الزلازل و علاقتها بتكتونية الصفائح
Séismes

تمهيد إشكالي

شريط فيديو حول زلزال أكادير 29 فبراير سنة 1960.

تساؤلات:

- **ما هو الزلزال, ما هي اثاره؟**
- **كيف يتم قياس درجات وشدة الزلزال؟**
- **ما هي العلاقة بين الزلازل وتكتونية الصفائح؟**

I- ماهي بعض خصائص الزلازل؟

تعتبر الزلازل هزات أو سلسلة من الهزات الارتجاجية التي تصيب مناطق معينة من الكرة الأرضية، وتكون مدة حدوثها قصيرة إلا أنها تعد من الكوارث الطبيعية إذ تنجم عنها خسائر جسيمة في الأرواح والمنشآت، كما قد تتسبب في تغيرات على مستوى المناظر الطبيعية كانحراف مجاري المياه وانهيار الصخور وظهور الشقوق ...

1- شدة الزلزال

- **يمكننا قياس شدة الزلزال بالاعتماد على تصريحات الشهود وجرد الخسائر التي لحقت بالمنشآت وهو ما يعرف بسلم Mercali (1902) الذي يتكون من 12 درجة والذي عدل من طرف Medvedev و Sponheuer و Karnik سنة 1964 فأصبح يعرف باسم سلم M.S.K.**

آثار و مخلفات الزلزال	درجة الزلزال حسب سلم MSK
الزلزال لا يحس به الإنسان وتسجله الأجهزة فقط	الدرجة 1
هزات لا يشعربها إلا بعض الأشخاص في حالة راحة	الدرجة 2
هزات تشبه تلك التي تحدثها مرور شاحنة صغيرة	الدرجة 3

من اعداد كنان سناء

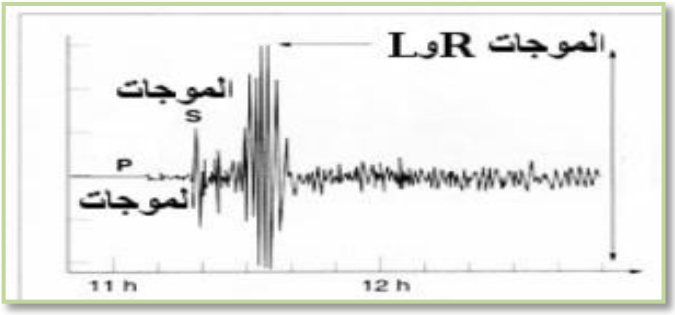
هزات تشبه تلك التي تحدثها مرور شاحنة كبيرة	الدرجة 4
زلزال يشعر به جميع الناس مع إستيقاظ النائمين	الدرجة 5
تحرك الأثاث و إهتزاز الأشياء المعلقة	الدرجة 6
ظهور بعض الشقوق في جدران البنايات	الدرجة 7
ظهور شقوق كبيرة في البنايات	الدرجة 8
هدم المنازل وك سر قنوات الواد الحار و قنوات الماء الشروب	الدرجة 9
هدم الفناطر و إعوجاج السكك الحديدية	الدرجة 10
هدم كلي للبنايات و القناطر و السدود	الدرجة 11
زوال كلي للمنشآت و تغير طبوغرافي للمنطقة وإنحراف مجاري المياه	الدرجة 12

- عند حدوث زلزال تنتشر من مركزه هزات في جميع الاتجاهات على شكل موجات زلزالية يمكن تسجيلها باستعمال جهاز خاص يسمى مسجل الهزات **Sismographe**.

الوثيقة1

الوثيقة2

- من خلال سجل الاهتزازات المبين في الوثيقة التالية نميز 3 موجات زلزالية **les ondes sismiques**:



الوثيقة3

من اعداد كنان سناء

- ✓ P الأولية primaire وهي الأسرع.
- ✓ S الثانوية Secondaire وهي أقل سرعة من P.
- ✓ L الطويلة Longue وهي الأبطأ.

- انطلاقا من وسع الموجات الزلزالية قام العالم الأمريكي Richter سنة 1935 بحساب الطاقة المحررة من مركز الزلزال فأنجز سلما من 9 درجات يعد أكثر دقة من سلم M.S.K.

