الوحدة : الديناميكية الداخلية للكرة الأرضية

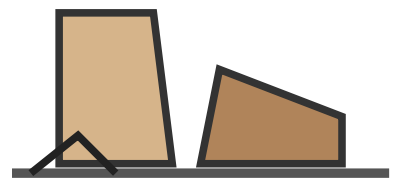
1 - الزلزال ظاهرة طبيعية

الزلزال (Séisme): ظاهرة طبيعية تتجلّى على سطح الأرض في شكل **هزّات أرضية سريعة ومفاجئة.**

آثار الزلازل (الخسائر)

آثار مادية

تشقق الطرق، انهيار المباني.



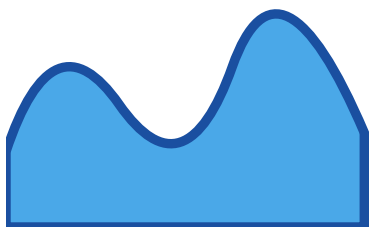
آثار بشرية

وفيات، جرحى.



آثار طبيعية

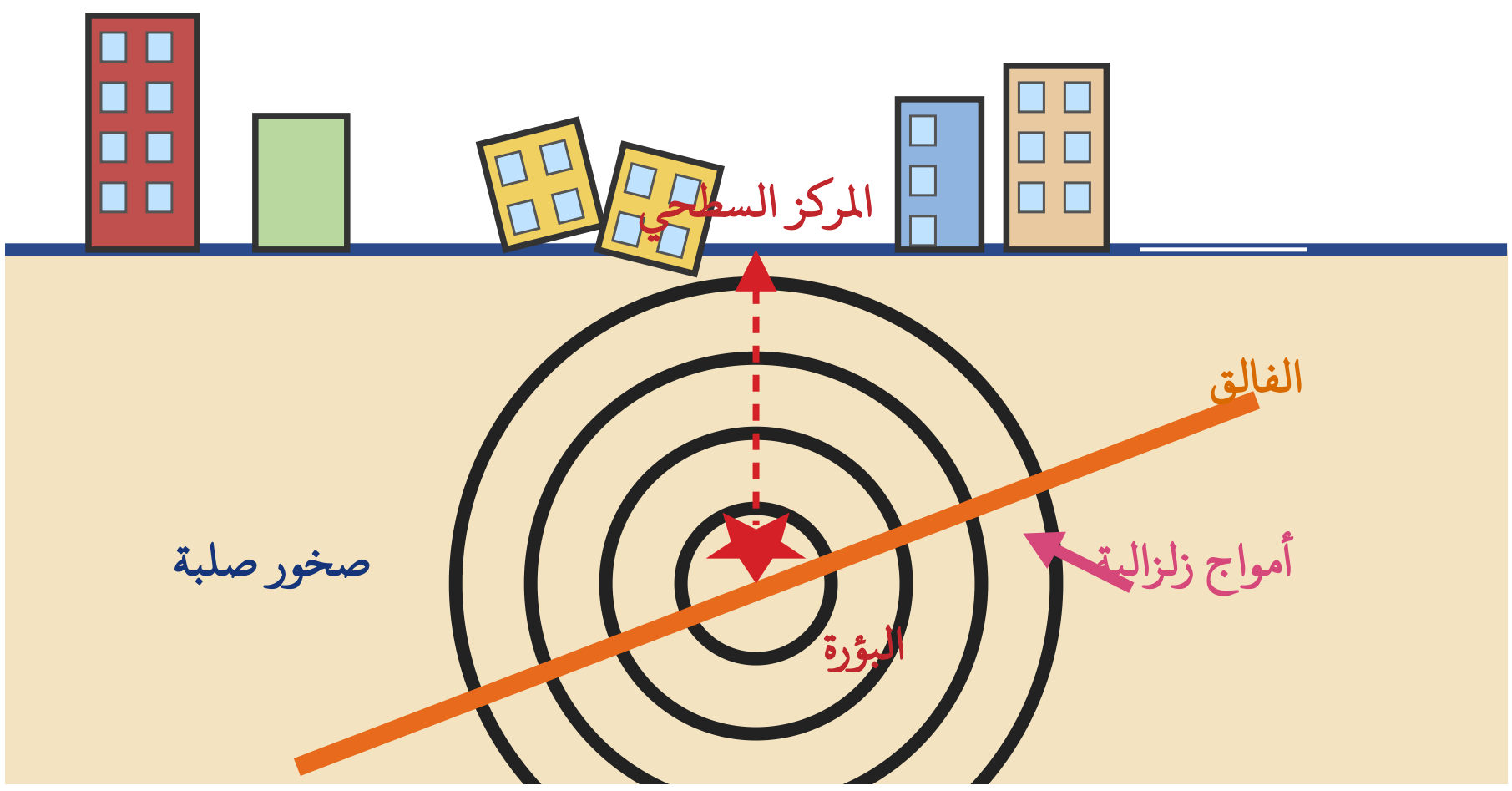
تشوّهات القشرة الأرضية (فوالق، طيّات)، تسونامي...



