الفصل الخامس

الشقوق

المحاضرة الثانية

من الصفحة 144-156

5 ــ 7 ــ دراسة الشقوق *study of joints:*

يفترض عند دراسة الشقوق معرفة مواصفات كل شق من خلال بطاقة توثيقية للشقوق المدروسة تتضمن العناصر التالية:

1 ــ الوضعية الفراغية: يتم ذلك في الحقل بواسطة البوصلة الجيولوجية. حيث يتم قياس الاتجاه واتجاه الميل وزاوية الميل على سطح الشق. ويفترض أن يكون مكان القياس مستوياً وفي حال تعذر ذلك يستخدم دفتر الحقل للتعديل إلى وضع مناسب.

2 ــ الامتداد: يتم في معظم الحالات أخذ الامتداد حسب الاتجاه حيث تصنف الشقوق وفق ذلك اعتماداً على القياس المتري إلى (شق سنتيمتري 0.01 ــ 0.1)، (شق ديسمتري 0.1 ــ 1)، (شق متري 1 ــ 10)، (شق ديكامتري 10 ــ 100)، (شق من فئة المائة متر ــ 100 فما فوق).

3 ــ بنية السطح: تصنف بنية سطح الشق حسب وضعيتها إلى ملساء أو خشنة، أو متدرجة، وهناك علاقة على الأغلب بين الطبيعة البتروغرافية والليثولوجية للصخر وبنية سطح الشق.

4 ــ استواء السطح: يمكن لسطح الشق أن يكون مستوياً أو أن يكون مقوساً، ويتم ذكر ذلك، وقياس هذه التغيرات بالبوصلة الجيولوجية.

5 ــ عرض الشق: يؤخذ عرض الشق بالمسافة الفاصلة بين جانبي الشق وتوصف الشقوق بالمفتوحة والمفتوحة بشكل أكبر وبالمغلقة حين يتعذر

رؤيتها بالعين المجردة حين يكون عرضها أقل من 0.2 ملم والشق المفتوح 0.2 ــ 10 ملم والمفتوح بشكل كبير 10 ملم فما فوق.

6 ــ الحشوة: يمكن للشقوق المفتوحة أن تكون مملوءة بحشوات، وأن تشغل بالعروق وتختلف هذه المواد في تركيبها فقد تكون من الصفاح أو الكوارتز في نطاق من (بغماتيت عالي الحرارة وعروق أبليت) (الشكل 5 ــ 11) إلى كوارتز، وكالسيت، ودولوميت، كلوريت، أيبدوت أضف إلى بعض خامات فلزية كالبرفنيتوالزيوليت.

شكل (5 ــ 11)

تقاطع عدة مجموعات من العروق، امتلأت لاحقاً بالكالسيت، تشكلت في أوقات مختلفة يبدي المظهر السطحي على طول العروق مركبة قصية مع الشد

5 ــ 8 ــ الشقوق في الصخور البلوتونية*: *Joints in Plutons*

تتشكل الشقوق في الصخور البلوتونية استجابة للتبرد وللجهد التكتوني اللاحق، ويمكن أن يؤثر في اتجاهات الشقوق المتشكلة كل من حدود تخوم البلوتون أو بواسطة شكلها العام أو البنية الداخلية.

تحتوي بعض الستوكات الكبيرة شقوقاً متمركزة تقريباً مع البنية الداخلية للبلوتون، ويمكن أن ترتبط بتماسها مع الصخر المحيط، كما يمكن أن تتفاوت كثافتها واتجاهاتها مع التغيرات في تركيب نسيج الصخر بالإضافة إلى القرب من حدود الجوار المحيط.

تتشكل الشقوق العمدانية في الانسكابات أو في البلوتونات ضحلة العمق تبعاً لتبرد وتصلب الماغما.