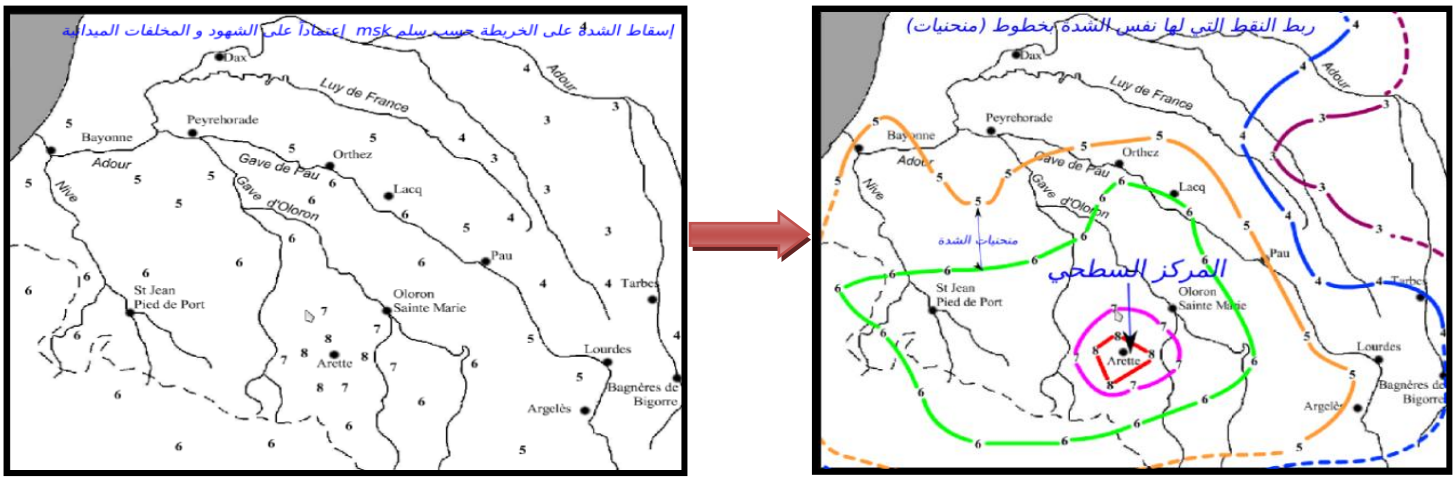
الوصف	القوة (مقياس ريختر)
ضمن حدود أجهزة القياس، تتحسسها أجهزة السيسموغراف	-
لا يكاد يحس بها	3.5
يشعر بها أناس قليلون	4.2
يحس بها المشاة	4.3
يستيقظ بعض الناس	4.8
تترنح الأشجار وتسقط الأشياء	5.4 - 4.8
إنذار عام - تتشقق الجدران	6.1 - 5.5
تتأثر السيارات المتحركة	6.8 - 6.2
تسقط بعض البيوت وتتشقق الأرض	6.9
تتفتح الأرض وتحدث انهيارات	7.3 - 7
تبقى بعض البنايات	8.1 - 7.4
دمار تام	8.1 - (أقصى درجة 8.9)

الوثيقة4

2- المركز السطحي للزلزال Epicentre

نشاط1

- بعد حدوث زلزال يقوم الأخصائيون بتوزيع استمارات على السكان لستثمارها من أجل إنجاز خريطة زلزالية تمثل عليها المناطق المتساوية الشدة حسب سلم M.S.K بواسطة خطوط تسمى المنحنيات الزلزالية.



