الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY

كلية هندسة البترول
Faculty of Petroleum Engineering

صفات الخزانات المتشققة

السنة الخامسة

المحاضرة الخامسة

الدكتور نضال شقير

2018 - 2017

Single fracture parameters مواصفات الشقوق المفردة

١- تقييم عرض الشقوق Evaluation of fracture width

عرض الشقوق يمكن الحصول عليها باختبارات الميكروسكوب من خلال المقاطع الرقيقة.

هذه الطرائق تعتبر فعالة في قياس حجم الشقوق المفتوحة بشكل مباشر.

يمكن قياس العرض من خلال عدد من المقاطع الرقيقة ذات الشقوق المفتوحة، والنتيجة النهائية هي متوسط القياسات.

بناءا على عدد المقاطع الرقيقة يمكن الحصول على النتيجة والتي هي عبارة عن متوسط القياسات، وفي النهاية يمكن إجراء التصحيح باستخدام الزاوية θ بين مستوي المقاطع و الشقوق، مثال لعدد من العينات 1110 عينة ، كما في الجدول (2-3).

إذا تغيرت الزاوية خلال كل قياس فان التغير العشوائي يكون من 0 - π/2،

عندها يُستخدم الحساب من العلاقة:

$$b_{real} = b_{measured} \times \cos\theta$$

وإن متوسط حجم الانفتاح للشقوق هو: $\bar{b} = 0.079\,mm \approx 0.08\,mm$

$$\bar{b}_{real} = \bar{b}_{measured} \times \frac{2}{\pi}$$

Table 2.3.

صنف عرض الشقوق Class of width, mm	متوسط عرض الشقوق Average width	عدد الشقوق Number	تكرارية الشقوق Frequency %
< .01	.01	430	39%
.01–.03	.02	80	7%
.03–.07	.05	180	16%
.07–.113	.10	270	24%
.113–.117	.15	10	1%
.117–.23	.20	20	2%
.23–.27	.25	30	3%
.33–.33	.30	60	5%
.33–.67	.50	30	3%
		1110	100 %

Single fracture parameters

1-Evaluation of fracture width

2-Evaluation of fracture size

3-Evaluation of fracture orientation

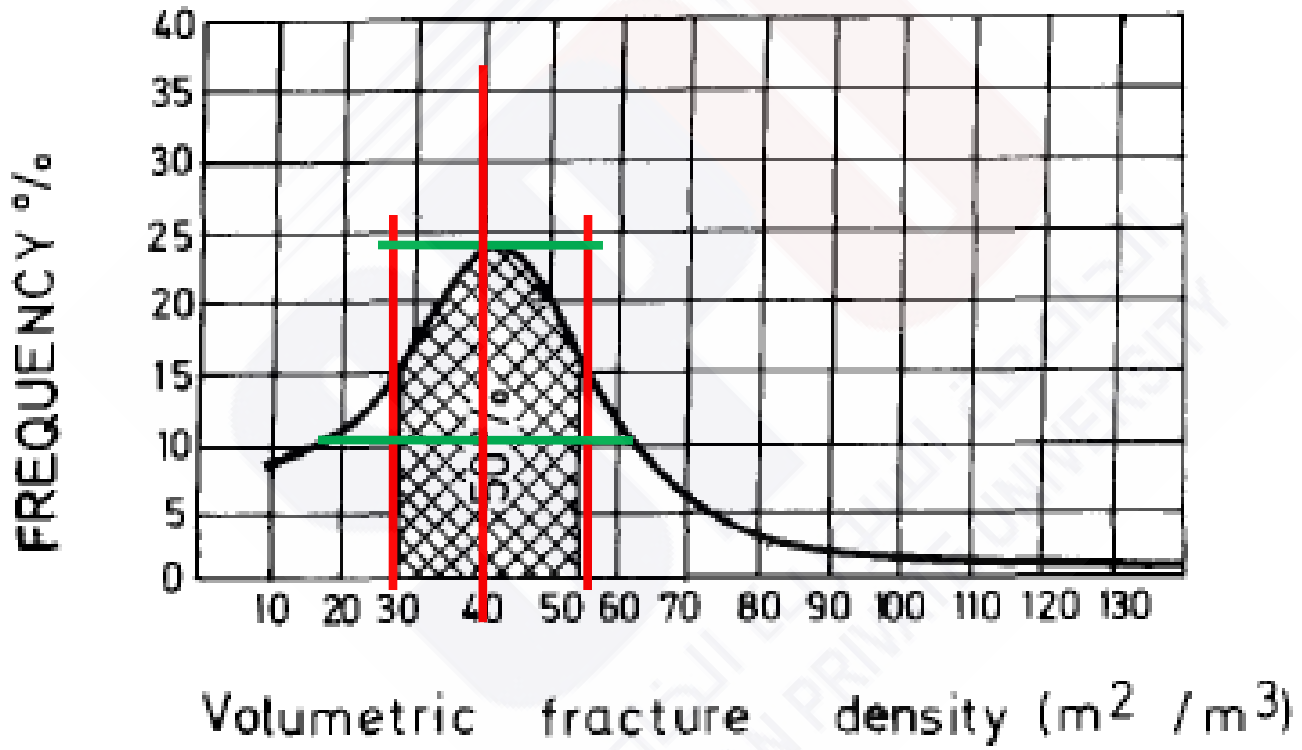
4- Nature of fracture

The results are presented as a frequency curve as shown in figure 2.14.

The average opening size is,

$$\bar{b} = .079 \text{ mm} \cong .08 \text{ mm}$$

التكرارية



$$V_{fD} = \frac{S}{V_B}$$

2.14 – Opening width obtained from Basquiria Middle Cretaceous[4]

الكثافة الحجمية للشقوق : Volumetric fracture density :

هي النسبة بين سطح شقوق الكتل S و حجم مصفوفة الكتلة V_B.

2- تقييم حجم الشقوق Evaluation of fracture size

بشكل عام من معلومات اللباب الصخري يمكن بسهولة تسجيل كل **الشقوق الميكروية** و تحديد كل **الشقوق الماكروية**، بالحقيقة الكشف عن بعض الشقوق الماكروية مرتبط بشروط اخذ العينات:

- كنتيجة علاقة المسافات بين الشقوق،
- قُطُر اللباب كما في الشكل (2- 15-a)،
- واتجاه الشقوق مقابل انحراف البئر الشكل(2-15-b).

كما هو ملاحظ من المسافات بين الشقوق، أنه خلال الشقوق شبه العمودية وميل البئر قد يؤدي إلى عدم تحديد الشقوق كما في الشكل (2-15-b)،

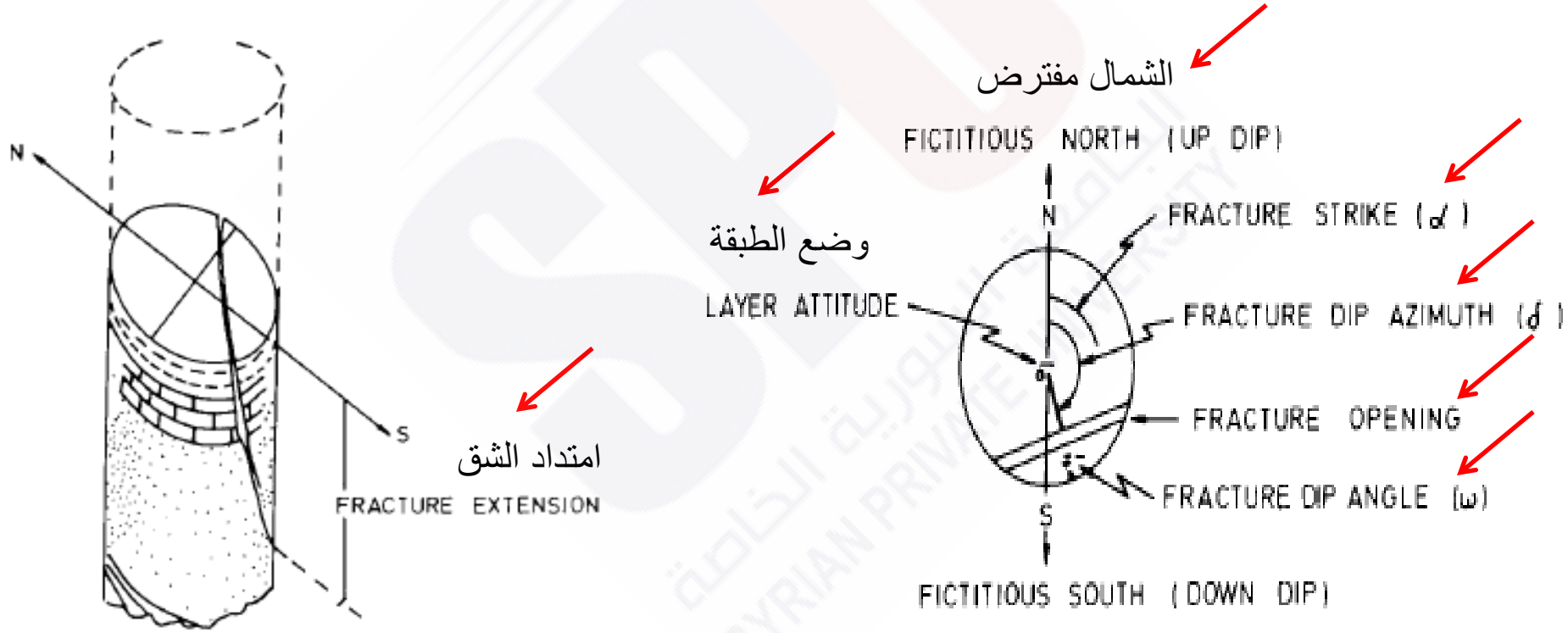
ومن جانب أخر المسافة بين الشقوق القريبة (المتاخمة) يمكن أن تقلل من اكتشاف نظام الشقوق في اللباب الشكل (2-15-b).

