----- المجلة العراقية لعلوم الأرض ، عدد خاص*(الجزء الاول)، ص 110-124، 2002 -----

هندسية ومنشأية الفواصل في منطقة بعشيقة

نبيل قادر العزاوي ميادة محمود الدليمي

قسم علوم الأرض ــ كلية العلوم

جامعة الموصل

الملخص

وجد من دراسة الفواصل في تكوين البلاسبي ،تكوين الفتحة و تكوين انجانة في منطقة بعشيقة ، انتشار مجموعتين رئيسيتين متعامدتين من الفواصل هما a c و bc مع تواجد بعض انظمة الفواصل باعداد قليلة.

كانت الاجهادات القديمة التي كونت الفواصل a c و hko الحاد حول a في صخور هذه المنطقة ذات اتجاه ثابت (شمال ــ جنوب) قبل واثناء تكون الطية من الايوسين إلى ما قبل البلايوسين. أما مجموعة الفواصل bc فقد تكونت أثناء تكون الطية بأسلوب التشوه المفصلي وأسلوب التشوه الجناحي وباجهاد اتجاهه شمال شرق ــ جنوب غرب وشمال ــ جنوب على التوالي. أما فترة ما بعد تكون الطية فيعتقد بأن الفواصل h ko الحاد حول b قد تطورت إلى ازاحات مضربيه تحت سطحية أثرت على هندسية طية بعشيقة.

Geometry and Genetics of Joints In Bahshiqa Area

Nabeel K. Al- Azzawi **Mayada M. Al-Dulaymi**

Dept. of Geology
College of Science
Mosul University

ABSTRACT

Two main sets of joints were found in Pila Spi , Alfatha , and Injana formations in Bahshiqa area. These sets are ac & bc joints. Joint system were also found but in minor amount.

The paleostress δ1 which was responsible for the formation of ac and hko acute about a joints, was trending north– south before and during the formation of the major anticline (from Middle Eocene – pre-Pliocene).

The bc type of joints was formed during the fold formation by two mechanism types (hinge deformation and limb deformation). In these two mechanisms, the axis δ1 was trended northeast – southwest and north– south respectively. At the pre-folding time the hko acute about b developed to form subsurface strike slip displacements which influenced the geometry of Bahshiqa Anticline.

