التخطيط لمقاومة الزلازل وادارة الكوارث

(رقم المساق 10616450)

مدرس المساق: أ. د. جلال الدبيك

Part 1: التخطيط لمقاومة الزلازل

1. Introduction to Seismology.
2. Site effect factors.
3. The influence of architectural configuration on seismic performance of Buildings.

Part 2: التخطيط لادارة مخاطر الكوارث

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Chapter One

الفصل الأوّل

علم الزلازل

Seismology

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

علم الزلازل
Seismology

مقدمة Introduction :

ان أسوأ الكوارث الطبيعية التي شهدتها الكرة الأرضية كان سببها في الغالب الهزات الأرضية, مما جعل العلوم الهندسية تركز اهتمامها بدراسة و تحليل تلك الزلازل وصولا الى ايجاد معايير و كودات بناء لتصميم و تنفيذ منشآت مقاومة لأفعال الزلازل.

فالزلازل أو الهزات الأرضية هي احدى الظواهر الطبيعية التي تؤثر على بقاع عديدة من الكرة الأرضية بصورة دورية و منتظمة تقريبا، وتؤثر على مواقع أخرى بصورة مفاجئة مسببة في كلا الحالتين الكوارث والدمار اذا كانت شدتها كبيرة، واذا صادف وكانت بؤرتها تحت أو قرب مناطق مأهولة بالسكان.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Failure of non-structural components may cause death or injury from:

- falling panels, masonry or glass
- collapsed ceiling components
- falling fittings and fixtures
- debris blocking exit ways, etc.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Design of non-structural elements is important because:

- **Non-structural parts of a building have the potential to modify earthquake response of the primary structure in an unplanned way. This can lead to severe structural damage or even collapse.**

- **Damage to non-structural elements themselves may prevent the building from functioning after an earthquake, or make it useless, even though the structure remains sound.**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

...Earthquakes?

تعرف الهزات على أنها ظاهرة فيزيائية بالغة التعقيد، تظهر كحركات عشوائية للقشرة الأرضية على شكل ارتعاش و تحرك و تموج عنيف، وذلك نتيجة لإطلاق كميات هائلة من الطاقة من باطن الأرض، وهذه الطاقة تتولد نتيجة لإزاحة عمودية أو افقية بين صخور الأرض عبر الصد وع التي تحدث لتعرضها المستمر للتقلصات والضغوط الكبيرة.

An earthquake is the result of a sudden release of energy in the Earth's crust that creates seismic waves. The seismicity or seismic activity of an area refers to the frequency, type and size of earthquakes experienced over a period of time.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Intensity of Earthquakes

- تتراوح الزلازل في شدتها من هزات خفيفة بسيطة الضرر الى هزات عنيفة تؤدي الى تشقق سطح الأرض و تكوين الانزلاقات الأرضية و تحطيم المباني و الطرق و خطوط الكهرباء و المياه ....,
- و يتعاظم تأثير الهزات في الأراضي الضعيفة خصوصا في الرواسب الرملية و الطينية حديثة التكوين.

و يعلل ذلك بأن هذه الرواسب تهتز بعنف بسبب انخفاض معاملي مرونتها و صلابتها **Modulus of Elasticity and Rigidity** و عدم مقدرتها على تخفيف التأثير التسارعي **Acceleration**.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Damage Heavy اضرار جسيمة

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Landslides انزلاقا ت ارضية

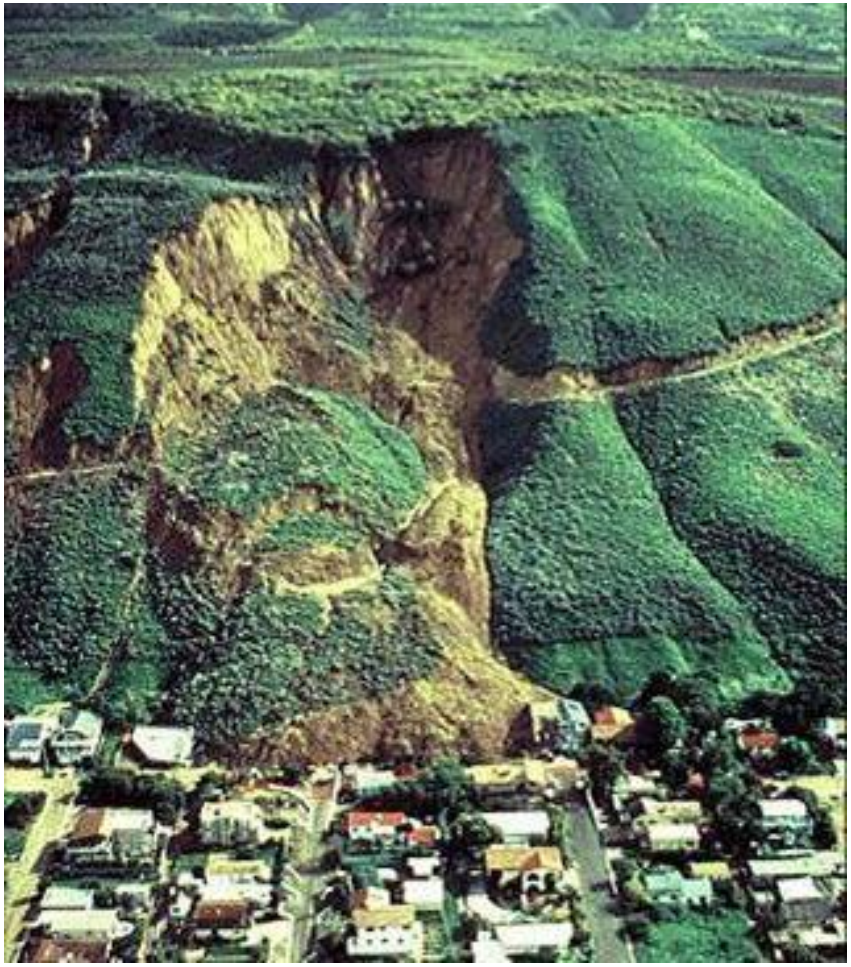
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Damage Heavy اضرار جسيمة

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Damage Heavy **اضرار جسيمة**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



Landslides

انزلاقا ت ارضية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Seismology علم الزلازل

تعرف السيسمولوجيا على أنها علم الهزات الأرضية أو الزلازل و هي أحد فروع الجيوفيزياء , و يهتم علم الزلازل بشكل عام ب:

دراسة هيكلية و طبقات الكرة الأرضية.

أصل و سبب و آلية الهزات.

A seismologist is…….??.

A seismologist is a scientist who studies earthquakes and seismic waves.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Seismic Engineering

هندسة الزلازل

تعتمد هندسة الزلازل على معطيات علم الزلازل , و تهتم بتحليل أثر الاهتزازات على العناصر الانشائية , و ذلك من خلال دراسة تصرف المنشآت عند حدوث الزلازل و الاستقرار للمنشآت .

و من الجدير بالذكر أنه خلال النصف الثاني من القرن العشرين تطورت هندسة الزلازل بشكل سريع , بحيث شملت جميع أنواع المنشآت (المدنية , الصناعية, الزراعية و غيرها) و أصبحت تعالج المشاكل الدقيقة للمنشآت.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

لقد تطورت العلوم الزلزالية بصورة متسارعة منذ المباشرة باستعمال أجهزة التسجيل الزلازل في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي و تتوزع حاليا على سطح الأرض المئات بل الآلاف من أجهزة و محطات الرصد الزلزالي

و تعمل حاليا العشرات من المعاهد الدولية في مجال تحليل التسجيلات الزلزالية و اعداد الخرائط و الدراسات الاحتمالية عن هذه الكوارث الطبيعية , حيث أصبح علم الزلازل حاليا من العلوم البيئية المهمة.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

استخدام التفجيرات الكيماوية
زلازل صناعية

Artificial earthquakes

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Artificial earthquakes

استخدام التفجيرات الكيماوية - زلازل صناعية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Artificial earthquakes

استخدام التفجيرات الكيماوية - زلازل صناعية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

أسباب الهزات الأرضية Earthquake Causes

قديما نظر الانسان الى الزلازل على أنها تعبيرا عن الغضب الالهي, و بقيت بالرغم من تكرار حدتها عبر العصور و الى الوقت الحاضر مثيرة للاحساس بعدم الطمأنينة و قد ساهم العلماء العرب و المسلمون في تقديم التفسيرات العديدة لحدوث الزلزال (السنوي 1997) و نذكر منهم ابن سيناء و اخوان الصفا و البيروني و القزويني و الأسيوطي و غيرهم,

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

أما في العصر الحديث فيعتبر العالم اولدهام Oldham 1900 و العالم ريد Raid 1910 من أوائل من وضع الأسس الفيزيائية لتفسير عملية حدوث الزلازل.

Bunjiro Koto, a geologist in Japan studying a 60-mile long fault whose two sides shifted about 15 feet in the great Japanese earthquake of 1871, who first suggested that earthquakes were caused by faults. Henry Reid, studying the great San Francisco earthquake of 1906, took the idea further. He said that an earthquake is the huge amount of energy released when accumulated strain causes a fault to rupture. He explained that rock twisted further and further out of shape by continuing forces over the centuries eventually yields in a wrenching snap as the two sides of the fault slip to a new position to relieve the strain. This is the idea of "elastic rebound" which is now central to all studies of fault rupture.

وبشكل عام يمكن تصنيف المصادر المسببة للهزات الأرضية الى ما يلي:

Earthquake Causes

أ- أسباب طبيعية لا دخل للانسان بها. **Natural**

ب- أسباب غير طبيعية. **Artificial**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Types of earthquakes
انواع الزلازل

There are many different types of earthquakes: -- - -

- tectonic,

- volcanic,

- and Collapse earthquakes .

The type of earthquake depends on the region where it occurs and the geological make-up of that region.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Tectonic Earthquakes الزلازل التكتونية

يصف المختصون الهزات الأرضية التكتونية بشكل عام بأنها الزلازل الواقعة على حدود الصفائح التكتونية

وتشكل 90% من مجموع الهزات الأرضية التي حصلت، ويتوفر لهذا الصنف العديد من الدراسات المختلفة.

The most common are **tectonic earthquakes**. These occur when rocks in the earth's crust break due to geological forces created by movement of tectonic plates.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

و تعتبر الهزات التكتونية أهم أنواع الهزات الأرضية الطبيعية، فاضافة لكون 90% من العدد الكلي للهزات المسجلة ذات طبيعة تكتونية، يوصف هذا النوع من الهزات :

- بشدته الكبيرة
- بتأثيره على مساحات كبيرة
- دمار و خراب كبير

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

حركة القشرة الأرضية و الفوالق التكتونية

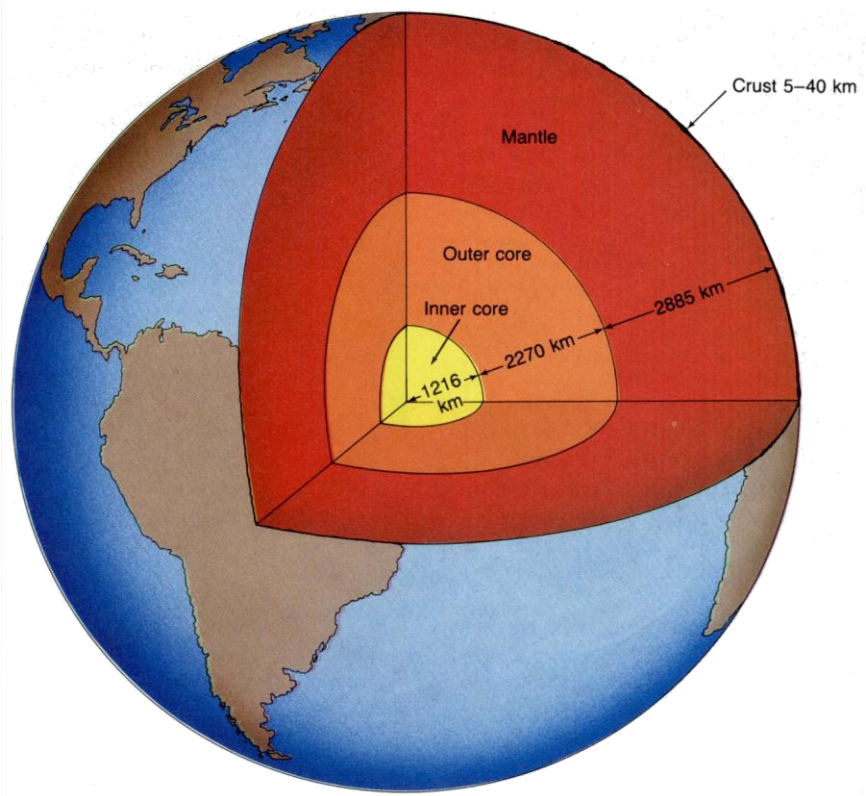
Crustal Movements and Tectonic Faults

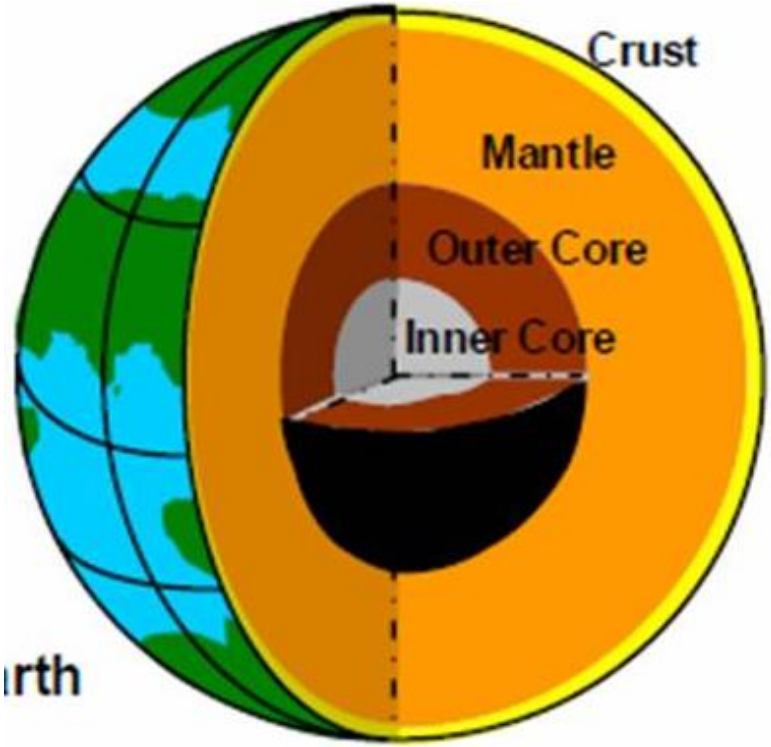
تتكون الكرة الأرضية من الأجزاء (الأنطقة) التالية:

القشرة الأرضية	Crust
غلاف الأرض الصخاري و المعروف باسم الليتوسفير	Lithosphere
غلاف الأرض الصهاري و المعروف باسم	Asthenosphere
غلاف النواه الخارجية	Outer Core
نواة الأرض	Inner Core

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

تتكون الكرة الأرضية من الأجزاء (الأنطقة) التالية:

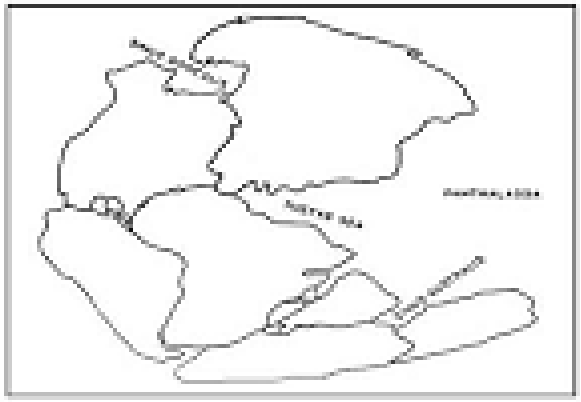




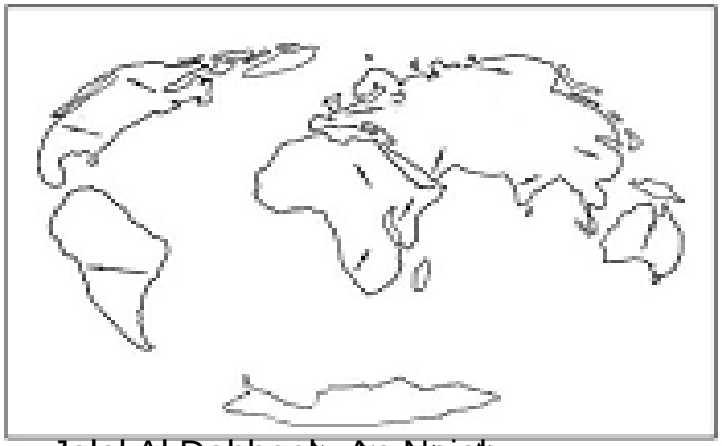
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