خصائص الزلزال

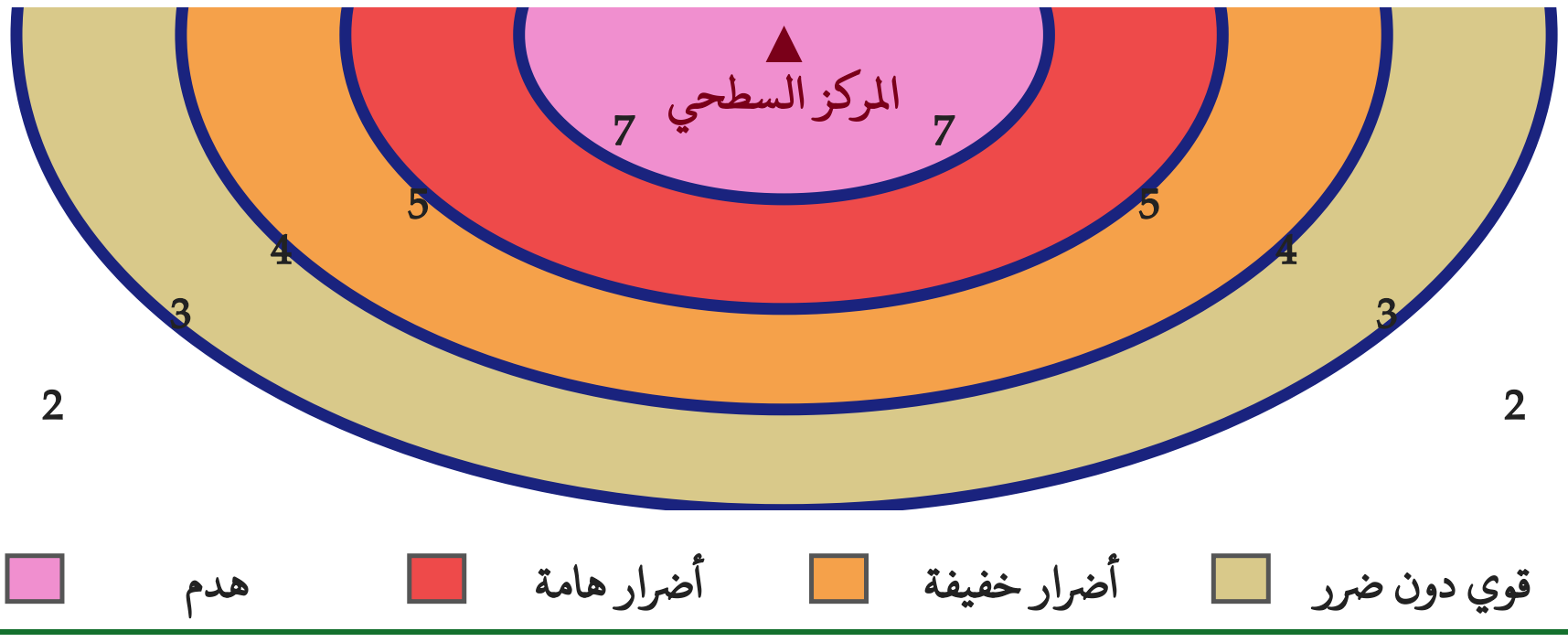
- **الشدة:** تُقاس بسلّم ميركالي **(MSK)**.
- **المقدار:** الطاقة المحرَّرة من باطن الأرض، ويُقاس بسلّم ريشتر.
- **المركز السطحي:** المنطقة من سطح الأرض الأكثر تضرراً بالزلزال، يُسجَّل على مستواها أكبر شدة، وتكون على امتداد شاقولي البؤرة.
- **البؤرة:** نقطة انطلاق الأمواج الزلزالية، ومنشؤها في العمق.

رسم تخطيطي لمقطع عرضي في منطقة الزلزال



تحديد الشدة والمركز السطحي

يتم تحديد الشدة والمركز السطحي عن طريق **خريطة خطوط متساوية الشدة**: حيث نربط المناطق التي لها نفس الشدة (نفس الخط)، ومركز هذه الخطوط هو **المركز السطحي**.



كلما ابتعدنا عن المركز السطحي تقلّ شدة الزلزال والخسائر.

حجم الخسائر

يتعلق حجم الخسائر بـ:

نوعية المباني

كلما زادت متانة المباني **تقل الخسائر**.



عمق البؤرة

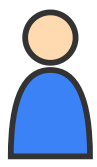
كلما زاد عمق البؤرة **تقل الشدة والخسائر**.

القرب أو البعد عن المركز السطحي

كلما ابتعدنا عنه **تقل الشدة والخسائر**.

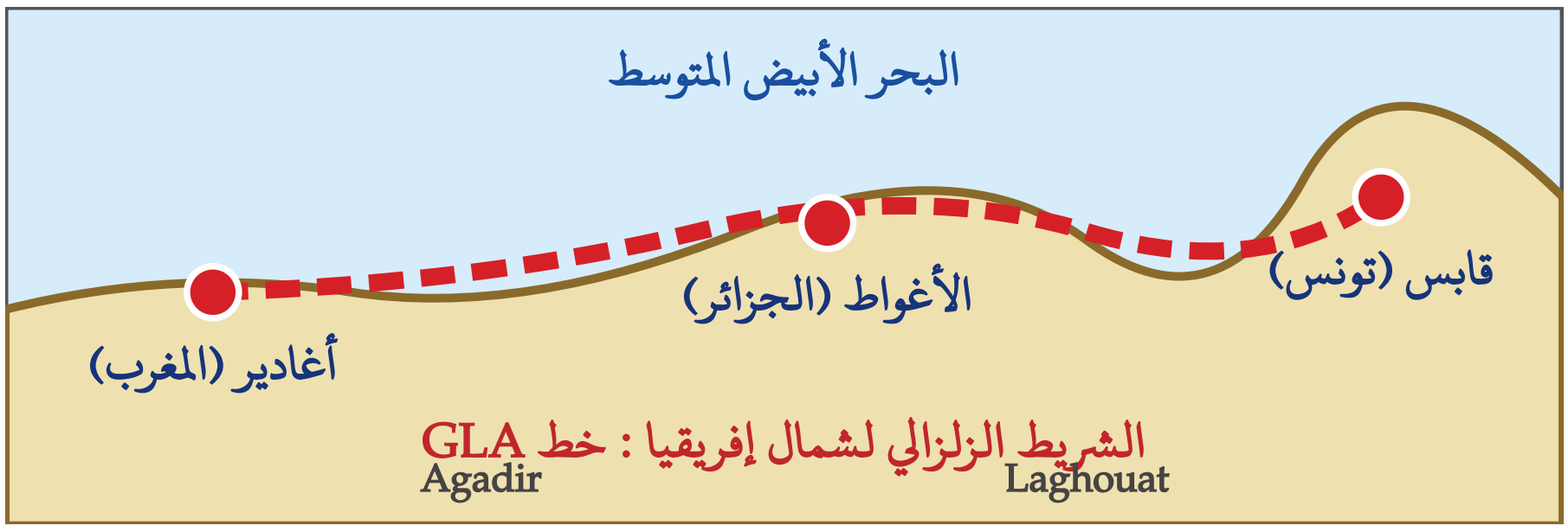
سلوكات الإنسان

كلما زادت الثقافة الزلزالية **تقل الخسائر**.



