الجمهورية العربية السورية
جامعة البعث
كلية العلوم

الفصل الثاني
2019-2020

قسم الجيولوجيا - السنة الثالثة

علم الزلازل

نظري

المحاضرة السادسة

د. حمزة الدنيا

•• جدول الشدة الزلزالية حسب ريختر ••

الجدول الوصفي

درجة ريختر	التأثيرات العامة
ما دون 2.5	لا يشعر بها الإنسان بل الحيوان
2.5 → 5	يشعر بها كل الناس تقريباً مع خسائر عادية وحدوث تشققات، انكسار الزجاج
6	زلزال يسبب خسارة قد تكون مدمرة في المنطقة الواقعة في ساحة مركز الزلزال
7	تحدث أضرار جسيمة وتدمير المباني الحالية وكذلك الأبنية الغير صالحة ضد الزلازل
8	تحدث تدمير شامل في مناطق مركز الزلزال ولكن حدوث مثل هذه الزلازل قليل جداً واحتماليته بحدود عشر سنوات تقريباً
أكبر من 8	هذا الزلزال نادر الحدوث وهو مخرب بالطبيعة وبالتضاريس الصخرية ويسبب خسارة بشرية ومادية هائلة

المبتدأ والخبر

الآن ريختر وضع وصف الزلازل بشكل كمي وهذا ما سمي بقدر الزلزال

1. قدر الزلزال :

هو ما سجل عن آلة القياس من صعود ما سمي بقدر هذا الزلزال أي شدته و اصطلاحا أن يكون متعارف على الشدة أو قدر الزلزال بحرف M (Magnitud) ما اعتبر العالم ريتشارد ريختر أن هذه الصيغة تعطى بالعلاقة الأولية التالية :

$$M = \log_{10} \frac{A}{A^*}$$

حيث : A هي السعة القصوى المسجلة على بعد 100 كم من مركز الزلزال وتقاس بالميكرون.

أما A^* هي السعة النموذجية محسوبة لهذا الزلزال وقد قدرها العالم ريختر بالقيمة 1×10^{-3}

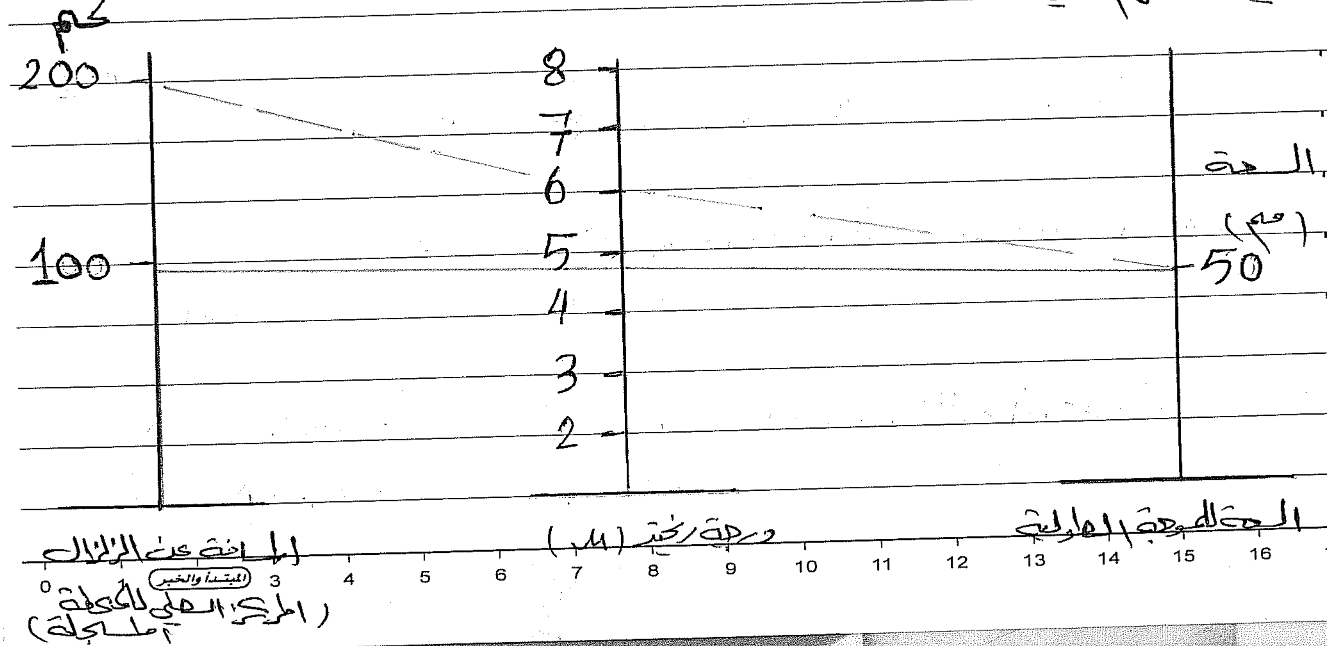
كما أنه أعطى معادلة أخرى تربط بين الطاقة المتحررة من بؤرة الزلزال وبين الماغنيتود (M) بالعلاقة التالية :

