
89	111/57	291/01	291/78	104/12	بلاسيبي	الثاني
73	118/53	299/02	119/85	110/12	جركس	
76	122/49	302/01	122/86	115/10	كولوش	
73	106/47	105/02	105/85	115/12	بلاسيبي	الثالث
61	107/40	106/03	107/73	120/12	جركس	
70	120/48	121/00	121/82	123/12	كولوش	
52	088/34	079/06	082/62	122/14	بلاسيبي	الرابع
66	090/46	079/13	082/76	127/14	جركس	
78	088/41	078/08	079/83	136/10	كولوش	

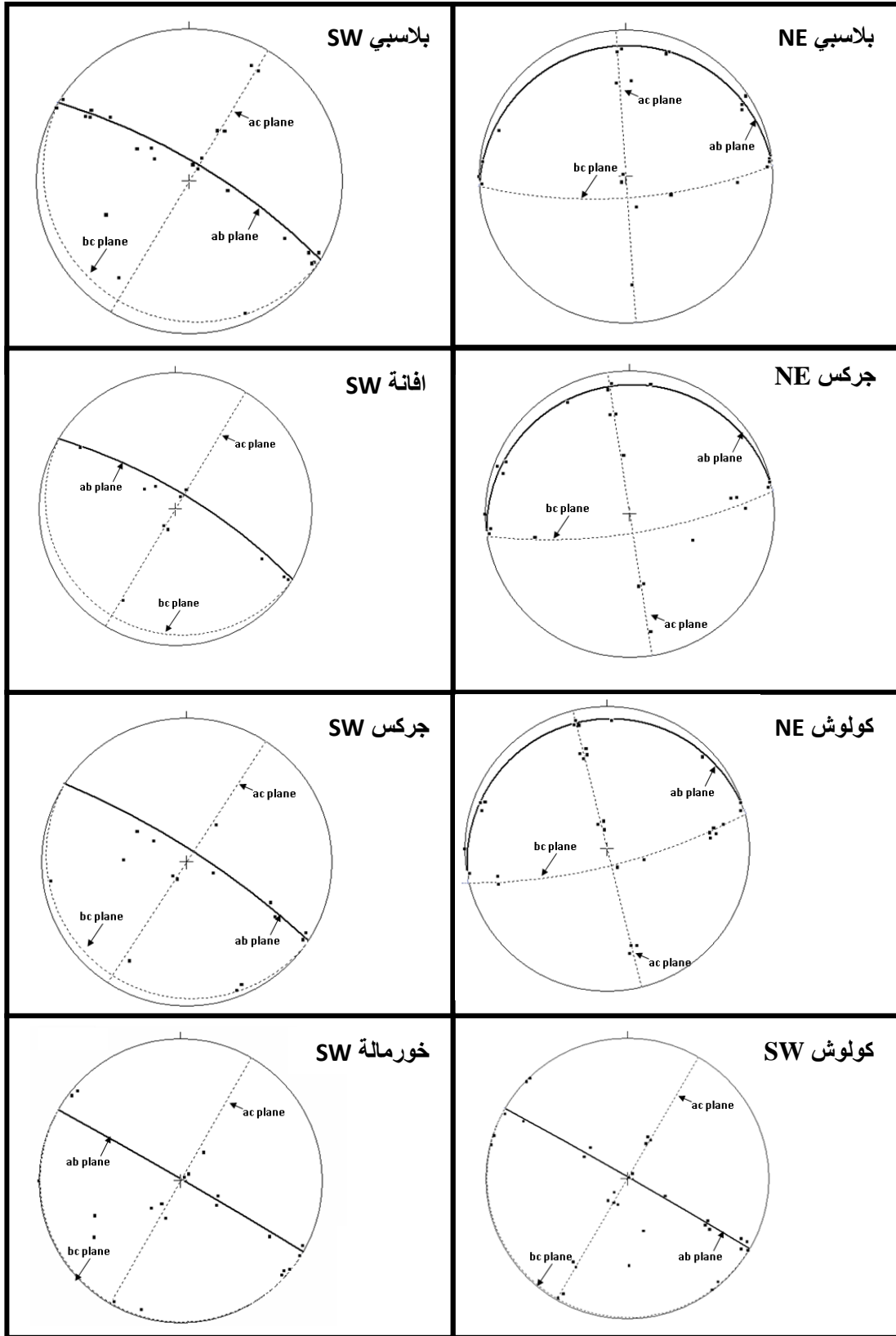
الجدول 4: التصانيف الهندسية لطية بريفا في كل تكوين ولكل المسارات.

المسار	اسم التكوين	(Fleuty , 1964)	(Rickard ,1971)	(Roberts, 1982)	(Ramsay and Huber, 1987)
الأول	بلاسي	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	جرقس	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	كولوش	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	شبه اسطوانية
الثاني	بلاسي	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	جرقس	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	كولوش	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	شبه اسطوانية
الثالث	بلاسي	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	جرقس	مغلقة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	كولوش	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
الرابع	بلاسي	مغلقة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية
	جرقس	مغلقة	طفيفة الغطس	متوسطة الميل	اسطوانية
	كولوش	مفتوحة	شبه أفقية	متوسطة الميل	اسطوانية