شمال إفريقيا منطقة زلزالية

تُعتبر منطقة شمال إفريقيا **منطقة زلزالية**، ويمتد الشريط الزلزالي من تونس شرقاً (قابس) إلى المغرب غرباً (أغادير) مروراً بالجزائر (شمال الجزائر) إلى غاية (الأغواط)، مشكّلاً خط **GLA : Gabes – Laghouat – Agadir**.



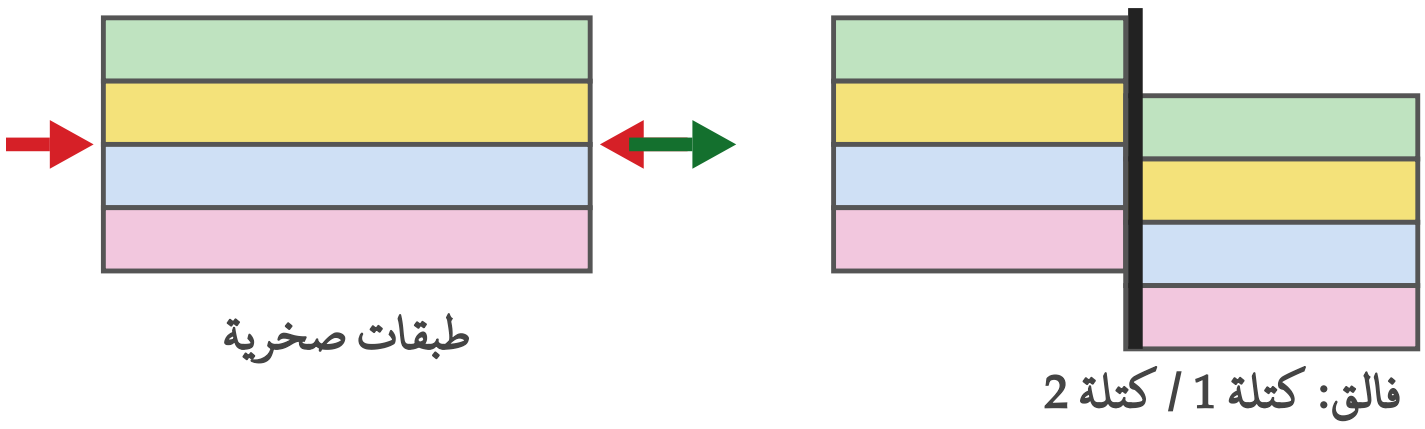
2 - أسباب الزلازل : الفوالق

2 - أسباب الزلزال

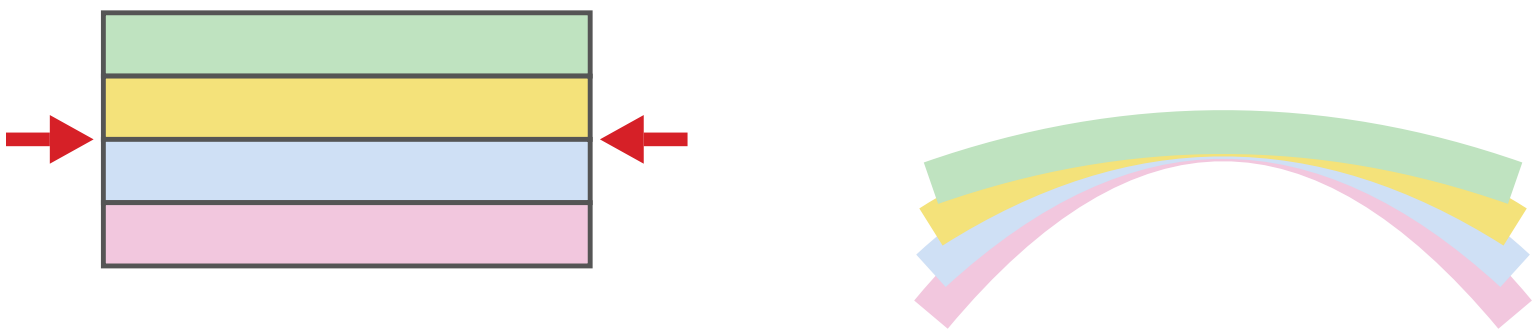
الفوالق هي تشوّه للقشرة الأرضية، وهي سبب لحدوث الزلزال: تتعرض الصخور الصلبة لقوى ضغط ناتجة عن النشاط الداخلي للكرة الأرضية فتنكسر في نقطة تدعى **البؤرة**، ثم يتشكل الفالق وتنبعث من البؤرة أمواج زلزالية، وعندها يهتز سطح الأرض محدثاً هزّات أرضية.

المناطق الجبلية هي **مناطق زلزالية**، وهذا دليل على وجود علاقة بين حدوث الزلازل وتشكل الجبال. من تشوّهات القشرة الأرضية في المناطق الزلزالية: **الفوالق، الطيّات، الجبال**.

