الجلسة السابعة

أحواض مرتبطة بالتحميل القشري

BASINS RELATED TO CRUSTAL LOADING

عندما تتقارب صفيحتان قاريتان **لايحدث** إنغراز لإحداهما تحت الأخرى نظراً لأن الغلاف الصخري القاري ذو الكثافة المنخفضة طاف جداً ما لايمكنه من أن ينغرز.

يتضمن ارتطام الصفائح القارية **تقصيراً** ومن حيث المبدأ يزيد **التقصير *shortening*** من ثخانة الليثوسفير

فما هو التقصير ؟؟

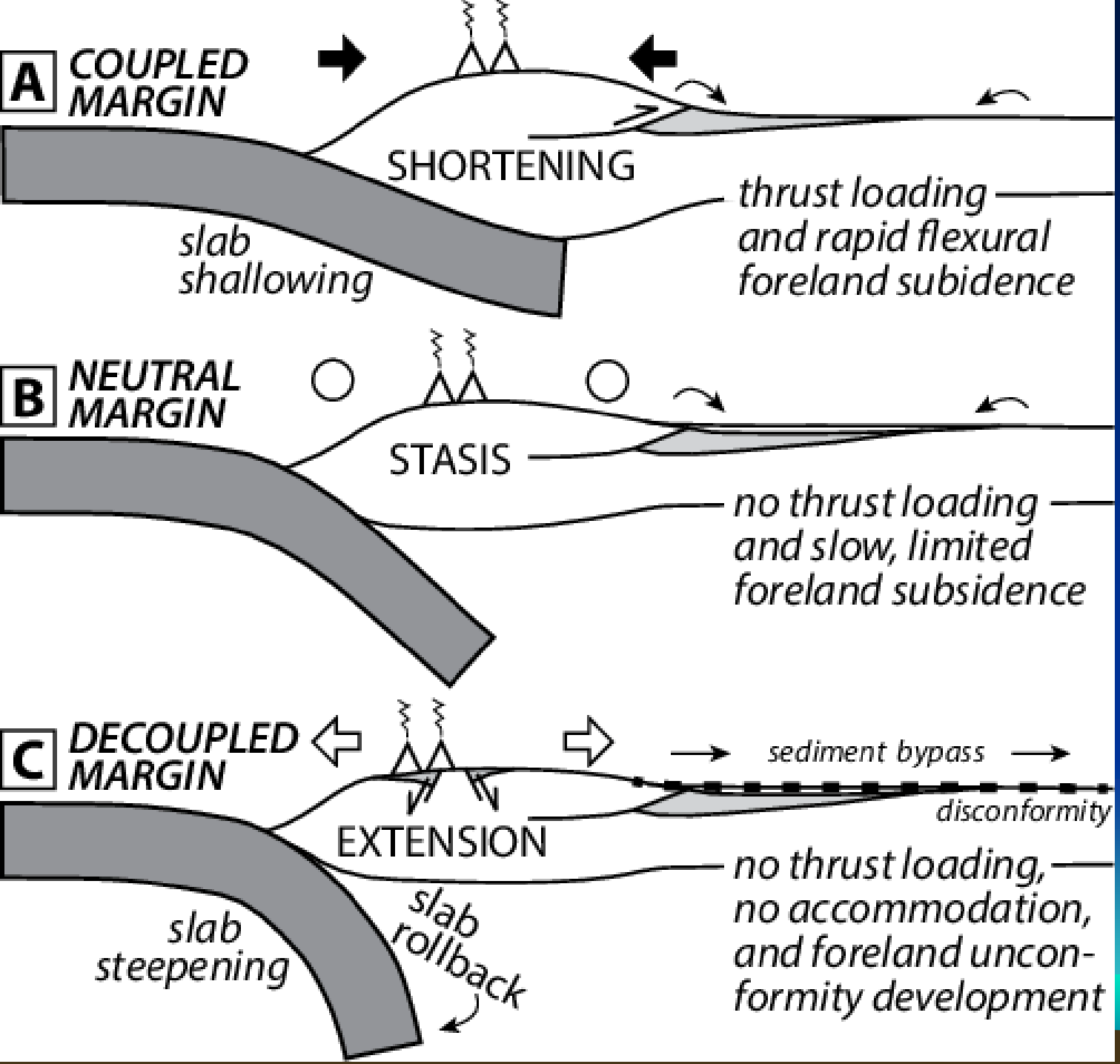
التشوه ثخين البشرة هو مصطلح جيولوجي يشير إلى تقصير قشري يتضمن صخور الركيزة وصدوع (فوالق) عميقة على خلاف

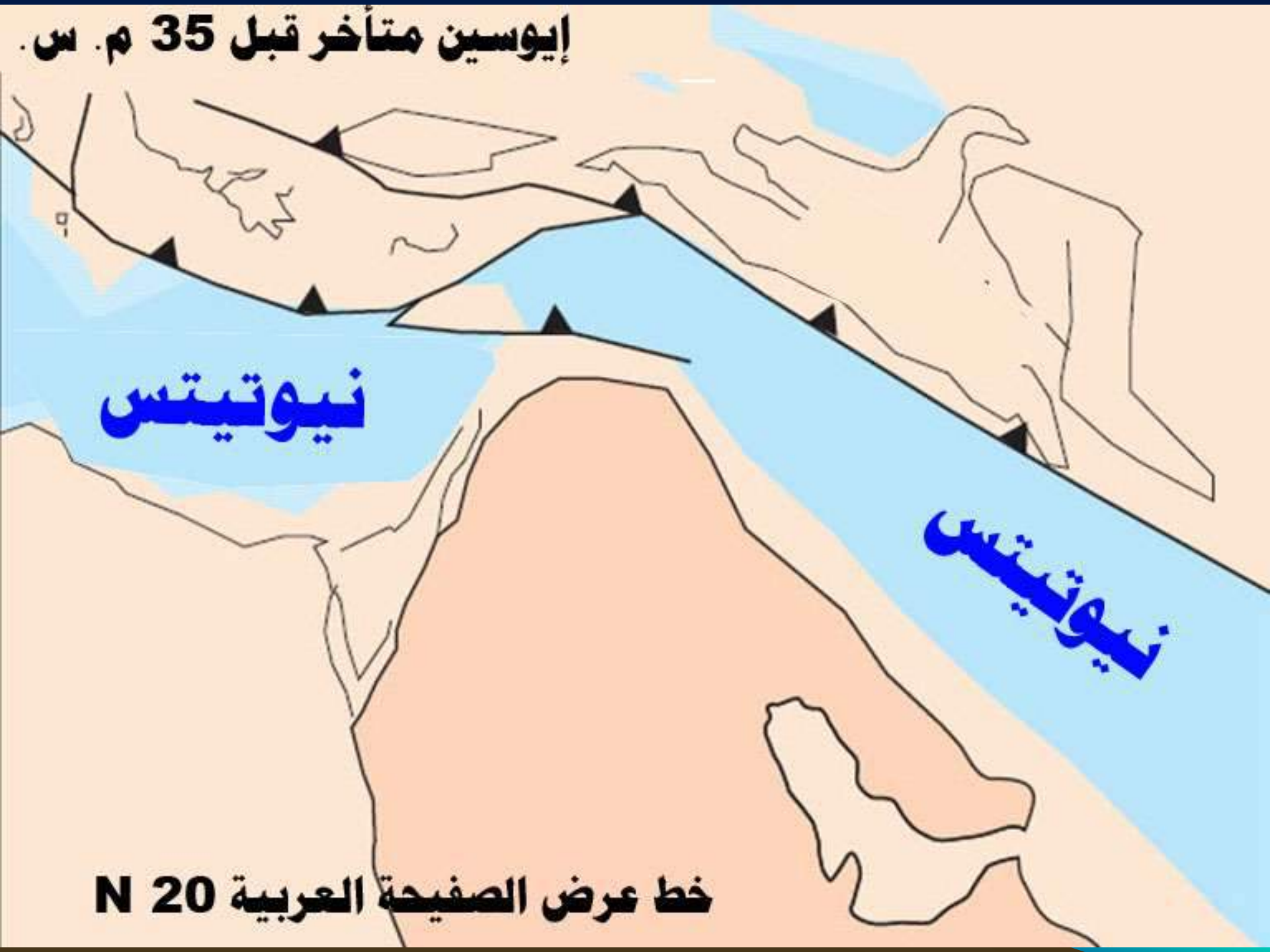
التشوه رقيق البشرة الذي يتضمن فقط الصخور المغطية للركيزة.

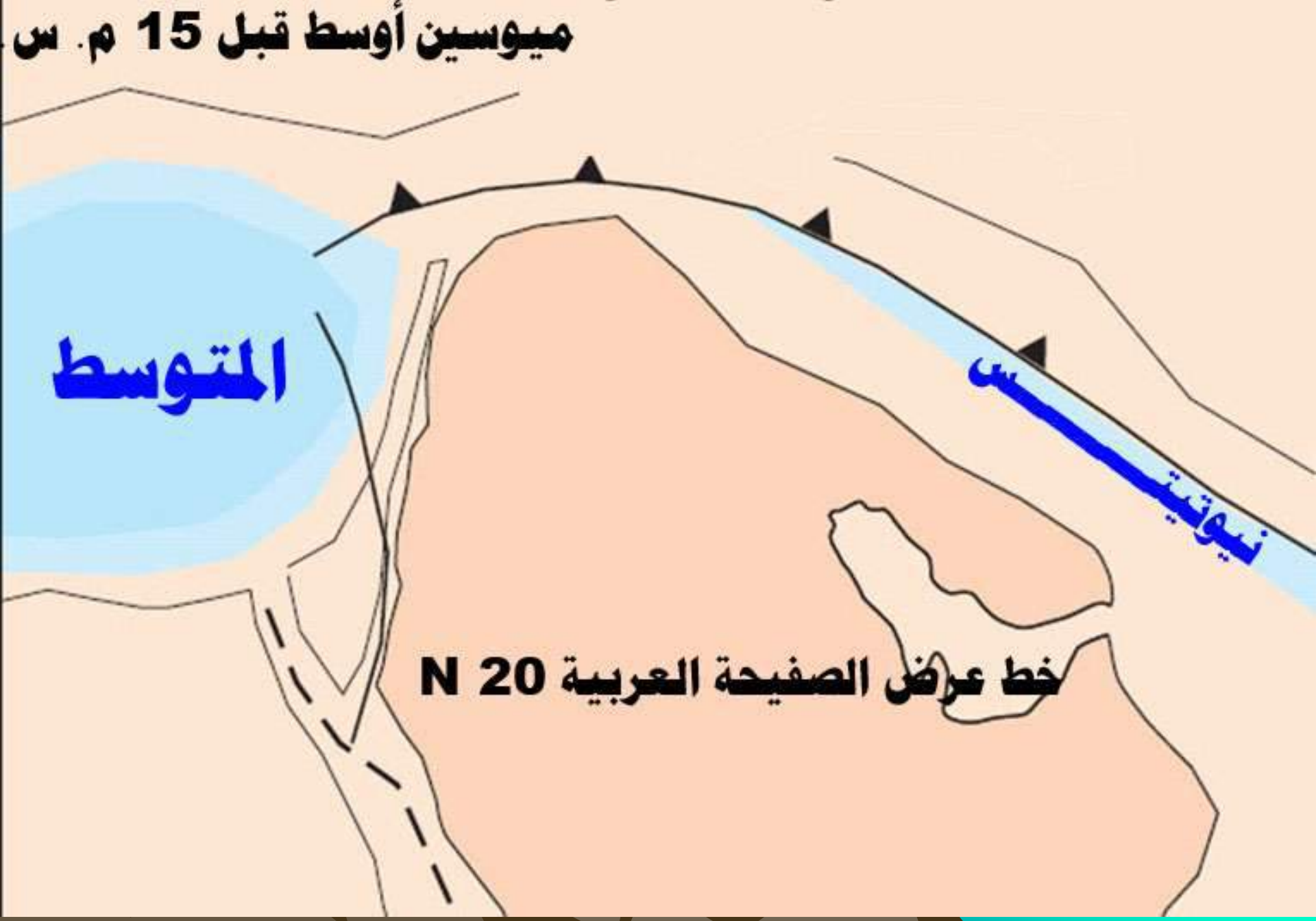
Thick-skinned deformation is a geological term which refers to crustal shortening that involves basement rocks and deep-seated faults as opposed to only the upper units of cover rocks above the basement which is known as thin-skinned deformation

يتضمن ارتطام الصفائح القارية

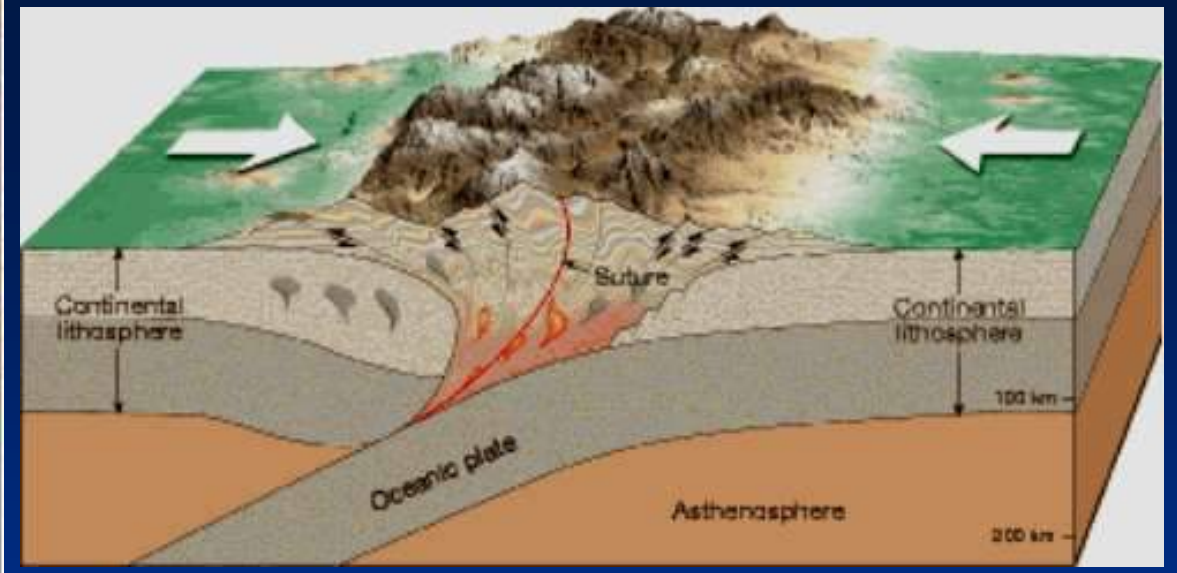
1. تثخن الليثوسفير الأوقيانوسي
2. وتشكل حزام جبلي.


A COUPLED MARGIN
SHORTENING
slab shallowing
thrust loading and rapid flexural foreland subidence
B NEUTRAL MARGIN
STASIS
no thrust loading and slow, limited foreland subsidence
C DECOUPLED MARGIN
sediment bypass
disconformity
EXTENSION
no thrust loading, no accommodation, and foreland uncon-formity development
slab steepening
slab rollback


إيوسين متأخر قبل 35 م. س.
نيوتيتس
نيوتيتس
خط عرض الصفيحة العربية N 20


ميوسين أوسط قبل 15 م. س
المتوسط
نيوتيس
خط عرض الصفيحة العربية N 20

يمتد الحزام الأوروجيني الألبي الهيميلاي من إسبانيا إلى نيوزيلاندا



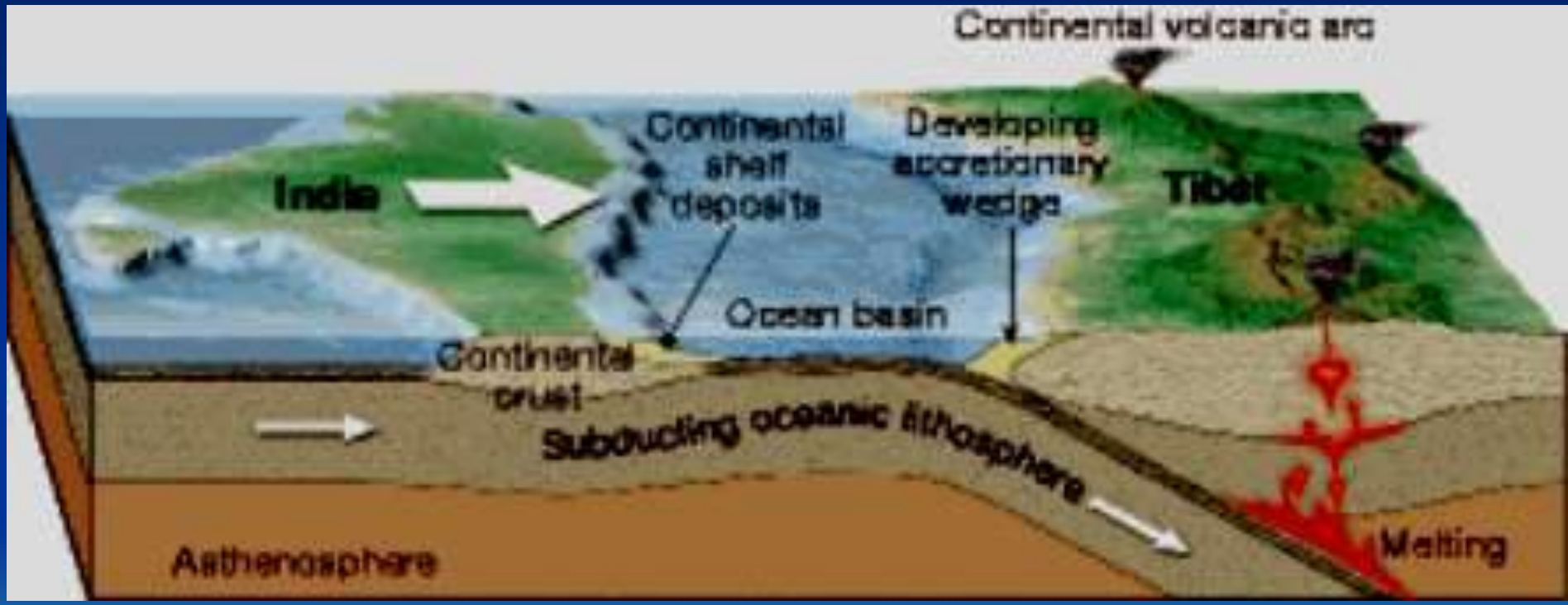
وقد نشأ هذا الحزام عن إغلاق أوقيانوس التيتس نتيجة:

- تحرك الصفيحة الإفريقية نحو الشمال
- وسلسلة من ارتطامات الصفيحة الهندية نتيجة حركتها نحو الشمال Lister et al., 2001

إن حواف هامشين قاريين مرتطمان مترققان على الأرجح هما : هامشان منفعلان Passive.

إذن يتسبب ارتطام الصفائح القارية بـ:

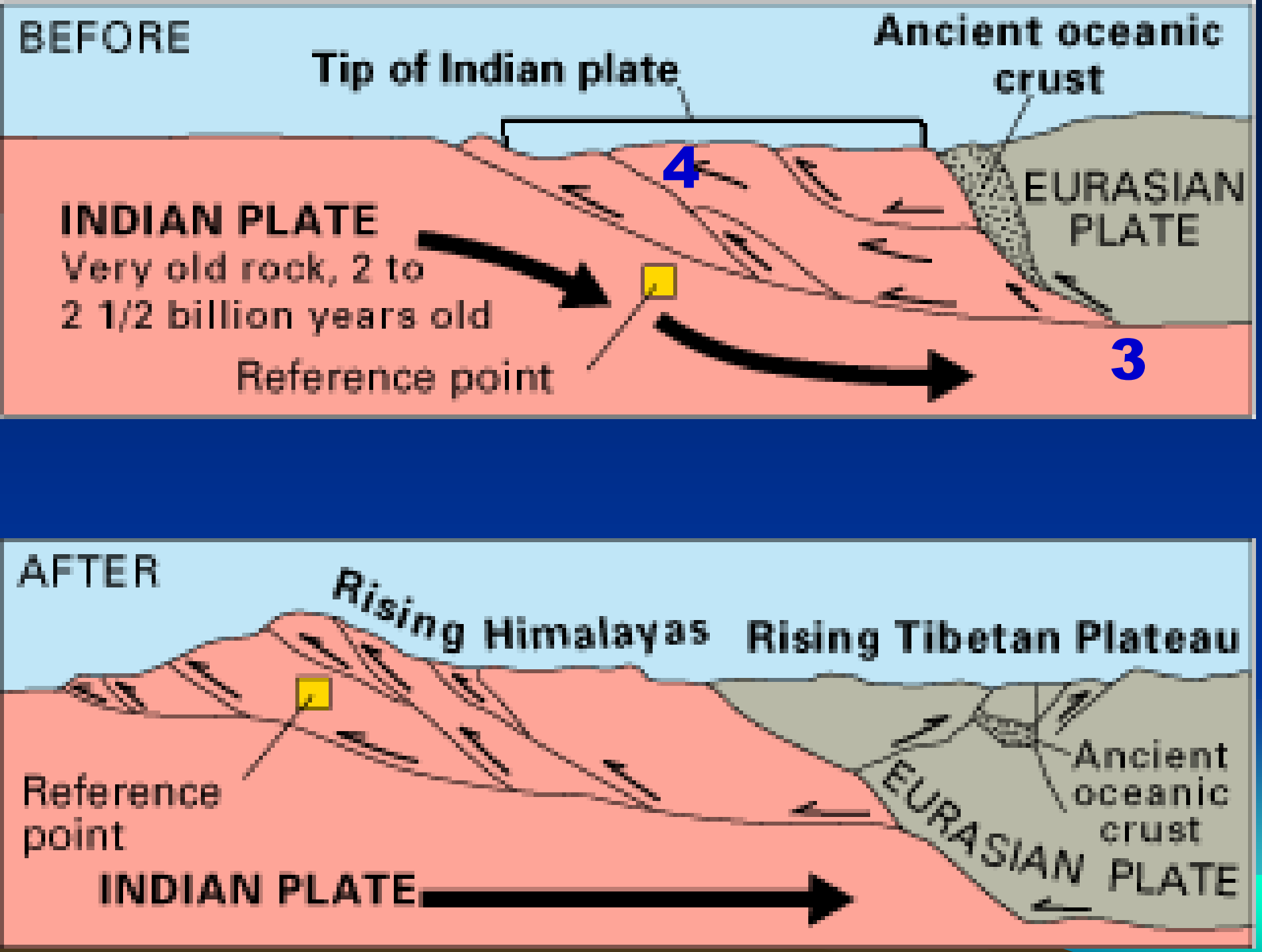
1. تثخن الليثوسفير الأوقيانوسي
2. وتشكل حزام جبلي.



ومن حيث المبدأ يزيد التقصير *shortening* من ثخانة الليثوسفير

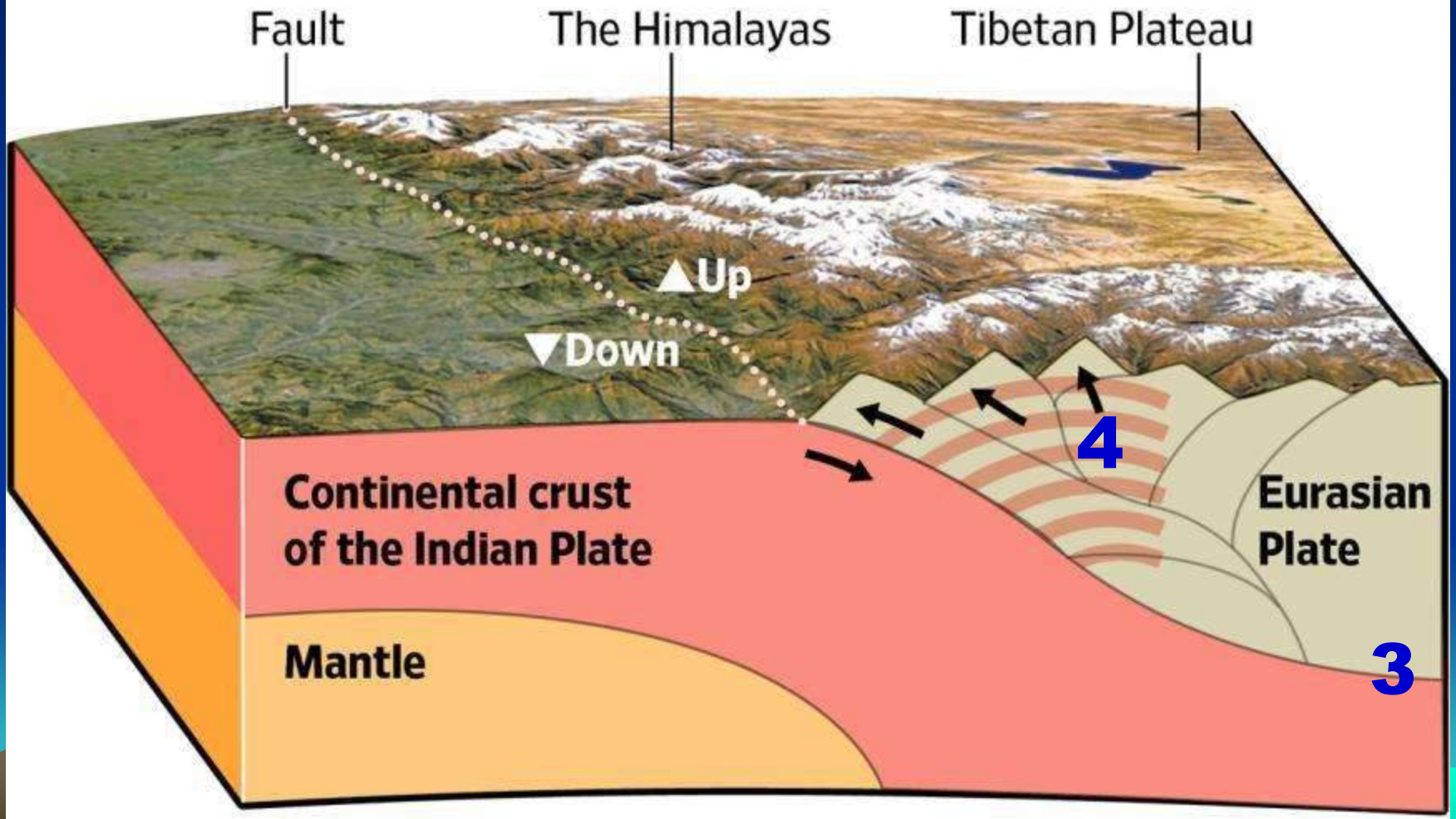
ولكن ماالعمليات التي ترافق هذا التقصير:

1. تشوه *deformation*
2. واستحالة *metamorphism* في الأجزاء السفلية للقشرة
3. وحركة *movement* ناجمة عن تكتونيك عميق ثخين البشرة *deep thick skinned tectonics* للمواد من نواة الحزام الجبلي نحو الخارج على امتداد سطوح صدوع رئيسة تمتد عميقاً في القشرة.
4. وحركة *movement* ناجمة عن تكتونيك ضحل رقيق البشرة *thin-skinned tectonics* لصخور في السويات الضحلة للحزام الجبلي أيضاً نحو الخارج على امتداد صدوع دسر *superficial thrust faults*


BEFORE
Tip of Indian plate
Ancient oceanic crust
4
EURASIAN PLATE
INDIAN PLATE
Very old rock, 2 to 2 1/2 billion years old
Reference point
3
AFTER
Rising Himalayas
Rising Tibetan Plateau
Reference point
Ancient oceanic crust
EURASIAN PLATE
INDIAN PLATE

Continental Collision

As the Indian subcontinent pushes against Eurasia, pressure is released in the form of earthquakes. The constant crashing of the two plates forms the Himalayan mountain range.