الشقوق شبه العمودية وميل البئر
قد يؤدي إلى عدم تحديد الشقوق

2.15 – Well and fracture system. a) Fracture interval larger than core height b) Fracture and well parallel

٣- تقييم اتجاه الشقوق Evaluation of fracture orientation

من الضروري معرفة اتجاه الشقوق من خلال اللباب لتأكيد اتجاه الشقوق العام. يمكن من خلال تصحيح الاتجاهات الوهمية إلى القيمة الصحيحة للأقطاب، فإن الميزات المقيسة فوق وتحت العمق الممسوح (المدروس)، أن تصبح معدلة وملائمة للسمت والعمق الصحيحين بشكل عام.



2.16 — Relationship between fictitious north and fracture strike, dip azimuth (courtesy of Vieira[4])

٤- الشقوق الطبيعية Nature of fracture

إن كل شق إفرادي يمكن اختباره ووصفة بالتفصيل لترتيب وتصنيف الشقوق بالمقارنة مع الشقوق الأخرى.

مورفولوجية الشقوق (الشقوق المفتوحة، الشقوق المفتوحة جزئيا، الشقق المعبأة، الشقوق المغلقة ،..الخ)

يتم مقارنتها مع حجم الشقوق (كبيرة، صغيرة) ومع الاتجاه.

مواصفات الشقوق المتعددة Multi-fracture parameters

1- تقييم كثافة الشقوق Evaluation of fracture density

إن عرض الشقوق المفتوحة وطولها يمكن قياسها بشكل متزامن، لذلك كثافة الشقوق يمكن تقييمها باستخدام المعادلة التالية:

$$A_{fD} = \frac{\text{number of fractures} \times \text{length (in thin section)}}{\text{area thin section}}$$

الكثافة المساحية للشقوق: هي النسبة بين الطول التراكمي للشقوق l_T و مصفوفة (مساحة الكتلة S_B). $A_{fD} = \frac{n_f x l}{S_B} = \frac{l_T}{S_B}$

:Areal fracture density

$$FINT = \frac{FF}{THF}$$

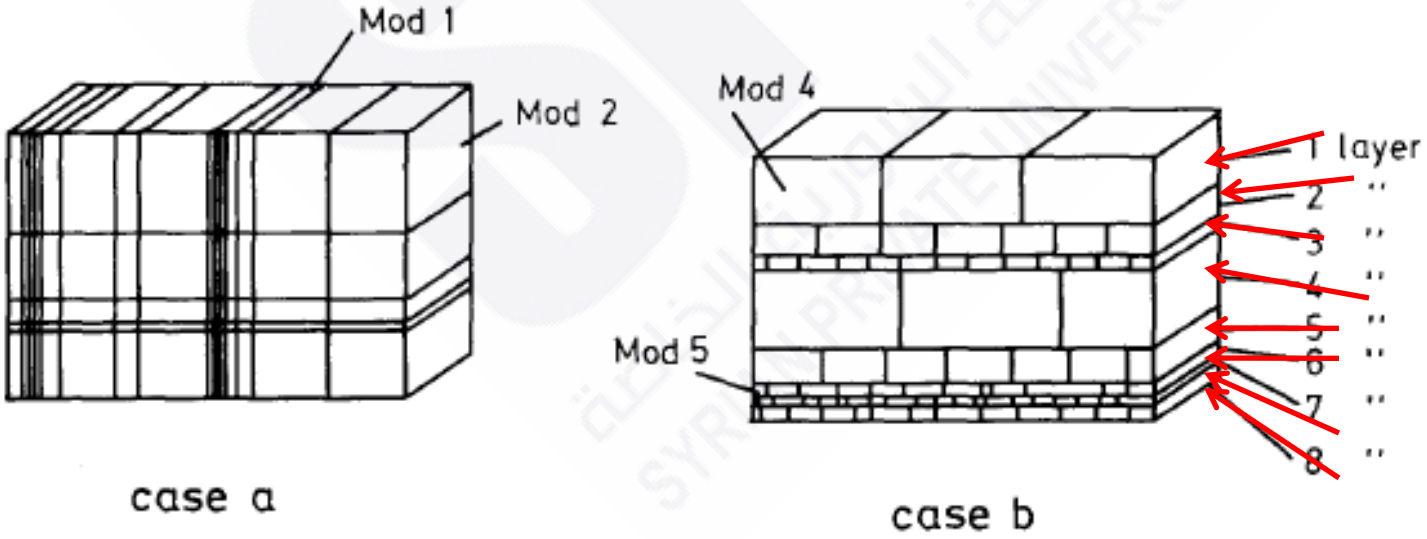
2- تقييم شدة الشقوق Evaluation of fracture intensity

$$FINT = \frac{\text{fracture frequency}}{\text{thickness frequency}} = \frac{FF}{THF}$$

الأشكال المنتظمة وغير المنتظمة للشقوق كما في الشكل(2- 19)، ربما تقود إلى شدة الشقوق في الخزان متعدد الطبقات.

في الحالة a: العدد الكلي للشقوق بقيت كما هي لكل طبقة من الطبقات مرتبط من حيث السماكة والموقع.

أما الحالة b: هناك أنواع أخرى من الشقوق تم رصدها في كل طبقة من الطبقات الثمانية.



2.19 – Two idealized rocks: a) equal number of fractures in all layers b) different number of fractures in each layer

Representation of data تمثيل المعلومات

المعلومات الناتجة من اختبارات اللباب يجب أن تعالج من خلال المخططات الإحصائية أو المعلومات الهندسية الصرفة.

المعلومات الرئيسية التي تُعالج:

عرض الشقوق، الحجم، الشقوق الطبيعية، الاتجاه، التوزع، وحدة الحجم، الكثافة، والشدة، وذلك من خلال معايير العمق و الليتولوجيا.

fracture width, size, nature, orientation, distribution, block unit, density and intensity.

هناك نموذجين لتمثيل المعطيات:

النموذج الإحصائي statistic models:

الذي يتضمن الرسم البياني والمجسمات الإحصائية.

الرسم البياني يستخدم لتحديد متوسط القيمة المحتملة للبارامترات المعطاة للشقوق المفردة، أما المجسمات تستخدم بشكل رئيسي لتحديد بارامترات التوجه (زاوية الميل والاتجاه).

النموذج الهندسي geometrical models:

يَستخدم بشكل رئيسي مشاريع المجسمات، وخاصة في حالات وحدات مصفوفة الحجم.

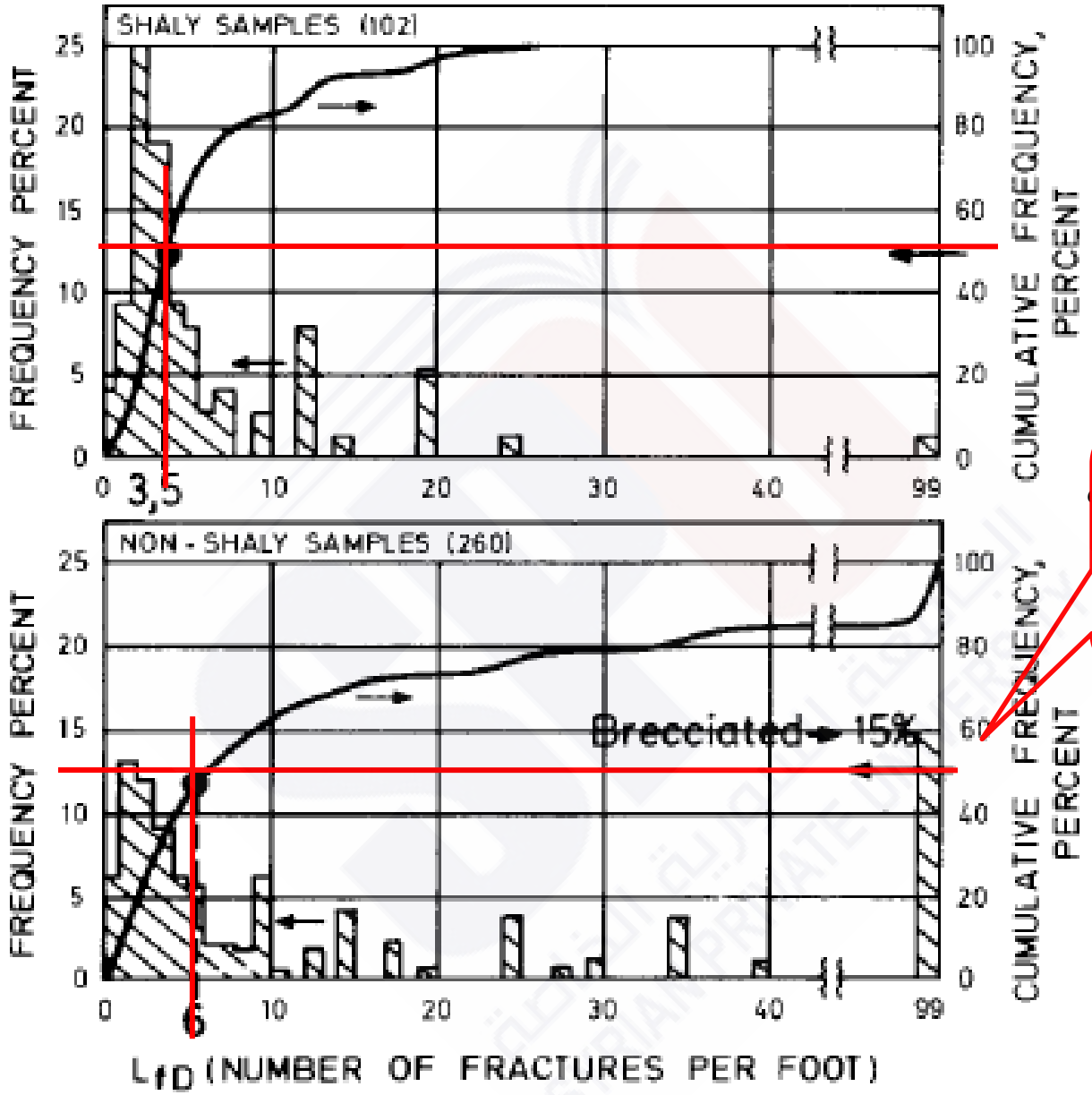
التمثيل الإحصائي Statistic representation