$$\log_{10} \underset{\downarrow}{E_p} = 2.4\, M_p - 4.2$$

طاقة الموجة الطولية

- هذا يعني أن زيادة درجة واحدة من الشدة (M) تعطي زيادة بعشرة أضعاف من الطاقة المتحررة.

أما كيف قاس ريختر بجهازه هذه الشدة أو (M) فاستخدم الأجهزة كما موضحة في الشكل التالي :


كم
200
100
8
7
6
5
4
3
2
السعة
(مم)
50
المسافة عن الزلزال
(المركز السطحي للعكلة ملحوظة)
درجة ريختر (M)
السعة للموجة الطولية

- هناك العديد من العلاقات الرياضية التي وضعت قيم (M) بدلالة الطاقة وغيرها.

① $ME = \frac{2}{3} \log_{10} ES - 2.9$

تابع الطاقة المتحررة

ES ← موجة عرضية

② $MT = \log_{10} H_{max} + \log \Delta + 5.8$ يستخدم للزلازل البحرية.

H_{max} ← الارتفاع الأقصى لقمة الموجة البحرية

Δ ← البعد عن الطاقة (مركز الطاقة)

③ $Md = a_0 + a_1 \log_{10} d + a_2 \cdot \Delta$ يستخرج من مقياس الزمن

d ← الفترة الزمنية

a_0 ، a_1 ، a_2 ثوابت محدودة

④ $M(3D) = \log_{10} \sqrt{(An)^2 + (AE)^2} + 1.73 \log \Delta - 0.83$

An ← مركبة شاقولية

AE ← مركبة أفقية

المركبات الثلاثة : (x ، y ، z)

M(3D) ← قدر الزلزال بالمركبات الثلاثة

* الآثار السلبية للزلازل على الطبيعة والأبنية والإنسان *

1. إنزياح جيومورفي لسطح الأرض إما أفقياً أو شاقولياً وهذا ينتج عنه أخاديد ومصاطب.

2. حدوث إنزلاقات أرضية وهذا ما حدث بزلزال ألدرسون حيث إنزلقت الطبقة الطبوغرافية بمقدار 80 m.

3- سقوط الجسور المعلقة وانزياح وانهيارات أرضية المنشآت والمباني والمنشآت المعلقة.

4- اندلاع حرائق وتخريب لشبكات الأسلاك الكهربائية وأنابيب الصرف الصحي

5- موت البشر

6- نفوق الحيوانات أو موتها

* الآثار الإيجابية للزلازل *

1- يمكن الاستفادة بدراسات جيولوجية لطبقات الأرض وبنيتها

2- دراسة بنية الأرض وطبقاتها ومكونات هذه الطبقات أحياناً

3- ظهور ينابيع على سطح الأرض

- بعض إجراءات الوقاية من الزلازل.

1- تصميم كود هندسي للزلازل بغية إنشاء مباني وفقاً لهذا الكود الزلزالي

2- وضع شبكات رصد زلزالية وربطها بالشبكة العالمية

3- استخدام فرق خاصة لآثار الزلازل (التعامل مع الزلازل مثل فرق الإطفاء والإسعاف).