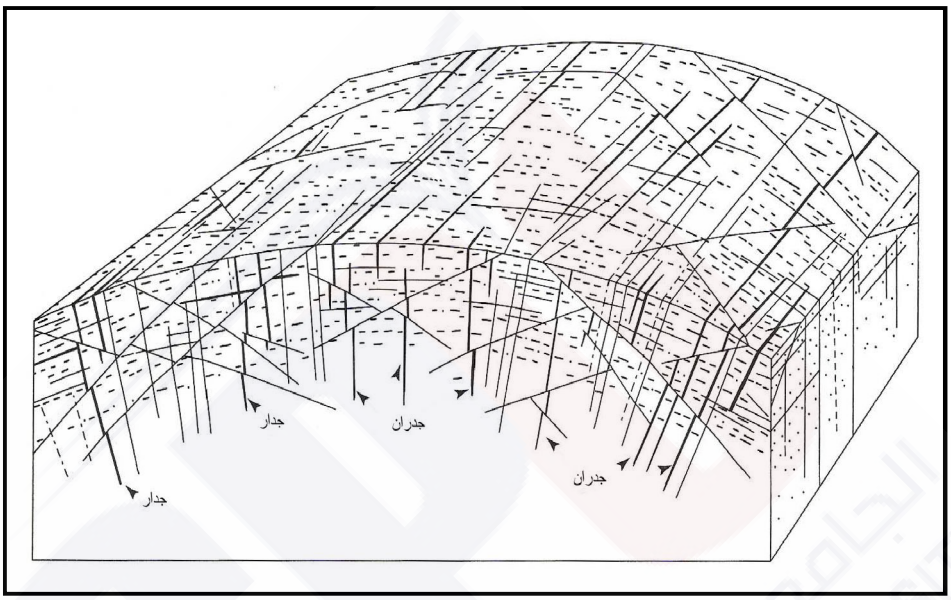
تتشكل الشقوق الأولى في البلوتونات أثناء المراحل الأخيرة من تبلور الماغما، وتملأ كثير من الشقوق بفلزات هيدروترمالية أو نواتج متبلورة عن مرحلة الإغناء الطيارة الأخيرة التي يتبلور فيها البغماتيت، الأبليت وعروق الكوارتز.

تتشكل كثير من التكسرات الأولى بعلاقتها مع أحزمة الانسياب في البلوتون سواء أكانت هذه الأحزمة مؤلفة من نطاقات متقاطعة عرضية متوازية أو قطرية. وتم الاستنتاج بأن التكسرات العرضية تشكل شقوقاً وأن التكسرات القطرية تشكل مجموعات مزدوجة تكون فيها التكسرات قصية. في حين أن التكسرات المتوازية أو الطولية من الصعوبة ربطها مع حقل شدي أو حقل جهد القص. كما وجد أن

---

*الصخور البلوتونية: الصخور النارية الدسيسة وعلى اعتبار وجود أكثر نوع منها (الباتوليت، اللاتوليت، الستوك، الفاكوليت...) فقد آثرنا الإبقاء على مصطلح البلوتون. (المؤلف).

الشقوق تكون شائعة عموماً وأكثر قرباً إلى حواف البلوتون. واقترح بأن العمليات المرتبطة بتوضع الماغما وبتبرد حوافها يمكن أن تسبب تكسر الأجزاء المتبـــردة الأولى من الماغما والصخور المحيطة مشكلة بذلك الشقوق والصدوع (الشـــكل 5 ــ 12).



شكل (5 ــ 12)

تطور نماذج الشقوق في البلوتونات، لاحظ أن الكثافة الكبيرة للشقوق بالقرب من حواف البلوتون. يمثل السطح المنحني في القمة سطح تعرية، تمثل الخطوط المتقطعة القصيرة شقوقاً تشكلت عن اتجاه انسكابات متوازية. الخطوط الطويلة الموازية للخطوط الصغيرة تمثل شقوقاً أغطيةٍ (انفراج)، تشكلت الشقوق القريبة من الشاقولية بواسطة انحناء إقليمي للقشرة، ربما يكون مرتبطاً بالإقحام البلوتوني. تظهر صدوع صغيرة إلى حواف البلوتون تتقاطع على طول شقوق أقدم ويكون داخلها الجدران (الدايكات).

تتشكل كثير من الشقوق في البلوتونات مثل معظم كتل الصـــخور الأخـــرى بواسطة العمليات التكتونية ومن تحرير قوى الإفراج الناجمة عن قـــوى التحميـــل المتراكبة بعد تبرد البلوتون.

