

كلية هندسة البترول

Faculty of Petroleum Engineering

صفات الخزانات المتشقة

السنة الخامسة م 6

الدكتور نضال شقير

2018 - 2019

fracture detection and evaluation اكتشاف وتقييم الشقوق

مقدمة :

اكتشاف وتقييم الشقوق يتم انجازه من خلال عدة عمليات منها:
✓ عمليات استكشاف الحقل ومراحل تطور إنتاجه .

✓ الطرائق والتقنيات تتضمن جملة من العمليات مثل:

❖ الحفر ،

❖ القياسات البئرية ،

❖ ودراسة العينات اللبائية (الكور)

❖ والاختبارات الأخرى. (السمات لسيزمية.....)

اكتشاف وتقييم الشقوق fracture detection and evaluation

مقدمة :

أفضل المعلومات الكمية بخصوص دراسة خصائص (بارامترات) الشقوق يمكن الحصول عليها من طريقتين أو أكثر:

القياسات المباشرة إذا أمكن ،

أو دراسة اللباب الصخري.

و دراسة السمات السيزمية

يتم مناقشة إجراءات التقييم للشقوق واختبار معالجة المعلومات من

خلال نماذج مختلفة من التمثيل :

تمثيل إحصائي،

وتمثيل هندسي من خلال عمليات الحفر.

التصنيف من خلال المعيار الوصفي

أولاً – الشقوق الطبيعية مقابل الشقوق المتحرضة

الشقوق الطبيعية (Natural fracture) هي أي كسر أو شق أو صدع يحدث في الصخور يتضمن تلك الكسور التي تحدث أو تشكل السطوح المصقولة و التمدن.

الشقوق المتحرضة (induced fracture) هي تلك الكسور أو الصدوع التي تحدث نتيجة سوء الحصول على اللباب الصخري أو أثناء الحصول عليه (كالكسور على طول مستوي التطبيق) والتي هي عبارة عن سوء أثناء الحصول على اللباب.





تصنيف الشقوق على أساس المظهر والمورفولوجيا

A. شقوق طبيعية لأبس فيها (Unequivocal natural fractures):

هي الشقوق المعبأة جزئياً أو كلياً بعروق معدنية، وهي الشقوق المفتوحة والممتدة بشكل **موازي** ومتجه نحو الكسور المعبأة جزئياً أو كلياً.

B. شقوق طبيعية محتملة جداً (Very probable natural fractures):

هي الشقوق ذات السطوح المصقولة ، والسطوح الموازية لها.

C. الشقوق الطبيعية المحتملة (Probable natural fractures):

هي الشقوق ذات السطوح الحديثة النظيفة المرافقة للشقوق الصغيرة والموازية للشقوق التي لأبس فيها.

D. الشقوق المتحرضة (Induced fractures): تصنف عادة كالشقوق النظيفة

والحديثة الموازية أو العمودية على الأساسية كنتيجة لانحناء والتواء اللباب أثناء الحصول عليه.



ثانياً - الشقوق القابلة للقياس والشقوق غير القابلة للقياس

A. الشقوق القابلة للقياس هي شقوق واضحة ويمكن تحديدها بالعرض والطول والاتجاه (الميل وزاوية **الاتجاه**).

B. الشقوق غير القابلة للقياس هي فقط آثار تقطع اللباب (الكور) عندما تنتهي ضمنه.

أي مرجع لكثافة وشدة الشقوق وغيرها، يجب أن تعزأ إلى الكسور أو الشقوق الطبيعية المرئية والتي تشير إلى اتجاه وزاوية ميل مؤكدة.

ثالثاً - الشقوق الماكروية والشقوق الميكروية

إن الفرق الجوهرى بين التصنيفين يتعلق بأبعاد تلك الشقوق بشكل عام:

✓ الشقوق الماكروية (macrofracture) هي عبارة عن شقوق عريضة وكبيرة (أكبر من ١٠٠ ميكرون) وطولها كبير ، مثل شقوق الكارست.

✓ الشقوق الميكروية (microfracture) هي شقوق ذات طول وعرض

محدود (أقل من ١٠٠ ميكرون) (أحيانا الشقوق الميكروية تكون ضمن شبكة الشقوق المتصلة والمستمرة تشبه هيدروديناميكيا الوسط المسامي).

الكسور الميكروية = الشقوق. microfracture = fissures

رابعاً - الشقوق المفتوحة والشقوق المغلقة Open and closed fractures

ضمن هذا المفهوم هناك تصنيفان للشقوق:

الشقوق المفتوحة والشقوق المغلقة، وهذا مرتبط بشكل رئيسي بالدورة الهيدرولوجية المائية و بالهطولات، والتي تكون قادرة على سد وإملاء الشقوق بالانهدرت والمعادن وغيرها.

وبشكل آخر إن الشقوق التي تُغلق من الظروف السطحية غالباً ما يمكن أن تكون مفتوحة أو شبه مفتوحة ضمن شروط الخزان، حيث الضغط الصافي له دور وفعل ضمن جدران الخزان.

تصنيف الشقوق بناء على المعايير الجيولوجية

(Classification of fractures based on geological criteria)

كما تم نقاشه أعلاه ، إن التشققات مرتبطة بالحوادث التكتونية والبيئة الجيولوجية (الليتولوجيا) .

علاقة الشقوق بالطيات

بشكل عام إن الشقوق مرتبطة بمحاور الطيات كما في الشكل (٢-١) ويمكن أن تسمى كما يلي:

- ١- شقوق طولية (longitudinal fractures) - على طول محاور الطي.
- ٢- شقوق عرضية (transversal fractures) - عمودي على محاور الطي.
- ٣- شقوق قطرية (diagonal fractures) - مرتبط بمحور الطي.

بشكل عام كما مر سابقا:

١- الشقوق المستعرضة (Transverse Joint):

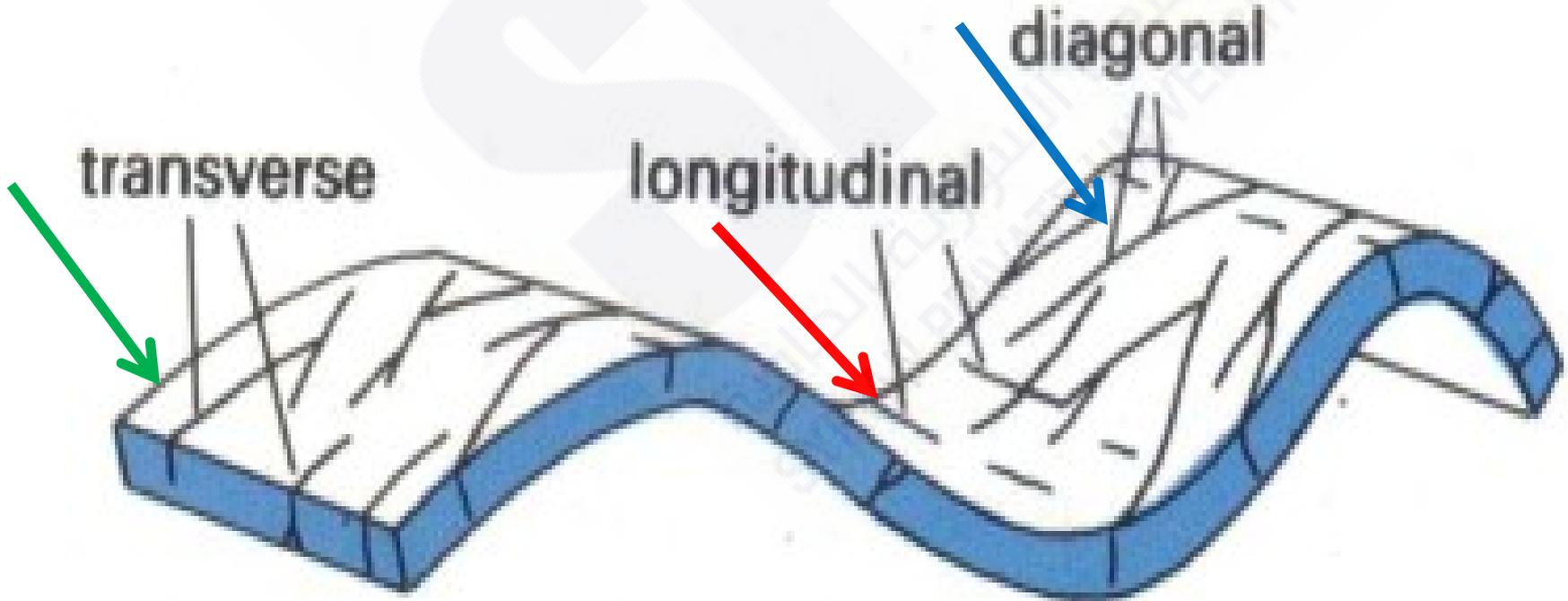
وهي التي تكون عمودية على خط مفصل الطية.

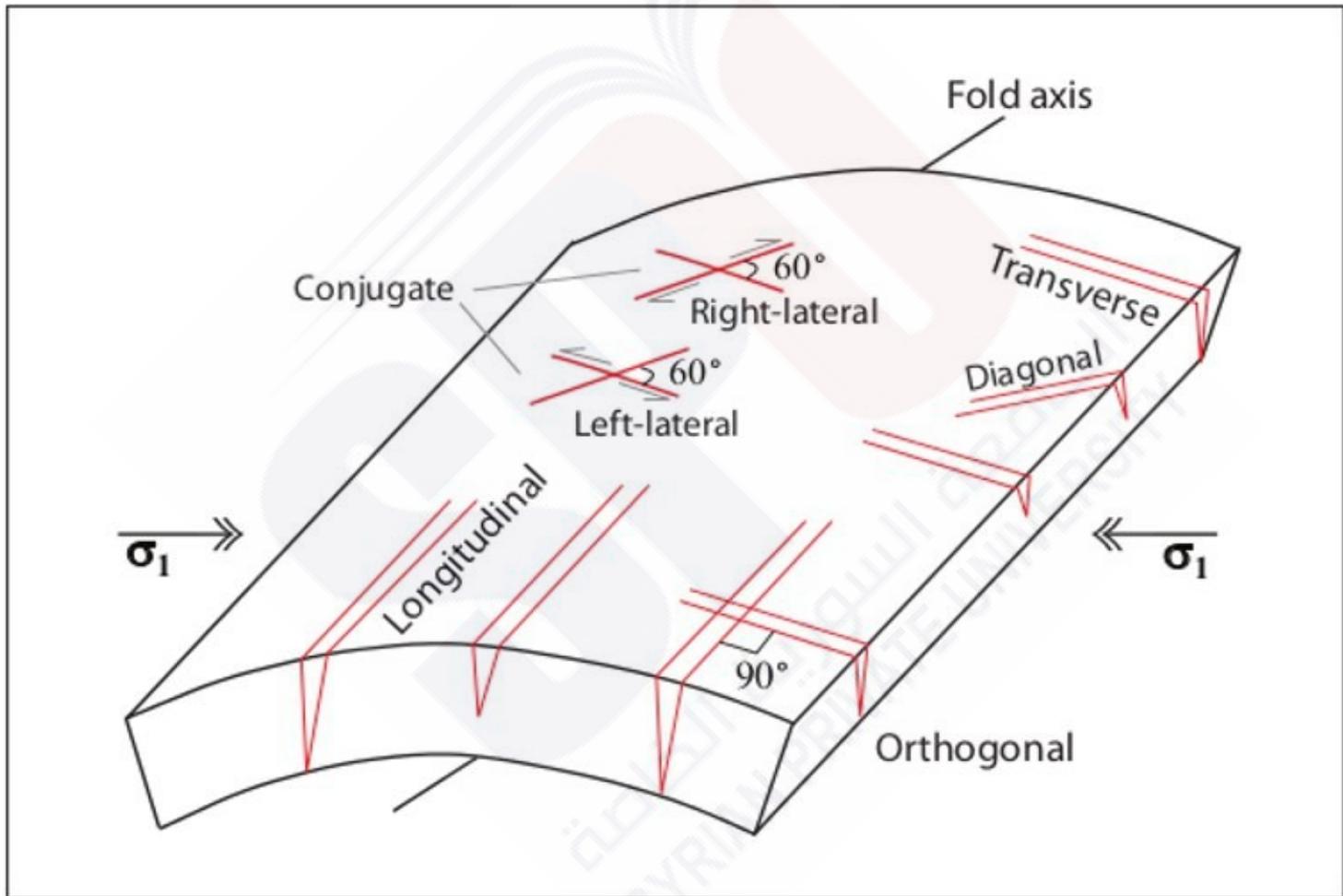
٢- الشقوق الطولية (Longitudinal Joints):

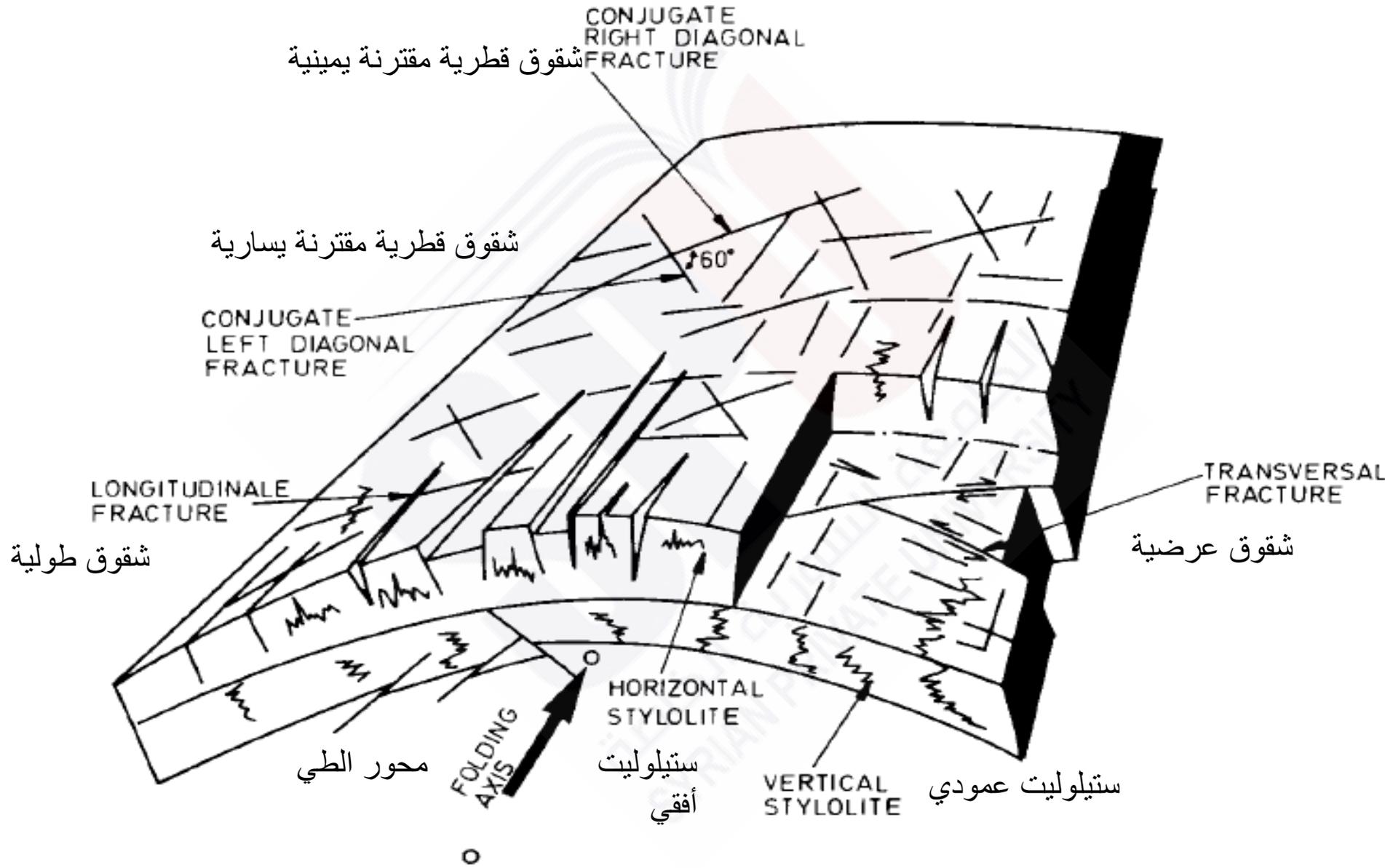
وهي التي تكون موازية لمفصل الطية.

٣- الشقوق المائلة قطرية (Diagonal Joints):

وهي التي تكون مائلة على مفصل الطية.







2.1 – Various types of fractures generated by folding (courtesy of Leroy²).

Fractures and the stress state **علاقة الشقوق بحالة الجهد**

إذا كانت الشقوق مرتبطة بحالة واحدة من الجهد أو بأكثر من حالة عندها يمكن أن تقسيم الشقوق إلى مجموعتين:

١- الشقوق المقترنة conjugate fractures

٢- الشقوق غير المقترنة (المتعامدة) fractures non-conjugate (orthogonal)

علاقة الشقوق بالستراتغرافيا

إن تغيرات أبعاد الشقوق وكثافتها معتمد على الليتولوجيا وسماكة الطبقات التي تحوي تلك الشقوق وتاريخ تطورها. ويمكن أن تقسم إلى قسمين:

١- شقوق من الدرجة الأولى **first-order fractures**:

وهي التي تقطع عدد من الطبقات الصخرية.

٢- شقوق من الدرجة الثانية **second-order fractures**:

تكون محدودة ضمن طبقة واحدة من الصخور.

المتغيرات الأساسية لشقوق

متغيرات الشقوق المفردة Single fracture parameters :

إن تلك الميزة مرتبطة بالموصفات الجوهرية للشقوق:

العرض والحجم والاتجاه وشقوق مفتوحة أو شقوق مغلقة وطبيعة تلك الشقوق.

متغيرات الشقوق المتعددة multi-fracture parameters :

مرتبطة بهندسية الشقوق والتي تؤدي إلى وحدة الكتلة، تسمى

المصفوفة الحجمية.

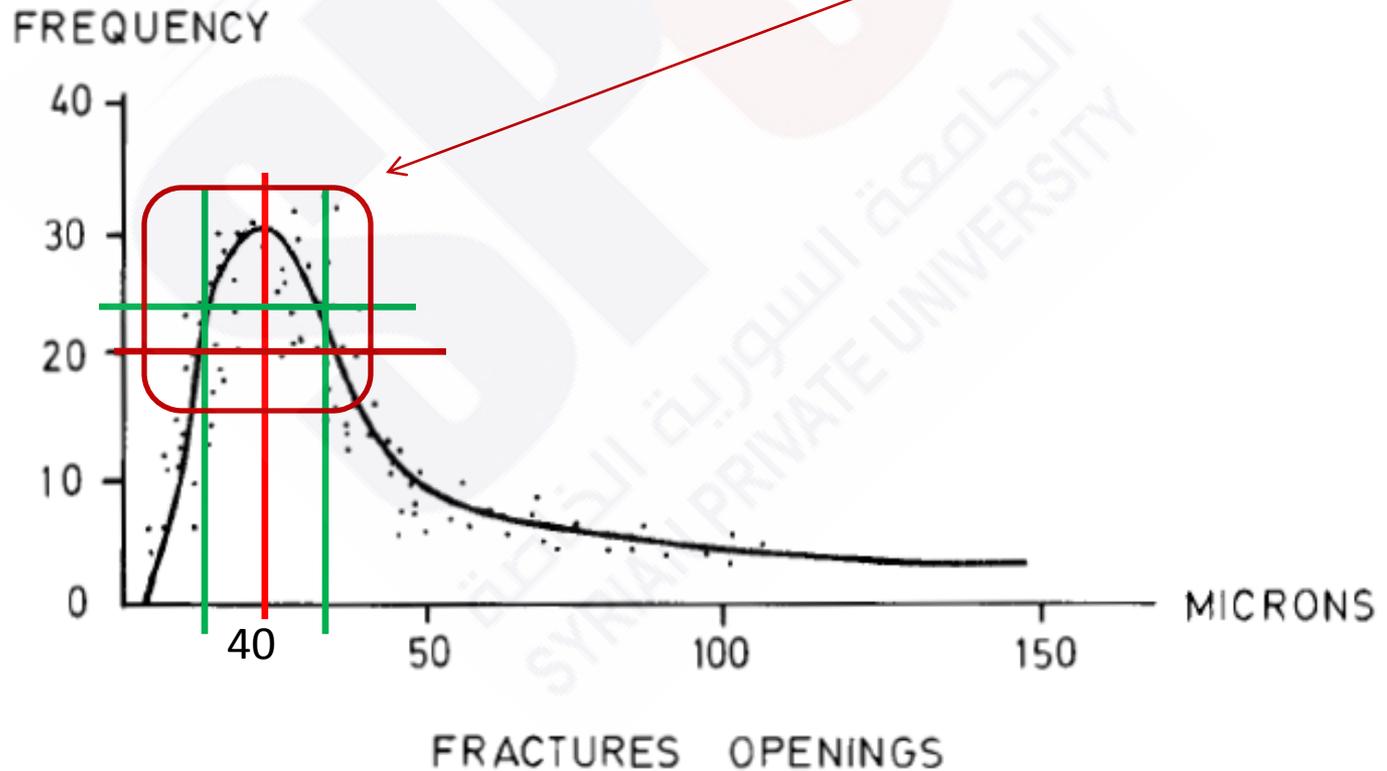
عدد الشقوق واتجاهها مرتبطة مباشرة بتوزيع وكثافة هذه

الشقوق.

متغيرات الشقوق المفردة *Single fracture parameters*

انفتاح الشقوق وعرض الشقوق: وتمثل بالمسافة بين جدران الشقوق. عرض الانفتاح مرتبط بعمق و بشروط الخزان، وبالمسامية الصافية ونوع الصور.

عرض الشقوق متغير من ١٠ - ٢٠٠ ميكرون. ولكن بشكل إحصائي فان عرض معظم الشقوق يتراوح بين ١٠ - ٤٠ ميكرون كما في (الشكل ٢.٢).



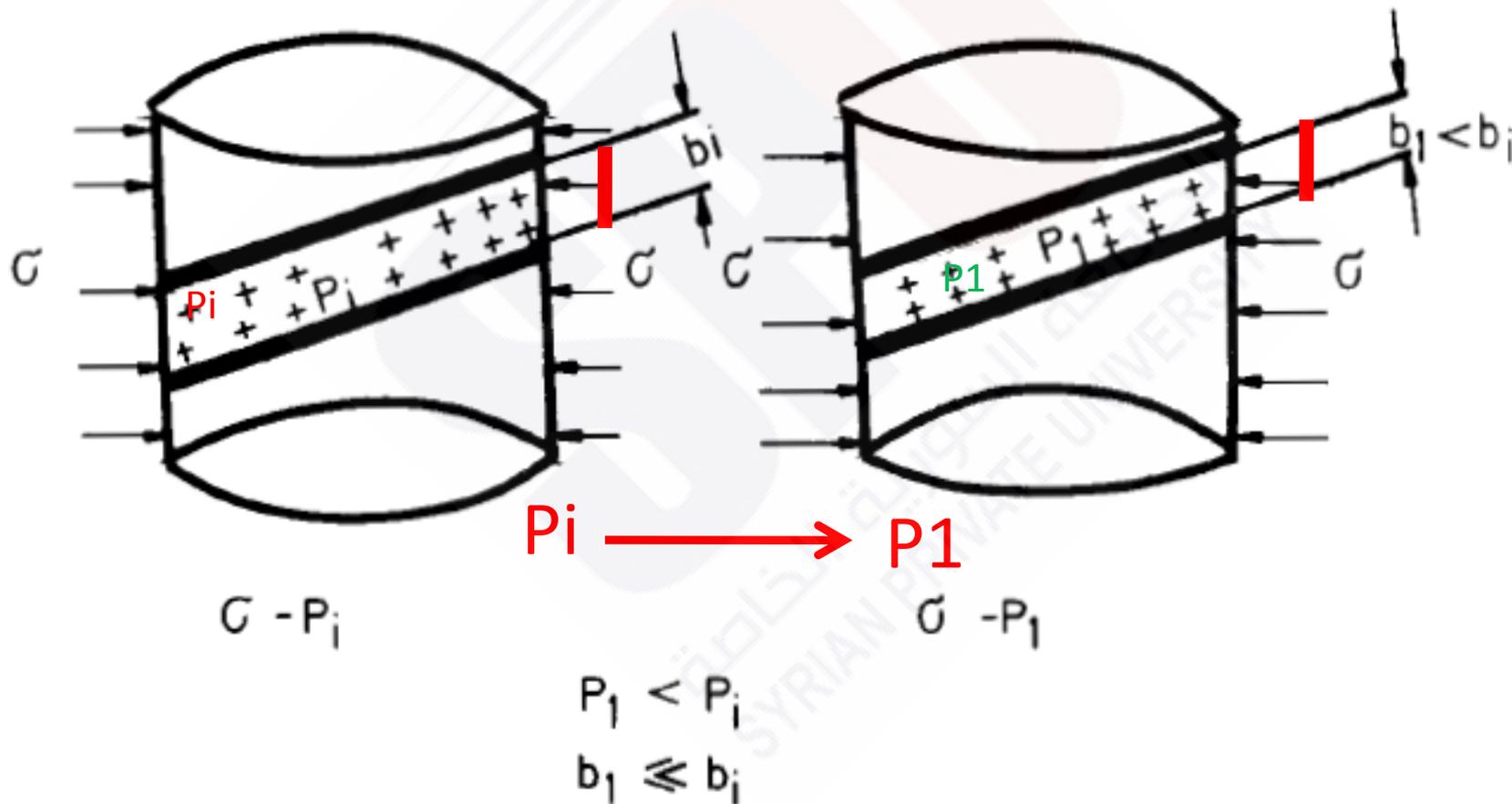
ضمن شروط الخزان حيث الضغط من الطبقات المغطية يعتبر ثابت، لكن الضغط الصافي الداخلي P_i ينخفض (خلال استنزاف الخزان) إلى P_1 ، العرض b سيكون اصغر (سيصغر) كما في الشكل (٢-٣)، كتأثير توسع وتمدد الصخور.

شقوق طبيعية

الشقوق خلال الاستنزاف

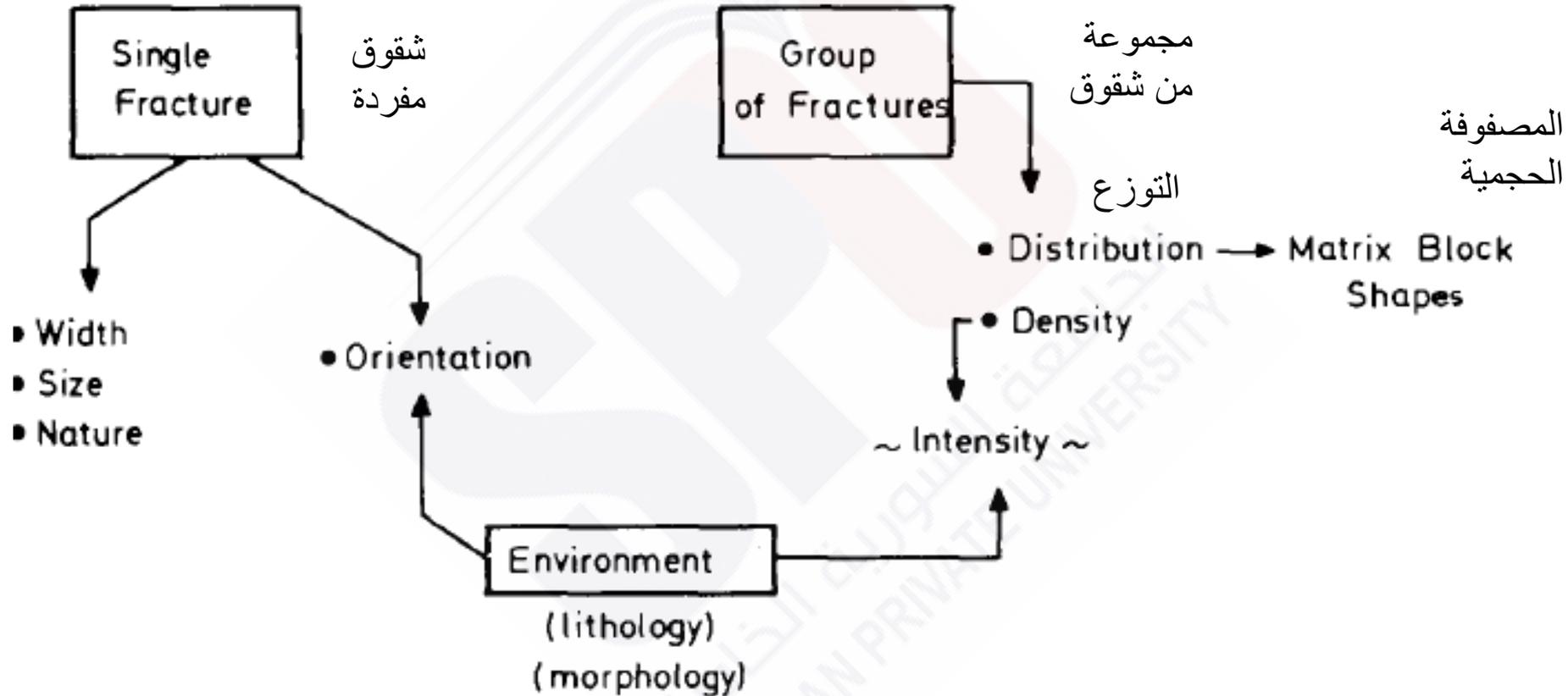
INITIAL FRACTURE

FRACTURE DURING DEPLETION



2.3 – Reduction of fracture width as an effect of reservoir pressure depletion

The basic parameters and their relationships are illustrated below:



حجم الشقوق : Fracture size

إن حجم الشقوق مرتبط بالعلاقة بين طول الشق وسماكة الطبقة، في هذه الحالة يمكن أن تُقيم كشقوق:

ثانوية غير هامة،

ووسطية،

ورئيسية،

حيث:

الشقوق الثانوية طولها اقل من طول الطبقة المفردة.

الشقوق الوسطى تقطع أو تمتد عبر أكثر من طبقة.

الشقوق الرئيسية لها امتداد طويل غالبا من عشرات حتى مئات الأمتار

طبيعة الشقوق: Nature of fracture:

الاهتمام الرئيسي لحالة الشقوق تحت تأثير وزن الطبقات المغطية تعود إلى **الانفتاح** ، **الملء** و **مواصفات جدران الشقوق**، ويمكن وصفها كما يلي:

-**الانفتاح** – شقوق مفتوحة ، فواصل ، شقوق مغلقة.

- **الملء** – فلزات ، فلزات مختلفة.

-مغلقة ب - مملوءة بمواد متجانسة.

-جدران الشقوق – ناعمة ، مصقولة.

-اتجاهات الشقوق: Fracture orientation:

-هو البارامتر المرتبط بطبيعة الشقوق المفردة. ومستوي الشقوق يمكن

تحديد زاويتين، **زاوية السمت δ** و **زاوية الميل ω** .