4- تنظيم حملات توعية لتوضيح كيفية التصرف عند حدوث الزلازل

* أشهر الزلازل التي ضربت سورية (زلازل كبيرة تاريخياً)

1- زلزال أنطاكية عام 46 ميلادي دمر المدينة كلها

2- زلزال أنطاكية الثاني 500 ميلادي

3- زلزال الساحل السوري 759 ميلادي 10 زلزال حلب 1812 ميلادي

4- زلزال دمشق 505 ميلادي 11 زلزال السويداء 1812 ميلادي

5- زلزال أنطاكية 859 ميلادي 12 زلزال الإسكندرون 1994 ميلادي

6- زلزال عزاز 963 ميلادي

7- زلزال تدمر 1042 ميلادي

8- زلزال أنطاكية 1114 ميلادي

9- زلزال حلب 1066

المحاضرة السادسة

15 / 5 /2013

البنية الأرضية وأسباب الزلازل

من المعلوم أن الأرض تتألف من قشرة أرضية خارجية رقيقة بالمقارنة مع نصف قطر الأرض تبلغ السماكة الوسطية للقشرة القارية الأرضية (30-35) Km والمحيطية (10-15) Km ولكن قد تصل القارية إلى 70 Km في الأماكن الجبلية وإلى (8-10) Km في قاع المحيطات وتتألف هذه القشرة من طبقات أعلاها طبقة من الغرانيت ثم طبقة من البازلت (الغرانيتية غير موجودة في القشرة المحيطية) يفصل بين نهاية القشرة الأرضية والمعطف العلوي سطح يدعى سطح موهو Moh ترتفع فيه سرعة الموجة الطولية إلى أكثر من 8 Km/sec يلي القشرة المعطف ويتألف هو من ثلاث طبقات (Z1 ، Z2 ، Z3) وسماكته تمتد من نهاية القشرة وحتى العمق 2900 Km

تدعى الطبقة الأولى من المعطف مع القشرة الأرضية بالغلاف الصخري القاسي ليتوسفير اسم "Lithosphere" سماكته بين (70 و 100) Km هذا الغلاف الصخري هو طبقة صلبة لسرعة التأثر خضعت للتكسر إلى حوالي 21 جزء يدعى كل منها بالصفيحة (plate) حيث كل صفيحة منها هي قطعة صلبة سماكتها بحدود (70-100) Km أما مساحتها فهي متباينة ويصل أكبرها إلى ملايين الكيلومترات المربعة وتكون هذه الصفائح سميكة في القارات ورقيقة تحت المحيطات إن هذه الصفائح غير موحدة تبدأ بالتحرك بالنسبة لبعضها البعض بحركات تدعى كل منها بتكتونية الصفائح وهذه الحركية تتم ضمن نطاقات [illegible] تختلف السرعة تدعى الأستينوسفير تحت الغلاف الصخري طبقة المعطف الأخرى حيث تمتد الطبقة الثانية من العمق 100 Km وحتى العمق (350-400) Km وهي طبقة لينة مائعة قابلة للتشوه وتتميز بهبوط السرعة الموجية فيها أما الطبقة الثالثة فهي تمتد بين نهاية الأستينوسفير وحتى العمق 2900 Km وفيها تزداد السرعة بالتدرج مع العمق إلى أن تصل حتى 13.7 Km/sec وهي نهاية المعطف تنخفض السرعة مع دخول الموجة النواة الخارجية تحت طبقة رقيقة جدا لا تتجاوز 100 Km إلى قيمة (8 Km/sec) بعدها هذه تعود السرعة الموجية لترتفع في النواة الداخلية الصلبة لتصل حتى (11 Km/sec)

$$\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \cdot \frac{D_2}{D_1}^2 = \frac{(X-X_1)^2+(y-y_1)^2+Z^2}{(X-X_2)^2+(y-y_2)^2+Z^2} = m^2$$

بحل هذه المعادلة نجد:

$$\left[X - \frac{X_1 - m^2 X_2}{1-m^2}\right] + \left[y - \frac{y_1 - m^2 y_2^2}{1-m^2} + Z^2\right] = \frac{md^2}{1-m^2}$$