تشكل الفالق (Faille) : صخور صلبة ← قوى الضغط ← انكسار وإزاحة

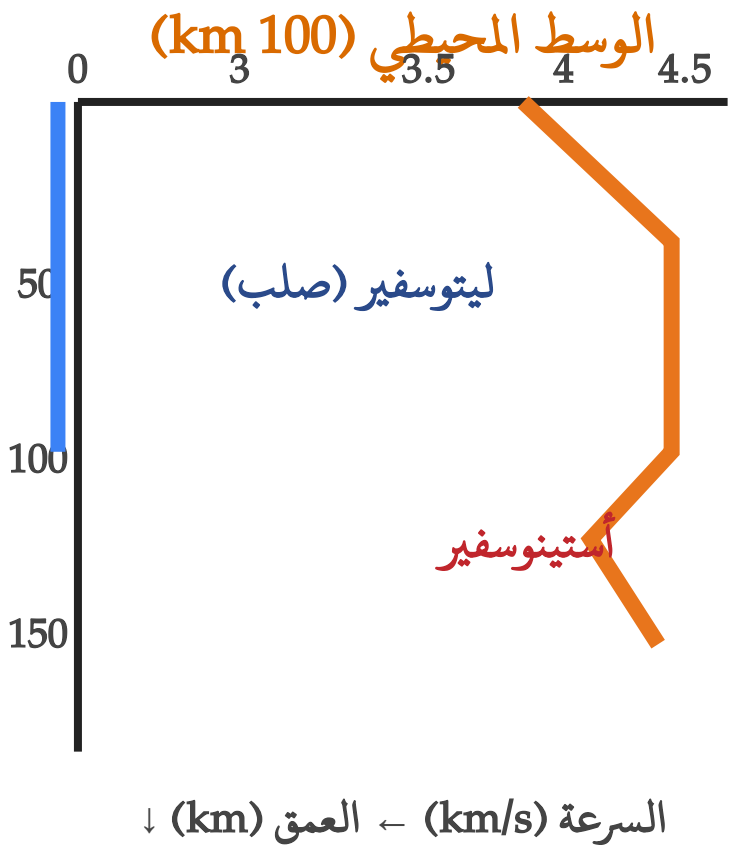


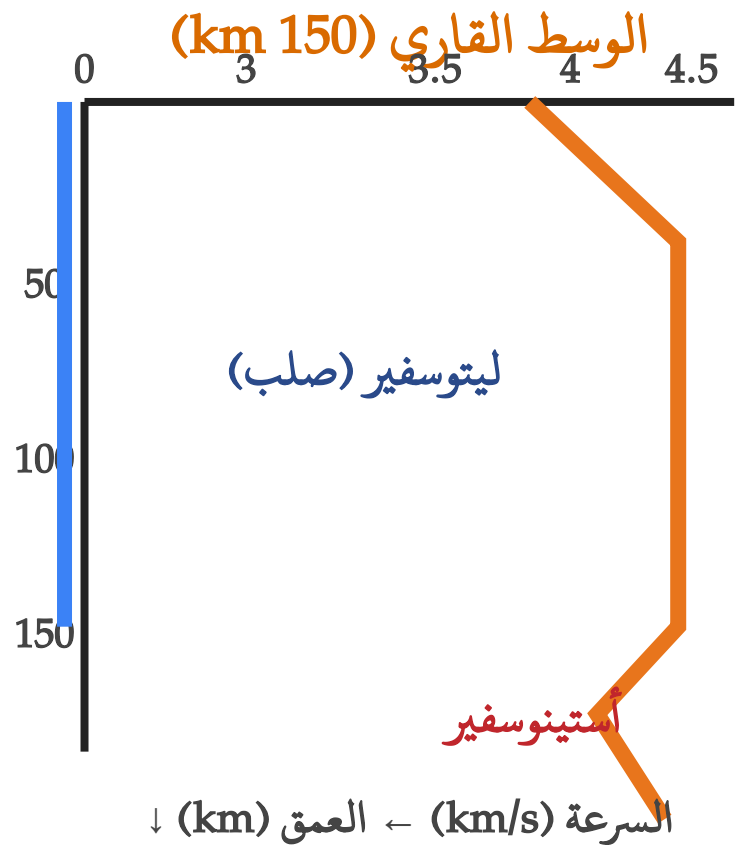
تشكل الطية (Pli) : صخور مرنة ← قوى الضغط ← التواء وتقلص المساحة