حركة الصفائح (القارات) في الكرة الأرصية

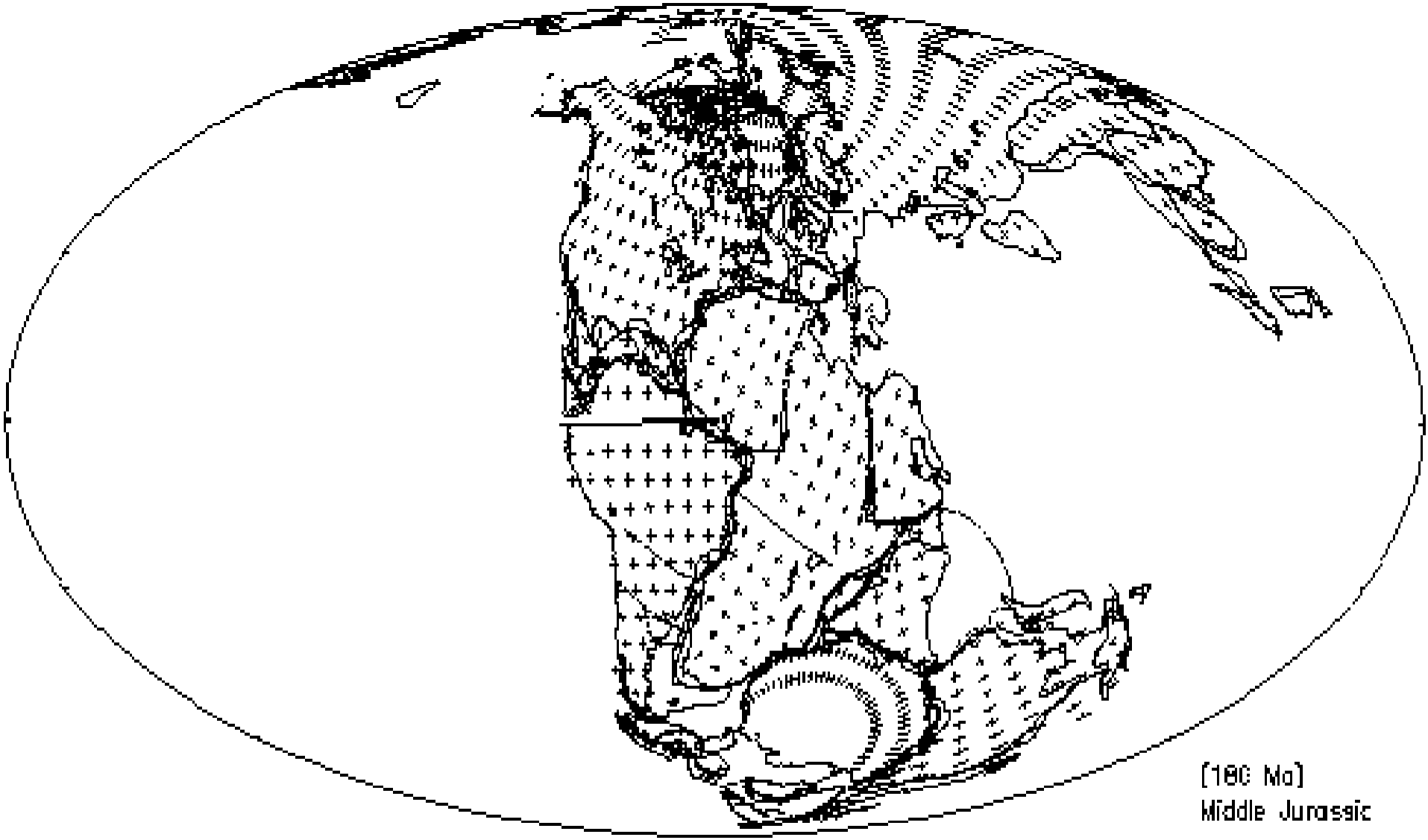
شكل الكرة الأرضية قبل 65 مليون سنة



شكل الكرة الأرضية قبل 200 مليون سنة

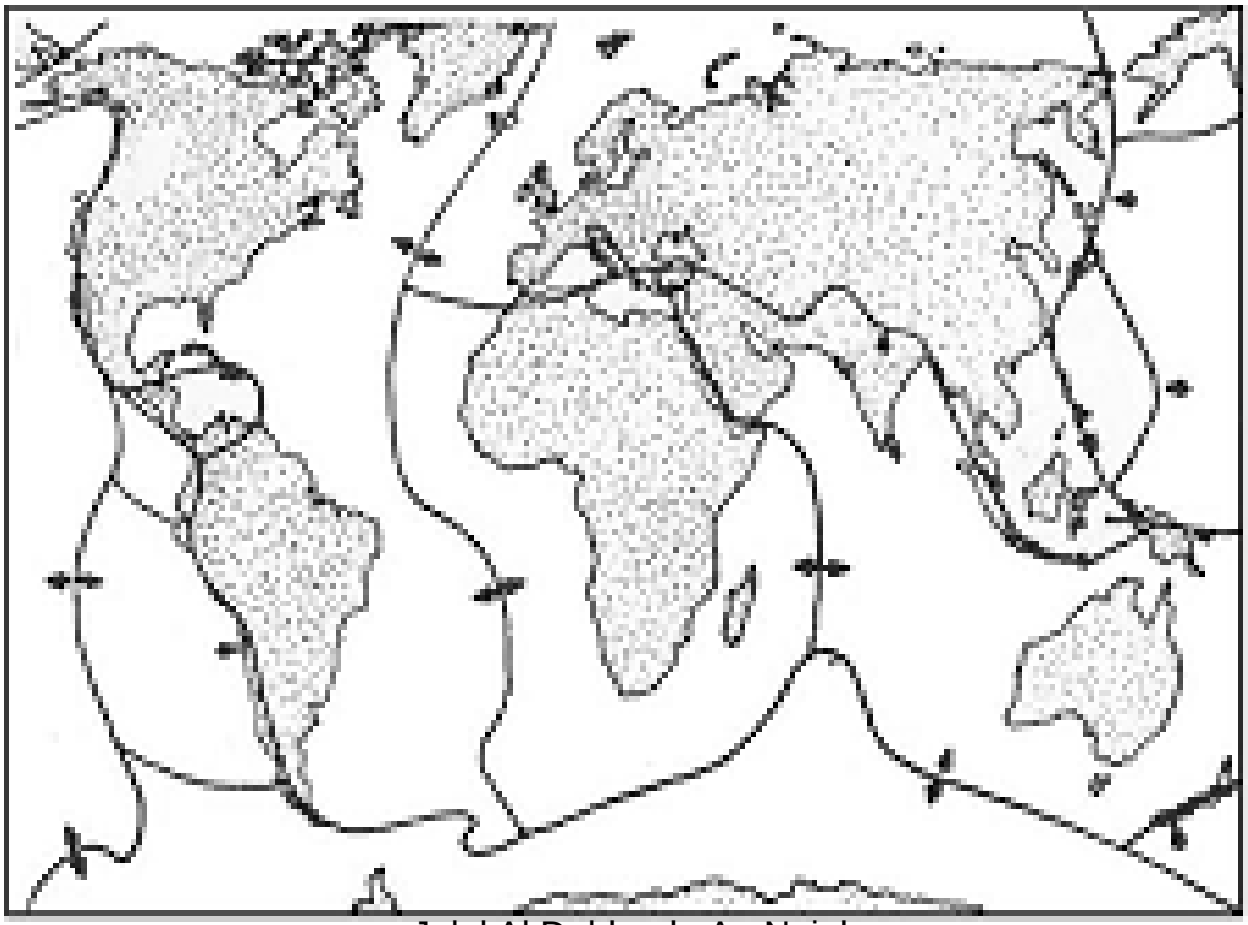


الوضع الحالي



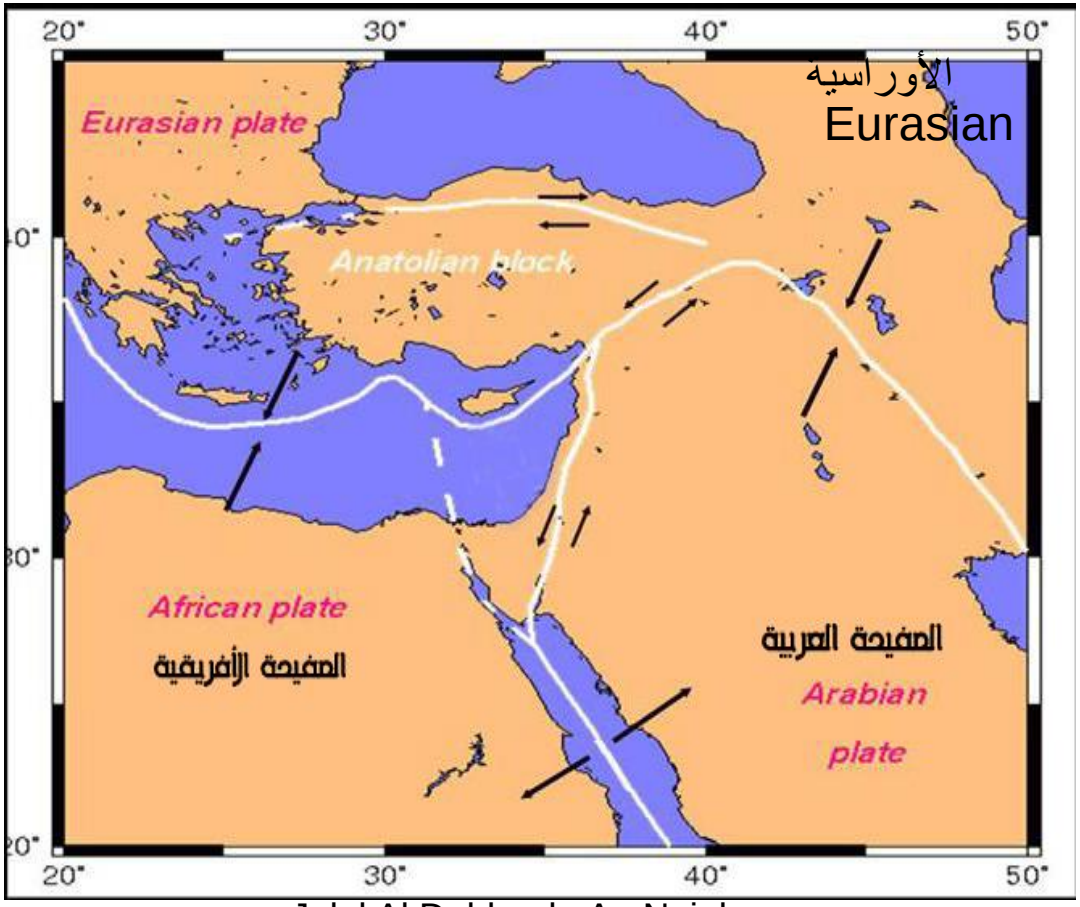
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

اتجاه الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية بالاضافة إلى مواقع الفوالق القارية الرئيسية

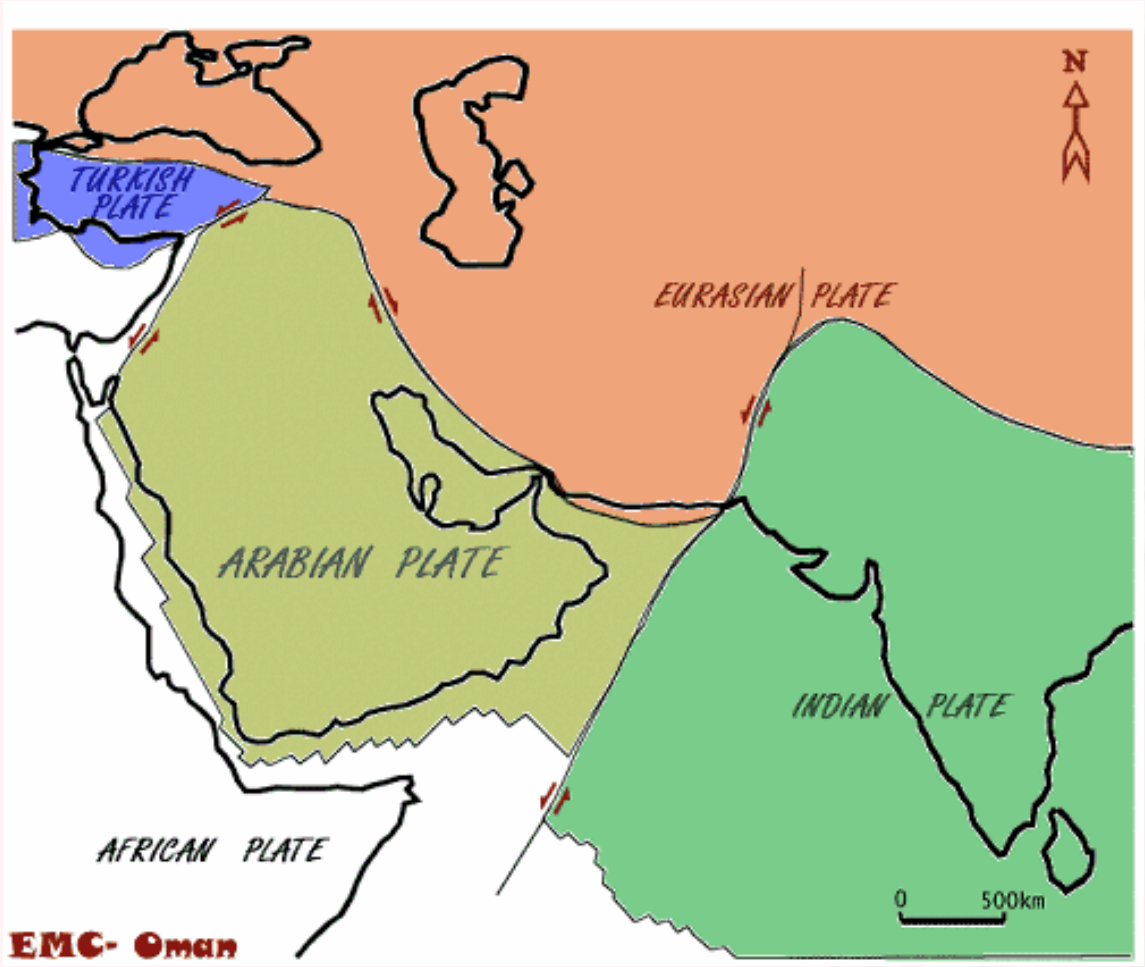


Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

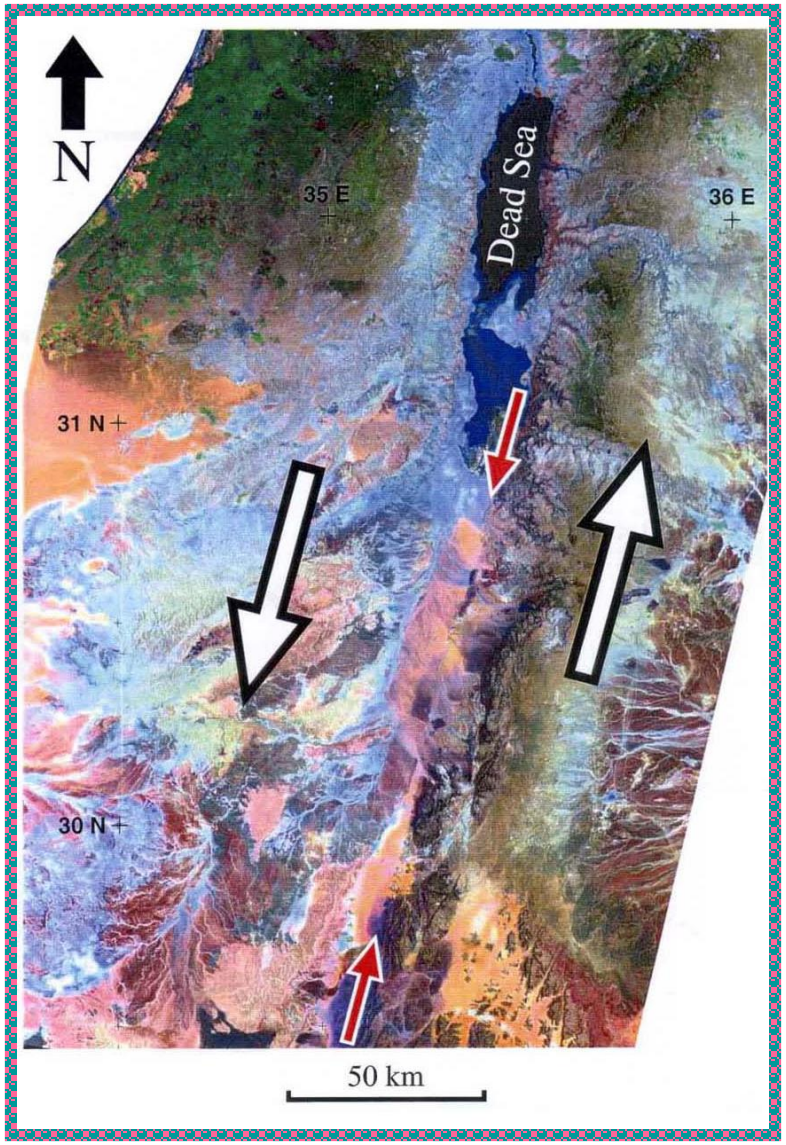
Relative Plate Motion in the Easter Mediterranean



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



Transform Fault – Relative movement between Jordan and Palestine.

اتجاه الحركة النسبية بين فلسطين والأردن

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

الفوالق التكتونية
Tectonic Faults

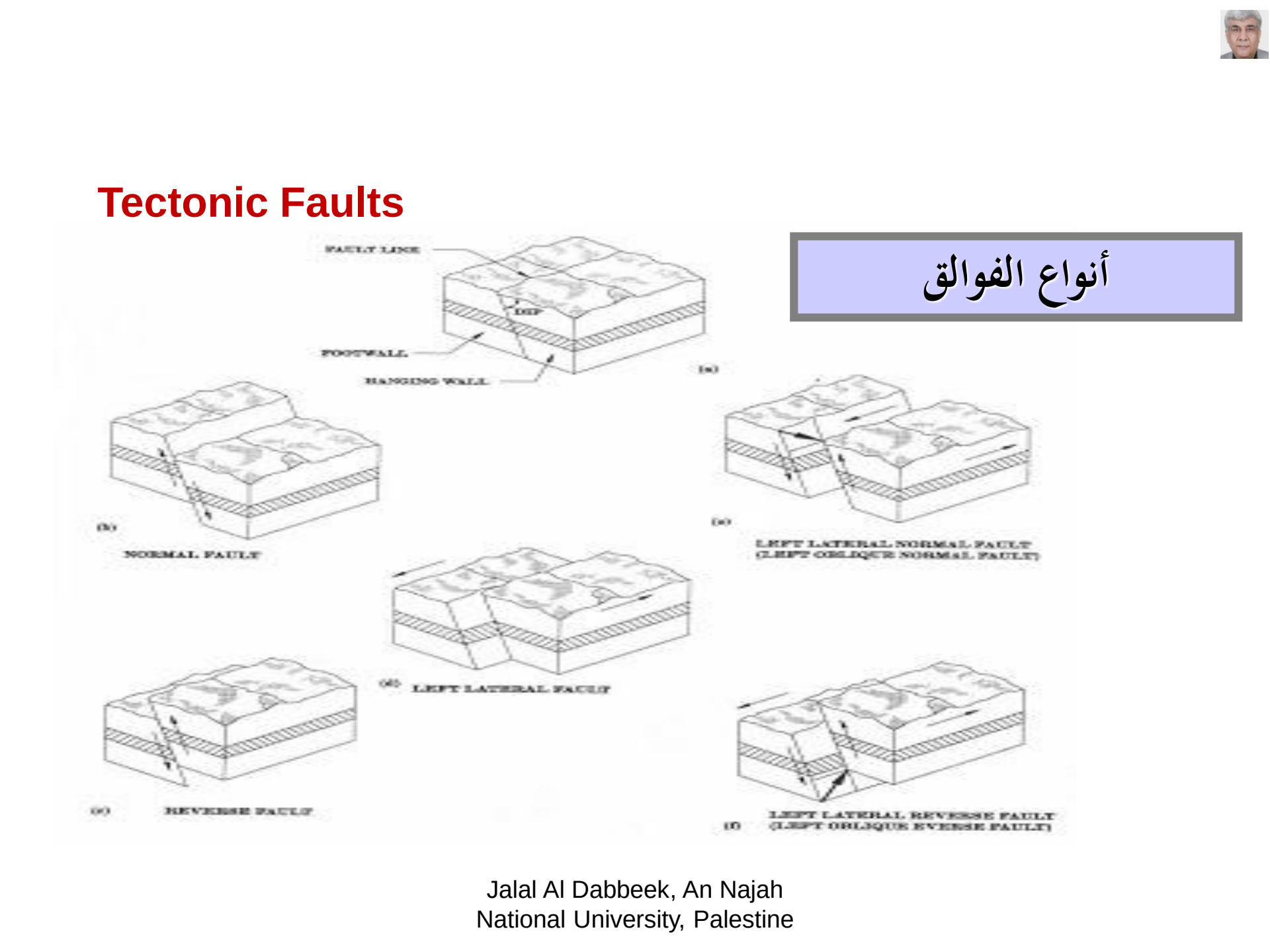
بما أن كل صفيحة تتحرك كوحدة مستقلة , فان اللقاء بين الصفائح يحدث على امتداد أطرافها , و قد تم تحديد أطرافها عن طريق رسم مراكز الزلازل و النشاط البركاني .

و أخيرا أمكن التعرف على ثلاثة أنواع مختلفة من أطراف الصفائح (السنوي 1997) و التي يمكن تمييزها عن طريق الحركة التي تحدثها

- **Faults**

  - **Faults are fractures in Earth where movement has occurred.**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

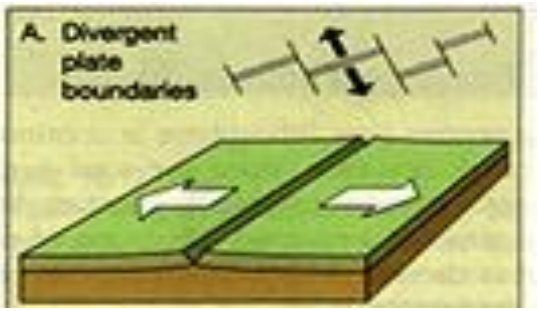


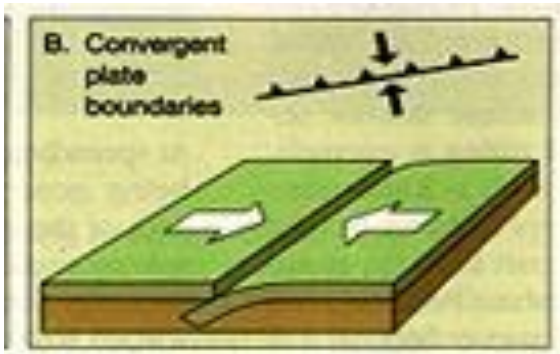
Tectonic Faults

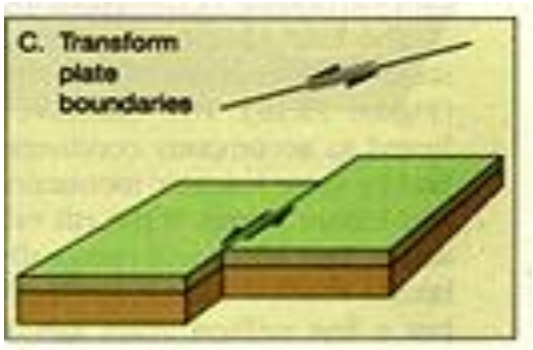
أنواع الفوالق

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Tectonic Faults







الأطراف المتباعدة Divergence

و هي مناطق تتباعد فيها الصفائح عن بعضها تاركة ثغرة بينها.

الأطراف المتقاربة Convergence

و هي مناطق تتقارب فيها الصفائح من بعضها مسببة في انزلاق أحد اللوحين المتقاربين تحت الآخر , كما يحدث عندما يتعلق الأمر بالقشرة المحيطة أو عندما تصطدم صفيحتان من القشرة القارية.

أطراف الصدع التحويلي Transform Fault

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

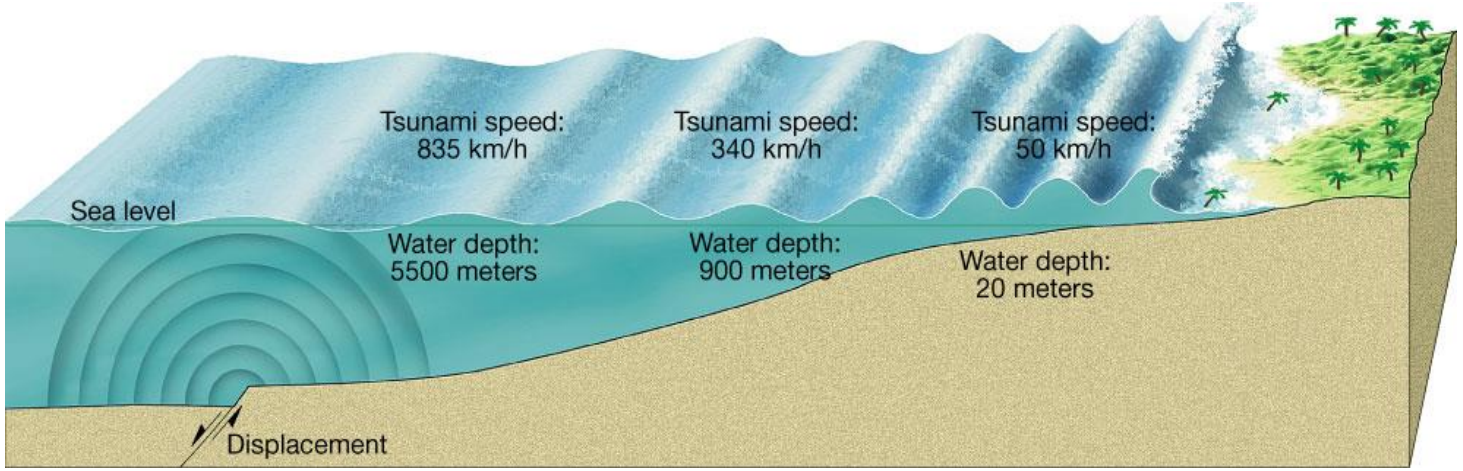
Tectonic Faults

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Tsunamis

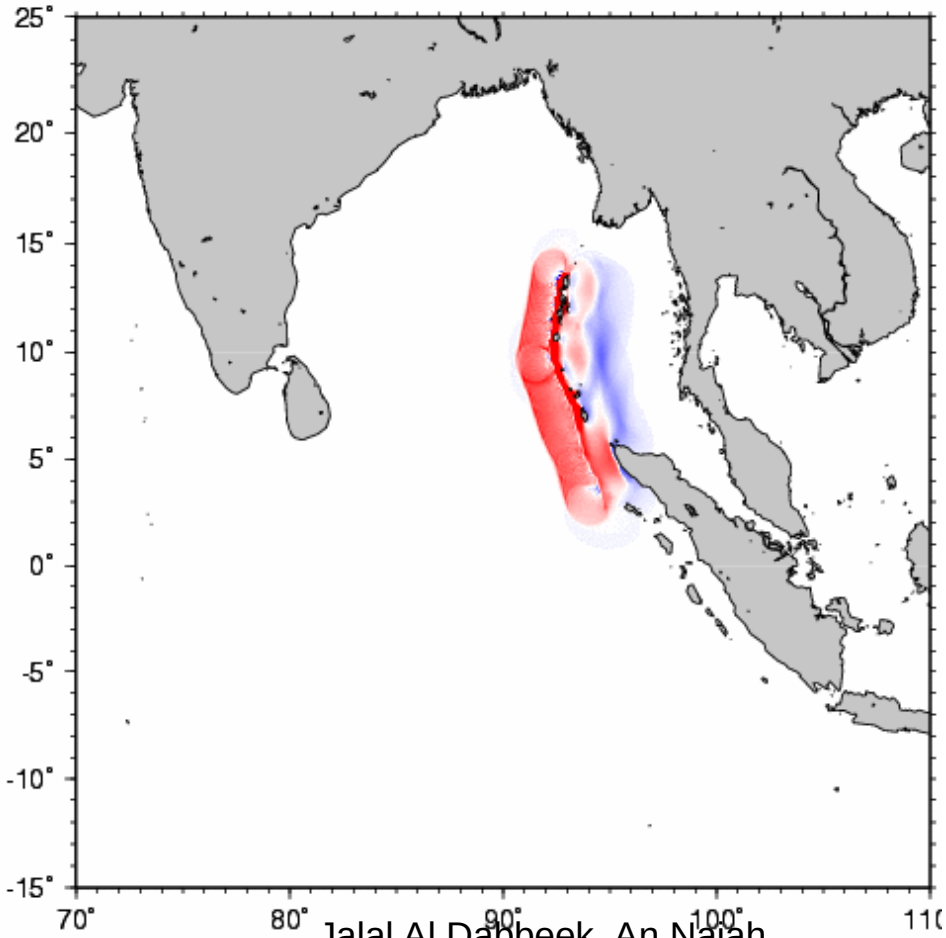
◆ Cause of Tsunamis

- A **tsunami** triggered by an earthquake occurs where a slab of the ocean floor is displaced vertically along a fault.
- A tsunami also can occur when the vibration of a quake sets an underwater landslide into motion.
- *Tsunami* is the Japanese word for “seismic sea wave.”