الوثيقة5

من اعداد كنان سناء

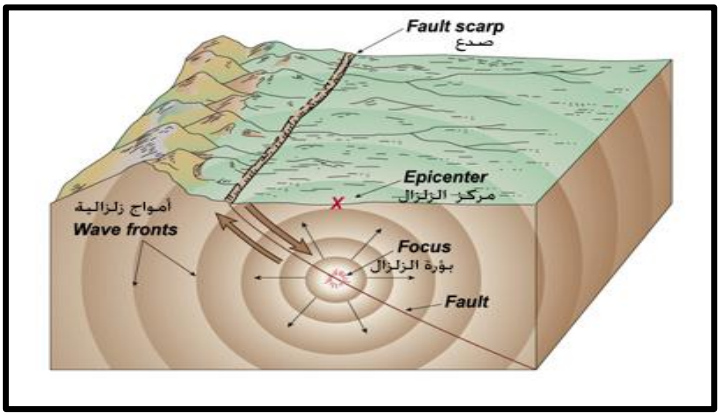
1- اعتمادا على هاتين الوثيقتين حدد المنطقة التي تعرضت لأقوى شدة اهتزاز.
2- كيف تتغير شدة الاهتزاز على هذه الخريطة؟

تصحيح النشاط1

1- المنطقة التي تعرضت لأقوى شدة اهتزاز هي الممثلة بالمنحنى الزلزالي المركزي (اريت) وبذلك تسمى المركز السطحي للزلزال Epicentre.
2- تنخفض شدة الاهتزاز كلما ابتعدنا عن المركز السطحي للزلزال.

3- بؤرة الزلزال (Hypocentre) le foyer sismique.

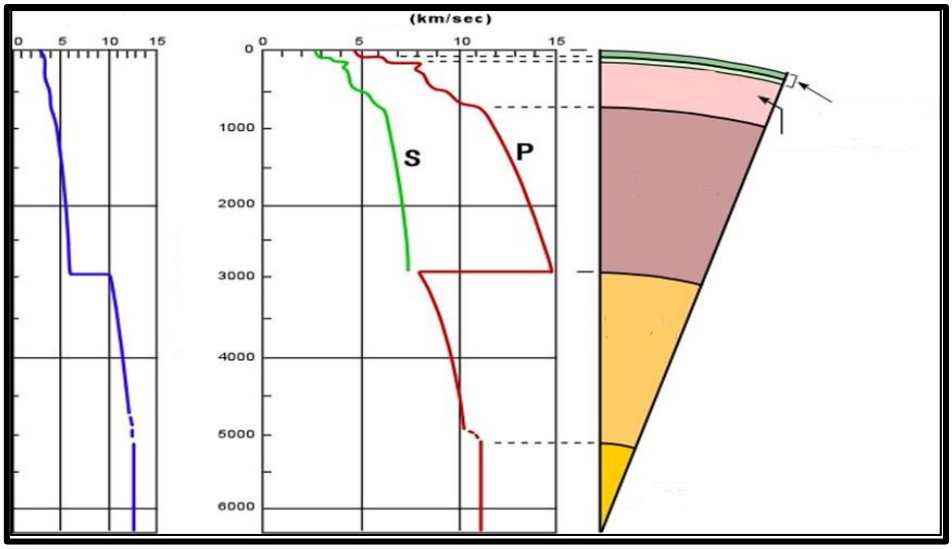
- ينتج الزلزال نتيجة كسور مفاجئة للكتل الصخرية (فوالق) في أعماق معينة تتراوح عموما بين 1km و 700km. ويسمى موقع الفالق الذي نجم عنه زلزال: بؤرة الزلزال Hypocentre أي من حيث تنتشر الموجات الزلزالية في جميع الاتجاهات.
- يوجد المركز السطحي عموديا فوق البؤرة، وتسمى المسافة الفاصلة بينهما: عمق البؤرة la profondeur du foyer.



الوثيقة6

II- ماهي المعلومات التي تمدنا بها الموجات الزلزالية حول تركيب الأرض؟

- بما أن تقنيات الحفر لا تتجاوز بضعة كيلوميترات فبإمكاننا استنتاج تركيب الكرة الأرضية اعتمادا على تغير سرعة انتشار الموجات الزلزالية حسب العمق.