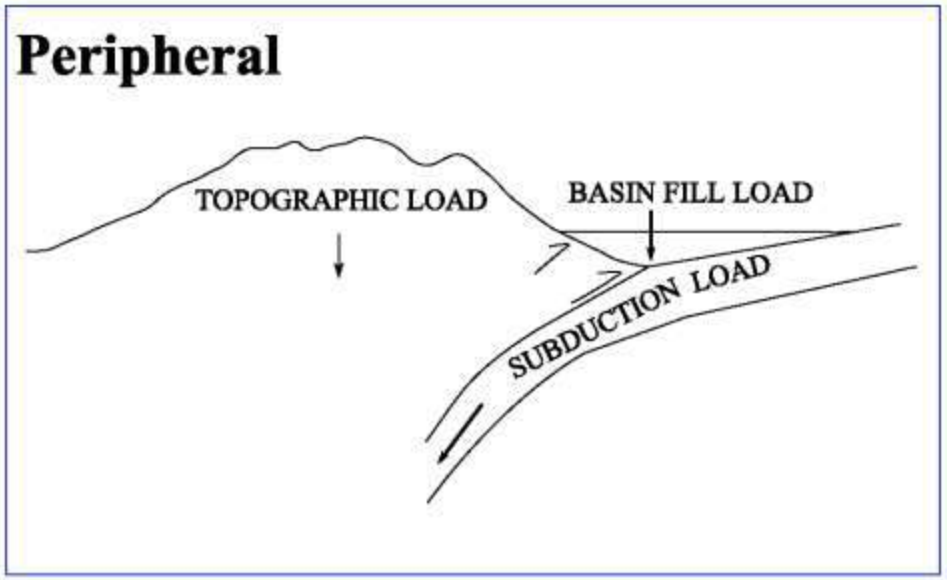
Source: USGS; Google Earth

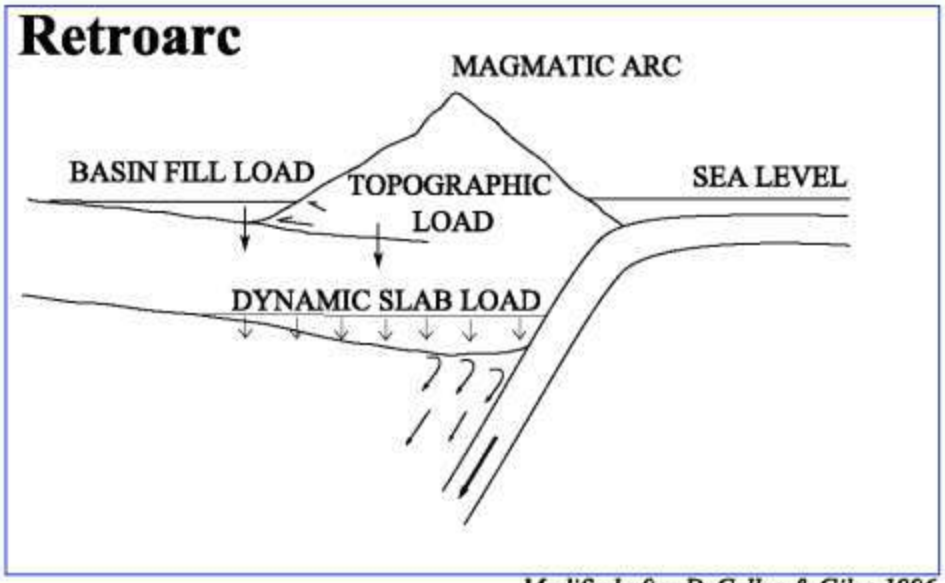
THE WALL STREET JOURNAL.

Continental volcanic arc
India
Continental shelf deposits
Developing accretionary wedge
Tibet
Ocean basin
Continental crust
Subducting oceanic lithosphere
Asthenosphere
Melting

يتسبب الإندماج ما بين الحركتي الموصوفتين في الفقرتين السابقتين 3 و 4 بنقل الكتلة أفقياً ما ينتج عنه تراكب القشرة المجاورة للحزام الجبلي. وهذا بدوره يتسبب بتشكل:

1. أحواض ملحق بمقدمة اليابسة ***PERIPHERAL FORELAND BASINS***
2. وأحواض قوس خلفية لمقدمة اليابسة ***RETROARC FORELAND BASINS***

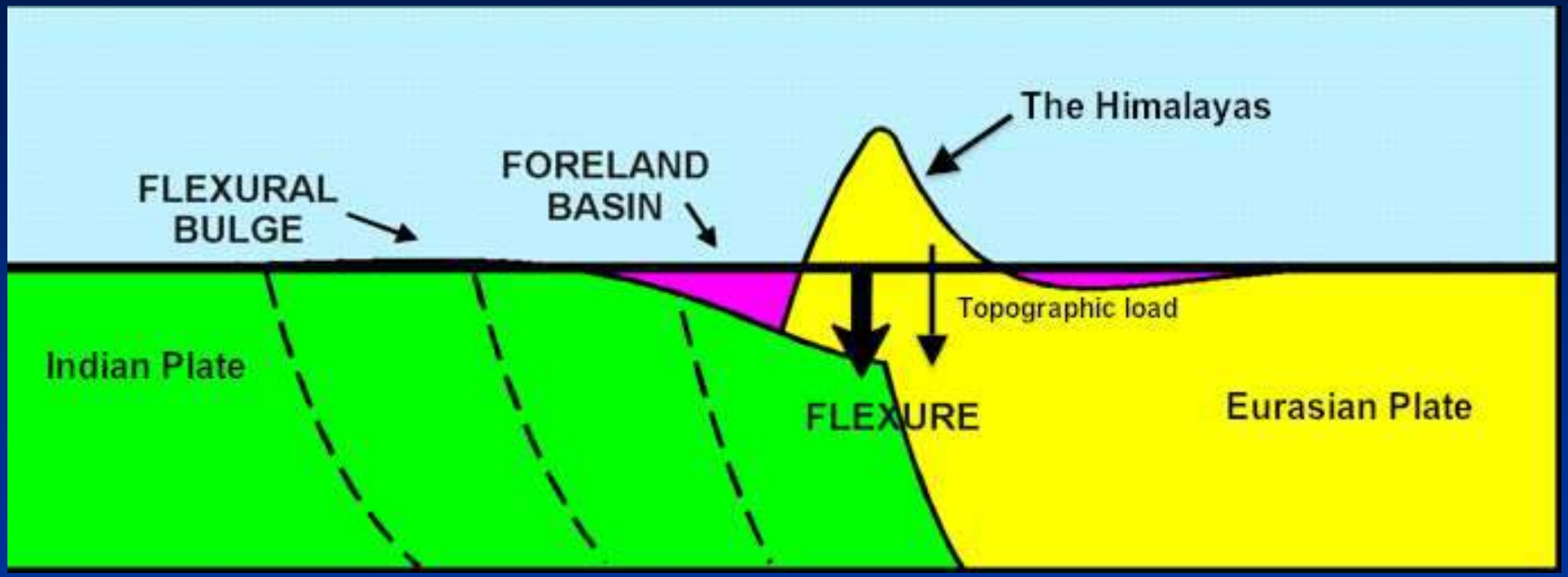




Modified after DeCelles & Giles 1996

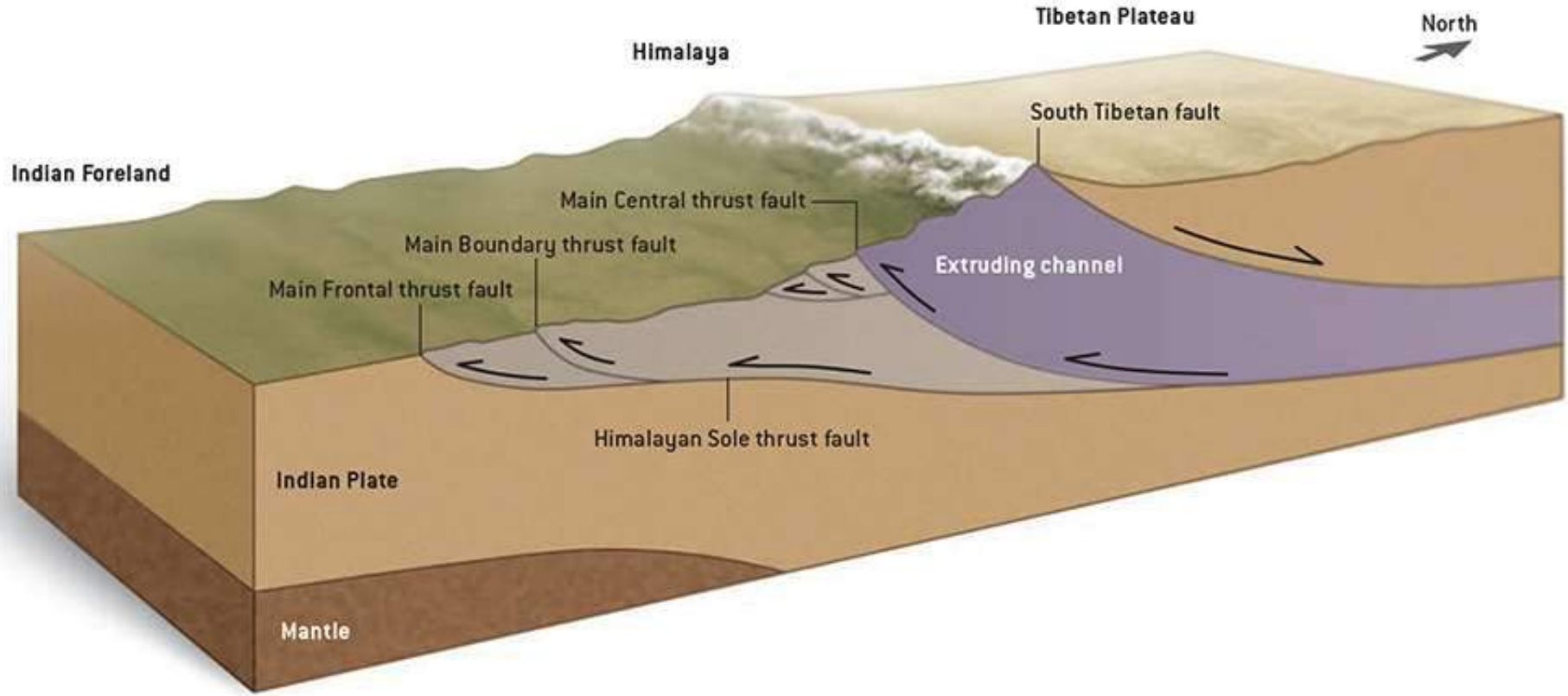
PERIPHERAL أحواض ملحق بمقدمة اليابسة FORELAND BASINS

RETROARC أحواض قوس خلفية لمقدمة اليابسة FORELAND BASINS



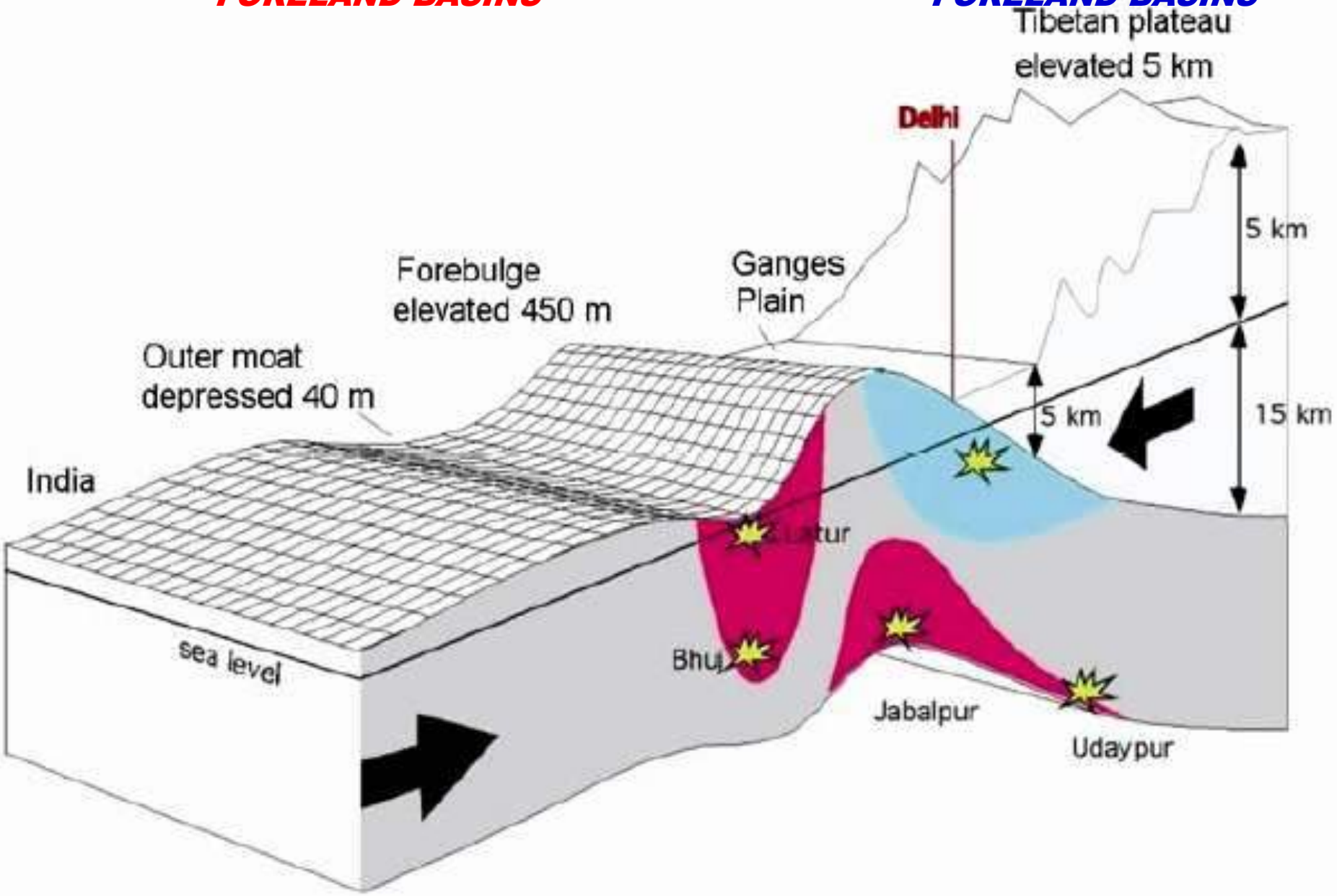
PERIPHERAL أحواض ملحق بمقدمة اليابسة FORELAND BASINS

RETROARC أحواض قوس خلفية لمقدمة اليابسة FORELAND BASINS



PERIPHERAL أحواض ملحق بمقدمة اليابسة
FORELAND BASINS

RETROARC أحواض قوس خلفية لمقدمة اليابسة
FORELAND BASINS



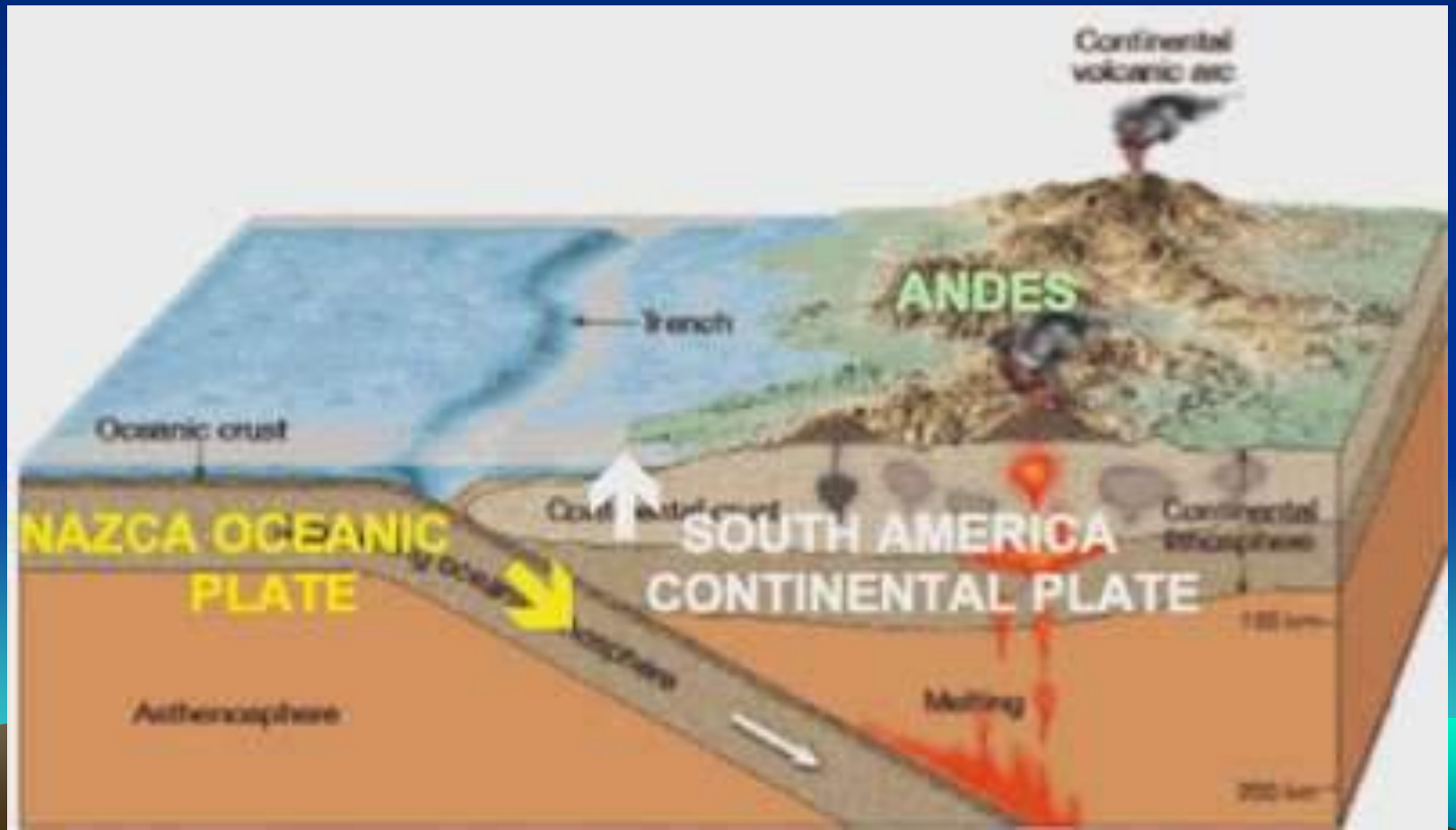
ولكن هل يمكن أن يحدث تحميل قشري أيضاً في وضعيات أخرى خلاف الإرتطام ما بين بلوكين من بلوكات القشرة القارية؟

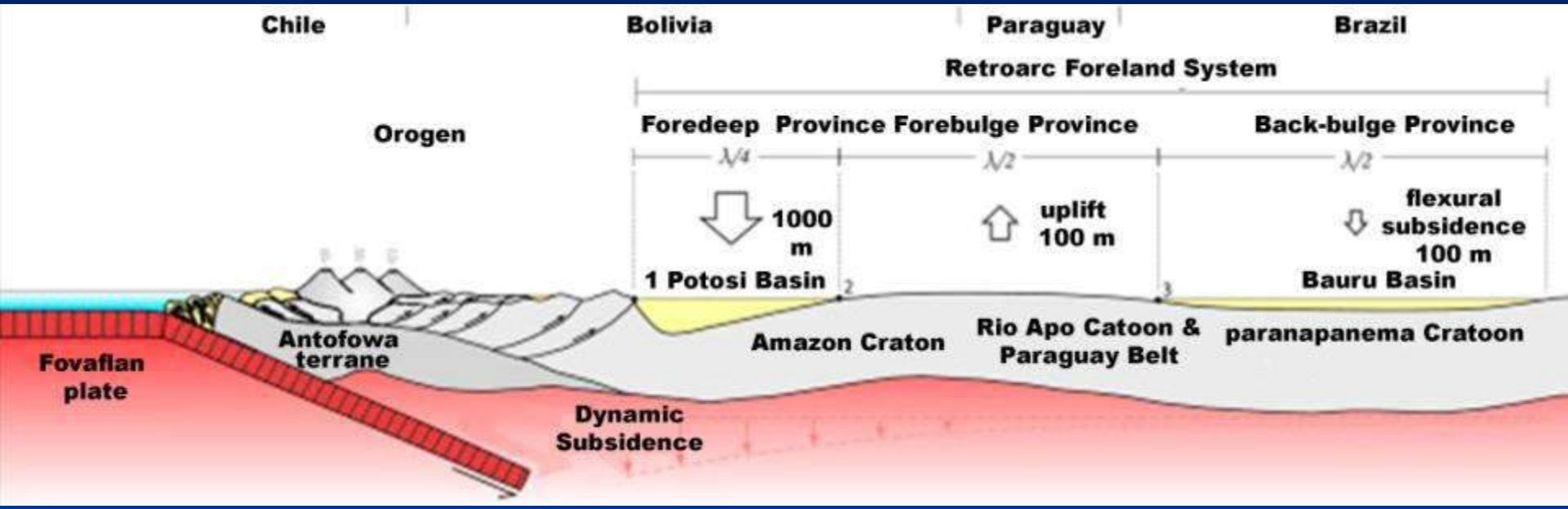
نعم !

أين ؟؟

في وضعيات محيط-قارة يمكن للتقصير في الصفيحة القارية المتراكبة والماغما المرتبطة بالانغراز أن يتسبب بحزام جبلي.

لقد رفعت جبال الإنديز على امتداد الهامش الغربي لإمريكا الجنوبية بتثخن قشري واندساس الماغما بترافق مع الإنغراز في الغرب. يتسبب حزام تصدع التراكب على جانب اليابسة لسلسلة الجبال في هذه الوضعيات بتحميل وبتشكل حوض قوس خلفي لمقدمة اليابسة

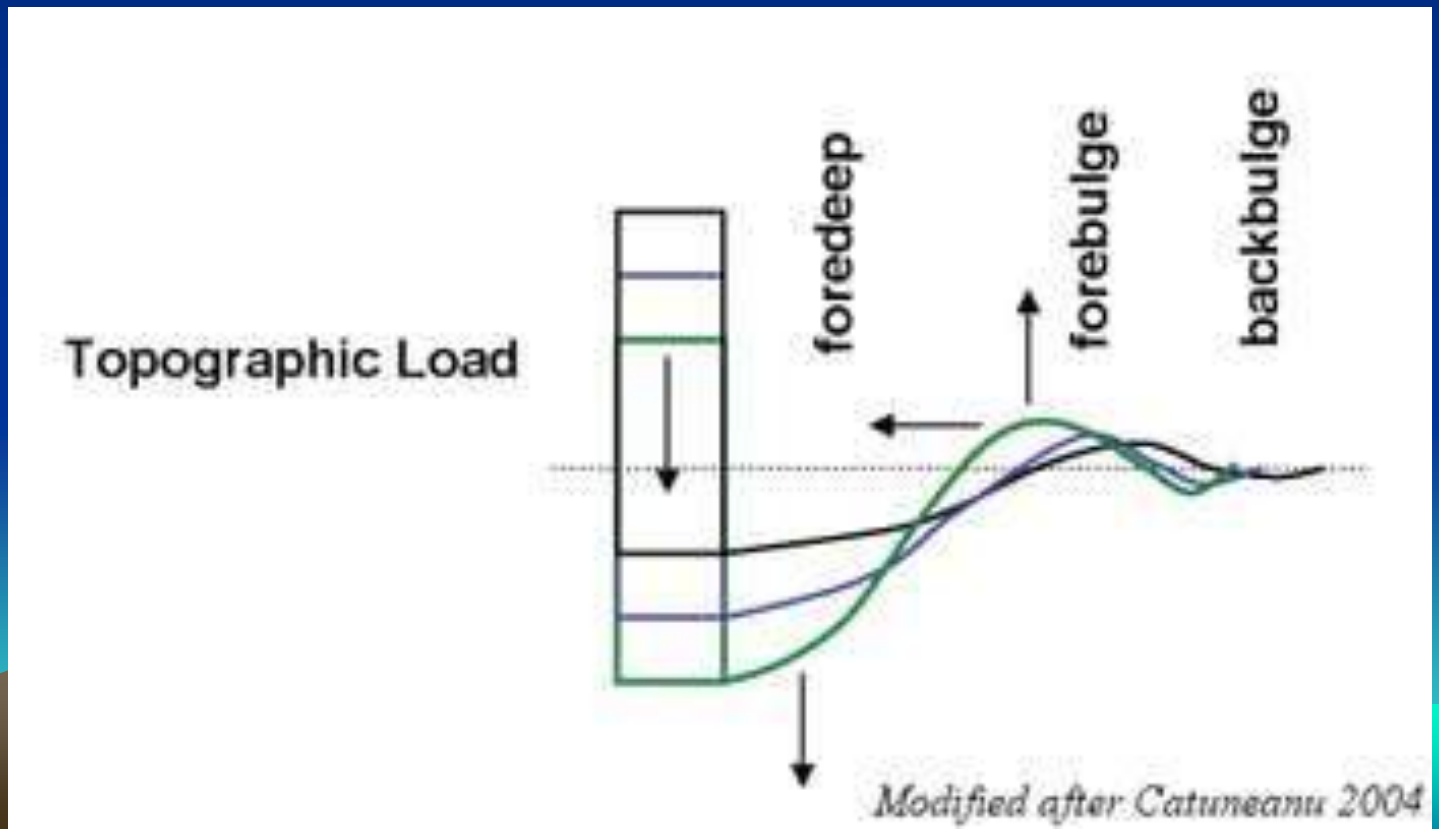


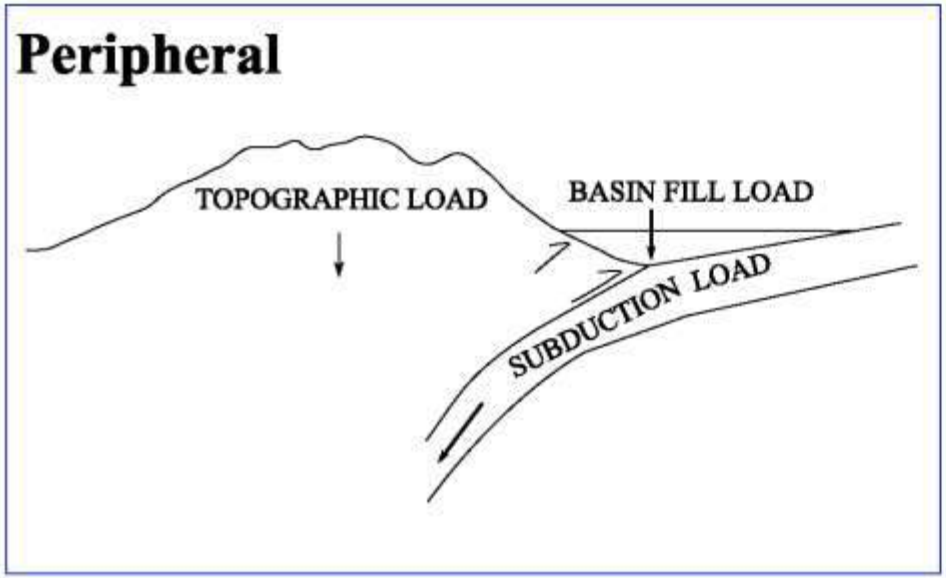

Chile
Bolivia
Paraguay
Brazil
Retroarc Foreland System
Orogen
Foredeep Province
Forebulge Province
Back-bulge Province
λ/4
λ/2
λ/2
1000 m
uplift 100 m
flexural subsidence 100 m
1 Potosi Basin
Bauru Basin
Antofowa terrane
Fovaflan plate
Amazon Craton
Rio Apo Catoon & Paraguay Belt
paranapanema Cratoon
Dynamic Subsidence

