

الوحدة الثالثة: الظواهر الجيولوجية الباطنية.

الفصل الثاني:

الزلزال و علاقتها تكتونية الصفائح.

١ - آثار الزلزال و خصائصه:

النشاط الأول:

تبين الوثائق التالية معلومات حول زلزال الحسيمة:

نص : تعرضت مدينة الحسيمة لزلزال عنيف يوم الثلاثاء 24 فبراير 2004 على الساعة 27 mn 2 h صباحا، استغرق 3 ثواني وقد خلف 268 قتيلا وأزيد من 926 جريحا و 15230 بدون مأوى حسب آخر جرد، كما أنه تسبب في انهيار 2539 منزلا منهم 2498 بالوسط القرري.

بلغت شدة هذا الزلزال 6.5 درجة على سلم ريشترو وقد كانت بؤرته قريبة من السطح.

1- هل كان زلزال الحسيمة حدثا مروعا؟
استخرج العلامات التي تؤكد ذلك؟



2 - استخرج أهم خصائص زلزال الحسيمة.

أجوبة :

- 1 - نعم كان زلزال الحسيمة مروعا، حيث خلف خسائر بشرية (قتلى و جرحى) وخسائر مادية (هدم البنايات) مهمة.
- 2 - خصائص زلزال الحسيمة هي:
 - شدة مرتفعة : 6.5 على سلم ريشتر.
 - مدة زمنية قصيرة.
 - بؤرة زلزالية سطحية.
- 2 - تسجيل الهزات الزلزالية و قياس شدتها :
 - أ - سلم MERCALI

- 1- الزلزال لا يحس به الإنسان، ولكن تسجله الأجهزة فقط . يمكن للحيوانات أن تظهر عليها علامات الخوف .
- 2- الهزات يشعر بها الأشخاص الموجودين في الطوابق العليا للمنازل.
- 3- هزات قوية نوعا ما يشعر بها عدد كبير من الأشخاص الواقفين على سطح الأرض.
- 4- الأواني ترن والأرضية تتقصّف.
- 5- الزلزال يشعر به جميع السكان (تحرك الأثاث، اهتزاز الأشياء المعلقة).
- 6- استيقاظ النائمين، بداية الفزع، رنين عام للأجراس.
- 7- رعب عام ولكن لا خسائر بالمباني الجيدة البناء، ظهور بعض الشقوق فقط.
- 8- ظهور شقوق كبيرة في البناء.
- 9- هدم جزئي أو كلي للمباني.
- 10- هدم معظم البناء، حدوث شقوق في سطح الأرض، حدوث انهيارات.
- 11- هدم كلي للبناء والقناطير والسدود.
- 12- زوال كل المنجزات **للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma** المائية ...).

○ تمارين مدمج:

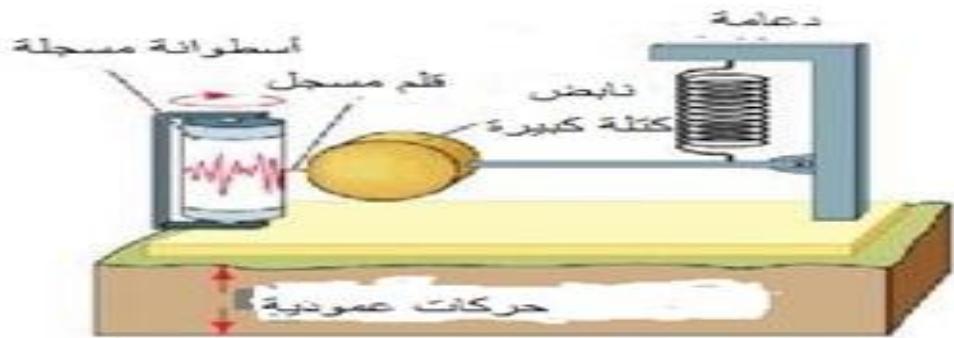
- اعتمادا على تصريحات شهود العيان و الملاحظة المباشرة لآثار الزلزال، تمكّن Mercali من وضع سلمه
- 1 - كيف تتغير شدة الزلزال من الدرجة 1 إلى الدرجة 12؟
 - 2 - حدد درجة زلزال الحسيمة حسب سلم Mercali انطلاقا من صور الوثيقة 1.
 - 3 - هل يعتبر سلم Mercali سلما دقيقا؟ علل إجابتك.
 - 4 - اقترح بدليلا أكثر دقة لسلم Mercali.

