الجمهورية العربية السورية

جامعة البعث

كلية العلوم

الفصل الثاني

2019-2020

قسم الجيولوجيا - السنة الثالثة

علم الزلازل

نظري

المحاضرة الخامسة

د. حمزة الدنيا

الموضوع: ....   /   /

أحزمة النشاط الزلزالي الرئيسية العالمية

* من هذه الأحزمة نذكر أهمها:

1. حزام موجود ضمن المحيط الهادي...
2. حزام موجود ضمن المحيط الأطلسي...
3. حزام موجود ضمن القطب الجنوبي
4. حزام مرتبط بالسلاسل الجبلية القارية الكبيرة

وفي سوريا هناك شبه حزام يقع على امتداد الصدع العربي الأفريقي وقد تبين دراسيا (حسب برنجي) كل 300 ← 400 سنة يحدث زلزال قوي ولكن يبقى هذا افتراضا لأنه ناتج عن قراءة إحصائية غير دقيقة

* تصنيف الزلازل:

ooo أولاً: التصنيف حسب عمق البؤرة وهو كالتالي:

- من 0 وحتى 10 km يعتبر زلزال سطحي.
- من 10 وحتى 70 km يعتبر زلزال قليل العمق.
- من 70 وحتى 300 km يعتبر زلزال متوسط العمق.
- من 300 وحتى 700 وإلى 800 km يعتبر زلزال عميق.

ولم تسجل زلازل بأعماق تجاوزت 700 إلى 800 km على مستوى العالم

ooo ثانياً: التصنيف حسب البنية المولدة للزلزال وهي:

- زلزال تصادم الصفائح...
- زلزال صدوع...
- زلزال أعراف محيطية...

ثالثاً: التصنيف حسب موقع من الصفائح:

إما أن يكون الموقع ضمن الصفيحة وهذا قليل إما أن يكون الموقع ضمن الصفيحة وهذا قليل وإما يكون على أطراف الصفيحة

ooo رابعاً: التصنيف حسب قدر الزلزال (شدة الزلزال) ونرمز للقدر أو الشدة M.

- إذا كانت M أصغر أو تساوي 3 نسميه زلزال صغير
- إذا كانت M أصغر أو تساوي 5 نسميه زلزال متوسط

/ /

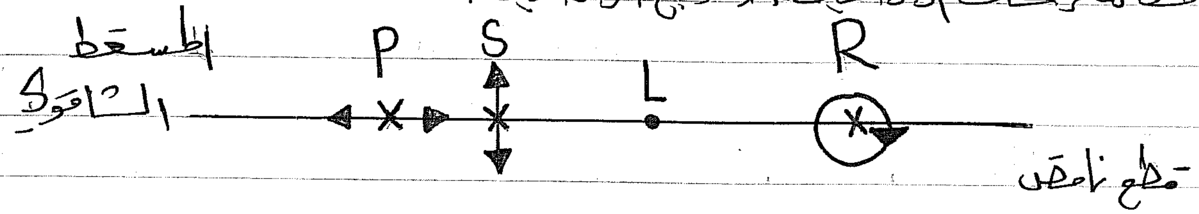
الموضوع : ....

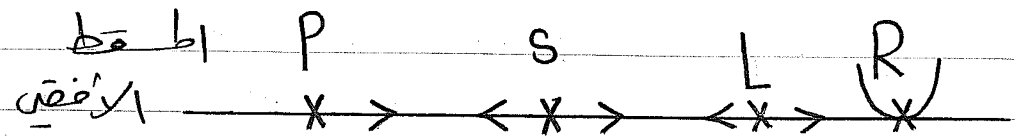
• إذا كانت M أصغر أو تساوي 7.5 سمي زلزال كبير

• إذا كانت M أكبر أو تساوي 8 سمي زلزال مدمر

* قراءة السجلات الزلزالية :

أولاً : المساقط للحركات الزلزالية للأمواج الزلزالية :