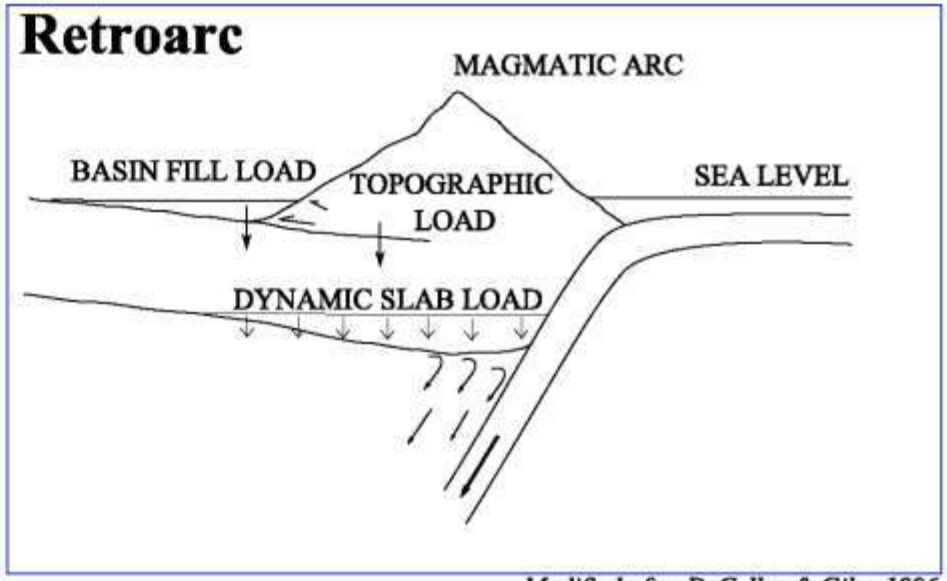
أحواض ملحقة بمقدمة اليابسة

PERIPHERAL FORELAND BASINS

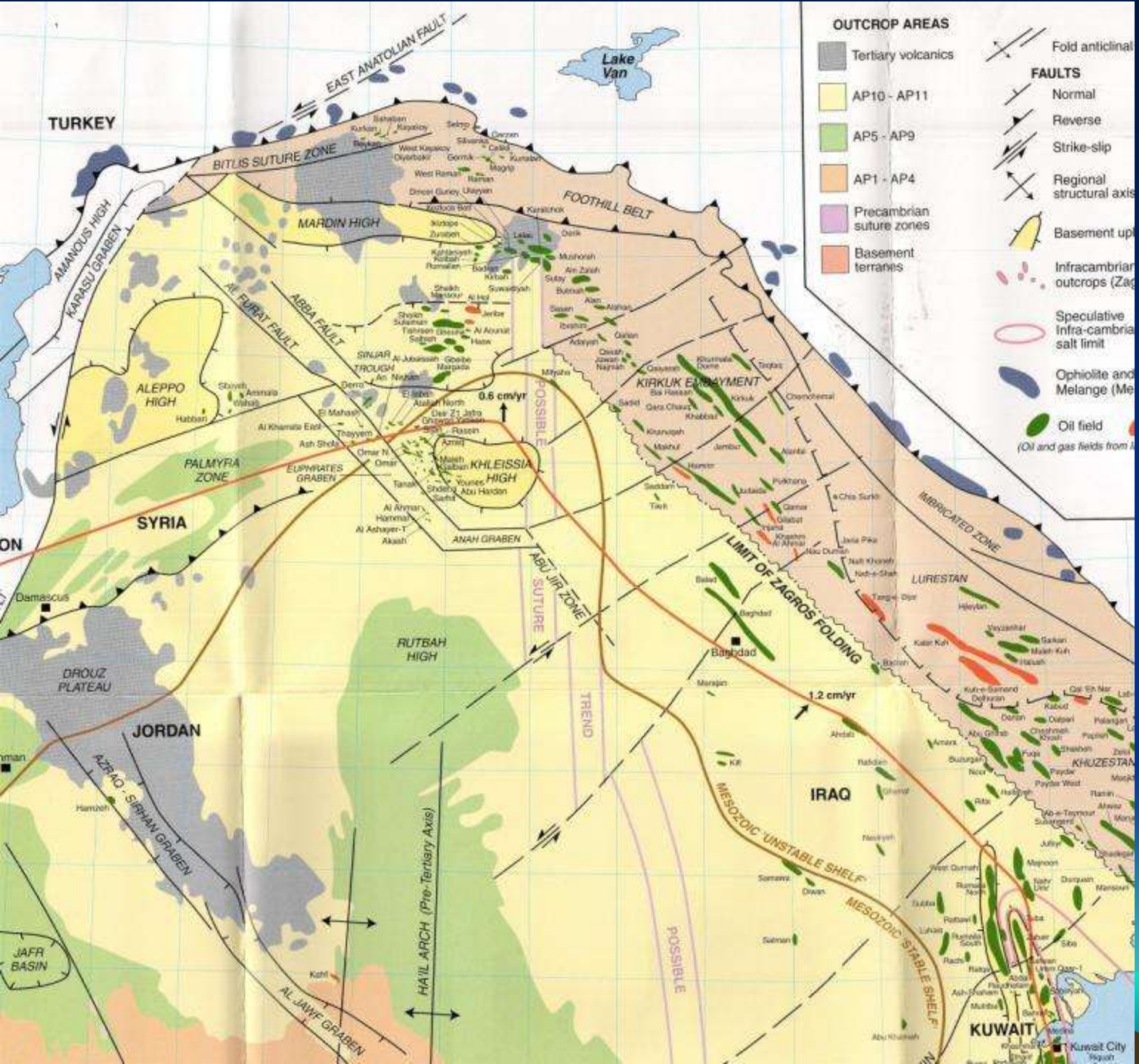
تتسبب حمولة قشرة مقدمة اليابسة على أحد طرفي الحزام الجبلي بانثناء القشرة بنفس الطريقة التي تضيف كتلة على الطرف غير المثبت لعارضة التوازن نحو الأسفل. فالكتلة ليست غير مثبتة تماماً أو بالكامل، ولكن الوشاح/الأستينوسفير تحت الليثوسفير متحرك ويسمح بتشوه انثنائي للقشرة المحملة لتشكل حوض ملحق بمقدمة اليابسة



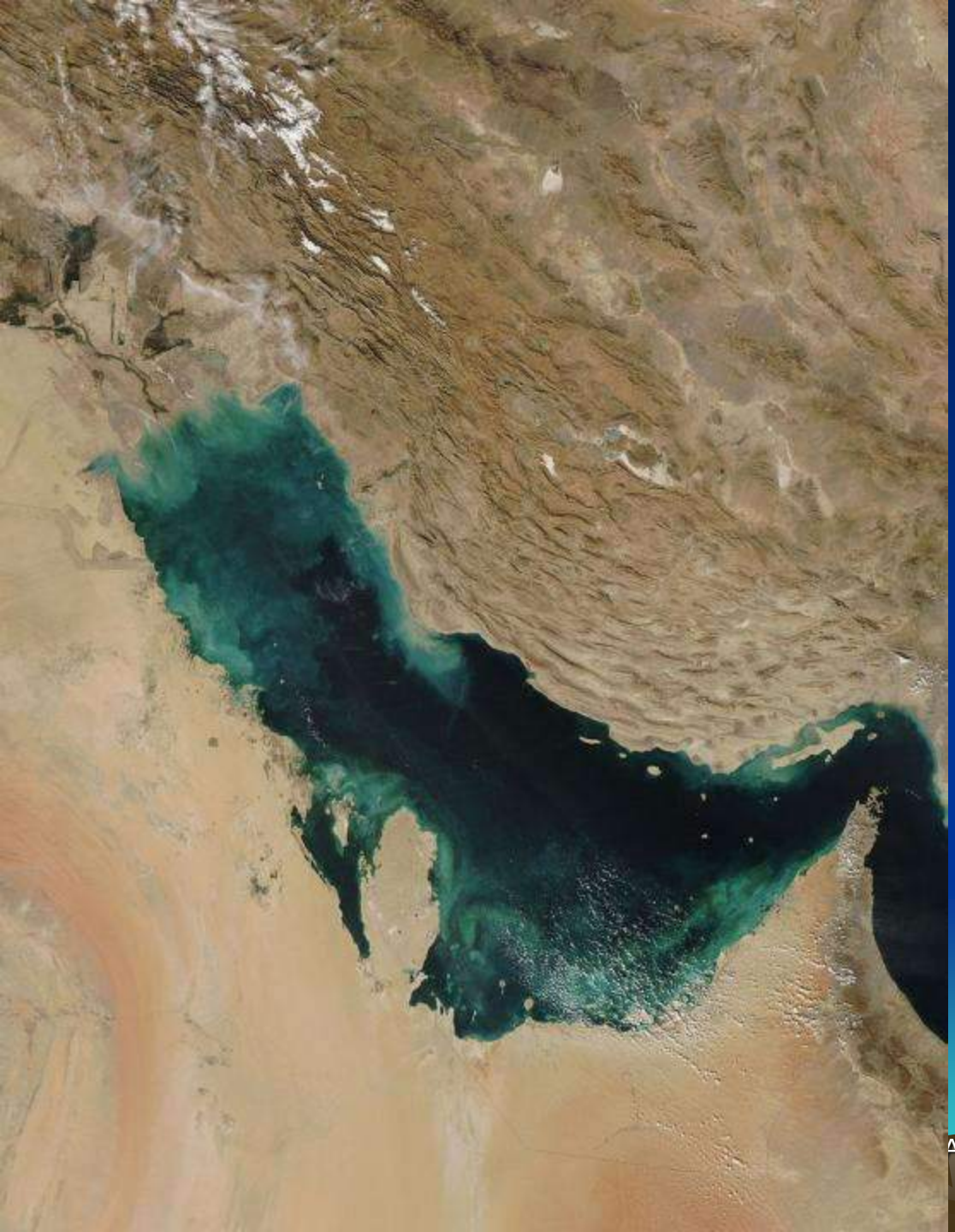


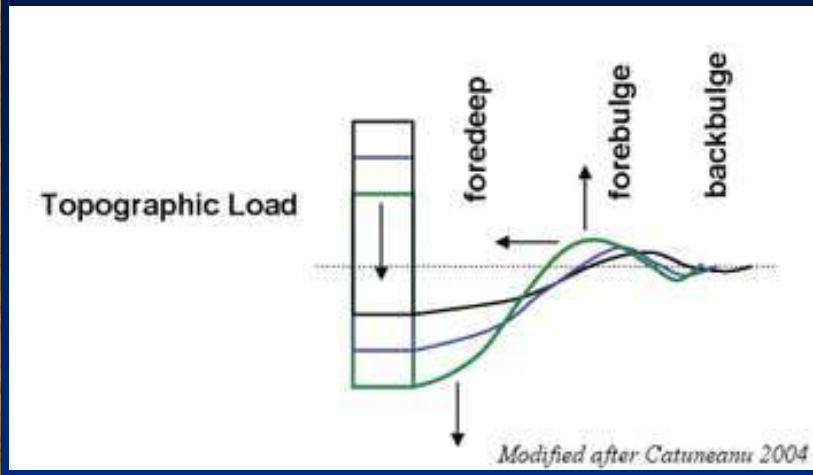


Modified after DeCelles & Giles 1996



PERIPHERAL FORELAND BASINS





PERIPHERAL FORELAND BASINS

يعتمد عرض الحوض على مقدار الحمولة وعلى صلابة إنثناء ليثوسفير مقدمة اليابسة، وعلى سهولة انثناءها عند إضافة حمولة على إحدى نهايتيها (Beaumont 1981).

فسيستجيب ليثوسفير صلب (يكون عادة أقدم وأثخن) ليشكل حوضاً عريضاً وضحلاً، بينما يتثني ليثوسفير أحدث وأرق بسهولة أكبر ليشكل منخفضاً أضيق وأعمق، وستزداد الحمولة في عمق الحوض.

في المراحل الأولية لتشكل حوض مقدمة اليابسة يكون الإرتطام مسبوقاً فقط بتثخن القشرة وبازدياد الحمولة على مقدمة اليابسة والانثناء الليثوسفيري، وسيكون الحزام الجبلي قليل الارتفاع عن مستوى البحر، وبالتالي سيكون الإمداد بالفتات نتيجة الحت الممارس على الحزام الجبلي قليلاً.

ولاحقاً ستتشكل رسوبات في حوض المياه العميقة، ويكون معدل الانخساف أعلى من معدل الإمداد. وتكون التوربيدايت (الفتاتيات) هي الرسوبات النمطية لهذه المرحلة. وسينضج الحزام الجبلي ليبني سلسلة جبال وسيزداد معدل إمداد الرسوبات إلى حوض مقدمة اليابسة.

وبالرغم من الحمولة على مقدمة اليابسة سوف تزداد، إلا أن إمداد الرسوبات سيتجاوز معدل الإنخساف الانثنائي ما يؤدي إلى تضحل حوض مقدمة اليابسة لتستبدل بالتالي رسوبات المياه العميقة برسوبات مياه ضحلة ثم برسوبات قارية، والتي ستهيمن خلال المراحل المتأخرة من ترسيب حوض مقدمة اليابسة *(Miall 1995)*

تتعقد ستراتيغرافيا الرسوبات المالئة لحوض مقدمة اليابسة بصدوع الدسر *thrust* ونتيجة لذلك فلن تتكشف متتالية رسوبات الحوض بكاملها في مقطع واحد.

ومع استمرار التحميل عند هامش الحوض الذي يرافق تطوره، يميل الحوض إلى الاتساع مع الزمن مع إضافة حمولة إضافية، وسيتضمن التشوه اللاحق عند الهامش بعض الرسوبات السابقة. وتكون إعادة دعك وفرك *(reworking)* الرسوبات الأقدم شائعة.

لا يقتصر تصدع الدسر على هوامش الحوض إذا أنها ويمكن أن تقسم الحوض ليشكل أحواض ظهر الخنزير *piggy-back basins (Ori* تتموضع فوق اللوح المتراكب وتكون معزولة عن مقدمة العمق *foredeep* وهو الحوض الذي يقع أمام كل صدوع التراكب.

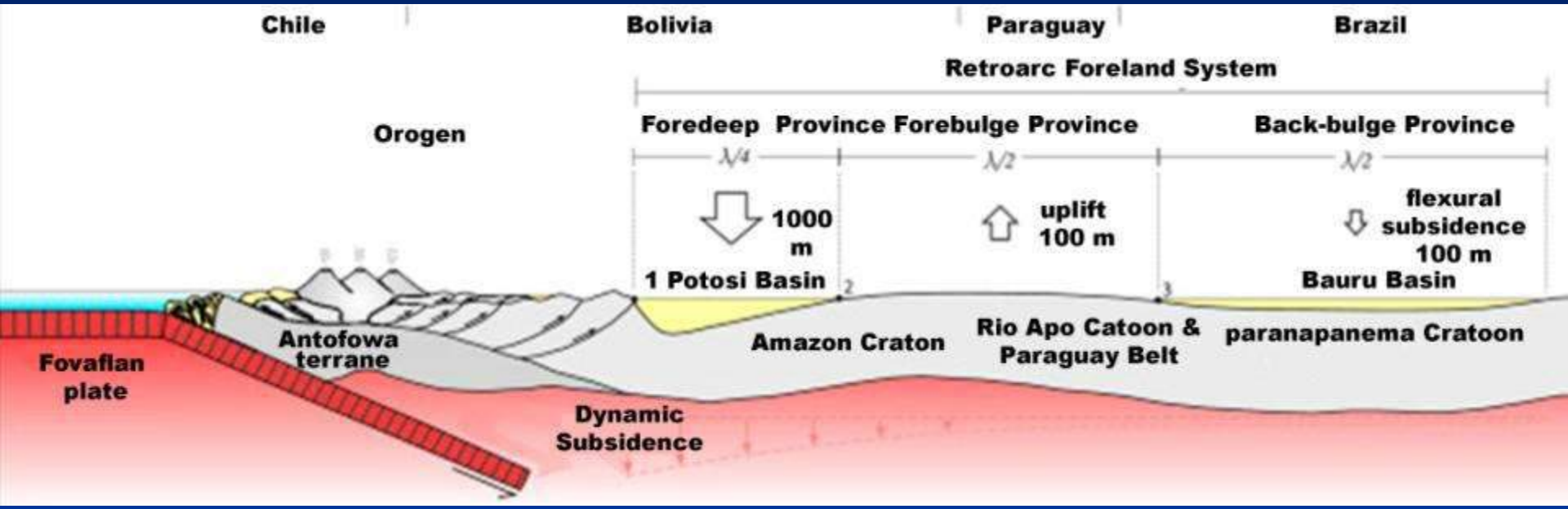
Piggyback basins (also **thrust-sheet-top**, **detached**, and **satellite basins**) are minor sedimentary basins developed on top of a moving thrust sheet as part of a foreland basinsystem. Piggyback basins form in the wedge-top depositional zone of a foreland basin system as new thrusts in the foreland cut up through the existing footwall containing the eroded wedge-top basins in the old thrust sheet. The basin is separated from the foredeep by an anticline or syndepositional growth structures. The piggyback basin is named after its tendency to be carried passively toward the hinterland with the old thrust sheet in response to the compressive forces of the new thrust sheet. Sedimentary fill for the basin come from the hanging wall ramp of the older thrust sheet, from the foreland orogeny or from the sides of the basin. Drainage into the basin may come from highs associated with the thrust sheets or the basin may be filled from longitudinal flows across the basin.

أحواض القوس الخلفية لمقدمة اليابسة

RETROARC FORELAND BASINS

ينتج عن تثخن القشرة في القوس الماغماتي القاري حركة كتل الصخور على امتداد صدوع الدسر باتجاه اليابسةٍ. تتسبب الحمولة على القشرة على الطرف المقابل للقوس باتجاه الأخدود انثناء وتشكل أحواضاً: وتسمى هذه الأحواض أحواض مؤخرة القوس *Retroarc Foreland basins* لمقدمة اليابسة بسبب موقعها خلف القوس.

ونظراً لكون القشرة القارية قريبة من مستوى البحر عند بدء التحميل لذلك يحدث معظم الترسيب في بيئات نهرية، وساحلية، وبحرية ضحلة.
كما يحدث انخساف مستمر بسبب التحميل الإضافي لهامش الحوض من قبل الكتل المتراكبة من الحزام الجبلي، وتتعاظم بحمولة الرسوبات.
والمصدر الرئيس للفتات هو الحزام الجبلي والقوس البركاني.


Chile
Bolivia
Paraguay
Brazil
Retroarc Foreland System
Orogen
Foredeep Province
Forebulge Province
Back-bulge Province
λ/4
λ/2
λ/2
1000 m
uplift 100 m
flexural subsidence 100 m
1 Potosi Basin
Bauru Basin
Antofowa terrane
Fovaflan plate
Amazon Craton
Rio Apo Catoon & Paraguay Belt
paranapanema Cratoon
Dynamic Subsidence

الجلسة الثامنة

أحواض مرتبطة بتكتونيك الانزلاق المضربي

BASINS RELATED TO STRIKE-SLIP TECTONICS

أحواض مرتبطة بتكتونيك الانزلاق المضربي

BASINS RELATED TO STRIKE-SLIP TECTONICS

إن كانت حدود الانزلاق المضربي مابين صفيحتين تتحركان بجانب بعضهما ***Strike –Slip Plates Boundaries***

1 خطاً مستقيماً

وكانت الحركة النسبية لإحداهما

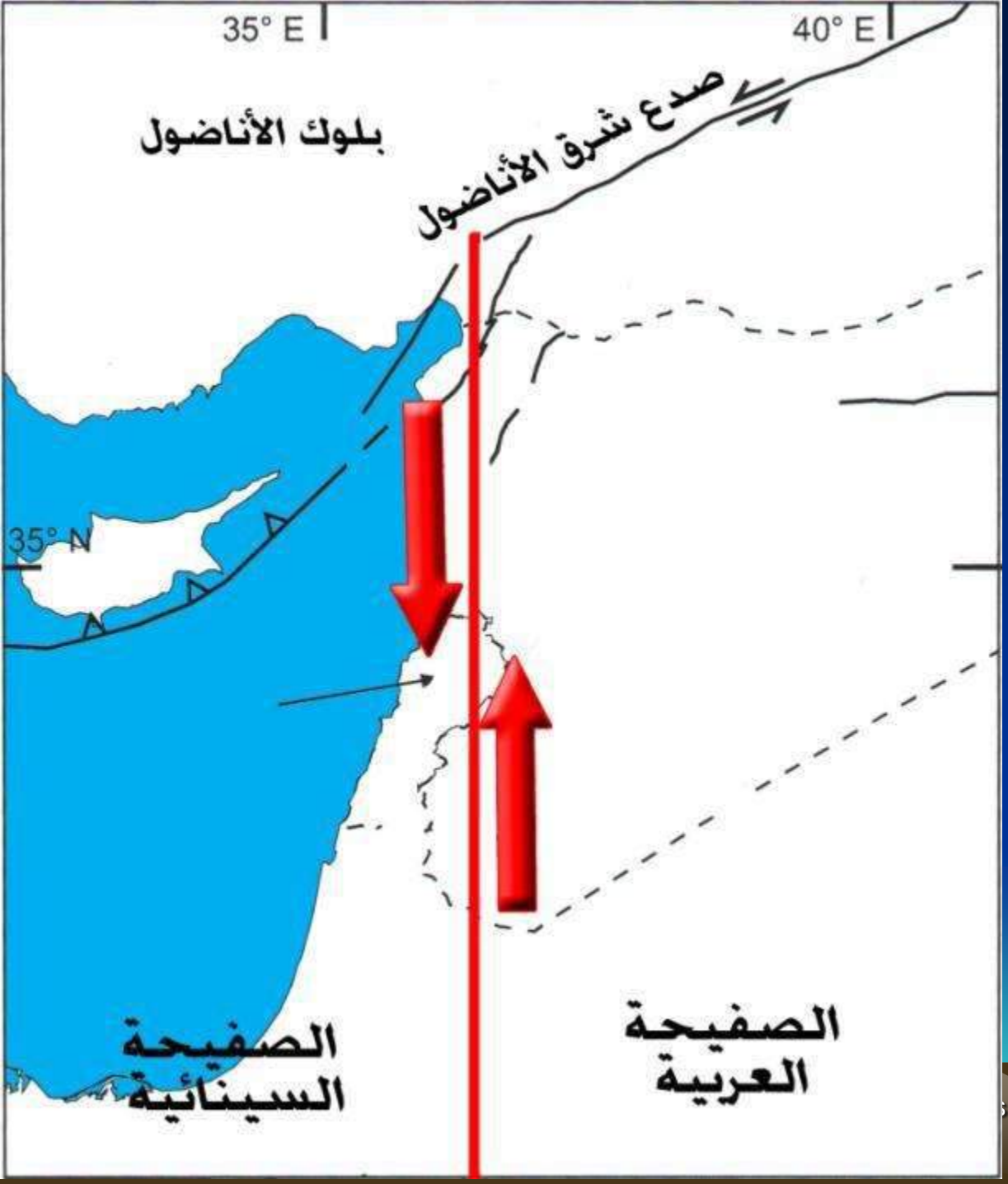
2 موازية له إلى حدٍ بعيد

فلن تتشكل

1 مناطق ناهضة

2 أو أحواض

على امتداد الحدود بينهما.



فلو افترضنا (على خلاف الواقع الفعلي) أن حدود الانزلاق المضربي بين صفيحتين خطا مستقيماً وتحركت الصفيحة موازية لهذه الحدود على النحو الآتي فلن تتشكل بنى ناهضة أو منخفضة على امتدادها.

فإن كانت الحدود بين الصفيحتين العربية والسينائية (الإفريقية = شرق المتوسطية) مستقيمة فهل سيكون هناك .....؟؟؟

ولكن

1 لا توجد مثل الحدود المستقيمة في الواقع.

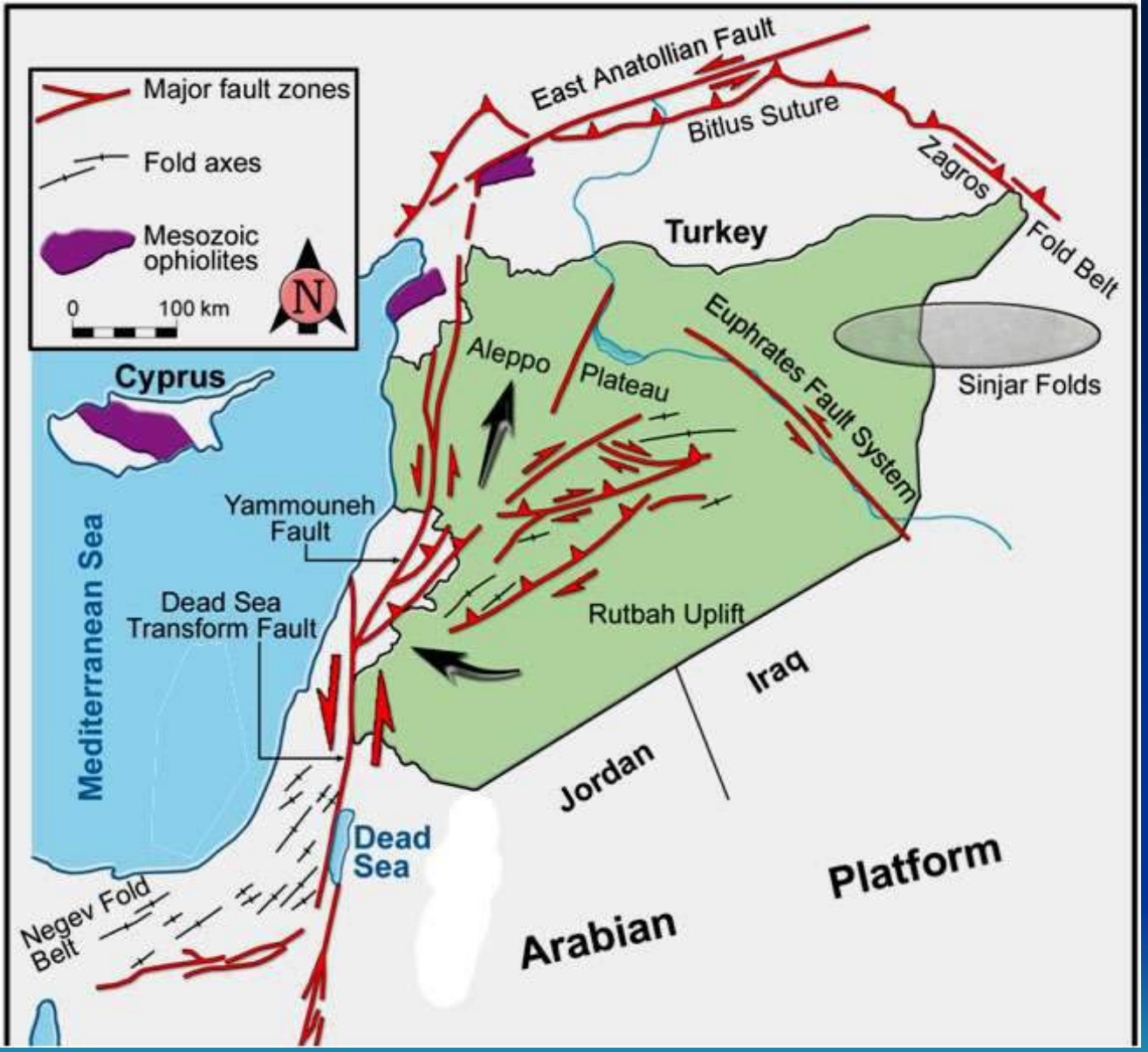
2 والحركة ليست موازية تماماً للحدود.

3 ولن يتفرع الصدع تفرّعاً وحيداً، بل بشبكة تفرعات.

4 وستتشابك وتتقاطع الصدوع المنفردة مع بعضها لتشكّل بالتالي نطاقات:

أ- انخسافات (منخفضات طبوغرافية تتراكم فيها الرسوبات)

ب- نهوضات (مناطق مصدر وإمداد بالرسوبات (Christie-Blick & Riddle 1985).