---

*بحوث المؤتمر القطري الاول لعلوم الارض / جامعة الموصل

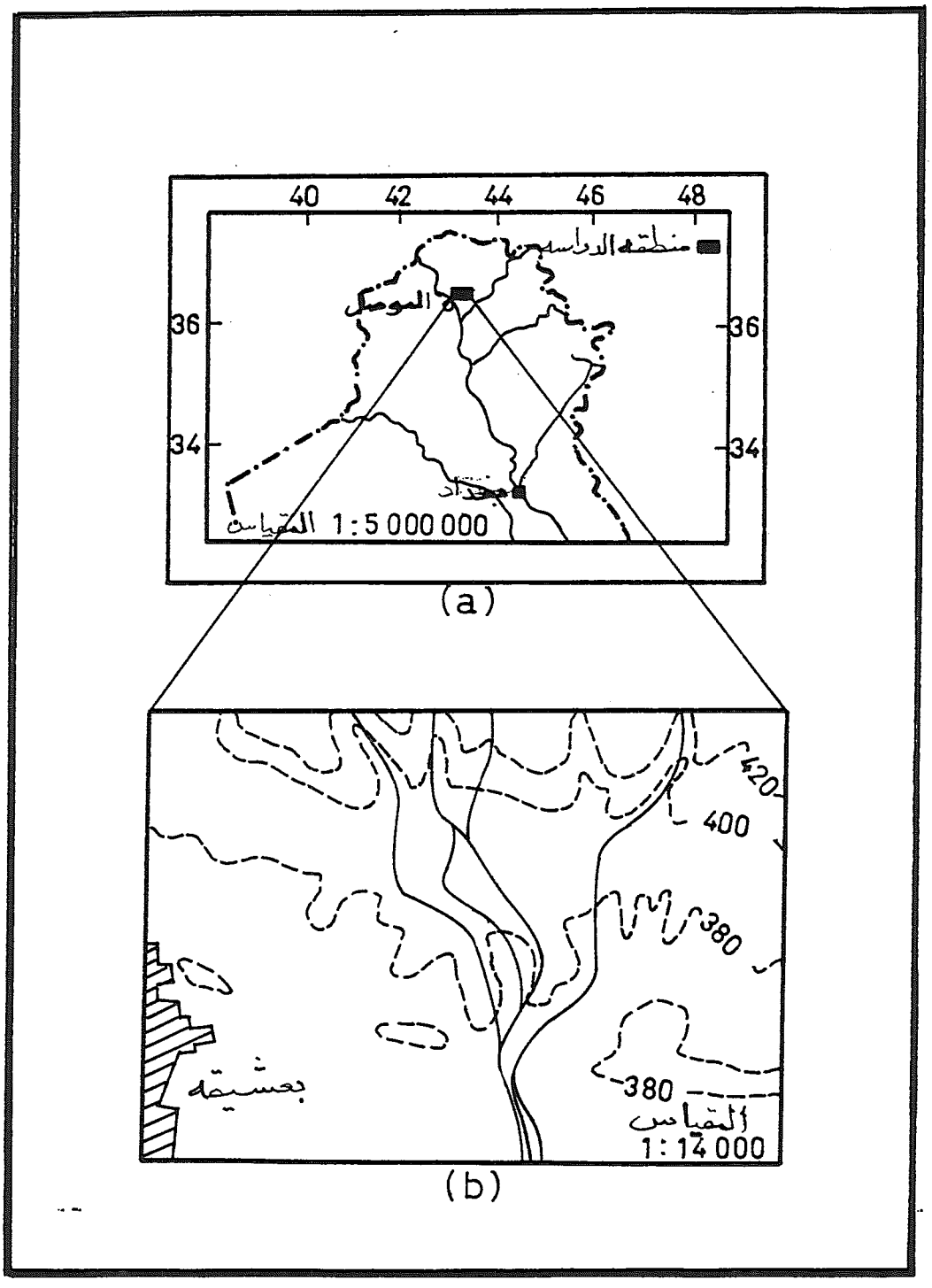
المقدمة

تقع منطقة بعشيقة في الجزء الشمالي الشرقي من العراق ، 25 كم شمال شرق مدينة الموصل (الشكل 1). تتضمن المنطقة طية بعشيقة والتي توصف بأنها طية محدبة ،ثنائية الغطس ،غير متماثلة حيث أن جناحها الجنوبي الغربي أكثر ميلا من الجناح الشمالي الشرقي، وتمتد باتجاه شمال غرب ــ جنوب شرق. أن الجزء المنكشف من التتابع الطبقي يضم كلا من التكوينات التالية: أولا تكوين البلاسبي (ألايوسين ألاوسط وألاعلى) وينكشف هذا التكوين في المنطقة الوسطية ويضم لب وجزء من جناحي الطية . ثانيا : تكوين الفتحه (المايوسين الأوسط)، الذي يقع فوق تكوين البلاسبي وينكشف هذا التكوين على شكل مكاشف صخرية موزعه على جناحي الطية. ثالثا : تكوين انجانه (المايوسين الأعلى) الذي يقع فوق تكوين الفتحه ويظهر أحيانا على شكل صخور مستمرة الانكشاف أو على شكل مكاشف صخرية موزعه نتيجة لتغطيتها بالرواسب الحديثة.

وصف العزاوي (1982) طية بعشيقة المحدبة وذكر بأنها تمتد شمال غرب ــ جنوب شرق بطول 15كم ، سعتها ونصف طولها الموجي بحدود 200م و 5كم على التوالي، وذات غاطسين قليلي الميل حيث يقع الغاطس الشمالي الغربي قرب قرية كانونة . أما الغاطس الجنوبي الشرقي فيقع قرب طريق موصل ــ عقرة . وذكر العزاوي (نفس المصدر) أن طية بعشيقة طية غير متناظرة مائلة نحو الجنوب الغربي وان ميل الجناح الشمالي الشرقي والجناح الجنوبي الغربي هو بمعدل 26 و 62 درجة على التوالي .إن وضعية محور الطية هي 110/8 عند الغاطس الجنوبي الشرقي، وان وضعية المستوي المحوري هي 110/13 وتبلغ قيمة الزاوية الداخلية 92 درجة. وهي طية ذات مفصلين، يقع المفصل الشمالي الشرقي بين المنطقة المفصلية والجناح الشمالي الشرقي ووضعيته 125/2 ، أما المفصل الجنوبي الغربي فيقع بين المنطقة المفصلية والجناح الجنوبي الغربي ووضعيته 286/3 .

لقد دُرست منطقة بعشيقة من قبل عدة باحثين ، وكل باحث تناول المنطقة من جانب مختلف ، (Buday,1973) صنف المنطقة ضمن الرف غير المستقر (Unstable shelf) ، العزاوي (1982) درس الطراز التكتوني لطية بعشيقة وفصلها عن طية الفاضلية ، (Barwary,1983) درس جيولوجية المنطقة بشكل عام، (Numan& Bakose ,1985) ربطا بين الحقيقة الجيولوجية الحقلية مع معطيات التحسس النائي، (Salih & Al-daghstani ,1991) اقترحا نظام تكتوني للمنطقة ، واخيرا (Numan et.al.,1998) فسر وجود الفواصل المرافقة للترسيب (Synsedimentary Joints) وكانت بعشيقة جزء من المنطقة المدروسة.

جمعت القياسات المتعلقة بالفواصل على طول مسار اختير عموديا على محور طية بعشيقة ويضم أحسن انكشاف للتكوينات الثلاثة (البلاسبي ، الفتحة ، وانجانة). هذا بالإضافة إلى المعلومات التي جمعت من مناطق مختلفة من الطية . إن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تحليل الفواصل وتصنيفها هندسيا



الشكل (1) يوضح منطقة الدراسة

إلى مجاميع وأنظمة وإيجاد اتجاه الاجهادات القديمة التي كونتها ، ثم جدولت هذه الاجهادات حسب عمرها النسبي وما اذا كانت رئيسية ام ثانوية وبالتالي استنتاج اصل تكوين كلِ نوع من الفواصل وعلاقته مع تكوين طية بعشيقة.