بالنظر إلى هذه المعادلة نجد بأنها معادلة سطح كرة نصف قطرها $\frac{md^2}{1-m^2}$

* إن بؤرة الزلزال تقع على محيط هذه الكرة ولكن أي نقطة من هذا المحيط لا نعلم
كذلك إذا أخذنا زوجين آخرين من محطات الرصد نحسب أنصاف أقطار كل منها
ينتج لدينا ثلاث كرات مركزها معروف وحدد لكل كرة نصف قطرها معروف لكل كرة
نرسم هذه الكرات فيكون منطقة التقاطع بينها هي مكان مركز البؤرة الزلزالية
وبالتالي نكون قد حددنا مكان البؤرة الزلزالية إذاً لتعيين بؤرة يلزم ثلاث أزواج
من المحطات (ستة) لتقاطع هذه الكرات إلى إذا كانت الأقطار معروفة نحدد
مركز البؤرة أما الزمن فنحدده من العلاقة (3) حيث تصبح جميعها معروفة
نحدد قيمة t_0 المطلوبة

بنية الأرض حسب الدراسات الزلزالية:

حسب معطيات الطريقة التقنية والسيزمية والفضائية تبين لنا ما يلي:

1- شكل الأرض هو اهليلج حيث يقترب من الكرة

2- الكثافة الوسطية لها 5.52 غ/سم³

3- تتألف الأرض من طبقات كثيفة شبه متزايدة الكثافة مع العمق أي اختلاف في الكثافة بين هذه الطبقات

4- تتشوه المواد بفعل الجذب الشمسي والقمري لصغرها ولكن التشوه مرن

وحسب المعطيات الزلزالية تبين أنه حسب سرعتها للموجة:

1- يوجد طبقة سرعة الموجة الطولية فيها بين $V_P = (8-11)$ Km/s
وعمق هذه الطبقة من 0 ← 900 كم

2- طبقة ثانية تسمى بالطبقة المتوسطة سرعة الموجة الطولية فيها V_P
تتزايد من (8-14) Km/s
وعمقها يتراوح بين 900 حتى 2900 كم

٣ـ نواة: سرعة الموجة فيها تزداد بين (8-11) Km/s ويقدر سماكتها بين 2900كم ومن مركز الأرض

في النواة تبين أن الكثافة تتراوح بين 12 وحتى 17 غ/سم والضغط يعادل (15×10^{12}) dyn/cm² قوة الجاذبية في النواة تتناقص إلى 0 في المركز

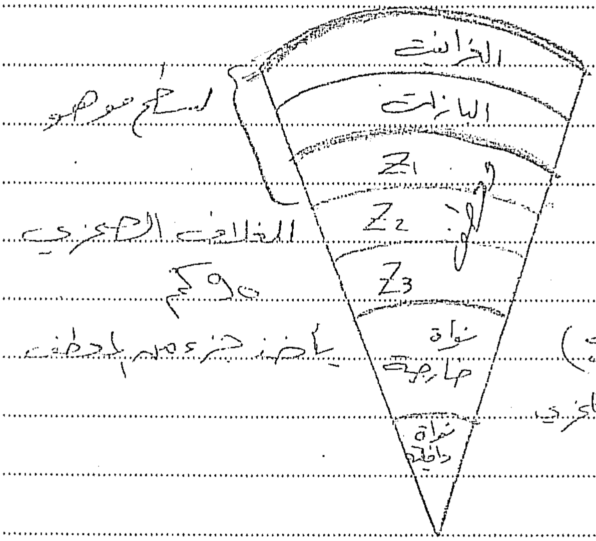
أما الضغط فإنه يزداد مع العمق سريعا إلى أنه يصل في مركز الأرض إلى 3 مليون ضغط جوي أما درجات الحرارة المتزايدة مع العمق بسبب الضغوطات وبسبب التحولات النووية فإنها تصل حتى 5000 درجة مئوية

علل

تزداد مع

ومع العمق

أما المقطع لباطن الأرض فيمكن تشبيهه بالشكل التالي:


الغرانيت
البازلت
Z1
Z2
Z3
الوشاح
نواة خارجية
نواة داخلية
السطح موهو
الغلاف الصخري
٩٠كم
يأخذ جزء من الوشاح

حيث:

القشرة الأرضية سماكتها (0-15)Km

الغرانيت سماكته (6-7) Km

البازلت سماكته (7-8) Km

الوشاح سماكته 2900 Km

سرعته في الثانية (8-14) Km/s

وإن معظم الزلازل تحدث ضمن الغلاف الصخري

الموضوع : نظري زلازل

/ /

.. بنية الأرض ..