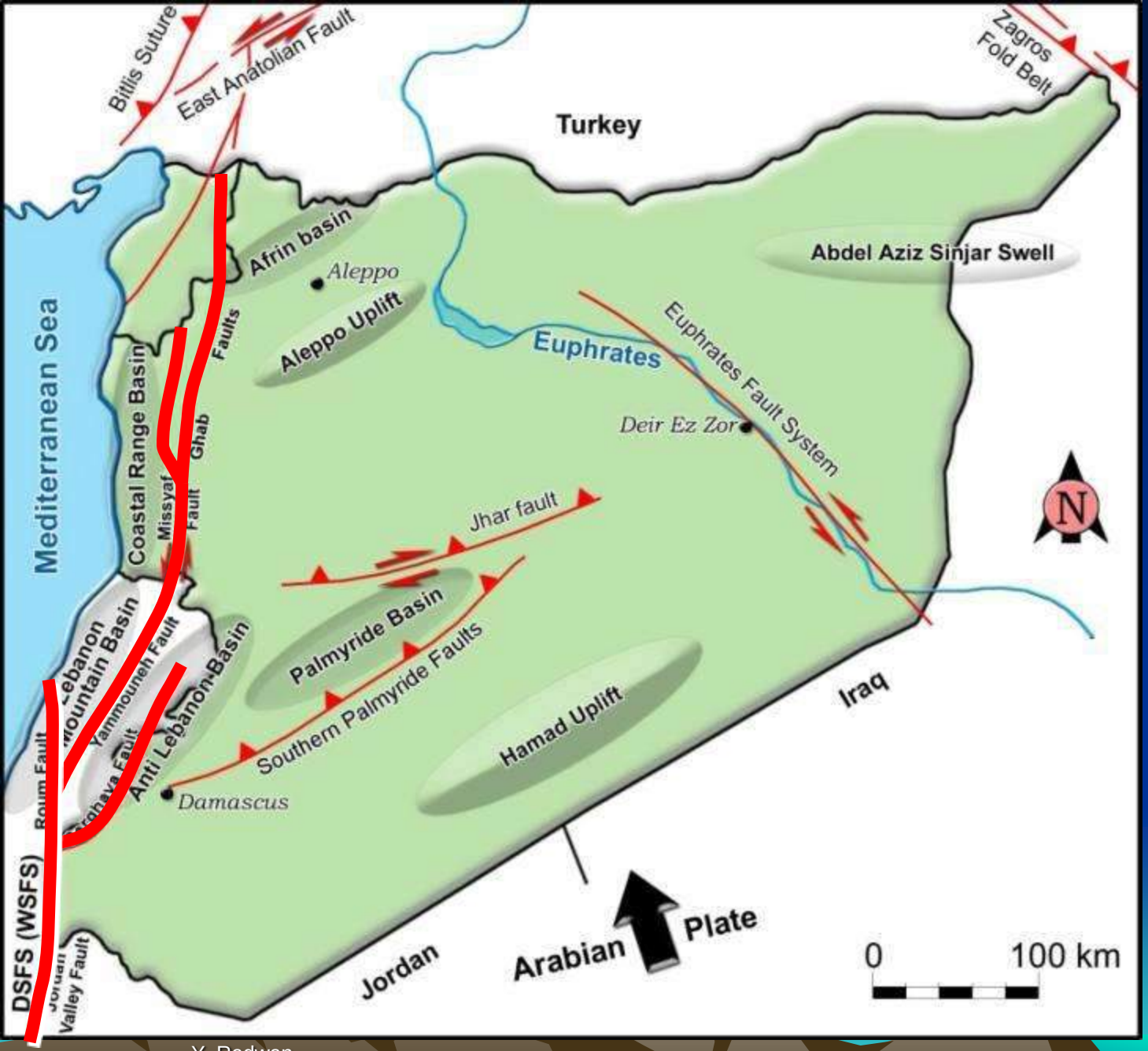


1 فالحدود بين الصفيحتين ليست مستقيمة.

2 والحركة ليست موازية تماماً لها .

3 ويتفرع الصدع بشبكة تفرعات.

4 وستتشابك وتتقاطع الصدوع المنفردة مع بعضها لتشكل بالتالي انخسافات ونهوضات


Bitlis Suture
East Anatolian Fault
Zagros Fold Belt
Turkey
Mediterranean Sea
Afrin basin
Aleppo
Aleppo Uplift
Abdel Aziz Sinjar Swell
Euphrates
Euphrates Fault System
Deir Ez Zor
Coastal Range Basin
Missyaf Fault
Ghab Faults
Jhar fault
Palmyride Basin
Lebanon Mountain Basin
Yammouneh Fault
Anti Lebanon-Basin
Southern Palmyride Faults
Hamad Uplift
Iraq
Damascus
Roum Fault
DSFS (WSFS)
Jordan Valley Fault
Jordan
Arabian Plate
N
0
100 km

آليات تشكل الأحواض المرتبطة بتكتونيك الانزلاق المضربي

يصطلح على معظم أحزمة أحواض الانزلاق المضربي بأحواض شد انتقالي أو عابر ***transtensional*** وقد تشكلت بثلاث آليات رئيسة ***(Reading 1980)***.

الآلية الأولى

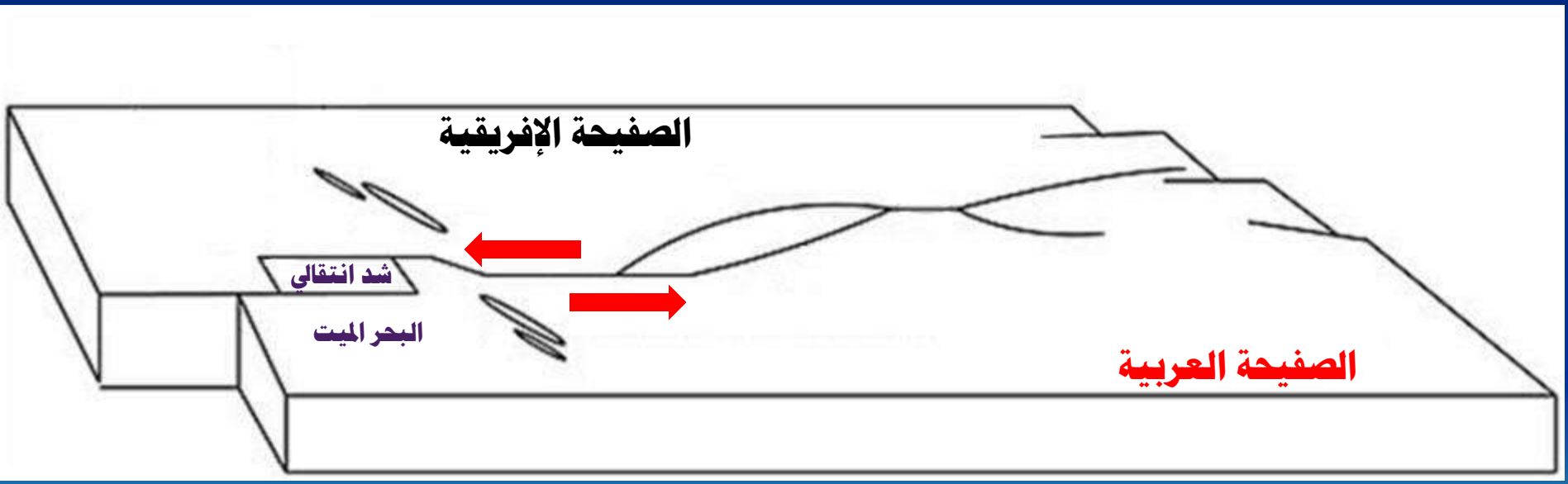
تغطية *overlap* صدعين منفصلين يمكن أن تشكل مناطق شد فيما بينهما تدعى أحواض شد (تمزق) ***pull-apart***.

وتكون مثل هذه الأحواض:

- معينية أو مستطيلة في المسقط الأفقي
- ذات طول وعرض بضعة كيلومترات إلى بضعة عشرات من الكيلومترات
- عميقة بشكل غير اعتيادي، وخاصة عند مقارنتها بأحواض الانهدام ***rift basins***.

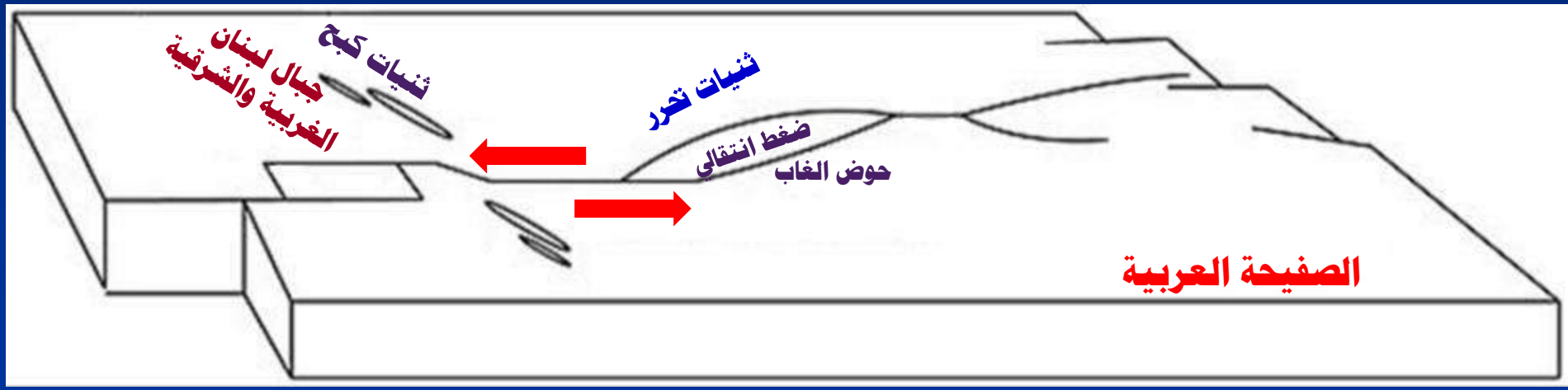
الآلية الثانية

تفرعاتِ الصدوع يمكنها أن تسبب تمدداً يمكنه بدوره أن يشكل حوض *extension* فيما بين فرعين منها.

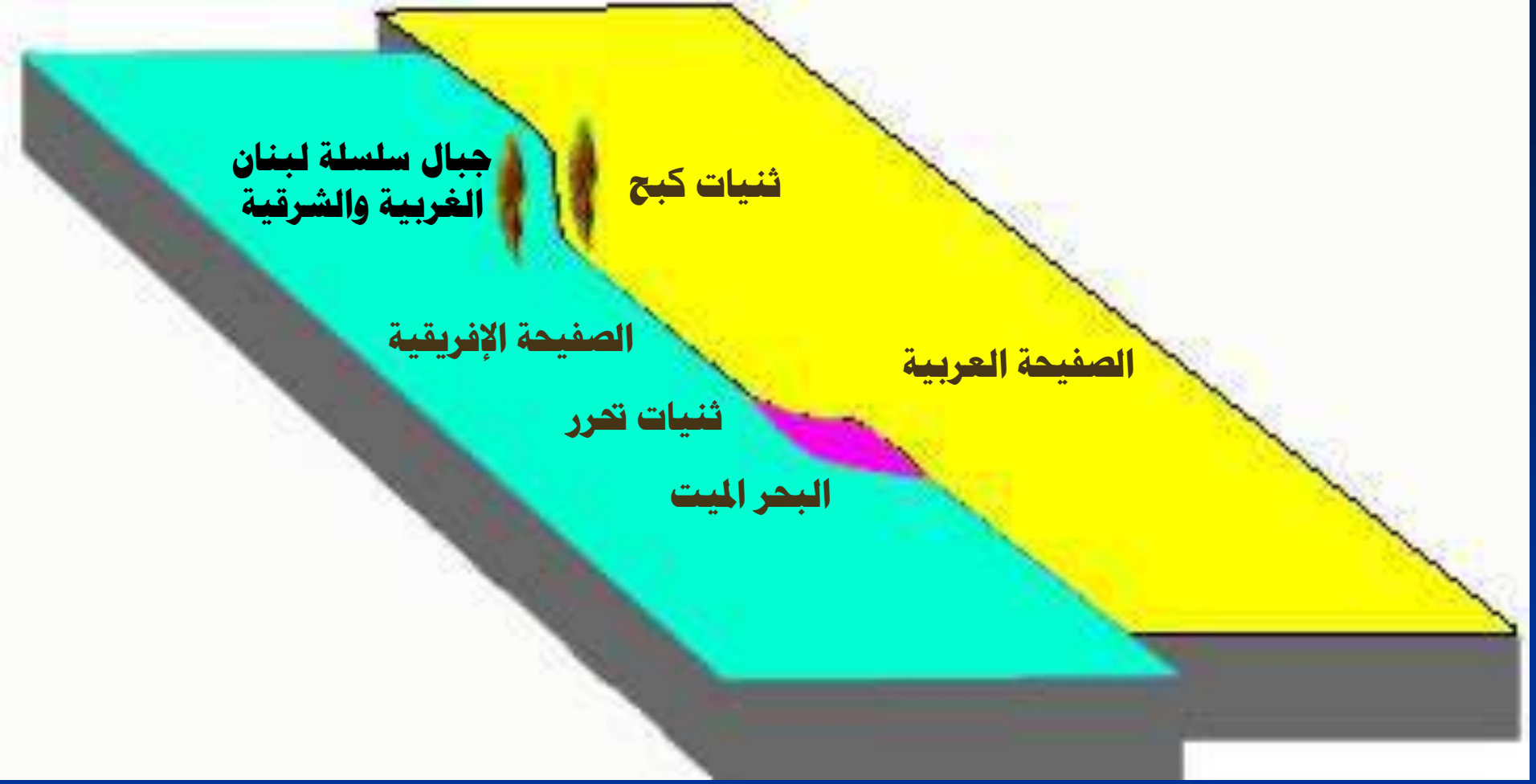


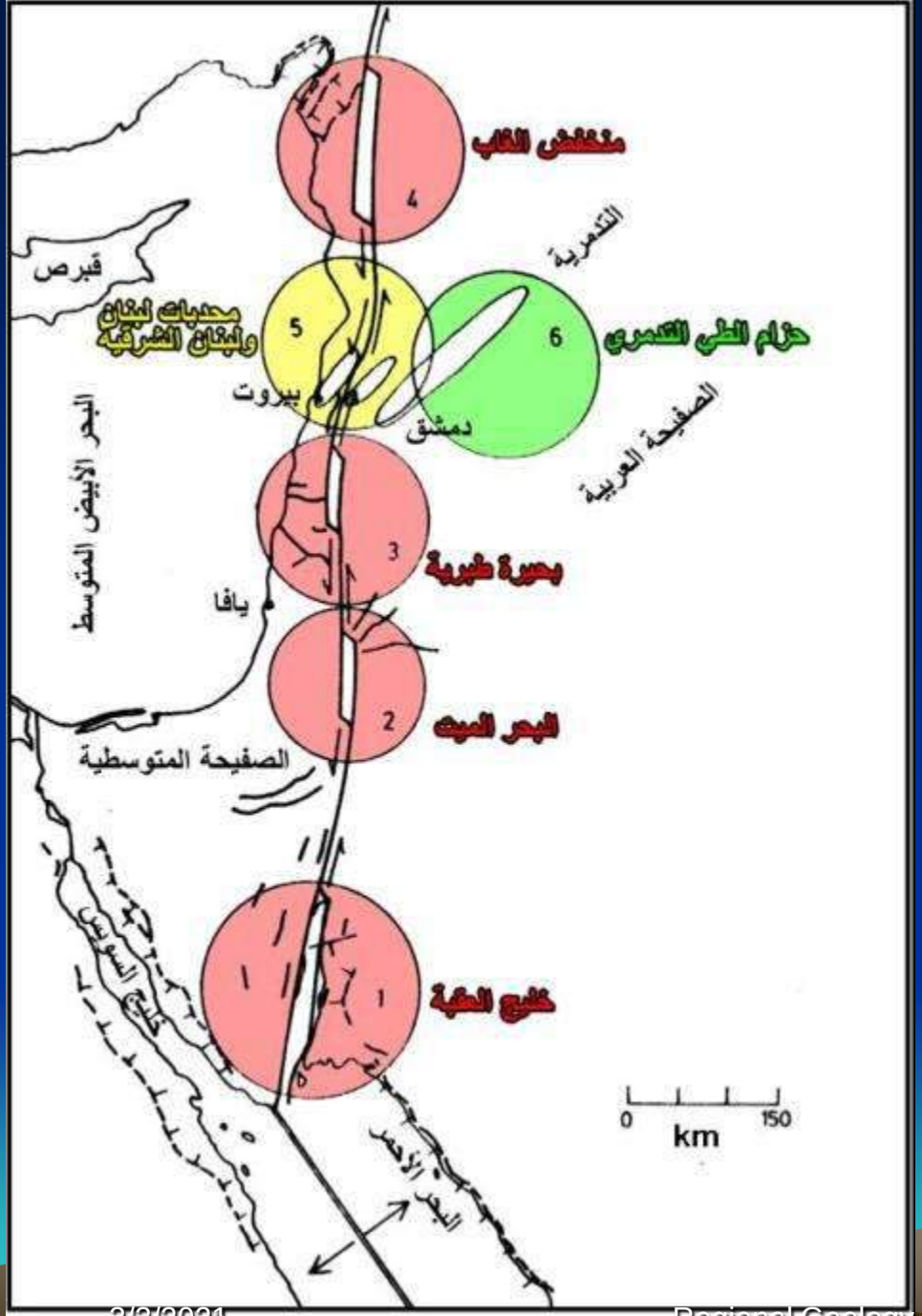
الآلية الثالثة

تقوس تفرع صدعي منفرد سيتسبب بتشكل ثنيات إما أن تكن ثنيات كبح (انضغاط محلي) أو ثنيات تحرر (مط محلي). تشكل ثنيات التحرر نطاقات إنخساف إهليليجية



يجد معظم أحواض الانزلاق المضربي صدوع تمتد عميقاً في القشرة، وأحواض الانزلاق المضربي رقيقة البشرة استثنائية نظراً لكون التصدع يؤثر فقط على الجزء العلوي للقشرة.


جبال سلسلة لبنان
الغربية والشرقية
ثنيات كبح
الصفيحة الإفريقية
الصفيحة العربية
ثنيات تحرر
البحر الميت


منخفض الغاب
4
التدمرية
قبرص
محدبات لبنان
وأبناق الشرقية
5
6
حزام الطي التدمري
بيروت
دمشق
الصفيحة العربية
البحر الأبيض المتوسط
3
بحيرة طبرية
يافا
2
البحر الميت
الصفيحة المتوسطية
خليج السويس
1
خليج العقبة
البحر الأحمر
0
150
km

خصائصها

يحد معظم أحواض الانزلاق المضربي صدوع تمتد عميقاً في القشرة، وأحواض الانزلاق المضربي رقيقة البشرة استثنائية نظراً لكون التصدع يؤثر فقط على الجزء العلوي للقشرة.

الفترة الزمنية لتشكلها

يكون الانخساف سريع عادة وتحدث في بضعة ملايين من السنين (Allen & Allen 2005).

أبعادها

أحواض الانزلاق المضربي المحدد بصدع عميق صغيرة نسبياً وهي عادة بحدود مئات إلى آلاف الكيلومترات المربعة.

حجوم رسوباتها

تحوي غالباً متتاليات أثخن من تلك التي تحويها أحواض لها حجم مشابه تشكلت وفق آليات أخرى.

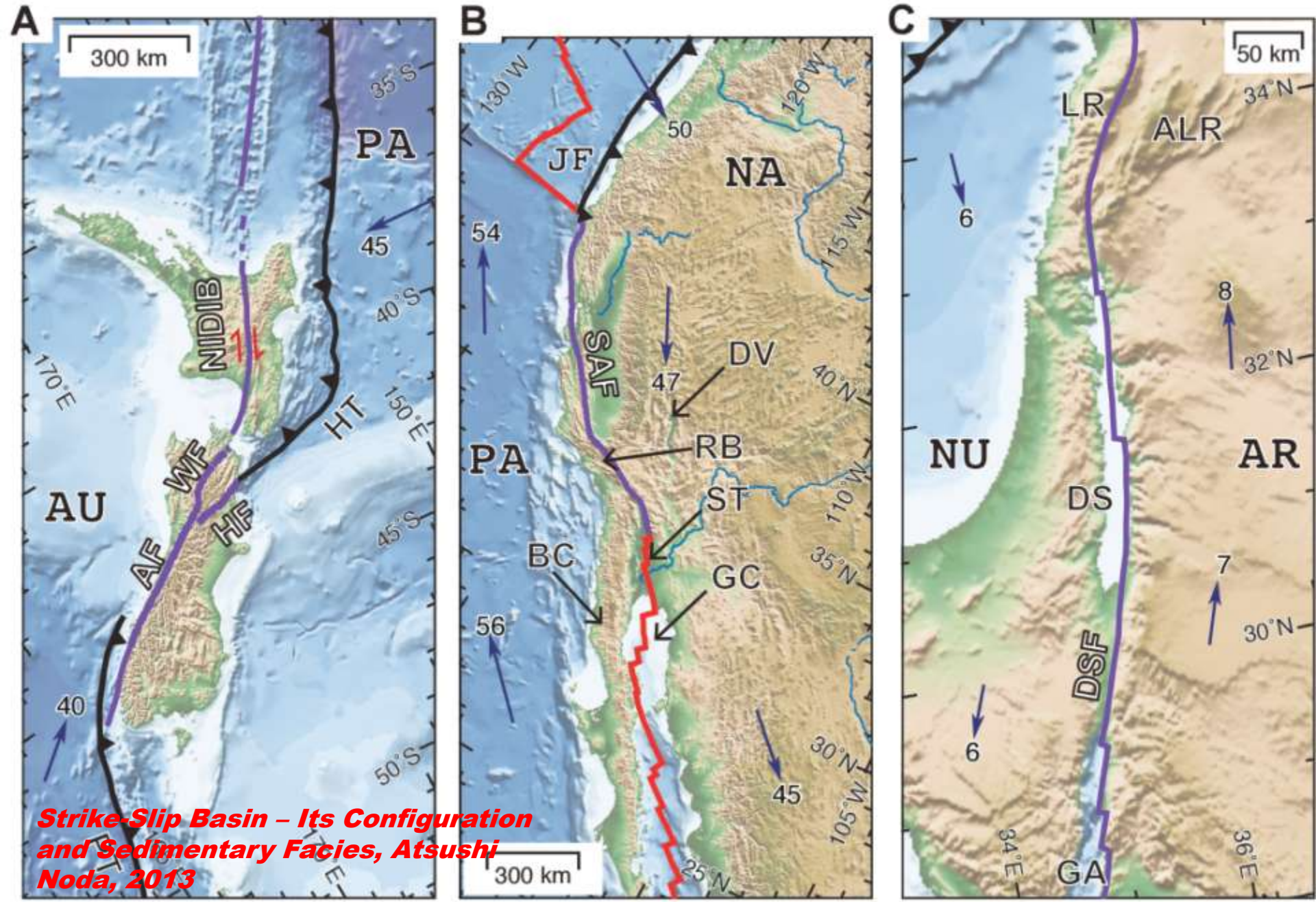
- تكون هوامش هذه الأحواض عادة أمكنة لترسيب سحنات خشنة (رسوبات **مراوح نهرية ودلتا مروحية**).
- و تمر تدريجياً خلال مسافة قصيرة جداً إلى **رسوبات بحيرية** في الوضعيات القارية، أو إلى **رسوبات بحرية**.
- تتباين السحنات للغاية سترتيغرافياً.
- كما تبدي تغيرات سحنية جانبية خلال مسافات قصيرة.
- وتكون أحواض الانزلاق المضربي رقيقة البشرة أوسع ونسبياً أضحل.***(Royden 1985)***

أشهر الأمثلة على على الأحواض المرتبطة بتكتونيك الانزلاق المضربي

	Indent-linked strike-slip faults	Trench-linked strike-slip faults	Plate boundary transform faults
	صدوع انزلاق جانبي مرتبطة بهامش	صدوع انزلاق جانبي مرتبطة بخندق	صدوع تحويلية حدود صفائح
Fault-bend basin	Vienna Basin[1] Marmara Sea[2]	Izumi Group *[3] St. George Basin *[4] Suwa Lake[5]	Ridge Basin *[6] Death Valley[7]
Stepover basin	Thai Basin[8]	Matsuyama Plain[9] Salan Grande Basin[10]	Dead Sea Basin[11] Cayman Trough[12] Cariaco Basin[13] Salton Trough[14]
Fault-termination basin	Yinggehai Basin[15] Malay Basin[16]	Beppu Bay[17]	Gulf of California[18]
Transpressional basin		Aceh Basin[19] Tokushima Plain[20]	

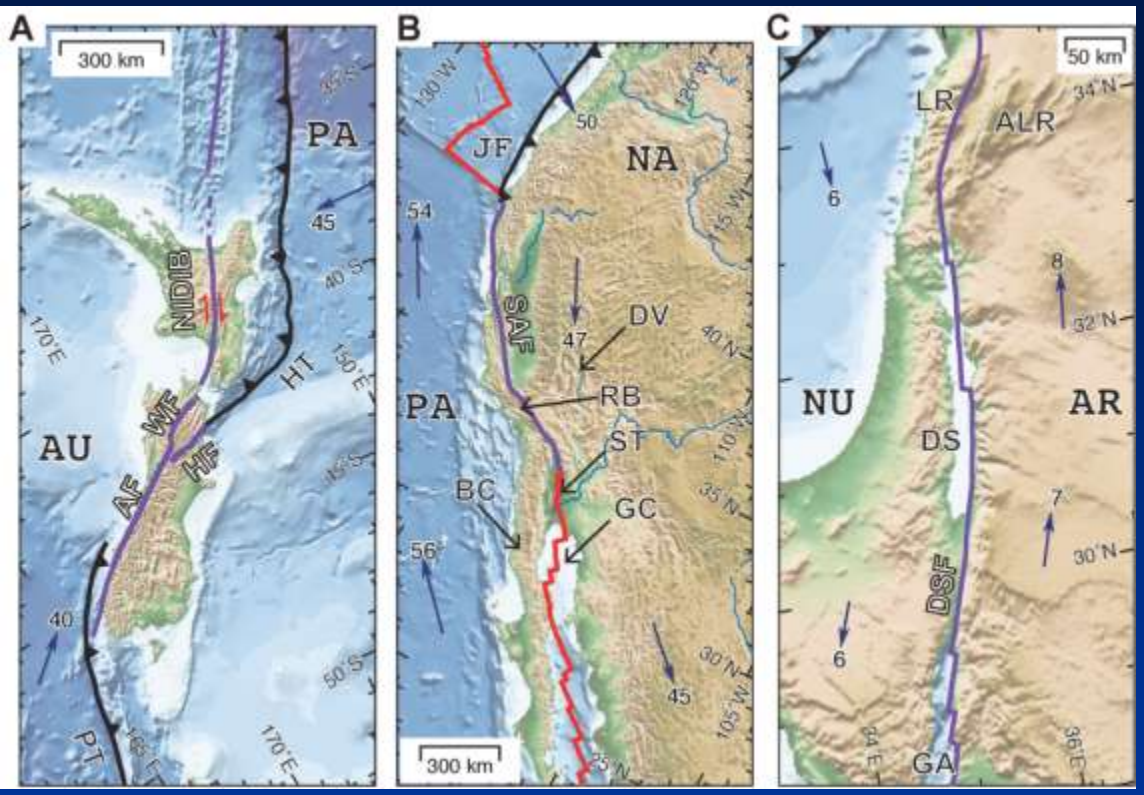
Strike-Slip Basin – Its Configuration and Sedimentary Facies, Atsushi Noda, 2013

صدع ألباين، نيوزيلاندا حوض ريدج، أمريكا البحر الميت (غرب بلاد الشام)