المسقط الشاقولي
P
S
L
R
قطع ناقص


المسقط الأفقي
P
S
L
R

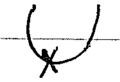
• مسقط شاقولي لموجة رايلي قطع ناقص ⬭

• مسقط شاقولي لموجة لوف صفر .. •

• مسقط شاقولي لموجة عرضية ↕

• مسقط شاقولي لموجة طولية ↔

• مسقط أفقي لموجة رايلي نصف قطر



• مسقط أفقي لموجة لوف ↔

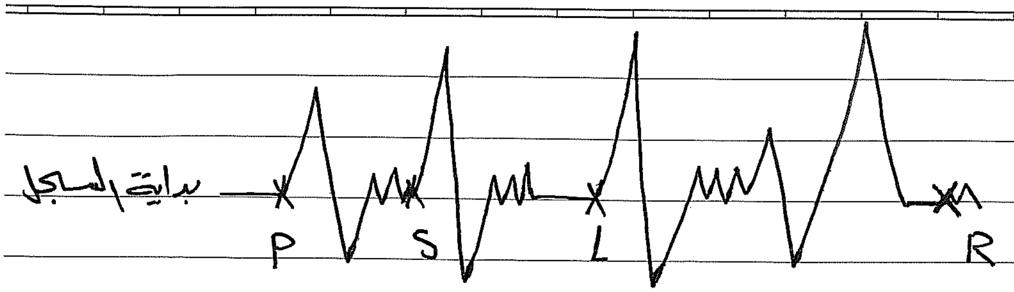
• مسقط أفقي لموجة عرضية ↔

• مسقط أفقي لموجة طولية →

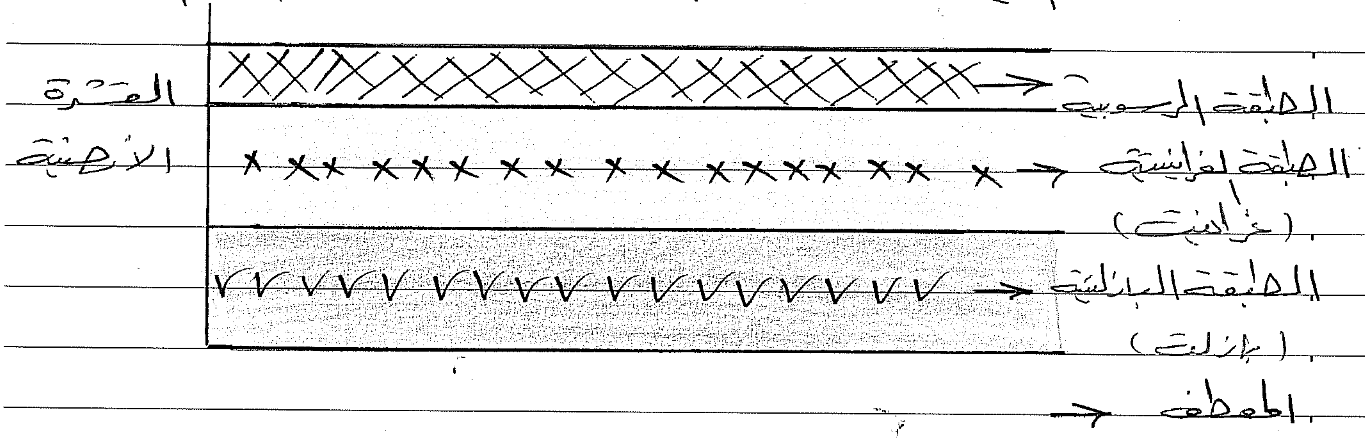
/ /

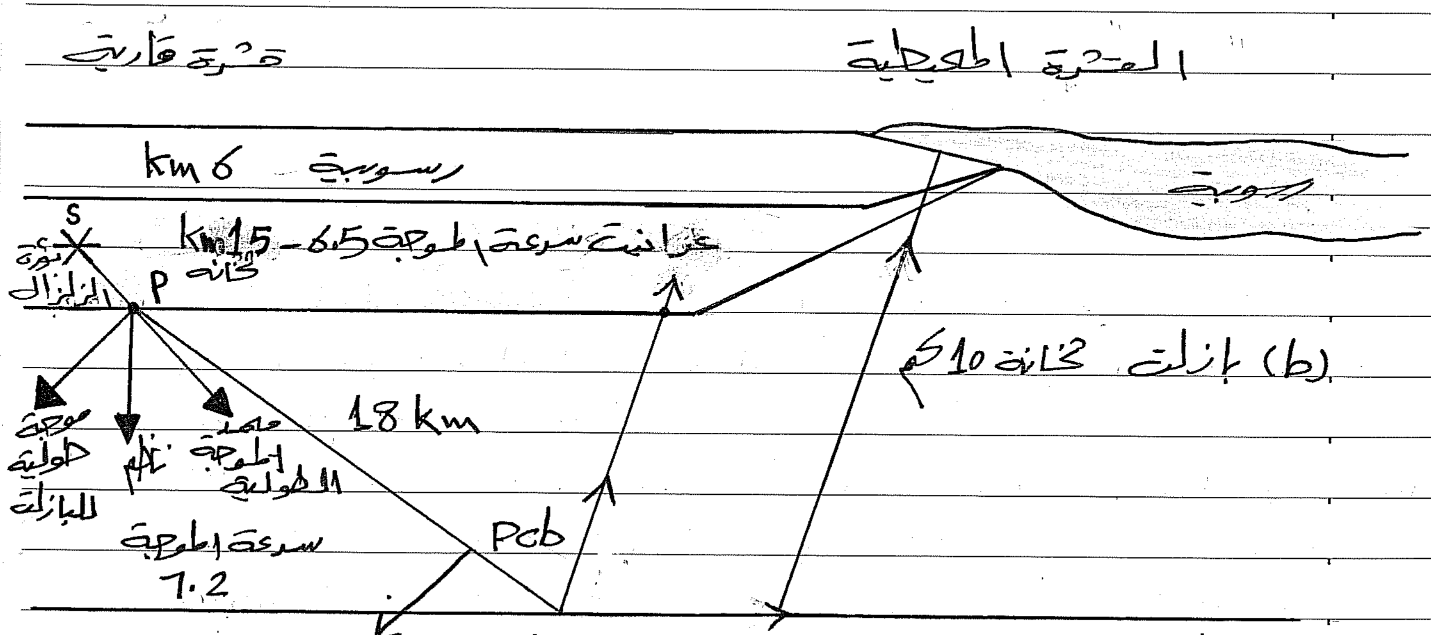
الموضوع : ....