الأرض هي إحدى كواكب المجموعة الشمسية يبلغ نصف قطرها بحدود 6370 Km حيث تدور الأرض حول الشمس من الغرب باتجاه الشرق خلال (365) يوماً و(5) ساعات و(48) دقيقة و(46) ثانية (سرعة دوران الأرض بدقة)...

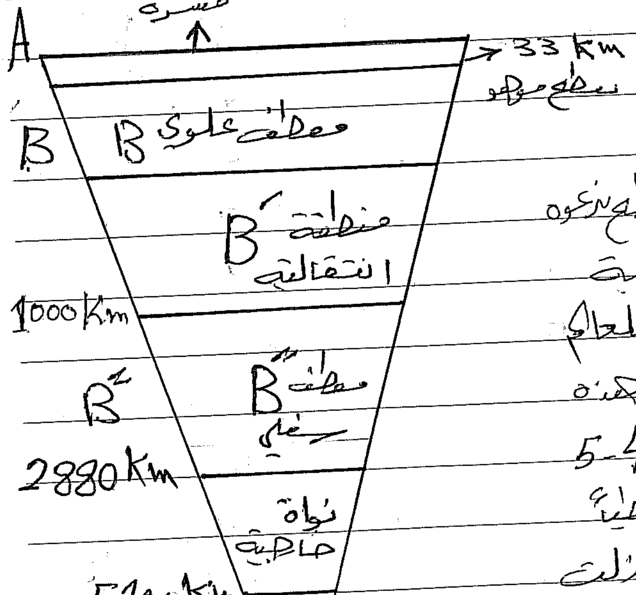
أما سرعة دورانها حول الشمس هي 29780 m/s وتدور حول نفسها خلال 23 ساعة و56 دقيقة و4 ثواني.

أما سرعة دورانها حول نفسها 465 m/s لذلك تقطع خلال ساعة واحدة زاوية مقدارها 15° (درجة دائرية).

* قسمت الأرض داخلياً حسب معطيات الحرارية وبسبب الاختلاف في كل من الفيزيائية والكيميائية من كثافة ومكونات معدنية وعناصر أخرى بالإضافة للحرارة والميكانيكية والكيميائية إلى الطبقات التالية:

1. الطبقة القشرة الأرضية ويسميها البعض الطبقة (A) والتي تمتد حتى العمق 33Km تقريباً بشكل تقريبي وهذا الرقم متغير فهو يزداد تحت القارات (اليابسة) وتحت الجبال وقد يصل إلى (60-70) Km ولكن تحت المحيطات يتناقص إلى (5-7) Km وتتألف هذه القشرة من ثلاث طبقات هي:

1- الرسوبية
2- الغرانيتية
3- البازلتية



ويفصل بين الطبقة الرسوبية والغرانيتية سطح يدعوه سطح الركيزة البلورية ويفصل بين الطبقة الغرانيتية والبازلتية سطح نسميه كونراد نسبة للعالم الذي وجده وتختلف السرعة السايزمية عن هذه الأنواع ففي الرسوبيات تتراوح سرعتها من 4-5 KM وهي السرعة الطولية وفي الغرانيت سرعتها بحدود 6.5 Km بالثانية وفي شريحة البازلت سرعتها 7.2 KM.Sec. ويفصل بين القشرة الأرضية والمعطف سطح يدعى بسطح موهوروفيتش تقعر

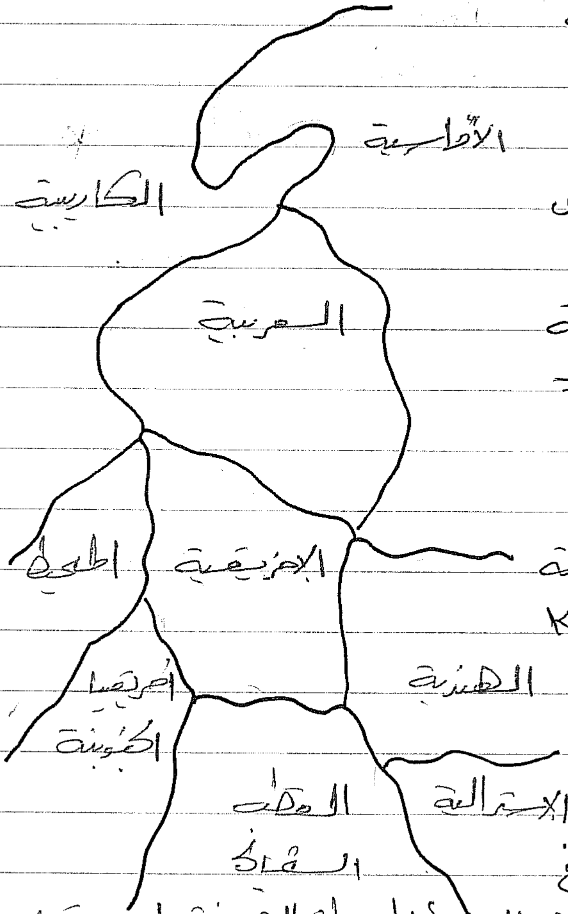
0 1 المبتدأ والخبر 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

السرعة إلى (8 - 8.3) Km.sec. اعتباراً من هذا السطح وحتى العمق بحدود 2900 Km تدعى هذه الثخانة بالمعطف وينقسم المعطف إلى ثلاث شرائح:

B 1″- معطف علوي: ضمن هذا المعطف العلوي هناك حركة من الصخر القاسي تشكل من القشرة طبقة تدعى الليثوسفير هذه الطبقة تتكسر بسبب مسايرتها ومرونة الصخر التي تقع أسفلها وتقسم الأرض إلى مجموعة صفائح عددها المعروف إلى الآن هو 24 صفيحة ومنها الصفيحة العربية

B′ 2″ أسفل طبقة الليثوسفير حيث تبدأ بثخانة من الصخور الطافية واللينة ذات الحركة الدائمة والتي تؤدي إلى تكسر الغلاف الصخري لها (الليثوسفير) إلى مجموعة من الصفائح والتي منها الصفيحة العربية سماكة هذه الصفائح متغيرة بين اليابسة والمحيطات وتصل بشكل وسطي إلى 70Km فهي تسبح فوق هذه الطبقة الطافية مما يؤدي إلى حدوث الزلازل المتكررة.

B″ 3″ أسفل طبقة المعطف العلوي: هناك طبقة تدعى (B‴) طبقة انتقالية حتى 1000 Km تبدأ السرعة بالازدياد في هذه الطبقة الانتقالية حيث التزايد فيها مختلف ويستمر السرعة بالتزايد في الطبقة السفلى أو المعطف السفلي الذي تبلغ السرعة فيه حداً أعظمياً 13.7 Km.



(أهم الصفائح المحيطة بالصفيحة العربية)

هناك سطح يفصل المعطف عن النواة يسمى هذا السطح بسطح غوتنبرغ هذا السطح الذي يفصل بين المعطف والنواة كروية.

هناك منطقة انتقالية بحدود 150 Km بين المعطف والنواة التي تبدأ؟ لصخور طافية وذات حرارة عالية.

الموضوع : .... / /

بعد 5100 Km تبدأ النواة الداخلية الصلبة أما في النواة الخارجية فتهبط السرعة مباشرة من 13.7 إلى 8.3 Km/s وتنعدم سرعة الموجة العرضية في النواة الخارجية والسبب يعود إلى كون هذه الموجة لا تنتشر في السوائل و الغازات.

بعد الانتهاء من النواة الخارجية تبدأ من العمق 5100 Km النواة الداخلية وهي نواة صلبة ترتفع السرعة السيزمية الطولية فيها بشكل متزايد إلى أن تصل إلى 11.5 Km.sec ويعود ظهور الموجة العرضية حتى العمق 6370 Km هنا تبرز الأهمية من وجهة النظر الزلزالية حيث أن أكثر الهزات بشكل عام في طبقة الليتوسفير (الغلاف الصخري أو الطبقة التكتونية) التي تشكل ما يسمى بالصفائح وحيوية حركتها زلازل أرضية.

في الوقت الحالي من القرن الماضي تم جمع معلومات تمثل الحالات التي وصلت إليها الدراسات الجيوفيزيائية والزلزالية وقد مكنت تفسير الخصائص الفيزيائية التالية:
الكثافة - السرعة - الضغط - الحرارة مع العمق أي تغير البارامترات على الأرض.