التحليل التركيبي للفواصل

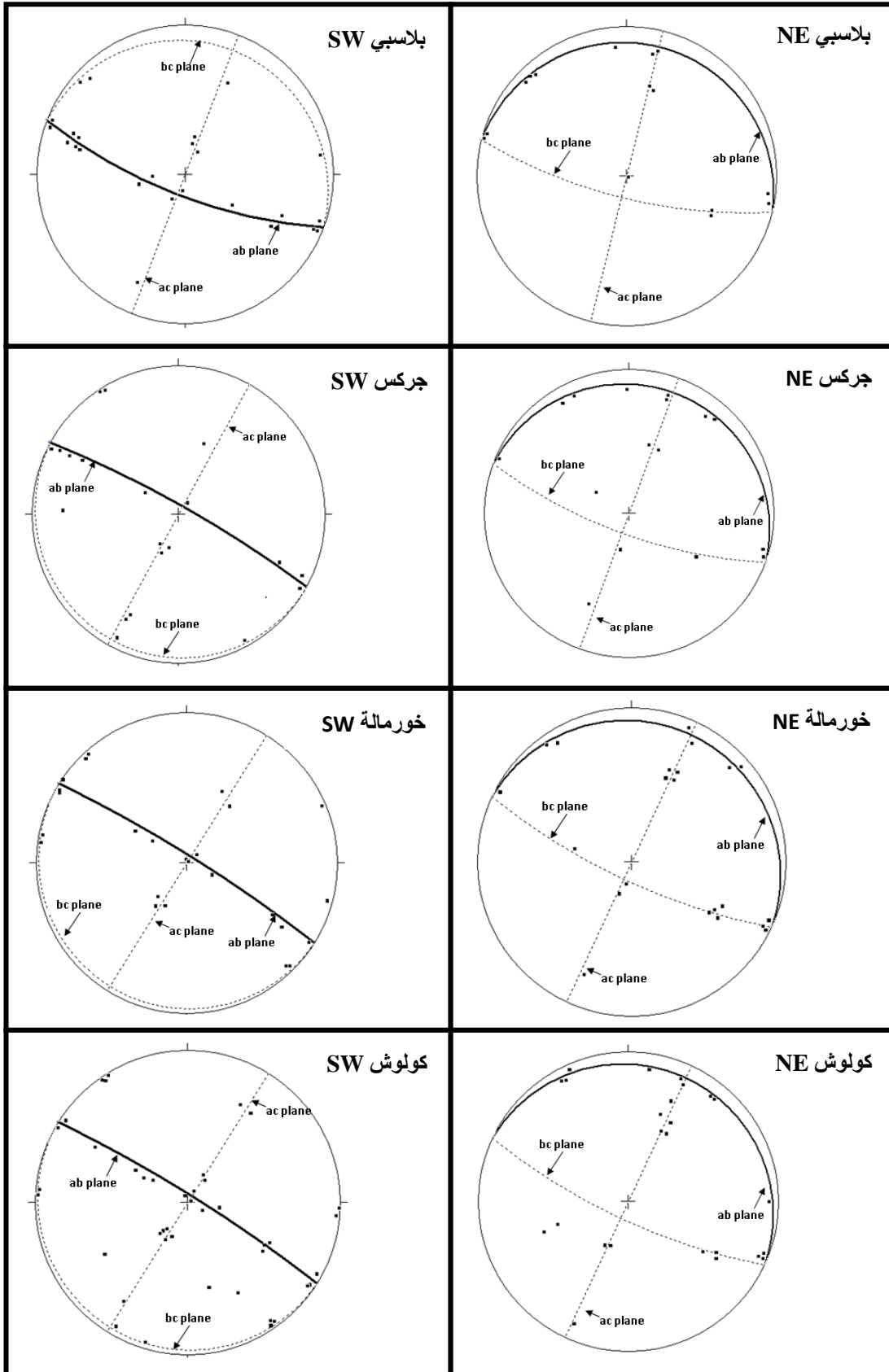
تم تحليل الفواصل هندسيا باستخدام الإسقاط الستريوغرافي وبالاستعانة بالبرنامج (Georient Ver.9)، الاشكال (16، 15، 14، 13). ثم وصف أنواعها وتوزيعها حسب العلاقات التي تربطها مع المحاور التكتونية، (الجدول 5). واختيرت المحطات في كل مسارات الطية اعتمادا على التكوينات المنكشفة فيها، الاشكال (19، 18، 17) وتم استخدام الرمز (>) للإشارة إلى الزاوية الحادة حول المحاور التكتونية. وفيما يأتي نتائج تحليل الفواصل في مسارات العمل:

المسار الأول:



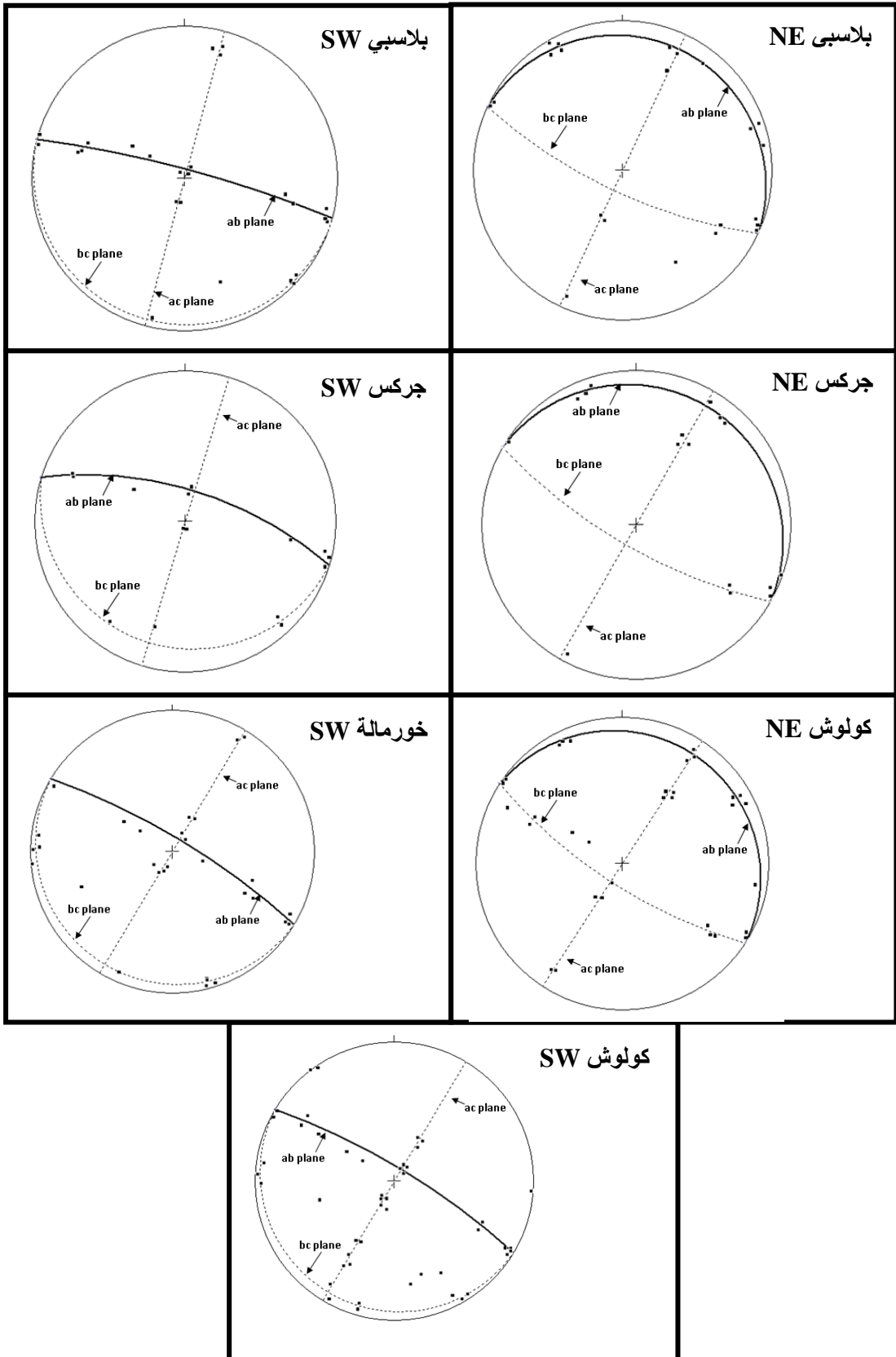
الشكل 13: الإسقاط الستريوغرافي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبق في تكوينات المسار الأول في جناحي الطية.