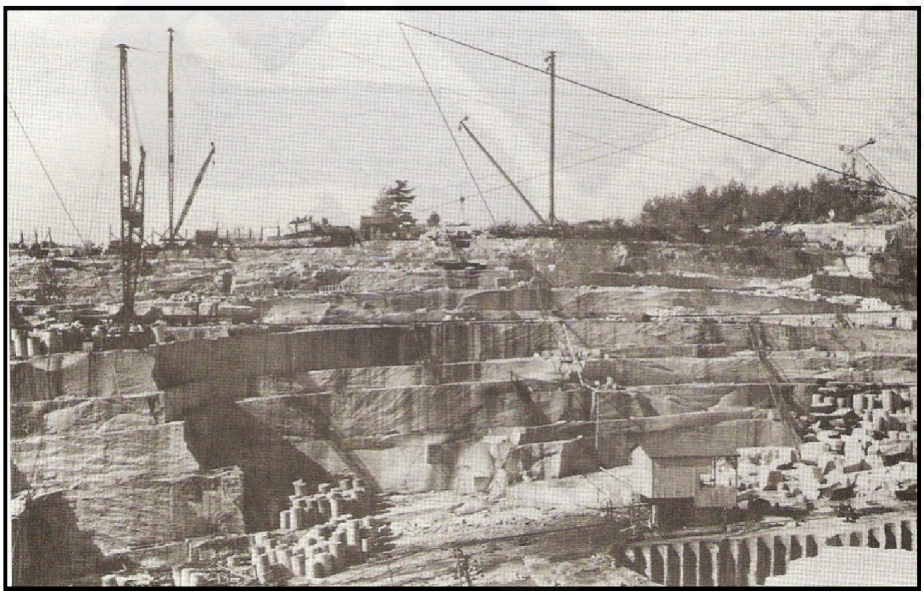
5 ــ 9 ــ الشقوق غير التكتونية وشبه التكتونية:

Nontectonic and Quasitectionic joints

الغطاءات Sheeting:

وهي نوع من شقوق تحت متوازية للسطح الطبوغرافي، تتشكل في الكتـــل الصخرية عموماً وتتعلق بشقوق الإفراج unloading joints وتدعى بالغطاءات يمكن ملاحظة هذه الشقوق في الصخور النارية كما ويمكن أن توجد في الصخور المتحولة. تتزايد المسافات بين الأغطية باتجاه الأسفل في القشـــرة (الشـــكل 5 ــ 13).

يعتقد بأن الغطاءات قد تشكلت بتفريغ الطاقة لمدة طويلة من الزمن ثم أزالت التعرية كميات كبيرة من كتلة الصخر.



شكل (5 ــ 13)

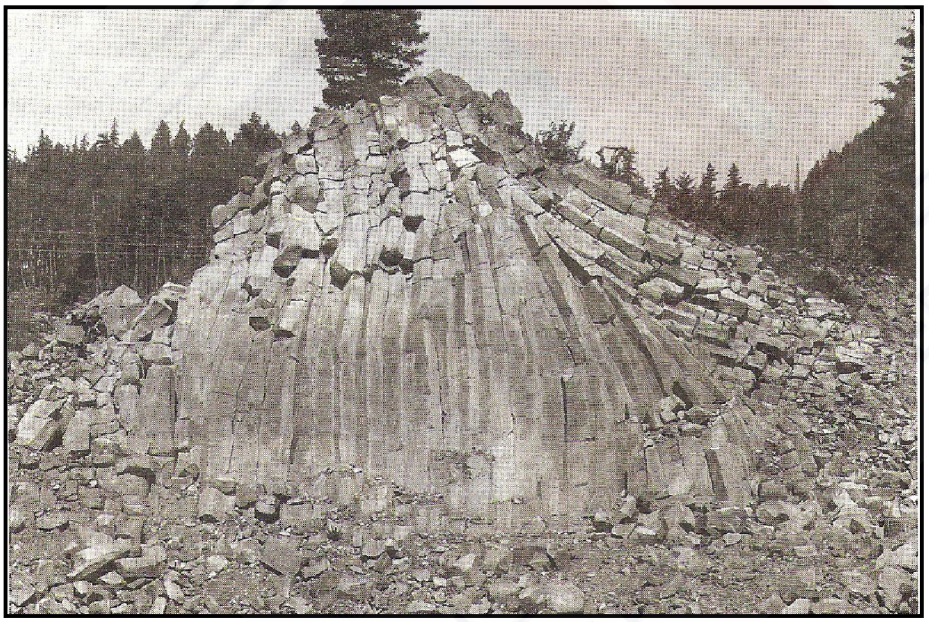
شقوق غطاءات تحت متوازية في مقلع غرانيت في ولاية ماساتشوستس ــ أمريكا، لاحظ الشقوق تحت المتوازية للسطح وتزايد المسافات مع ازدياد العمق إلى ما يفوق 6 أمتار في أسفل اليسار (Hatcher).