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

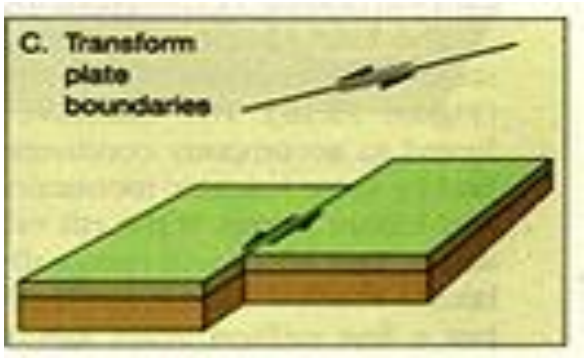
2004 Sumatra Earthquake 010 min



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

أطراف الصدع التحويلي Transform Fault



وهي مناطق تنزلق فيها صفيحتان جانبيا بحيث يشكل كل منهما الآخر.

عندما تلتقي صفيحتان فان أطراف أحدهما المقترب ينصاع الى أسفل مسهلا بذلك عملية انزلاقه تحت الآخر.

و عندما تصطدم صفيحتان صخريتان أحدهما محيطية و الأخرى قارية , فان المادة المحيطية التي هي أكثر كثافة دائما تغوص في الغلاف الوهن الضعيف تحتها.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Transform Fault أطراف الصدع التحويلي

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Transform Fault أطراف الصدع التحويلي

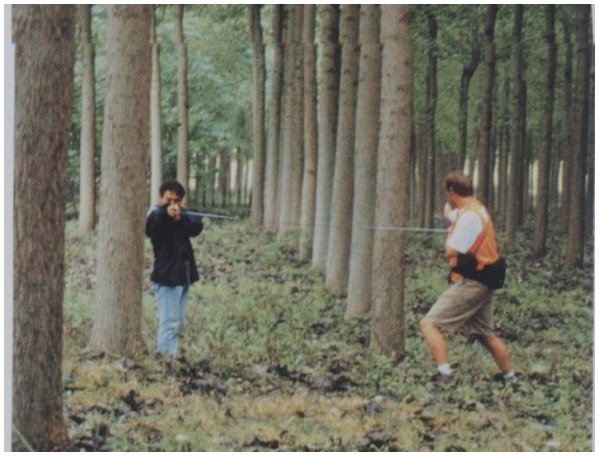
Fault (surface fracture): Length of surface fracture was about 40 km, having lateral offsets up to 4,5 m.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Transform Fault أطراف الصدع التحويلي

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Transform Fault أطراف الصدع التحويلي



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Divergence

Convergence

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Seismic Waves الموجات الزلزالية

تنتشر الطاقة الزلزالية الناتجة عن اهتزاز طبقات الأرض في مركز الزلازل البؤري على شكل موجات زلزالية .

حيث تمر هذه الموجات من خلال طبقات الأرض المختلفة حتى تصل الى سطح الأرض مسببة اهتزازات لجميع الأجسام و المنشآت الموجودة في منطقة تأثيرها.

و بشكل عام تتأثر طاقة الموجات الزلزالية بالخواص الفيزيائية و التركيب الجيولوجي للطبقات الصخرية التي تمر من خلالها.

Seismic waves are the waves of energy caused by the sudden breaking of rock within the earth or an explosion. They are the energy that travels through the earth and is recorded on seismographs.

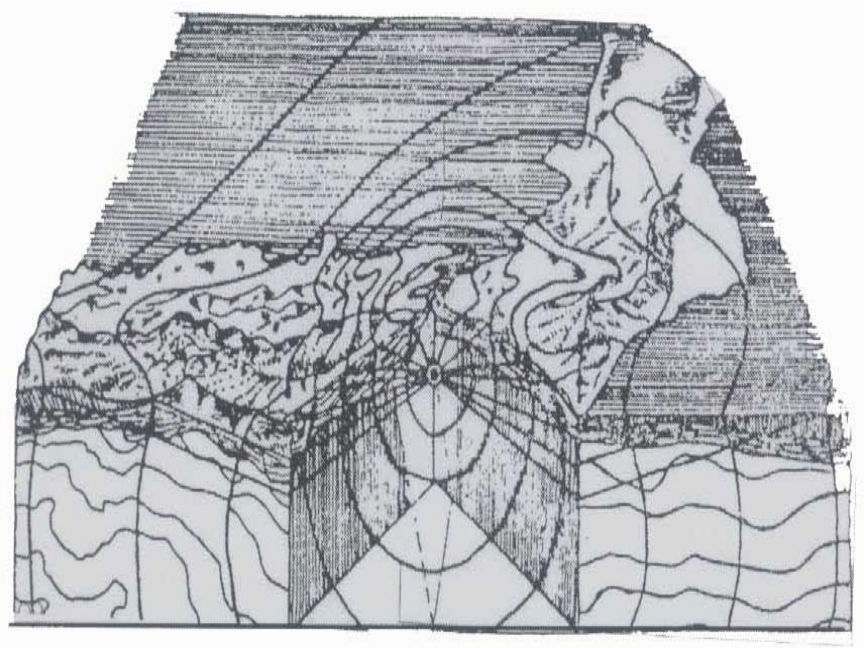
وتقسم الموجات المرنة المنبعثة من البؤرة أو مركز الزلازل الى نوعين رئيسيين هما:

الموجات الجسمية و الموجات السطحية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Types of seismic waves

There are two types of seismic waves, ***body wave*** **and** ***surface waves***. Other modes of wave propagation exist than those described in this article, but they are of comparatively minor importance for earth-borne waves, although they are important in the case of asteroseismology, especially helioseismology .



- Two types:
  - Body waves
    - P and S
  - Surface waves
    - R and L

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

الموجات الجسمية Body Waves

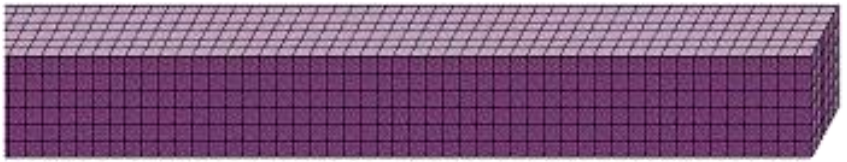
تنتشر هذه الموجات داخل الأرض في جميع الاتجاهات و تقسم بدورها الى نوعين:

أ- الموجات الطولية Primary or P- waves

ب- الموجات العرضية S – waves

Body waves travel through the interior of the Earth. They follow raypaths refracted by the varying density and modulus (stiffness) of the Earth's interior. The density and modulus, in turn, vary according to temperature, composition, and phase. This effect is similar to the refraction of light waves

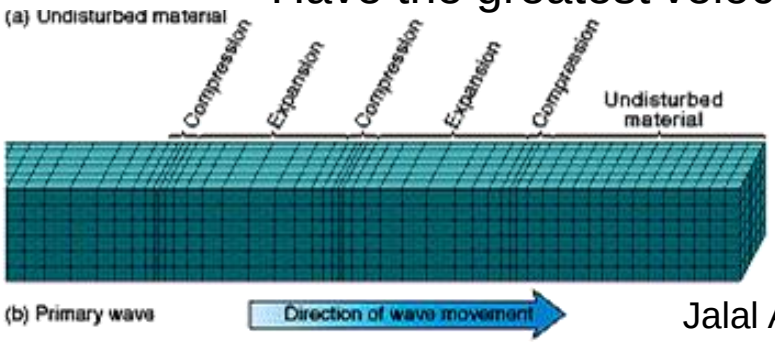
Earthquake Waves



◆ Body Waves

- Identified as P waves or S waves
- **P waves**

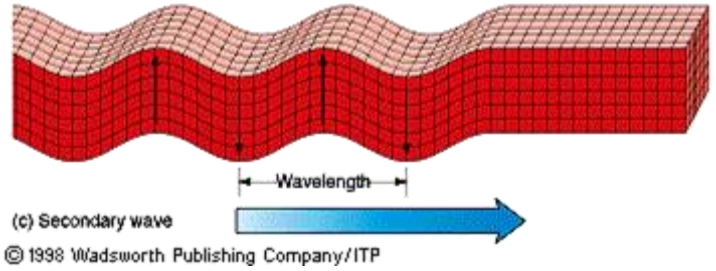
  - Are push-pull waves that push (compress) and pull (expand) in the direction that the waves travel
  - Travel through solids, liquids, and gases
  - Have the greatest velocity of all earthquake waves



Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

Earthquake Waves

◆ Body Waves



- **S waves**

Seismic waves that travel along Earth's outer - layer

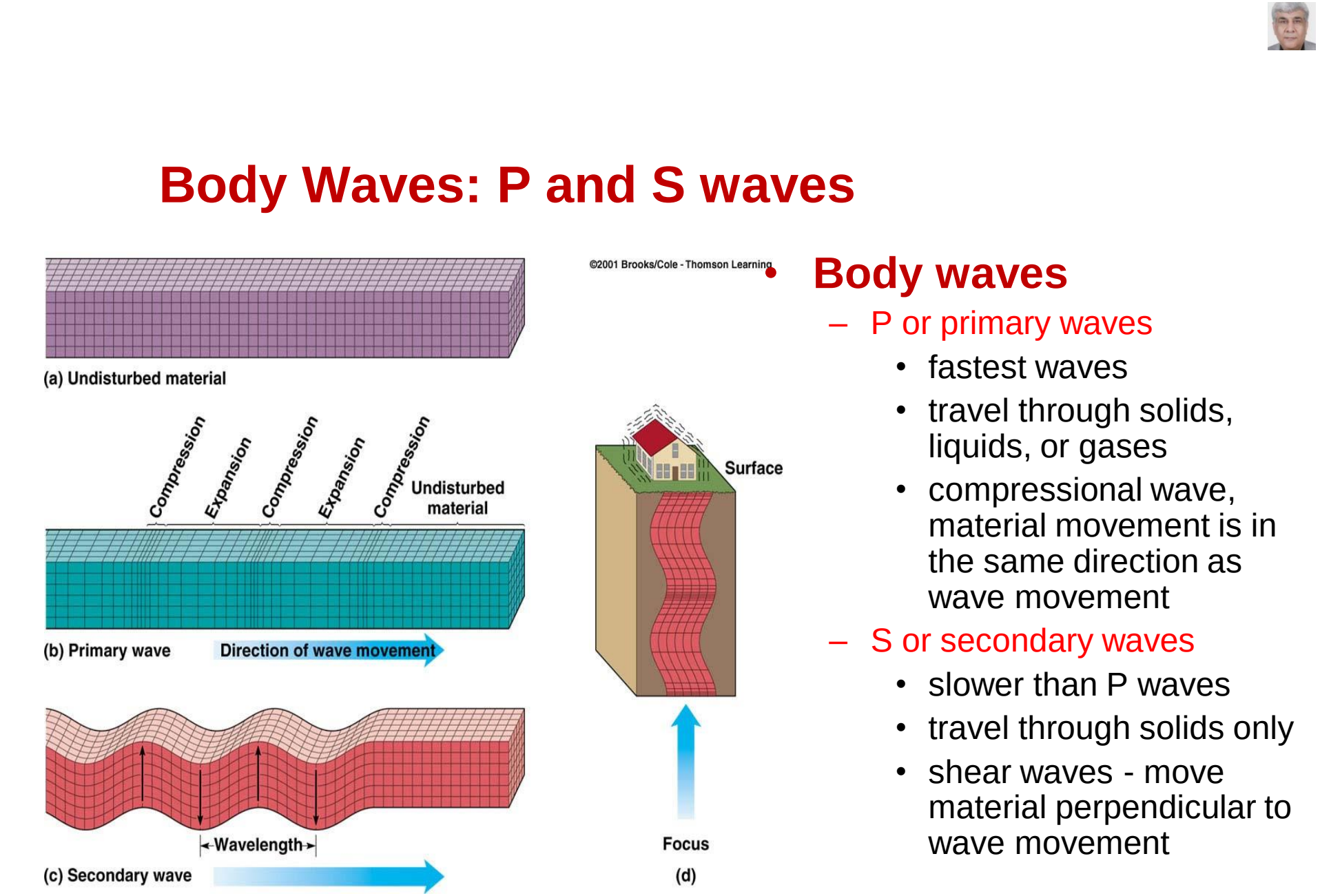
- Shake particles at right angles to the direction that they travel

- Travel only through solids

- Slower velocity than P waves

A seismogram shows all three types of seismic waves—surface waves, P waves, and S waves.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



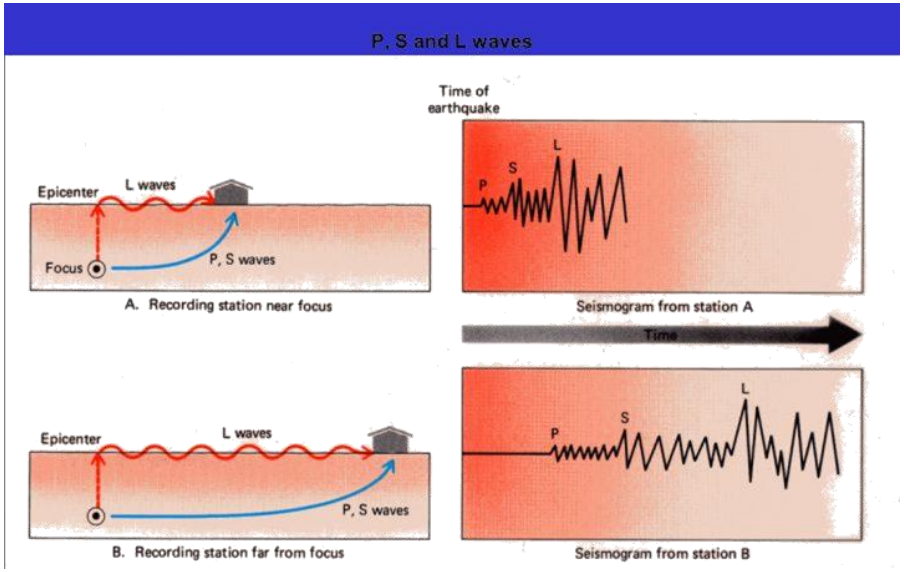
Body Waves: P and S waves

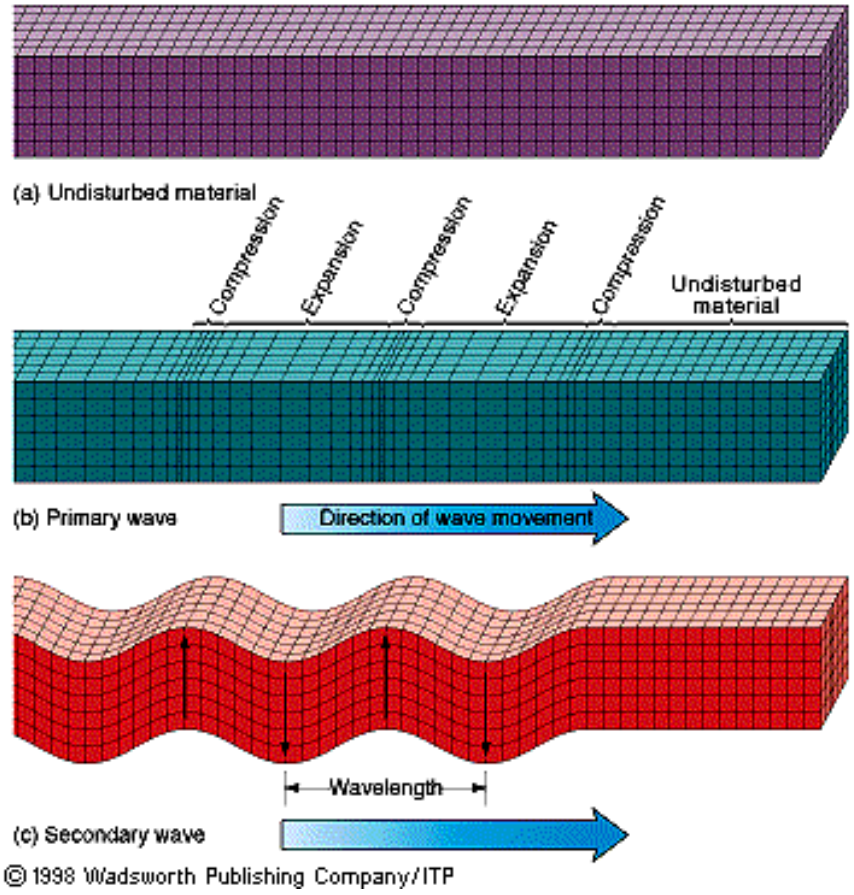
- **Body waves**
  - P or primary waves
    - fastest waves
    - travel through solids, liquids, or gases
    - compressional wave, material movement is in the same direction as wave movement
  - S or secondary waves
    - slower than P waves
    - travel through solids only
    - shear waves - move material perpendicular to wave movement

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

Seismic Waves

الموجات الزلزالية

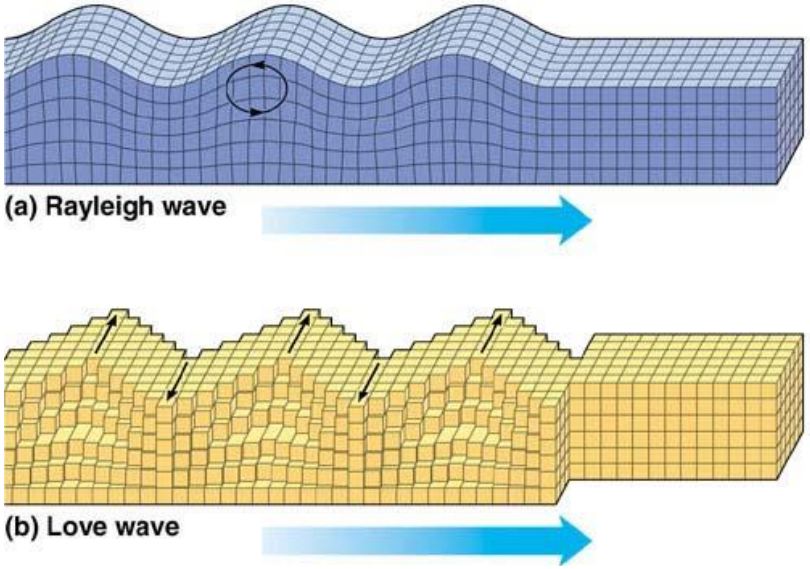




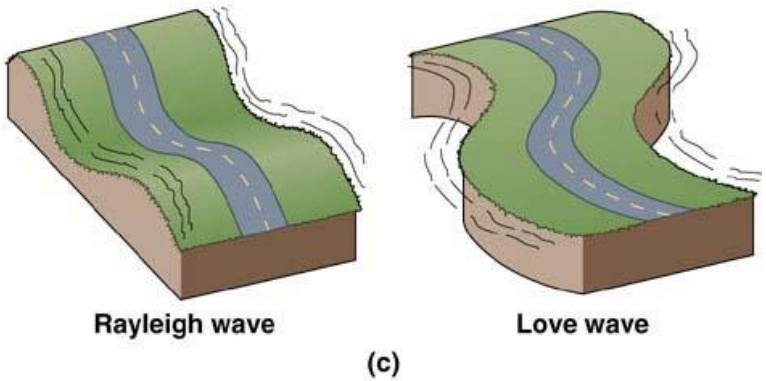
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Surface Waves: R and L waves

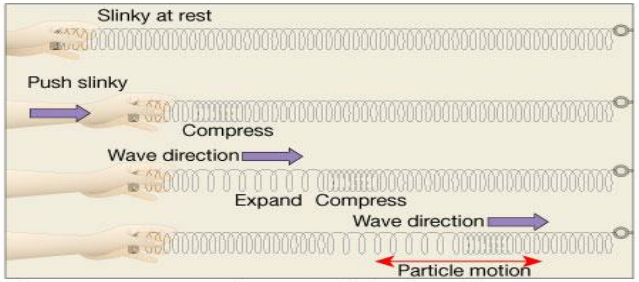
الموجات السطحيّة



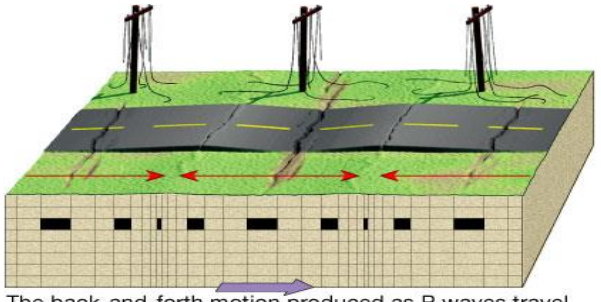
©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



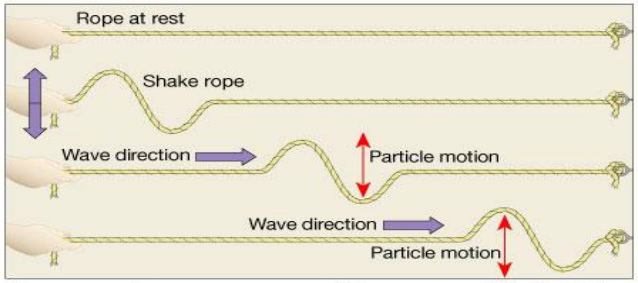
- **Surface Waves**
  - **Travel just below or along the ground's surface**
  - **Slower than body waves; rolling and side-to-side movement**
  - **Especially damaging to buildings**



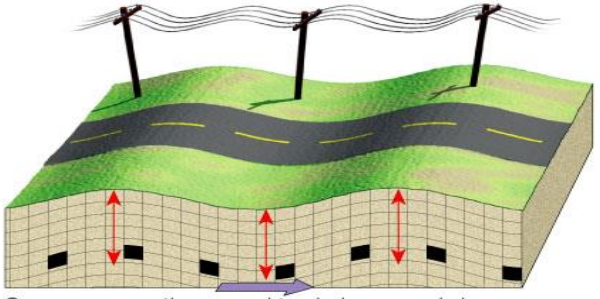
P waves are compression waves that alternately compress and expand the material through which they pass.



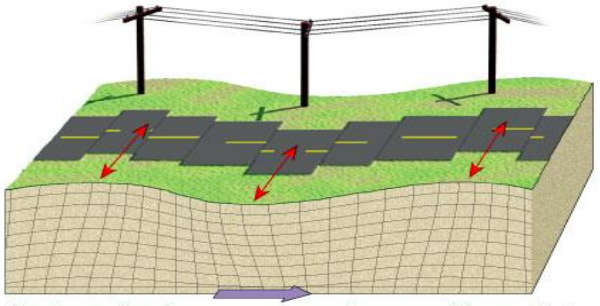
The back-and-forth motion produced as P waves travel along the surface can cause the ground to buckle and fracture.