المسار الثاني:



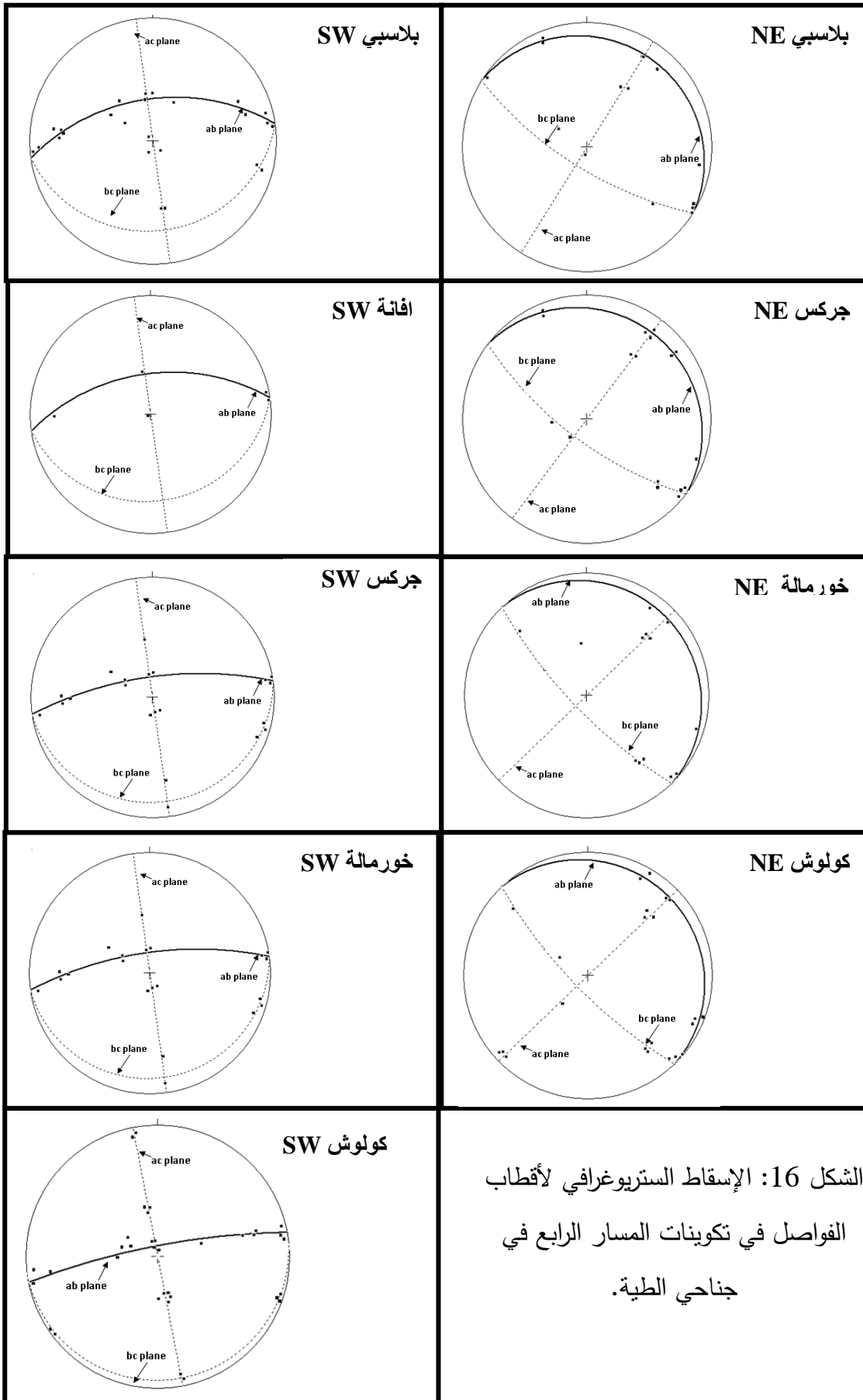
الشكل 14: الإسقاط الستريوغرافي لأقطاب الفواصل مع مستوي التطبيق في تكوينات المسار الثاني في جناحي الطية.

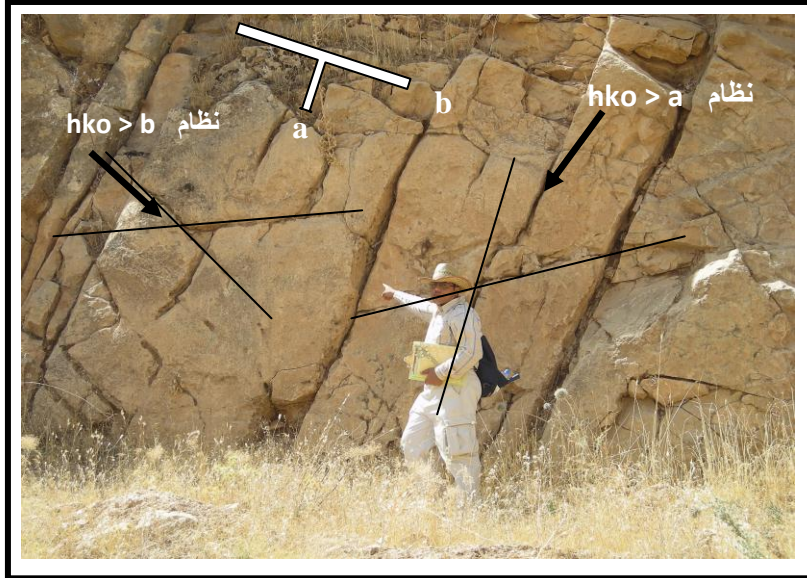
المسار الثالث:



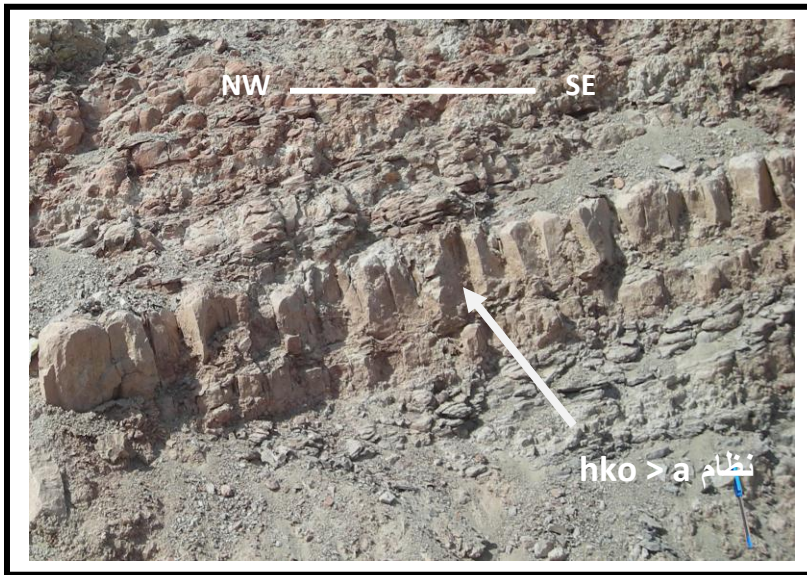
الشكل 15: الإسقاط الستريوغرافي لأقطاب الفواصل في تكوينات المسار الثالث في جناحي الطبة.

المسار الرابع:

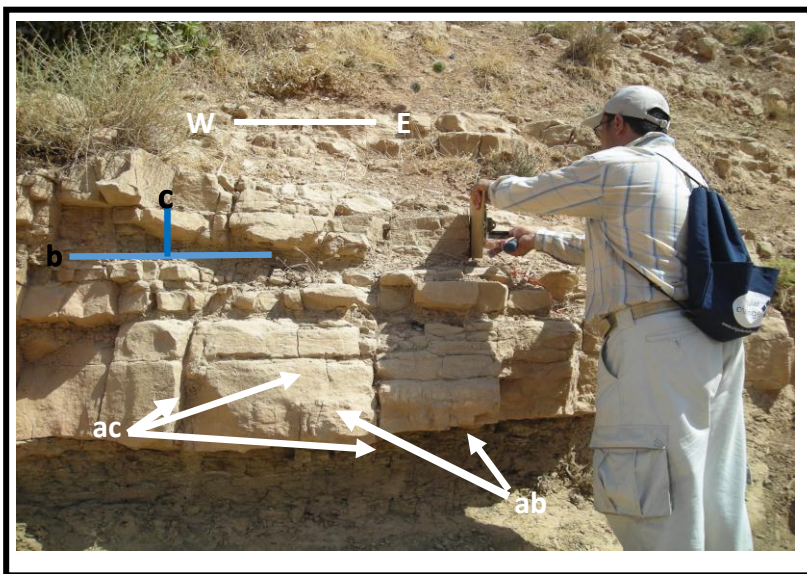




شكل (17) فواصل نظام hko على شكل مستويات مقترنة في تكوين البلاسيبي.



شكل (18) فواصل نظام hko > a في تكوين جركس.



شكل (19) تقاطع فواصل مجموعة ac مع مجموعة ab، في تكوين كولوش.

الجدول 5: معدل النسبة المئوية لمجاميع وأنظمة الفواصل في كل مسار .

النسبة المئوية للفواصل في كل مسار %										المسار
hkl	okl>b	okl>c	hol>a	hol>c	hko>b	hko>a	ab	bc	ac	
5.1	1.7	15.3	9.0	17.5	9.6	14.1	2.3	9.0	16.4	الأول
3.7	1.6	17.4	6.8	17.9	11.1	14.2	1.6	8.9	16.8	الثاني
4.3	2.7	17.6	8.0	16.0	8.0	16.0	2.1	9.0	16.5	الثالث
2.8	1.7	14.0	5.6	16.3	9.6	14.6	2.2	11.2	21.9	الرابع
4	1.9	16	7.35	16.9	9.5	14.7	2.05	9.5	17.9	المعدل

2- الفوالق في منطقة الدراسة:

من خلال نتائج التحليلات التركيبية والملاحظات الحقلية تم استنتاج وملاحظة نوعين من الفوالق في منطقة البحث وهي:

الفوالق الرئيسية:

والمتمثلة بالفالق اللستيري والفوالق المضربية وهذه الفوالق تم استنتاجها بناءً على نتائج التحليل التركيبي والصور الفضائية.

الفوالق الثانوية:

والمتمثلة بالفوالق الاعتيادية والمعكوسة التي تم ملاحظتها حقلياً على مقياس المكشف الصخري. وفيما يأتي وصف هذه الأنواع من الفوالق.

• الفالق اللستيري:

لقد أوضحت دراسة نعمان والعزّاوي (Numan and Al-Azzawi, 1993) تأثير الفوالق اللستيرية في اتجاه اتكاء الطيات في نطاق الفورلاندي في شمال العراق. ويورد (العزّاوي، 2003) بعض الصفات الحقلية التي يمكن بواسطتها تمييز الطيات العائدة للفوالق (Fault-Related Folds) وفيما يأتي عرض لهذه المميزات ومقارنتها مع صفات طية بريفا المحدبة:

1- يتركز الانفعال (Strain) في طيات الانثناء في المنطقة المفصلية للطبقة الصلدة، بينما يلاحظ بأن هناك توزيعاً لمناطق عالية الانفعال ومناطق واطئة خلال الطية العائدة للفالق (Sommaruga, 1997). ويلاحظ أن طية بريفا قد تأثرت بفالق.