○ الأجوبة :

- 1 - كلما ازدادت شدة الزلزال **Intensité du séisme**، تزداد الخسائر في المنشآت وفي المناظر الطبيعية
- 2 - تقريبا 6 درجات على سلم Mercali.
- 3 - ليس دقيقا، لأنه يعتمد في قياس شدة الزلزال على تصريحات شهود العيان و غالبا ما تكون غير دقيقة.
- 4 - استعمال جهاز يقيس شدة الاهتزازات الزلزالية بدقة.

أغلب الزلازل لا يحس بها الإنسان لذا تستعمل أجهزة حساسة لتسجيل الهزات الزلزالية تسمى بمسجلات الهزات الزلزالية : les sismographes

مسجل هزات عمودي



اتجاه دوران الأسطوانة المسجلة



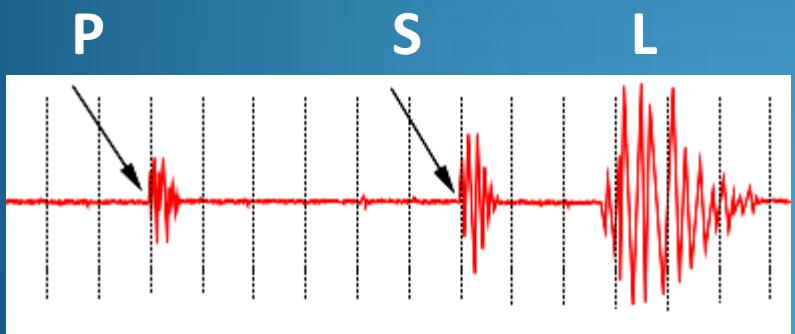
سجل الاهتزازات sismogramme

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

○ الأسئلة :

- أتمم الوثيقة بعد التعرف على أنواع الموجات المسجلة على سجل الاهتزازات .
- رتب هذه الموجات حسب زمن تسجيلها .
- حل سجل الاهتزازات.
- فسر سبب اختلاف زمن تسجيل هذه الموجات علما أنها انطلقت من نفس النقطة و في نفس الوقت .
- قارن سلم MERCALI بسلم RICHTER من حيث عدد الدرجات و من حيث الوسيلة التي يعتمد عليها في قياس شدة الزلازل و من حيث الدقة.

○ الأجوبة :