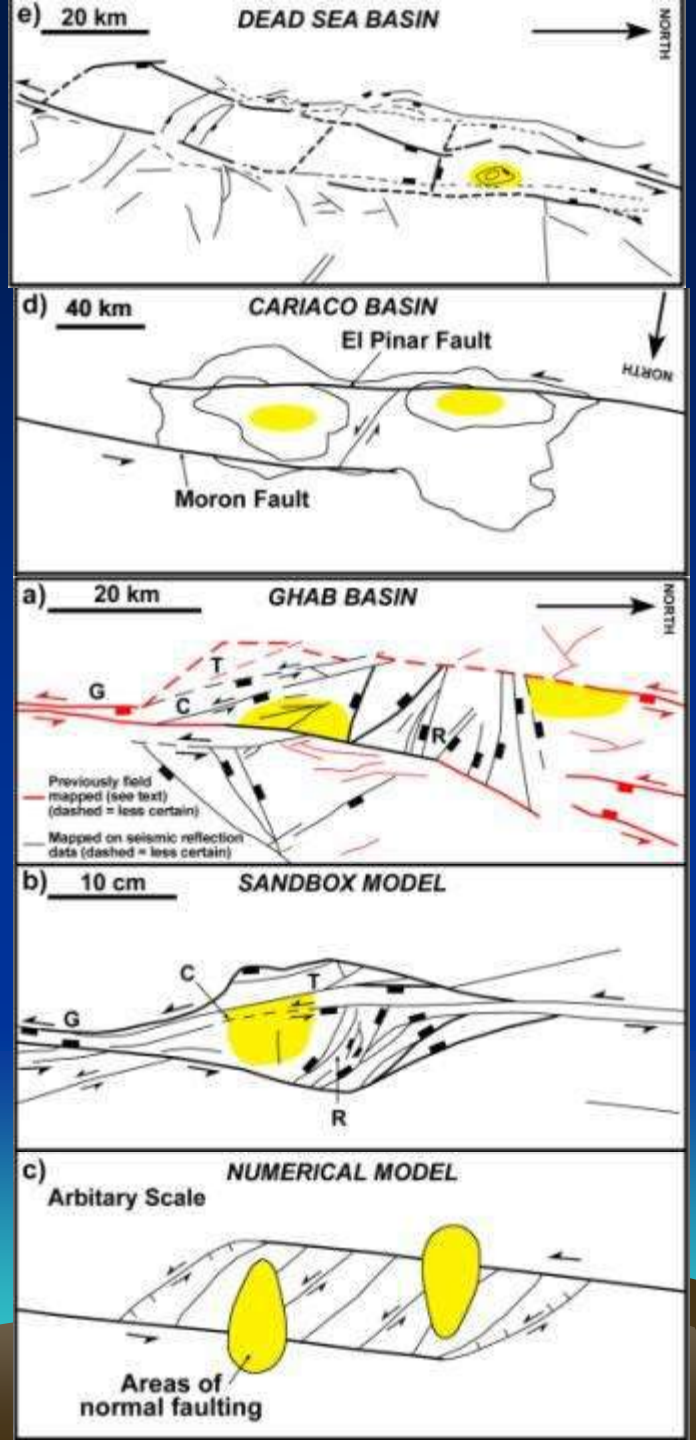
Strike-Slip Basin – Its Configuration and Sedimentary Facies, Atsushi Noda, 2013

صدع البحر الميت (غرب بلاد الشام) صدع سان أندرياس، أمريكا ، نيوزيلانداصدع ألباين



Strike-Slip Basin – Its Configuration and Sedimentary Facies, Atsushi Noda, 2013

Plate-boundary transform fault systems. (
***A) Alpine Fault** (AF) in New Zealand. Abbreviations: HF, Hope Fault; WF, Wairau Fault; NIDFB, North Island Dextral Fault Belt; HT, Hikurangi Trough; PT, Puysegur Trench. Faults are from [34] and [35].*
***(B) San Andreas Fault systems** (SAF) in North America. Abbreviations: DV, Death Valley; RB, Ridge Basin; ST, Salton Trough; GC, Gulf of California; BC, Baja California Peninsula.*
***(C) Dead Sea Fault systems**. Abbreviations: DS, Dead Sea; GA, Gulf of Aqaba; LR, Lebanon Range; ALR, Anti-Lebanon Range. Plate names: PA, Pacific; AU, Australian; NA, North American; JF, Juan de Fuca; AR, Arabian; NU, Nubian (African). All maps were drawn by using SRTM and GEBCO with plate boundary data [30].*
Black, red, and purple lines are subduction zones, oceanic spreading ridges, and plate-boundary transform faults, respectively. Blue arrows indicate the direction and velocity of relative plate motion (mm yr-1) based on [31]



Brew et al., 2000

حوض البحر الميت

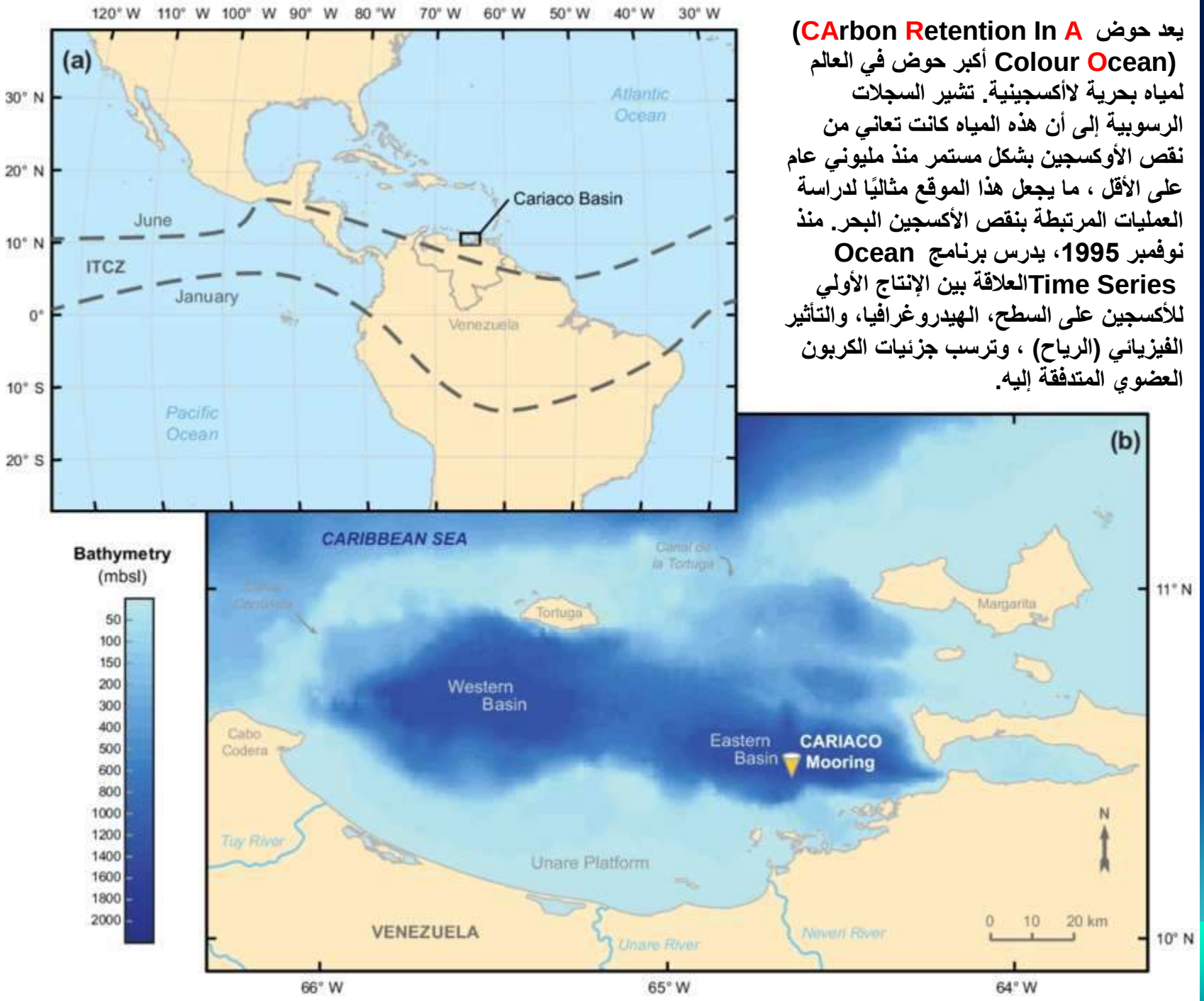
حوض كارياكو

حوض الغاب

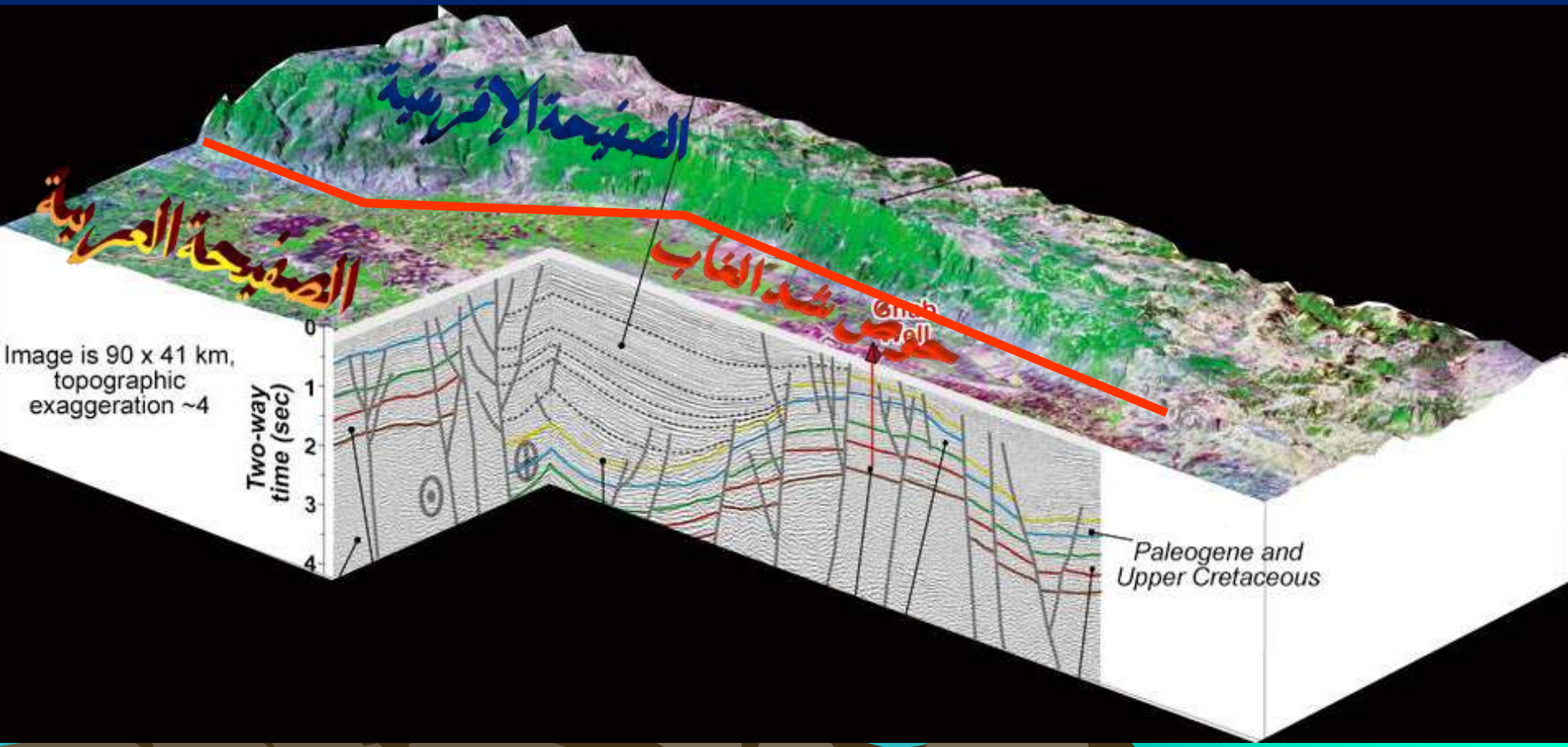
نموذج صندوق رمل

نموذج رقمي

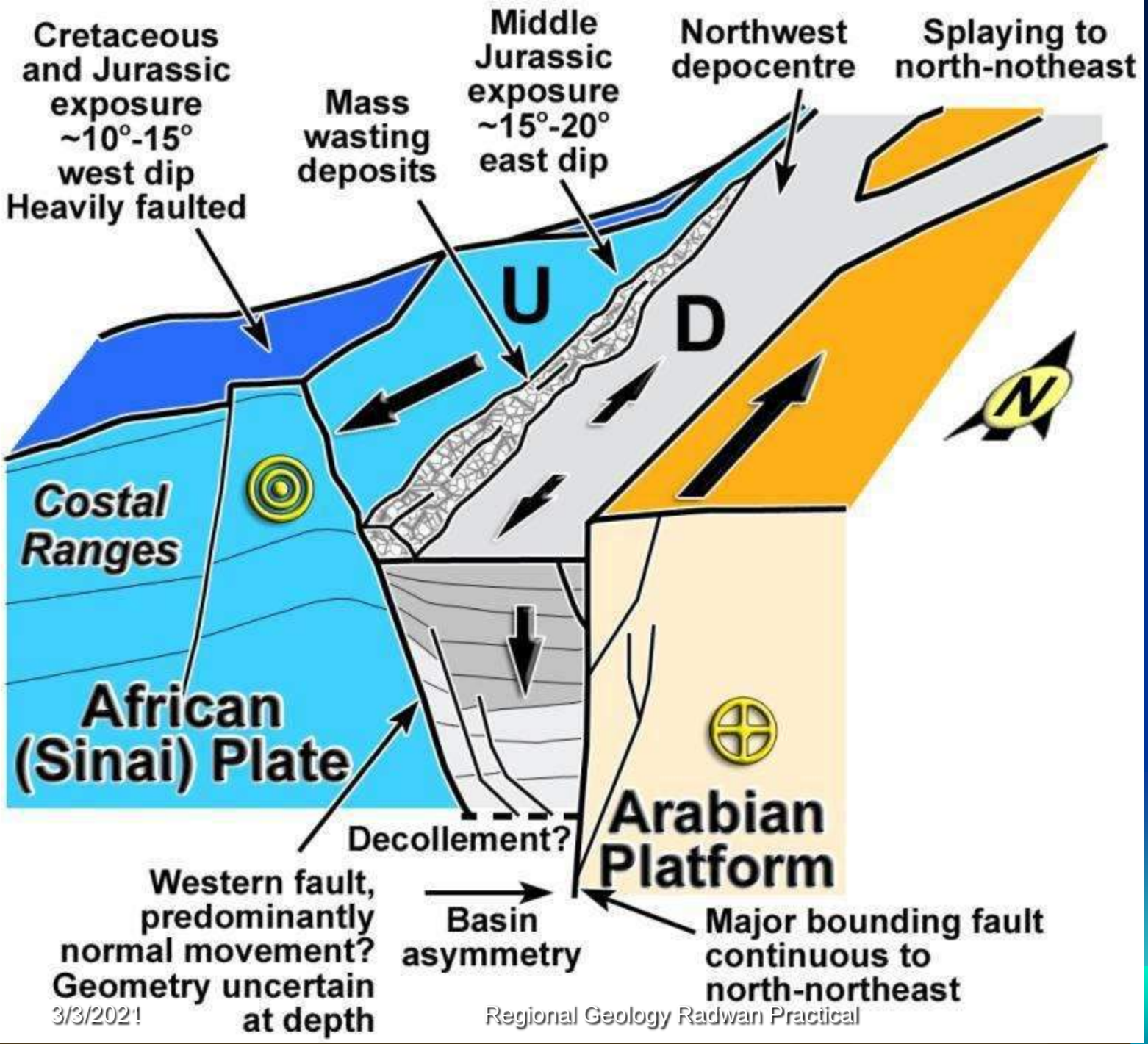
يعد حوض (CArbon Retention In A Colour Ocean) أكبر حوض في العالم لمياه بحرية لاأكسجينية. تشير السجلات الرسوبية إلى أن هذه المياه كانت تعاني من نقص الأوكسجين بشكل مستمر منذ مليوني عام على الأقل ، ما يجعل هذا الموقع مثاليًا لدراسة العمليات المرتبطة بنقص الأكسجين البحر. منذ نوفمبر 1995، يدرس برنامج Ocean Time Series العلاقة بين الإنتاج الأولي للأكسجين على السطح، الهيدروغرافيا، والتأثير الفيزيائي (الرياح) ، وترسب جزئيات الكربون العضوي المتدفقة إليه.



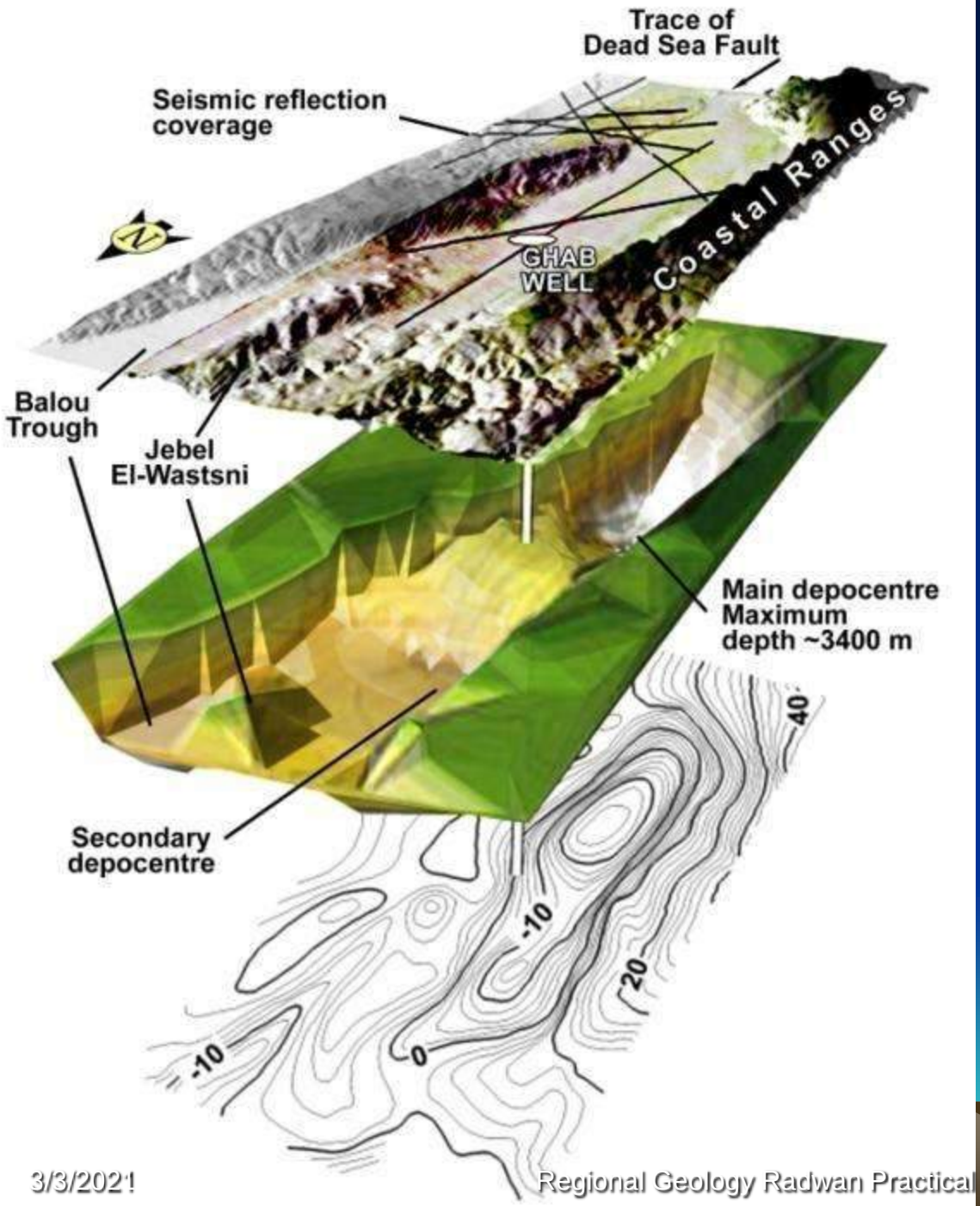
حوض شد الغاب


الصفيحة الإفريقية
الصفيحة العربية
حوض شد الغاب
Image is 90 x 41 km, topographic exaggeration ~4
Two-way time (sec)
0
1
2
3
4
Paleogene and Upper Cretaceous

السلسلة الساحلية
جبل الزاوية
حوض شد الغاب
© 2009 Basarsoft
Image © 2009 DigitalGlobe
© 2009 Cnes/Spot Image
Google
Pointer 35°32'13.04" N 36°16'17.43" E elev 262 m
Streaming 100%
Eye alt 12.00 km



from Brew et al., 2000



from Brew et al., 2000

الأهمية الاقتصادية

تمثل أحواض السحب هدفاً مهماً للتنقيب عن النفط والغاز
لقد درس البحر الميت بكثافة وعلى نطاق واسع ، وقد توصل الدارسون إلى أن ترقق القشرة في أحواض الشد يؤدي إلى تحميل تفاضلي وتحريض ديابير الملح على الارتفاع، والتي تشكل مصائد شائعة للهيدروكربونات.
ويشكل معاكس، يؤدي التشوه الشديد والانخساف السريع والترسب في أحواض الشد إلى إنشاء العديد من المصائد البنيوية والستراتيغرافية، ما يعزز من صلاحيتها كخزانات هيدروكربونية.

In conclusion, the perspectives of the Al-Ghab trough should be mentioned. In the waters from the Pliocene deposits in the neighbouring less subsided depression of Asharneh naphtenic acids are contained, in some cases these waters are of chloride character. However, both depressions are too small in size and filled with continental lacustrine sediments. This is not favourable for oil prospecting in them. Older deposits are evidently dissected by numerous faults and as well as the central part of the An-Nusseiriyeh uplift are hardly favourable for oil prospecting.

الجلسة التاسعة

أحواض مركّبة وهجينة
سجل التكتونيك في الستراتيغرافيا

هل تقع كل الأحواض الرسوبية ضمن الأنواع البسيطة التي تم استعراضها فيما سبق ؟

كلا !

لماذا ؟

لكونها تتشكل نتيجة تفاعل تبادلي مابين أكثر من نظام تكتوني. ويحدث أكثرها شيوعاً عندما يكون هناك مركبة انزلاق مضربي على الحركة عند حدود صفائح متقاربة أو متباعدة.

لذلك فقد يظهر الحوض جزئياً خصائص أحواض ملحقة بمقدمة اليابسة ولكن يضم كذلك مؤشرات على حركة انزلاق مضربي.

وتوجد مثل هذه الحالات نتيجة كون حركات الصفيحة عادة ليست عمودية أو متوازية

والأمثلة على تقارب أو تباعد مائلين ما بين الصفائح شائعة

إذن كيف يمكن استقراء التاريخ التكتوني للأحوض الرسوبية ؟؟

من خلال التحليل الرسوبي والستراتيغرافي للمتتاليات الصخرية التي ترسبت فيها

سجل التكتونيك في الستراتيغرافيا

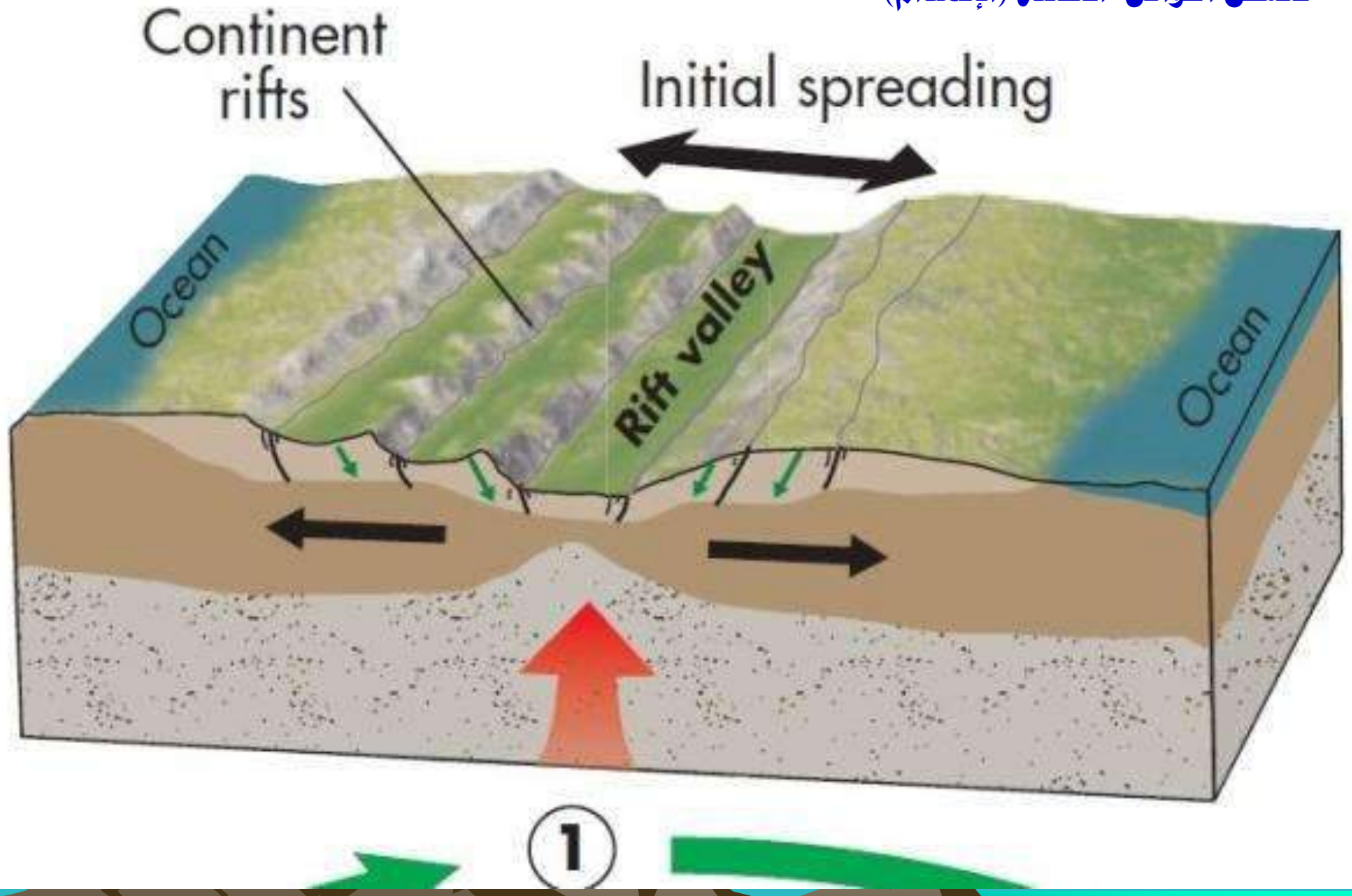
THE RECORD OF TECTONICS IN STRATIGRAPHY

تؤثر القوى التكتونية **ببطء** خلال عمر الجنس البشري ولكن عبر التاريخ الجيولوجي فإن سطح الكوكب في **حالة مستمرة من الانسياح والحركة**.

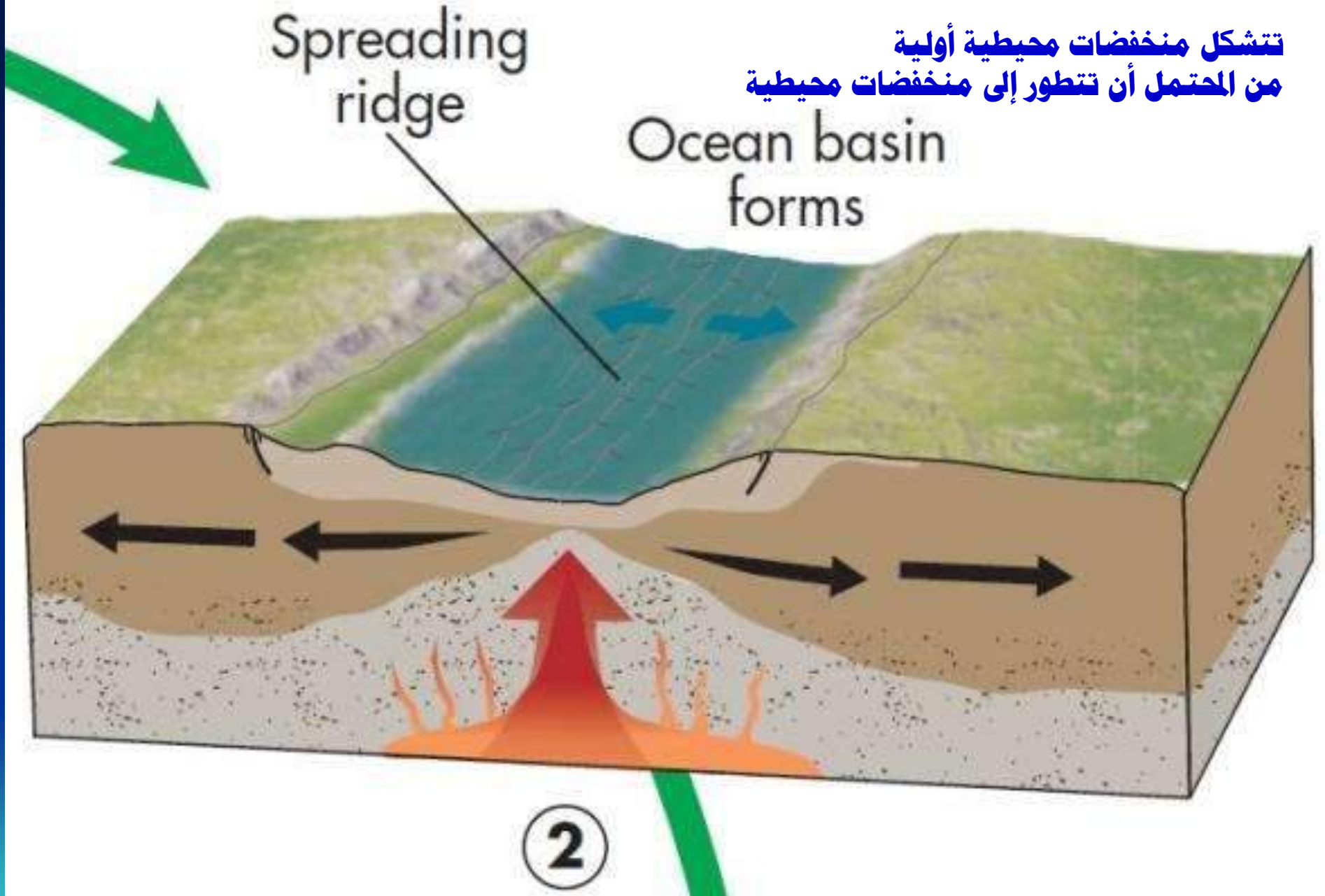
1. تتشكل **أحواض التصدع** (الإنهدام)
2. وتتطور إلى **منخفضات محيطية أولية**
3. ومن المحتمل أن تتطور إلى **أحواض محيطية** يحدها هوامش غير فعالة.
4. وبعد فترة عشرات إلى ملايين السنين تبدأ الأحواض المحيطية **بالإغلاق مع وجود نطاقات انغراز** حول الهوامش مستهلكة القشرة المحيطية.
5. يسبب الإغلاق النهائي للمحيط ارتطاماً قارياً وتشكل **حزام مولد للجبال**

وتعرف هذه الأنماط من حركات الصفائح عبر الزمن بدورة ويلسون، Wilson Cycle، (Wilson 1966).

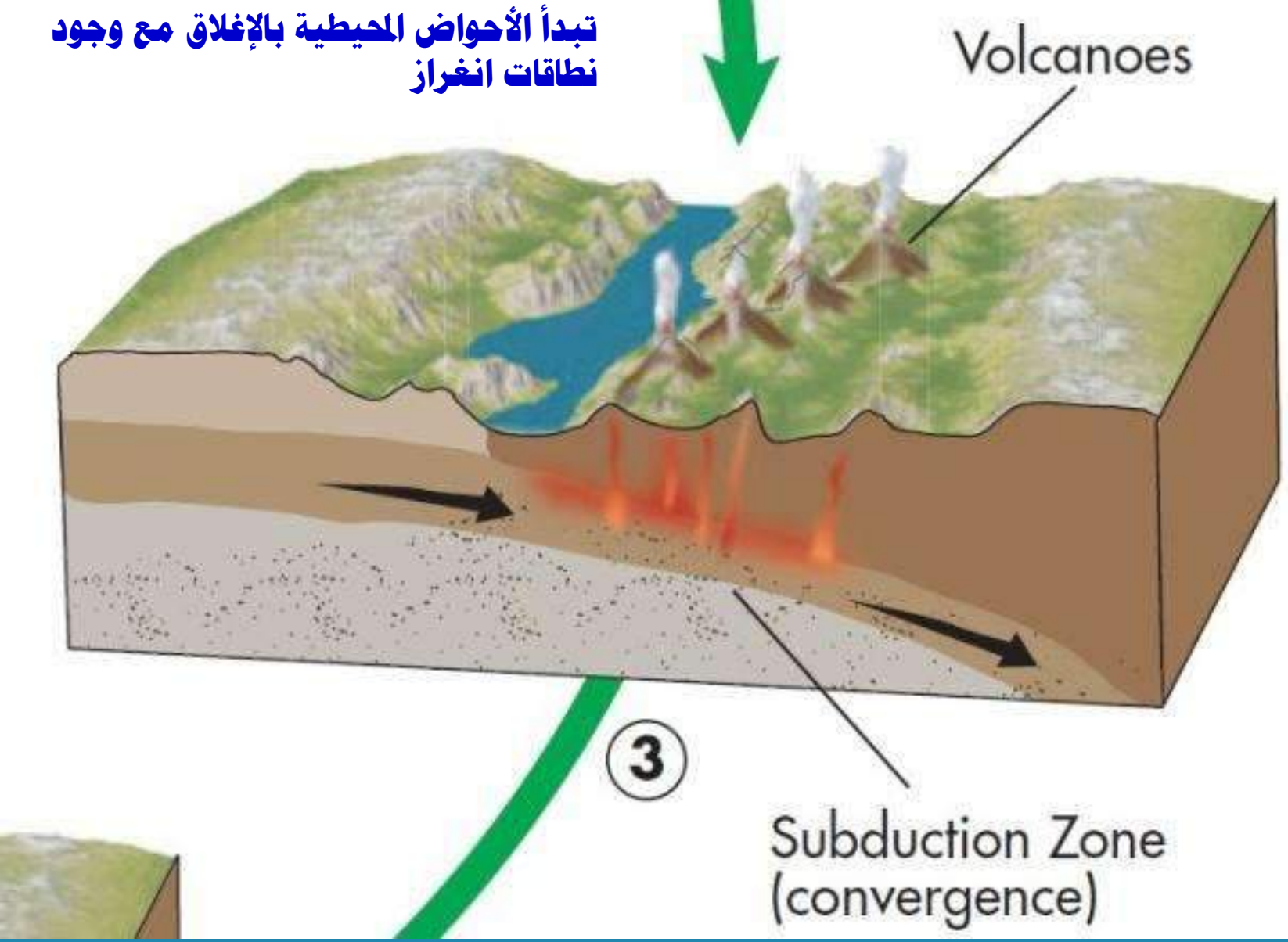
تتشكل أحواض التصدع (الإنهدام)



تتشكل منخفضات محيطية أولية
من المحتمل أن تتطور إلى منخفضات محيطية

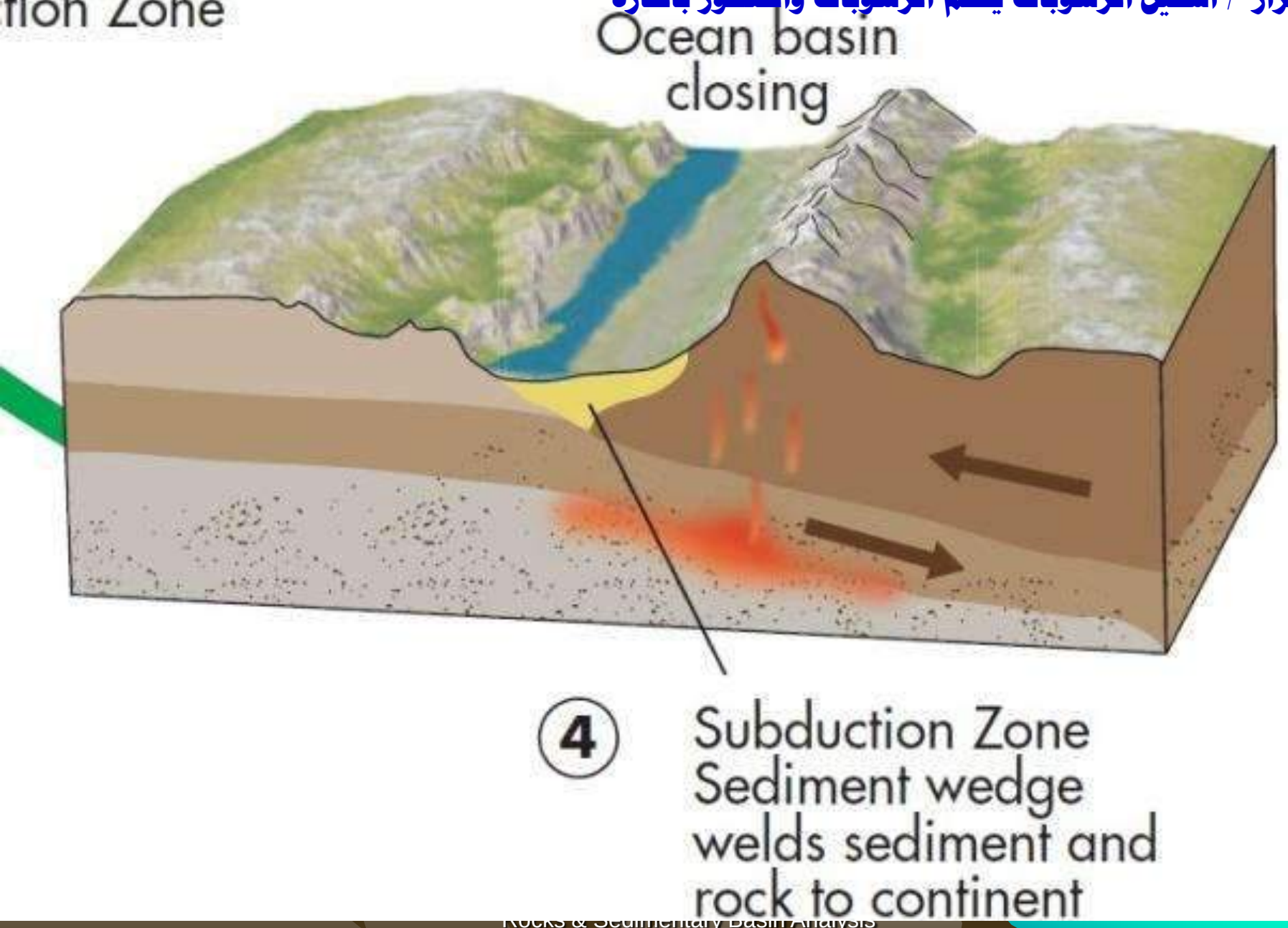


تبدأ الأحواض المحيطية بالإغلاق مع وجود نطاقات انغراز

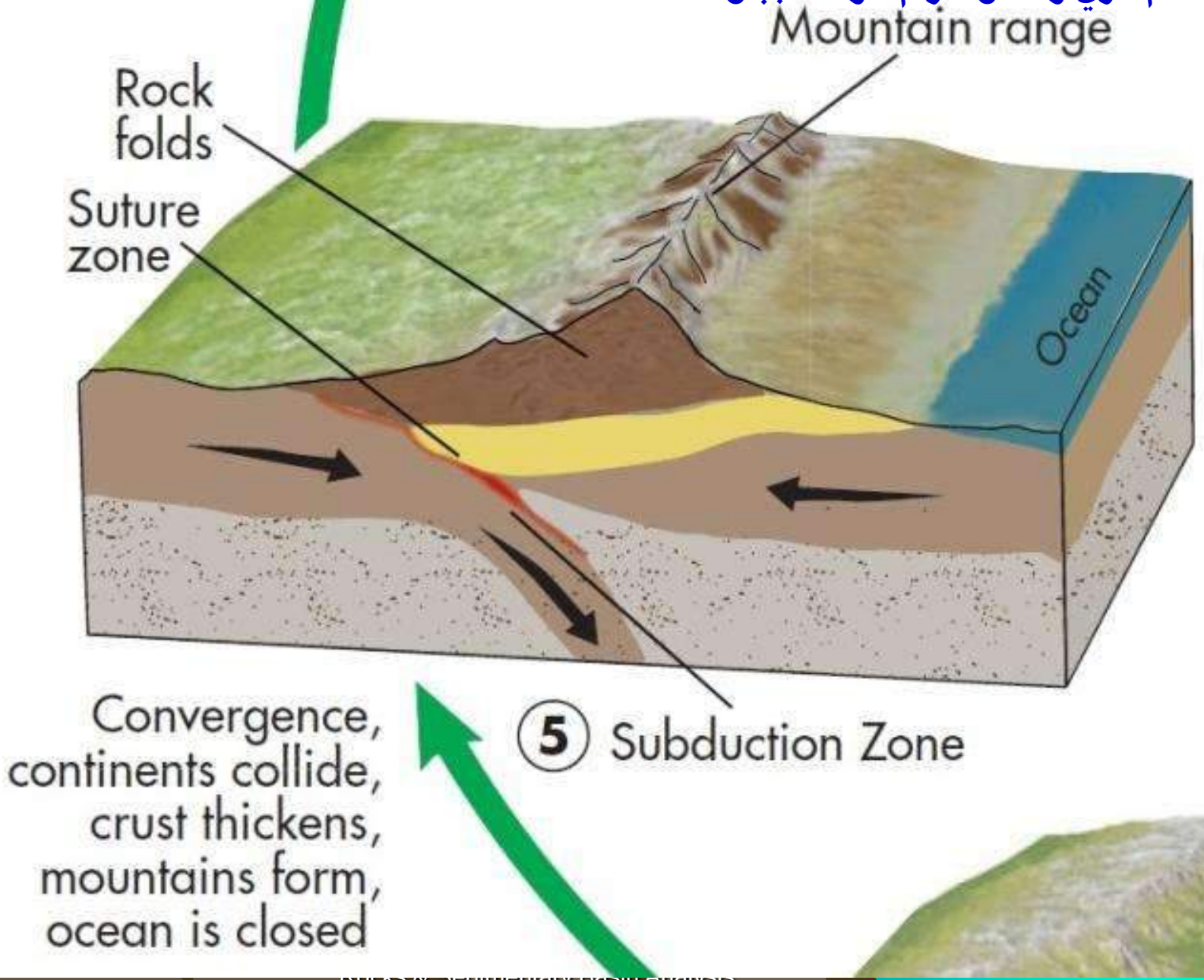


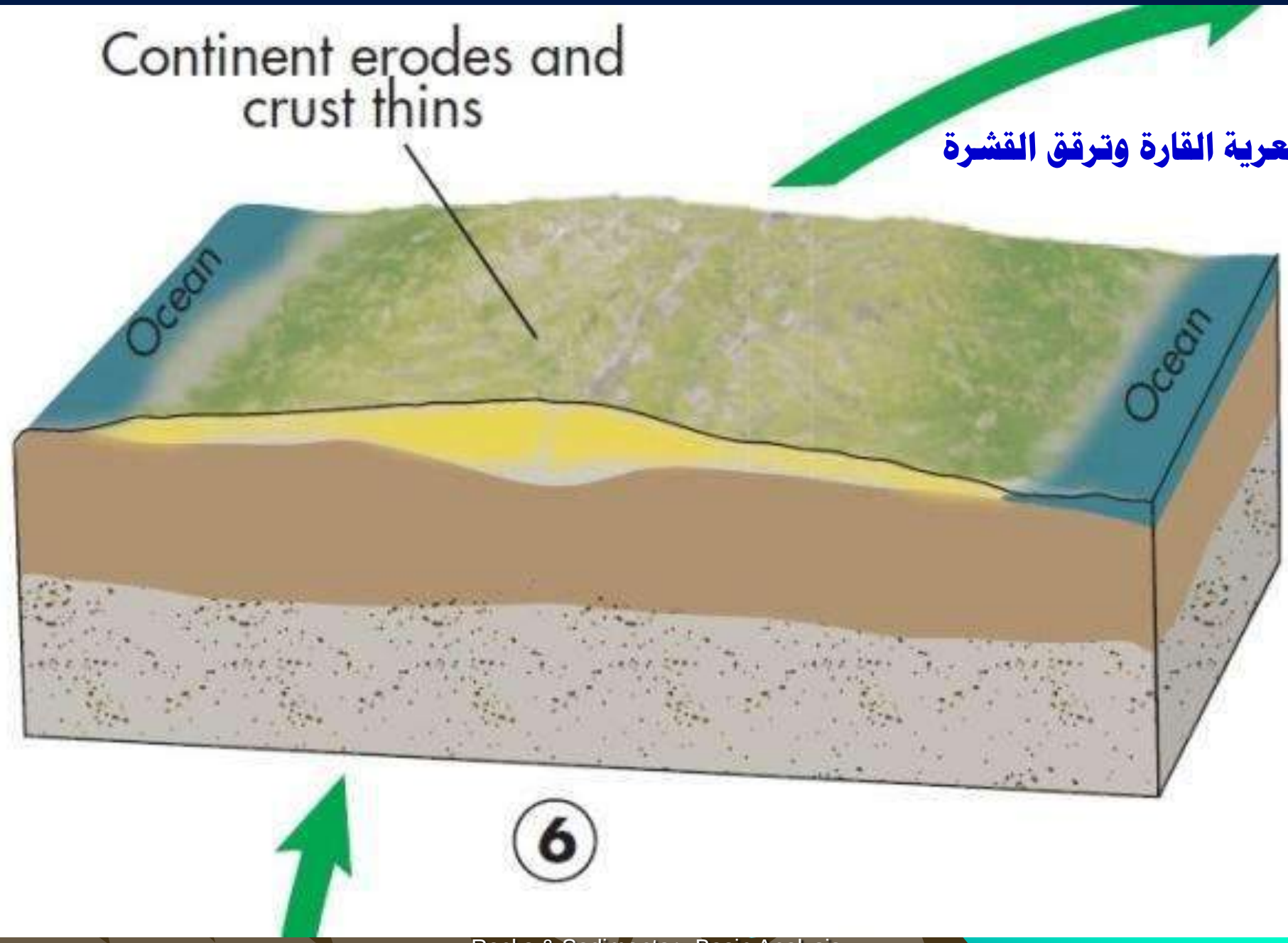
انغراز / اسفين الرسوبات يلحم الرسوبات والصخور بالقارة

tion Zone

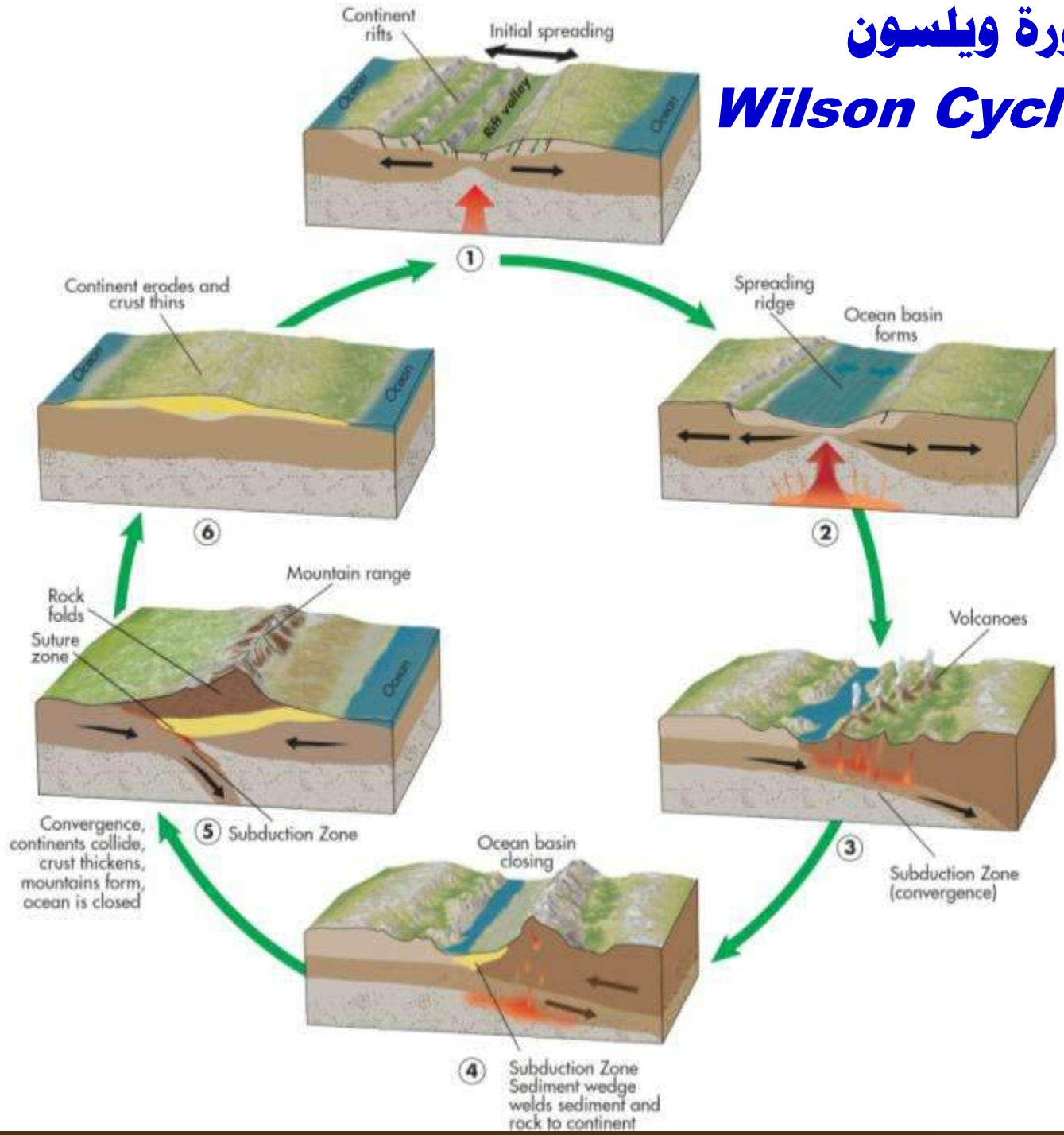


ارتطام قاري وتشكل حزام مولد للجبال




Continent erodes and crust thins
تعرية القارة وترقق القشرة
Ocean
Ocean
6

دورة ويلسون
Wilson Cycle



وتبدأ دورة كاملة من جديد بتصدع القارة مرة أخرى نتيجة تصدع انهدامي متجدد.

قد تصبح السلسلة المتعاقبة البسيطة نسبياً معقدة نتيجة حركة انزلاق مضربي أو مائلة

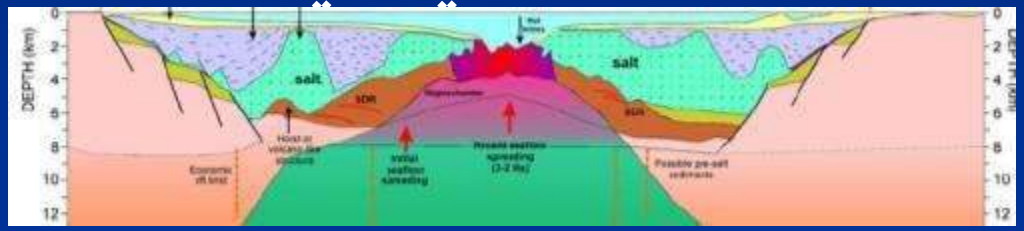
وقد تعاني أقاليم من القشرة عبر مئات الملايين من السنين من سلسلة من الوضعيات التكتونية المختلفة، وبخاصة تلك المجاورة لهوامش الصفيحة.

إن العلاقة بين الوضع التكتوني والستراتيغرافيا وثيقة جداً

فالستراتيغرافيا قد وثقت تغير هذا الوضع في إطار دورة ويلسون

فعلى سبيل المثال يمكن تمييز رسوبات حوض التصدع (الإنهدام) (1) من رسوبات النهر والبحيرة التي تعلو الركيزة،

ويمكن للمتبخرات أن تميز مرحلة منخفض محيطي أولي (2)



كما تشير متتالية ثخينة من الكربونات البحرية الضحلة والرسوبات الحطامية على ترسيب هامش منفعل (2)

فإن أصبح هذا الهامش المنفعل مكاناً للانغراز، فسوف تحدث بركنة مرتبطة بالقوس وذلك الهامش إلى إقليم مقدمة القوس ذي ترسيب بحري ضحل مستمد من القوس البركاني. (اليابان)

ومع اكتمال إغلاق الحوض، يمكن عندها لحمولة الحزام المولد للجبال التسبب بانثناء مقدمة اليابسة لنفس المنطقة من القشرة، وستصبح بيئة الترسيب أحد سحنات المياه الأعمق.

وبارتفاع الحزام الجبلي (هيمالايا) ستنساب رسوبات أكثر ضمن حوض مقدمة اليابسة وستبدي السترتيغرافيا نمطاً تضحلياً.

ويمكن أيضاً استخدام نفس المبادئ باستخدام طبيعة ارتباط الرسوبات لتقدير الوضع التكتوني لترسيب أية طبقات مهما كان عمرها.

ولذلك فإن أحد أهداف التحليل الرسوبي والستراتيغرافي لمتتالية صخرية هو

تقدير نمط الحوض الذي ترسبت فيه

ومن ثم استخدام تغيرات طبيعة الرسوبات كمؤشر على تغيرات الوضع التكتوني

وبهذه الطريقة، يمكن بناء تاريخ حركات الصفائح

عبر دمج التحليلين الرسوبي والستراتيغرافي مع معطيات المغنطيسية القديمة

إذ أن هذه المعطيات تقدم معلومات هامة حول

الحركات النسبية للصفائح عبر الزمن

إضافة إلى معلومات جغرافية وبيولوجية قديمة

والتي بدورها تخبرنا عن التوزع النباتات والحيوانات.

وبذلك يقسم التاريخ الجيولوجي لمنطقة ما عادة إلى

مراحل تعكس أطواراً مختلفة للتطور التكتوني الإقليمي

الجلسة العاشرة

تحليل حوض الترسيب

SEDIMENTARY BASIN ANALYSIS

تحليل حوض الترسيب (بنيوي، جيوفيزيائي، حراري)

يمكن تقييم متتالية رسوبية

أولاً: من خلال اعتبارات البيئة الترسيبية للطبقات كلاً على حدة (حجر رملي، حجر كلسي) أو لمجموعة طبقات المتتالية كاملة (حطامية، كيميائية، ضحلة، عميقة)

ثانياً: من خلال سياق التغيرات عبر الزمن وذلك عبر تطبيق **مقياس زمني ووسائل مضاهاة وترابط الطبقات**. وسيعتمد التوزع المكاني للسحنات الترسيبية وتغيرات بيئات الترسيب على **الوضع التكتوني**.

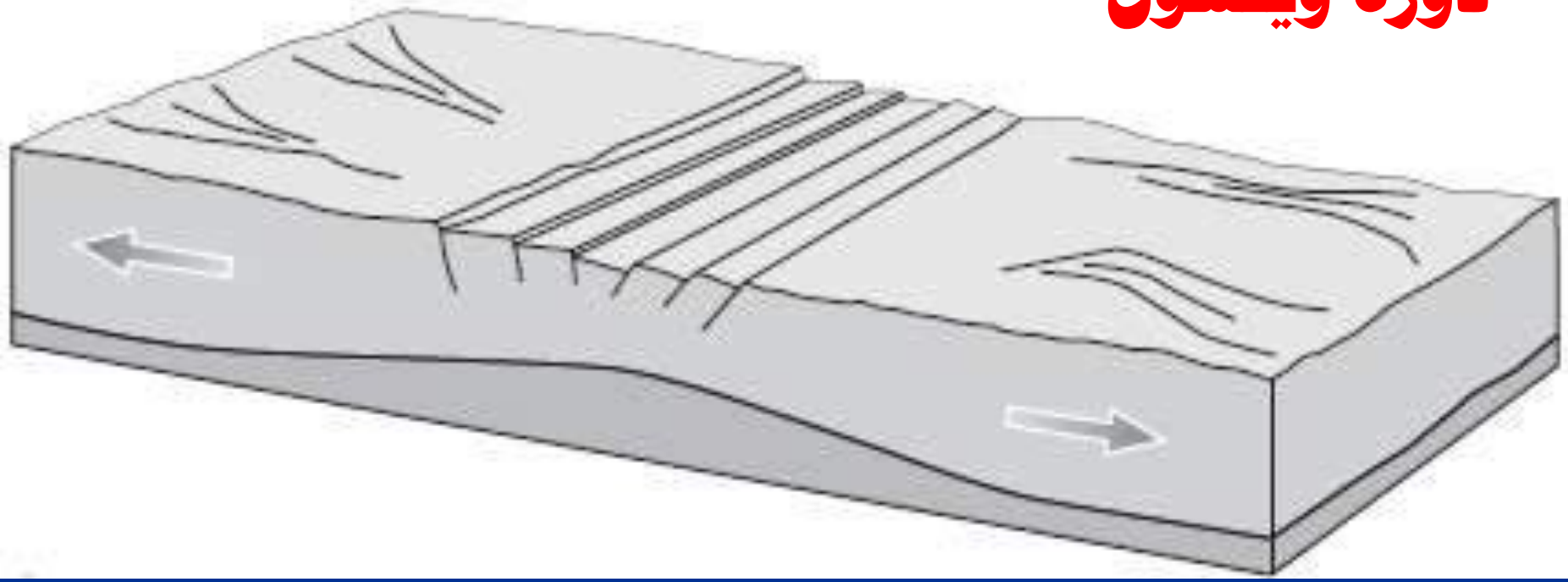
ولذلك ينبغي أن يُجرى تحليل ترسيبي وستراتيغرافي شامل لمنطقة ما ضمن سياق وضع الحوض.

فتحليل حوض الترسيب

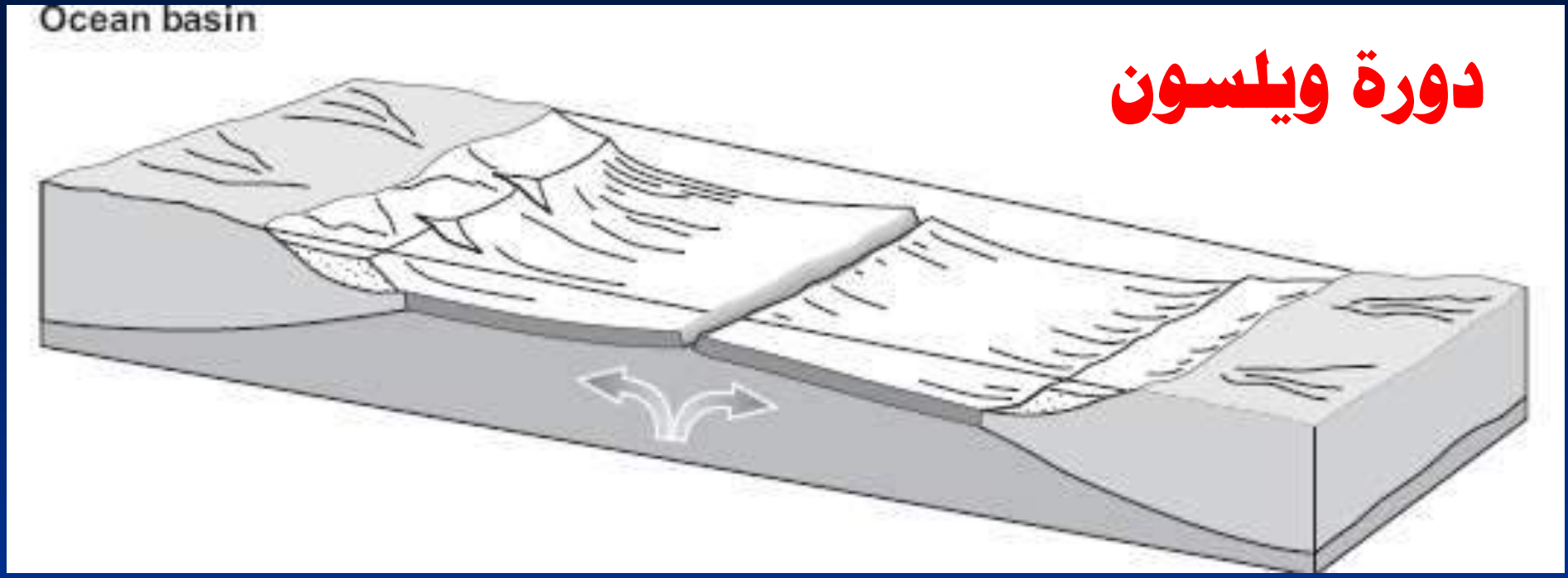
هو ذاك الجانب من علم الجيولوجيا الذي يأخذ بالاعتبار كل الضوابط الناظمة لتراكم متتالية صخور رسوبية

بهدف تطوير نموذج لتطور الحوض الرسوبي ككل

دورة ويلسون

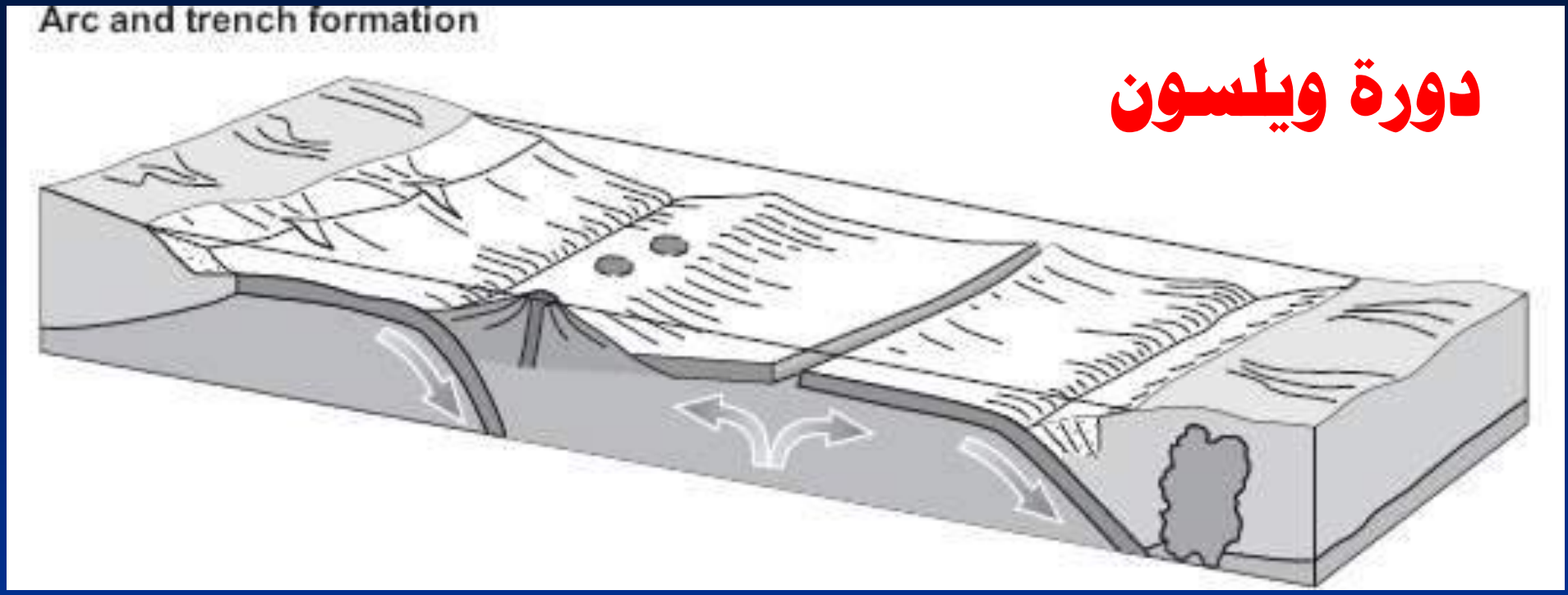


1 حوض انهدام



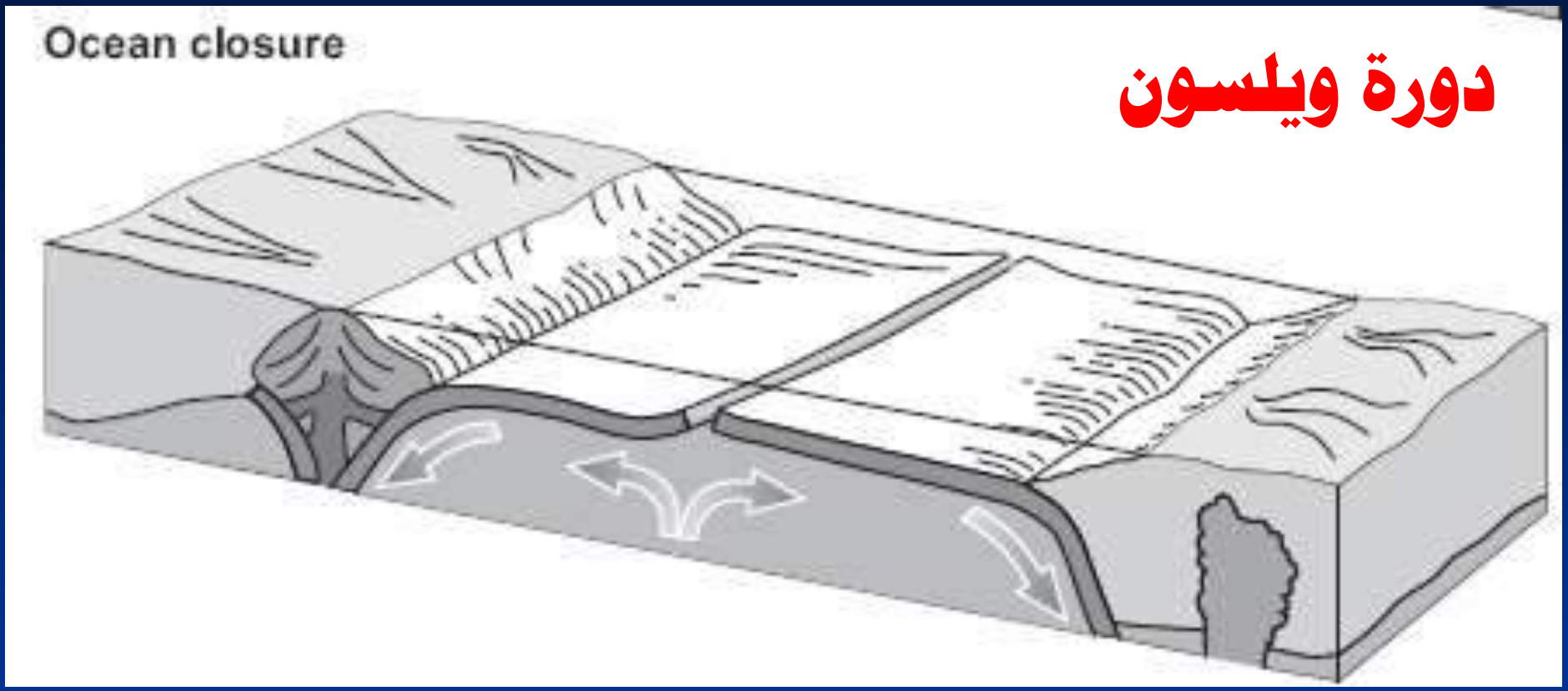
دورة ويلسون

2 حوض أوقيانوسي



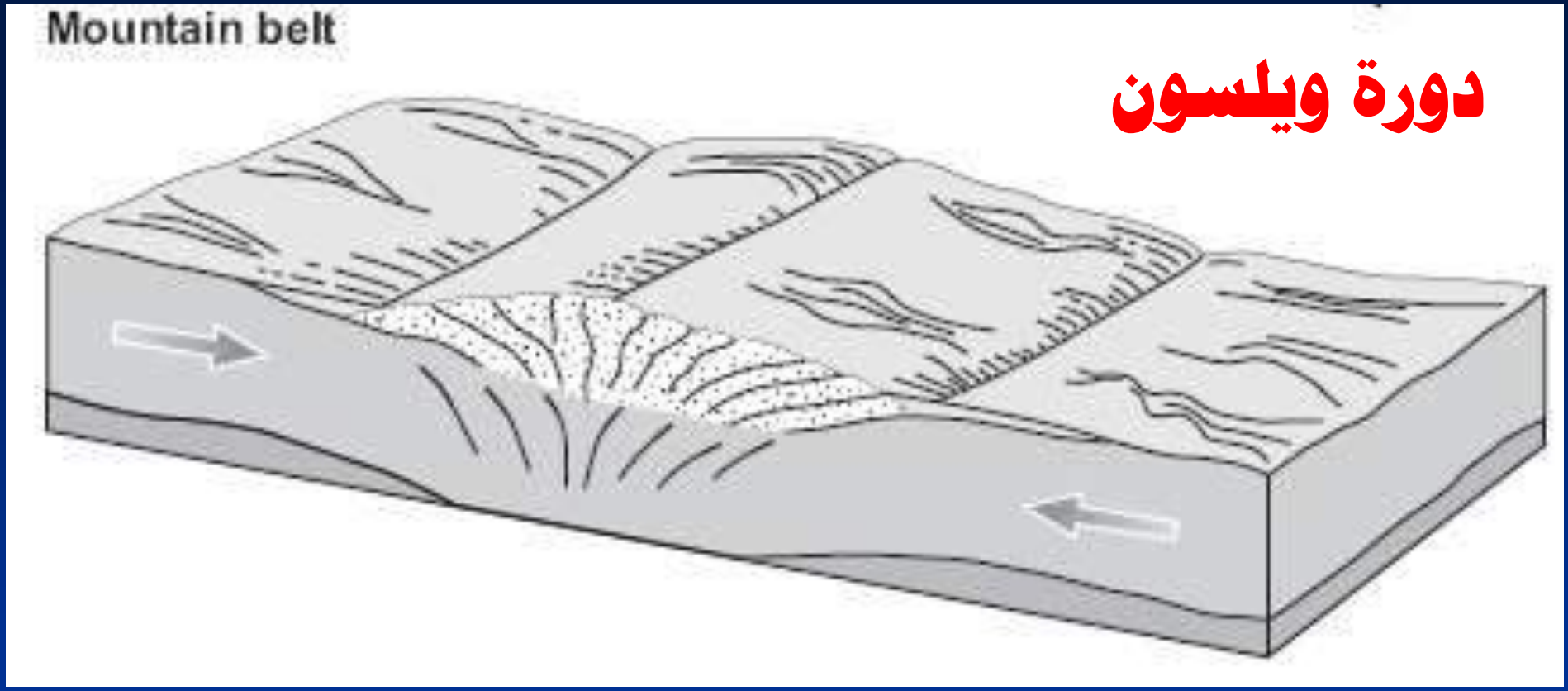
دورة ويلسون

3 تشكل قوس وخندق



دورة ويلسون

4 إغلاق الأوقيانوس



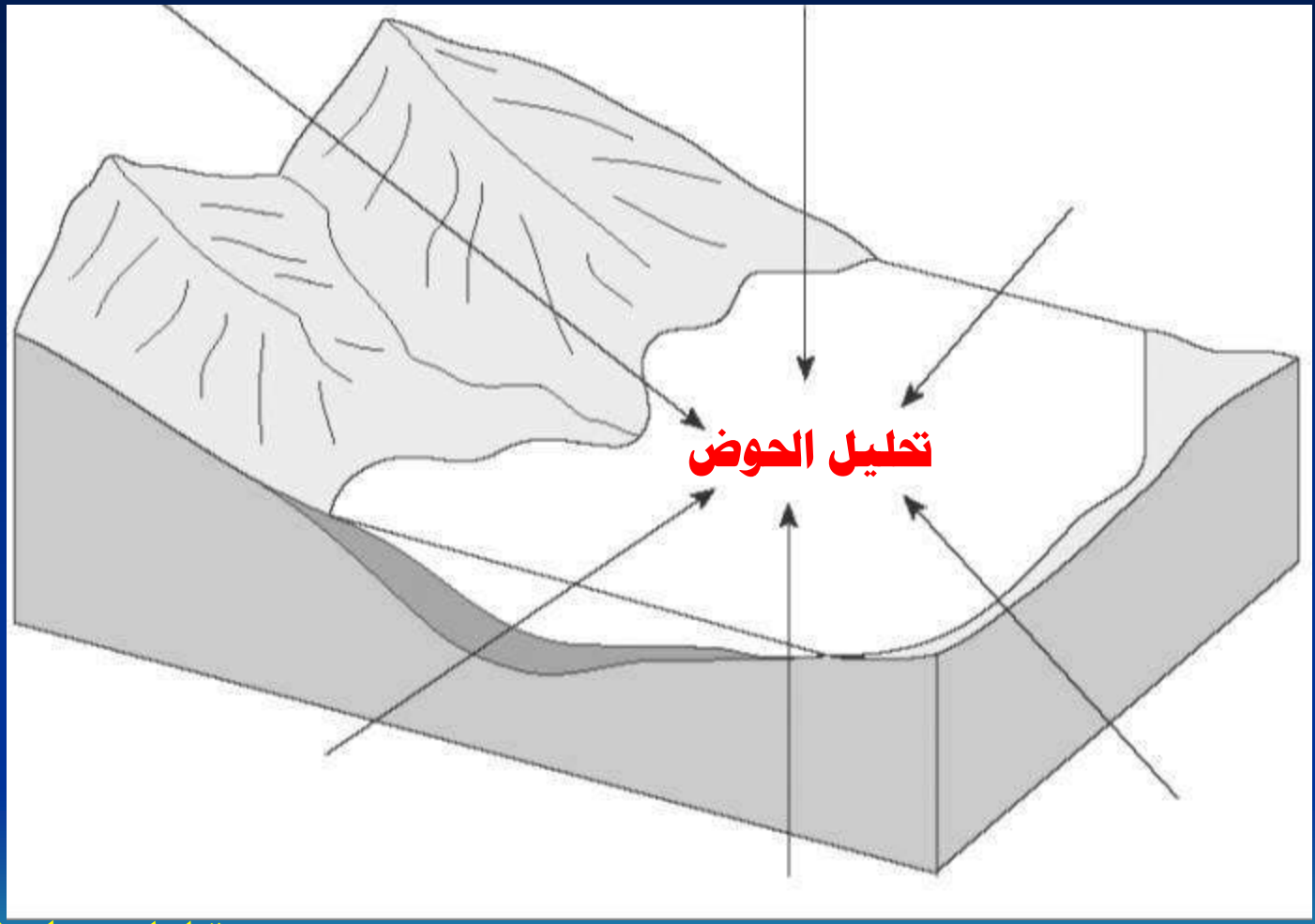
دورة ويلسون

5 حزام جبلي

تحليل بنيوي
الوضع التكتوني
التشوه أثناء التوضع

تحليل ترسيبي
مصدر الرسوبات
بيئات التوضع

تحليل جيوتاريخي
تاريخ الانخساف



تحليل ستراتيغرافي
عمر الوحدات الصخرية
مقارنة وترابط ضمن الحوض

معطيات جيوفيزيائية
بنية الحوض
ثخانة المتتالية

تاريخ حراري
تاريخ الطمر

التحليل البنيوي

STRUCTURAL ANALYSIS

Allen & Allen (2005)

تقدم أنماط التشوه ضمن متتالية رسوبية معلومات عن الجهود القشرية التي توجد في المنطقة خلال وأثناء الترسيب.

إن الصدوع والطيات المعاصرة للترسيب أدلة على نشاط تكتوني أثناء الترسيب: أو طيات).

1. فقد تظهر طبقة ما بنيات تشير إلى قوى شدية فاعلة أثناء أثناء توضع الطبقة (صدوع عادية)

2. أو أدلة على قوى انضغاطية فاعلة أثناء توضع الطبقة (صدوع عكسية أو طيات).

رحلة الجيولوجيا الإقليمية أيار 2018

يمكن تمييز هذه البنى عبر حقيقة أن حدوثها يقتصر على وحدة ستراتيغرافية محددة ضمن المتتالية.

يمثل وجود هذه البنى دليلاً قوياً على سيادة قوى تكتونية في مرحلة وزمن محددين أثر على حوض الترسيب فتسبب بتشوه رسوبات هذه المرحلة (طياً أو تصدعاً).

وبعد انتهاء تأثير هذه القوى عاد الترسيب بشكل رتيب.

ورغم أهمية تأريخ هذه البنى إلا أنها لا تقدم معلومات عن تاريخ تكتونيك الصفائح في المنطقة.

المعطيات الجيوفيزيائية

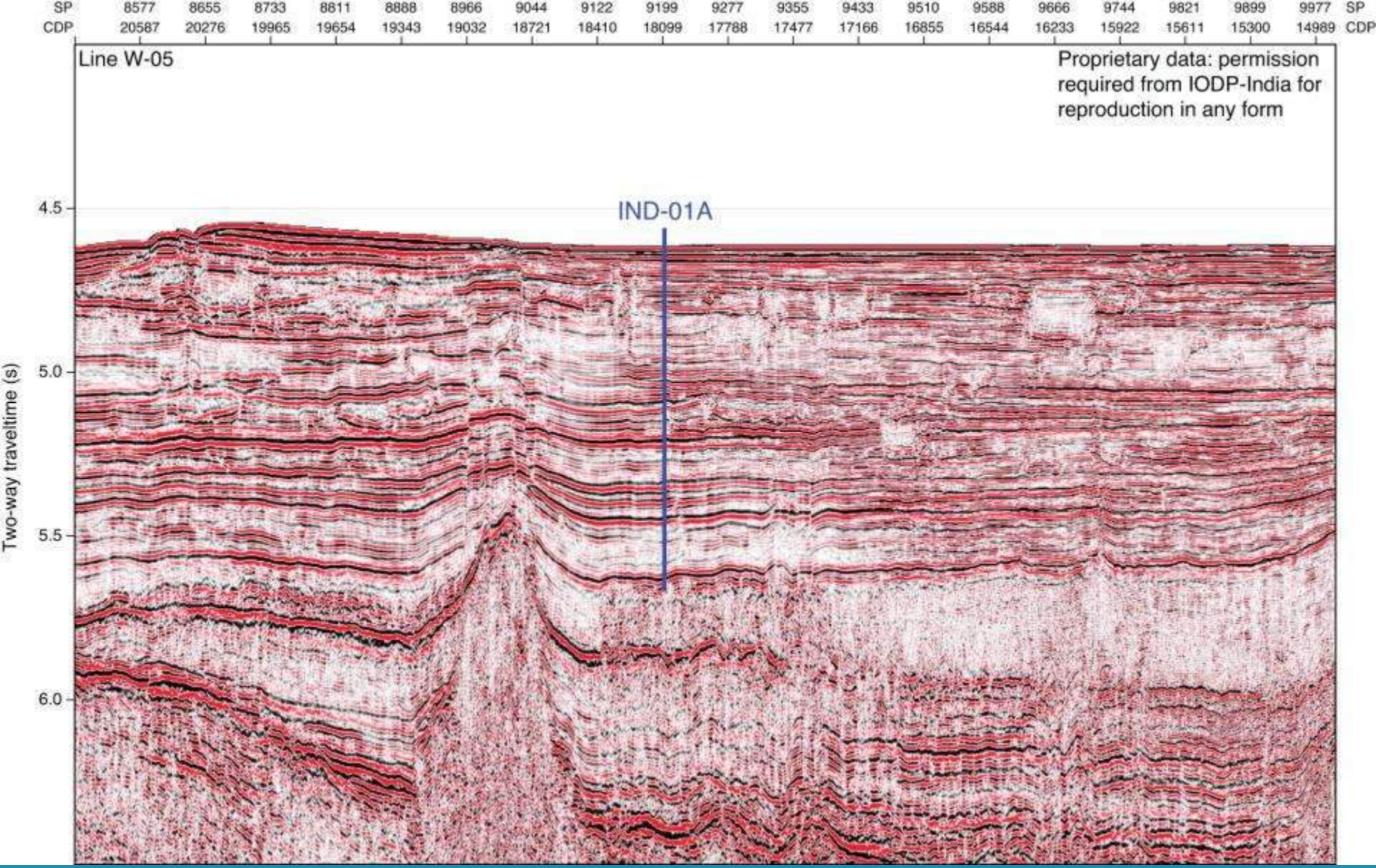
GEOPHYSICAL DATA

Allen & Allen (2005)

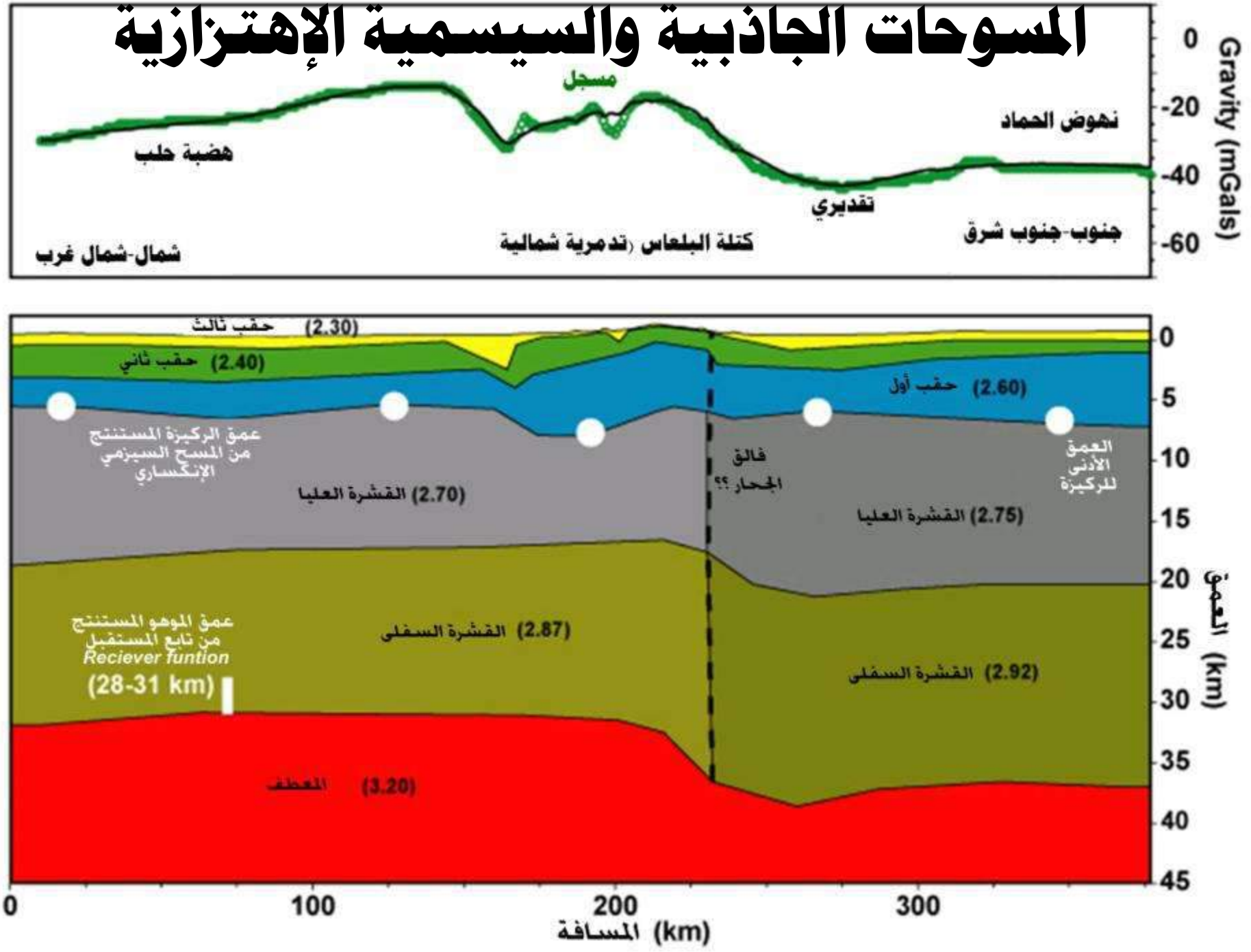
تقدم المعلومات المستمدة من

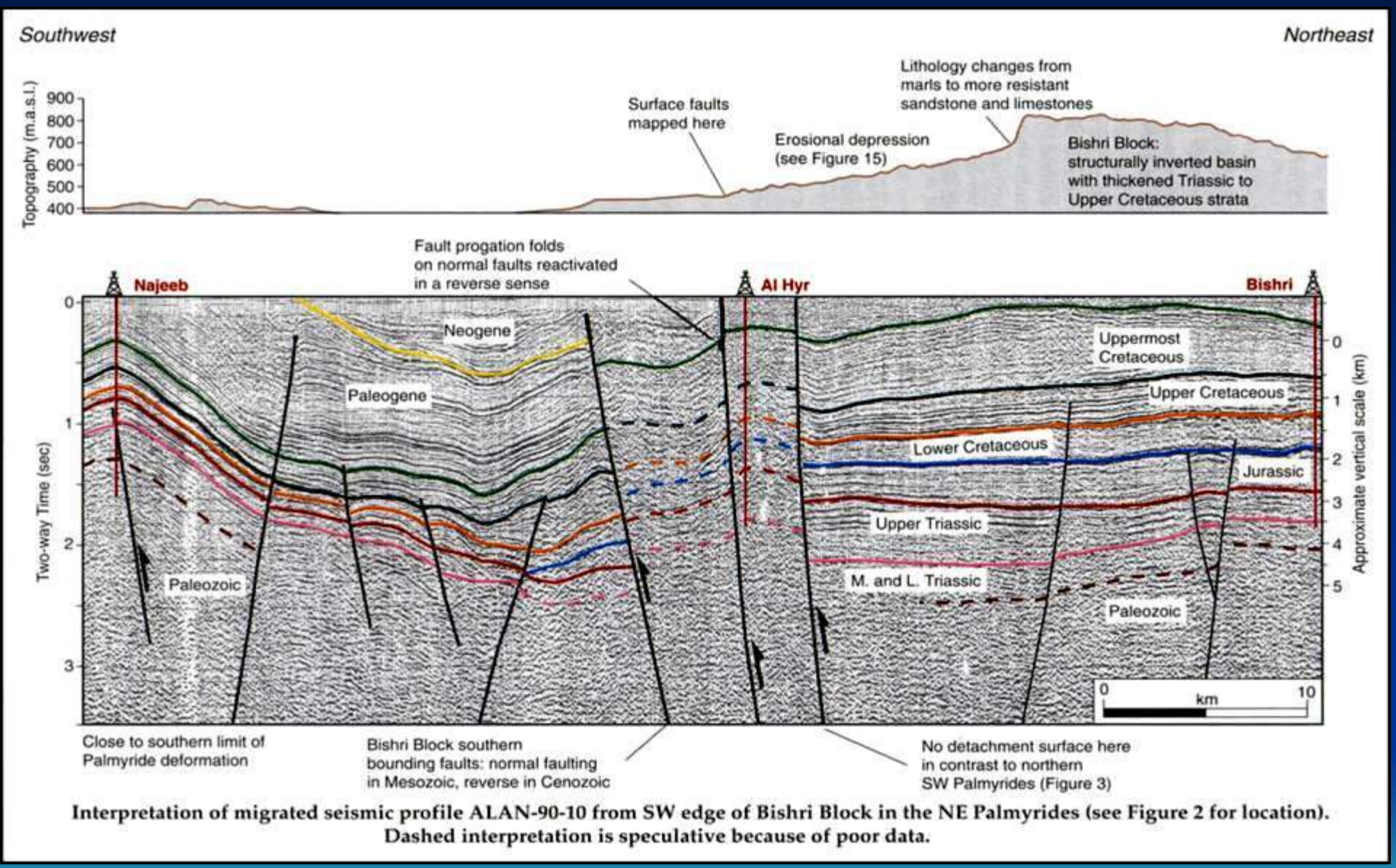
1. المسوحات السيسمية الإهتزازية.
2. الخصائص المغنطيسية للصخور تحت السطح.
3. تغيرات قوة الحقل الجاذبي لإقليم الحوض.

معطيات بنيوية تحت سطحية يمكن استخدامها في التحليل البنيوي.


SP 8577 8655 8733 8811 8888 8966 9044 9122 9199 9277 9355 9433 9510 9588 9666 9744 9821 9899 9977 SP
CDP 20587 20276 19965 19654 19343 19032 18721 18410 18099 17788 17477 17166 16855 16544 16233 15922 15611 15300 14989 CDP
Line W-05
Proprietary data: permission required from IODP-India for reproduction in any form
IND-01A
4.5
5.0
5.5
6.0
Two-way traveltime (s)

المسوحات الجاذبية والسيسمية الإهتزازية



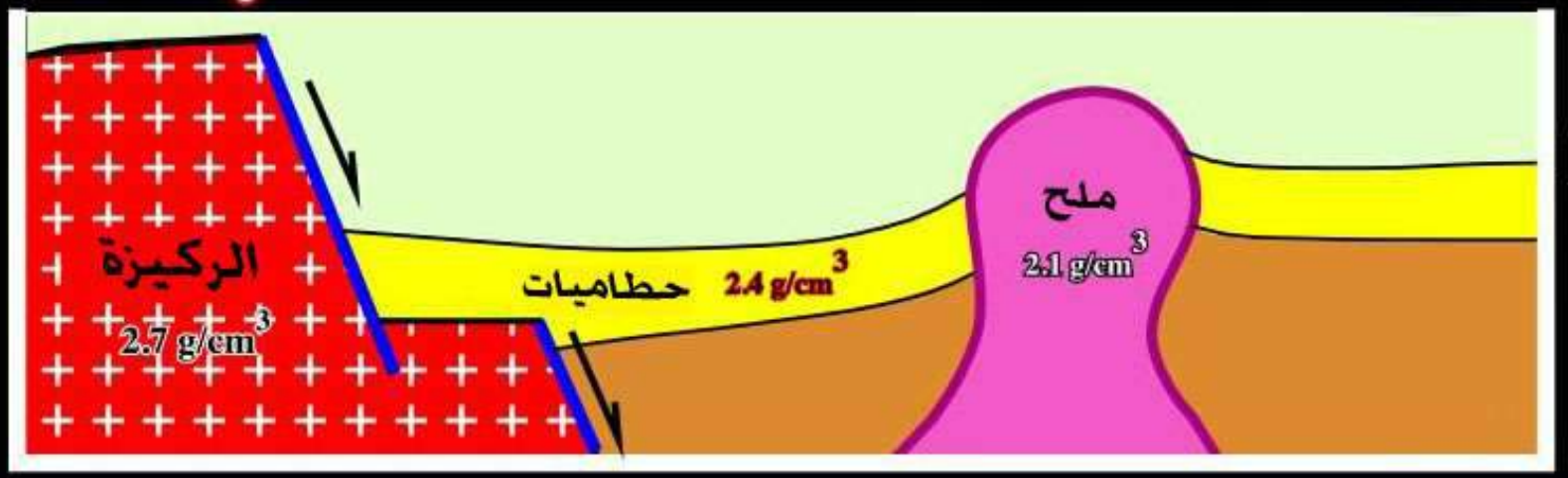


Interpretation of migrated seismic profile ALAN-90-10 from SW edge of Bishri Block in the NE Palmyrides (see Figure 2 for location). Dashed interpretation is speculative because of poor data.

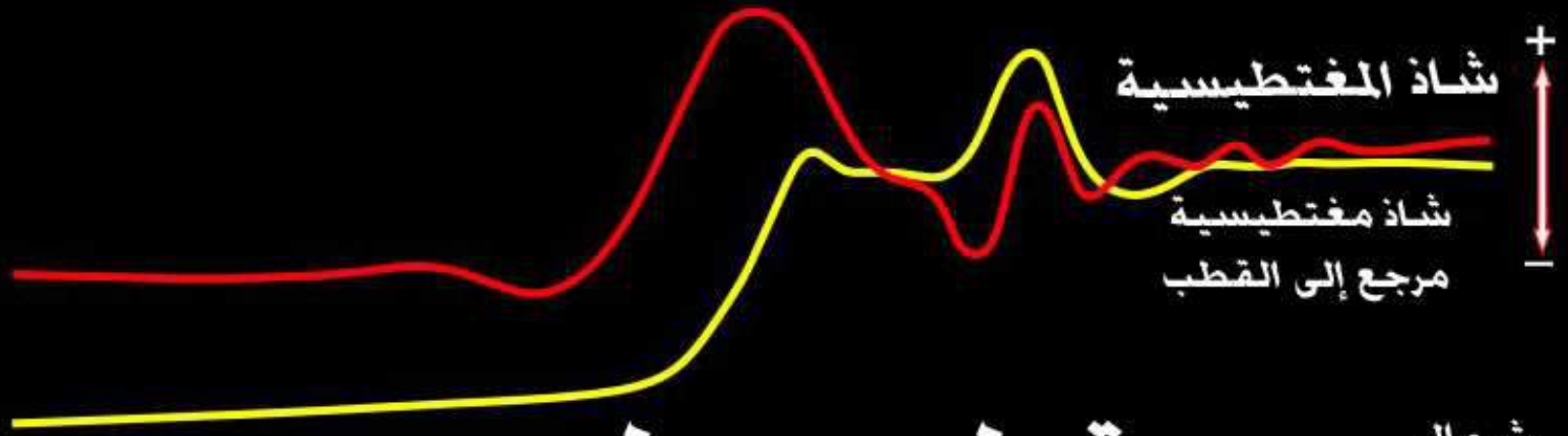
بروفيلان سيسمي وجاذبي يُظهران البنى والصدوع تحت السطحية، *Brew et.al. 2001.*

الجاذبية

مقطع جيولوجي

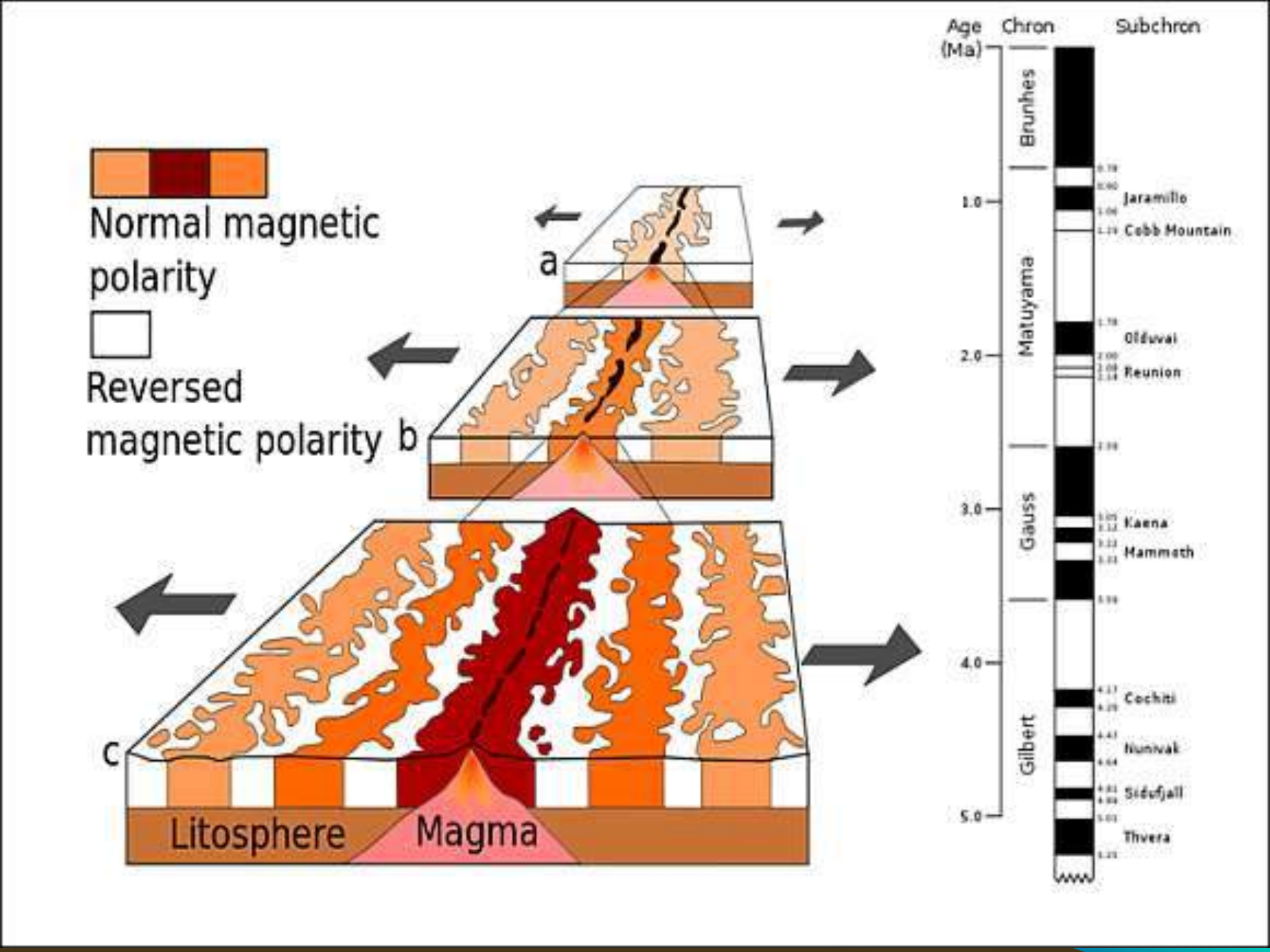


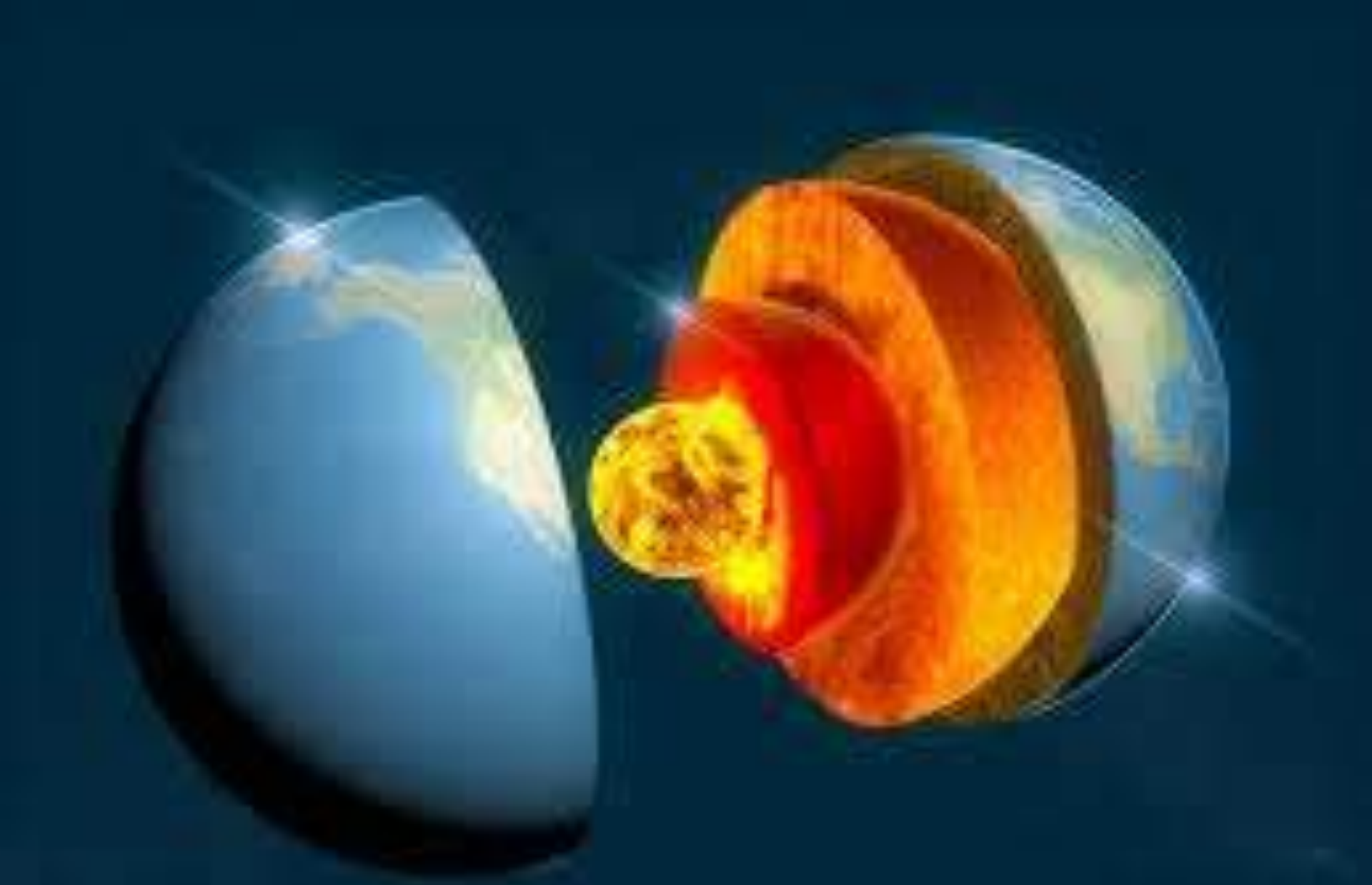
المغنطيسية



مقطع جيولوجي

الإرجاع إلى القطب طريقة لإلغاء الاعتماد على زاوية الانحراف المغنطيسي، إذ تحول المعطيات المسجلة في الحقل المغنطيس المنحرفإلى معطيات كما ينبغي أن تظهر إن كان الحقل المغنطيسي عمودياً


Normal magnetic polarity
Reversed magnetic polarity
a
b
c
Litosphere
Magma
Age (Ma)
Chron
Subchron
Brunhes
Matuyama
Gauss
Gilbert
1.0
2.0
3.0
4.0
5.0
Jaramillo
Cobb Mountain
Olduvai
Reunion
Kaena
Mammoth
Cochiti
Nunivak
Sidufjall
Thvera



ينعكس القطبان بمعدل مرة كل نصف مليون سنة (الشمالي يبدل مكانه مع الجنوبي). يتحرك القطبان المغنطيسيان باستمرار. نظراً لحركة السوائل في اللب الخارجي للأرض،

وهنا من الضروري الإشارة إلى أنّ :

- المسوحات المغنطيسية لمنطقة ما يمكن أن تشير إلى طبيعة الصخور الواقعة عميقاً تحت المتتالية الرسوبية.
- القشرة المحيطية تحتفظ بمغنطيسية متبقية أعلى من القشرة القارية، ما يسمح بتحديد الطبقات القشرية العلوية لحوض ما.
- قوة الحقل المغنطيسي الأرضي في أية نقطة على السطح تعتمد على كثافة الصخور تحت السطح عند تلك النقطة.

لذلك تعتبر المسوحات الجيوفيزيائية مفيدة فالطريقة الجاذبية مثلا

1. للتمييز ما بين الأنماط المختلفة للأحواض (مثلاً تكون قيعان أحواض مؤخرة القوس الشدية مكونة من قشرة محيطية)

2. تقدم مؤشراً على ثخانة الطبقات الرسوبية الموجودة، نظراً لكونها أقل كثافة من الصخور الإندفاعية والمتحولة.

3. وتساعد في تحديد مقدار الانخساف الذي يحدث: (الأحواض في وضع الانزلاق المضربي تكون عادة ذات متتاليات رسوبية أثخن).

التاريخ الحراري

THERMAL HISTORY

Allen & Allen (2005)

يتسبب طمر الرسوبات **بتغيرات دياجينيتيكية** تتضمن **تأثيرات حرارة متزايدة** مع **تزايد عمق الطمر**. ويمكن تقدير الحرارة التي خضع لها جسم من الرسوبات.

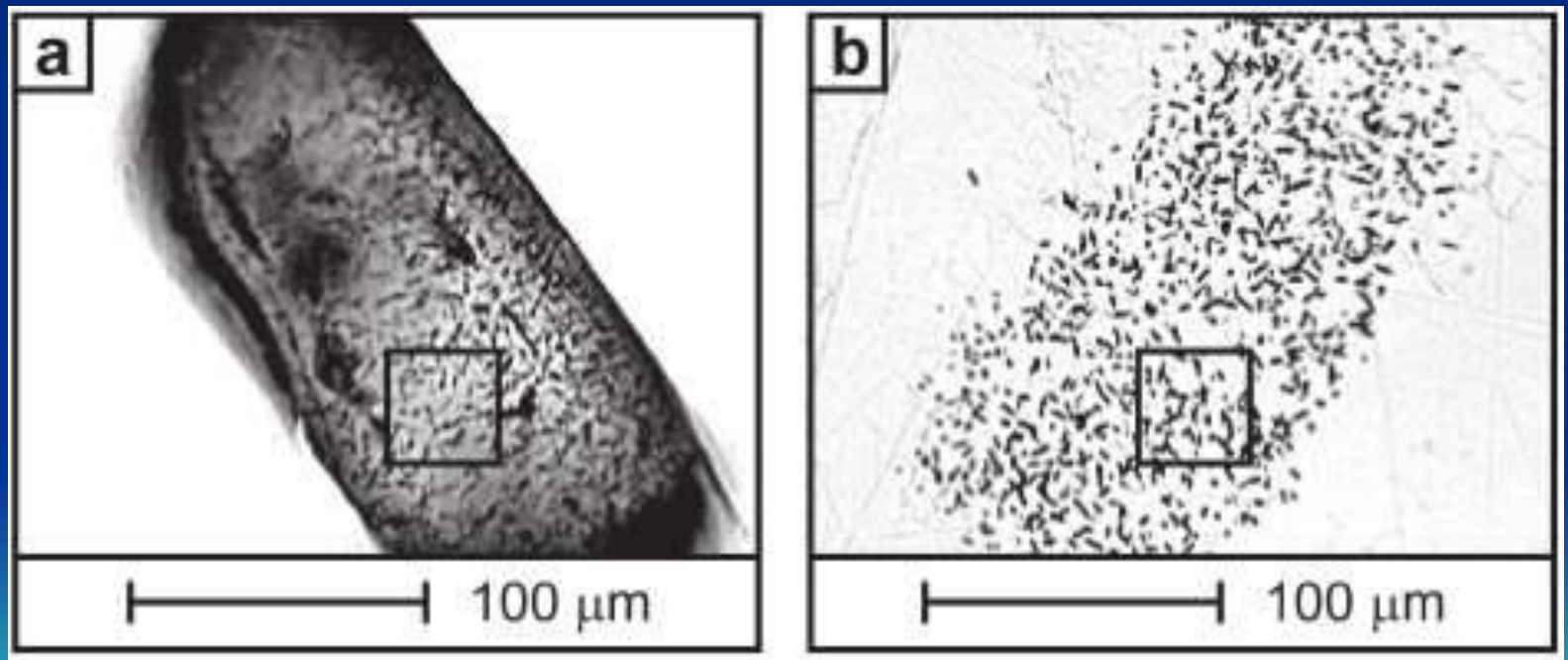
ويمكن تقدير الحرارة التي خضع لها جسم من الرسوبات وذلك:

بتحليل أثر الانشطار ***fission-track analysis***

وبدراسة خصائص انعكاس الفيترينيت ***vitrinite reflectance*** **في المادة العضوية الموجودة في الرسوبات.**

fission-track analysis =Fission track dating بتحليل أثر الانشطار

Fission track dating *is a* ***radiometric dating*** *technique based on analyses of the damage trails, or tracks, left by fission fragments in certain uranium-bearing minerals and glasses. Fission-track dating is a relatively simple method of radiometric dating that has made a significant impact on understanding the thermal history of continental crust, the timing of volcanic events. The method involves using the number of fission events produced from the spontaneous decay of uranium-238*



spontaneous tracks (Ns) cutting the grain surface are counted in the marked area

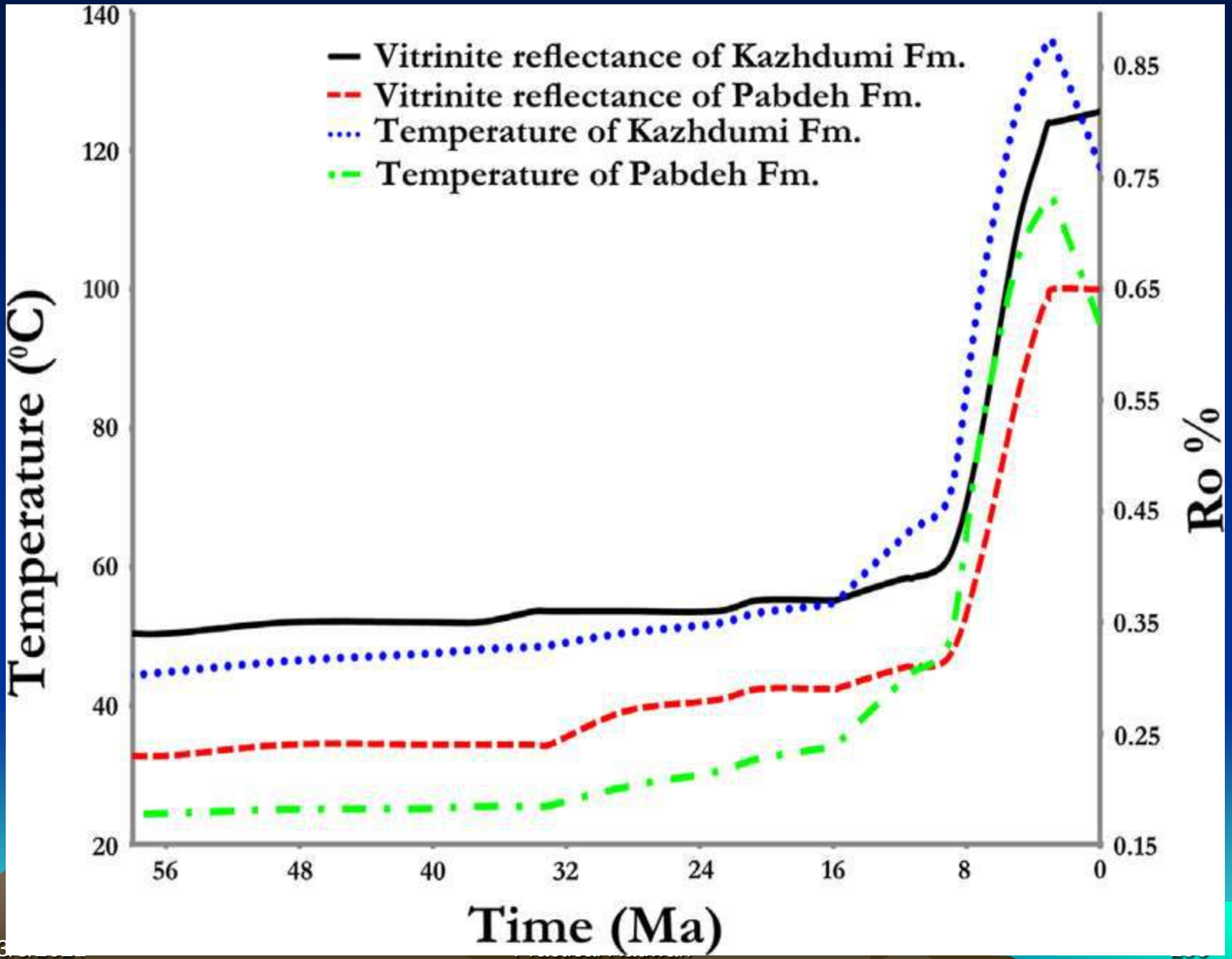
induced tracks (Ni) are counted in the corresponding area on the detector

بتحليل أثر الانشطار fission-track analysis

وبدراسة خصائص انعكاس الفيترينيت vitrinite reflectance
في المادة العضوية الموجودة في الرسوبات.

Vitrinite *is one of the primary components of coals and most sedimentary kerogens. Vitrinite is a type of maceral, where "macerals" are organic components of coal analogous to the "minerals" of rocks. Vitrinite has a shiny appearance resembling glass (vitreous). It is derived from the cell-wall material or woody tissue of the plants from which coal was formed. Chemically, it is* composed of polymers, cellulose and lignin

The study of vitrinite reflectance (or VR) is a key method for identifying the maximum temperature history of sediments insedimentary basins.


Vitrinite reflectance of Kazhdumi Fm.
Vitrinite reflectance of Pabdeh Fm.
Temperature of Kazhdumi Fm.
Temperature of Pabdeh Fm.
Temperature (°C)
Ro %
Time (Ma)
140
120
100
80
60
40
20
0.85
0.75
0.65
0.55
0.45
0.35
0.25
0.15
56
48
40
32
24
16
8
0

وبالتالي يمكن إعادة بناء **تاريخ طمر جسم رسوبي** باستخدام **موازين الحرارة القديمة** ***Palaeo thermometers*** **لقدرتها على**

1. تسجيل **درجات الحرارة القصوى** التي بلغتها تلك المواد،
2. ويمكن بالتالي استخدامها **لاستقراء العمق** التي طمرت فيه.

إن دمج معطيات تاريخ الطمر هذه مع عمر الطبقات يمكن أن يقدم معلومات عن

تاريخ الانخساف في الحوض وهذه بدورها يمكن أن تربط **بوضعه التكتوني ومنشئه.**