تمتد الكتلة عمودياً على سطح الأرض (σ_3 شاقولي) وبذلك فإن التكسرات الشدية تتشكل عمودياً على اتجاه الشد وموازية إلى السطح.

5 ــ 10 ــ الشقوق العمدانية والشقوق الطينية:

Columnar joints and Mud crakes:

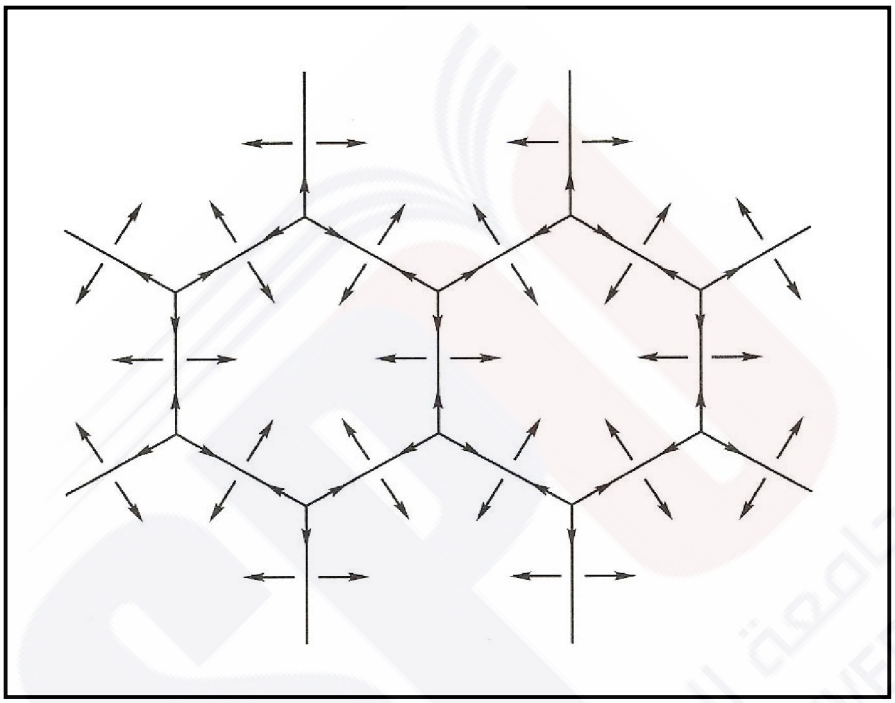
تتشكل الشقوق العمدانية في الانسكابات (flows) والجدران (dikes) والاندساسات (sills)، وأحياناً في أعناق البراكين استجابة لتبرد وتقلص الماغما المتحجرة (الشكل 5 ــ 14)، وتكون بذلك بنيات غير تكتونية.



شكل (5 ــ 14) شقوق عمدانية في بازلت الرباعي قرب ويسلر، كولومبيا البريطانية (Hatcher).

إن عمليات التدرج الحراري والتقلص في الماغما تتحكم باتجاهات الشقوق العمدانية، تكون اتجاهات الأعمدة عادةً بشكل عمودي على جوانب البلوتون ويمكن أن تصبح منحنية إذا كانت عمليات التدرج الحراري والتقلص غير منتظمة. أو كانت الماغما ما تزال تتحرك ببطء أثناء تشكل الشقوق ويكون للشقوق العمدانية

عموماً خمسة أو ستة جوانب مستوية، مثالياً، نجد أن فعالية ثبات معظم الشـــقوق هندسياً في حقل لتقلص الجهد أحادي المحور يكون عبارة عـــن مجموعـــة مـــن المواشير السداسية، وذلك إذا كان حقل الجهد ونسبة التبرد والتـــدرج الحـــراري متجانسة تماماً في كل مكان من جسم الماغما المتبردة (الشكل 5 ــ 15).