سجل الاهتزازات sismogramme

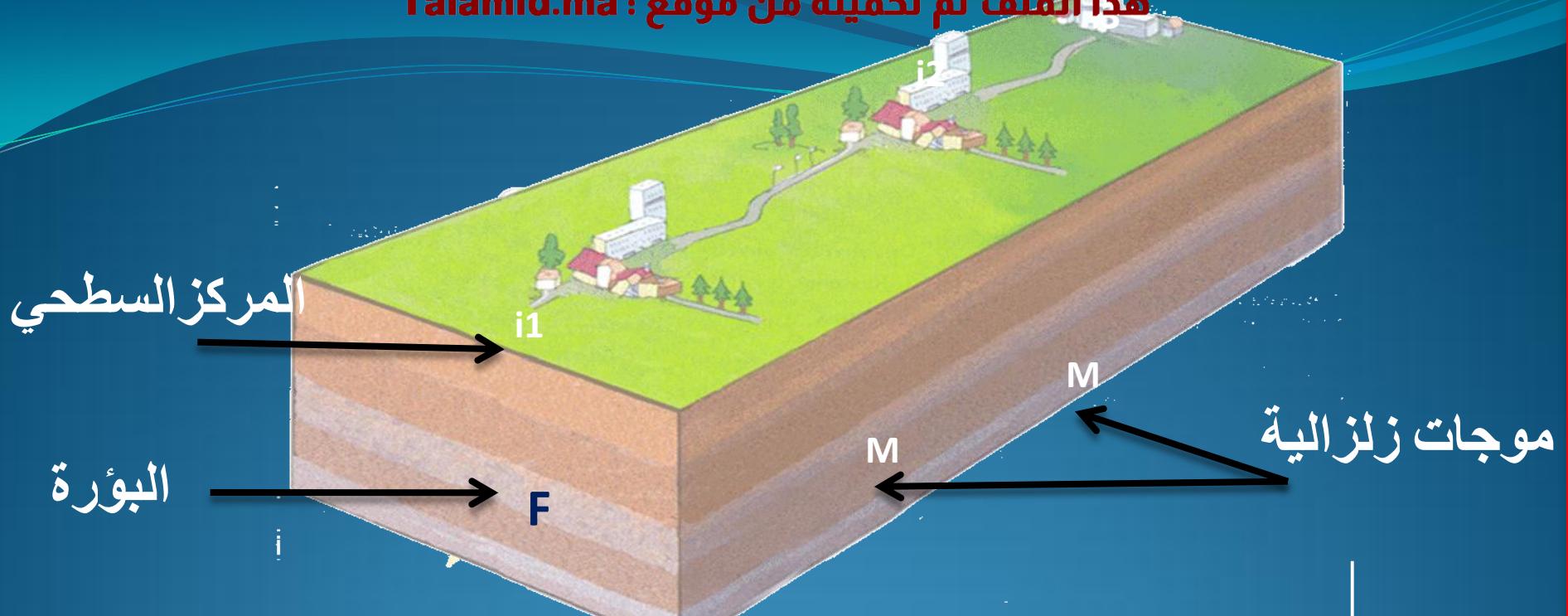
-1

- 2 - تسجل أولاً الموجات P ثم الموجات S واحيراً الموجات L.
- 3 - نلاحظ على السجل تخطيطات متموجة تسمى **الموجات الزلزالية** *Les ondes sismiques* ونميز بين ثلاثة أنواع من الموجات :
- **الموجات P** : الموجات الأولية .
 - **الموجات S** : الموجات الثانية .
 - **الموجات L** .

و تختلف هذه الموجات من حيث الوسع و زمن تسجيلها على سجل الاهتزازات

- 4 - السبب هو اختلاف سرعة هذه الموجات : حيث تعتبر الموجات P الأسرع تليها الموجات S ثم الموجات L .

3 - التمييز بين **المركز السطحي** و **البؤرة** :



1 - حدد المنطقة التي عرفت أقوى شدة لهذا الزلزال؟ بما تنتع ؟

2 - ماذا تمثل العناصر M ؟

3 - ما مصدرها ؟ ماذا نسمى هذه المنطقة ؟

4 - قارن المسافة بين النقطة F و المناطق i1 و i2 و i3، ثم استنتج لماذا يتعرض المركز السطحي لأكبر الخسائر؟

5 - استنتج سبب حدوث الزلزال ؟

6 - ما هو التساؤل المطروح حول هذا الفالق ؟

1- **المنطقة i1** هي التي عرفت أهم الخسائر و تسمى **بالمراكز السطحي** للزلزال

L'épicentre:

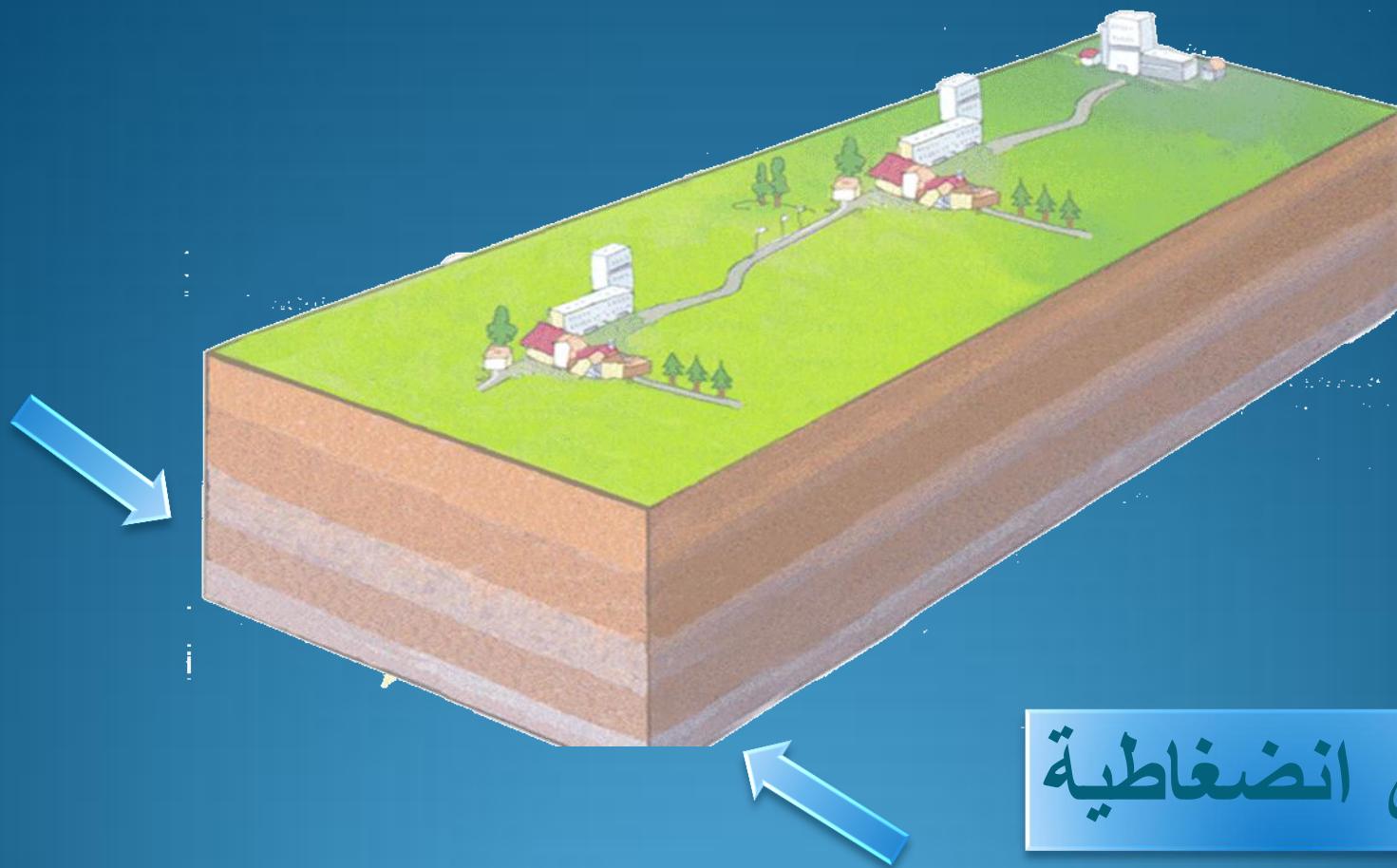
2 - تمثل **الموجات الزلزالية** : **Les ondes sismiques** ، و تنتشر في جميع الاتجاهات .

3- مصدرها النقطة **F** ، و تسمى **باليقنة الزلزالية** : **Foyer sismique**

4 - المسافة الفاصلة بين المركز السطحي و البؤرة أقل من المسافة بين المناطق المصابة الأخرى و البؤرة. فالمراكز السطحي هو الأقرب إذن للبؤرة، ويوجد عموديا عليها لذا يعرف أقوى شدة .

5 - حدوث كسر (فالق) في الصخور على مستوى البورة الزلزالية .

6 - ما هو سبب حدوث هذا الفالق على مستوى البورة الزلزالية .



تخضع الصخور في العمق باستمرار لتأثير قوى انضغاطية و قوى تمدديه ، وعندما تصبح الطاقة المجمعة في نقطة تفاعل هذه القوى مهمة يحدث كسر في الصخور .

الحصيلة

- ❖ **الزلزال Seisme** : عبارة عن **هزة أرضية مفاجئة** ناتجة عن **كسر في العمق** على مستوى **البؤرة الزلزالية** مولدا **موجات** تصل إلى **السطح** فتؤدي إلى **خسائر كبيرة** .
- ❖ تفاصيل شدة الزلزال بسلم MERCALI أو سلم RICHTER (يعتبر الأثير الأكثر دقة) حيث إنه يعتمد على **تحديد قوة الزلزال انطلاقا من وسع الموجات الزلزالية**، بينما يعتمد سلم MERCALI على تصريحات الشهود و ملاحظة آثار الزلزال .

❖ دراسة الزلزال تعتمد على سجلات الإهتزاز، حيث نميز بين ثلاثة أنواع من الموجات: P و S و L .

❖ **المركز السطحي** *épicentre*: هي النقطة التي تسجل فيها أقوى شدة للزلزال، و يوجد على خط عمودي فوق البؤرة .

❖ **البؤرة الزلزالية** *hypocentre*: هي منطقة في العمق يحدث فيها كسر في الصخور. وهي مصدر الاهتزازات الزلزالية (كلما كانت البؤرة قريبة من السطح كلما كانت الخسائر كبيرة) .