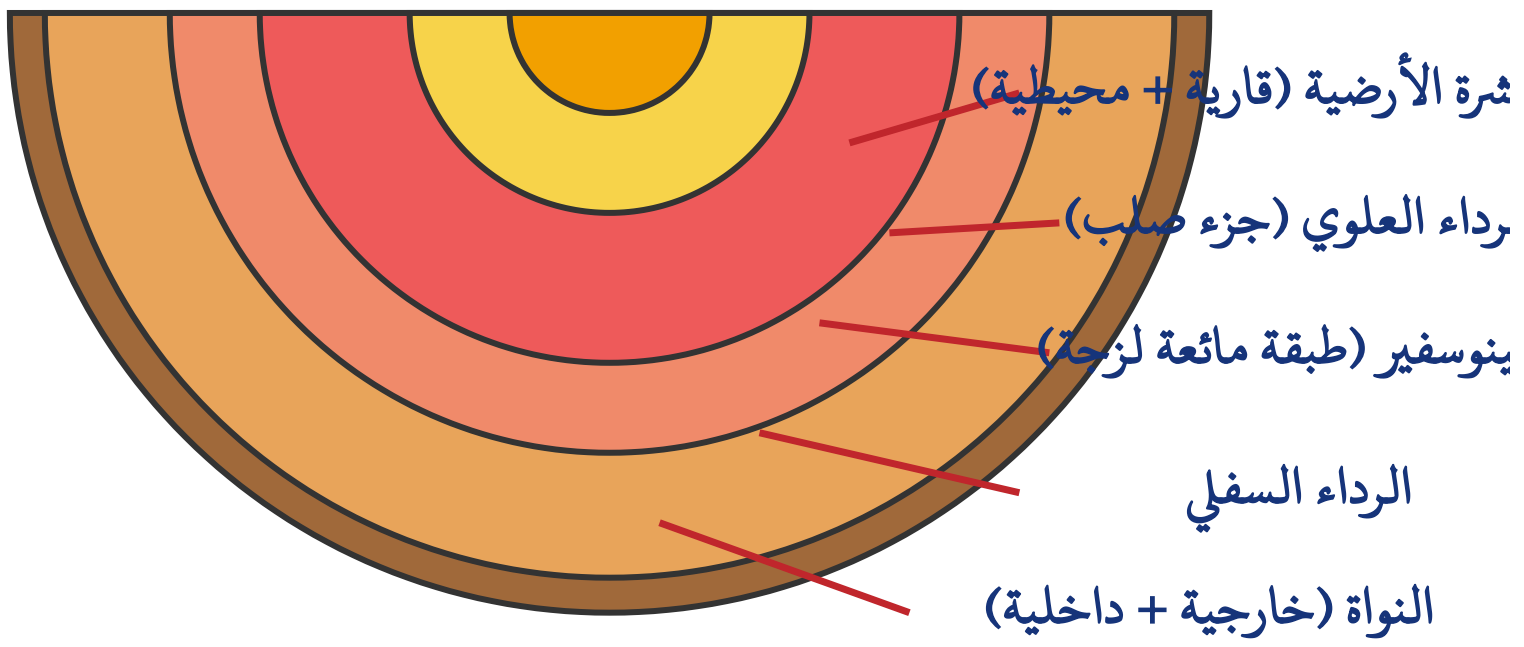
3 - البنية الداخلية للكرة الأرضية

يسمح تحليل سرعة انتشار الأمواج الزلزالية بتحديد: طبقة صلبة **«ليتوسفير»** (سرعة ثابتة)، وطبقة مائعة **«أستينوسفير»** (السرعة تتناقص). تباطؤ سرعة انتشار الأمواج = صخور أقل صلابة. **الليتوسفير القاري: 150 km ، الليتوسفير المحيطي: 100 km.**





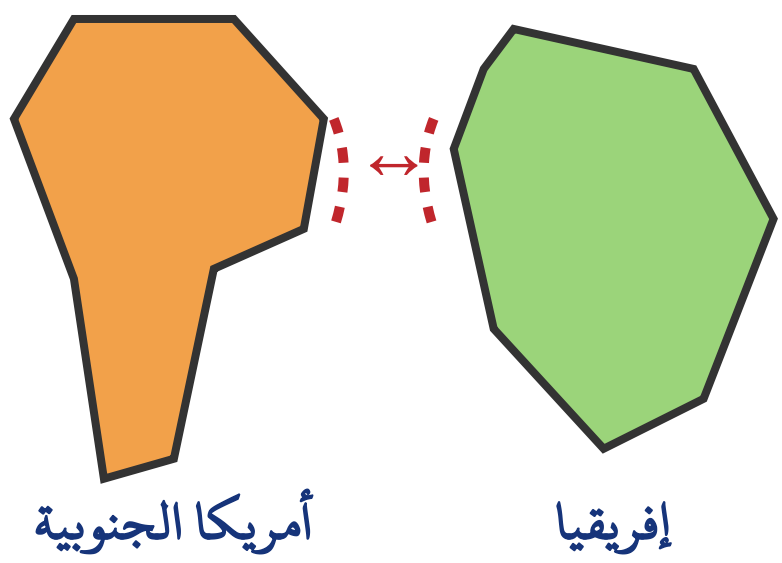
تتكوّن الكرة الأرضية من **3 طبقات**: 1- القشرة الأرضية ، 2- الرداء ، 3- النواة.



الليتوسفير = القشرة الأرضية + الجزء العلوي الصلب من الرداء العلوي

4 - نظرية زحزحة القارات

العالِم **ألفريد فيجنر (Wegener)**: القارات (إفريقيا وأمريكا الجنوبية) كانت كتلة واحدة **(بانجيا)** ثم انفصلت، واعتمد على شواهد:



- بيولوجية: نفس المستحاثات
- مورفولوجية: تكامل الحواف
- جيولوجية: نفس عمر الصخور

الصفيحة التكتونية

الصفيحة التكتونية (plaque tectonique): طبقة صخرية صلبة ومتحرّكة **(ليتوسفير)** تطفو فوق طبقة مائعة **(أستينوسفير)**، وهي مناطق مستقرة، حدودها هشّة، نشطة زلزالياً وبركانياً.

الصفيحة = الليتوسفير = اللوح = القشرة الأرضية + الجزء العلوي للرداء العلوي.

حركتها	أين تحدث؟	مناطق
تباعد ← →	على مستوى الظهرات المحيطية	مناطق تمدّد
تقارب → ←	على مستوى الخنادق المحيطية	مناطق انضغاط

نوع الصفيحة	مثال
محيطية	صفيحة المحيط الهادي
قارية	الصفيحة العربية
محيطية - قارية	صفيحة إفريقيا