- 2- هناك عامل مهم في تمييز الطيات العائدة للفوالق وهي إن العلاقة الهندسية بين الجناح الأمامي، الرامب (Ramp) والجناح الخلفي (Back limb) هي علاقة زاوية أكثر من كونها علاقة تحذب تدريجي (Sommaruga, 1997). وهذا يطابق ما موجود في طية بريفاكا. حيث يرتبط الجناح الجنوبي الغربي مع الجناح الشمالي الشرقي بعلاقة زاوية.
- 3- إن من العوامل الرئيسة المؤثرة في تكوين طية الانثناء هي تباين الصلادة (Competence Contrast) بين الطبقات المطوية، سمك الطبقات فضلا عن تماسك الطبقات (Cohesion) (Ramsay and Huber, 1987) وتتفق طية بريفاكا بسيطرة تكوين البلاسي على تكوينها.
- 4- تمتاز الطيات العائدة للفوالق بعدم تماثلها، وإن الفرق بين ميل جناحيها عال وذلك لكون الفالق قد رفع جناحها الأمامي وأدى إلى زيادة ميله وربما إلى انقلابه وهذا ما لوحظ حصوله في طية بريفاكا حيث سجل الجناح الأمامي ميل عالي وأدى إلى انقلابه موضعياً.
- 5- تمتاز الطيات العائدة للفوالق بسعتها العالية وعدم تماثلها، وتفصل هذه الطيات عن بعضها بعضا طيات مقعرة (Sommaruga, 1997) كما هو الحال في طية بريفاكا التي تمتاز بعدم تماثلها وتفصل بينها وبين طية دهوك طية مقعرة.
- 6- إن وجود الفالق المعكوس مكشوفاً على سطح الأرض قطعاً جناح الطية الأمامي، يدل على أن الطية من النوع العائد لفالق، كما في طية بعشيقية، طية مقلوب، طية عطشان. الخ. وإن عدم انكشاف هذا الفالق لا يعد دليلاً على عدم وجوده. فربما يكون الفالق تحت السطح ولم يتسنى له كسر جناح الطية والانكشاف إلى السطح كما هو الحال في طية بريفاكا. ومن الأمثلة على ذلك طية دهوك وطية دهقان. استناداً للصفات المدرجة أعلاه، يعتقد الباحث أن طية بريفاكا المحدبة هي طية عائدة لفالق قد تأثرت بفالق لستيري وهذا ما بينته تحاليل المسارات الأربعة للطية.

• تغاير سماكات التكوينات الجيولوجية كدلالة لحركة الفالق اللستيري:

أظهرت الدراسة الحالية تأثر الطية بفالق لستيري فورلاندي، ولإيجاد طبيعة الإزاحة عليه، فقد تم دراسة تغاير سمك التكوينات الجيولوجية المكونة للطية بين جناحيها وعلى كل المسارات. وقد تم ذلك من خلال قياس السمك الحقيقي للتكوينات الجيولوجية في تلك المسارات.

اعتمد الباحث على طريقة رولاند (Rowland et al., 2007) في قياس السمك الحقيقي. وتم قياس السماكات الحقيقية لتكويني جركس والبلاسي فقط وفي كل مسارات الطية لانكشاف حديهما السفلي والعلوي، في حين أن تكوين كولوش لا يظهر حده السفلي، أما تكوين افانة وخورمالة فإنهما يظهران بشكل متقطع وبمكاشف صغيرة لا يتجاوز سمكها 5m. واستناداً إلى ما ذكر ومن مقارنة سماكات التكوينات الجيولوجية بين جناحي طية بريفاكا نجد أن سمك التكوينات في الجناح الجنوبي الغربي هي أكبر من مثيلاتها في الجناح الشمالي الشرقي وهذه الحقيقة تظهر متطابقة في كل المسارات، (الجدول 6).

الجدول 6: فرق السمك بين التكوينات الجيولوجية على طرفي الطية ولكل المسارات.

المسار	التكوين	السمك الحقيقي للجناح الشمالي الشرقي (متر)	السمك الحقيقي للجناح الجنوبي الغربي (متر)	فرق السمك (متر)
الأول	بلاسيبي	298.5	585.5	287
	جركس	426	461.5	35.5
الثاني	بلاسيبي	301	687.5	386.5
	جركس	374	480	106
الثالث	بلاسيبي	478	700	222
	جركس	320.5	410.5	90
الرابع	بلاسيبي	424.8	556.8	132
	جركس	266	300	34

• **فوالق الإزاحة المضربية:** من خلال المتابعة الحقلية لحدود تماس التكوينات الجيولوجية وباستخدام المرئيات المأخوذة من القمر الفرنسي (spot image, 1998) وكذلك المرئيات الفضائية التابعة لـ (Google Earth image, 2009)، تبين وجود فالقين مضربين، وفيما يأتي وصف لهذين للفالقين:

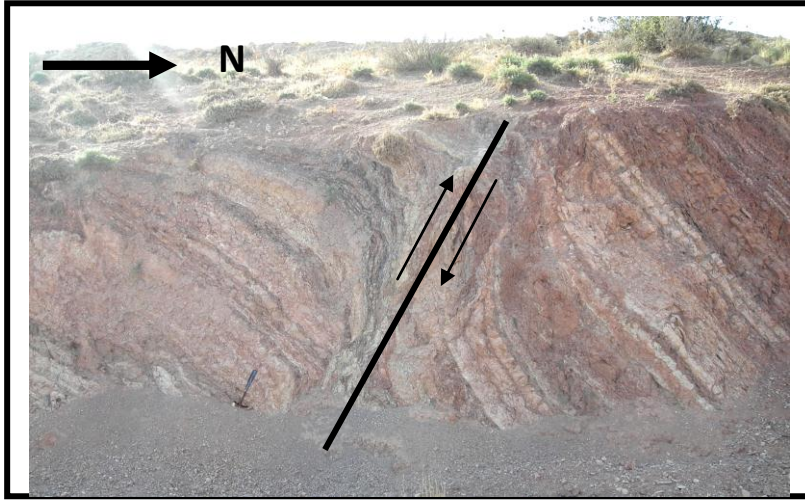
أ- الفالق المضربي (BF1):

يمتد هذا الفالق من الجناح الجنوبي الغربي من الطية قاطعاً المسارات الثاني والثالث بشكل مائل على محور الطية وإلى الجناح الشمالي الشرقي للطية في المسار الرابع ويكون اتجاهه العام شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب. والحركة على هذا الفالق يسارية (Sinistral)، وقد أثرت الإزاحة اليسارية لهذا الفالق على ميل طبقات تكوين البلاسيبي للجناح الجنوبي الغربي في المسار الثاني بحيث غيرت زاوية ميل الطبقات من الانقلاب إلى الميل الاعتيادي، (الشكل 20).