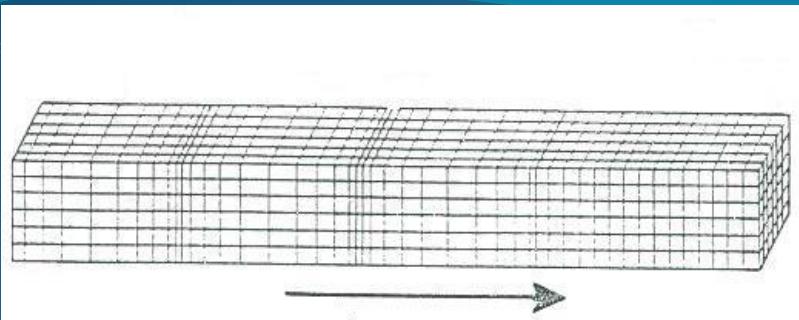
II - أهمية الموجات الزلزالية في معرفة البنية الداخلية للكرة الأرضية:

1 - خصيات الموجات الزلزالية:

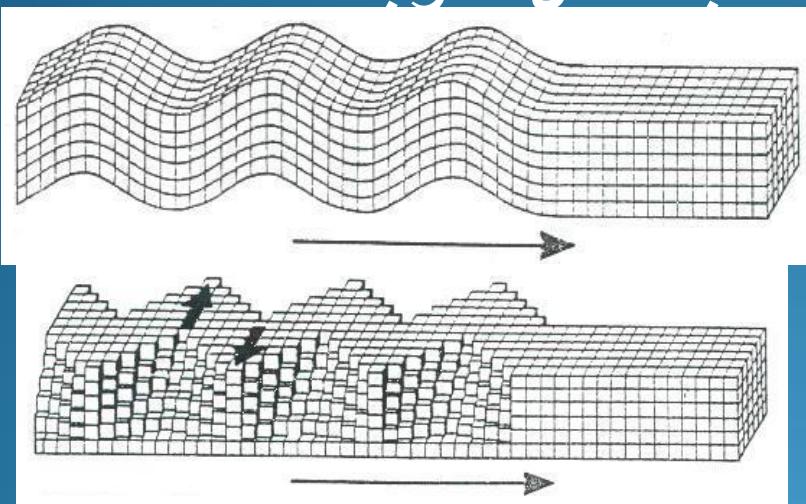
- تمرин:

تنتشر الموجات P وفق نمط انضغاطي تمددي للجزيئات المعدنية الدقيقة موازاة مع اتجاه تنقلها، و تنتقل في العمق و في الأوساط الصلبة و السائلة.

- تنتشر الموجات S داخل الكرة الأرضية و في الأوساط الصلبة فقط. يكون تنقل الجزيئات المعدنية متعامدا مع اتجاه انتشارها.
- تنتشر الموجات L في الطبقة السطحية بسرعة ثابتة، تحدث تنقلا للجزيئات المعدنية في مستوى أفقي متعامد مع اتجاه تنقلها.
- سرعة P أكبر من سرعة S و L . تزداد سرعة P و S كلما ازدادت صلابة و كثافة الأوساط التي تخترقها.



اتجاه تنقل الموجات



❖ الموجات P الانضغاطية.

❖ الموجات S القصبة.

الموجات L الطويلة.

❖ سؤال:

لخص على شكل جدول الخصائص المميزة للموجات الزلزالية P و S و L، من حيث الحالة الفيزيائية لوسط الانتشار و سرعة الانتشار.

الحالات الفيزيائية لوسط الانتشار	الموجات الزلزالية
متغيرة (تزداد كلما ازدادت صلابة وكتافة وسط الانتشار).	صلبة و سائلة (في العمق).
متغيرة (تزداد كلما ازدادت صلابة وكتافة وسط الانتشار).	صلبة فقط (داخل الكرة الأرضية).
ثابتة ($4 \text{Km} / \text{s}$).	- تنتشر في الطبقات السطحية.

2 - الكشف عن وجود انقطاعات داخل الكرة الأرضية:

لديكم مهلة 5 دقائق للإجابة على السؤال في دفتر التمارين.

على مستوى القارة.

على مستوى المحيط.

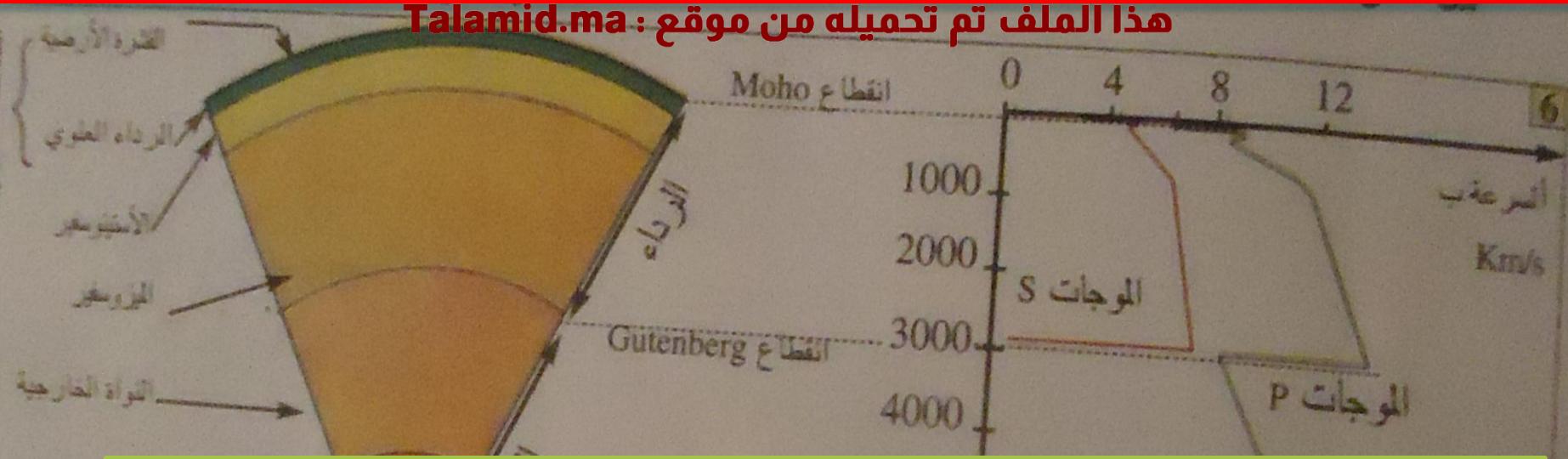
السؤال:

- 1 – اعتمادا على مميزات الموجات S ، بين أن هناك انقطاعا يفصل بين غلافين يختلفان من حيث الخصائص الفيزيائية (في عمق 7 km على مستوى المحيط و 35 km على القارة).

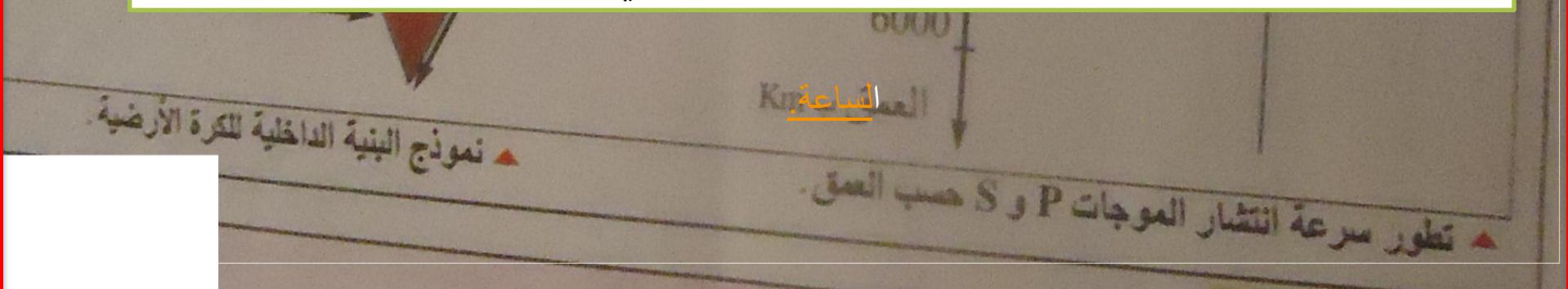
الجواب:

- بما أن **الموجات S** تستمر في الانشار بعد Km 7 على مستوى المحيط و بعد Km 35 على مستوى القارة: فهذا يدل على أن **الوسط: وسط صلب**.

- و بما أن **سرعتها تزداد** ابتداء من هذه الأعماق، فهذا يدل على ازدياد صلابة و كثافة الوسط الجديد. يسمى هذا الانقطاع **بانقطاع** **Moho** و يفصل بين **القشرة** و **الرداء العلوي**.



لديكم مهلة 5 دقائق للإجابة على السؤال في دفتر التمارين.



- 2 - اعتماداً على مميزات الموجات P و S، حدد ماذا يحدث الأعماق التالية: **3000 و 5000 Km** . على ماذا تدل هذه التغيرات .

الجواب:

- في عمق **3000 km**، نلاحظ أن الموجات S تختفي بينما تنخفض سرعة الموجات P.

- في عمق **5000 Km** ترتفع سرعة الموجات P قبل أن تصبح مستقرة.

- بما أن الموجات S تتوقف عن الانتشار في عمق **Km 3000** فهذا يدل على أن الحالة الفيزيائية للوسط تغيرت حيث انتقلنا من وسط صلب إلى وسط سائل، يسمى هذا الانقطاع **انقطاع Gutenberg**: يفصل بين الرداء و النواة الخارجية. بينما يفصل انقطاع **Lehman** بين النواة الخارجية السائلة و النواة الداخلية الصلبة.

3 - البنية الداخلية للكرة الأرضية:

الجواب:

سؤال: اعتمادا على المعطيات السابقة، لخص البنية الداخلية للكرة الأرضية.

تمكن الجيولوجيون من استنتاج البنية الداخلية للكرة الأرضية **بكيفية غير مباشرة** بالاعتماد على **خصائص و سرعة الموجات الزلزالية**.

- تتكون الكرة الأرضية من **أغلفة تختلف من حيث السمك و طبيعة الصخور المكونة لها: القشرة و الرداء و النواة** التي تنقسم إلى **نواة خارجية سائلة و نواة داخلية صلبة**.

- تتكون الكرة الأرضية من **تختلف من حيث ... و طبيعة المكونة لها: و** التي تنقسم إلى **نواة و نواة**

تتوزع الزلازل على حدود الصفائح، فلابد إذن من وجود علاقة بين الزلزال و تكتونية الصفائح.

1 - مصدر الزلازل على مستوى الذروات المحيطية:

الأجوبة:

- تمرين:

1 - تمثل المنطقة A الذروة الوسط محيطية.

لديكم مهلة 5 دقائق للإجابة على أسئلة التمارين في دفتر التمارين.

3 - ينتج عن **الحركات التباعية** الشائعة قوى تمدديّة تؤدي إلى كسر في الغلاف الصخري ، تتموضع على مستوى البوير الزلزالية فتحدث الزلازل في السطح.

الأجوبة:

لديكم مهلة 5 دقائق للإجابة على أسئلة التمارين في دفتر التمارين.

1 -

الساعة.

2 - تتوزع بؤر الزلازل في مقطع الوثيقة 3 - **بشكل مائل**، بحيث يزداد عمق البؤر الزلزالية كلما ابتعدنا عن حفرة الشيلي.

أ - على مستوى المنطقة C، **ينغرس الغلاف الصخري المحيطي** تحت الغلاف الصخري القاري.

ب - **تنغرس الصفيحة المحيطية** الأكثر كثافة تحت الصفيحة القارية الأقل كثافة، إنها **ظاهرة الطمر** الناتجة عن تقارب الصفيحتين. ينتج عن ذلك فوائق، تتموضع على مستوى بؤر زلزالية تنتج زلازلًا في السطح.

3 - خلاصة:

سؤال: أتمم الفراغ بما يناسب.

تتميز تكتونية الصفائح بحدوث حركتين:

- حركات تباعدية، تنتج عنها قوى تمدديّة و التي تؤدي إلى حدوث كسر في الغلاف الصخري الصلب تتموضع على مستوى بؤر زلزالية (بؤر قريبة من السطح) تؤدي إلى حدوث زلزال في السطح.
- حركات تقاربية، تنتج عنها قوى اضغاطية تؤدي إلى حدوث كسر في الغلاف الصخري تتموضع على مستوى بؤر زلزالية (بؤر عميقه) تؤدي إلى حدوث في السطح.
- حركات ...، تنتج عنها ... تؤدي إلى ... في الغلاف الصخري تتموضع على مستوى ... (بؤر ...) تؤدي إلى حدوث زلزال في السطح.