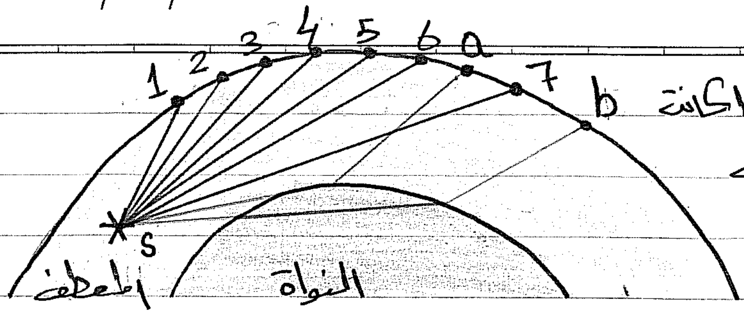
السجل يبدأ :


بداية السجل
P
S
L
R

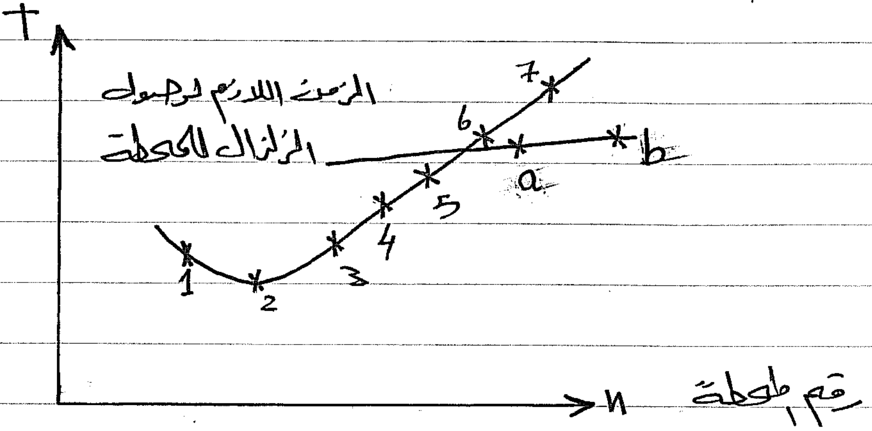
الحركات الزلزالية التي تشاهد (تقرأ) حسب الأرضية (مصادرها من البيئة جيولوجية)

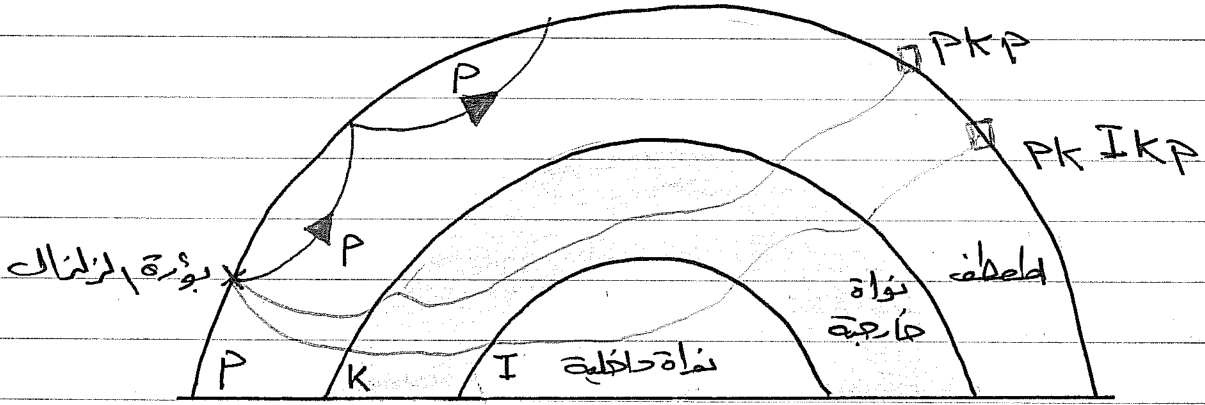

القشرة
الأرضية
الطبقة الرسوبية
الطبقة الغرانيتية
(غرانيت)
الطبقة البازلتية
(بازلت)
الموهو


قشرة قارية
القشرة المحيطية
km 6 رسوبية
رسوبية
غرانيت سرعة الموجة 6.5 - km15
ثخانة
S
بؤرة الزلزال
P
موجة طولية للبازلت
موجة الطولية
18 km
Pcb
سرعة الموجة
7.2
بازلت ثخانة 10 كم (b)
منعكسة
موهو
موهو


1
2
3
4
5
6
a
7
b
S
المعطف
النواة

عندما يبتعد الشعاع عن الناظم إذا كانت
السرعة في طبقة ثانية أكبر من
الطبقة الأولى




P
P
PKP
PKIKP
بؤرة الزلزال
المعطف
نواة
خارجية
نواة داخلية
P
K
I

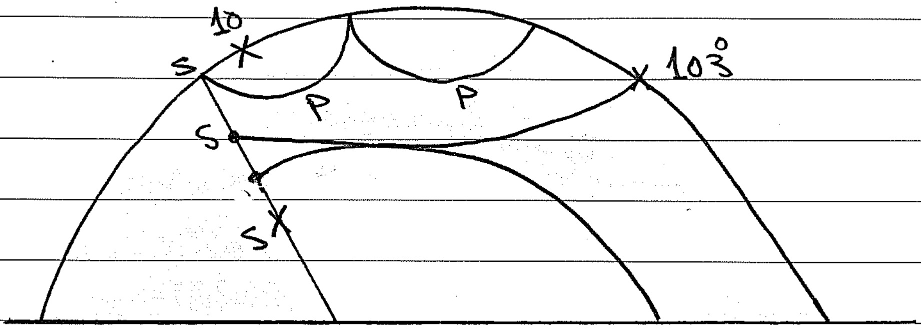
●●●●● نشاهد فنلاحظ عند شرح وتفسير مسارات الأشعة ضمن بنية الأرض

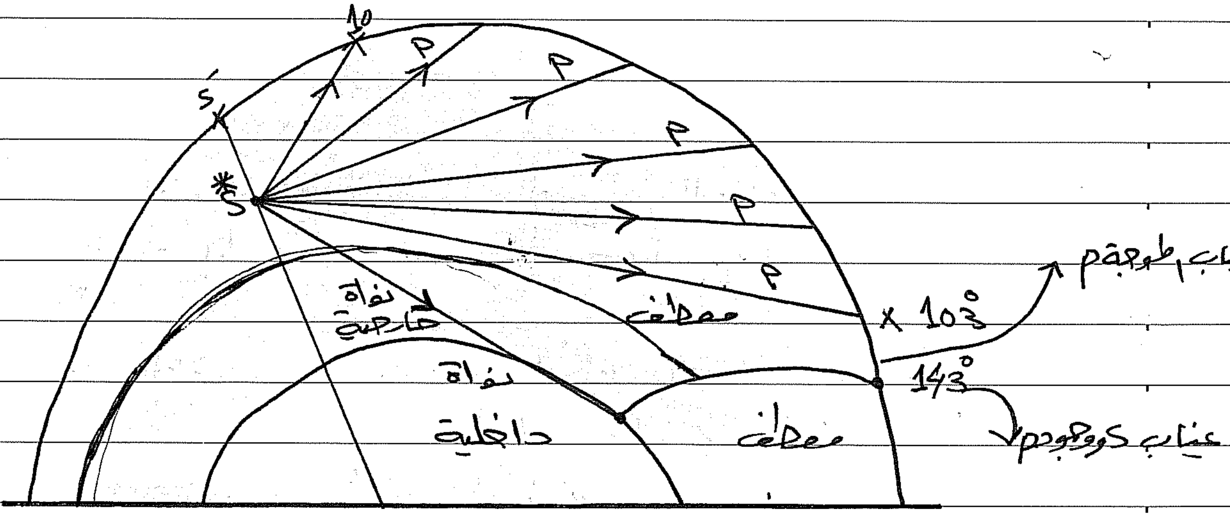
أولاً: بشكل عام تتزايد السرعة في القشرة الأرضية وتزايدها يتبع لنوعية الصخور
التي تقلل أو تخفض من هذا التزايد أو ترفع منه

ثانياً: في المعطف نلاحظ طبقة من أعالي المعطف وعلى العمق 150 ← Km200
تكون السرعة تقريباً واحدة إلا أنه بعد هذا العمق على العمق 800 ← 900 Km
نلاحظ تزايد في السرعة بشكل كبير فهي تتغير من 8 Km/sec إلى
11.7 Km/sec ما بعد العمق من 800 ← 900 Km
حتى نهاية المعطف 2900 Km نلاحظ تزايد تدريجي في السرعة
من 11.7 Km/sec حتى 13.7 Km/sec

وعندما تدخل الموجة في النواة الخارجية فجأة تنخفض من 13.6 Km/sec إلى 8 Km/sec لتبدأ بعدها بالتزايد التدريجي في النواة الداخلية لتصل إلى 11,5 Km/sec.

- في القراءة الأولية للسايزموغرام السطحي نجد أن بين الدرجة 10° والدرجة 103° مسموح في استقبال موجات نوع P.


10°
S
P
P
103°
S
S


10°
S
P
P
P
P
P
*S
نواة خارجية
معطف
نواة داخلية
معطف
103°
143°
غياب الموجة P
غياب S ووجود P

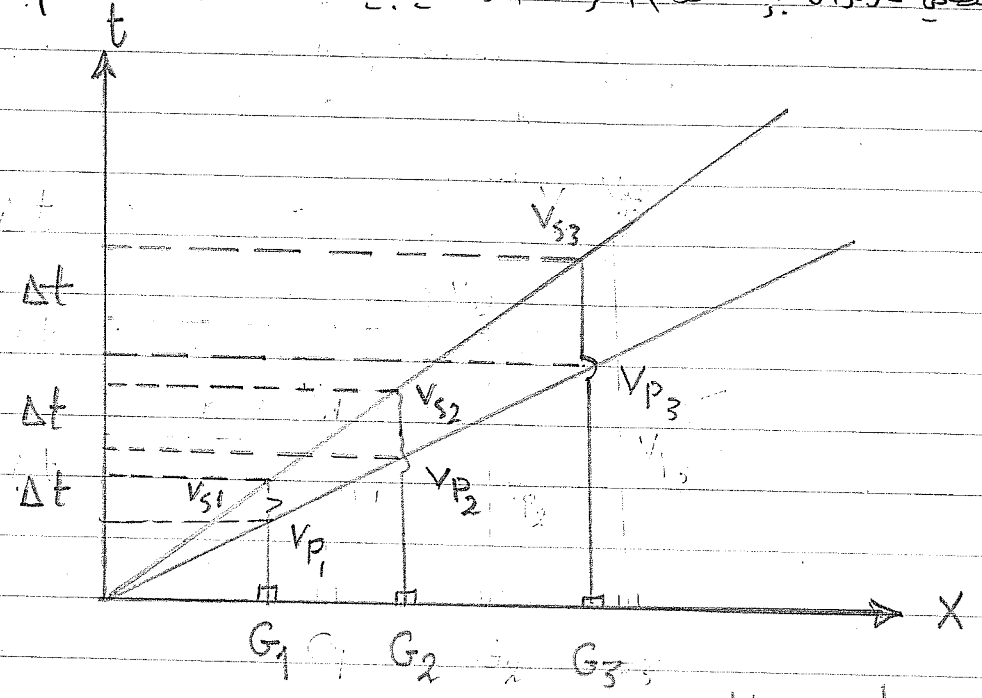
- من الدرجة 103 إلى 143 نجد أن هناك غياب الموجة P
- من الدرجة 143 إلى 180 غياب للموجة العرضية S لأنها لم تخترق النواة الخارجية.

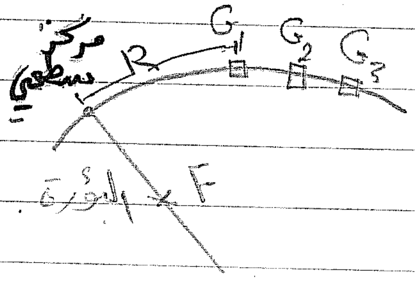
0 1 المبتدأ والخبر 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

* تحديد المركز السطحي للزلزال :

هنالك عدة طرق لإيجاد المركز السطحي للزلزال ومن ثم بؤرته وتتلخص إحدى هذه الطرق الهامة باستخدام ثلاثة محطات لا تقع على مستقيم واحد.

يحدد المركز السطحي للزلزال باستخدام الفرق الزمني بين وصول الأمواج الطولية والعرضية.





** لحساب المركز السطحي نتبع ما يلي:

أ- نحسب أزمنة الوصول للأمواج العرضية والطولية.

$$(1) \quad t_2 = \frac{R}{V_s} \quad , \quad t_1 = \frac{R}{V_p}$$

ب- نحسب الفرق بين وصول الموجة الطولية والعرضية

$$(2) \quad t_2 - t_1 = \Delta t$$

حيث R هي البعد بين المحطة والمركز السطحي.

$$\Delta t = \frac{R}{V_s} - \frac{R}{V_p}$$

$$\Delta t = R.\left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p}\right)$$

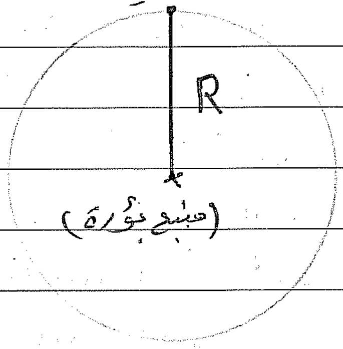
$$\Delta t = R.\left(\frac{V_p - V_s}{V_s . V_p}\right)$$

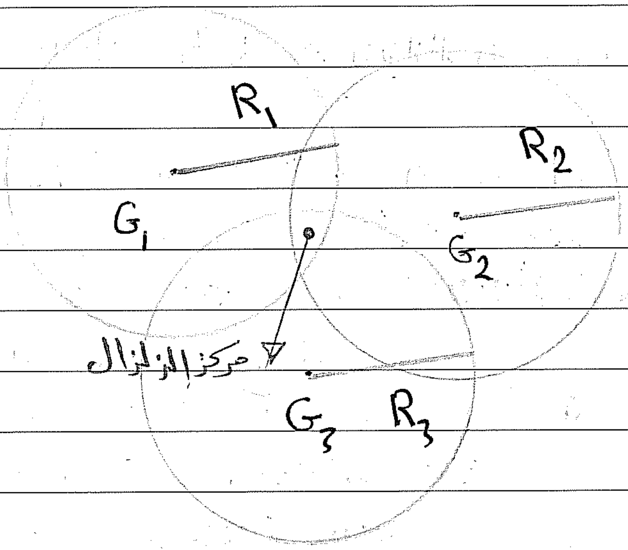
$$\boxed{R = \frac{\Delta t \cdot V_P \cdot V_S}{V_P - V_S}}$$

و هذه هي المسافة بين المحطة والمركز الموجود على محيط دائرة

لمعرفة مكان وضع المركز السطحي: يجب أخذ ثلاث محطات على الأقل وبالتالي نحسب لكل محطة قيمة Δt وبالتالي نحسب R لكل محطة فنحصل في النهاية على الأقل على ثلاث دوائر متقاطعة

فيكون مكان التقاطع هو مركز الزلزال




R_1
R_2
G_1
G_2
مركز الزلزال
G_3
R_3

* إيجاد بؤرة الزلزال وفترة حدوثه : ((سؤال دورة))

- هناك طرق عديدة لمعرفة بؤرة الزلزال ولتحديدها ولكن من الطرق الهامة هي / طريقة الإحداثيات الفراغية / أ

نفرض أن الزلزال إحداثياته (X ، Y ، Z) إحداثيات نقطة حدوث الزلزال (بؤرة الزلزال. فإذا أخذنا محطتين على سطح الأرض استقبلا هذا الزلزال، إحداثيات المحطة الأولى (x_1, y_1, z_1) وإحداثيات المحطة الثانية (x_2, y_2, z_2)

١- إذا قمنا بحساب البعد بين المحطتين :

البعد بين المحطتين ، $D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}$

٢- نحسب البعد بين المحطتين وبؤرة الزلزال d_1 ، d_2

$$d_1 = \sqrt{(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 + (Z - Z_2)^2}$$

٣- إذا فرضنا أن : t_0 زمن حدوث الزلزال وأن زمن وصوله إلى المحطة الأولى (V_{P_1}, V_{S_1}) الزمن هو $(t_{V_{P_1}}, t_{V_{S_1}})$

* $d_1 = V_{P_1}(t_{P_1} - t_0) = V_{S_1}(t_{S_1} - t_0)$

$$* \quad d_2 = v_{p_2}(t_{p_2} - t_0) = v_{s_2}(t_{s_2} - t_0)$$

بالقسمة : $\frac{d_1}{d_2}$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{t_{p_1} - t_0}{t_{p_2} - t_0} = \frac{t_{s_1} - t_0}{t_{s_2} - t_0} = m \quad (\text{ثابت})$$

المجهول هو t_0 :

$$\Rightarrow \boxed{t_0 = \frac{t_{s_2} t_{p_1} - t_{s_1} t_{p_2}}{t_{p_1} - t_{p_2} + t_{s_2} - t_{s_1}}}$$

إذا عوضنا

$$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{(X - X_1)^2 + (y - y_1)^2 + Z^2}{(X - X_2)^2 + (y - y_2)^2 + Z^2} = m^2$$

$$Z = (Z - Z)^2$$

• لأنه مساوية . يمكن كتابة هذه المعادلة على الشكل التالي :

$$\left(X - \frac{X_1 - m^2 X_2}{1 - m^2}\right)^2 + \left(y - \frac{y_1 - m^2 y_2}{1 - m^2}\right)^2 + Z^2 = \left(\frac{m \cdot D}{1 - m^2}\right)^2$$

$$D = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

تمثل معادلة كرة . إحداثيات البؤرة تحققها .

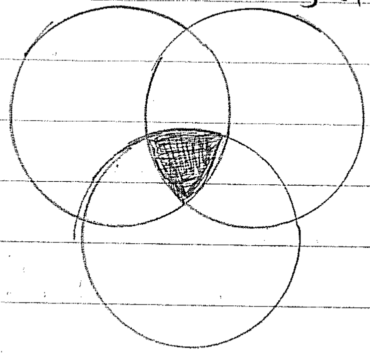
وبأخذ محطتين أخريين نحسب منها كذلك الدائرة التي نصف قطرها D :

$$\left(\frac{m \cdot D}{1 - m^2}\right)^2$$

- وبإعادة الطريقة بين زوجين آخرين من محطات التسجيل نحصل على ثلاث كرات أحداثيات المركز لهذه الكرات معروف ونصف أقطارها كذلك معروف

0 1 المبتدأ والخبر 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

وبالتالي نرسم ثلاث كرات فتتقاطع هذه الكرات الثلاث ضمن قطاع محدود مركزه هو بؤرة الزلزال.



* قياس الشدة الزلزالية:

تعني شدة الزلزال أي شدة الموجة ضمن لاقط الزلزال أو محطته، لكن للتعرف على مقدار الشدة (شدة الزلزال) وأحيانا نسمي بقدر الزلزال والقدر هو طاقة الزلزال فوضعت عدة مقاييس من هذه المقاييس وأولها المقياس التالي: يسمى مقياس ميركالي: هذا المقياس يتألف من 12 درجة وهو يصف الحدث والتأثير الناتج عن هذا الحدث على الطبيعة والإنسان يتألف على الشكل التالي:

١- لا يشعر به الناس إنما يسجل بالسجلات يلتقطه الجهاز ويسجله.
٢- يشعر به عدد قليل جداً من الناس الموجودين في الطوابق العليا التي تزيد عن خمس طوابق.
٣- يشعر به جميع سكان الطوابق المرتفعة، التي تزيد عن ٣ طوابق
٤- يشعر به السكان ويؤدي إلى هلع أي يوقظ بعض النائمين ويستدل عليه من تكسر الزجاج في المنازل.
٥- يشعر به البشر في الشوارع وفي كل الطوابق.
٦- زلزال واضح تتحرك به أثاثات المنزل وتتشقق بعض الأبنية الإسمنتية وتتهدم بعض المناطق القديمة (الطينية)
٧- يشعر به الناس بشدة ويهدم بتهديم كامل للأبنية الطينية ويشقق بعض جدران المنازل الإسمنتية.
٨- يؤدي إلى تخريب واضح في البناء الإسمنتي ويهدم بعض الجدران.
٩- يؤدي إلى تخريب كبير وتهديم في مختلف الأبنية وتكسر في الأبنية الأرضية
١٠- يحدث تشققات واضحة في باطن الأرض وعلى سطحها وتنزلق الكتل

الموضوع : .... / /

الصخرية من مواطنها .

٢- يؤدي إلى تغير في المعالم الخارجية وتهديم الكثير من المباني ولا يبقى إلا ما ندر

٣- لم يبق لها فناء ودمار كامل للأبنية والمنشآت الهندسية لم يبق إلا نادراً

ع

المحاضرة الخامسة

8/5/2013

تحديد المركز السطحي والبؤرة الزلزالية

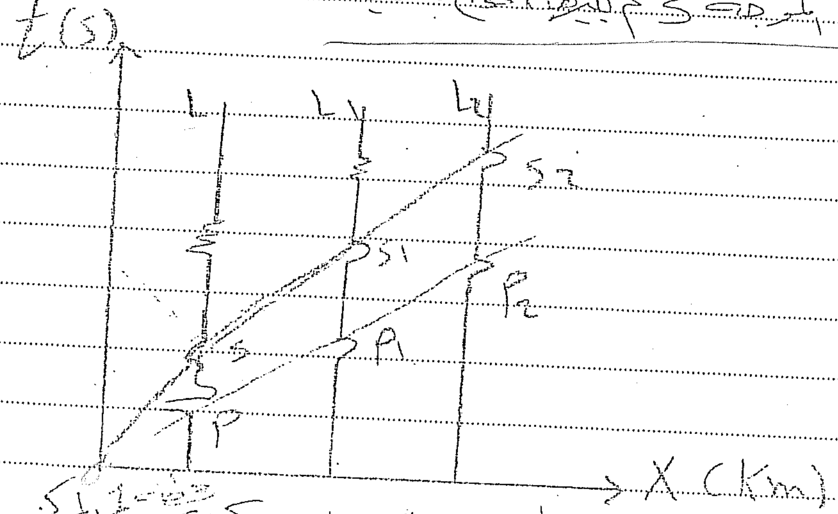
أولاً: تحديد المركز السطحي:

إن علم الزلزال السيزمولوجيا يهتم ليس فقط بدراسة الأرض ومكوناتها والطبقات والصخور التي تحويها وعناصر المعطف والنواة وغير ذلك من انتشار الحقل الموجي المولد من قبل الزلزال والمنتشرة في باطن الأرض إنما يهتم كذلك بدراسة بيانات هذا الزلزال أي عمق بؤرته ومكانه مركزه السطحي بالإضافة الى أمور أخرى عن تحديد لشدة الزلزال والقدر الذي يقاس بعدة مقاييس منها مقياس ريختر أو غير ذلك

إننا سوف نتحدث على كيفية تحديد المركز السطحي وعمق البؤرة في هذه المحاضرة للمرور على ماهية الطبقات وأغلفة الأرض. أما تحديد المركز السطحي فيتم بالشكل التالي:

لابد من استخدام ثلاث محطات رصد على الأقل لا تقع على خط واحد بحيث يتم تسجيل أزمنة وصول الموجه الزلزالية أو الهزة في هذه المناطق بحيث يصل الى اللاقط أجهزة الرصد

أولاً الموجة P ثم يليها الموجة S ثم يليها أمواج سطحية

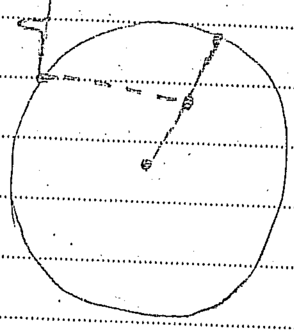


كما هو واضح تصل الموجة الطولية أولاً ثم يليها الموجة العرضية يمكن تحديد المركز السطحي استناداً الى محطات رصد زلزالية ثلاثة لا تقع على استقامة واحدة وبالتالي تقع على رؤوس مثلث ولحساب البعد المركزي للزلزال عن هذه المحطات تجري العمليات التالية طبعاً هناك عدة طرق لتحديد المركز السطحي من هذه الطرق طريقة الدوائر المتماسة أو طريقة أخرى الدوائر المتقاطعة أو ما يسمى بالطريقة الرياضية أو غير ذلك

سوف نتحدث على إحدى هذه الطرق وهي طريقة الدوائر المتقاطعة

طريقة الدوائر المتقاطعة :

ليكن لدينا محطة رصد واحدة تسجل أزمنة وصول للموجة الطولية والموجة العرضية على الشكل التالي :



$$\Delta t = t_s - t_p \quad ②$$

$$= \frac{R_s}{V_s} - \frac{R_p}{V_p}$$

$$= \frac{R}{V_s - V_p}$$

$$\Delta t = R \cdot \left(\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right) \quad \text{نضرب ب}$$

$$\Delta t = R \left(\frac{V_p - V_s}{V_p \cdot V_s} \right) \Leftarrow V_p \cdot V_s$$

$$\boxed{R = \frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s} \cdot \Delta t} \qquad R = \left(\frac{\cancel{V_p - V_s}}{V_p \cdot V_s} \right) \cdot \Delta t$$

حيث : V_p : السرعة الطولية للموجة

V_s : السرعة العرضية لها

Δt : الفاصل الزمني بينهما

R : هي البعد عن المركز أي المسافة بين المركز ومحطة الرصد (1)

بما أن V_p، V_s ثابتة لكل المحطات 1، 2، 3 لنفس الموجة هذا يعني أنه يقع المركز السطحي على محيط كرة نصف قطرها R

من محطة واحدة نحسب $R_1 \Leftarrow$

$$R_1 = C \cdot \Delta t_1$$

حيث :

$$C = \frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s}$$

إن المركز يقع على محيط هذه الكرة ولكن لا نعلم أين هذه النقطة لذلك نحن بحاجة إلى محطة أخرى نحسب منها ΔR_2 وبالتالي $\Delta t_2 \Leftarrow$

$$R_2 = \frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s} \cdot \Delta t_2$$

وبالتالي هذا يعني :

أن المركز يقع على محيط هذه الكرة نكرر العملية بحساب Δt_3 من محطة ثالثة ونحسب منها R_3 ونرسم الدائرة التي نصف قطرها R_3 وبالتالي إن نقطة التقاطع بين الدوائر الثلاثة تكون هي المركز السطحي

/ / اسم كيفية تحديد البؤرة الزلزالية رقم صفحة

تحديد بؤرة الزلزال و الزمن الذي حدث فيه هذا الزلزال أي " بداية انطلاق موجة الزلزال التي من هذه البؤرة !!

إن معظم الزلازل التي حدثت وتحدث يكون عمق بؤرتها أقل من ٥٥ كم غالبًا وهناك زلازل عددها قليل نسبيًا حدثت لأعماق أقل من ٧٠٠ كم وبالتالي يمكن أن نقول إن الزلازل التي تحدث لا يمكن أن يزيد عمقها عن ٧٠٠ كم

لتحديد البؤرة الزلزالية وزمن حدوث نتبع الخطوات التالية

نفرض أن عمق البؤرة H

وإن إحداثياتها هي X, Y, Z بالجملة السينية

نأخذ زوج من محطات الرصد (محطتين) إحداثيات كل منها هي :

المحطة الأولى : X_1, Y_1, Z_1

المحطة الثانية : $X_2\ Y_2\ Z_2$

نحسب البعد بين المحطتين ونرمز له بالرمز d

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2}$$

وبما أن المحطتين على سطح الأرض وقريبتين من بعضهما البعض

$$\left. d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \right\} 2$$

البعد بين المحطة 1 والبؤرة

$$\left. \begin{array}{l} D_1 = \sqrt{(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z)^2} \\ D_2 = \sqrt{(X - X_2)^2 + (y - y_2)^2 + (Z)^2} \end{array} \right\} ①$$

وبما أن الزمن للوصول إلى المحطة الأولى هو t_{1s} و t_{1p} (للوصول إلى المحطة 1)

وأن 〃 〃 〃 〃 الثانية هو t_{2p}, t_{2s} (للوصول إلى المحطة 2)

$$\left. \begin{array}{l} D_1 = V_p(t_{p1} - t_0) = V_s(t_{s1} - t_0) \\ D_2 = V_p(t_{p2} - t_0) = V_s(t_{s2} - t_0) \end{array} \right\} ③$$

$$\boxed{\frac{D_1}{D_2} = \frac{t_{s1} - t_{p1}}{t_{s2} - t_{p2}} = m}$$

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

بحل هذه المعادلة نجد:

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

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 لو أخذنا زوجين آخرين من محطات الرصد لحسب أنصاف أقطار كل منها

ينتج لدينا ثلاث كرات مركزها معروف وعند لكل كرة نصف قطرها معروف لكل كرة

نرسم هذه الكرات فيكون منطقة التقاطع بينهما 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 أن أنصاف الأقطار المعروفة تحدد

مركز البؤرة أما الزمن فتحدده من العلاقة ③ حيث تصبح جميعها معروفة

نحدد قيمة t_0 المطلوبة