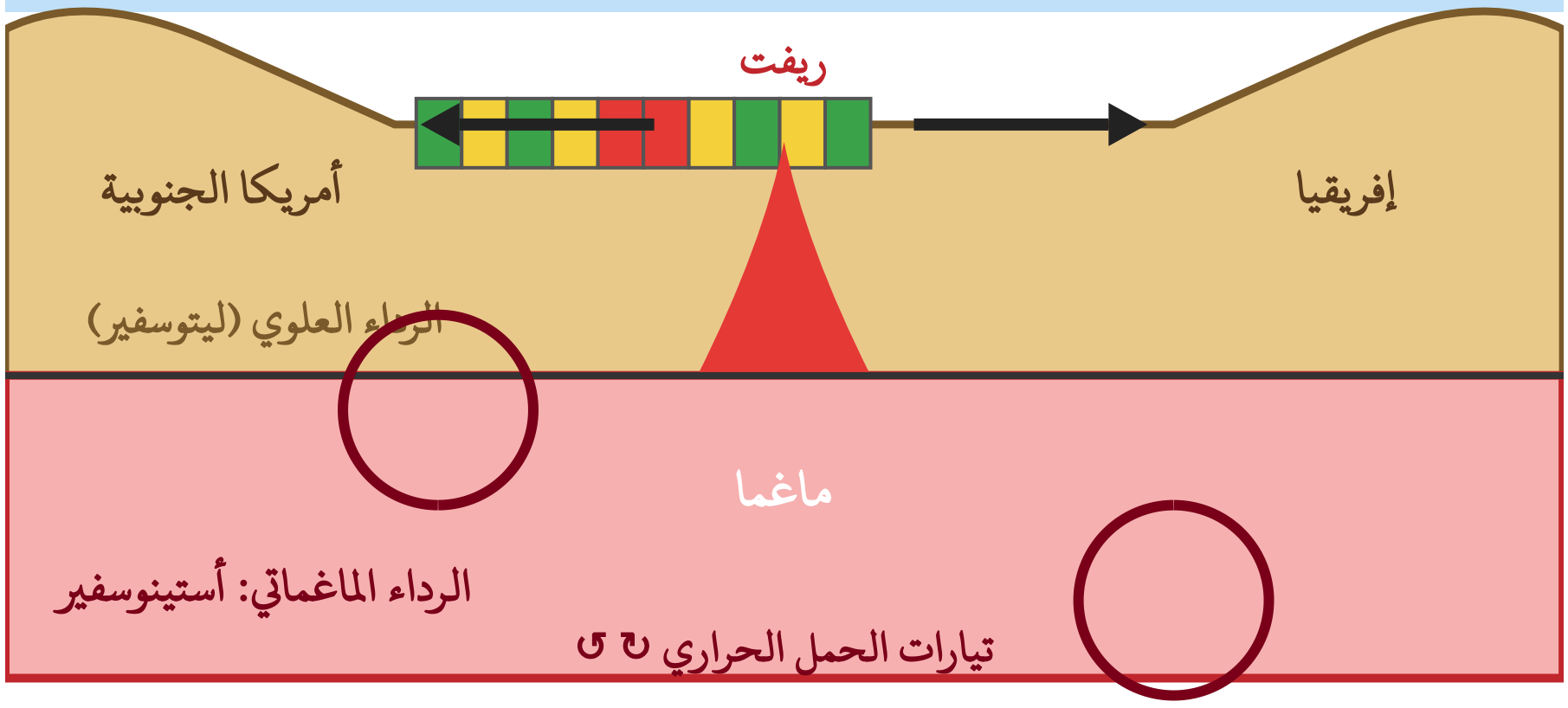
الظهرة المحيطية وتوسّع قاع المحيط

الظهرة المحيطية (Dorsale océanique): تضاريس تحت مائية تتواجد في أعماق المحيطات موازية لحواف القارات، ذات نشاط زلزالي وبركاني دائم، وهي سبب زحزحة القارات.

- **1)** صعود الماغما (الحمم البركانية) من الرداء الماغماتي بفعل تيارات الحمل الحراري.
- **2)** تسبب قوى الضغط تصدّع القشرة القارية محدثة فوالق ومحور الظهرة (الريفت).
- **3)** تتدفق الماغما على جانبي الريفت فتبرد مشكّلة قشرة بازلتية (محيطية).
- **4)** يستمر تدفق الماغما فتتشكل قشرة بازلتية جديدة تدفع القديمة.
- **5)** يتّسع قاع المحيط وتتباعد القارات.

رسم تخطيطي لنشاط الظهرة المحيطية وتوسّع قاع المحيط

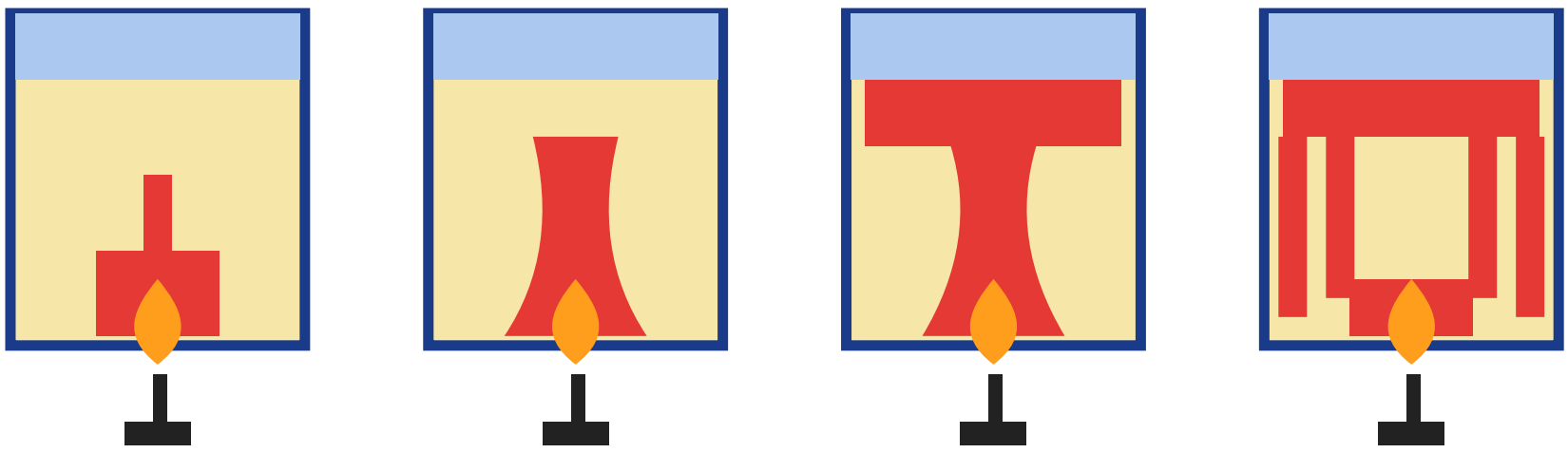
ظهرة المحيط الأطلسي



آلية حركة الصفائح التكتونية

يعود سبب حركة الصفائح التكتونية إلى قوى محرّكة تسببها **تيارات الحمل الحراري** (حركة المواد المنصهرة بفعل الانتقال الحراري): التيارات **الصاعدة** تؤدي إلى حركة **تباعدية** للصفائح على مستوى الظهرات المحيطية، والتيارات **النازلة** تؤدي إلى حركة **تقاربية** على مستوى الخنادق المحيطية.