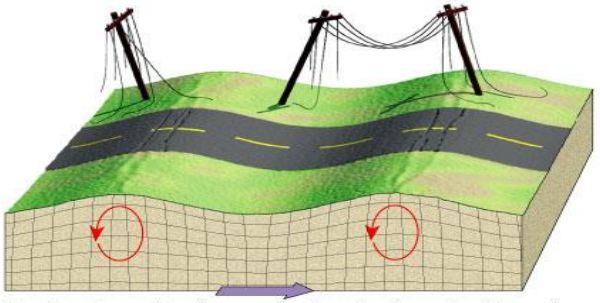
S waves are transverse waves which cause material to shake at right angles to the direction of wave motion. The length of the red arrow is the displacement, or amplitude, of the S wave.



S waves cause the ground to shake up-and-down and sideways.

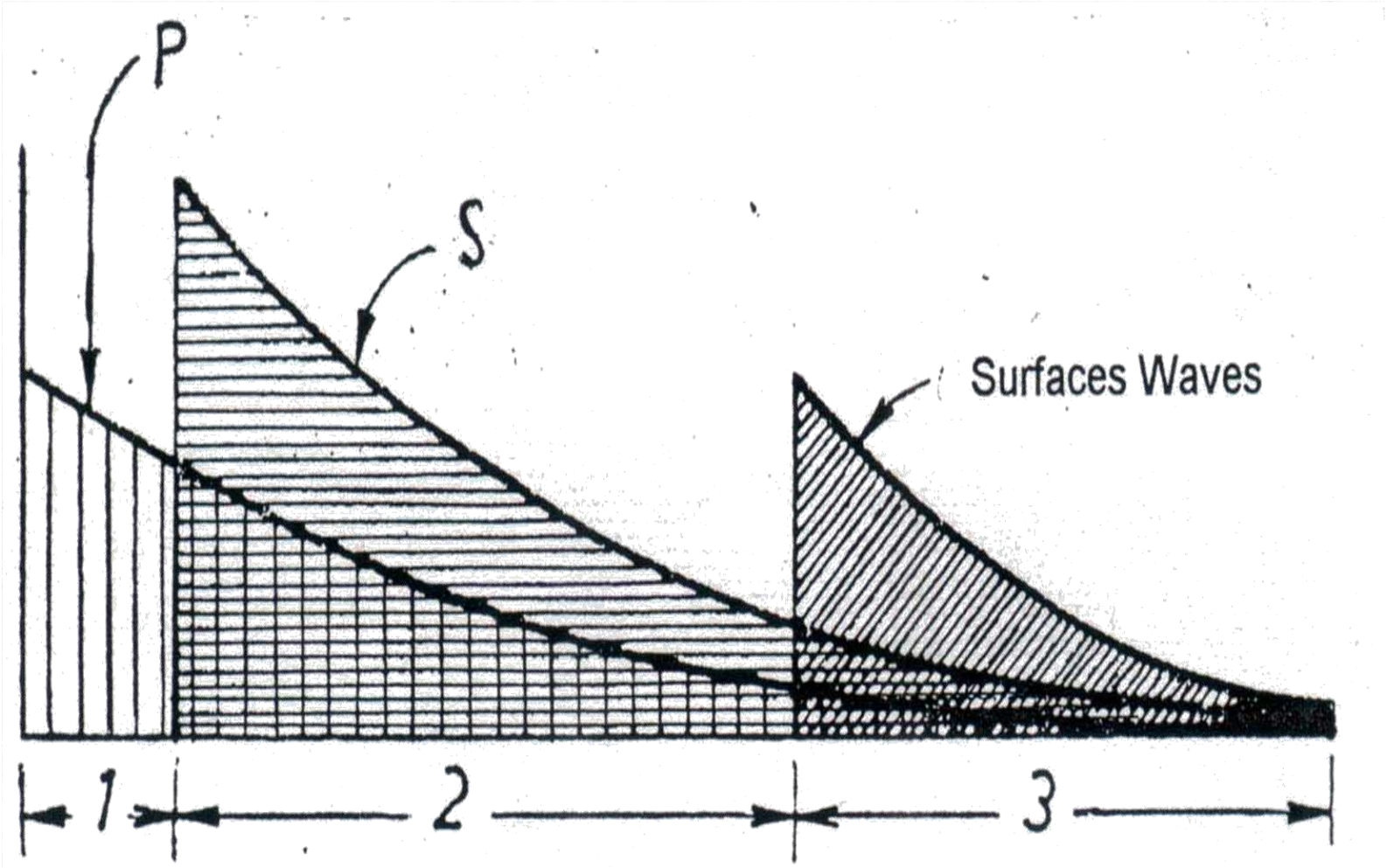


One type of surface wave moves the ground from side to side and can damage the foundations of buildings.



Another type of surface wave travels along Earth's surface much like rolling ocean waves. The arrows show the movement of rock as the wave passes. The motion follows the shape of an ellipse.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

السرعة القصوى لانتشار الموجات الطولية لا يمكن أن تتجاوز 7-8كم/ث , و بذلك تصل أولا الى سطح الأرض , أما الموجات العرضية فسرعتها أقل من سرعة الموجات الرئيسية , و أقصى سرعة محتملة لا تتجاوز 4-5 كم/ث .

سرعة الموجات الزلزالية الطولية و العرضية في الأوساط المرنة لا تعتمد على ترد هذه الموجات , أما العلاقة بين هذه السرعات و عمق المركز البؤري للزلزال (Vp/Vs) فهي طردية .

و بشكل عام أظهرت الدراسات الجيوفيزيائية ان النسبة بين سرعات هذه الموجات هي :

$$\frac{V_P}{V_S} = 1.67 - 1.78$$

و لإيجاد سرعة الموجات الزلزالية في المنطقة تم اجراء عدد من الزلازل الصناعية باستخدام التفجيرات و (و من أهم هذه التجارب التي تم اجراءها في شهر 11/1999 في البحر الميت و التي تم تنفيذها من قبل بعض دول المنطقة كمساهمة في نشاطات منظمة الخطر الشامل للتجارب النووية الخاصة بمعايرة محطات رصد الزلازل – أزمان انتقال الموجات الزلزالية و تحسين دقة تحديد مواقع الزلازل بشكل عام و التفجيرات النووية بشكل خاص (عمرات 2000 و دبيك 2000) .

و كنتيجة لهذه التجارب تم التوصّل الى سرعة الموجات الطولية في القشرة الأرضية في مناطق فلسطين و الأردن تتراوح من 4.4 كم/ثانية الى 6.4 كم/ثانية , و في الجزء العلوي من الوشاح 8 كم/ثانية.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

سرعة انتشار الموجات الرئيسية والثانوية غير متساوية ويمكن إيجادها من خلال العلاقات التالية:-

$$V_P = \sqrt{\frac{\lambda + 2G}{\rho}} = \sqrt{\frac{2(1-\nu)G}{(1-2\nu)\rho}}$$

$$V_P = \sqrt{\frac{(1-\nu)E}{(1-\nu-2\nu^2)\rho}}$$

حيث: λ و G تمثل ثوابت Lame والمعطاة من خلال العلاقات التالية :

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

$$\lambda = \frac{\nu E}{(1-2\nu)(1+\nu)}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

حيث :

E: معامل يونغ Young's Modulus

G: معامل القص Rigidity (Shear) Modulus

P: كثافة كتلة الوسط Mass Density

V : معامل بوايسون Poisson's Ratio

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

For all materials:

$$V_s < V_p$$

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{\frac{2(1-v)}{1-2v}} > 1$$

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

و يمكن ايجاد النسبة بين سرعة الموجات الطولية العرضية لعدد من أنواع التربة , مثلا :

في حالة الحصى و الرمل **v = 0.25**

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{3} \qquad V_p \cong 1.8\, V_s$$

بالنسبة للتربة الطينية:

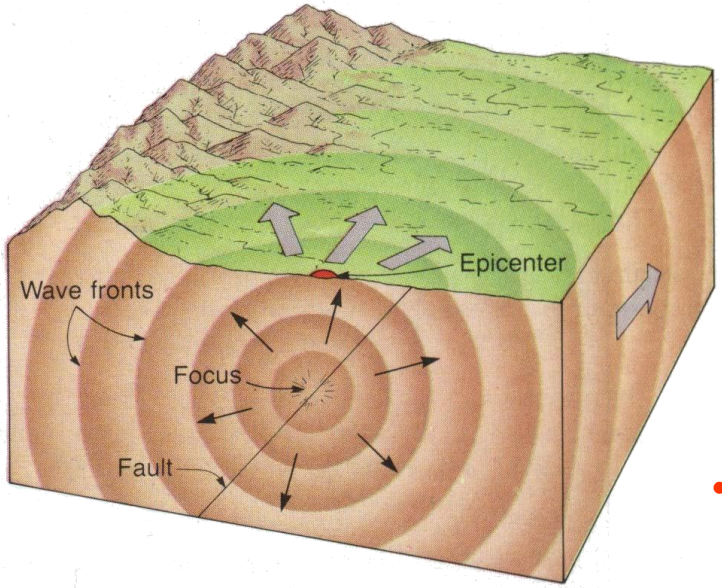
$$\frac{V_p}{V_s} = 2.40 \qquad V=0.40$$

أما بالنسبة للتربة الطينية المشبعة بالرطوبة فإن:

$$\frac{V_p}{V_s} = 3.32 \qquad v = 0.45$$

المراكز الجوفية و المراكز السطحية للزلازل

Earthquake Hypocenters and Epicenters



في الزلازل ذات الطبيعة التكتونية يقع المركز الجوفي أو بؤرة الزلازل في معظم الحالات على أعماق منخفضة نسبيا تتراوح بين 80-5كم , علما أن أقصى عمق محتمل للبؤر الزلزالية قد يصل الى 700 كم.

- **Epicenter** is the location on the surface directly above the focus.

Hypocenter (Focus): A hypocenter is the point within the Earth where an earthquake rupture starts.

Epicenter: An epicenter is the point at the surface that lies directly above a hypocenter in the Earth (is the location on the surface directly above the focus

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Seismic Waves Radiate from the Focus of an Earthquake

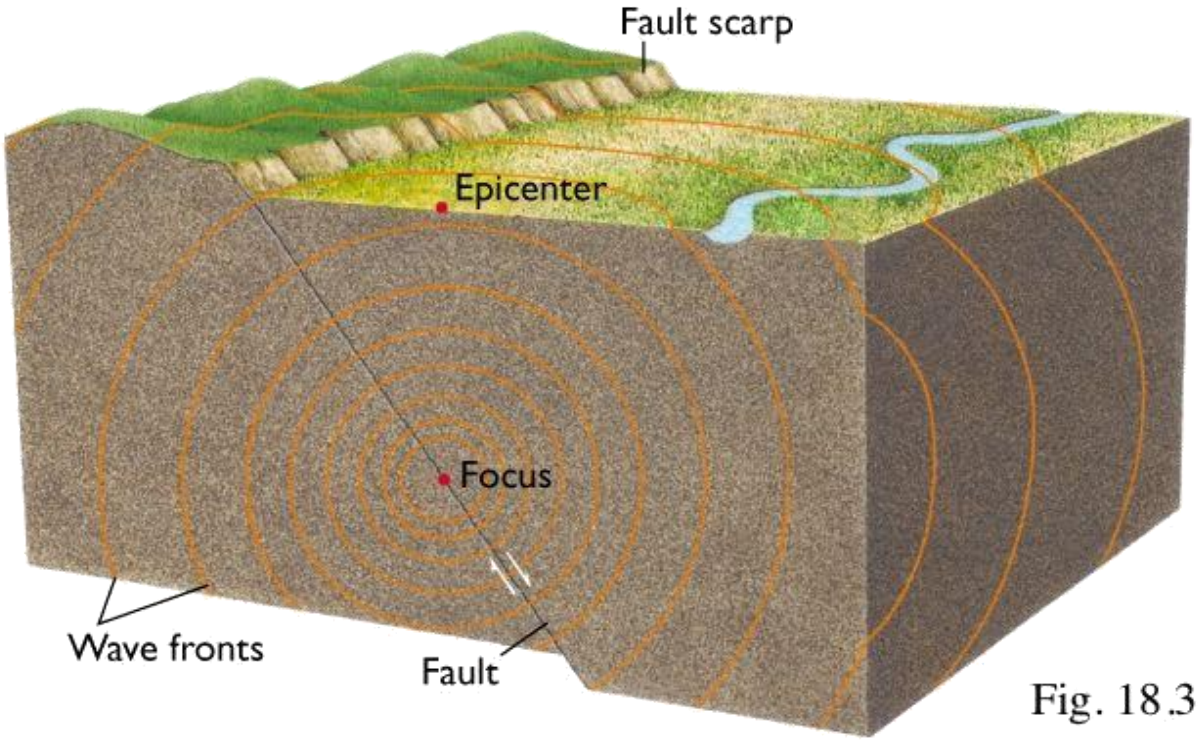
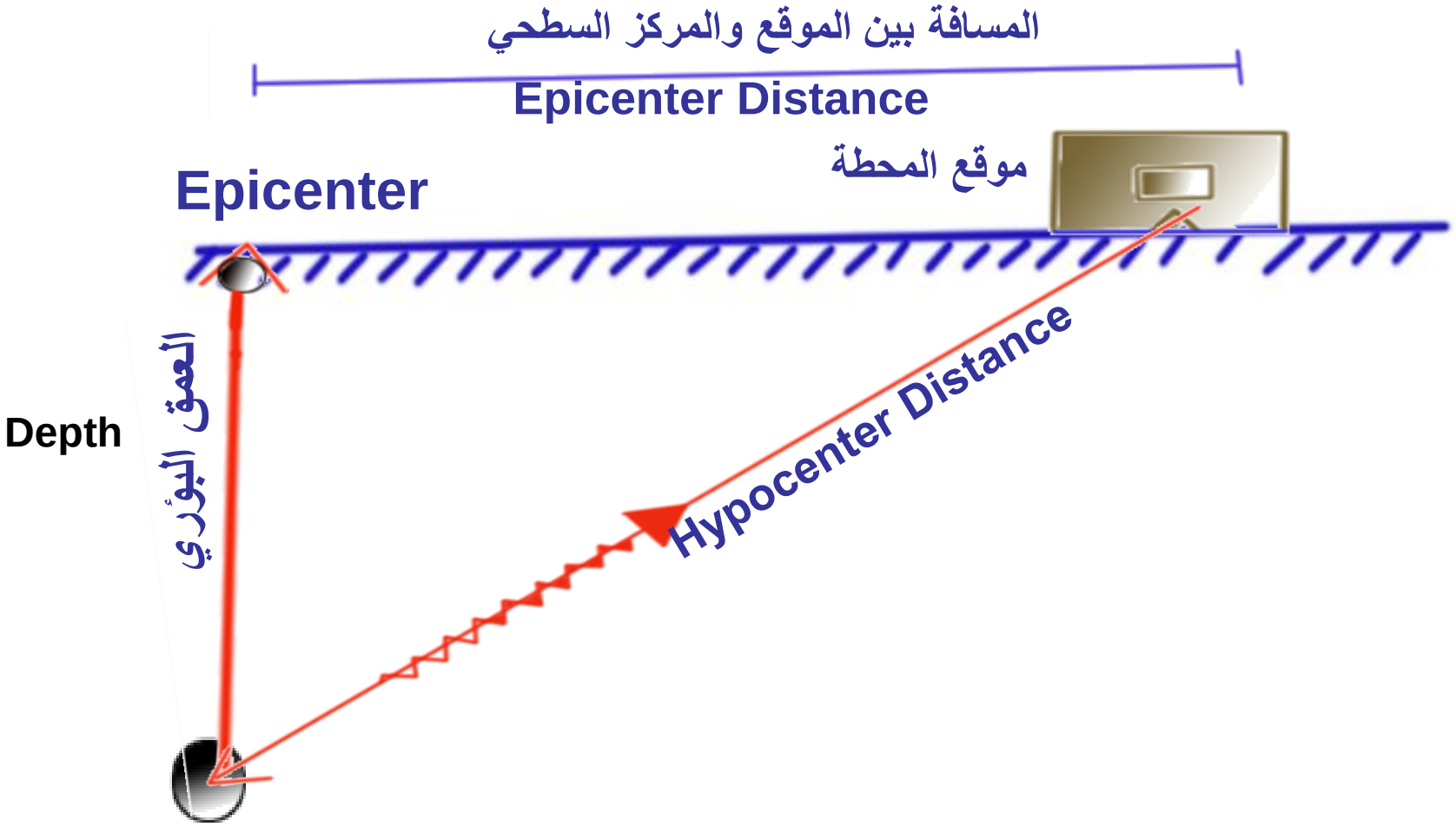


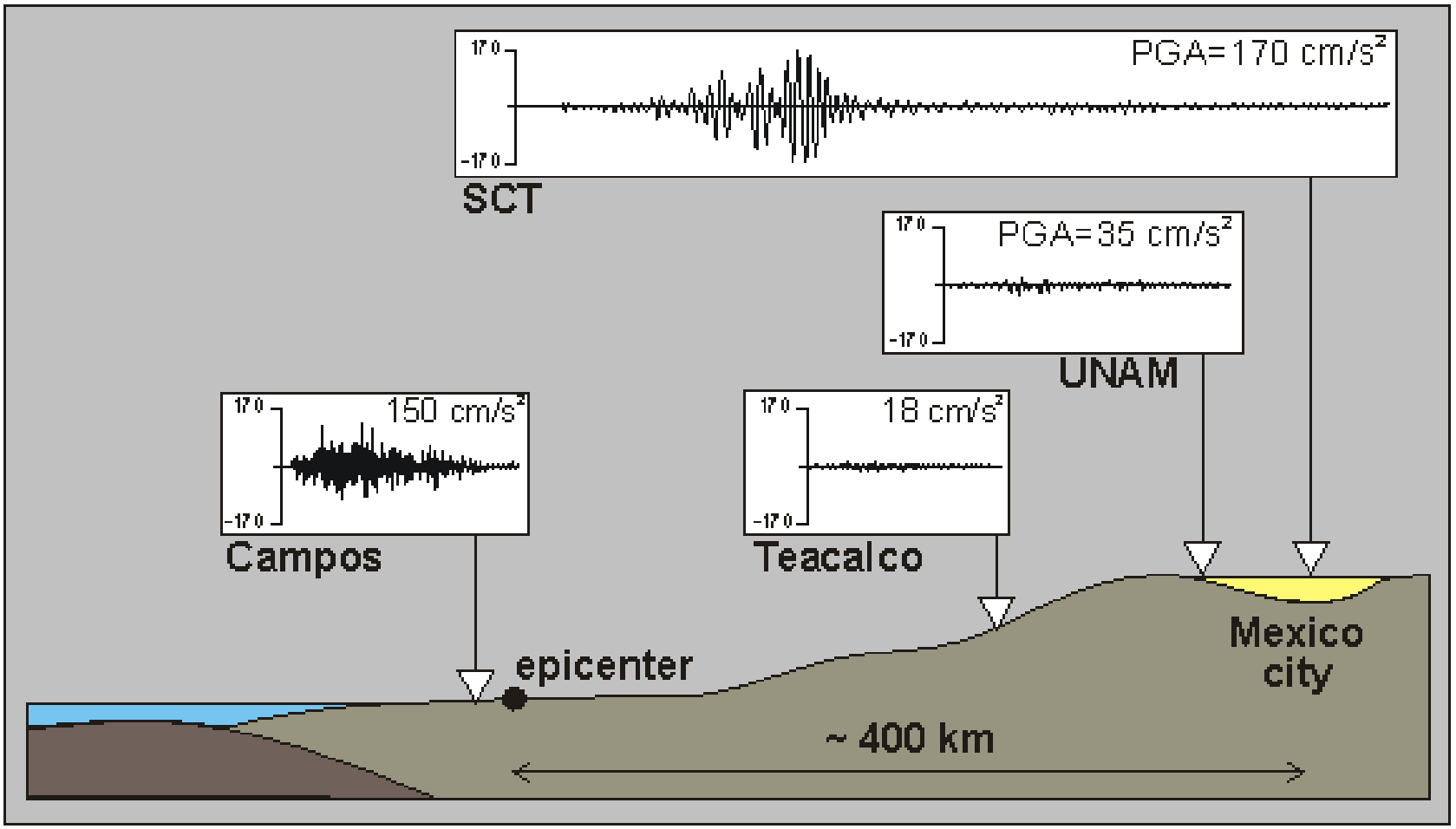
Fig. 18.3

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



المراكز الجوفية والمراكز السطحية للزلازل

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



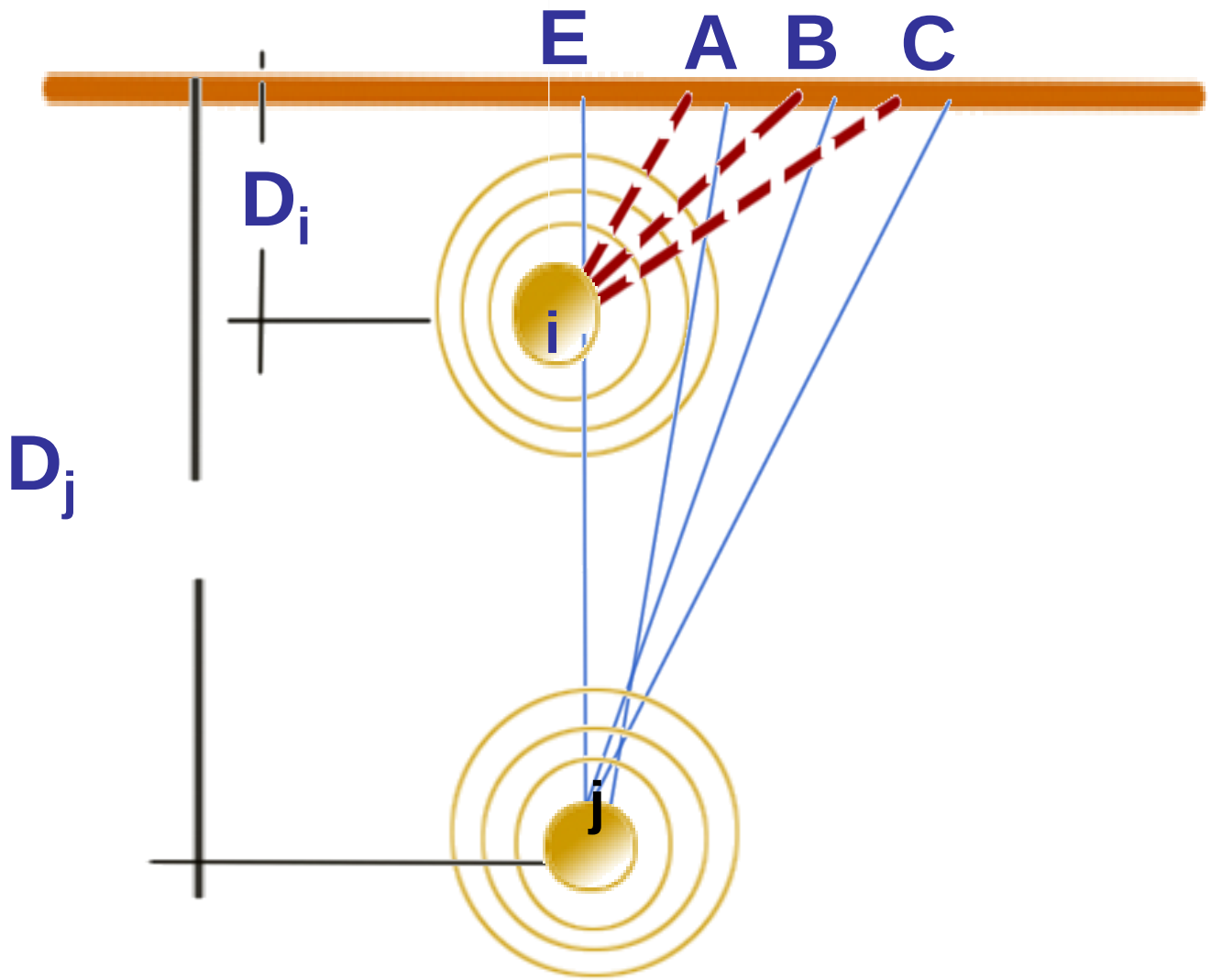
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