هندسية الفواصل

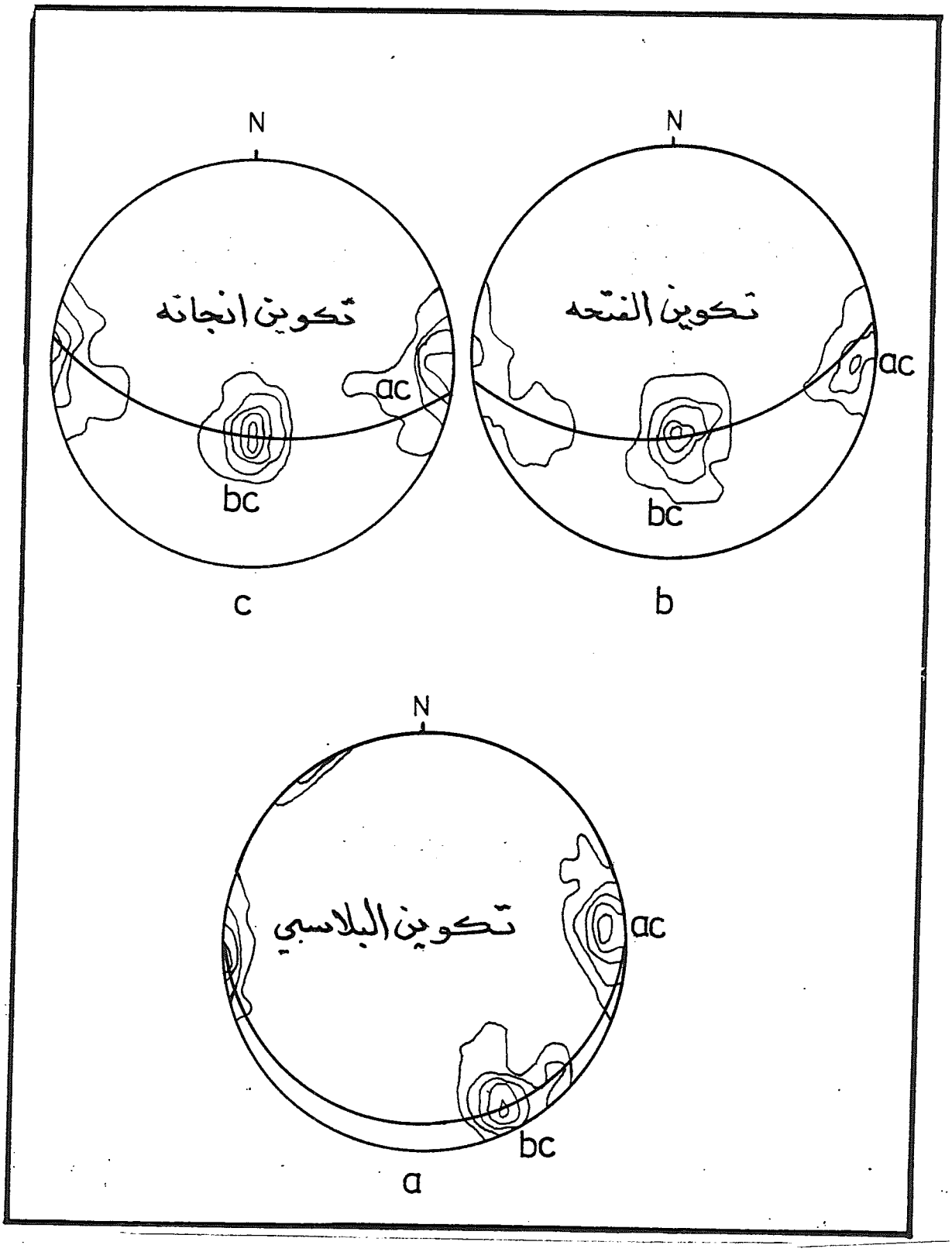
لقد اعتمدت هذه الدراسة على تصنيف الفواصل التي وجدت في التكوينات الثلاثة حسب علاقتها الهندسية مع المحاور التكتونية الثلاثة (a ,b &c) .وترتبط هذه المحاور بعلاقة هندسية مع الطية ، فالمحور a يوازي اتجاه ميل الطبقات وعمودي على محور الطية ،فيما يوازي المحور b محور الطية ويتعامد المحور c مع مستوي الطبقات (Ramsay & Huber,1987) استنادا إلى ذلك فقد صنفت الفواصل في التكوينات الثلاثة وكما يلي:

1-الفواصل في تكوين البلاسبي:

تم إسقاط (92) قراءة لمستويات فواصل هذا التكوين على شكل أقطاب على الشبكة القطبية (Polar net) ،ثم رسم الشكل الستيريوغرافي الكنتوري لهذه الفواصل كما في الشكل (2a) . تبين من هذا الشكل أن هناك مجموعتين من الفواصل وان معدل وضعية المجموعة الأولى هو (356/82) ، وتصنف على أنها فواصل من مجموعة ac حسب علاقتها الهندسية مع المحاور التكتونية الثلاثة . أما معدل وضعية المجموعة الثانية فهي (062/80) والتي تصنف على أنها فواصل من مجموعة bc على الرغم من عدم تعامدها مع الفواصل ac ,ولو ظهر لنا تجمع يمثل المستوي الثاني للقص The complimentary plane في الشكل (2a) لاعتبرت فواصل قصية تتبع احد انظمة الفواصل لكن عدم وجود هكذا تجمع جعلنا نعتبرها فواصل من نوع bc . إن هاتين المجموعتين تمثلان الفواصل الأكثر انتشارا في المنطقة إضافة إلى ذلك هنالك أنظمة فواصل من نوع hko الحاد حول a و hko الحاد حول b وhol الحاد حول c . وقد لوحظ في الحقل أن هذه الفواصل متواجدة باعداد قليلة في المنطقة.

2-الفواصل في تكوين الفتحة:

إن الشكل (2b) هو الشكل الستيريوغرافي الكنتوري لإسقاط (65) قطب من الفواصل جمعت من هذا التكوين . وان هذا الشكل يوضح وجود مجموعتين متعامدتين من الفواصل ذات انتشار واسع . إن وضعية المجموعة الأولى تساوي (088/32) وتصنف على أنها فواصل من مجموعة bc . أما وضعية المجموعة الثانية فإنها (006/82) وتصنف على أنها فواصل من مجموعة ac . هناك أيضا انظمة من الفواصل لها انتشار قليل مثل نظام hko الحاد حول a ونظام hko الحاد حول b ونظام hol الحاد حول c ونظام okl الحاد حول c .



الشكل (2) الشكل الستيريوغرافي الكنتوري للفواصل

3-الفواصل في تكوين انجانه:

صنفت الفواصل في هذا التكوين على أنها مجموعتين متعامدتين وتمثل أيضا الفواصل الأكثر انتشارا. لقد أظهرت التكوينات الثلاثة تشابها في احتوائها على المجموعتين المتعامدتين (ac & bc) مع اختلاف وضعيتها في التكوينات الثلاثة ، وهذا ما سيجري مناقشته لاحقا. إن الشكل الستيريوغرافي الكنتوري (2c) يوضح إسقاط ل 150 قطب لهذه الفواصل، حيث أن معدل وضعية المجموعة الأولى هي 090/30 وتصنف على أنها فواصل من مجموعة bc. أما المجموعة الثانية فمعدل وضعيتها هي 004/90 وتصنف على أنها فواصل من مجموعة ac . وان هناك أنظمة فواصل موجودة بأعداد قليلة وتشابة الأنظمة الموجودة في التكوين السابق.

لقد لوحظت أنظمة من الفواصل بأعداد قليلة في التكوينات الثلاثة على طول مسار جمع المعلومات، ولم تظهر هذه الفواصل بالشكل الستيريوغرافي الكنتوري (شكل 2) والسبب في هذا يعود إلى تأثير عملية الكنترة (Contouring) التى تلغي الأعداد القليلة غير المتجمعة من الفواصل . لقد حللت الفواصل المأخوذة من تكوين أنجانة بواسطة البرنامج (GCJ)، (Al-Azzawi& Al-Jumaily, 2000) على الحاسبة الإلكترونية والنتائج موضحة في الجدول (1). إن القيم في هذا الجدول توضح عدد الفواصل للمجاميع الرئيسية ac و bc وعدد الفواصل في الانظمة الأقل انتشارا والتي لم تظهر في الشكل الكنتوري الستيريوغرافي وهذه الأنظمة هي hol الحاد حول c ، hko الحاد حول a، hko الحاد حول b ،وokl الحاد c .