تجربة تجسّد عمل تيارات الحمل الحراري في باطن الأرض

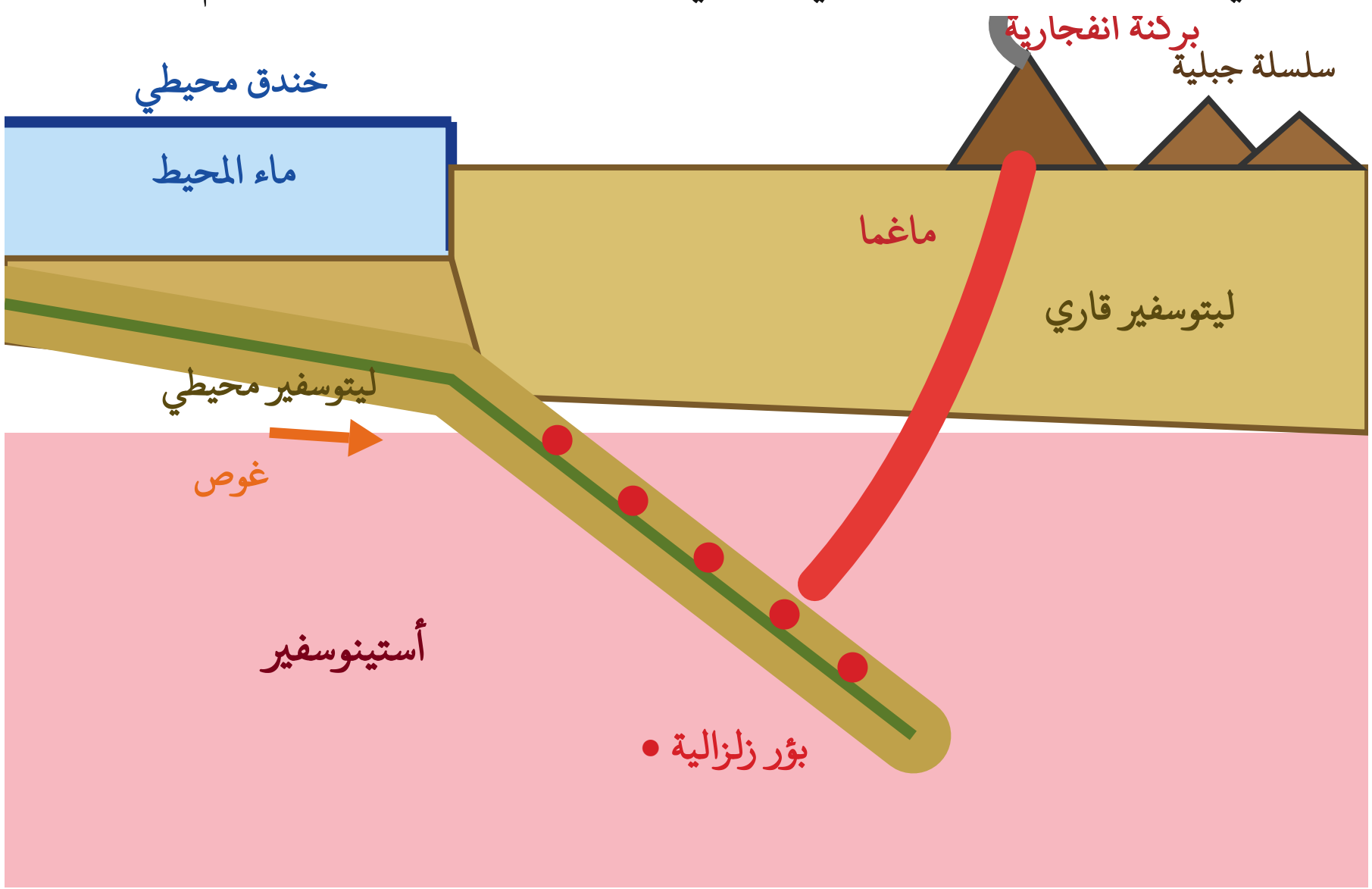


4) نزول الزيت البارد 3) وصوله للأعلى وتبرّده 2) صعود الزيت الساخن 1) تسخين تدريجي للزيت

استعمال الزيت وبشور أحمر + التسخين

4 - الغوص المحيطي

رغم اتساع قاع المحيطات عند تشكل الظهرة المحيطية، إلا أنّ **حجم الكرة الأرضية ثابت**.
ويرجع ذلك إلى **الغوص المحيطي (Subduction)**: انزلاق الليتوسفير المحيطي تحت الليتوسفير القاري مشكّلاً **الخندق المحيطي (Fosse océanique)**: منخفض ضيّق وعميق في المحيطات، ذو نشاط زلزالي وبركاني، ويُعتبر منطقة انضغاط (تصادم).



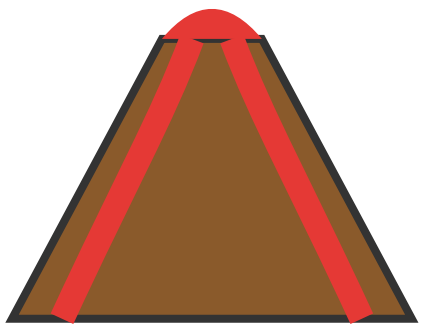
الظواهر الجيولوجية المرتبطة بالغوص

- **البراكين الانفجارية:** بسبب توغّل الصفيحة المحيطية في الرداء الماغماتي فتنصهر صخورها مشكّلة ماغما غنية بالسيليس والغازات، فتتحرر بعنف محدثة انفجارات.
- **الزلازل:** تتحرر قوى الانضغاط الناتجة عن غوص الليتوسفير المحيطي مؤدية إلى تصدّع الفوالق.
- **تشكّل السلاسل الجبلية:** مثل الهيمالايا والأنديز.
- **تشوّهات جيولوجية:** الطيّات والفوالق.