الرسم البياني Histograms

الرسم البياني يستخدم لتقييم أغلب المجال التكراري لتغيرات القيم المعطاة. المعلومات التي يتم جمعها عادة مرتبطة بالمعايير المعطاة مثل الليتولوجيا عدد اللباب، نوع الشقوق ..الخ.
الرسوم البيانية تطبق على كل البارامترات التي تحدد الشقوق المفردة.
من المنحنيات التكرارية والمنحنيات التراكمية التكرارية، إن مجال القيمة المتوسطة للقيم المعطاة يمكن الحصول عليها من الإجراء التقليدي.

مثال 1 :

تم اختبار كثافة الشقوق من خلال (362) عينة والنتيجة الحاصل عليها قُسمت إلى مجموعتين من خلال **المعيار الليتولوجي**:
عدد **عينات الشل** كانت(102) وعدد عينات من **غير الشل** كانت(260). الشكل (2-24) يبين العلاقة التي تربط مجموعتين من العينات التكرارية والتراكمية التكرارية، مقابل كثافة الشقوق الخطية (شقوق / قدم) .
كما هو ملاحظ أن القيمة التكرارية التراكمية لـ ٥٠% إن القيمة الوسطية للكثافة الخطية للشقوق هي **٦شق/قدم لعينات غير الشل.** و**3.5 شق/ قدم لعينات الشل.** إضافة لذلك تم **إحصاء البريش** فكانت (أكثر من 100 شق/ قدم)، وتتطور في عينات غير الشل إلى تكرارية بحدود (15%).



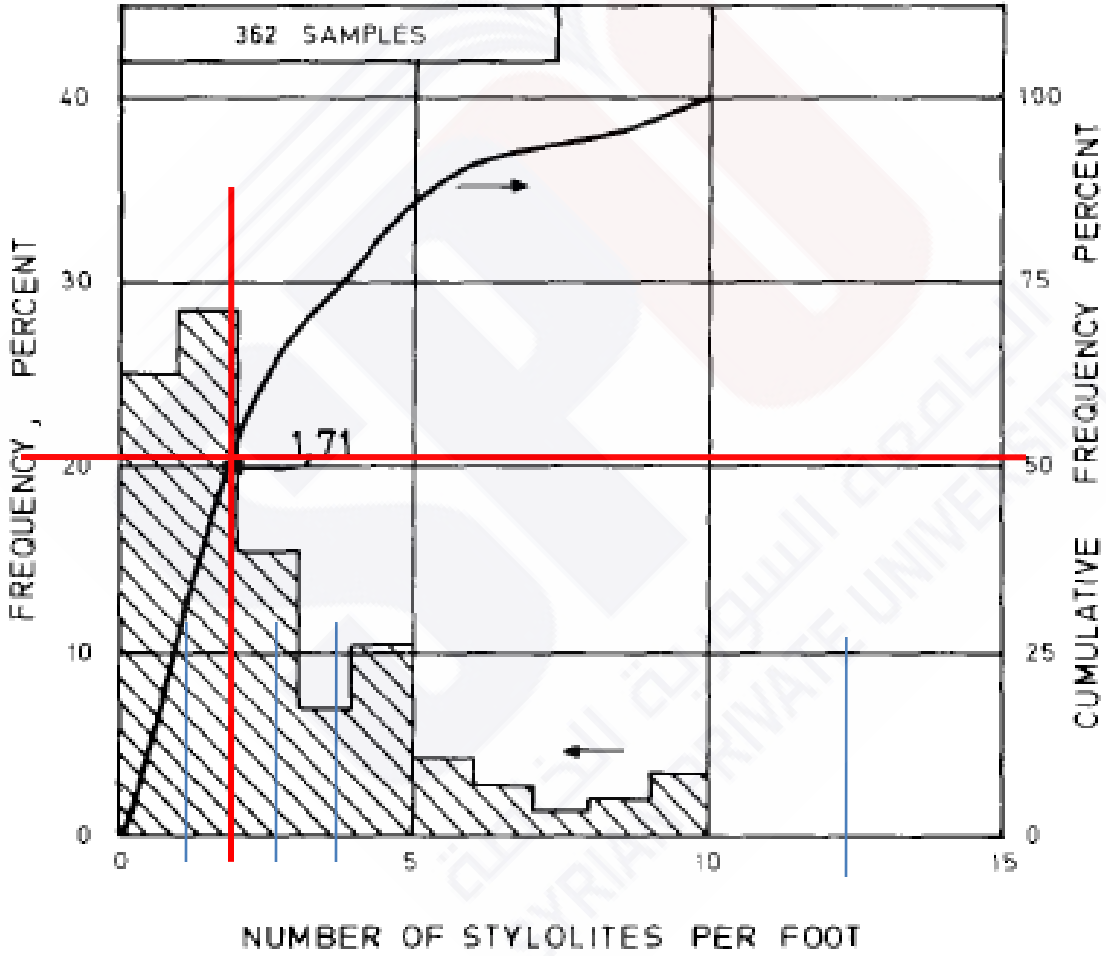
القيمة التكرارية التراكمية لـ ٥٠%

إحصاء البريش فكانت (أكثر من 100 شق/ قدم) وتتطور في عينات غير الشل إلى تكرارية بحدود (15%).

2.24 – Frequency curve of linear fracture density, for shaly and non-shaly samples (example)

مثال 2:

كما أن هذه الإجراءات يمكن استخدامها لتحديد **كثافة الستيلوليت**. حيث من اختبار 362 عينة لبابيه، فان وسطي عدد الستيلوليت / قدم هو 1.71 كما في الشكل (2.25).



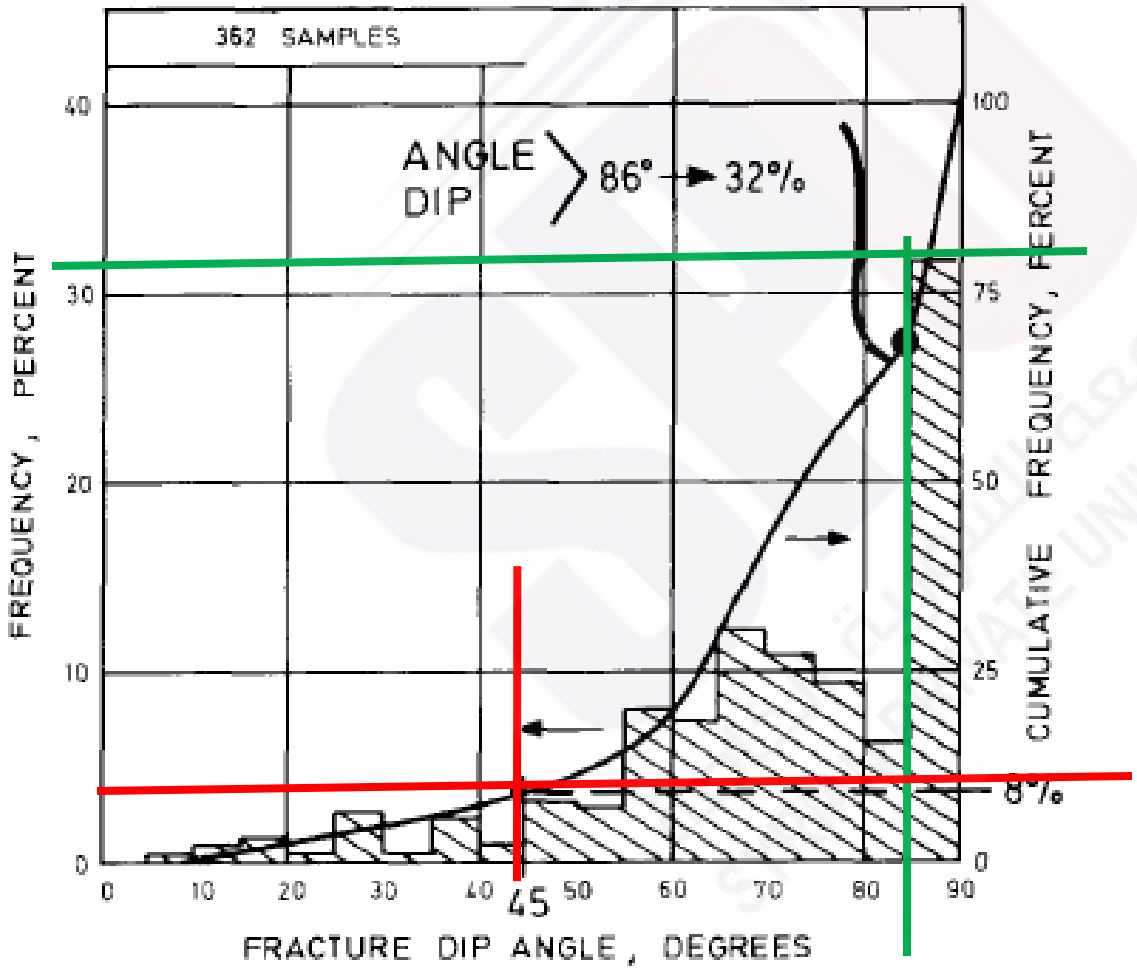
2.25 – Frequency curve of linear stylolite density (example)

مثال 3:

باستخدام الرسم البياني لتقييم زاوية ميل الشقوق (بـالدرجات) ممكن تقدير الاتجاه العام لميل الشقوق، كما في الشكل (2.26).

تم ملاحظة 8 % فقط من الشقوق لها زاوية أقل من 45° ولكن 32% من ميول الشقوق اكبر من 86 ° .

متوسط زاوية الميل بحدود 75 °.



2.26 – Frequency curve of fracture dip angle (example)

المجسمات (ستيريوغرامات) stereograms

يستخدم التمثيل المجسمي عادة على دائرة لتحديد مواقع الشقوق. إضافة إلى قياس التكرارية على القطر الذي يقسم إلى وحدات دوائر متحدة المركز.

مثال 4:

امتداد اتجاه الشقوق يمكن تحديده من نفس عدد العينات (362) اللبابية، والنتيجة رسمت على الستيريوغرام.

امتداد الاتجاه اسقط على طول نصف القطر،

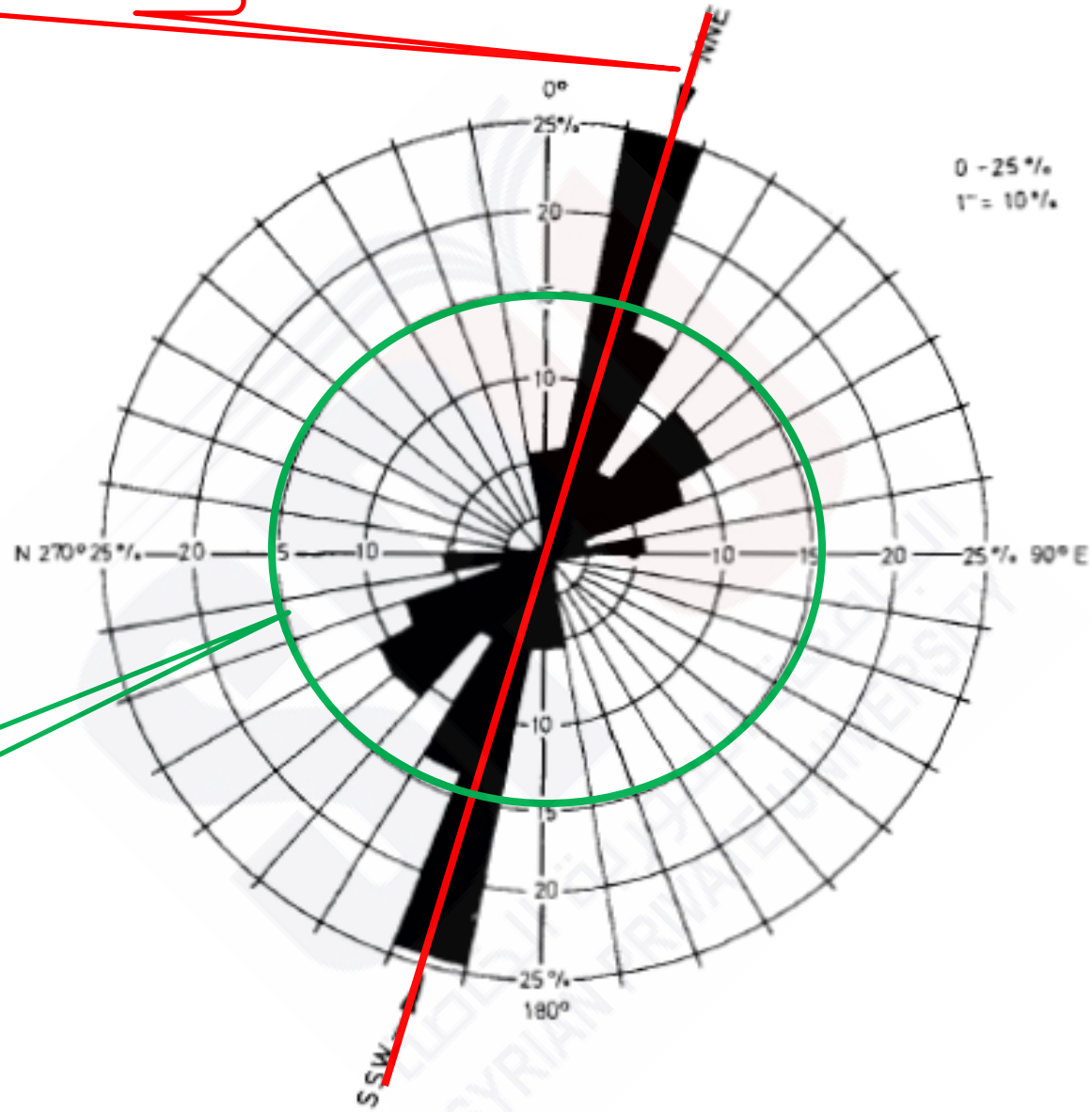
ومقدار التكرارية مُثلت بالدوائر متحدة المركز في كل اتجاه.

تغيرات الدوائر بين 1 – 25 % الشكل(2.27).

الستيريوغرام يبين مثال مؤشر على اتجاه امتداد الشقوق حيث تأخذ الاتجاه على طول شمال شمال شرق – جنوب جنوب غرب ، NNE-SSW .

امتداد الاتجاه اسقط على طول نصف القطر

شمال شرق – جنوب جنوب غرب ، NNE-SSW



ومقدار التكرارية
مُثلت بالدوائر متحدة
المركز في كل اتجاه

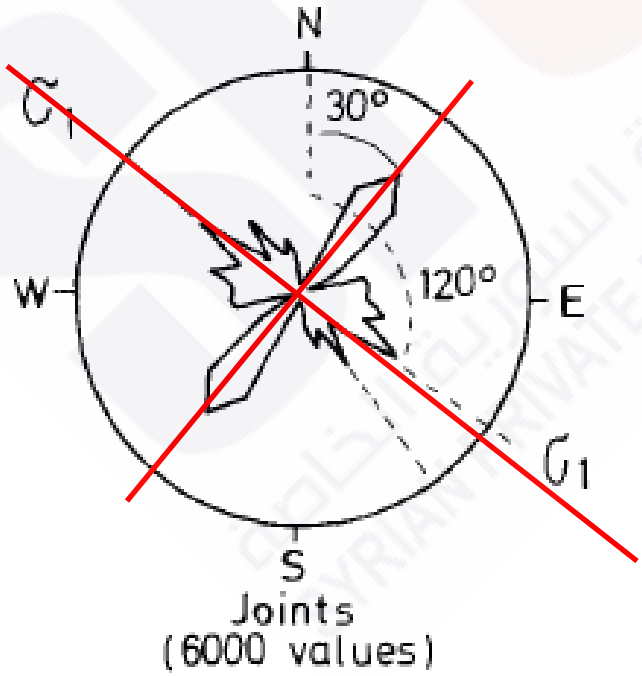
2.27 – Fracture strike projected in a statistic stereogram (example)

تطبيقات دراسة الشقوق

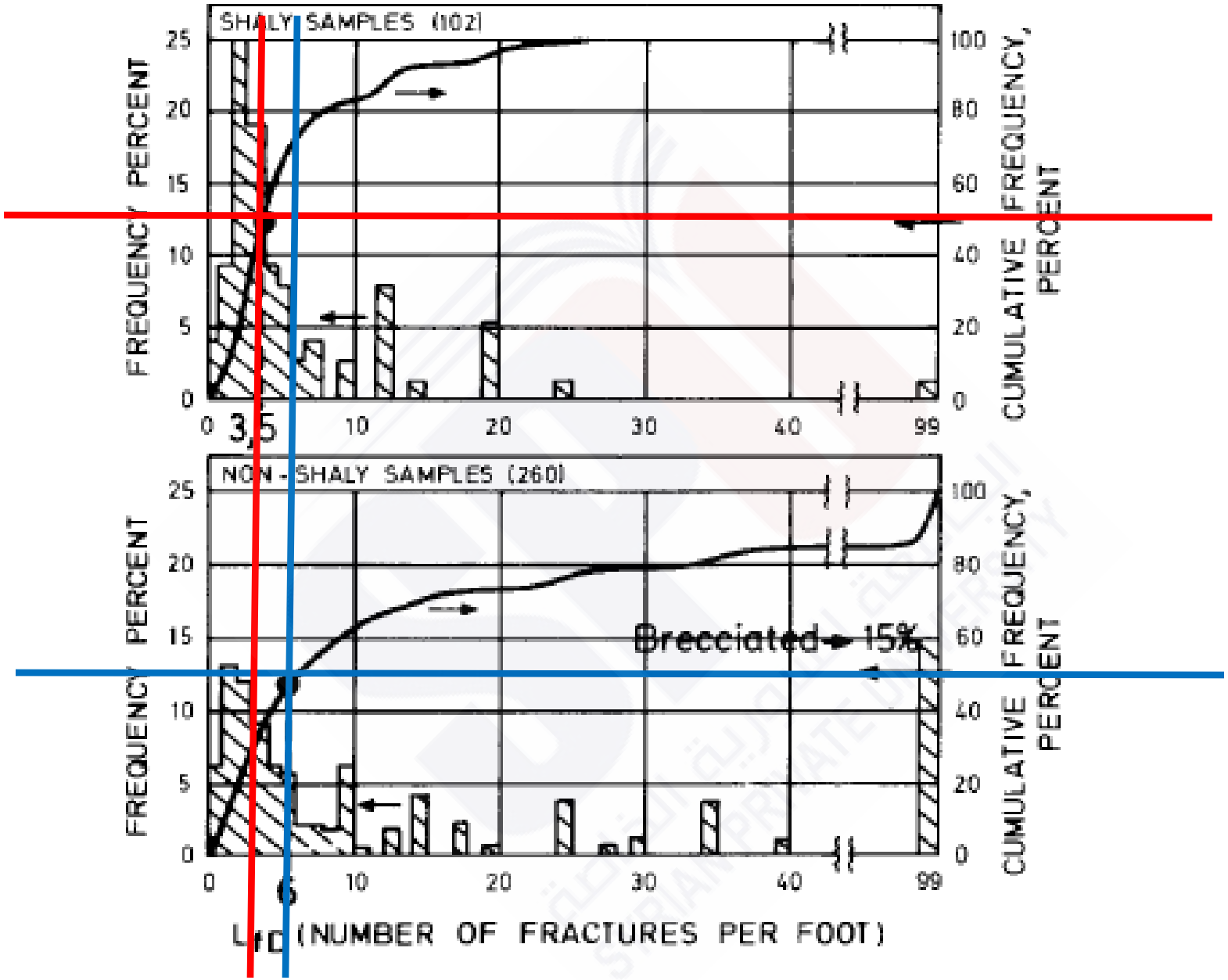
دراسة تكتو نية في جنوب ألمانيا :

دراسة محلية منجزة لطبقات الجوراسي في جنوب ألمانيا ، من اختبارات اتجاهات الفواصل ،كان هناك تفسيرين محتملين لأنظمة توزع الإجهادات كما في الشكل (2.37).

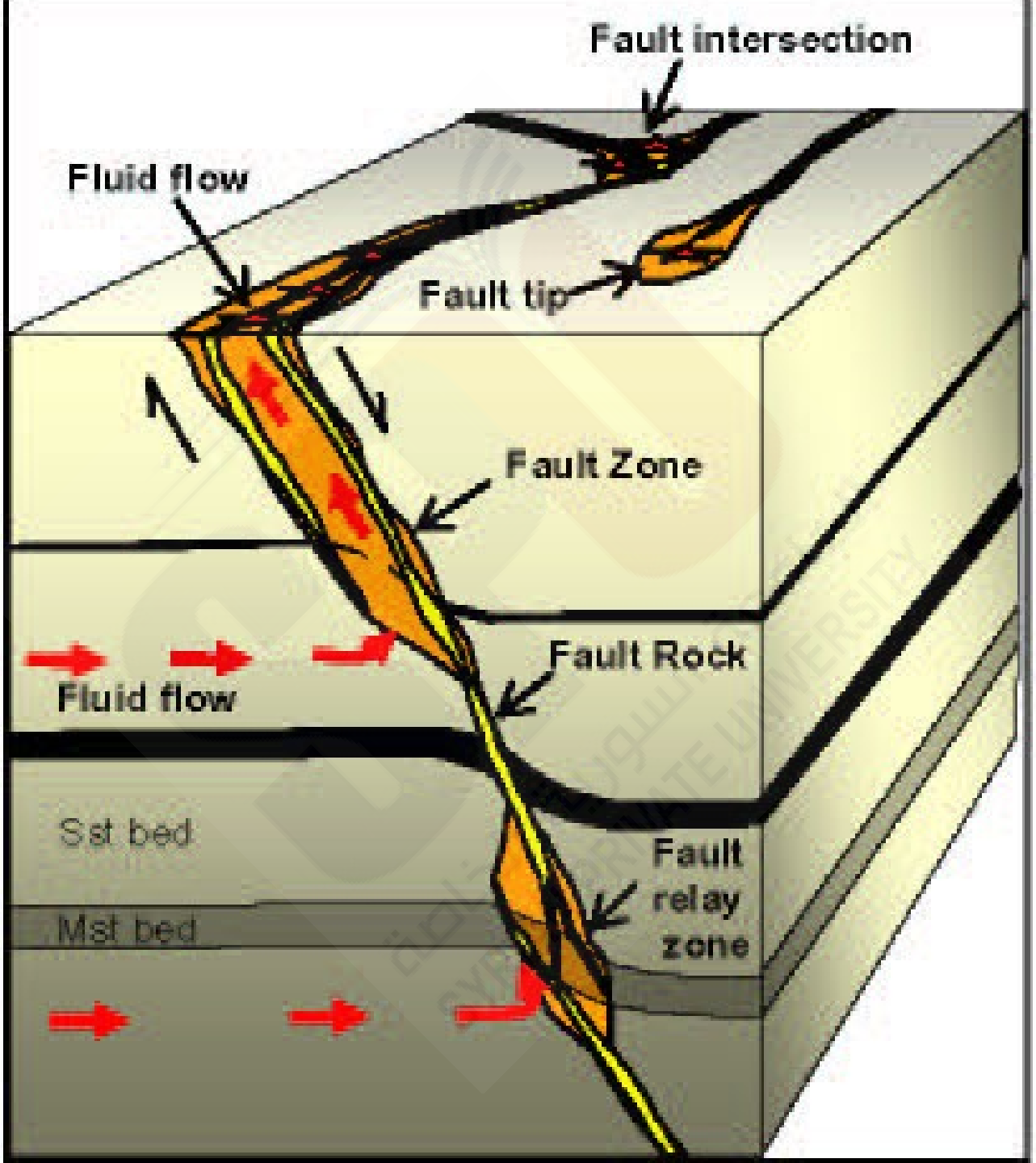
يمثل الفرق بين الاتجاه الاعظمي 30° و الاتجاه الفرعي 120° هو 90 ° . وهذا يتوافق مع معظم الاتجاهات الإقليمية العامة للفواصل حيث الإجهادات التكتونية لها نفس النمط وهذا ما تؤكده ظروف ثقل أوزان الطبقات المغطية الأعلى، حيث لاتوجد سماكة كافية لتحديد اجهادات عمودية هامة.

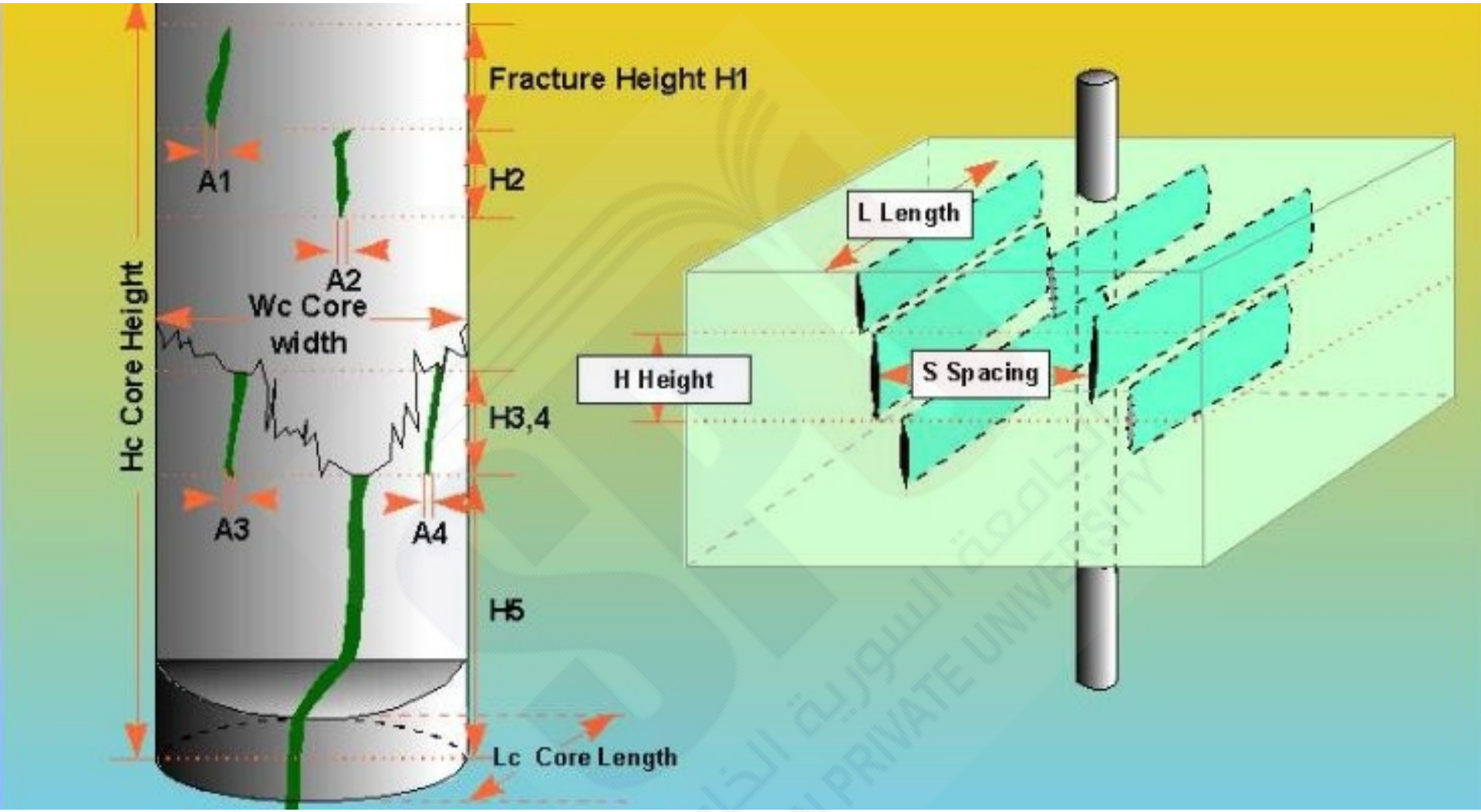


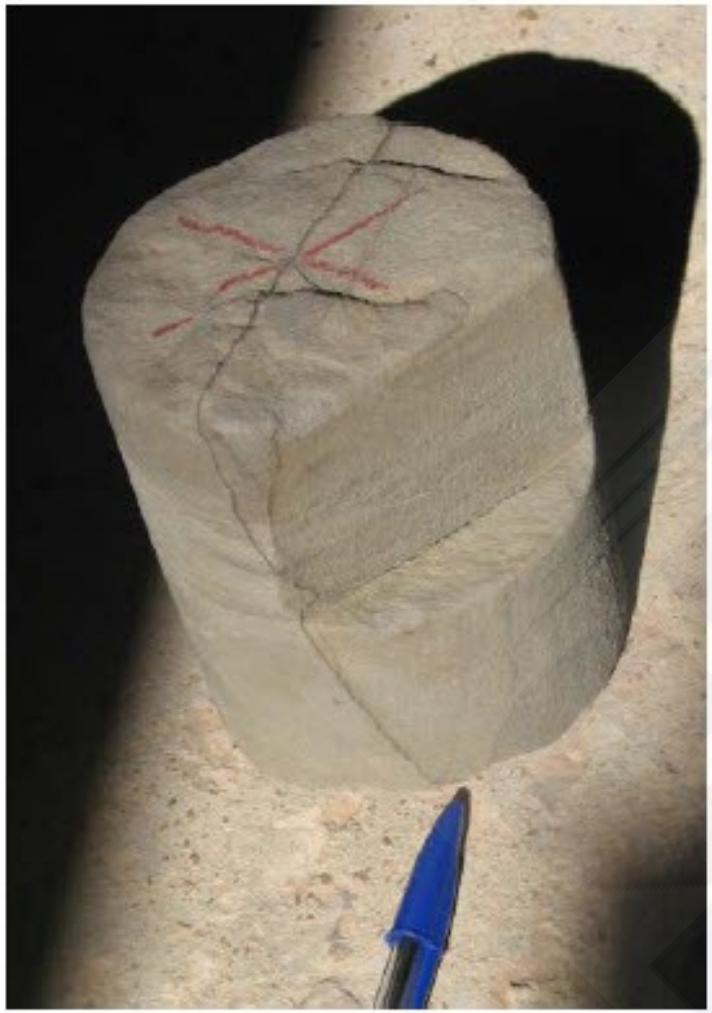
2.37 – Strike stereogram (courtesy of Grenier[4])

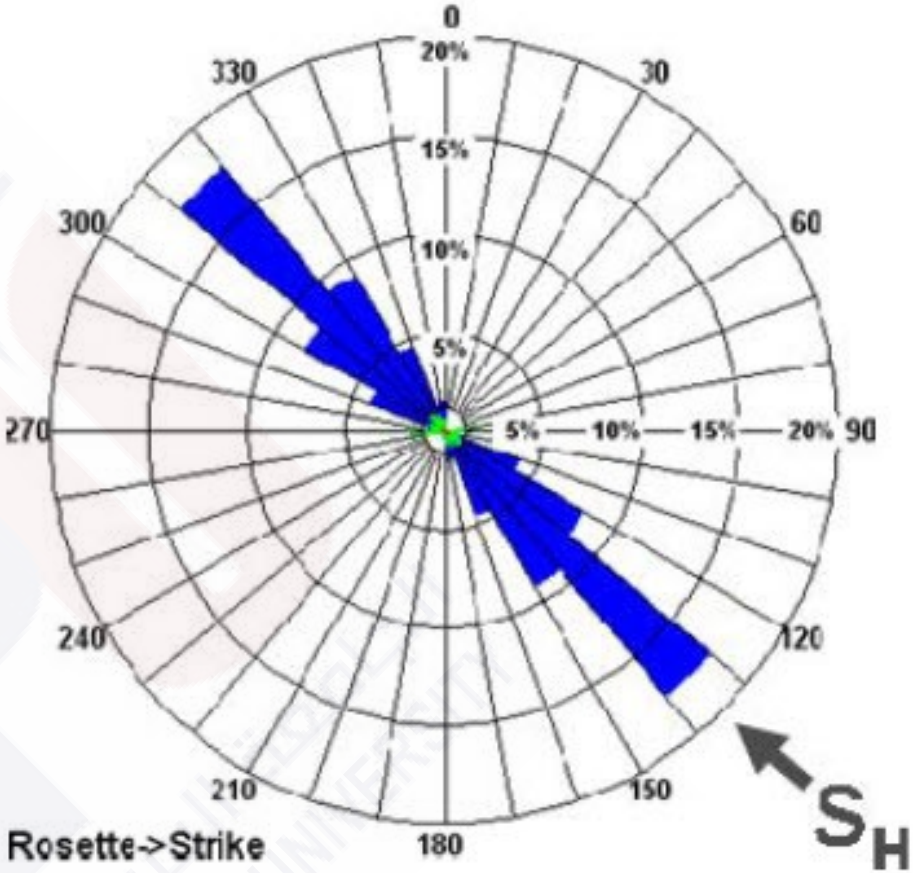


2.24 – Frequency curve of linear fracture density, for shaly and non-shaly samples (example)


Fault intersection
Fluid flow
Fault tip
Fault Zone
Fault Rock
Fluid flow
Sst bed
Mst bed
Fault
relay
zone


Fracture Height H1
H2
H3,4
H5
A1
A2
A3
A4
Wc Core width
Hc Core Height
Lc Core Length
L Length
H Height
S Spacing

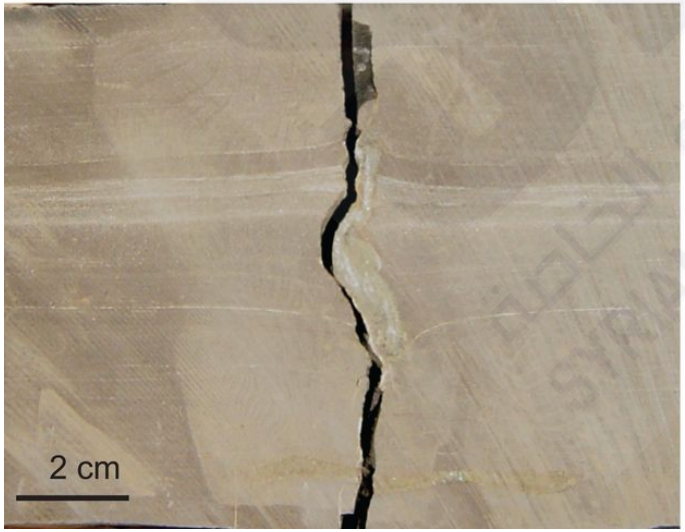


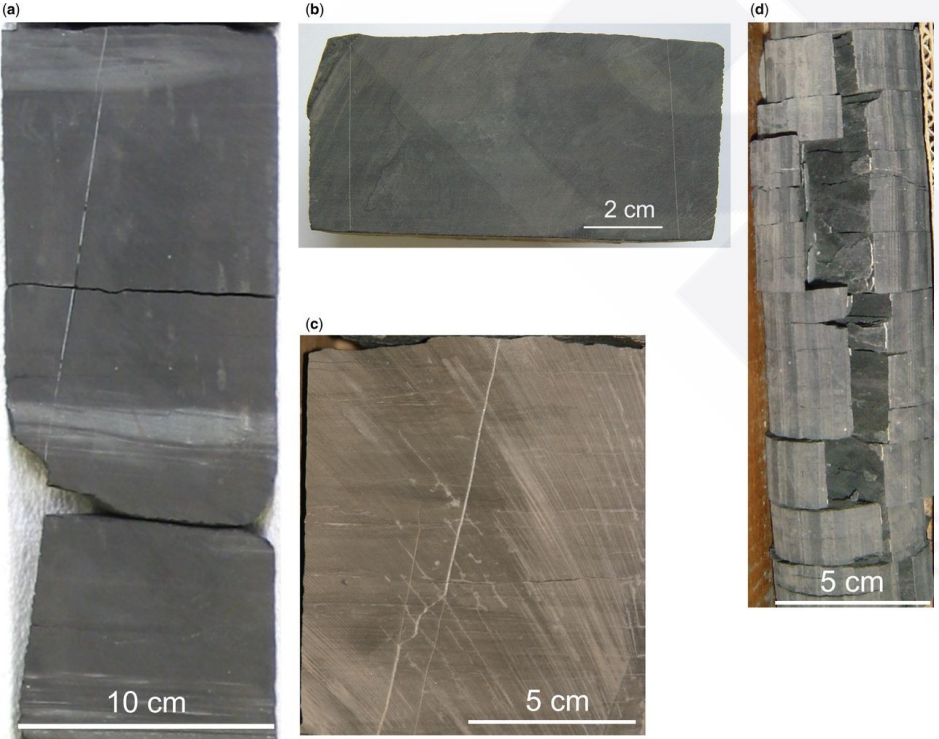

0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
20%
15%
10%
5%
5%
10%
15%
20%
Rosette->Strike
S_H

(a)

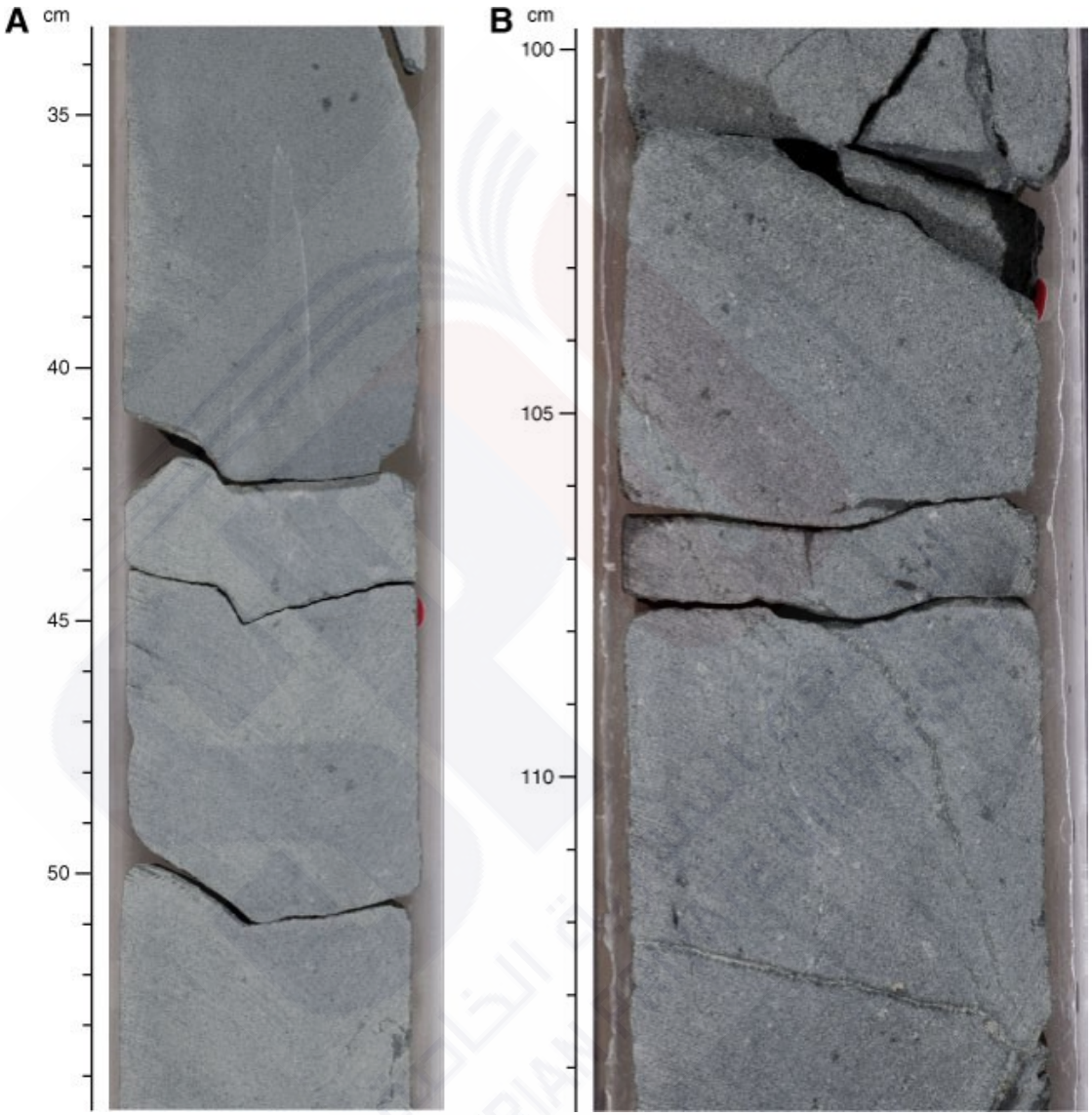
(b)

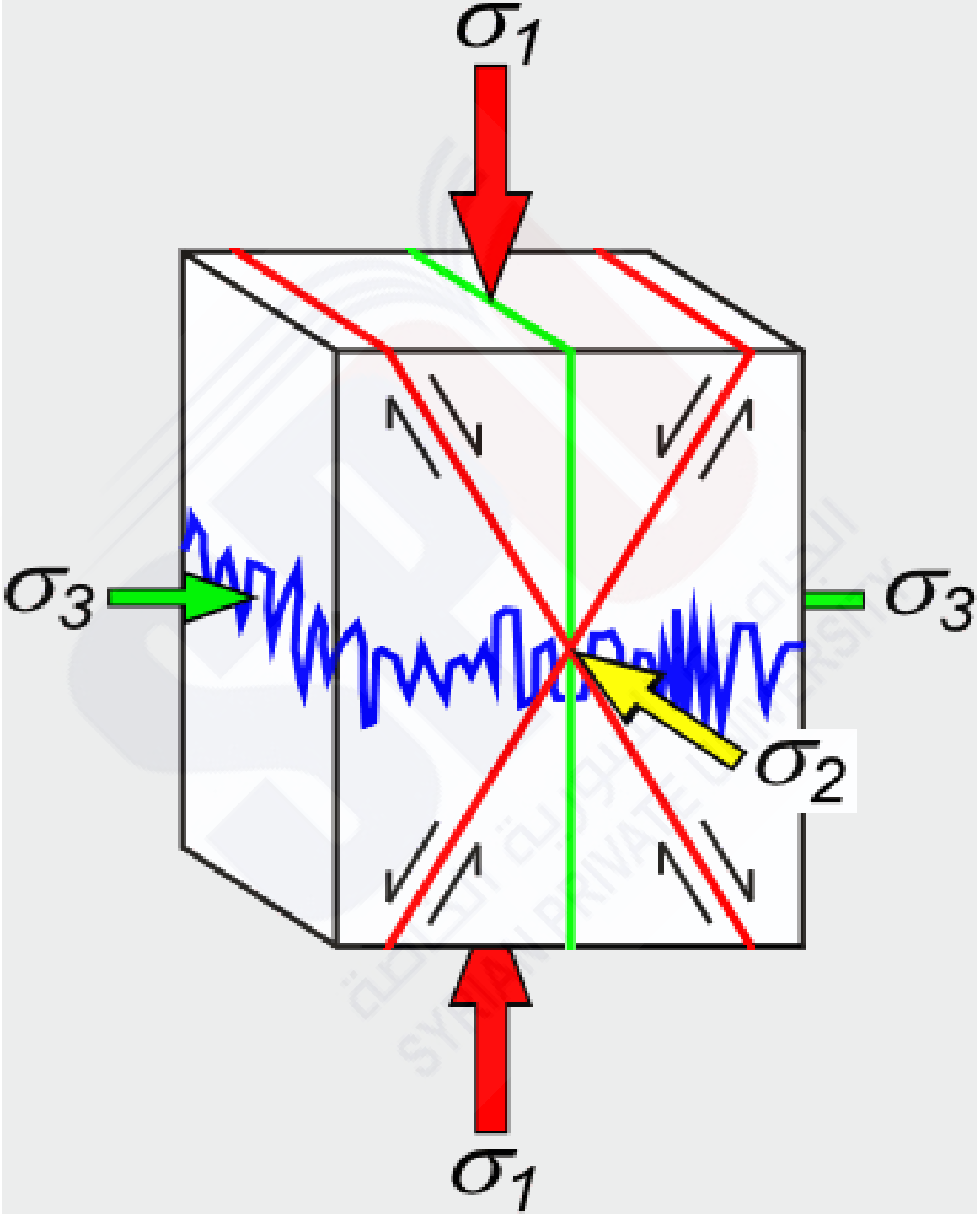
(c)