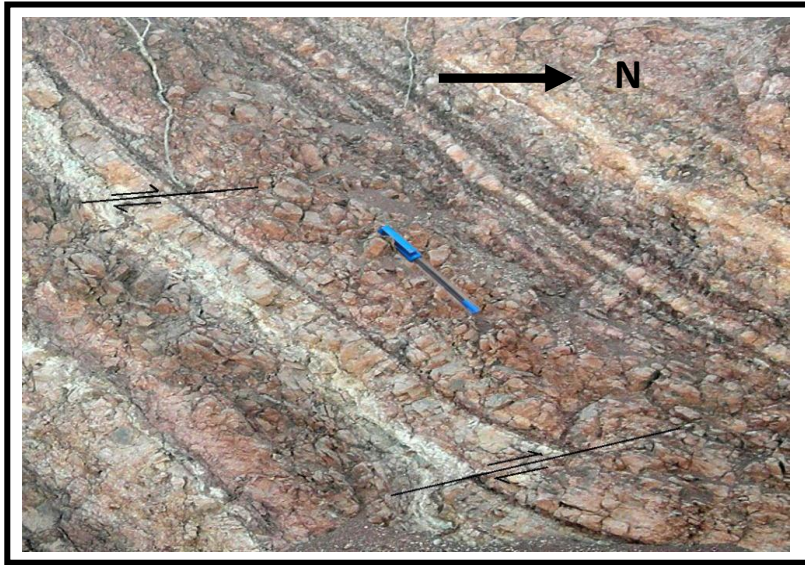
يتقاطع هذا الفالق مع الفالق المضربي (BF2) الواقع عند الغاطس الجنوبي الشرقي والذي يتميز بإزاحة يمينية (Dextral) والفالق المضربي (فالق بيسري) الواقع عند الغاطس الشمالي الغربي والذي تم ذكره في دراسة (الحبيطي، 2008) حيث أن إزاحته يمينية أيضاً (Dextral)، (الشكل 20).

ب- الفالق المضربي (BF2):

يمتد من الجناح الشمالي لطيّة دهقان وصولاً إلى قرية شيخ حسن الواقعة في الجناح الجنوبي الغربي لطيّة بريفا على المسار الرابع وباتجاه الشمال الشرقي، بين الغاطس الغربي لطيّة الشخان والغاطس الجنوبي الشرقي لطيّة بريفا. ويكون الاتجاه العام لهذا الفالق شمال شرق - جنوب غرب ويمتاز بحركته المضربية اليمينية (Dextral)، (الشكل 20). ويفصل هذا الفالق المضربي بين الفالق اللستيري الفورلاندي المؤثر على تكوين طية بريفا وبين الفالق اللستيري الدرزي المؤثر على تكوين طية الشخان. ويعتقد الباحث أن هذا الفالق قد وائم بين حركة فالق بريفا المعكوس وفالق الشخان الاعتيادي.



الشكل 21: الفالق المعكوس الأول ((Drag Fault) والمؤثر على تكوين جركس في الجناح الشمالي الشرقي للمسار الأول.



الشكل 22: الفالق المعكوس الثاني للأعلى، والثالث للأسفل في تكوين جركس في الجناح الشمالي الشرقي للمسار الأول.



الشكل 23: الفالقين المعكوسين الرابع والخامس على شكل فوالق الزحف (Thrust faults)، في تكوين جركس في الجناح الشمالي الشرقي للمسار الأول.

المناقشة والاستنتاجات

لقد أطلق اسم طية بريفا على التركيب الذي درس وتبين انه طية محدبة تقع ضمن نطاق طيات الفورلاندا. يرتبط تكون طية بريفا بعلاقة واضحة مع الطيات المحيطة بها. فقد وجد بأن تأثير الحركة على فالق بيسري في طية بيخير له دور واضح وكبير في هندسية شكل طية بريفا. كذلك تأثير الحركة على فالق (BF2) الذي يفصل بين طية بريفا وطية الشخان كان له دور كبير أيضا في هندسية طية بريفا. ومن ناحية أخرى نجد أن الفالق اللستيري لطية بريفا قد استمر باتجاه الغرب مؤثرا على الجناح الشمالي لطية دهوك مما يؤثر على وضعية الطبقات هناك.

تعد طية بريفا غير متناظرة في كل المسارات. يصل طولها إلى (16) كم وعرضها (6) كم باتجاه (شمال غرب - جنوب شرق) أي باتجاه نطاق زاكروس عدا المسار الرابع فإنها تأخذ اتجاه شرق - غرب تقريبا، وتتكى باتجاه الجنوبي الغربي ومقلوبة موضعيا حيث يكون معدل ميل جناحها الشمالي الشرقي والجنوبي الغربي هو (12°) و (82° مقلوب) على التوالي وفيما يلي الاستنتاجات من خلال اساليب البحث وهي:

الأسلوب الأول: التحليل الهندسي للطية

تبين من خلال تحليل المسارات هندسيا أن ميل الطبقات في الجناح الشمالي الشرقي يتراوح بين ($11^\circ-12^\circ$) درجة لكل المسارات، بينما ينقلب الميل في الجناح الجنوبي الغربي في جميع المسارات ($74^\circ-84^\circ$) باتجاه الشمال الشرقي عدا المسار الثاني الذي يكون ميله (87°) نحو الجناح الجنوبي الغربي، لذا يتضح أن طية بريفا المحدبة هي طية غير متناظرة ومكئة نحو الجنوبي الغربي في جميع المسارات عدا المسار الرابع حيث يكون اتكائها نحو الجنوب تقريبا، وتبين أن محور الطية يغطس بمقدار 7° درجات باتجاه الشمال الغربي بالمسار الأول و 10° درجات باتجاه شرق شمال الشرق بالمسار الرابع ويكون أفقي في المسار الثاني وشبه أفقي في المسار الثالث وهذا يعني أن المسارين الثاني والثالث يمثلان وسط الطية . أما اتجاه المحور فهو باتجاه شمال غرب-جنوب شرق في المسارات الثلاثة الأولى ثم ينحرف في المسار الرابع ليصبح باتجاه شرق-غرب تقريبا، وسبب انحرافه يعود إلى تأثير الحركة على الفالقين المضربيين (BF1) و(BF2). وفيما يتعلق بالمستوى المحوري وجد أن أكبر ميل له يكون في المسار الثاني و اقل ميل في المسار الرابع وهذا يدل على أن أعلى اتكاء للطية كان في المسار الرابع وأوطأ اتكاء كان في المسار الثاني وهي نتيجة مطابقة لنتائج الزاوية الداخلية التي كانت أكبر قيمة لها في المسار الثاني و اقل قيمة لها في المسار الرابع. ومن هنا يظهر أن المسار الثاني الذي يمثل وسط الطية كان أوطأ طياً من بقية المسارات وان المسار الرابع كان الاشد طياً وهذا عكس المتوقع النظري، إذ يجب أن يكون وسط الطية اشد طياً من منطقة الغطس. ويعتقد الباحث أن سبب ذلك يعود إلى ترتيب الفوالق المضربية (BF1) اليساري، (BF2) اليميني و(فالق بيسري) اليميني والتي تأخذ شكل نظام ($hko > a$)، وهذا بدوره جعل طية بريفا تقسم إلى جزأين متعاكسين بالحركة، الجزء الأول محصور بين فالقي (BF1) و(BF2) ويتحرك باتجاه الشمال الشرقي بعكس