تقسم الهزات من حيث عمقها الى :

زلازل سطحية (ضحلة)	D< 70 km
زلازل متوسطة العمق	70km<D< 300km
زلازل عميقة	D> 300km

تشير الأبحاث و الدراسات أنه في الأعماق و على مسافات أكبر من 700 Km لا يمكن أن تحدث هزات أرضيّة , أما عن علاقة الشدة الزلزالية بعمق المركز الجوفي للزلازل فإنه يمكن توضيح ذلك من خلال الشكل التالي فمثلا اذا صدر عن المركزين I و j نفس الطاقة الزلزاليّة فانّ تأثير المركز j على المواقع E, A, B,C يكون أكبر من أثر الهزة الصادرة عن المركز I ، وذلك لأن الشده الزلزالية تتناسب طردياً مع كثافة الطاقة، في حين تتناسب الطاقة تناسباً عكسيا مع مربع المسافة بين المركز والموقع المختار

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

هناك طرق عديدة لتحديد أعماق بؤر الزلازل و احدى هذه الطرق هي استخدام التسجيلات الجيوفيزيائية لزمن انتشار الموجات الزلزالية الطولية و العرضية و بناء على المعطيات يمكن استخدام العلاقة التالية لتحديد الموقع التقريبي للبؤرة.

$$d = \left[\frac{1}{V_s} - \frac{1}{V_p} \right]^{-1} T_1$$

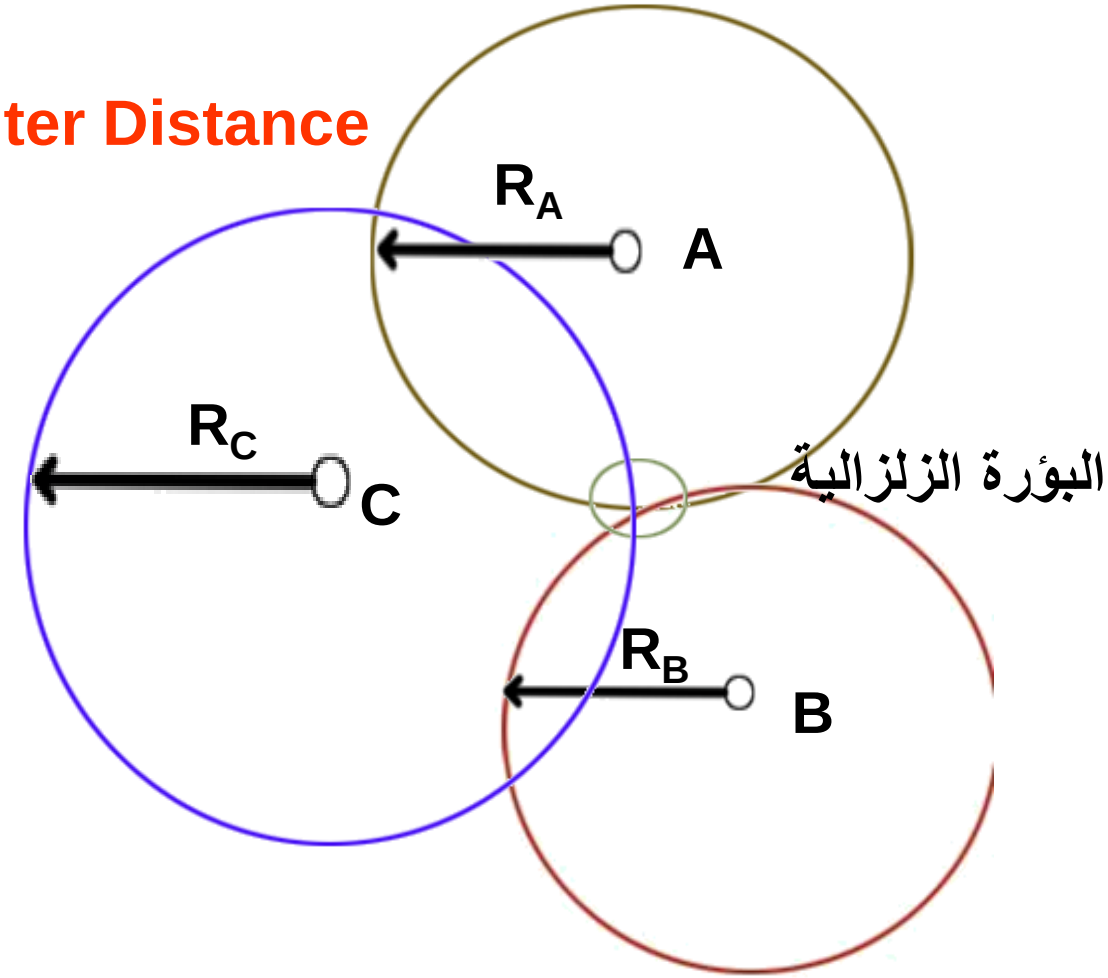
Vs : سرعة انتشار الموجة العرضية

Vp: سرعة انتسار الموجة الطولية .

T1: الفترة الزمنية بين وصول الموجتين الطولية و العرضية .

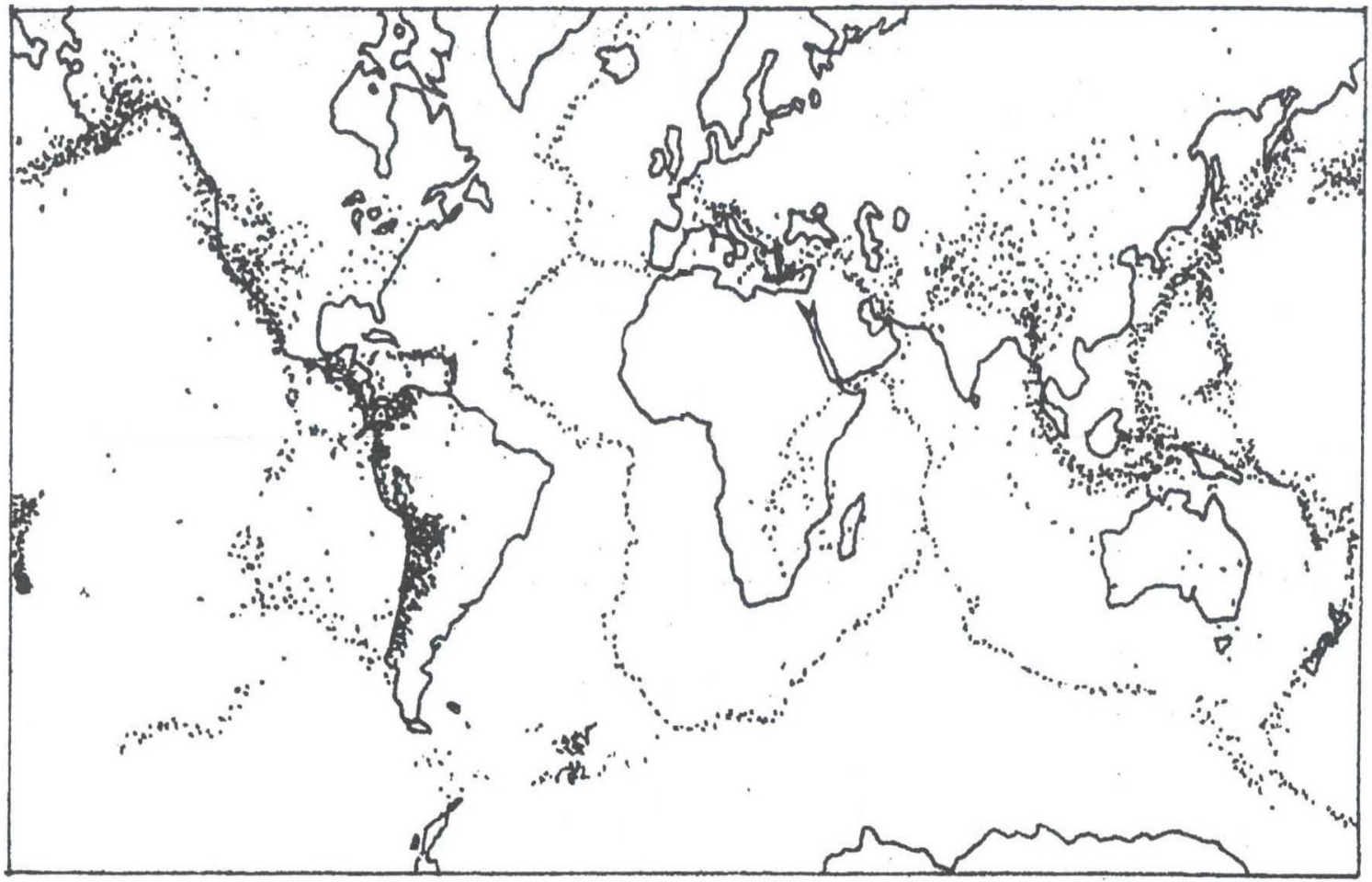
يتطلب تحديد الموقع التقريبي للبؤرة استخدام تسجيلات 3 محطات زلزالية على الأقل , حيث يتم تحديد قيمة البعد البؤري لكل محطة.

Epicenter Distance



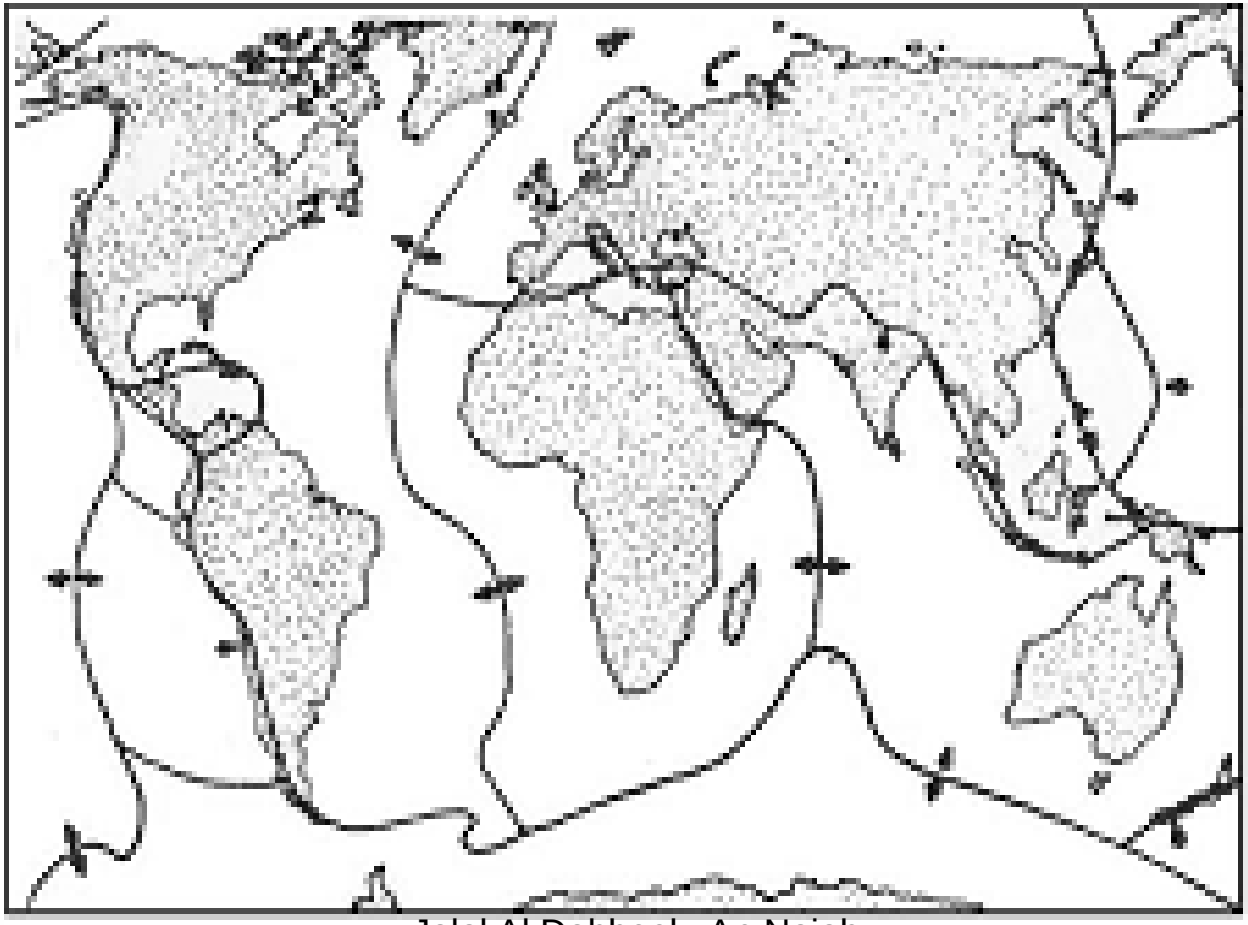
تحديد الموقع البؤري للزلزال عند توفر ثلاث محطات زلزالية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



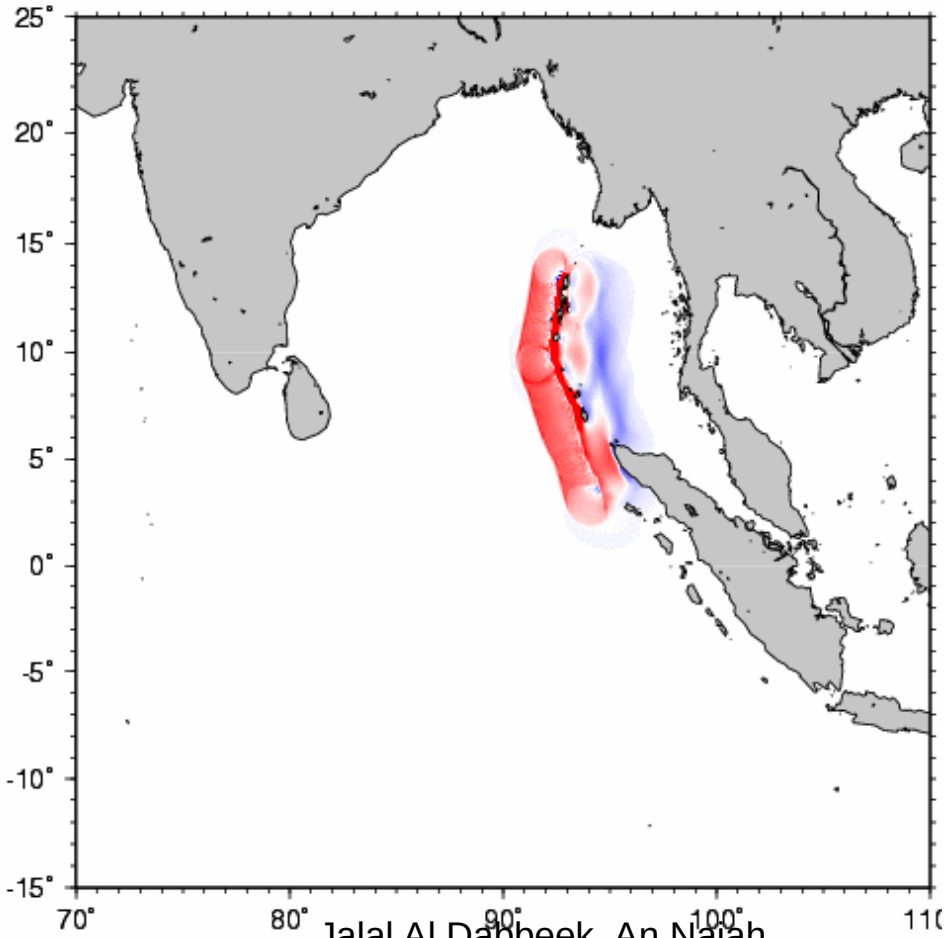
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

اتجاه الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية بالاضافة إلى مواقع الفوالق القارية الرئيسية



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

2004 Sumatra Earthquake 010 min



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

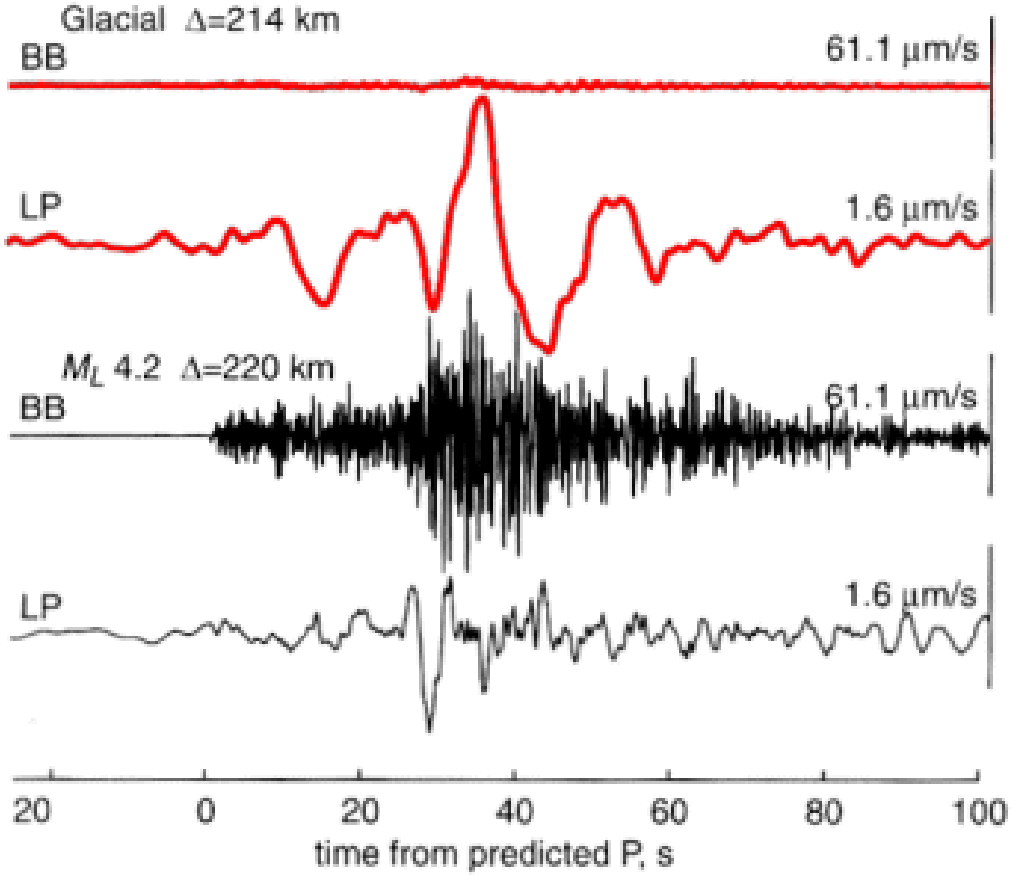
تسجيلات الحركات الأرضية

Ground Motion Records

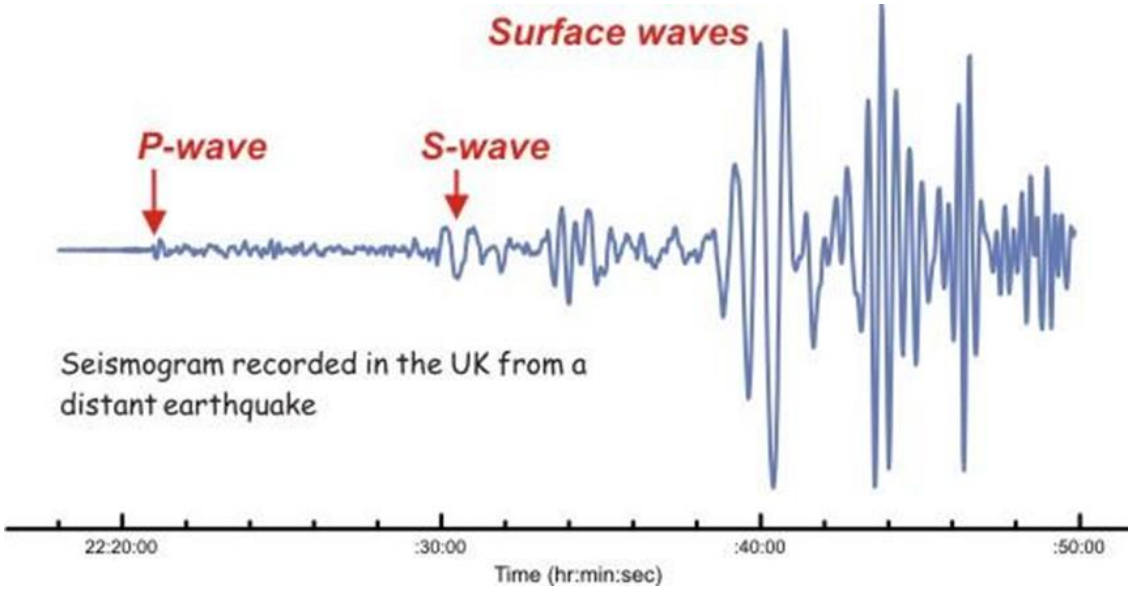
تنشأ الحركات الزلزالية بسبب الاهتزازات التي تحدثها الموجات الزلزالية , و عند وصول هذه الاهتزازات الى سطح الأرض يمكن تسجيلها بواسطة أجهزة خاصّة لرصد الزلازل , لذلك ارتبط تطور علم الزلازل تاريخيا باكتشاف و تطور الأجهزة الزلزالية المختلفة و بتطور و استنباط العلاقات الرياضية – الفيزيائية للحركات الموجيّة.