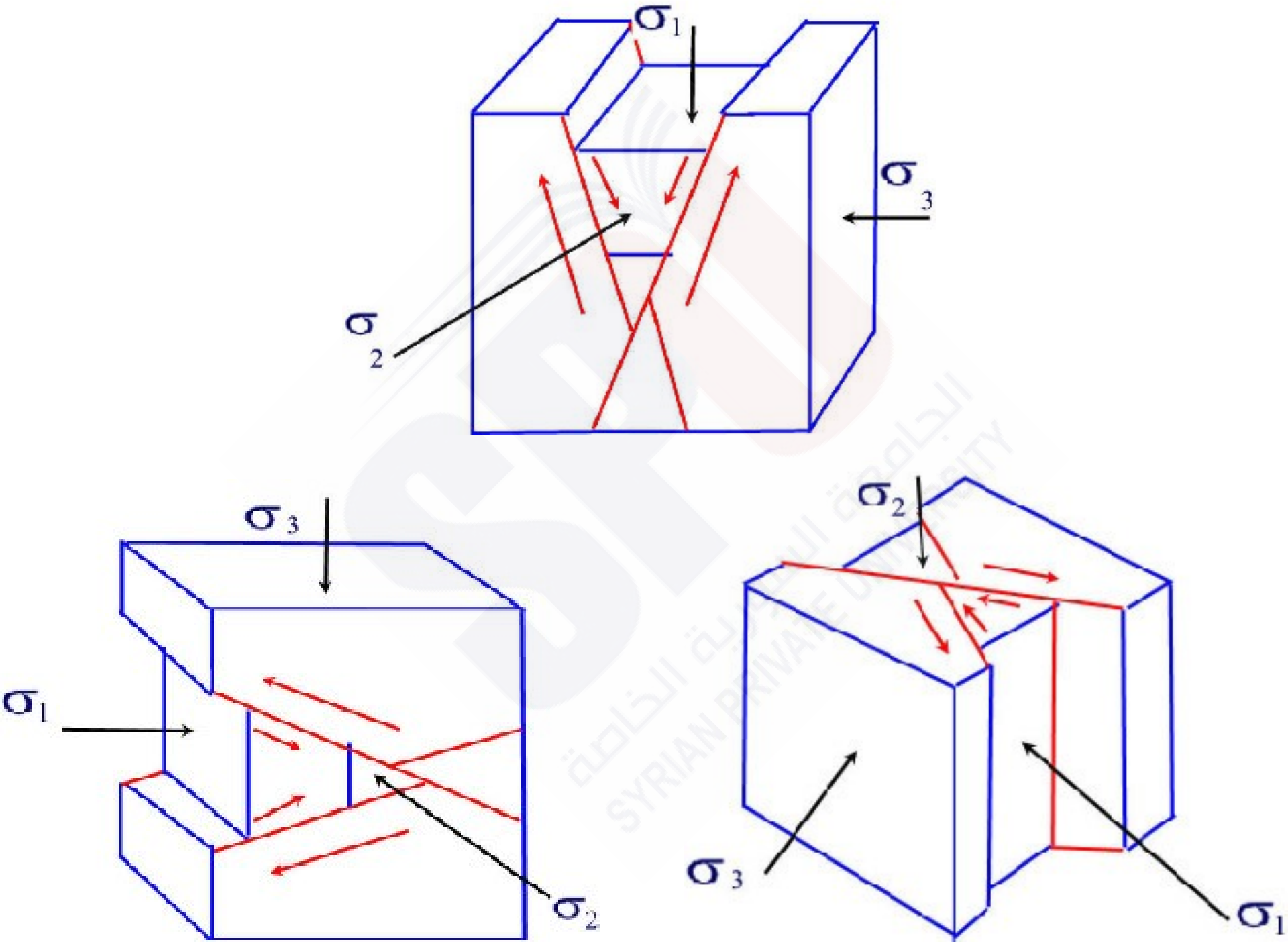


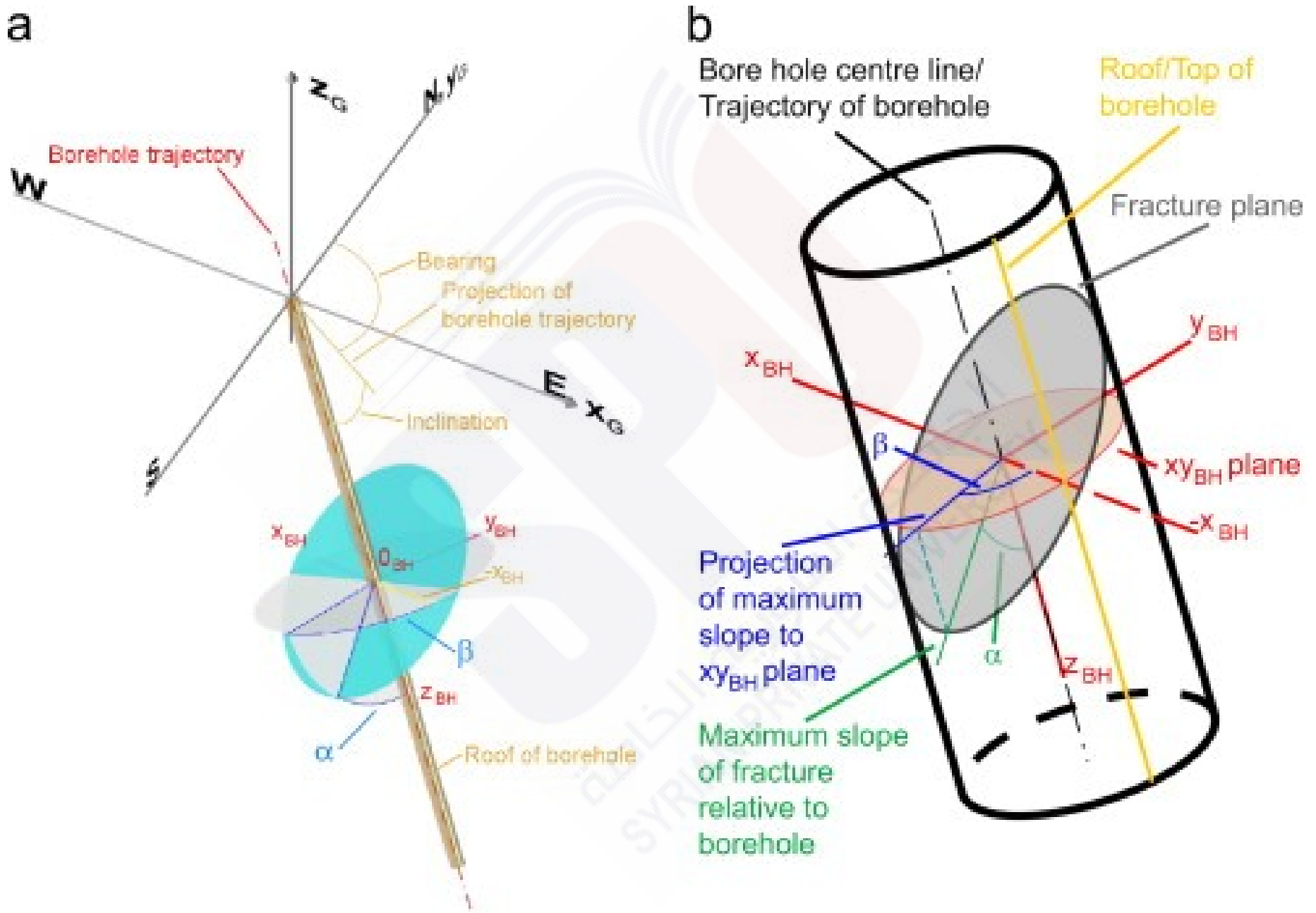


SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY


A
cm
35
40
45
50
B
cm
100
105
110


σ_1
σ_3
σ_3
σ_2
σ_1


σ1
σ3
σ2
σ3
σ1
σ2
σ2
σ3
σ1


a
Borehole trajectory
W
N, y_G
z_G
Bearing
Projection of borehole trajectory
E, x_G
Inclination
S
x_{BH}
y_{BH}
z_{BH}
$-x_{BH}$
β
α
Roof of borehole
b
Bore hole centre line/ Trajectory of borehole
Roof/Top of borehole
Fracture plane
y_{BH}
x_{BH}
xy_{BH} plane
$-x_{BH}$
β
Projection of maximum slope to xy_{BH} plane
α
z_{BH}
Maximum slope of fracture relative to borehole

شكرا لإصغائكم

الجامعة السورية الخاصة
SYRIAN PRIVATE UNIVERSITY