اتجاه القوى الإقليمية والذي سبب انحراف محور الطية من شمال غرب- جنوب شرق في المسارات الثلاثة الأولى إلى اتجاه شرق - غرب تقريبا في المسار الرابع، وكذلك أدى إلى جعل المسار الرابع القريب من الغطس أعلى اتكاء وأعلى طيا وتطورا واصغر زاوية داخلية من بقية المسارات، والجزء الثاني محصور بين فالقي (BF1) و(فالق ببسري) ويتحرك باتجاه الجنوب الغربي مع اتجاه القوى الإقليمية مما أدى إلى جعل المسار الثاني الذي يمثل منتصف الطية أوطأ اتكاء و أوطأ طيا وتطورا وأكبر زاوية داخلية من بقية المسارات.

وفيما يتعلق بالتصنيف الهندسي لطية بريفا، وجد أنها طية أفقية حسب تصنيف (Rickard, 1971) وطية أفقية متوسطة الميل حسب (Roberts , 1982) في جميع المسارات. وتكون شبه أفقية متوسطة الميل حسب تصنيف (Fleuty,1964) في كل المسارات عدا المسار الرابع حيث تكون طفيفة الغطس متوسطة الميل بسبب ارتفاع قيمة الغطس في هذا المسار. وهذا يعني أنها منتظمة هندسيا. أما حسب تصنيف (Ramsay and Huber, 1987) فنجد أن الطية تكون اسطوانية عند مناطق الغطس (المسارين الأول والرابع)، وتكون شبه اسطوانية عند منتصف الطية (المسارين الثاني والثالث). وتكون مفتوحة (open fold) بالمسارين الأول والثاني ومغلقة (Close Fold) بالمسارين الثالث والرابع حسب تصنيف (Fleuty,1964) المعتمد على الزاوية الداخلية وهذا يشير إلى أن شدة عملية الطي كانت تزداد باتجاه المسار الثالث ثم الرابع.

الأسلوب الثاني التغيرات العمودية لطرز الطية ومدلولاتها التكتونية:

اجريت دراسة فيما إذا كانت هناك تغيرات عمودية لطرز الطية مع الزمن الجيولوجي وتبين أن طية بريفا تكون غير متناظرة ومتكئة باتجاه الجنوب الغربي في تكوينات كل المسارات عدا في تكوينات المسار الرابع الذي كان الاتكاء فيه باتجاه الجنوب بسبب انحناء محور الطية إلى اتجاه الشرق. ومن خلال مقارنة وضعية محور الطية بالاتجاه العمودي لم يلاحظ وجود تغير معتبر في اتجاه محور الطية بين تكوين كولوش وتكوين بلاسبي وبذلك يمكن اعتباره ثابتا في المسارين الأول والرابع. في حين كان هذا التغير واضحا وبعكس اتجاه عقرب الساعة من تكوين كولوش إلى تكوين بلاسبي في تكوينات المسارين الثاني والثالث وبمقدار (11-16) درجة على التوالي.

وفيما يخص التغير العمودي في ميل المستوي المحوري وجد أنه يتغير بشكل عشوائي ولا يمكن بناء استنتاج عليه. أما التغير العمودي في الزاوية الداخلية فكان على العكس تماما من الرأي القائل أن عملية الطي حصلت تدريجيا ويدل على أن الطي حصل بعد ترسيب جميع التكوينات الجيولوجية أي بعد عصر المايوسين مقارنة مع (Numan and Al-Azzawi,2002)، (الحبيطي، 2008)، (الخاتوني، 2009) وهذا يطابق ما وجدته (Homke et al,2004) في دراسته للطباقية المغناطيسية في إيران من أن نمو الطبقات في تكوين الطيات قد بدأ في عصر المايوسين المتأخر، ففي المسارين الأول والرابع تقل الزاوية الداخلية من تكوين كولوش إلى تكوين البلاسبي. أما فيما يخص تكوينات المسارين الثاني والثالث فإن الزاوية

الداخلية تقل من تكوين كولوش باتجاه تكوين جركس ثم تعود لارتفاع ثانية في تكوين البلاسي وسبب ذلك يعود إلى تأثير الفالق المصيري (BF1) اليساري الإزاحة الذي أثر هندسيا بشكل كبير على ميل الطبقات لتكوين البلاسي في الجناح الجنوبي الغربي، حيث عمل على تقليل الميل وحوله من الوضعية المقلوبة إلى الوضعية الاعتيادية وهذا بدوره عمل على زيادة الزاوية الداخلية في تكوين البلاسي في هذين المسارين.

الأسلوب الثالث التحليل التركيبي للفواصل:

وجد من خلال الدراسة الحالية أن فواصل مجموعة ac وفواصل النظام $okl > c$ هي أكثر أنواع الفواصل انتشاراً وشيوعاً في المسارات كلها، وتبين أن نظام $hko > a$ قد سجل بنسب أعلى من نظام $hko > b$ مما يشير إلى أن طور الانضغاط الذي تعرضت له الطبقات أثناء عملية الطي في كل المسارات كان أكبر من طور الاستطالة أو الاسترخاء وهذا ما حصل للفواصل في مناطق الفورلاندي بالمقارنة مع الدراسات السابقة. يشير تواجد نظام $hko > b$ والتناوب العمري بينه وبين نظام $hko > a$ إلى تأثير المنطقة بالنضبات التكتونية. وأظهرت الدراسة الحالية أن فواصل نظام $okl > c$ ونظام $hol > c$ بصورة عامة كانت منتشرة وبنسب عالية في كل المسارات، أي أن عملية الرفع التكتوني كانت عالية، وإن طغيان وجود هذين النظامين يتجاوز إمكانية تكونهما بواسطة الإجهادات الشاقولية الثانوية. لذا فإن وجودهما بهذه النسبة يؤيد تأثير الطية بالفالق اللستيري. وأكدت الدراسة الحالية شيوع وانتشار فواصل نظام $hol > c$ في المسار الثاني، ويأتي بعدها من حيث الانتشار نظام $okl > c$ ، وبما أن هذين النظامين يدلان على طغيان الإجهادات الشاقولية لذا فإن عملية الرفع التكتوني كانت أعلى من الإجهادات الأفقية التي تعرضت إليها الطية في هذا المسار خاصة. أما في المسار الرابع فإن الحالة معكوسة تماماً حيث وجد شيوع وتوافق نظام $hko > a$ مع فاصل ac وهذا يدل على تأثير الإجهادات الأفقية كان كبيراً مقارنة بقوة الرفع التكتوني. وفيما يتعلق بشيوع فواصل نظام $hko > a$ في المسار الثالث، فيعتقد الباحث أن سببه هو ترافق هذا النظام مع الفالق المصيري (BF1)، حيث تطابقت حركته مع توزيع القوى على هذا النظام.

الأسلوب الرابع الفوالق في منطقة الدراسة:

أظهرت الدراسة الحالية من خلال استخدام المرئيات المأخوذة من القمر الفرنسي (SPOT image, 1998) والمرئيات الفضائية لـ (Google Earth image, 2009)، والملاحظات الحقلية لحدود التماس للتكوينات الجيولوجية تأثر طية بريفكا بثلاثة فوالق مضرية هي (BF1 يساري الإزاحة، BF2 يميني الإزاحة وفالق بيسري يميني الإزاحة أيضاً). ومن خلال دراسة تغاير سماكات التكوينات الجيولوجية بين جناحي الطية تبين تأثير الطية بفالق لستيري فورلاندي الاتكاء. حيث وجد أن سمك التكوينات في الجناح الجنوبي الغربي أعلى من سمك التكوينات في الجناح الشمالي الشرقي مما يشير إلى حدوث هبوط للحوض الرسوبي في منطقة الجناح الجنوبي الغربي للطية مقارنة مع منطقة الجناح

الشمال الشرقي. ومن خلال اتجاه انكفاء الطية نحو الجنوبي الغربي تبين أن نوع الفالق اللستييري هو فورلاندي. وبالاعتماد على اتجاه الإجهادات الإقليمية فإن الحركة على هذا الفالق اللستييري الفورلاندي المقترح هي من النوع المعكوس وذلك لكون ميل مستوي الفالق باتجاه الشمال الشرقي، وأن الجناح الشمالي الشرقي قد ارتفع نسبة إلى الجناح الجنوبي الغربي، وكذلك تم الاستدلال على الامتداد الجانبي للفالق اللستييري من خلال تأثيره على تغاير سماكات التكوينات بين المسارات الأربعة مع بعضها البعض ومن تأثيره على ميل الجناح الجنوبي الغربي فجعلها تزداد ميلا في المناطق التي يقع اثره فيها ووجد أن انعكاس الحركة على الفالق اللستييري في طية بريفا قد أثر على سمك تكويني جركس والبلاسي مما أدى إلى ظهور سمك هذين التكوينين في الجناح الجنوبي الغربي بشكل اكبر من الجناح الشمالي الشرقي. وهذا يشير إلى أن تكويني جركس والبلاسي قد تأثرا كلاهما بانعكاس الحركة على الفالق اللستييري. وتبين أيضا أن فرق السمك بين جناحي الطية في تكوين جركس هو اقل من فرق السمك بين جناحي الطية في تكوين البلاسي وعلى كل المسارات، مما يشير إلى أن عملية انعكاس الحركة على الفالق اللستييري قد بدأت قبل الايوسين الأوسط لكن بإزاحة قليلة وهذه الإزاحة ازدادت في نهاية عصر الايوسين الأوسط حيث أثرت على تكوين البلاسي بشكل أكبر بدليل فرق السمك العالي بين جناحي الطية.

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. 129 صفحة.
- الخاتوني، صدام عيسى، 2009. التحليل التركيبي والتفسير التكتوني لطية الشخان المحدبة - شمال العراق. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل. 161 صفحة.
- العزّاوي، نبيل قادر، 2003. التطور التركيبي لشكل طيات نطاق الفورلاندي في العراق ومدلولاته التكتونية. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل. 208 صفحة.
- ألكاظمي، جاسم، سازكيان وفاروحيان، 1996. خارطة العراق التكتونية - الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد.

المصادر الأجنبية

- Buday, T., 1973. Regional Geology of Iraq. NIMCO. Unpub., Baghdad, Iraq.
- Buday, T., and Jassim, S. Z., 1984. "Tectonic Map of Iraq", Scale 1:1000000, Folded Zone Part, SOM Library, Baghdad.
- Buday, T., and Jassim, S. Z., 1987. The Regional Geology of Iraq, Vol. 2, Tectonism, Magmatism, and Metamorphism, Directorate of Geological Survey and Mineral Investigation, Baghdad, 352 p.
- Fleuty M.J, 1964. The Description of Folds, Proc.Geol. Ass. London, Vol. 75, pp. 470 - 488
- Homke, S., Verges, J., Garces, M., Emami, H. and Karpuz, R., 2004. Magnetostratigraphy of Miocen-Pliocen Zagros Foreland Deposit in the Front of the Push-E Kush Arc (Lures tan Provence, Iran). Earth and planetary Science Letters Vol. 225, pp. 397 - 410.
- Numan, N.M.S., and Al-Azzawi, N. K., 1993. Structural and Geotectonic Interpretation of Vergence Directions of Anticlines in the Foreland Fold of Iraq. Abhath Al-Yarmouk ("Pure Science and Engineering", Yarmouk University, Jordan) Vol. 2, No. 2.
- Numan, N.M.S., 1997. A Plate Tectonic Scenario for the Phanerozoic Succession in Iraq. Journal of Geol. Soc. Iraq, Vol. 30, No. 2.
- Numan, N. M. S. and Al-Azzawi, N. K. B., 2002. Progressive Versus Paroxysmal Alpine Folding in Sinjar Anticline Northwestern Iraq, Iraqi Jour. of Earth Science, Vol. 2, No. 2, pp.59 - 69.
- Ramsay, J. G., and Huber, M. I., 1987. The Techniques of Modern Structural Geology: Vol.2, Folds and Fractures, Academic Press, London, UK, 700 p.
- 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, NewYork, 332 p.
- Rowland, S., et al., 2007. Structural Analysis and Synthesis a laboratory Course in Structural Geology, 3rd ed., Blackwell Scientific pub., Inc., California, 301p.
- 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.