الفصل الخامس

الشقوق

المحاضرة الاولى

من الصفحة 133-142

5 ــ 1 ــ مدخل:

تعدّ الشقوق البنية الأكثر وجوداً وانتشاراً في قشرة الأرض، فهي تحدث في كل أنواع الصخور وفي جميع الأوساط التكتونية. وتتحكم في فيزوغرافية العديد من الأشكال المثيرة لسطح الأرض، وتلعب دوراً مهماً في حركة وانتقال السوائل. وقد بات اليوم معروفاً من دون شك بأنها تظهر انفعال الصخر الموافق للتكسر. كما أن فهم الترابط بين الشقوق ومسبباتها، يمكن أن يزود الجيولوجي البنيوي بأدوات هامة لاستنتاج حالة الجهد المؤثر وآلية سلوك الصخر. ويسمح التحليل البنيوي لمعطيات العمل الحقلي والقياسات الحقلية للوضعيات الفراغية للشقوق في تحديد جمل الشقوق وارتباطها بالقوى التكتونية المؤثرة (الشكل 5 ــ 1).

شكل (5 ــ 1) جملة الشقوق، موقع النبي هوري ــ عفرين (المؤلف)

5 ــ 2 ــ أنواع الشقوق Kinds of Joints:

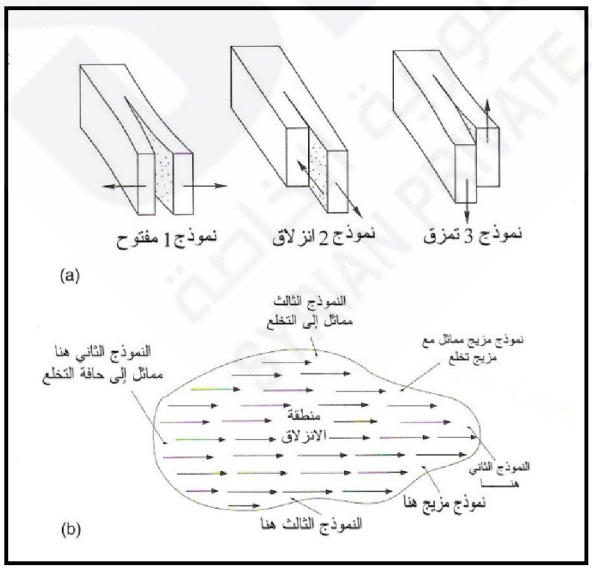
يوجد ثلاثة أنواع من الشقوق، حُدد كل منها من خلال نوعٍ من الحركة منفصل. (الشكل 5 ــ 2 ــ a) وهي:

النوع الأول: تكون الشقوق في هذه الحالة ذات منشأ مرتبط بانفتاح التكسرات.

النوع الثاني: تنشأ الشقوق فيه عن طريق عملية الانزلاق.

النوع الثالث: ينشأ بواسطة الحركات التمزقية.

يمثل النموذجين الثاني والثالث تكسرات قصية مشابهة لصدوع الانزلاق الاتجاهي والانزلاق الميلي، ومماثلة بشكل أكثر دقة لحافة التخلعات ويمكن لنفس البنية أن تظهر سلوك النموذجين II وIII في أجزاء مختلفة من منطقة الانزلاق. كما يمكن لأجزاء أن تبدي سلوكاً مدمجاً بالنوعين (الشكل 5 ــ 2)، يكون للشقوق سطوح مستوية أو غير منتظمة، ويقود ذلك إلى وصفها شقوق منتظمة وأخرى غير منتظمة.



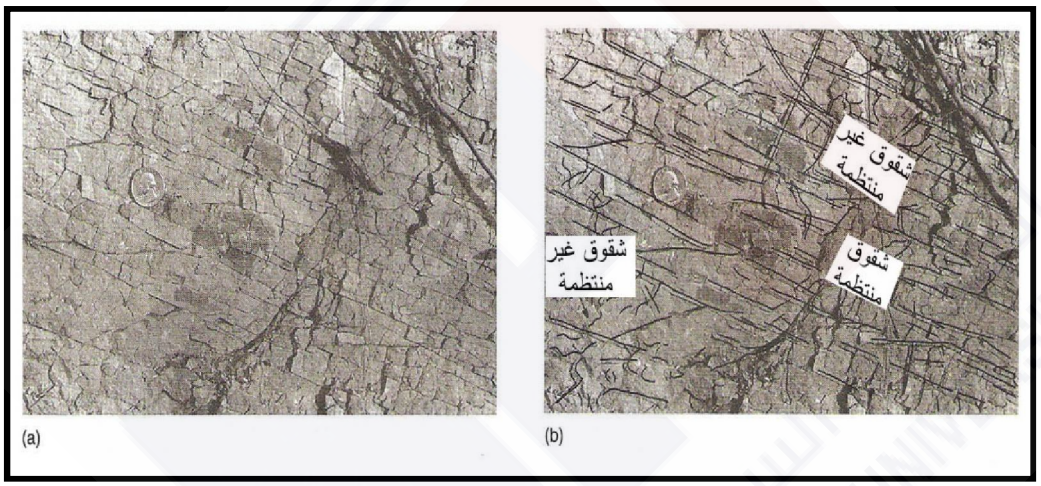
الشكل (5 ــ 2)

a ــ ثلاثة نماذج لتشكل تكسرات الشقوق.

b ــ النموذجان 2 و3 لسلوك يمكن أن يحدث في أجزاء مختلفة أثناء التشكل من نفس تكسر القص.

يكون للشقوق المنتظمة اتجاهات تحت متوازية وحيّز منتظم.

الشقوق غير المنتظمة: وهي تلك التي لا تشترك في اتجاه سائد، وتنحني بشدة، وتحدث في معظم المناطق، لكن لا ترتبط بسهولة إلى حقل جهد ملحوظ أحياناً، يمكن أن تتشكل الشقوق المنتظمة وغير المنتظمة بنفس الوقت. لكن الشقوق غير المنتظمة غالباً ما تنتهي بمجموعات منتظمة موضحة أن الشقوق غير المنتظمة تشكلت لاحقاً (الشكل 5 ــ 3).



الشكل (5 ــ 3)

a ــ شقوق منتظمة وغير منتظمة في صخور الشيل، لاحظ أن الشقوق المنتظمة تكون خطية وتشكل مجموعات متوازية. تكون الشقوق غير المنتظمة شاذة.

b ــ يُظهر الخط المرسوم العلاقات في a.

5 ــ 3: مجموعة الشقوق Joint set:

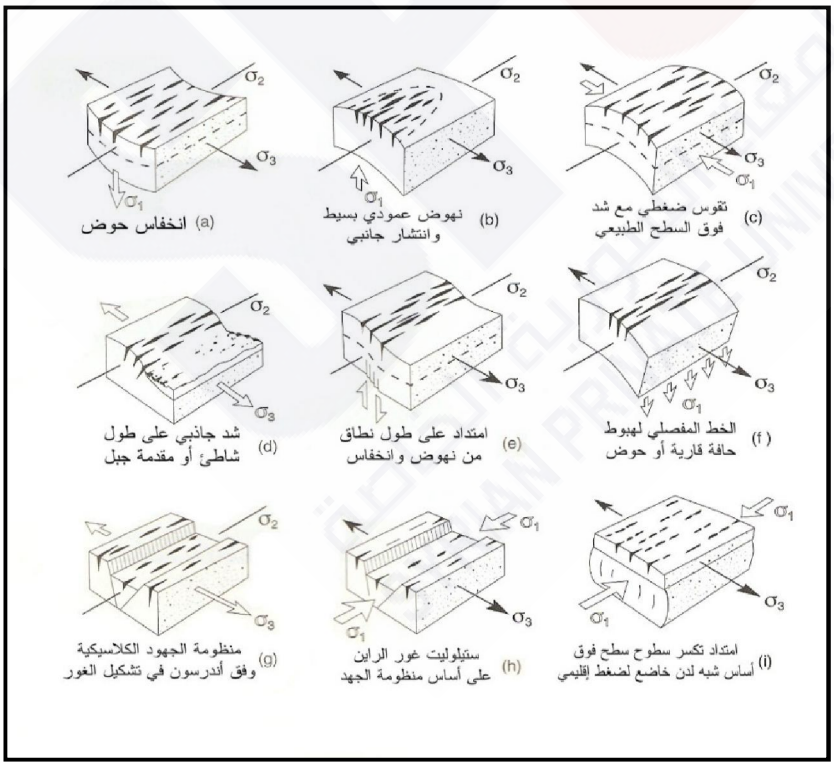
تنسب الشقوق التي لها الاتجاه نفسه في المنطقة نفسها إلى ما يسمى بمجموعة الشقوق، ويعرف معدل الشقوق K بأنه عدد الشقوق n الموجود في مسافة معينة L مقيسة بشكل عمودي على سطوح هذه الشقوق وفق اتجاه محدد بالعلاقة:

$$K = \frac{n}{L}$$

وإذا ما ازدادت قيمة (K) مما يعني ازدياد تشقق الصخر، بينما تعبر القيم المنخفضة لـــ K عن انخفاض عدد الشقوق على امتداد المسافة المقيسة أما قيمة مقلوب K فتعطي ماندعوه درجة التباعد d وهي تعطي المسافة المتوسطة الكائنة بين الشقوق المتتالية التي تعود إلى مجموعة الشقوق $d=\frac{L}{n}$ وكلما انخفضت درجة التباعد ازداد معدل الشقوق أي ازداد التشقق.

5 ــ 4 ــ منظومة الشقوق Joint system:

تشكل مجموعتان أو أكثر من الشقوق في المنطقة نفسها ما يسمى بمنظومـــة الشقوق، لكي تتحد المجموعات المزدوجة يجب أن تتشكل في الوقت نفسه، أو في وقت متقارب، ويمكن أن تنشأ الشقوق المزدوجة بالشد أو بالقص ويتقاطع كثيـــر منها في زوايا حادة، وتشكل بهذا شقوقاً قصية، لكن من الصعوبة إثبات الطبيعـــة المزدوجة ما لم يتأكد التقاطع في مقياس التكشف، وتـــرتبط بالبنيـــات، كالطيـــات والصدوع (الشكل 5 ــ 4).



الشكل (5 ــ 4)

اتجاهات الشقوق الممكنة المرتبطة بمحاور الجهد وبالبنيات الكبيرة،

لاحظ أن تشكل الشقوق عمودياً على σ_3 الذي يكون شدياً

تُعد كثير من مجموعات الشقوق المتقاطعة أنها تشكل مزدوجة أولاً، لكن توكيد تفاصيل تاريخ الحركة يظهر بأنها تشكلت في أزمان مختلفة، وإذا تم البرهان على آلية القص المزدوج فإن الزاوية الحادة سوف تقطع بـ σ_1 (وبمحور Z لإهليلج الانفعال) في زمن تشكل التكسرات.

ويوجد نوعان رئيسيان من منظومة الشقوق هما:

5 ــ 4 ــ 1: منظومة الشقوق المتعامدة: *Orthogonal joint system:*

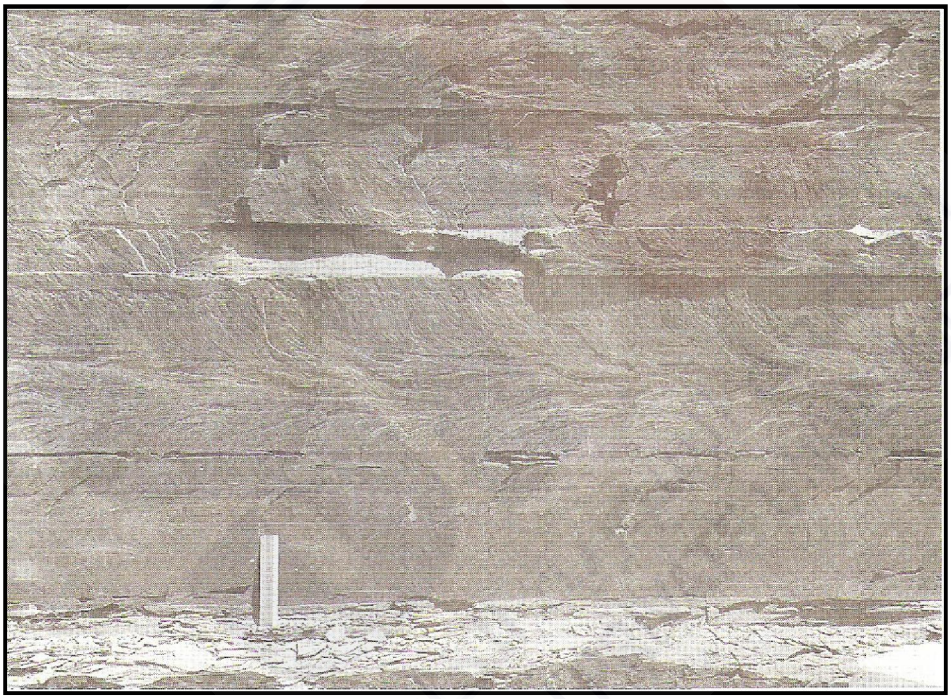
تُعد الشقوق المنتمية لهذا النوع من المنظومة بأنها شقوق شد. وتتقاطع المجموعتان الشقوقيتان بزاوية قائمة. حيث تتشكل مجموعة الشقوق الأولى باتجاه محور الجهد الرئيسي الأكبر σ_1 في حين يعامد محور الجهد الرئيس الأصغر σ_3 سطوح الشقوق ويأخذ محور الجهد الرئيس المتوسط وضعاً عمودياً على المحورين السابقين ضمن مستوي الشقوق.

5 ــ 4 ــ 2: منظومة الشقوق القطرية: *diagonal joint system:*

تنسب في نشوئها إلى عملية القص، وتتألف من مجموعتي شقوق مزدوجتين، حيث إن محور الجهد الرئيس الأكبر (σ_1) ينصف الزاوية بين مستويي القص. ومع تقدم التشوه يأخذ الجسم المشوه تفلطحاً باتجاه عمودي لـ σ_1 ويزداد تأثير عملية التفلطح في الأجزاء العميقة من القشرة الأرضية بسبب شروط الحرارة السائدة.

5 ــ 5 ــ مميزات الشقوق *Joint features:*

يتميز كل شق بامتداد محدود، ويبدأ تكونه من مركز نقطي (مركز الشــق) وهو الموقع الأول الذي حدث فيه فقدان التماسك بين أجزاء الصخر، وتتم عمليــة توسع الشق بشكل دائري وعندما تكون هناك اتجاهات مفضلة فإن الانتشــار يــتم بشكل إهليلجي، وهذا ما يؤدي إلى تكون السطح الرئيس للشق وغالباً ما تتوقــف عملية التكسر عند سطوح انفصال موجودة سابقاً (شقوق أقدم، أو سطوح طبقات)، (الشكل 5 ــ 5).

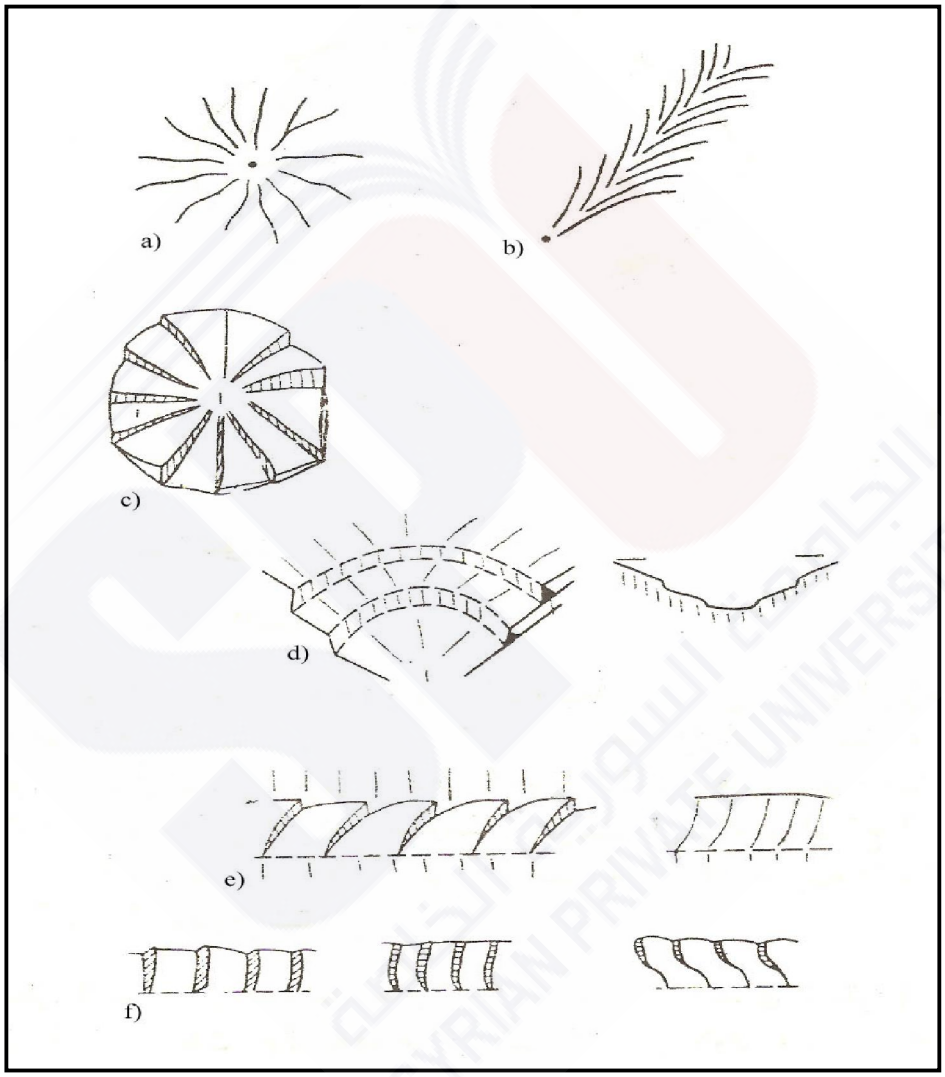


الشكل (5 ــ 5)

شقوق ريشية في صخر سلتي يعود إلى الديفوني. لاحظ البنية الريشية في مركز الصورة على كلتا الطبقتين والتي توضح انتشار التكسر من اليمين إلى اليسار ــ نيويورك (Hather)

تعطي البنيات الرئيسية والمتفرعة والشقوق الشعاعية والبنيات الحلقية (بنيات الشق الأولي) معلومات حول موقع مركز الشق (الحقل الأولــي) وحــول اتجــاه

الانتشار المفضل، إن البنيات الريشية أو المتفرعة هي تحززات أو بروزات ناعمة تتجه شعاعياً من مركز الشق أو تتفرع نحو الجانبين بدءاً من محـــور مركـــزي. وتكون البنيات المتميزة بمحور طولي (الشكل 5 ــ 6 ــ b) أكثر انتشـــاراً مـــن البنيات الشعاعية (الشكل 5 ــ 6 ــ a).



شكل (5 ــ 6) بنيات الشق الأولي

a ــ بنية شعاعية. b ــ بنية ريشية. c ــ شقوق شعاعية. d ــ بنية حلقية (مع مقطع عرضي). e ــ النطاق الحافي للشق والحافة المقوسة. f ــ أشكال حواف الشقوق.

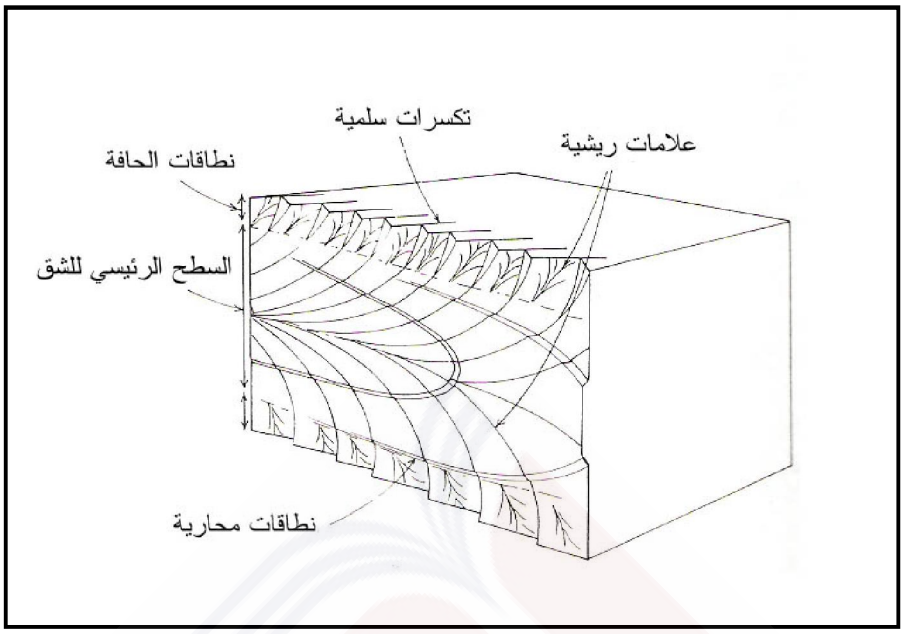
تنشأ البنيات المتفرعة من تقاطع السطح الريشي للشق مع شقوق معترضة. ويفترض أن مركز الشق يوجد باتجاه تجمع والتقاء التحززات أو البروزات، وهذا يفيد في تحديد مركز الشق بخاصة عند عدم اكتمال تكشف البنيات الرئيسية.

تتطور الشقوق الشعاعية بازدياد ارتفاع البروزات أو تعميق التحززات العائدة للبنيات الشعاعية لتؤلف بنية وردية منبسطة (الشكل 5 ــ 6 ــ C) أما البنيات الحلقية فهي تنيات ذات مسار دائري أو إهليلجي لسطح الشق تحيط بمركزه. وبدءاً من هذا المركز فإن مظهر البنيات الحلقية يتميز بارتفاعات أو انخفاضات سلمية (الشكل 5 ــ 6 ــ d) ويشابه منشأ هذه الشقوق نشوء المكسر الصدفي للزجاج. أما النهاية الطبيعية للسطح الريشي للشق فتتمثل من خلال (الشقوق الحافية) وهي تبدأ بحدوث انثناء للسطح الريشي للشق أو من خلال حافة مقوسة (الشكل 5 ــ 6 ــ e، f).

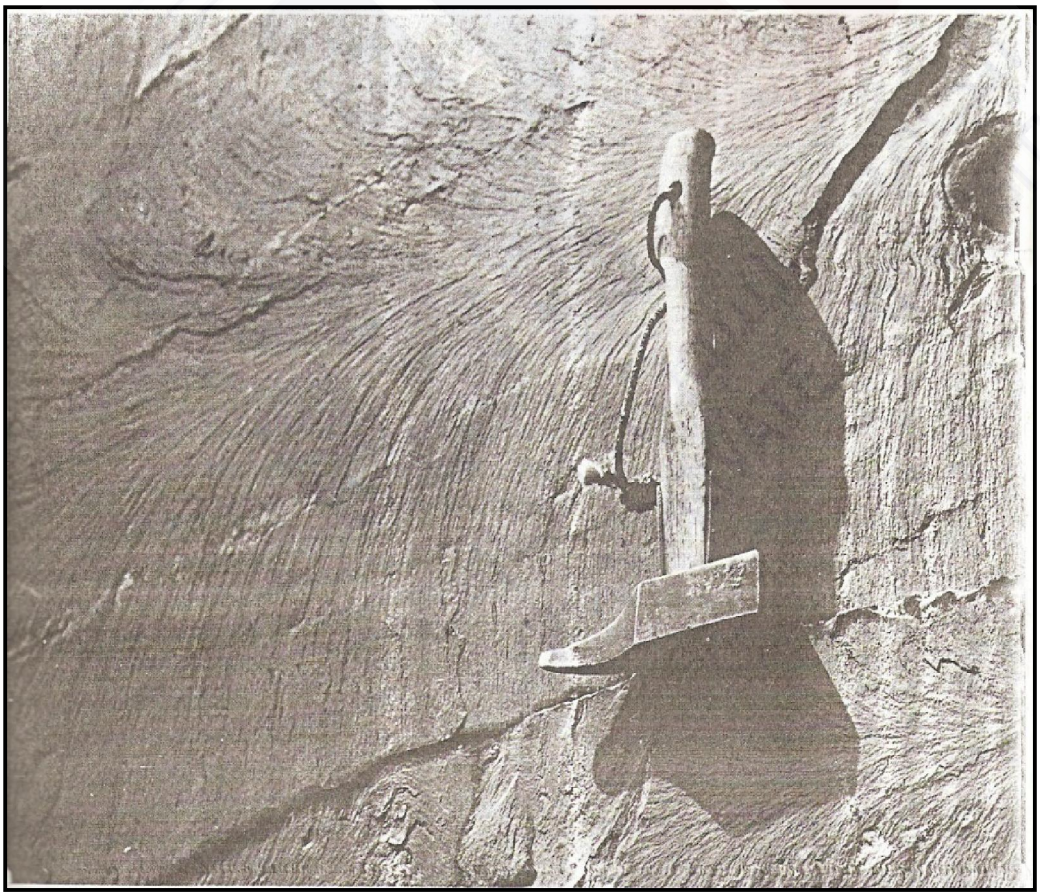
5 ــ 6 ــ المظهر السطحي للبنية الريشية:

Surface feature of plumose structure:

يتكون المظهر السطحي للبنية الريشية من محور مشترك تتفرع عنه تحززات أو بروزات ناعمة تتجه نحو مستوي الشق (الشكل 5 ــ 6). ويجب تمييز أولاً العلامات الريشية plumose marking حيث يظهر الشكل (5 ــ 7) مثالاً لهذه العلاقات مع محور خطي مركزي.

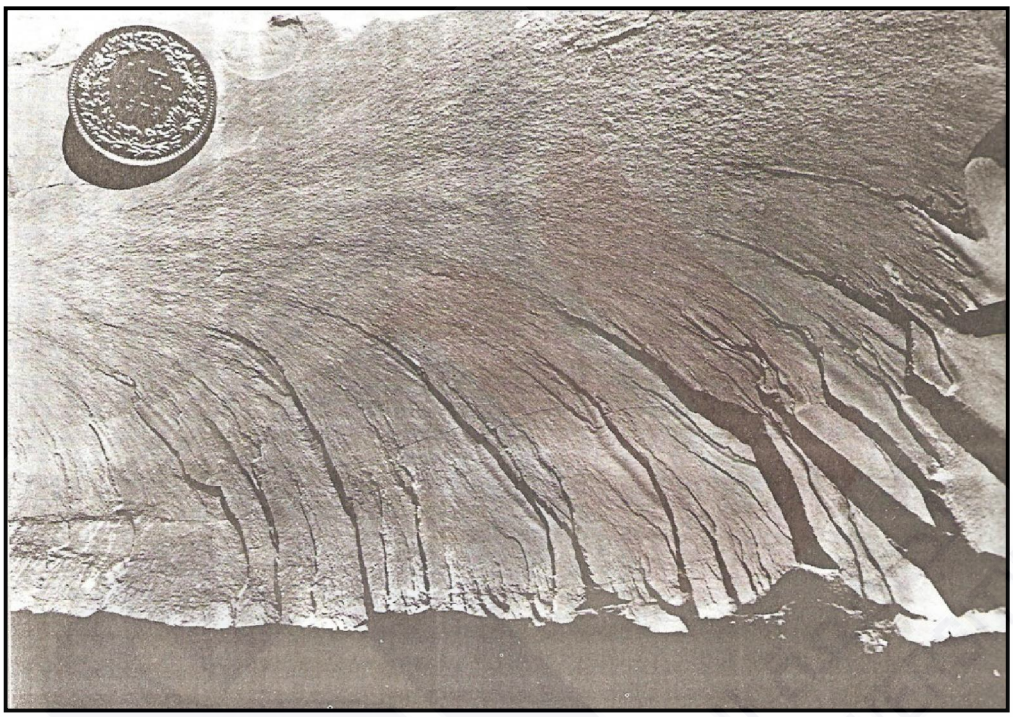


الشكل (5 ــ 7) مخطط يظهر الأنواع الرئيسة للمظاهر السطحية على الشقوق



الشكل (5 ــ 8)بنية العلامات الريشية في شقوق سليت الكامبري،شمال ويلز المملكة المتحدة (Ramsay, 1993)

لا يكون للحواف المنحنية التي تنشأ عن محور مركزي بروزاً واضحاً على العموم، ويمكن للجوانب الخارجية من الحواف الريشية أن تصبح أكثر وضـــوحاً، ويكون لنهاياتها مظهرٌ متدرجٌ حادٌ، وقد يتطور إلى تكسرات سلمية (Echelon fractures) (الشكل 5 ــ 8).



الشكل (5 ــ 9)تكسرات سلمية تطورت عن علاماتريشية (حجر رملي) فاليس غرب سويسرا (Ramsay, 1993)

ــ لا تتطور المظاهر المماثلة والتي تدعى علامات ريش عنق الطائر (hackle marks) عن العلامات الريشية فقط، لكن تحدث منفصلة عنها في ترتيب شعاعي على سطوح الشقوق.

ــ يدعى تكرار أثر الدرجات الواضح المرافق بتضريس عالي في النطاقات الحافية لمستويات الشقوق بالنطاقات الحافية (Fringe Zones)(مع بنيات ريشية مستقلة).

ــ تحدث النطاقات المحارية (conchodial zones) كتعاقب لحواف قوسية قريبة من شكل القطع المكافئ (الشكل 5 ــ 10). وهذه تتقعر نحو مستوي الشق الأصلي ولذلك فهي تساعد في تحديد طريق انتشار الشق.