أنواع البراكين



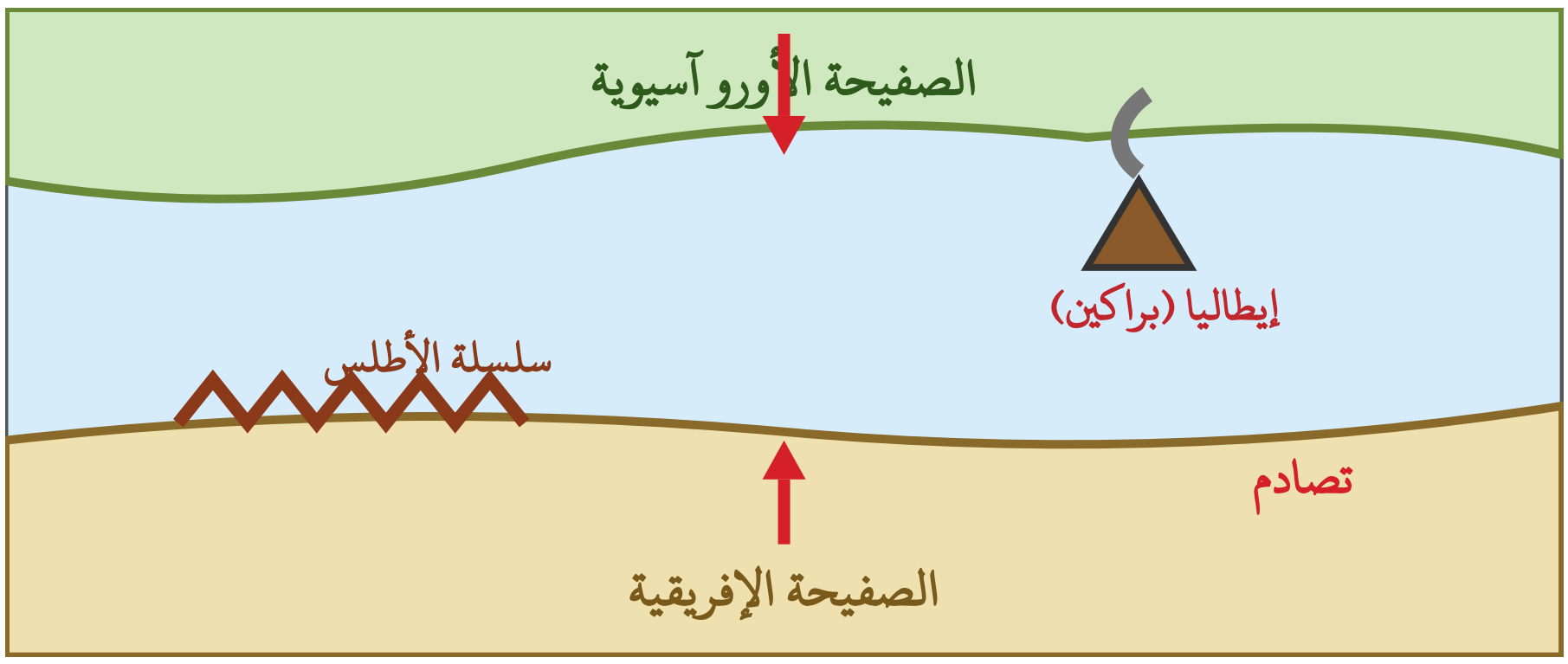
براكين انفجارية (غوص محيطي)



براكين دفقية (ظهرة محيطية)

براكين دفقية	براكين انفجارية
مرتبطة بالظهرة المحيطية: ماغما خفيفة اللزوجة، قليلة الغازات وبخار الماء.	مرتبطة بالغوص المحيطي: ماغما شديدة اللزوجة، غنية بالغازات وبخار الماء.

التكتونية في حوض البحر الأبيض المتوسط



- **1) سبب توزّع الزلازل على طول سلسلة الأطلس:** تصادم الصفيحة الإفريقية مع الصفيحة الأورو آسيوية.
- **2) سبب البراكين الانفجارية في إيطاليا:** تواجد إيطاليا قرب مناطق غوص: غوص صفيحة محيطية تحت إيطاليا، فتصعد الماغما عبر الشقوق القارية محدثة براكين انفجارية.

ALGERIAN STUDENT

الإجراءات الوقائية والتنبئية

الزلازل

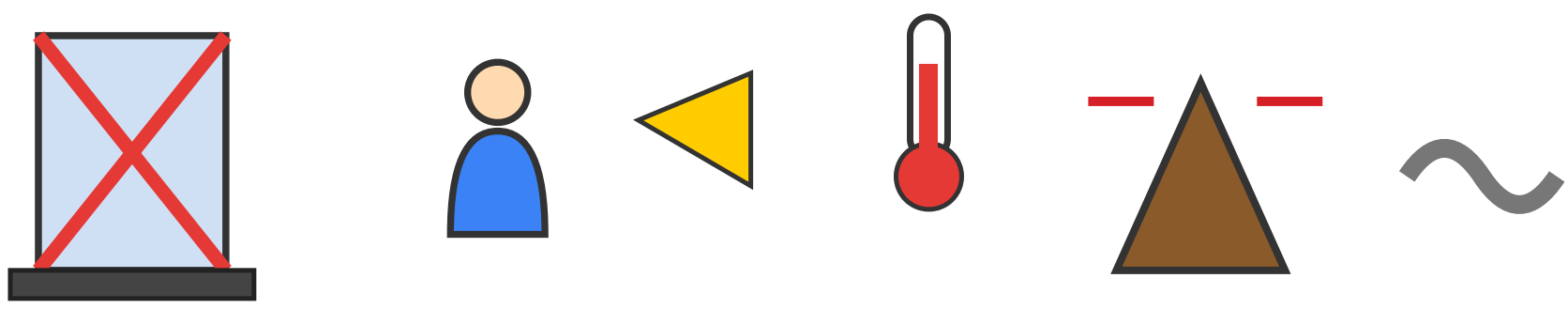
- إنجاز بنايات مضادة للزلازل.
- توعية المواطنين.

البركنة

- إعلام المواطنين.
- تنظيم رحلات النجدة.
- وضع حواجز مضادة لسريان اللافا.

الإجراءات التنبئية للتقليل من الخطر البركاني

- قياس درجة حرارة الحمم البركانية.
- قياس قطر البركان.
- قياس ومراقبة الغازات المنبعثة.
- قياس الزلازل.





قياس الزلازل (جهاز الرصد)

يمكن التنبؤ بحدوث البراكين، ولا يمكن التنبؤ بحدوث الزلازل، بل يمكن فقط معرفة المناطق الزلزالية.