الوثيقة7

من اعداد كنان سناء

- اعتمادا على دراسة الوثيقة أعلاه يتبين أن سرعة انتشار الموجات الزلزالية P وS تعرف تغيرات مفاجئة في أعماق معينة تسمى انقطاعات:
  * انقطاع Mohorovicic في عمق 30 كلم
  * انقطاع Gutenberg في عمق 2900 كلم
  * انقطاع Lehman في عمق 5155 كلم
- نستنتج أن الكرة الأرضية تتكون من عدة أغلفة متراكزة تختلف من حيث السمك والكثافة التركيب الكيميائي، والتي نلخصها في الجدول الآتي:

تركيب الكرة الأرضية		الخصائص
القشرة الأرضية La croûte terrestre		وتضم: - قشرة قارية ذات سمك بين 30 و65 كلم وكثافة متراوحة بين 2,7g/cm3 و3g/cm3. - وقشرة محيطية ذات سمك متراوح بين 5 و15 كلم وكثافة 3,2g/cm3.
الرداء le manteau كثافة متراوحة بين 3,3 و5,5g/cm3	رداء علوي Manteau superieur	- يمتد سمكه بين عمقي 30 كلم و 100 كلم في المتوسط، صلب ويشكل مع القشرة الأرضية : الغلاف الصخري la lithosphère
	رداء متوسط أو أستنوسفير Asthénosphère	- يمتد سمكه من عمق 100 كلم في المتوسط إلى عمق 700 كلم. ويتميز بكون الصخور منصهرة جزئيا على مستواه (99% صلب).
	رداء عميق أو ميزوسفير Mésosphère	- يمتد من عمق 700 كلم إلى عمق 2885 كلم وهو صلب.
نواة Noyau كثافتها من 9,5 إلى 12g/cm3	نواة خارجية Noyau externe	- تمتد من عمق 2885 كلم إلى عمق 5155 كلم، وهي سائلة حيث تتوقف الموجات الزلزالية S عن الانتشار.
	نواة داخلية أو بذرة La graine	- ويمتد شعاعها من عمق 5155 كلم إلى مركز الأرض (حوالي 6400ى كلم)، وهي صلبة

III- ما علاقة الزلازل بتكتونية الصفائح؟

تنتشر الزلازل في مناطق ضيقة من الكرة الأرضية تتطابق مع حدود الصفائح، أي مناطق تباعدها ومناطق تقاربها

1- ما مصدر الزلازل على مستوى مناطق التباعد (الذروات المحيطية)؟

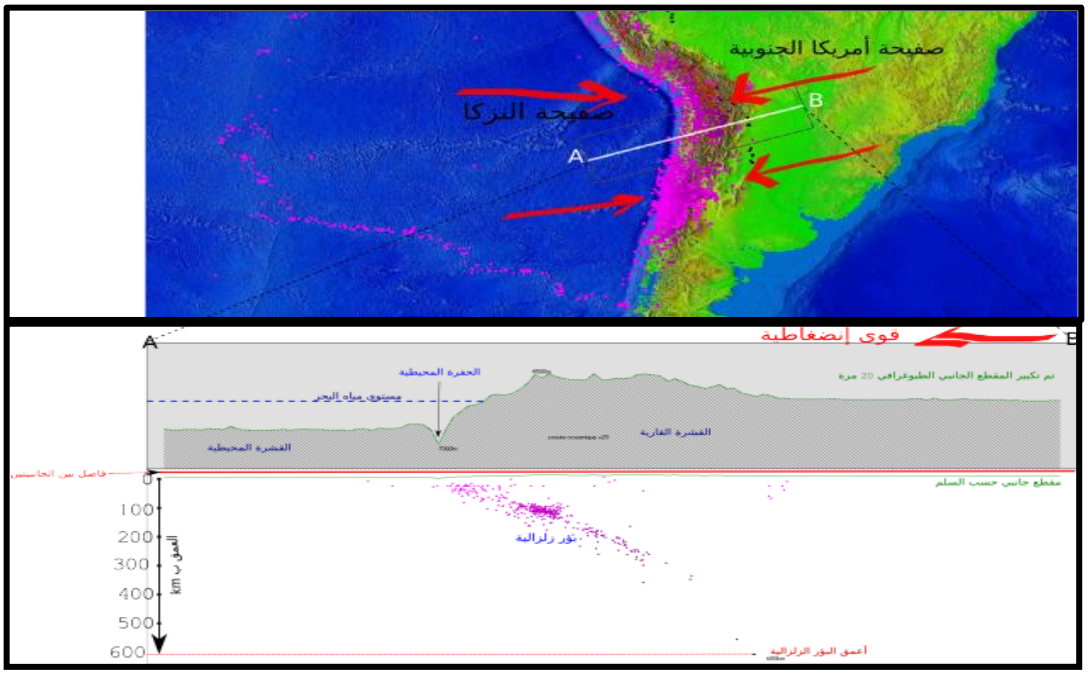
- الذروة المحيطية سلسلة جبلية بركانية تمتد على طول منتصف المحيطات، ويتوسطها خندق عميق ضيق يسمى الخسف le rift.
- تعرف الذروات المحيطية حدوث الزلازل بكيفية مستمرة نادرا ما نشعر بها إلا أنها تسجل من طرف مسجلات الهزات.
- من خلال دراستنا لمجموعة من الوثائق يتبين أن القوى التمددية الناتجة عن تباعد الصفائح تؤدي إلى حدوث فوالق على مستوى القشرة المحيطية.
- تعتبر هده الفوالق مصدر الزلازل التي تعرفها الذروات المحيطية والتي تتميز ببؤر سطحية أو ضعيفة العمق.