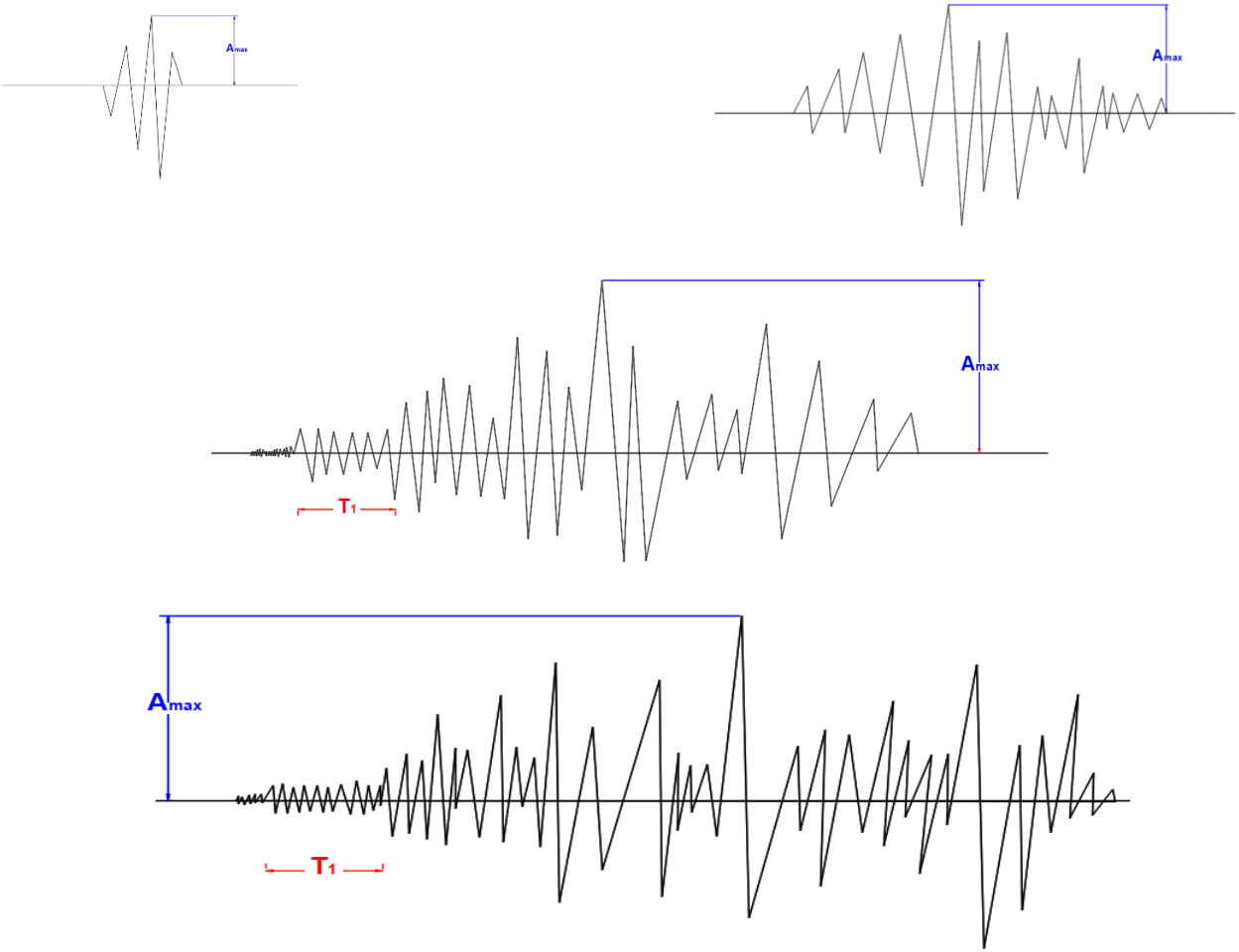
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Ground Motion Records



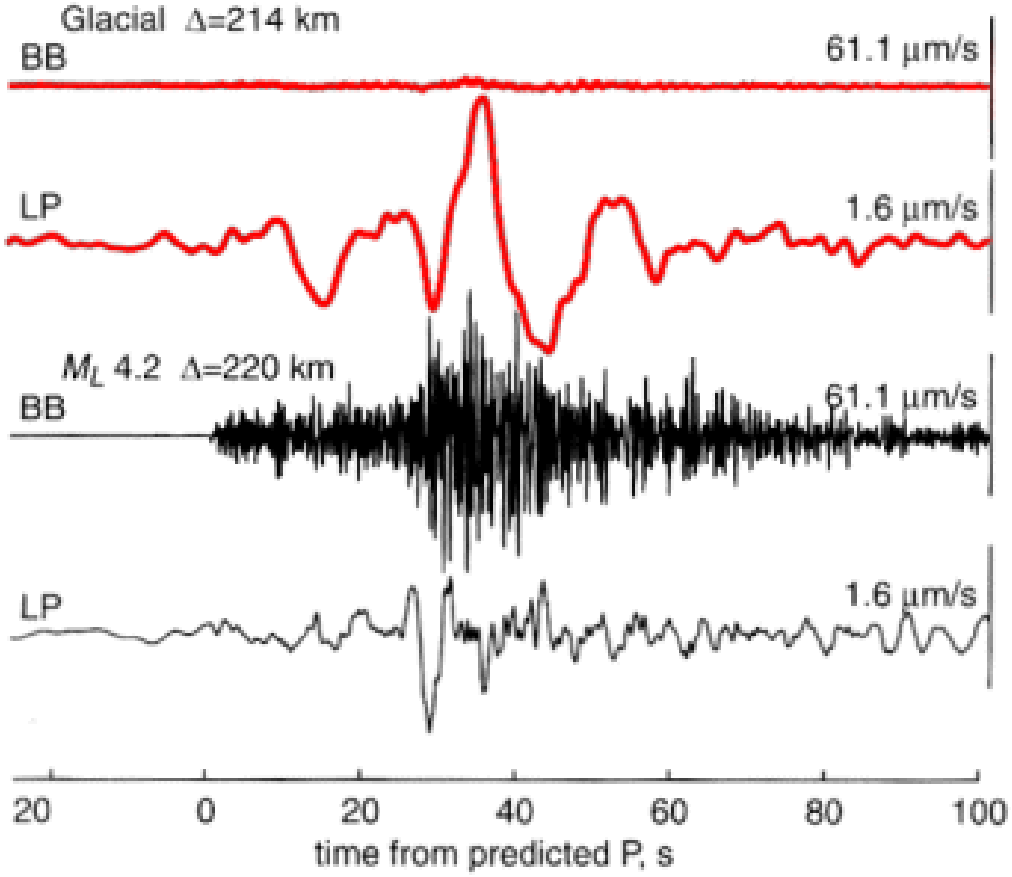
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine


Surface waves
P-wave
S-wave
Seismogram recorded in the UK from a distant earthquake
22:20:00
:30:00
:40:00
:50:00
Time (hr:min:sec)

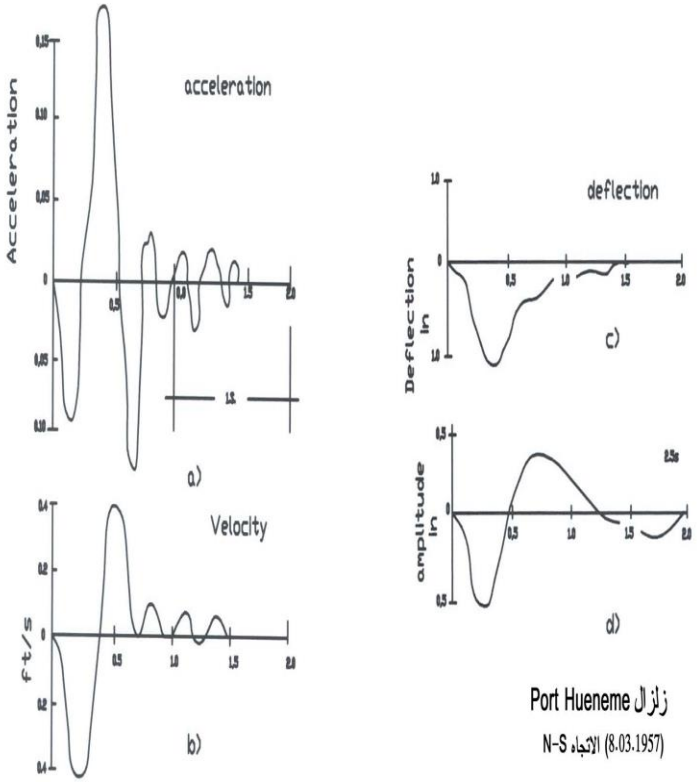


Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Ground Motion Records

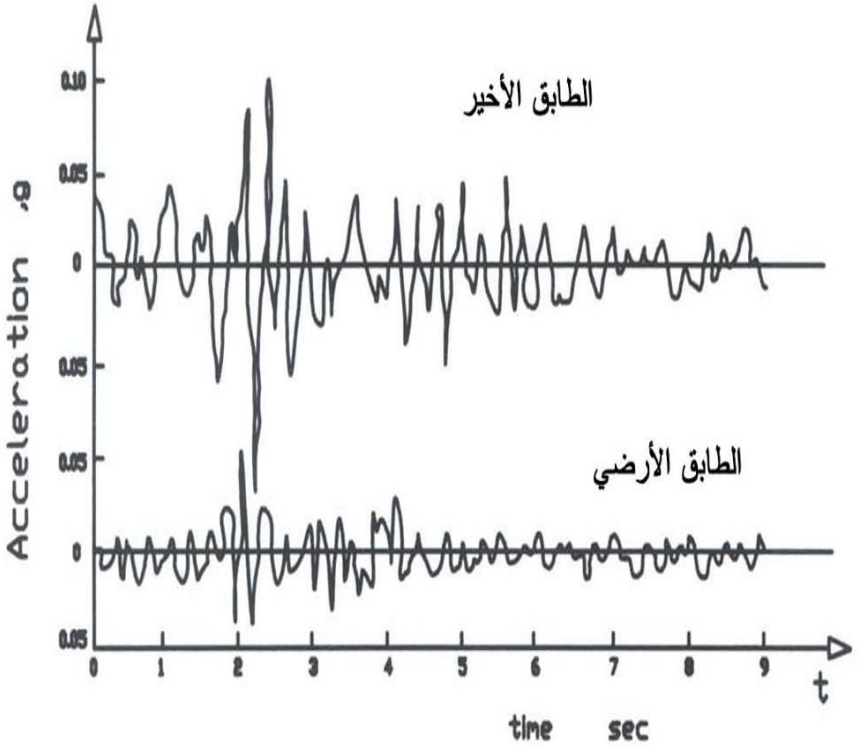


Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



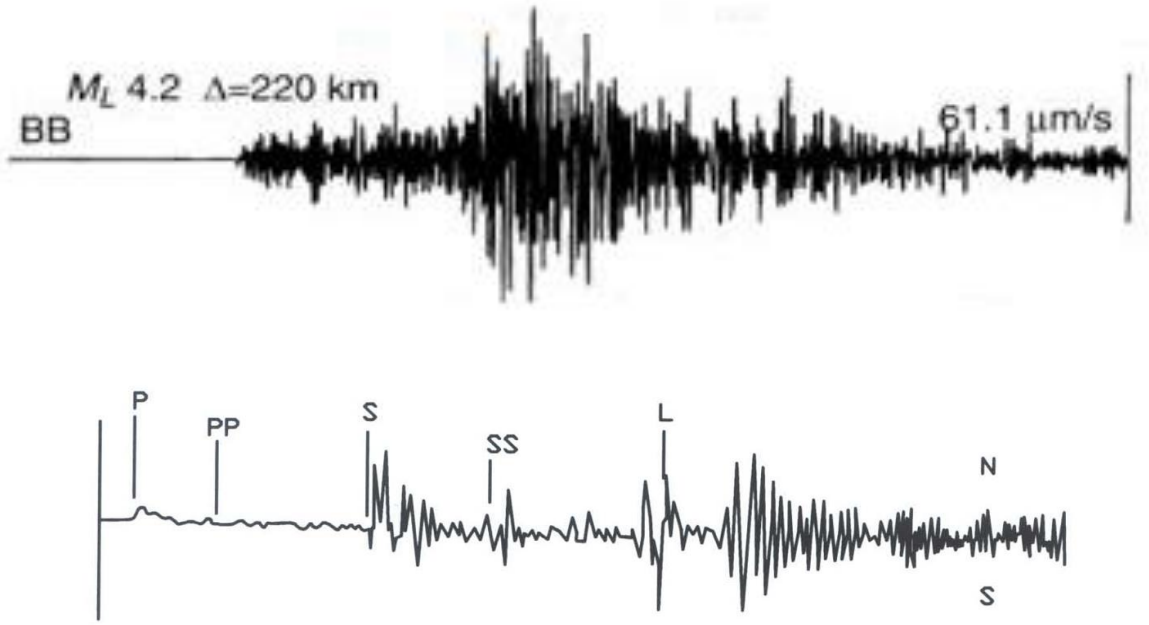
شكل (1-19) : زلزال ذو صدمة واحدة (زلزال Port Hueneme, 1957) N-S

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



شكل (1-20): أكسيليو غرام زلزال سان فرانسيسكو (22.03.1957)
في الاتجاه N-S للطابق الأرضي والطابق الأخير

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



شكل (1–18): أكسيليو غرام هزات أرضية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

في البداية, كانت أجهزة الرصد الزلزالي ميكانيكية , و من ثم تطورت لتصبح أجهزة كهرومغناطيسية .

و كذلك تطور التسجيل الورقي الى تسجيل فوتوغرافي ثم تسجيلا مغناطيسيا .

و في نهاية القرن العشرين تأثرت الأجهزة المختلفة للرصد و التحليل الزلزالي كغيرها من الأجهزة بالتطور الكبير الذي طرأ على جميع جوانب الحياة , فأصبحت أجهزة رقميّة.
يعرف جهاز التسجيل الزلزالي **Seismograph** بأنه الجهاز الذي يراقب ثم يسجل الاهتزازات الأرضية كمعامل مستمر للزمن يسببه وصول الموجات الزلزالية مع توقيت دقيق .
و يسمى السجل أو التمثيل البياني الناتج حاليّا لتسجيل الحركات الاهتزازية للأرض أنواع متعددة من أجهزة السيسموغراف **Seismogram**
حيث لكل نوع مجال ترددي خاص به.

خصائص الحركات الأرضية

Characteristics of Earthquake Ground Motion

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

يمكن تلخيص أهم خصائص الحركات الأرضية التي تعتبر ضرورية في تطبيقات هندسة الزلازل بما يلي :

ذروة الحركات الأرضية Peak Ground Motion

أ- أمد الحركات القوية Duration of Strong Motion

ج- محتوى التردد Frequency Content

جميع المعايير المذكورة أعلاه تؤثر بنسب مختلفة على سلوك المنشآت , ففي حين تعتبر ذروة الحركات الأرضية المؤثر الرئيسي على سعة الاهتزازات , أظهرت الأحداث الزلزالية أن أمد الحركات القوية كان تأثيرها حازما على قساوة هذه الاهتزازات , فمثلا في بعض حالات الهزات الأرضية التي كانت معتدلة السعة و طويلة التأثير . أحدثت دمارا و انهيارا كبيرا في المنشآت , في حين لم يحدث مثل هذا الدمار في هزات أرضية أخرى كانت سعتها كبيرة و أمدها قصير.

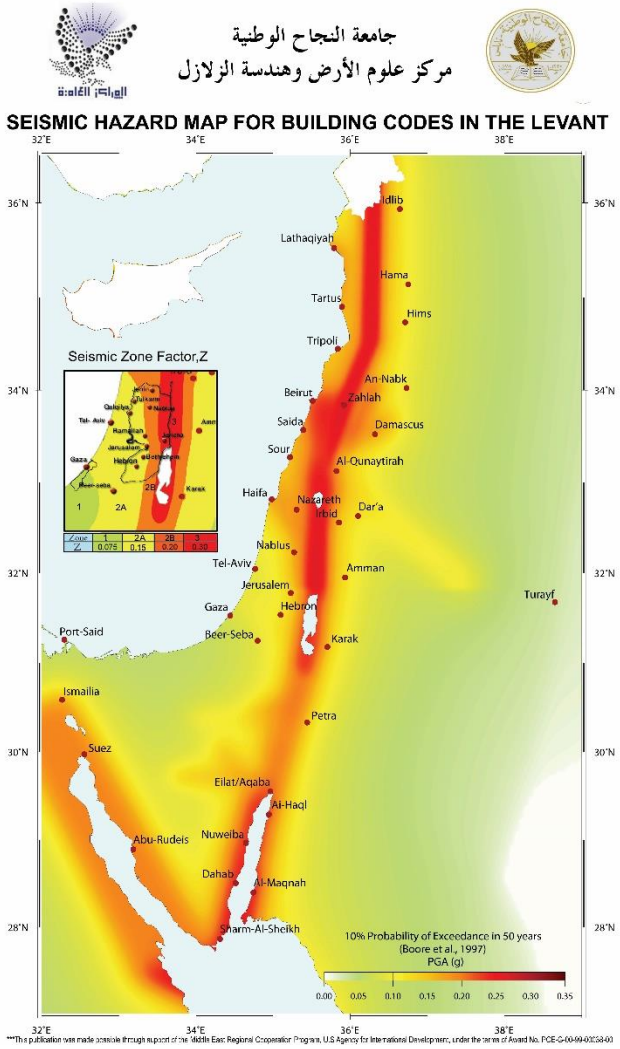
ذروة الحركات الأرضية

Peak Ground Motion

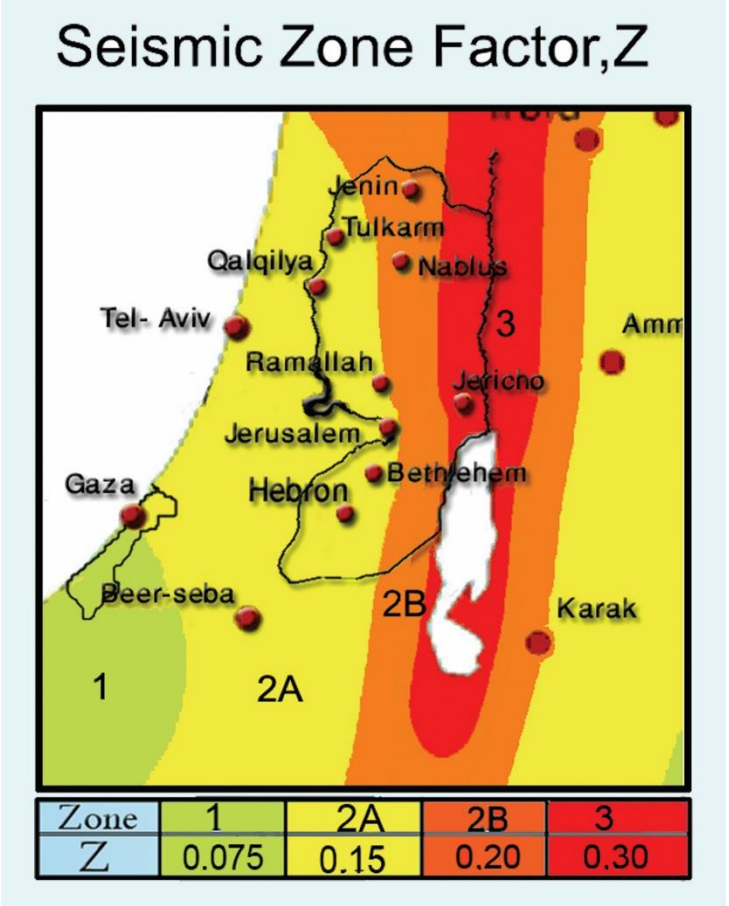
تمثل الحركات الأرضية الزلزالية برسومات بيانية لتوضيح العلاقة بين كل من التسارع و السرعة و الازاحة مع الزمن و بما أن الاهتزازات الأرضية التي تحدثها الموجات الزلزالية تؤثر على سطح الأرض بشكل عشوائي فان تسجيلات هذه الموجات من خلال الرسم البياني ستكون بلا شك عشوائية و تسمى القمة الناتئة لهذه الموجات بالذروة .

تستخدم حاليا ذروة التسارع الأرضي PGA بشكل واسع في التصميم الزلزالي لجميع أنواع المنشآت في حين أوصت الدراسات الزلزالية (Naeim , 1994) على ضرورة الأخذ بعين الاعتبار لذروة السرعة و الازاحة الأرضية (PGV و PGD) اضافة الى ذروة التسارع الأرضي في عملية تصميم المنشآت المختلفة.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



الخارطة الزلزالية



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

ففي المنشآت قليلة الارتفاع يكون استخدام ذروة التسارع الأرضي مقبولا و فعالا , في حين يجب اعطاء الأولوية لذروة السرعة الأرضية PGV في حالة تصميم المنشآت متوسطة الارتفاع , و لذروة الازاحة الأرضية PGD في حالة المباني العالية جدا أو النحيفة جدا.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Duration of Strong Motion أمد الحركات القوية

اقترحت الدراسات و الأبحاث الزلزالية Trifunac , 1975, and Mc عدد من الطرق لحساب أمد الحركات الزلزالية القوية من خلال الاستعانة بالرسم البياني لهذه الحركات , و قد أظهر تطبيق هذه الطرق على عدد من الزلازل وجود فرق واضح في النتائج حيث يظهر مقارنة لكيفية ايجاد أمد الحركات الزلزالية القوية باستخدام ثلاثة طرق.

Earthquake strong ground motion is a complex natural phenomenon associated with the abrupt energy release during fault rupture. The intensity of the seismic event can be described in terms of the perceived effects of ground motion according to different intensity scales. The availability of strong ground motion records permits a consistent use of quantitative indices based on the amplitude, duration and frequency content of the earthquake records. The most frequently used intensity indices are the peak ground acceleration and velocity, the significant duration of the strong motion as defined by Trifunac and Brady (1975) and the spectral values for different characteristic periods of the strong motion records.

التردد

Frequency Content

محتوى تردد الحركات الأرضية يمكن ايجاده من خلال تحويل الحركة من مجال الزمن الى مجال التردد , و ذلك من خلال استخدام علاقات فوريير .

يشار الى أن الزمن الدوري الطبيعي للموقع قد يؤدي الى حصول تضخيم للقوى الزلزالية التي تتعرض لها المباني و ذلك اذا ما اقترب أو تساوى الزمن الدوري لهذه المباني مع الزمن الدوري (حصول ظاهرة الرنين) , و هذا يعرف في التصميم الزلزالي للمنشآت بعامل تأثير الموقع .

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

العوامل التي تؤثر على الحركات الأرضية

Factors Influencing Ground Motion

- تتأثر الحركات الأرضية الزلزالية بعدد من العوامل، أهمها:
  - ✓ مقدار الزلزال **Earthquake magnitude**
  - ✓ البعد عن المركز السطحي **Epicenter distance**
  - ✓ طبيعة تربة الموقع **Local soil condition**
  - ✓ الاختلاف في الجيولوجيا وفي سرعة الانتشار على طول خط المسار

Variation in geology and propagation velocity along the travel path

  - ✓ حالة اوطبيعة وآلية مصدر الهزات الأرضية

Earthquake source conditions and mechanism

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

The Scale of Earthquakes مقاييس درجة الزلازل

للوصول الى تعبير كمي دقيق قدر الامكان لوصف الزلازل تستخدم الدراسات و المراجع الزلزالية عدد من المعايير الزلزالية , هي : المقدار الزلزالي و الشدة الزلزالية و العزم الزلزالي, بالإضافة الى الطاقة الزلزالية و لا زالت الجهود العلمية مستمرة لتطوير أساليب قياس (درجة الزلازل).