شكل (5 ــ 15)

تشكل تكسرات سداسية، والتي تتوزع حول مراكز تقلص متحدة.

توضح الأسهم اتجاهات جهود الشد.

سوف يتشكل التناظر الأسطواني الكبير لحقل الجهد مع ابتداء تقلص الماغما وبالتالي تتشكل شقوق الشد السداسية في الماغما المتصلبة.

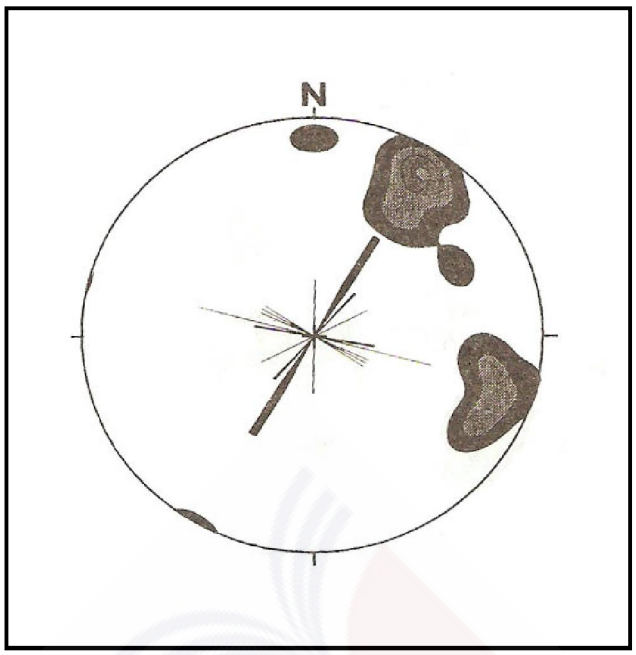
تتشكل الشقوق الطينية على سطح الأرض بآلية مشابهة (التقلص والتبخـــر) من الماء في رسوبات غير متصلبة، والتي تظهر بشكل (أربع ــ خمس ــ ست ــ سبع) جهات مضلعة حيث يتكرر التفافها في الأطراف.

5 ــ 11 ــ تحليل الشقوق *Joints analysis:*

تقدم دراسات الشقوق في الحقل معلومات عن الزمن وهندسة التشوه التكسري للقشرة وطرق انتشار التكسر عبر الصخر، كما تمكن الدراسات المخبرية للشقوق في الصخر والمواد الضعيفة والجليديات من المقارنة مع الشقوق الطبيعية وتقود إلى فهم آلية التكسر.

أهمية الاتجاه Signficance of orientation:

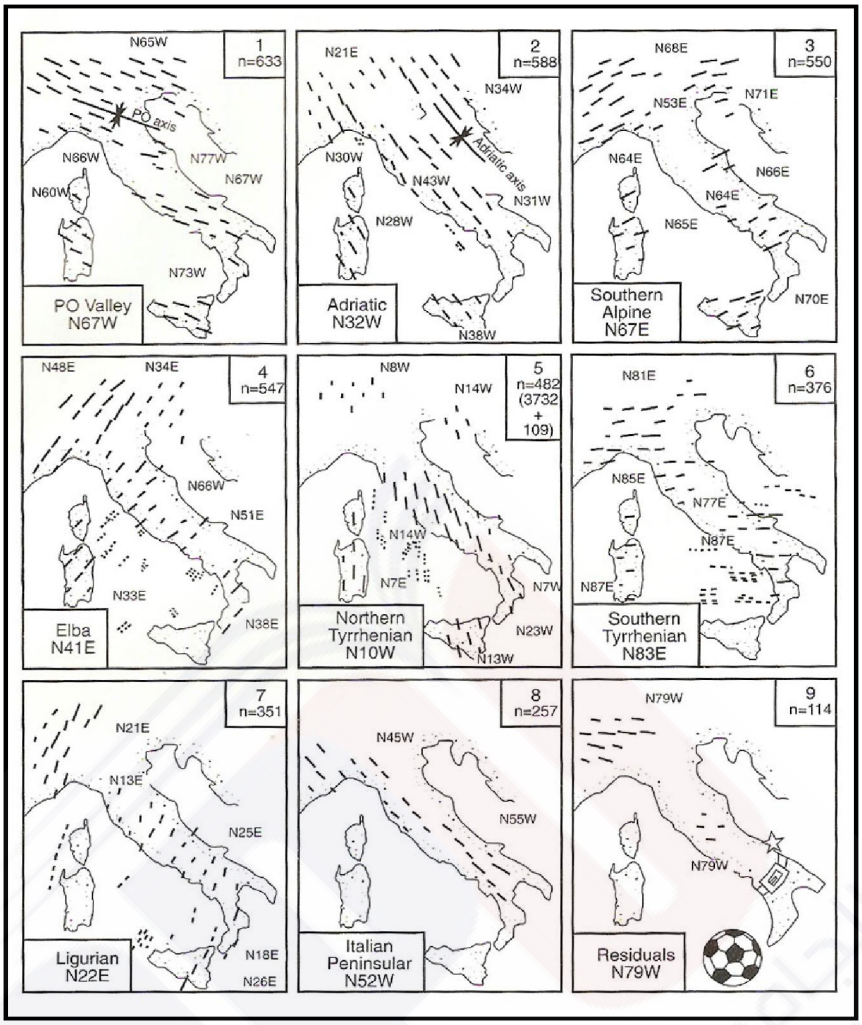
تعطي دراسة اتجاهات الشقوق المنتظمة معلومات عن اتجاه واحد أو أكثر للجهد الرئيس في التشوه التكسري. يمكن لنماذج اتجاهات الشقوق الإقليمية أن تتحدد بقياس قيمتي الاتجاه والميل في المقياس الميزوسكوبي على نطاق واسع. يحرز التقييم الجيد لاتجاهات الشقوق الإقليمية من خلال قياس مقاطع خطية من صور المركبات الفضائية أو من الخرائط الطبوغرافية أو من الصور الجوية. تربط المعطيات المستنتجة أكانت من الأرض أو من الخرائط والصور بالاتجاهات ومكان العناصر الخطية التي يمكن تحليلها لتساعد في فهم العلاقات ما بين الشقوق وتأثيرها على تطور الزحف الأرضي وتطور المظاهر الطبوغرافية توقع المعطيات باستخدام شبكة شميدت أو مخطط الوردة (الشكل 5 ــ 16).



شكل (5 ــ 16) مخطط منحنيات الكثافة مع وردة الاتجاه للشقوق المدروسة في المحطة 20 (منطقة عفرين) المؤلف

يستخدم مخطط الوردة كما مخطط الشبكة للشقوق في معظم المناطق، وذلك لأن معظم الشقوق تميل بشدة، إلا أن الشقوق ذات الميل الخفيف يمكن أن تظهر بشكل أفضل على الشبكة، وتحلل مجموعة الشقوق إحصائياً.

إن لدراسات اتجاهات الشقوق من المركبات الفضائية والصور الجوية استخدامات متعددة وهامة في الجيولوجيا البنيوية، الجيومورفولوجيا والتطبقات الهندسية. ومثال على ذلك استخدام معطيات هذه الوسائل لتفسير العلاقات بين الشقوق والتكتونيك الألبي لإيطاليا (الشكل 5 ــ 17)، فقد أمكن رسم الحدود البنيوية لمظاهر واسعة ووضع خلاصات حول اتجاهات حقل الجهد المعاصر والعلاقات البينية لمعظم المظاهر البنيوية.

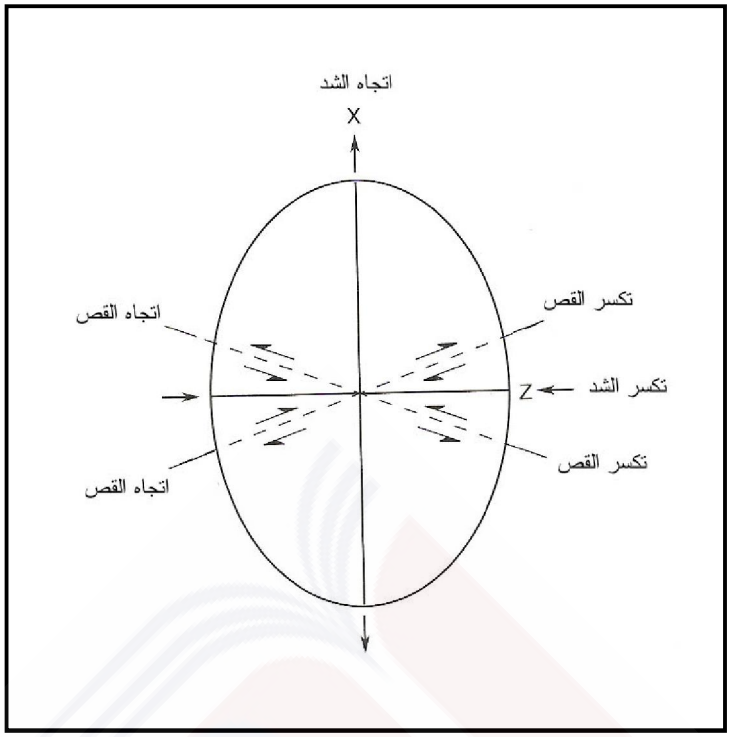


شكل (5 ــ 17) التكسرات والاتجاهات الخطية في إيطاليا،

الإطار 1 هو الأقدم. الإطار 9 هو الأحدث. (Hatcher)

يساعد تحليل إهليلج الانفعال للشقوق في منطقة ما بتحديد اتجاهات الشد المسيطر للقشرة، آخذين بالحسبان، أن تشكل الشقوق مرتبط بحقل الجهد السائد.

أولاً، يجب أن تظهر التكسرات منفصلة بدلالة وجود الشقوق عبر مجموعة أو أكثر، وإذا أمكن إظهار مجموعتين أو أكثر كتكسرات قصية متقاطعة متشكلة بنفس الوقت ومجموعة شقية ثالثة تقطع الزاوية الحادة بين مستويي القص فإن مجموعة الشقوق يمكن أن ترتبط بمستوي الشد YZ (الشكل 5 ــ 18).



شكل (5 ــ 18) ارتباط الشقوق بإهليلج الانفعال

5 ــ 12 ــ دراسة الشقوق في شمال غــرب ســورية (منطقــة عفرين):

Study of joints in north – western of Syria

قام المؤلف بإجراء بحث علمي لدراسة الشقوق في شمال غــرب ســورية (منطقة عفرين) وقد تم إجراء هذه الدراسة على الشقوق الظاهرة في التكشــفات الكريتاسية والباليوجينية، ومن خلال معاملة معطيات العمل الحقلــي والقياســات الحقلية للوضعيات الفراغية للشقوق على شبكة شــميدت تبــين وجــود جملتــين رئيسيتين بحيث أن كلاً منهما تشكل جملة شقوق متعامدة.