من اعداد كنان سناء

2- ما مصدر الزلازل على مستوى مناطق التقارب (الحافات القارية النشيطة)؟

❖ نشاط 2

الوثيقة8



الوثيقة9

الوثيقة10

- تمثل الوثيقة 8 خريطة توزيع بؤر زلزالية، والوثيقة 9 مقطعا جيولوجيا أنجز غرب أمريكا الجنوبية.

1- اعتمادا على الوثيقة 8 حدد أين تتوزع البؤرالزلزالية؟

2- اعتمادا على الوثيقة 10 حدد كيف تتوزع البؤر الزلزالية في هذا المقطع؟

3- لتفسير هذا التوزيع نعتمد على الوثيقة 9

أ- ماذا يحدث للصفيحة المحيطية على مستوى المنطقة A؟ سم الظاهرة

ب- ماذا يحدث للصفيحتين على مستوى هذه المنطقة؟ وماذا ينتج عن ذلك؟

ت- من خلال ما سبق استنتج أسباب حدوث الزلازل على مستوى مناطق تقارب صفائح الغلاف الصخري؟

من اعداد كنان سناء

❖ تصحيح النشاط 2

1- تنتشر الزلازل على طول الشريط القاري الحدودي بين صفيحة أمريكا الجنوبية وصفيحة النازكا.

2- تتوزع البؤر الزلزالية في هذا المقطع على مستوى مائل، إذ يزداد عمقها من الحفرة المحيطية نحو القارة.

3- أ- على مستوى المنطقة A تنغرز الصفيحة المحيطية المحيطية تحت الصفيحة القارية وتنغرز في الأستينوسفير. تسمى هذه الظاهرة: الطمر la subduction.

ب- تتقارب الصفيحتان على مستوى منطقة الطمر ويؤدي الاحتكاك بينهما إلى حدوث فوالق انضغاطية.

ت- تؤدي القوى الانضغاطية الناتجة عن تقارب الصفيحتين على مستوى مناطق الطمر إلى حدوث فوالق على طول المستوى المائل للصفيحة المنغرزة. تعد هذه الفوالق مصدرا للزلازل التي تعرفها هذه المناطق والتي تتميز ببؤر عميقة.

3- خلاصـــــة

- تؤدي القوى التمددية الناتجة عن تباعد الصفائح إلى حدوث فوالق على مستوى القشرة المحيطية، تعد مصدرا الزلازل التي تعرفها الذروات المحيطية والتي تتميز ببؤر سطحية أو ضعيفة العمق.
- تؤدي القوى الانضغاطية الناتجة عن تقارب الصفيحتين على مستوى مناطق الطمر إلى حدوث فوالق على طول المستوى المائل للصفيحة المنغرزة. تعد هذه الفوالق مصدرا للزلازل التي تعرفها هذه المناطق والتي تتميز ببؤر عميقة.