ويمكن ايجاد الدرجة الزلزالية للهزات الأرضية من خلال:-

- أثرها على الاشخاص والمنشآت الموجودة في منطقة تأثيرها.
- استخدام العلاقات الرياضية وتسجيلات محطات الرصد.

وبشكل عام لايجاد الدرجة الزلزالية يستخدم بشكل واسع المقاييس التالية:

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Measuring Earthquakes

Two terms are frequently confused when talking about earthquakes. They are magnitude and intensity:

- The **magnitude of an earthquake is a measure of its size and relates to the amount of energy released, usually by rupturing of the fault.**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

مقياس الشدة الزلزالية

Intensity Scale

تستند مقاييس الشدة الزلزالية في تحديدها لشدة الزلزال على مستوى درجة تأثيره على الأشخاص و المنشآت , فمبدأ هذا النوع من المقاييس يعتمد على الوصف , فكلما زاد تأثير الزلازل على الأشخاص و المنشآت تزداد درجة الشدة الزلزالية.

و من أهم مقاييس الشدة الزلزالية و أكثرها شيوعا هو مقياس ميركالي المعدل

(MM) Modified Mercalli Intensity Scale

حيث يتم من خلال المقياس تصنيف درجات الشدة المحتملة من I و حتى XII

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

جامعة النجاح الوطنية
مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل

An-Najah national University
Earth Sciences & Seismic
Engineering Center

جدول رقم (1) مقياس ميركالي للشدة

جدول (1.1)

درجة الشدة MMI	الـــــــــوصف
I	لا يشعر بها ، إلا نادراً ، وفي ظروف خاصة ومثالية .
II	يشعر بها عدد قليل من الأشخاص فقط في حالة السكون خاصة في الطوابق العلوية من الأبنية العالية .
III	يشعر بها من قبل العديد من الأشخاص وخاصة في الطوابق العلوية من الأبنية ويصعب معرفة أن سبب هذه الهزة هو زلزال . يمكن قياس أمد الزلزال عند هذه الدرجة .
IV	في النهار ، يشعر بها العديد من الأشخاص داخل المباني ، والقليل منهم خارج المباني ، اضطراب في الأبواب ، والشبابيك ، والأطباق ، وطقطقة في الجدران ، والإحساس بها يشبه اصطدام شاحنه كبيرة بالمبنى . تتأرجح السيارات الواقفة بشكل ملحوظ .
V	يشعر بها جميع الناس ، والعديد يستيقظ من نومه ، تتهشم بعض الأطباق والشبابيك الزجاجية ، قد تتشقق طبقة القصارة على الجدران ، انقلاب الأشياء غير الثابتة ، اضطراب أعمدة الكهرباء والهاتف ، والأشجار ، وغيرها من الأجسام العالية في بعض الأحيان ، تتوقف الساعات البندولية عن الحركة .
VI	يصاب الناس بالذعر ويركضون إلى خارج المبنى ، يتحرك الأثاث الثقيل من مكانه ، وفي بعض الأحيان تتساقط طبقة القصارة ، تنقلب المداخن و تحدث أضرار بسيطة في المنشآت .
VII	الجميع يركضون إلى الخارج المباني ، يكون حجم الأضرار مهملاً في الأبنية المصممة والمنفذة جيداً ، وبسيط إلى متوسط في الأبنية العادية ، أضرار ملحوظة في الأبنية الرخيصة أو ذات التصميم السيء ، تتضرر المداخن ، ويشعر بها في السيارات التي تسير .
VIII	يحدث أضرار بسيطة حتى في الأبنية المصممة والمنفذة جيدة، أضرار ملحوظة في الأبنية العادية مع حدوث بعض الانهيارات، أضرار كبيرة في الأبنية الرخيصة أو ذات التنفيذ السيء، تقذف قطع الجدران المحمولة والفاصلة خارج المنشآت الهيكلية، يسقط العديد من المداخن، تتضرر الأشجار و يتناثر الطين والرمل بكميات قليلة نسبياً، اختلاف في منسوب مياه الآبار ،إعاقة في سواقة السيارات .
IX	أضرار ملحوظة في الأبنية المصممة والمنفذة جيداً ، خروج المنشآت عن خطوط التماس مع الأساسات ، تشقق الأرض بشكل واضح تضرر شبكات المياه الصحية أسفل منسوب الأرض .
X	انهيار البيوت الخشبية ذات التصميم والتنفيذ الجيد ، تدمير معظم منشآت الطوب والمنشآت الهيكلية مع أساساتها، تشقق الأرض بشكل يؤدي إلى حدوث أضرار عديدة ، إنثناء خطوط السكك الحديدية ، انزلاق المنحدرات والحواجز الترابية وارتفاع منسوب المياه السطحية .
XI	انهيار جميع المنشآت الهيكلية ، وتدمير الجسور ، تصدعات وتشققات تغطي سطح الأرض كلية ، تدمير شبكات المياه الصحية أسفل منسوب الأرض وعدم صلاحيتها للخدمة هبوط في سطح الأرض وانسياب العديد من الأراضي المكشوفة إلى أسفل التربة الطرية، إنثناء والتواء خطوط السكك الحديدية بشكل واضح .
XII	دمار شامل، تغير تام في شكل سطح الأرض بحيث تظهر على شكل أمواج إنسيابية ، اختلاف طوبوغرافية الأرض تناثر الأجسام والكتل الترابية وقطع المنشآت في الهواء .

يعتمد مقياس ميركالي على تقييم ووصف شدة الزلازل من خلال تأثيرها على الأشخاص والمنشآت والتربة .

مقياس المقدار الزلزالي

Earthquake Magnitude

المقدار الزلزالي هو عبارة عن مقياس نسبي للطاقة المتحررة من مركز الزلازل , و يرمز لهذا المقياس عادة بالحرف M و قد عرف ر يختر المقدار الزلزالي للهزات القريبة بأنه اللوغاريتم للأساس عشرة لأقصى سعة موجبة مسجلة بواسطة سيزموغراف معياري.

- **Magnitude is generally measured in terms of the Richter scale. Every time the Richter magnitude increases by one it represents a twenty-sevenfold increase in the size of the earthquake. In other words, a Richter magnitude 7 earthquake releases 27 - 30 times more energy than a magnitude 6 earthquake.**

تحديد درجة الزلزال وفق مقياس ريختر

The magnitude of most earthquakes is measured on the Richter scale , invented by Charles F. Richter in 1934. The Richter magnitude is calculated from the amplitude of the largest seismic wave recorded for the earthquake, no matter what type of wave was the strongest .

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

درجاته بمقياس ريختر	السرعة الأفقية سم / ث	آثار الزلزال (الهزات الأرضية)
3	–	لا يحس بهاأحد ، إلا بعض الناس في ظروف خاصة جداً .
3.5	3–2	يحس بها بعض الناس فقط وخاصة الذين في الأدوار العليا، وتهتز الأشياء المعلقة تعليقاً حراً .
4	7–4	يحس بها بوضوح داخل البيوت،وخاصة في الأدوار العليا ، ولكن كثير من الناس لا تعتقد أنه زلزال حيث يسبب اهتزازات كالتي يسببها المترو أو الترام أو الشاحنات الضخمة .
4.5	15–7	أثناء النهار يحس بها الكثيرون في البيوت والكثير في الشوارع،ولا يحس بها في الليل إلا المستيقظون،وتهتز الأطباق والشبابيك والنجف، وتحدث الحوائط بعض أصوات التصدع، والإحساس به كما لو كان نتيجة اصطدام عربة نقل بالمبنى، وتهتز العربات الساكنة بوضوح .
5	30–15	يحس بها الجميع ويستيقظ بعض النائمين، وتسقط بعض صور الحائط وتتكسر بعض الأطباق،وتحدث شروخ بسيطة في الطبقات السطحية للجدران ،وتنقلب الأشياء غير المتزنة،وتهتز الأشجار وأعمدة النور بوضوح ، ويتوقف بندول الساعة .
5.5	70–30	يحس بها الجميع،ويفزع البعض ويفرون إلى الخارج المباني،وتتحرك قطع الأثاث الثقيلة،تحدث شروخ سطحيه وتتصدع المداخن،والمباني الضعيفة .
6	150–70	الجميع يهرعون خارج المباني،التصدع بسيط في المباني ذات التصميم الجيد،والتنفيذ السليم،والتصدع بسيط إلى متوسط في مباني الطوب الجديدة،والتصدع كبير في المباني الخرسانية السيئة أو مباني الطوب والحجر القديمة ، تنهار بعض المداخن،ويحس به قادة السيارات المتحركة .
6.5	300–150	التصدع بسيط في المنشآت المقاومة للزلازل،وتصدع واضح في المباني العادية مع انهيارات جزئية،وتصدع كبير في المنشآت سيئة التنفيذ، انهيارات كبيرة في معظم جدران الطوب الدراجة محلياً،تنفصل باكية المباني عن الأعمدة والكمرات وتتحرك بعضها للخارج،تسقط التماثيل وبعض المآذن والمداخن والأسوار،تنقلب قطع الأثاث الثقيلة ، يتغير منسوب مياه الآبار ، يزعج السيارات المتحركة .
7	300 إلى 700	التشقق واضح في المنشآت المقاومة للزلازل،والمنشآت الخرسانية تميل بشدة أو تنحني خارج مستوى الإطارات،تصدع كبير في الحوائط الحاملة الغير مسلحه وانهيارات كثيرة في المنشآت سيئة التنفيذ،تنفصل بعض المباني عن أساساتها وتتشقق التربة بوضوح وتقص بعض الخوازيق (الأوتاد الأرضية) .
7.5	700 إلى1500	أغلب المباني من الحوائط الحاملة الغير مسلحه تدمر،وبعض المنشآت الخرسانية تدمر مع أساساتها،وتتشقق الأرض شقوقاً كبيرة وخطيرة،وتنحني قضبان السكك الحديدية،وتنزلق جوانب الأنهار والترع تتحرك التربة الرملية،والطمى وتنكسر المواسير المدفونة تحت الأرض .
8	1500 إلى300 0	تنهار كثير من المباني الخرسانية وتسقط الكبارى،وتحدث فواصل في الأرض،تبتلع الناس والعربات،وتنهار شبكات المياه والمجاري كلية،وتحدث انزلاقات في جوانب الأنهار والتربة اللينة،وتنحني قضبان السكك الحديدية بحيث لا تعد صالحة.
8.5	3000 إلى600 0	التدمير شامل ، موجات الزلازل ترى بوضوح على سطح الأرض ، خطوط الرؤية والأسطح المستوية تدمر ، تطير الأشياء الثقيلة في الهواء .

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

The Richter magnitudes are based on a logarithmic scale. What this means is that for each whole number you go up on the Richter scale, the amplitude of the ground motion recorded by a seismograph goes up ten times. Using this scale, a magnitude 5 earthquake would result in ten times the level of ground shaking as a magnitude 4 earthquake (and 32 times as much energy would be released).

و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه

والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية A

الزمن الدوري للموجة T

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

The Richter magnitudes are based on a logarithmic scale. What this means is that for each whole number you go up on the Richter scale, the amplitude of the ground motion recorded by a seismograph goes up ten times. Using this scale, a magnitude 5 earthquake would result in ten times the level of ground shaking as a magnitude 4 earthquake (and 32 times as much energy would be released).

و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه

والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

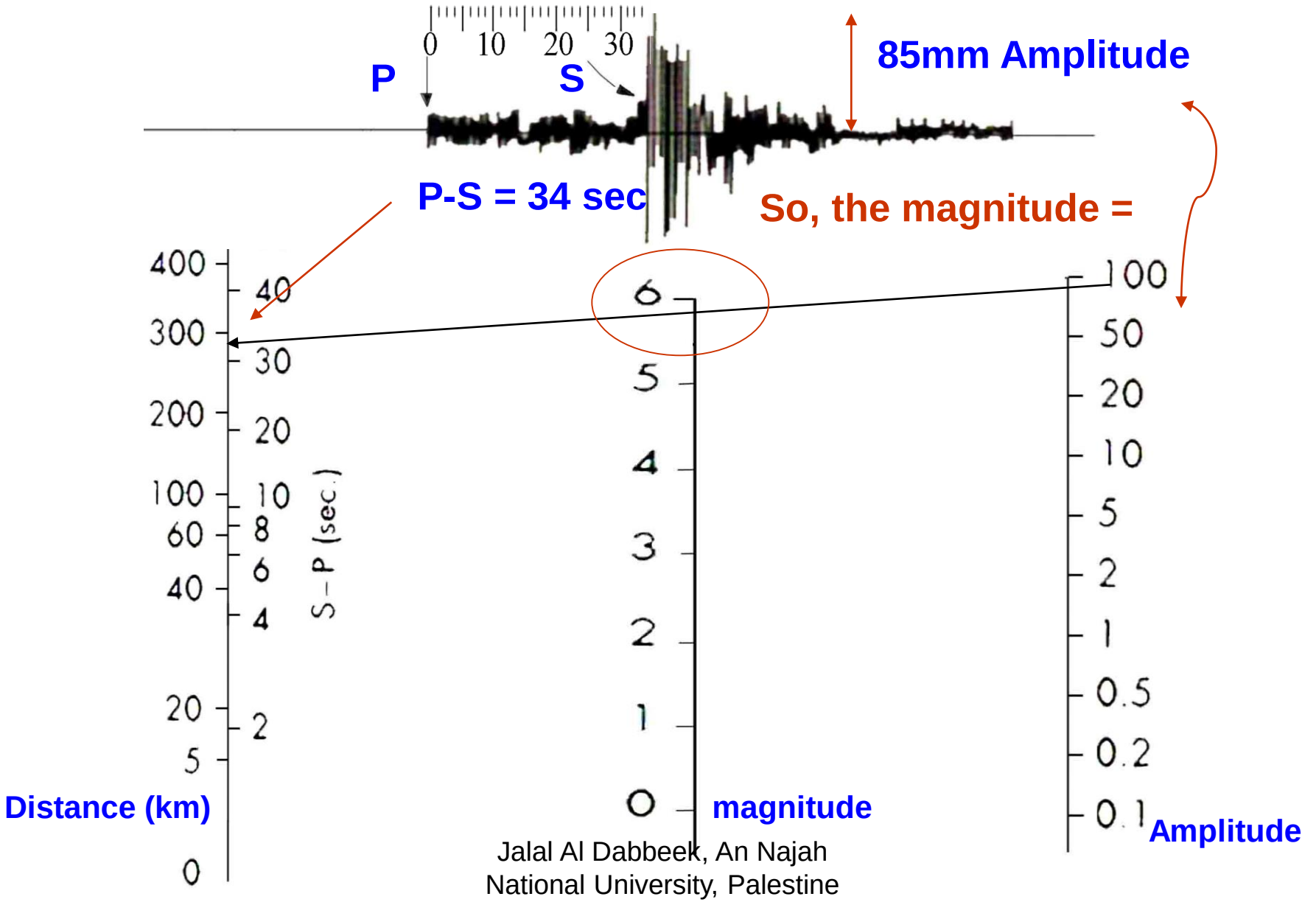
زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية A

الزمن الدوري للموجة T

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

The Richter magnitudes are based on a logarithmic scale. What this means is that for each whole number you go up on the Richter scale, the amplitude of the ground motion recorded by a seismograph goes up ten times. Using this scale, a magnitude 5 earthquake would result in ten times the level of ground shaking as a magnitude 4 earthquake (and 32 times as much energy would be released).

و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه

والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

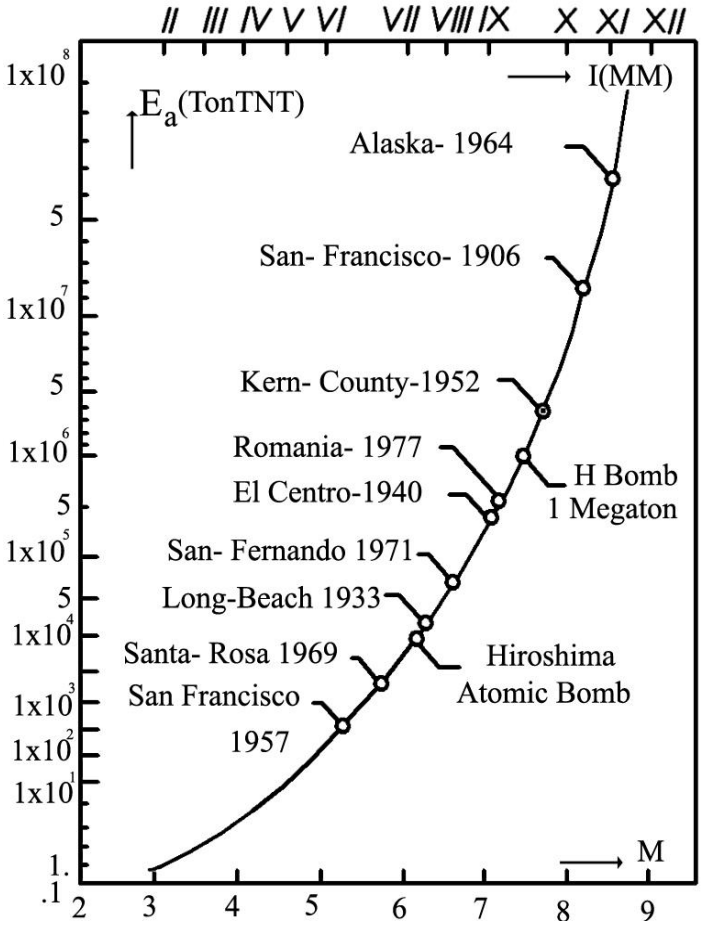
زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية A

الزمن الدوري للموجة T

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



العلاقة بين الدرجة الزلزالية (M) وطاقة الهزات الأرضية المكافئة

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

The Richter magnitudes are based on a logarithmic scale. What this means is that for each whole number you go up on the Richter scale, the amplitude of the ground motion recorded by a seismograph goes up ten times. Using this scale, a magnitude 5 earthquake would result in ten times the level of ground shaking as a magnitude 4 earthquake (and 32 times as much energy would be released).

و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه

والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية A

الزمن الدوري للموجة T

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

اضافة الى المقاييس التي سبق ذكرها، مقياس الشدة الزلزالية ومقياسM المقدار (القوة) الزلزالي MM .

استخدمت بعض الدول مقاييس اخرى أهمها:-

مقياس MSK

المقياس الياباني

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

The Richter magnitudes are based on a logarithmic scale. What this means is that for each whole number you go up on the Richter scale, the amplitude of the ground motion recorded by a seismograph goes up ten times. Using this scale, a magnitude 5 earthquake would result in ten times the level of ground shaking as a magnitude 4 earthquake (and 32 times as much energy would be released).

و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه

والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية A

الزمن الدوري للموجة T

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

ان اعتماد الشدة الزلزالية على احساس الناس و تقييمهم لشدة الاهتزازات في أماكنهم , يؤدي في حالات كثيرة الى المبالغة و عدم الدقة, فشدة تأثير الزلزال تعتمد على عدد من العوامل, أهمها:

- مقدار قوة الزلزال و عمقه البؤري.
- بعد المركز السطحي للزلزال عن المنطقة المتأثرة.
- طبيعة المنطقة.
- نوعية و جودة البناء في المناطق المتأثرة.

-مكان وجود الانسان الشاعر بالزلازل لحظة احساسه بالأمواج الزلزالية

-نوعية النظام الانشائي,

-تصرف الانسان أثناء حدوث الزلزال.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

لماذا نسمع قيماً مختلفة لنفس الزلزال

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

زلزالية المنطقة العربية

Seismicity of the Arab Region

أدى الاستخدام الواسع في معظم دول العالم لأجهزة الرصد الزلزالي خلال القرن العشرين الى تطوير الدراسات و الأبحاث الزلزالية المتعلقة بالنشاط و الحركات الزلزالية في العالم , للتعرف على النطاقات الزلزالية العالمية .

بالرغم من عدم وقوع المنطقة العربية في النطاق الزلزالي العنيف الا أن المدن العربية لم تكن في تاريخها و حاضرها بعيدة عن الضربات الزلزالية العنيفة.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

زلزالية المنطقة العربية

Seismicity of the Arab Region

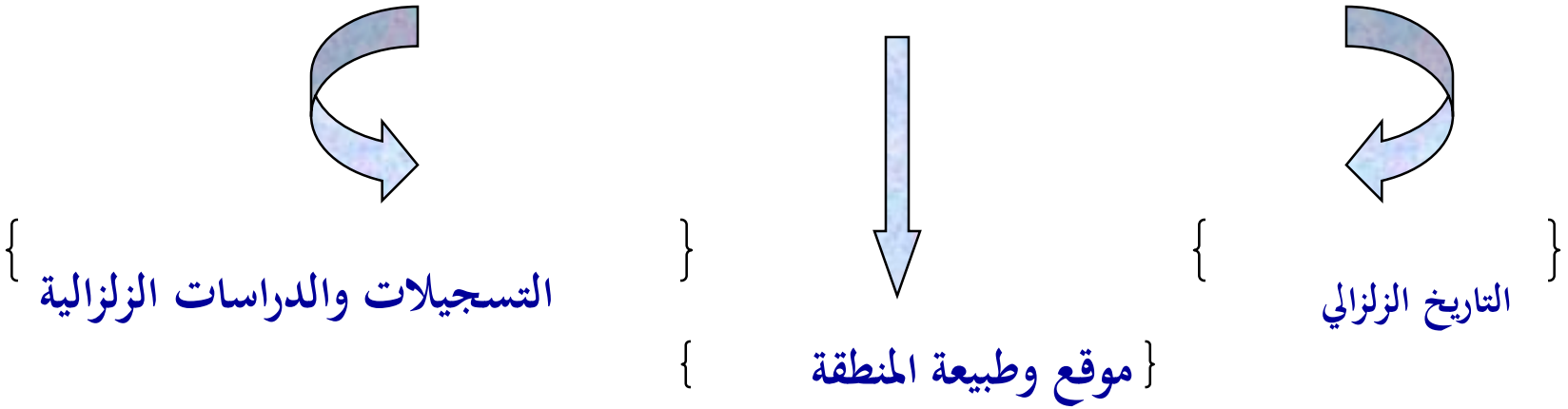
- ✓ المغرب الاعوام 1731 و 1909و2004
- ✓ الجزائر الاعوام 1716 و 1790 و 1869 و1981 و2003
- ✓ تونس عام 1757
- ✓ ليبيا عام 1853
- ✓ فلسطين والأردن الاعوام 1837 و 1903 و 1927 و 1954 و 1995
- ✓ لبنان الاعوام 1759 و 1872 و 1954
- ✓ العراق الاعوام 1865 و 1917 و 1946 و 1981
- ✓ السعودية عام 1941 واقتصر تأثير زلزال 1995 على منطقة الشمال الغربي في السعودية
- ✓ اليمن الاعوام 1965 و 1982 و 1991
- ✓ مصر الاعوام 1847 و 1955 و 1969 و 1981 و 1992

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

هل فلسطين نشطة زلزالياً .... ؟!