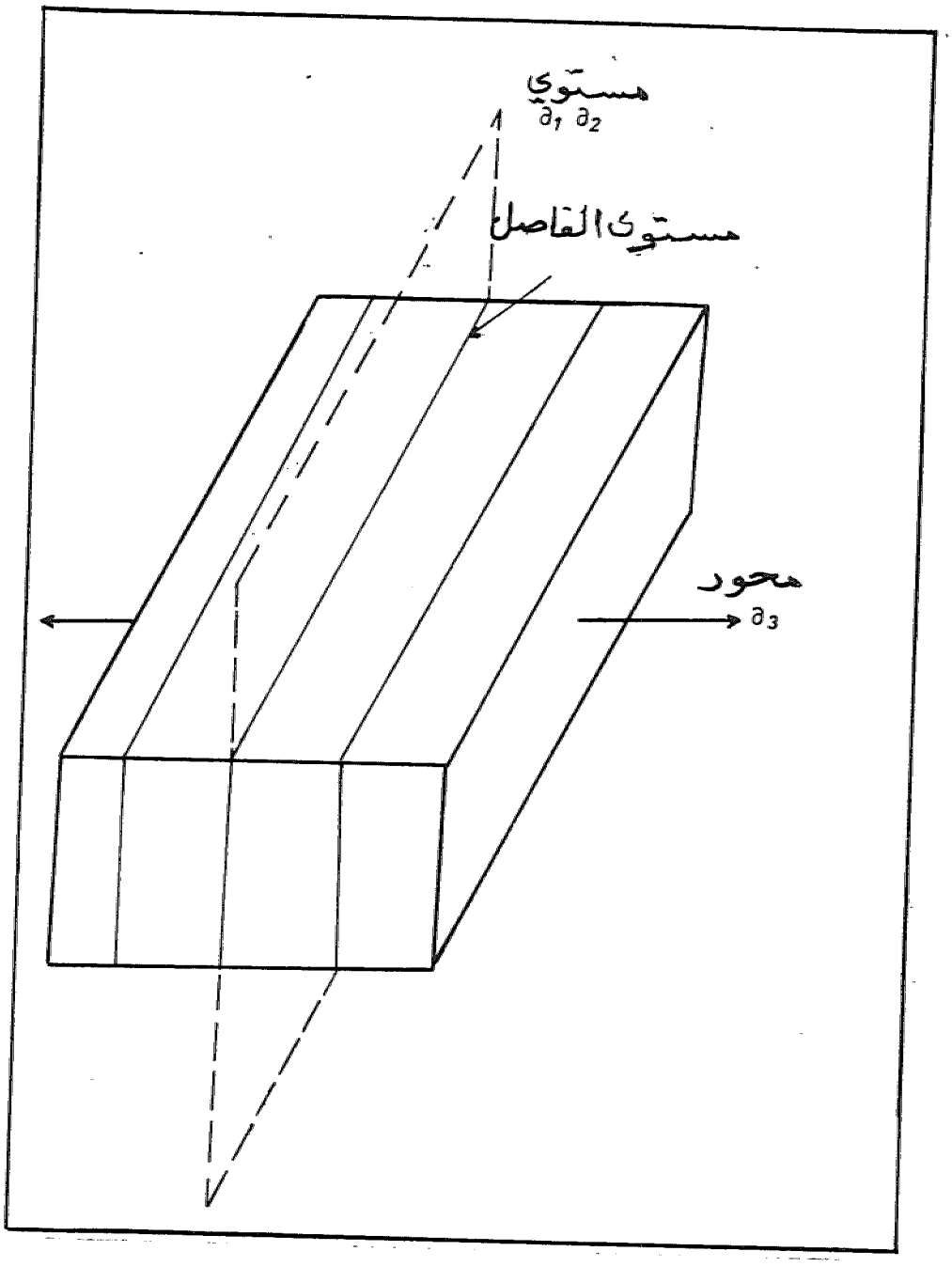
التصنيف الهندسي للفواصل / طية بعشيقة المحدبة / تكوين انجانه مجموع قراءات الفواصل = 150 وضعية الطبقه التي أخذت منها القراءات هو 62 / 278 مجاميع وأنظمة الفواصل				
AC 40	BC 42	AB 0	HKO a 15	HKO b 6
HOL a 0	HOL c 11	OKL b 1	OKL c 16	HKL 1 4
HKL 2 1	HKL 3 1	HKL 4 1	HKL 5 2	HKL 6 1
HKL 7 1	HKL 8 7	HKL 9 0	HKL 10 0	HKL 11 0
HKL 12 0	HKL 13 1	HKL 14 0	HKL 15 0	HKL 16 0

جدول (1) نتائج تصنيف الفواصل بواسطة البرنامج (GCJ).

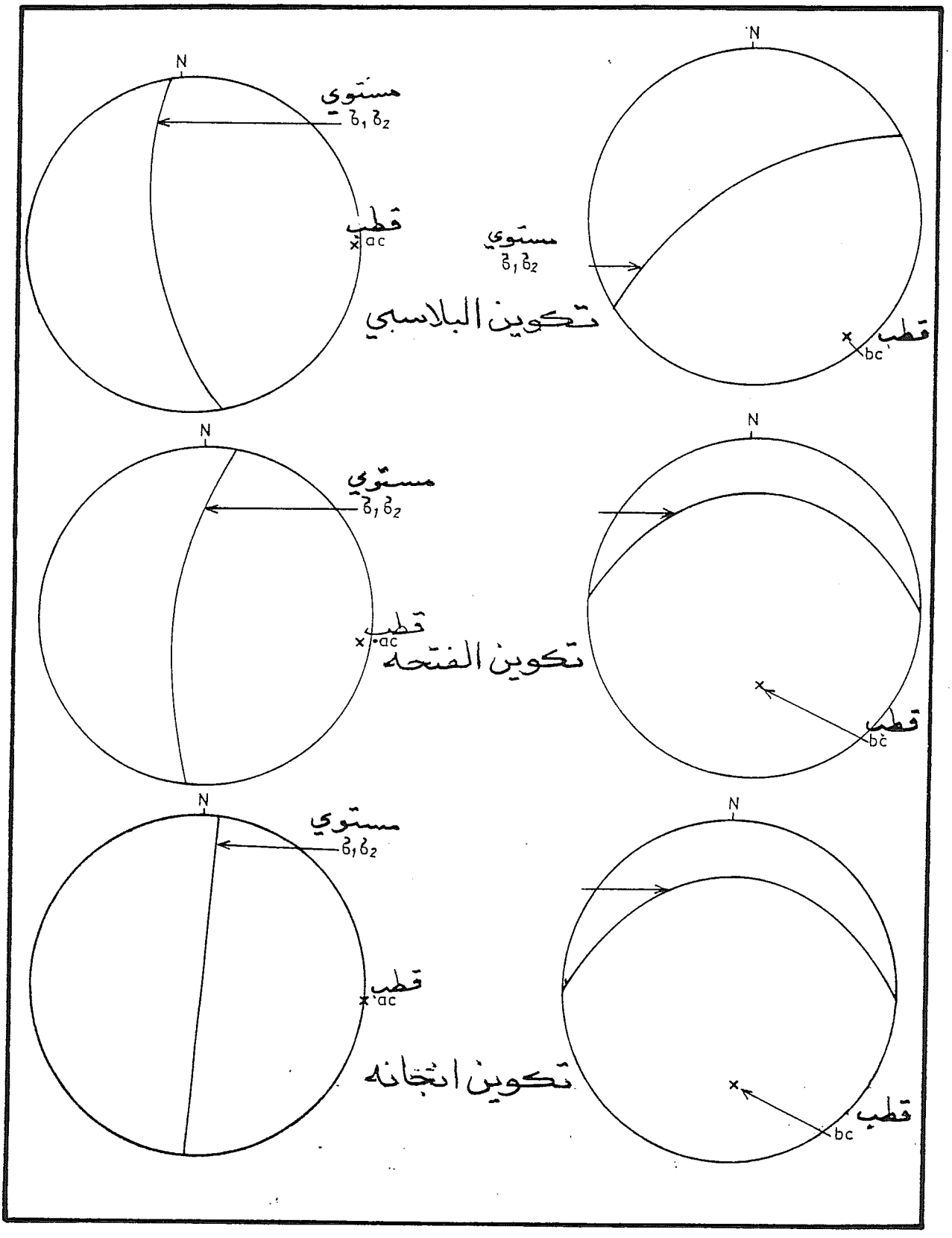
تحليل اتجاه الاجهادات القديمة

إن الفواصل المقاسة من منطقة الدراسة موجودة في صخور يمتد عمرها من الايوسين الأوسط إلى ما قبل البلايوسين، وهذا يعني أن الاجهادات التي كونت هذه الفواصل كانت فعالة ضمن نفس الفترة الزمنية (Simon- Gomez , 1989). لقد اعتمد في قياس اتجاه هذه الاجهادات على الفواصل من مجموعتي ac و bc لطغيانها إلى بقية الأنواع وسيادة انتشارها كما ذكر سابقا. إن مجموعتي الفواصل ac و bc قد تكونتا بفعل اجهادات شديه موضعية ناتجة عن قوى انضغاطية إقليمية ولذا فهي تسمى كسور شديه (Tension Fracture) ، (Billings , 1972). أما أنظمة الفواصل hol، okl و hko فأنها من نوع الكسور القصية Shear Fracture وظهرت بكميات قليلة بحيث لا يمكن الاعتماد عليها في تحليل الاجهادات القديمة . لقد استخدم أسلوب مستوي δ2 δ1 (Hancock & Kadhi ,1978) في تحديد اتجاهات الاجهادات التي كونت هذه الفواصل. وقد استخدمت هذه الطريقة نظرا لعدم توفر أعداد كبيرة من الفواصل القصية Shear joints ، واعتمادا على ذلك فقد تم حساب وضعية مستوي δ1 δ2 لكل مجموعة من الفواصل وللتكوينات الثلاثة . إن المستوي δ1 δ2 والذي يضم المحاور δ1 وδ2 هو مستوي مطابق لمستوي الفاصل الذي يعود إليه، وهذا يعني أن مستوي δ1 δ2 عمودي إلى قطب مستوي الفاصل (في الإسقاط الستيريوغرافي)، وان اتجاه المحور δ3 ينطبق مع اتجاه قطب مستوي الفاصل الذي ينتمي إليه (الشكل 3)،(Hancock &Kadhi ,1978). واستنادا إلى ذلك فلقد رسم مستوي δ1 δ2 لمجاميع الفواصل ac و bc وللتكوينات الثلاثة (الشكل 4) ، ثم جدولت وضعيات هذه المستويات في (الجدول 2) على شكل اتجاه المضرب /مقدار الميل. إن الجدول (2) يوضح تشابه وضعية هذه المستويات العائدة إلى الفواصل ac في التكوينات الثلاثة .أما الفواصل bc فان وضعية مستويات δ1 δ2 لها اتجاهين مختلفين : الأول هو 088/32 و 090/30 ويمثلان وضعية هذا المستوي في تكوين الفتحة وتكوين أنجانه على التوالي ، الاتجاه الثاني هو 062/80 ويمثل وضعية ذلك المستوي في تكوين البلاسبي. وتأسيسا على نتائج تحليل هذه المعلومات فمن الممكن استنتاج مايلي:

1-إن اتجاه الاجهاد القديم (δ1) الذي كون الفواصل ac هو تقريبا متشابه خلال الفترة الجيولوجية (من ما بعد الايوسين الأسفل إلي ما قبل البلايوسين) وان اتجاه محاور الإجهاد هي كالأتي δ1 بوضع أفقي واتجاهه شمال ــ جنوب وهذا ينطبق مع اتجاه δ1 التي كونت الطية ، والمحور δ3 أفقيا أيضا ،أما المحور δ2 فيكون شاقوليا . وهذا ما توضحه قيم وضعية المستوي δ1 δ2 في الجدول (2) ،ونستنتج أيضا أن هذه الاجهادات كانت مستمرة خلال الزمن الجيولوجي المذكور دون تغيير كبير في اتجاهها ومن المحتمل أن هذه الفواصل قد تكونت قبل تكون الطية Prefolding Joints



الشكل (3) العلاقة الهندسية بين الفواصل ومستوي $\partial_2 - \partial_1$



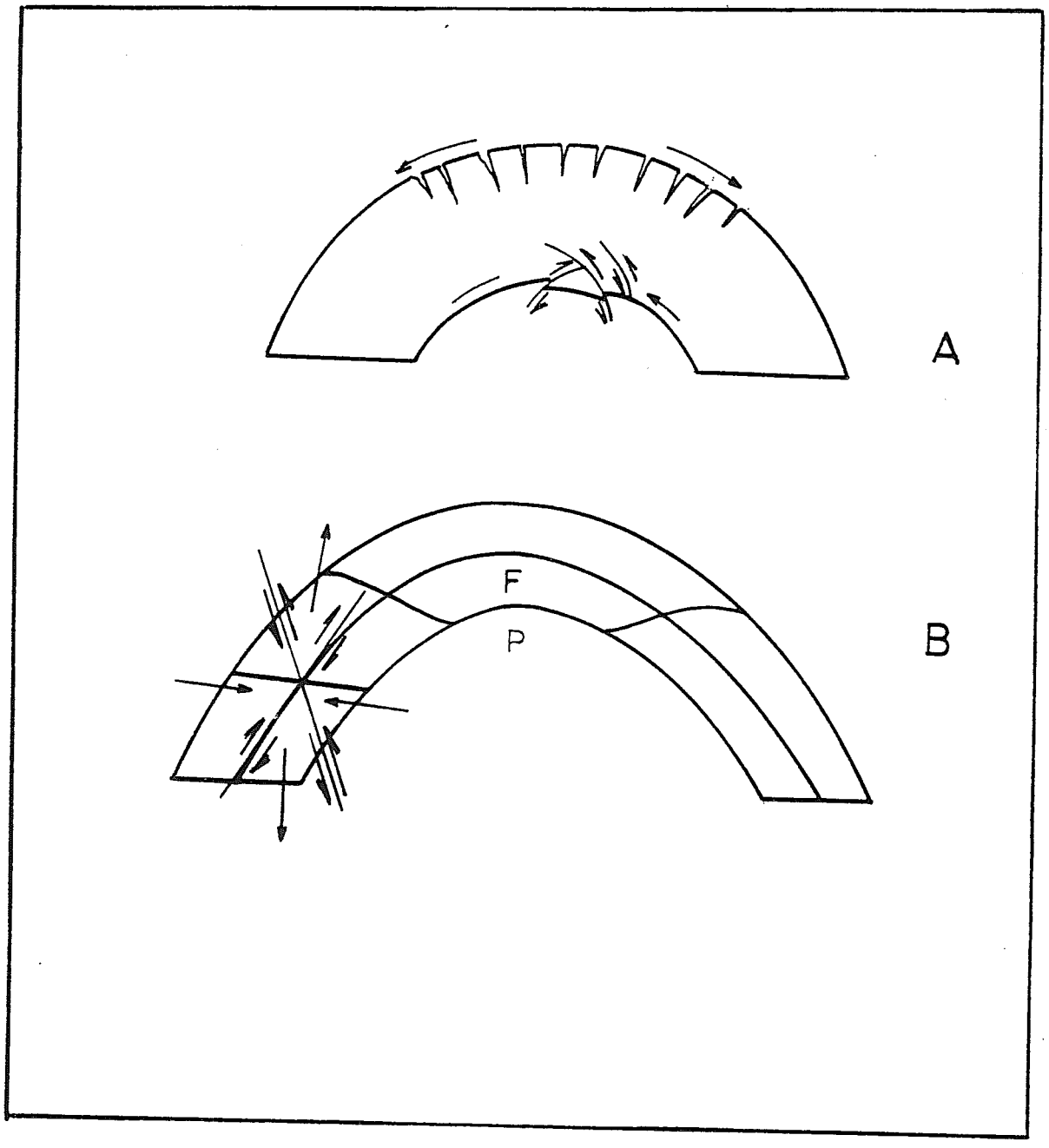
الشكل (4) اشكال ستيريوغرافية توضح وضعية مستويات $\sigma_2 - \sigma_1$ التكوينات الثلاثة

التكوين	Ac set	Bc set
انجانة	90 / 004	40 / 090
الفتحة	82 / 006	40 / 088
البلاسبي	82 / 356	80 / 062

جدول (2) وضعية مستويات δ1-δ2 لمجموعتي الفواصل و للتكوينات الثلاثة

واستمرت خلال فترة تكوينها (Reches , 1979) . وهذا الاستنتاج يستند على أن الطية قد تكونت خلال المايوسين ــ البلايوسين نتيجة للاجهادات الانضغاطية الناجمة عن اصطدام الصفيحة العربية بالصفيحة الإيرانية والتركية (Numan, 1997) .

2-لقد لوحظ بالحقل أن الفواصل bc تقطع الفواصل ac ، وهذا يعني أن الفواصل bc هي احدث من الفواصل ac ، أي أن الفواصل bc قد تكونت مع تكون طية بعشيقة . لقد تكونت الفواصل bc بأسلوبين : الأول هو أسلوب التشوه المفصلي Hinge deformation والأسلوب الثاني يسمى التشوه الجناحي limb deformation . أن تكون هذه الفواصل بهذين الأسلوبين يفسر ظهور المستويات δ1 δ2 العائدة لهذه الفواصل باتجاهين مختلفين كما ذكر سابقا. إن الفواصل الناتجة عن التشوه المفصلي والتي تتميز بميل عالي تتكون في مفصل الطية ويكون المحور δ1 أفقيا باتجاه شمال شرق ــ جنوب غرب والمحور δ3 يكون موازيا لمستويات التطبق . أما المحور δ2 فيكون شاقوليا (الشكل 5a)، ولقد وجدت هذه الفواصل سائدة في تكوين البلاسبي . أما في تكوين الفتحة وانجانه فان السيادة لفواصل من النوع الناتج عن التشوه الجناحي والتي تتميز بميل قليل وتتكون في منطقة جناحي الطية نتيجة للاجهادات القصية Shear stress الناجمة من انزلاق الطبقات الواحدة على بعضها (الشكل 5 b) وذلك لان طية بعشيقة قد تكونت بأسلوب الانثناء ألانزلاقي (slip flexure folding) (العزاوي، 1982). أن توزيع محاور الإجهاد في هذا النوع هو كالأتي :ــ يمتد المحور δ1 باتجاه شمال ــ جنوب ومائل بقدر ميل مستوي الفاصل الذي يعود اليه والمحور δ2 يكون أفقيا ، أما المحور δ3 فيكون شبه شاقوليا . في هذا النوع من الفواصل يتطابق اتجاه المحور δ1 مع اتجاه الاجهاد الرئيسي باختلاف ان المحور δ1 يكون مائلا لانه مسلط على طبقه مائلة . إن الفواصل الناتجة عن هذين الأسلوبين هما مختلفين من الناحية الهندسية ، فان ميل الفواصل الناتجة عن الأسلوب الأول اكبر مما هو عليه في فواصل الأسلوب الثاني (الجدول 2). وقد اعتمدت هذه الصفة كأساس للتفريق بينهما. إن كثرة تواجد فواصل التشوه المفصلي في تكوين البلاسبي اكثر من التكوينين



الشكل (5) تطور الفواصل الشدية

A-اسلوب التشوه المفصلي (Mattauer, 1971)

B-اسلوب التشوه الجناحي (Bles & Feuga, 1981)

الآخرين يعود إلى صمود صخور تكوين البلاسبي وخاصة المنطقة المفصلية أمام عوامل التعرية وبقاءها لحد ألان. وعلى العكس ففي تكويني الفتحة وانجانه فقد تعرت صخور هذين التكوينين من المنطقة المفصلية وصمدت في منطقة الأجنحة لذا نلاحظ انتشار الفواصل الناتجة عن التشوه الجناحي فيهما.

لقد تكونت الفواصل ac بواسطة اجهادات رئيسية وكما ذكر سابقا ، و مجموعة الفواصل bc قد تكونت باجهادات ثانوية ناتجة عن القوى الأولية وبالأسلوبين السابق ذكرهما . أما أنظمة الفواصل قليلة الانتشار فان اتجاه المحور δ1 يطابق اتجاه مستوي δ1 δ2 لأحد مجموعتي الفواصل ac أو bc. فان اتجاه محاور الإجهاد لنظام hko الحاد حول a يطابق اتجاه مستوي δ1δ2 لفواصل ac . أي أن هذا النظام قد تكون مع هذه المجموعة . واتجاه المحاور لنظام hko الحاد حول b يتطابق مع الفواصل bcالناتجة عن التشوه المفصلي .أما نظام okl ألحاد حول c فلا يتطابق مع أي من المجموعتين ومن المحتمل أن تكونت بواسطة اجهادات عمودية ثانوية ناتجة عن الاجهادات الرئيسية ، وهناك أنظمة نادرة الظهور قد أهملت لعدم أهميتها.

المناقشة والاستنتاجات

استهدف البحث دراسة اتجاه الاجهادات القديمة وقد كان لعدم وجود عدد كاف من الفواصل القصية أو الفوالق السبب في استخدام مستوي δ1δ2 للوصول إلى اتجاه القوى القديمة .أن الجدول (2) والشكل (4) يوضحان اتجاهات هذا المستوي في تكوينات مختلفة كما سبق ذكرها. لقد أثبت تحليل المعلومات إن الفواصل ac سببها اجهاد اتجاهه شمال ــ جنوب. إن هذا الاتجاه أستمر من ألايوسين الأوسط إلى ما قبل البلايوسين حسبما سجلته الصخور المكشوفة في المنطقة. أما فواصل bc فقد تكونت بأسلوبين مختلفين وباجهادات ثانوية متطورة من القوى الرئيسية.

لوحظ من الملاحظات الحقلية وجود فالق معكوسReverse Fault على طول الجناح الجنوبي الغربي، وفالق اعتيادي في الجناح الشمالي الشرقي وقد سبق وان ذكرت فوالق هذه المنطقة في من قبل (Barwary, 1983) ، (Numan & Bakose,1985) و(Salih & Al-Daghstani, 1991) . أن المعلومات المستنتجة من هذه الدراسة عن أصل تكون هذه الفوالق و الفواصل وعلاقتها بمراحل تكون الطية ينطبق إلى حد كبير مع الموديل الذي اقترحه (Bles & Feuga,1986) كونه يمثل نموذج عن منشأ الكسور في مناطق الطي الضعيف(Chronology of Fracturing in region of weak folding) . وفيما يلي عرض لأصل الفواصل بالمقارنة مع الموديل المذكور والدراسات السابقة. إن مجموعة الفواصل ac هي كسور شديه Tension Fractures تمتد تقريبا شمال ــ جنوب أي أنها شبه عمودية على محور الطية. وان نظام الفواصل hko الحاد حول a تعتبر من الفواصل القصية التي يكون فيها المحور a باتجاه شمال ــ جنوب تقريبا. إن هذين النوعين من الفواصل يشتركان بصفة انهما عموديان على سطح الطبقة واتجاه محور الإجهاد δ1 في الحالتين متطابق وان فترة تكونهما ربما قد بدأت قبل

تكون الطية ، وهذا يتطابق مع ما ذكره (Numan et. al., 1998)، حول الفواصل التي اتجاهها شمال ــ جنوب وشمال شرق ــ جنوب غرب. وقد اثبت الباحث المذكور أن هذه الفواصل هي متزامنة مع الترسيب Synsedimentary Joints أي تكونت قبل تكون الطية ويتطابق هذا الاستنتاج مع الموديل الذي اقترحه (Bles & Feuga ,1986) حيث أن مواصفات هذه الفواصل تطابق مواصفات الفواصل التي تكونت قبل عملية الطي Prefolding Joints . ويجدر الاشاره هنا أن تكون هذه الفواصل (مجموعة ac) قد استمر أثناء تكون الطية وذلك لتطابق اتجاه الاجهادات التي كونتها مع اتجاه الاجهادات التي كونت الطية ،مع اختلاف اتجاه الشد في الحالتين،ففي حالة الفواصل التي تكونت أثناء تكون الطية يكون محور الشد δ3 أفقيا وباتجاه شرق ــ غرب ، أما الاجهادات التي كونت الطية فيكون الشد فيها شاقولية وهذا ينطبق مع ما طرحه(Choukroune and Seguret,1968;Bles,1969b in Bles &Feuga , 1986) . أثناء تكون الطية , يتكون نوعان من الفواصل الشدية من مجموعة bc . النوع الأول يتكون في جناح الطية ،له ميل خفيف، امتداده يوازي محور الطية ،ويتكون بطريقة التشوه الجناحي باجهاد شدي شبه شاقولية. إن مواصفات هذه الفواصل تشابه الفواصل bc التي وجدت في تكويني الفتحة وانجانة (الشكل 5) ، النوع الثاني امتداده أيضا يوازي محور الطية ولكن ميله عالي ويتواجد على مفصل الطية. يتكون هذا النوع بطريقة التشوه المفصلي باجهاد شدي أفقي δ3 اتجاهه شمال غرب ــ جنوب شرق (الشكل 5) . هذا النوع يشابه الفواصل bc التي وجدت في المنطقة المفصلية لتكوين البلاسبي. أثناء عملية الطي تكونت الفوالق ، ففي الجناح الأكثر ميلا (الجناح الجنوبي الغربي) يحدث انضغاط للطبقات بقوى موازية لسطح الطبقات مكونة الفالق المعكوس ، الذي أدى إلى التقصير أثناء عملية الطي ،و هذا الاحتمال هو احتمال ثان يضاف الى احتمالية ان هذا الفالق قد تكون نتيجة حركة الفوالق اللستيرية (Numan & Al-Azzawi, 1993). وفي الجناح الشمالي الشرقي (الأقل ميلا) يتكون الفالق الاعتيادي ،ذلك لان هذه المنطقة تستطيل أثناء تكون الطية فيحدث الشد بشكل موازي لسطح الطبقة مكونة δ1 بوضع شبه شاقولي فتتكون الفوالق الاعتيادية لتتوافق عملية التشوه مع توزيع قوى الشد والانضغاط على طول الطبقة المطوية. إن الموديل الذي طرحه (Bles &Feuga ,1986) يقترح وجود فالق معكوس فقط ولم يناقش نوعية الفالق عندما تكون الطية غير متناظرة. أما في منطقة بعشيقة فان الطية غير متناظرة ووجود الفالق الاعتيادي يتوافق مع توزيع الاجهادات وكما ذكر سابقا. أما في الفترة التي تعقب عملية الطي فيقترح (Bles & Feuga ,1986) أن أحد الفوالق مضربيه الإزاحة (strike slip Fault) والتي اصلها نظام الفواصل hko الحاد حول a أو b يتطور ويصبح فالق مضربي الإزاحة كبير يؤثر على هندسية الطية الكبيرة. حقليا يجب الإشارة إلى عدم ملاحظة فوالق مضربيه بشكل ظاهر على السطح ومؤثر على الصخور المنكشفة، لكن من الجدير بالذكر أن هناك دراسات تؤكد وجود إزاحة مضربيه تحت سطحية أدت إلى فصل طية بعشيقة عن طية الفاضلية (العزاوي،1982 و متعب ، 2000) حيث أكدا وجود هكذا إزاحة في المنطقة وهذا يؤكد وينطبق مع النص الذي ذكره (Bles & Feuga, 1986) وهو:

"After folding, strike-slip faults of mapped size can occur,displacing the folded structures. These faults seem to be due to the enhancement of strike-slip microfaults occuring before the folds".

ويعتقد الباحثان بان هذه الإزاحة تحت السطحية قد تطورت من فواصل hko الحاد حول b لان اتجاه هذه الإزاحة يطابق اتجاه هذه الفواصل وربما ستتطور هذه الازاحات تحت السطحية إلى فوالق مضربيه.

المصادر العربية

العزاوي، نبيل قادر (1982) دراسة مقارنة في الطراز التكتوني للطيات لثلاث مناطق في قطاع الطيـــات البسيطة في العراق . أطروحة ماجستير غير منشورة ، كلية العلوم ،جامعة الموصل ،العراق، 107صفحة.

متعب، مروان (2000) إضافات جديدة حول جيولوجية منطقة الموصل في ضوء التحري الجيوكهربائي. أطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، العراق، 163 صفحة.

المصادر الاجنبية

Al-Azzawi, N.K.B.,and Al-Jumaily, M.Q.H., 2000. The geometric classification of joints using computer program (GCJ), Raf., J. Sci., 11, 2, pp 50-64.

Barwary A. M.,1983. Report on the regional geology of Khazir – Gomel area, Unpuplished SOM report, No. 1137, SOM Library, Baghdad.

Billings, M., 1972.Structural Geology, third edition, Prentice – Hall Inc. 606p.

Bles, J.L. and Feuga, B., 1986. The fracture of rocks. North Oxford Academic Publishers Ltd., 131p.

Buday, T., 1973. Regional geology of Iraq. Geosurv., Baghdad, Unpub.

Hancock, P.L. and Kadhi, A., 1978. Analysis of mesoscopic fractures in the Dhruma – Nisah Segment of the central Arabian graben system, Journal Geological Society London, 135, pp339-347.

Numan, N.M.S., and Bakose, G.Y.B.. 1985. Remote sensing data versus the geological ground truth in Bahshiqa – Maqlub area Nineveh District, Journal of space and astronomy research , 2, 1 ,pp35-48 .

Numan, N.M.S., and Al-Azzawi, N.K.B., 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, 2, 2 ,pp57-73.

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

Numan, N.M.S., Hammoudi, R. A., and Chorowicz, J., 1998. Synsedimentary tectonics in the Eocene PilaSpi Limestone Formation in Iraq and its geodynamic implications, Journal of African Sciences, 27, 1, pp141-148.

Ramsay, J.G., and Huber M.I., 1987. The techniques of modern structural geology: V.2, Folds and Fractures , Academic Press , London, UK, 555p .

Reches, Z., 1979. Analysis of joints in two monoclinic, Geol.Soc. America Bull., 87, pp1654- 1662.

Salih, M. R. and Al-Daghstani, H.S., 1991. Thrust mechanism and their relationship with Folding and geomorphology of Bahshiqa Structure, Geol Soc. Iraq, 16 , pp

Simon-Gomez, J.L., 1989. Late Cenozoic stress field fracturing in the Ibrian chain and Ebro Basin (Spain), J. Struct. Geol., 11, 3, pp 285-294.