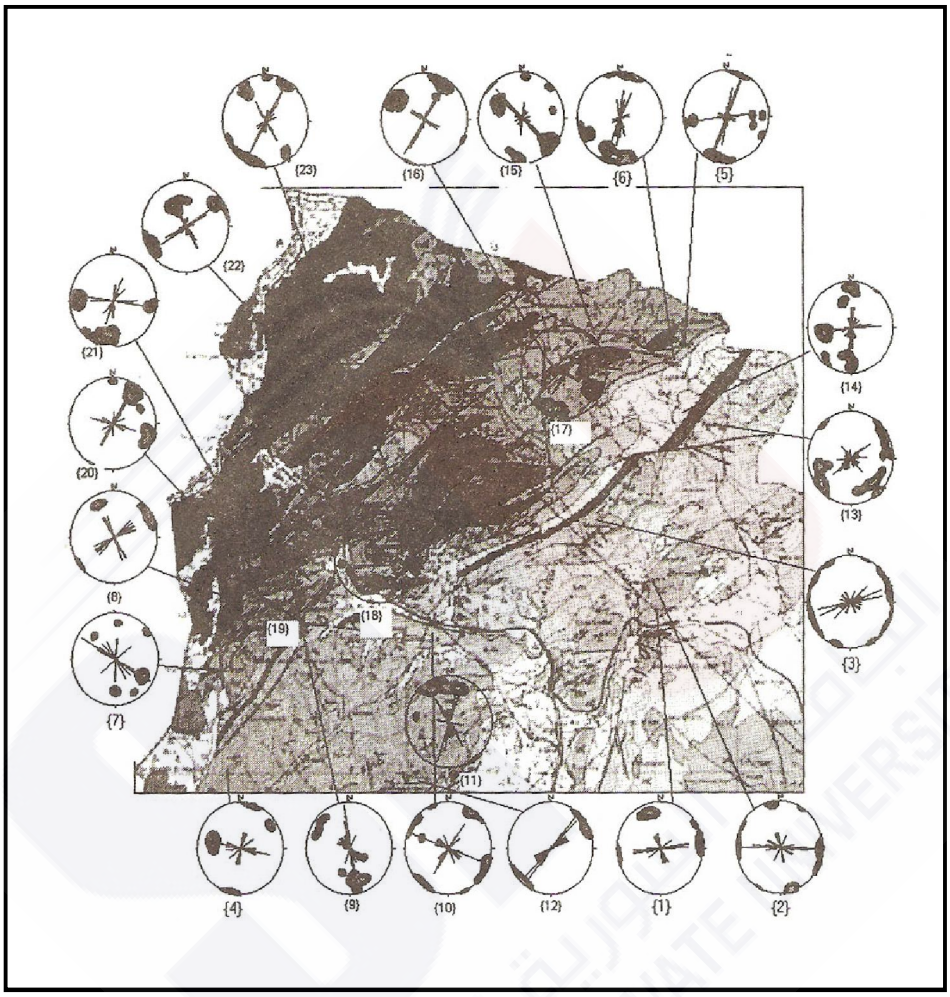
1 ــ الجملة A (الاتجاه شمال شرق ــ جنوب غرب، مع الاتجــاه شــمال غرب ــ جنوب شرق) وبما أن البنيات الموجودة في المنطقة المدروسة والتي تم العمل عليها عبارة عن بنيات مطوية (محدبات ومقعــرات) ذات اتجــاه متوســط يتراوح بين 45° إلى 50° وهذا يعني من الناحية المنشئية أن تكون جملة الشــقوق

المتعامدة A مرافقة لعمليات الطي الحاصلة في المنطقة والعائدة بشكل رئيسي إلى الميوسين وبالتالي تكون المجموعة ذات الاتجاه شمال شـــرق ــ جنـــوب غـــرب الموازية لمحاور الطيات ذات منشأ شدي مرتبط بالطبقة وينجم عن تحرر الإجهاد الرئيس المعامد لمحور الطي والمطبق على الطبقة، كذلك الحال بالنسبة للشـــقوق العمودية على محور الطي ذات الاتجاه شمال غرب ــ جنوب شـــرق فهـــي ذات منشأ شدي أيضاً ويعزى انفتاحها إلى عملية الشد على جوانب الطي الناتجة عـــن التمدد الموازي لمحور الطي.

2 ــ الجملة B (الاتجاه شمال جنوب مع الاتجاه شرق ــ غرب).

يمكن تفسير هذه الشقوق على أنها شقوق قطرية وبالتالي فهي ناتجة عن جهد القص المرافق لعملية الضغط المؤدي لتشكل الطيات.

كما يمكن تفسير الشقوق ذات الاتجاه شمال ــ جنوب على أنها ناتجة عـــن عمليات الشد المرافقة للانهدامات المتوزعة على طول الجزء الشمالي من الصدع المشرقي وبشكل خاص ضمن منطقة منخفض نهر عفرين ومنخفض النهر الأسود (منخفض قره صو) وبناءً على ذلك فقد بينت نتيجة التحليل البنيـــوي أن هـــاتين الجملتين مرتبطتان منشئياً بقوى شد مرافقة للضغوط الإقليمية الناتجة عن حركـــة الصفيحة العربية والتي أدت إلى نشوء البنيات المطوية ضمن المنطقـــة إضـــافة لكونها مرتبطة في جزء منشئها بحركة الجزء الشمالي فـــي الصـــدع المشـــرقي. (الشكل 5 ــ 19) تبين الخريطة الجيولوجية لمنطقة عفرين بمقياس $\frac{1}{200000}$ وقد أسقطت عليها مخططات منحنيات الكثافة مع وردة الاتجاه للشقوق المدروسة فـــي جميع المحطات.



شكل (5 ــ 19)

الخريطة الجيولوجية لمنطقة عفرين بمقياس

200000/1 وقد أسقطت عليها مخططات منحنيات الكثافة مع وردة

الاتجاه والشقوق المدروسة في جميع المحطات ــ المؤلف