هل هناك احتمال لحصول زلازل في المستقبل ....!؟

على ماذا يعتمد المختصون في تحديد امكانية حصول زلازل في المستقبل؟؟



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

النشاط الزلزالي في فلسطين

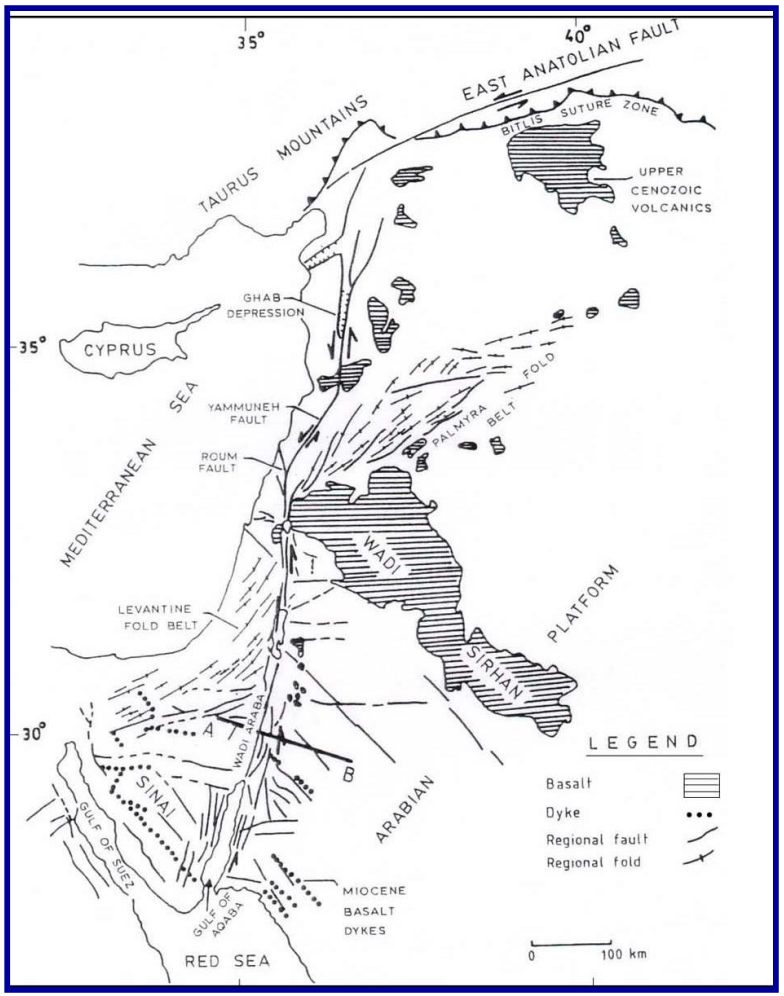
Seismicity of Palestine

حفرة الانـهدام و التصدعات الأرضية:

تعتبر حفرة الانـهدام في منطقتنا امتدادا لحفرة الانـهدام الاقليمية , التي تمتد من خليج عدن في البحر حتى خليج العقبة ثم تستمر في وادي عربة و البحر الميت و حول نـهر الأردن و بحيرة طبريا حتى تصل الى أنطاكيا في تركيا و تؤدي الحركة المستمرة في الصفيحة العربية الى ابتعادها عن الصحيفة الافريقية بالاتجاه الشمالي الشرقي و اصطدامها بصفيحة الأناضول و تتحرك في الوقت ذاته في اتجاهات أفقية و عمودية على طول حفرة الانـهدام التي تفصلها عن صفيحة فلسطين و سيناء.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

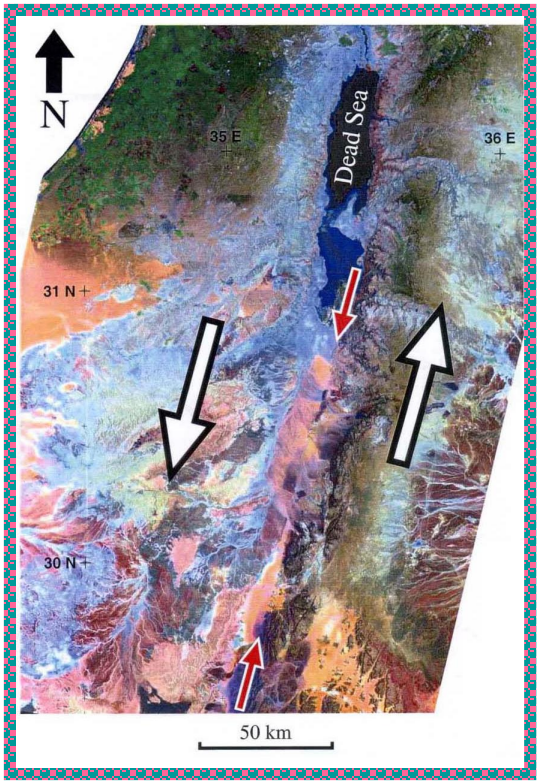
موقع فلسطين
وتكتونية المنطقة

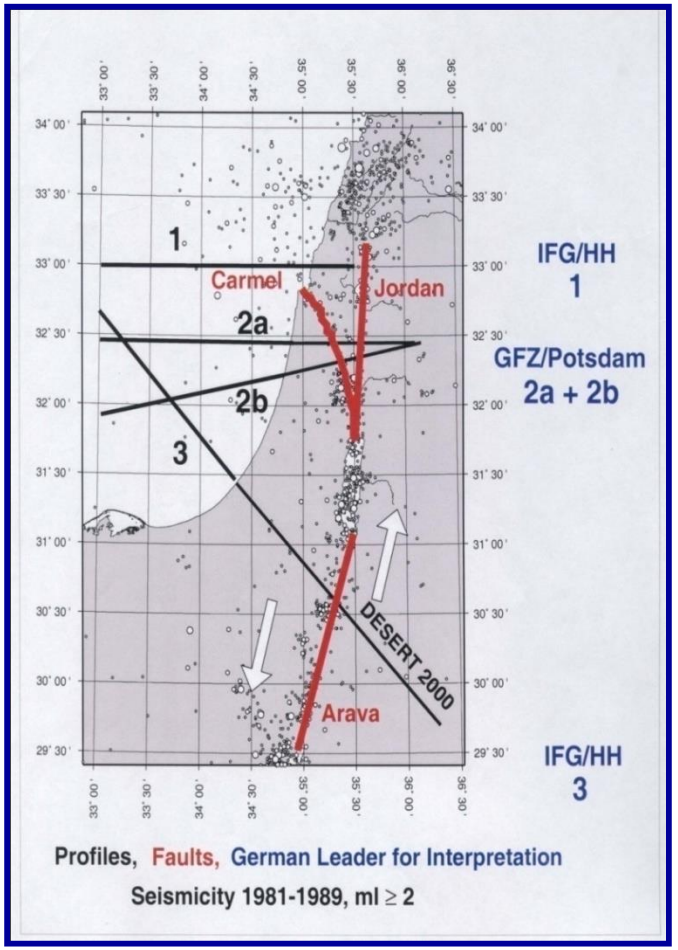


Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

اتجاه الحركة النسبية بين فلسطين والأردن

Transform Fault –
Relative movement between Jordan and Palestine.





Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

النشاط الزلزالي في فلسطين

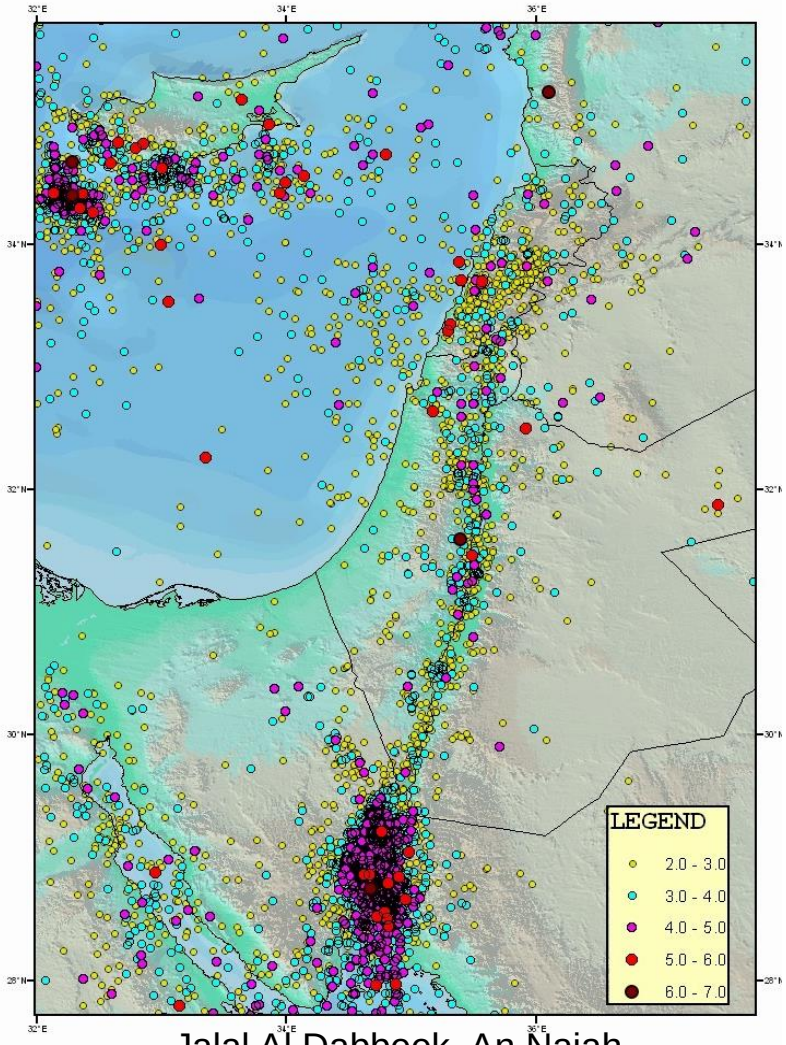
Seismicity of Palestine

✓ أهم تواريخ الزلازل التي تأثرت بها معظم المدن والمناطق الفلسطينية

1656 - 1546 - 1402 - 1339 - 1212 - 1202 - 1068
1873 - 1872 - 1859 - 1854 - 1834 - 1759 - 1666
1996 - 1954 - 1927 - 1923 - 1903 - 1900 - 1896

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Earthquakes 1900-2003



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

آثار الشقوق من الزلزال

زلزال قوي يضرب فلسطين

عشرات القتلى والجرحى وهدم الكثير من الأبنية وتشريد مئات العائلات الفلسطينية

فندق اريحا المحطم

عائلات فلسطينية مشردة

القدس ـ فلسطين في ١٥ يوليو ١٩٢٧:

تعرضت معظم الأراضي الفلسطينية الى زلزال عنيف ضرب فلسطين وسوريا ولبنان والاردن ومصر امس الأول.

وذكرت التقارير ان مدن فلسطين مثل نابلس اريحا ومدن أخرى كانت الأكثر تضرراً بالزلزال الذي تسبب في قتل الكثير وفي هدم الكثير من [illegible]

في تشريد مئات العائلات في فلسطين.

وقالت تقارير من فلسطين ان الزلزال أصاب أبنية كثيرة بأضرار جسيمة ومات عدد كبير من الناس وجرح آخرون واستولى الذعر على السكان فخرجوا الى الجبال يطلبون النجاة. وبلغ الزلزال أشده في نابلس بنوع خاص وأصيبت هذه المدينة بأضرار أكثر من غيرها. وذكرت أنباء أخرى من فلسطين ان الزلزال [illegible] الناس يخرجون على وجوههم، فلما أتى الليل باتوا في الخلاء وكلهم يخشى الرجوع الى منزله لفرط ما القى في قلبه من الرعب.

وقد ظهرت شقوق كثيرة في الأرض على ساحل البحر الميت من جراء الزلزال.

وتهدم فندق «ونتر بالاس» في اريحا بالكامل وهو الفندق الوحيد الذي بني على أحدث طراز في فلسطين وكلف مبالغ عظيمة ومات تحت انقاضه ثلاثة من السياح.

- وثيقة تاريخية حول
- زلزال 1927

1927 Earthquakes

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

Historical Earthquakes زلازل تاريخية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

July 11, 1927

M=6.2

Abu Dis

Jerusalem

Jericho

Jordan river

Nablus

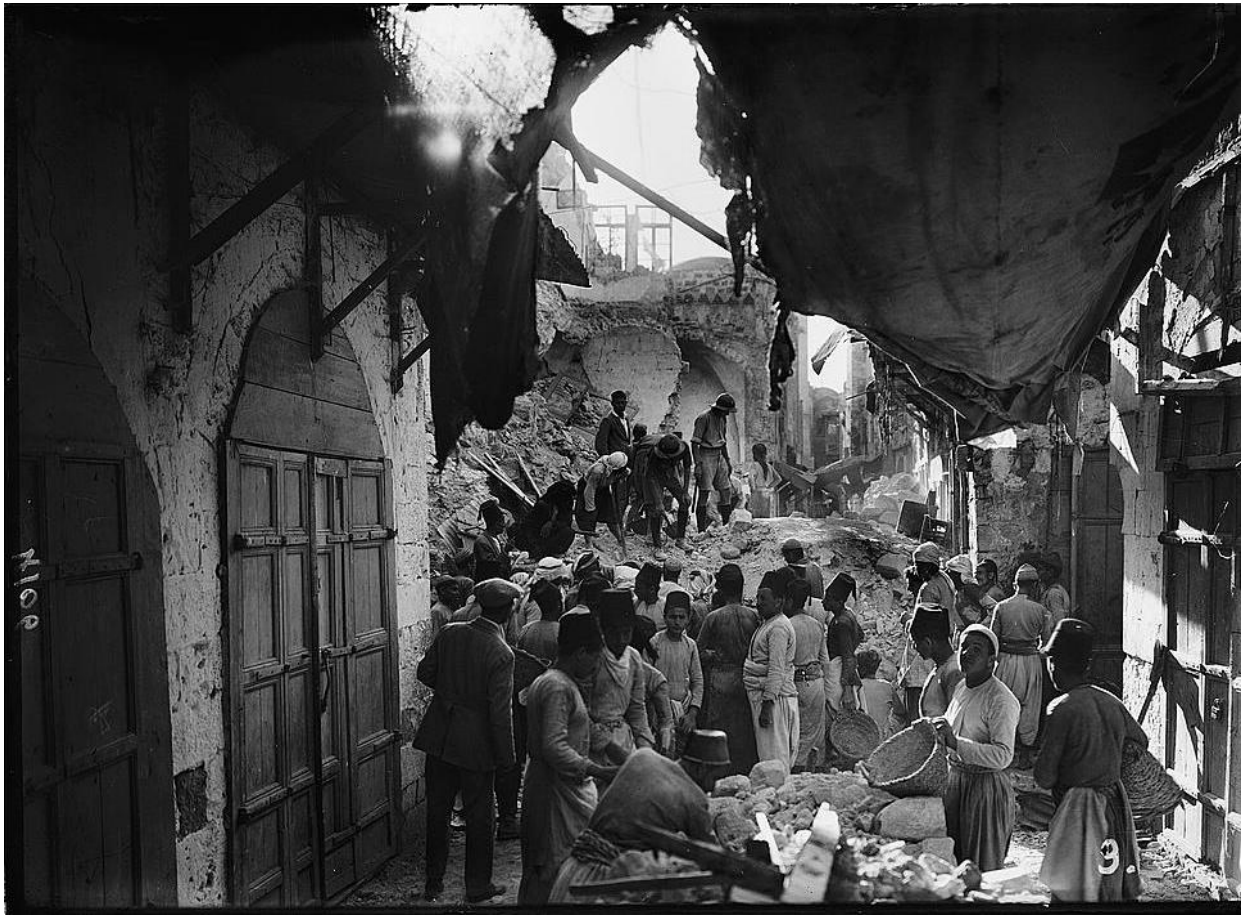
Jericho

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

Nablus, 13:04, July 11, 1927

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Nablus, 13:04, July 11, 1927



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Dead Sea Earthquake 11/2/2004

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004

Five Storey Masonary Building- NABLUS City

B

Expulsion of blocks in poor mortar stone

A

D

C

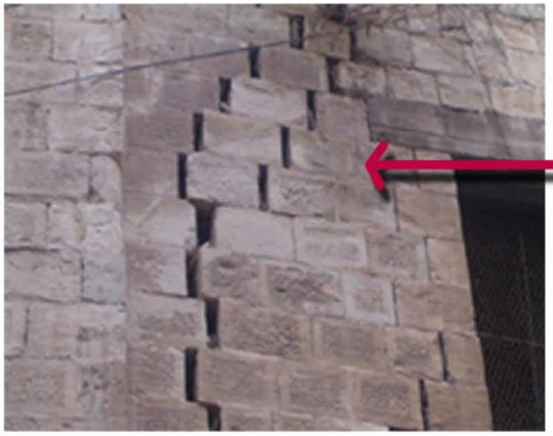
fig. 1
Crack Patterns, Crushing and Large permanent deformation in the Masonary Pillars.

see more details page no. (4/8)

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004

Old Masonary Building



E

D

Corner Detachment of Building

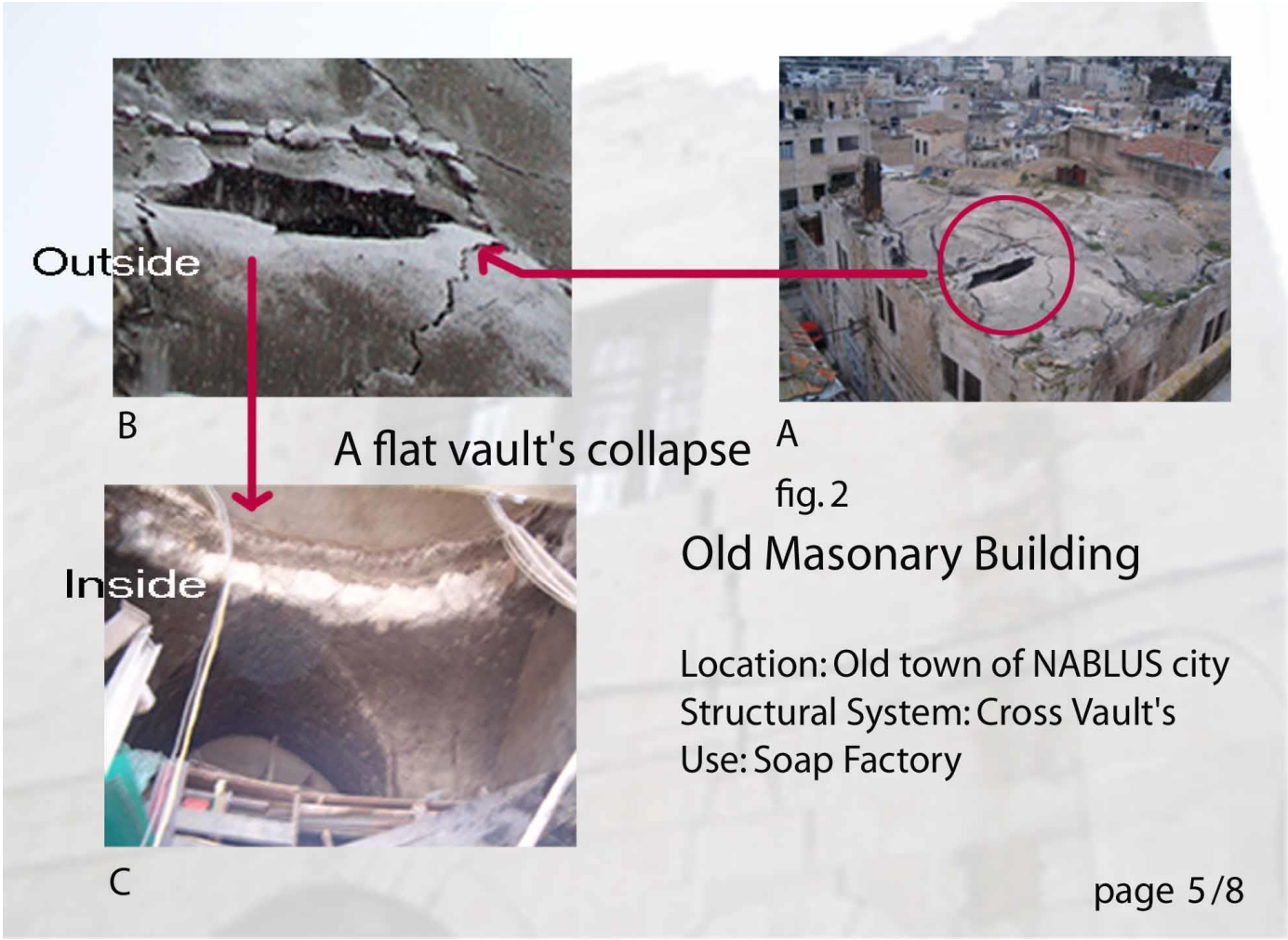
F

G

Location: Old town of NABLUS city
Structural System: Cross Vault's
Use: Soap Factory

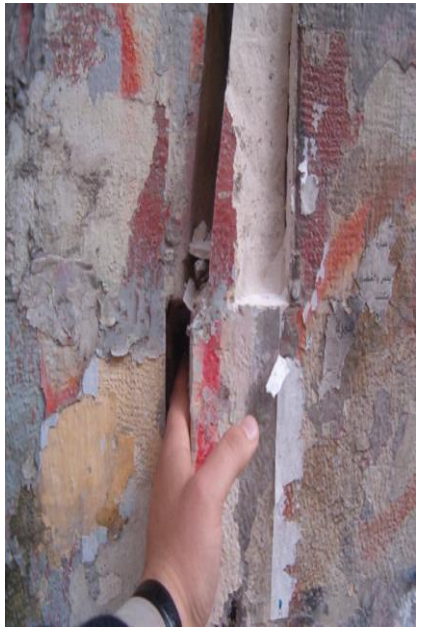
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Expected Earthquakes احتمال حصول زلازل في المستقب

$$M_{max} = 6.5$$

$$7 > M > 6$$

Where is the problem: المشكلة الحقيقية

- ✓ **The Earthquake Magnitude ??** قوة الزلزال المتوقع ... ؟ !
- ✓ **The Readiness / Preparedness** ام الجاهزية .. !! ؟

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

THANKS

زوروا:
موقع تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين

www.sasparm.ps

موقع المركز:
جامعة النجاح الوطنية
مركز التخطيط الحضري والحد من مخاطر الكوارث

www.najah.edu

seiscen@najah.edu

شكراً لحسن اصغائكم

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

مشروع
تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين

Support Action for Strengthening Palestinian- administrated Areas capabilities for Seismic Risk Mitigation (SASPARM)

د. جلال الدبيك، مدير مركز التخطيط الحضري والحد من مخاطر الكوارث في جامعة النجاح الوطنية.
ونائب رئيس الهيئة الوطنية للتخفيف من اخطار الكوارث

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine