



# Seismic Design of Buildings

(رقم المساق 68411)

مدرس المساق: أ. د. جلال الدبيك

1. Introduction to Seismology.
2. Site effect factors.
3. Introduction to Earthquake Engineering and Structural Dynamics.
4. Dynamic response of structures.
5. The influence of architectural configuration on seismic performance of Buildings.
6. Eccentricity and torsional consequences in structures.
7. Seismic forces and building codes.
8. Seismic design of reinforced concrete frames.
9. Seismic design of reinforced concrete shear walls.
10. Special topics on earthquake engineering) seismic retrofit and upgrading fundamentals,..etc).



# المحتويات

- \* مقدمه في علم الزلازل والطبيعة الزلزالية لفلسطين والمناطق المجاورة.
- مدخل لهندسة الزلازل.
- الاعتبارات المعمارية وتوزيع الكتل والجساءات في المستويين الأفقي والرأسي.
- الانحرافات المركزية وعزوم الالتواء في المنشآت.
- القوى الزلزالية الأفقية والرأسية, الأكواد الزلزالية.
- توزيع القوى الأفقية على العناصر الانشائية.



- \* اعتبارات وتوصيات عامة لتصميم مبان مقاومة للهزات الأرضية.
- \* حساب الجساءة ومتطلبات التفاصيل الانشائية.
- \* تصميم الاطارات الخرسانية المسلحة للقوى الأفقية الزلزالية.
- \* تصميم جدران القص.
- \* تأثير التربة والأساسات على حركة الزلازل وسلوك المنشآت.
- \* تخفيف المخاطر الزلزالية.
- \* مواضيع مختارة في هندسة الزلازل.
- \* تقييم وتقوية المنشآت القائمة لمقاومة أفعال الزلازل
- \* مشاهدات لمنشآت تعرضت لهزات أرضية مع توضيح الأسباب والتوصيات.



# Chapter One

## الفصل الأول

### 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 بورتها 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.



## **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.**



## ...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 أفقية بين صخور الأرض عبر الصدوع التي تحدث لتعرضها المستمر للتقلصات والضغط 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.**



# 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 يتعاطم تأثير الهزات في الأراضي الضعيفة خصوصا في الرواسب الرملية و الطينية حديثة التكوين.
- و يدل 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**.



**Damage Heavy**      **اضرار جسيمة**

Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



**Landslides**

**انزلاقات 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**

**انزلاقات ارضية**

Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



# علم الزلازل Seismology

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.



# 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 .



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





## 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

قديمًا نظر الإنسان إلى الزلازل على أنها تعبيرًا عن الغضب الإلهي، و بقيت بالرغم من تكرار حدوثها عبر العصور و إلى الوقت الحاضر مثيرة للاحساس بعدم الطمأنينة و قد ساهم العلماء العرب و المسلمون في تقديم التفسيرات العديدة لحدوث الزلازل ( السنوي 1997 ) و نذكر منهم ابن سينا و اخوان الصفا و البيروني و القزويني و الأسيوطي و غيرهم،



## أما في العصر الحديث فيعتبر العالم اولدهام 1900 Oldham و العالم ريد Raid من 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 للإنسان بها. **Natural**

ب- أسباب غير طبيعية. **Artificial**



# 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.**



## 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.



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



## حركة القشرة الأرضية و الفوالق التكتونية

# Crustal Movements and Tectonic Faults

تتكون الكرة الأرضية من الأجزاء ( الأنطقة ) التالية:

**Crust** القشرة الأرضية

**Lithosphere** غلاف الأرض الصخاري و المعروف باسم الليتوسفير

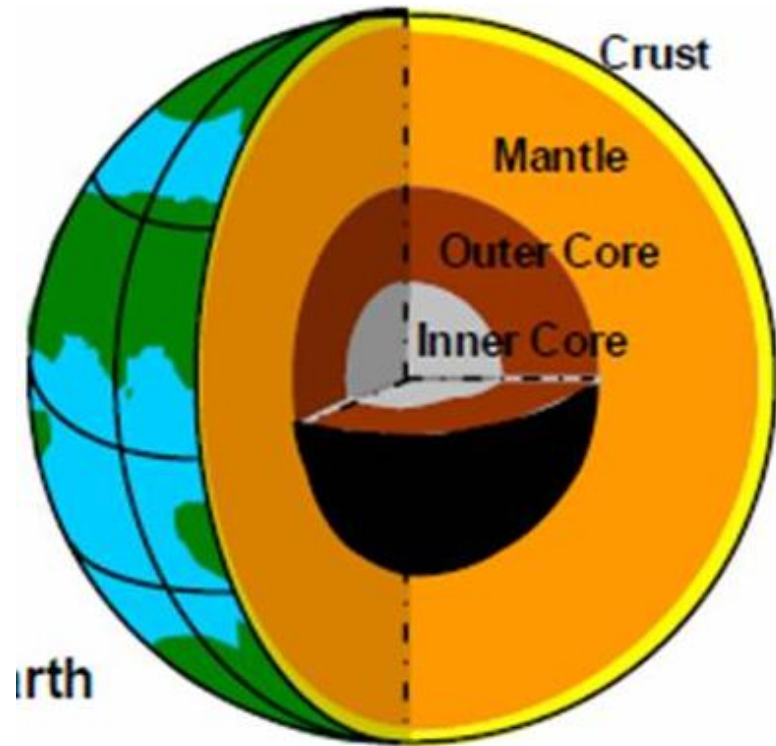
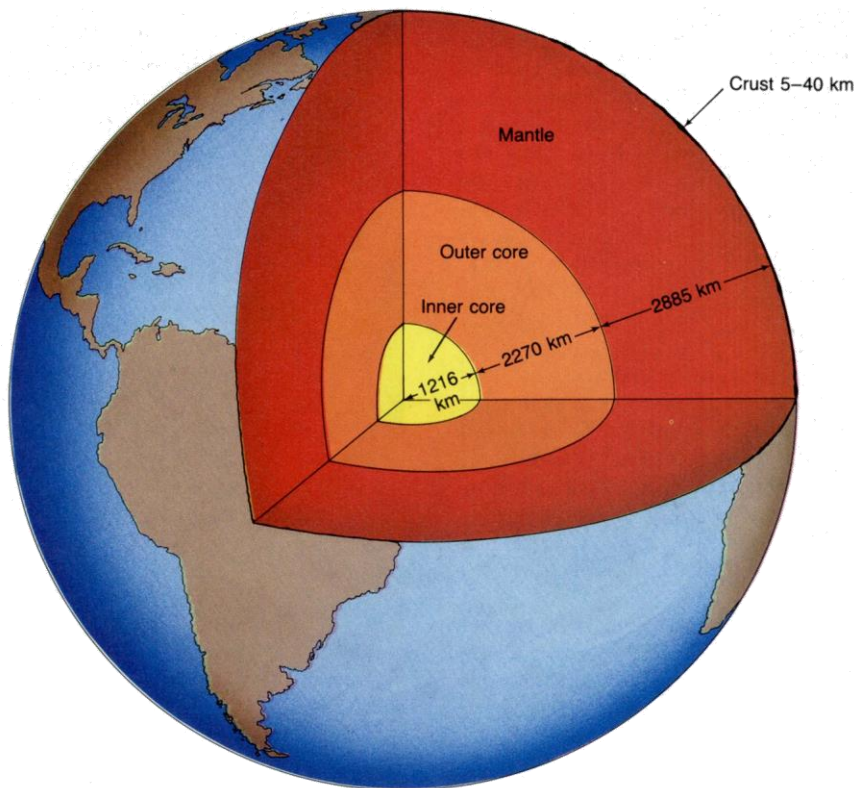
**Asthenosphere** غلاف الأرض الصهاري و المعروف باسم

**Outer Core** غلاف النواه الخارجية

**Inner Core** نواة الأرض



## تتكون الكرة الأرضية من الأجزاء ( الأنطقة ) التالية:





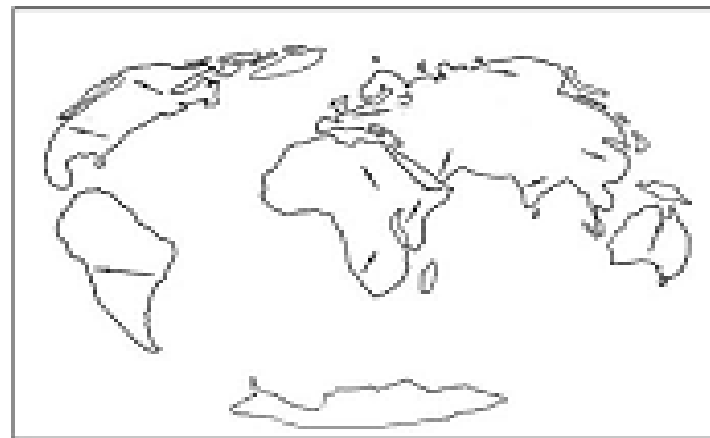
## حركة الصفائح (القارات) في الكرة الأرضية

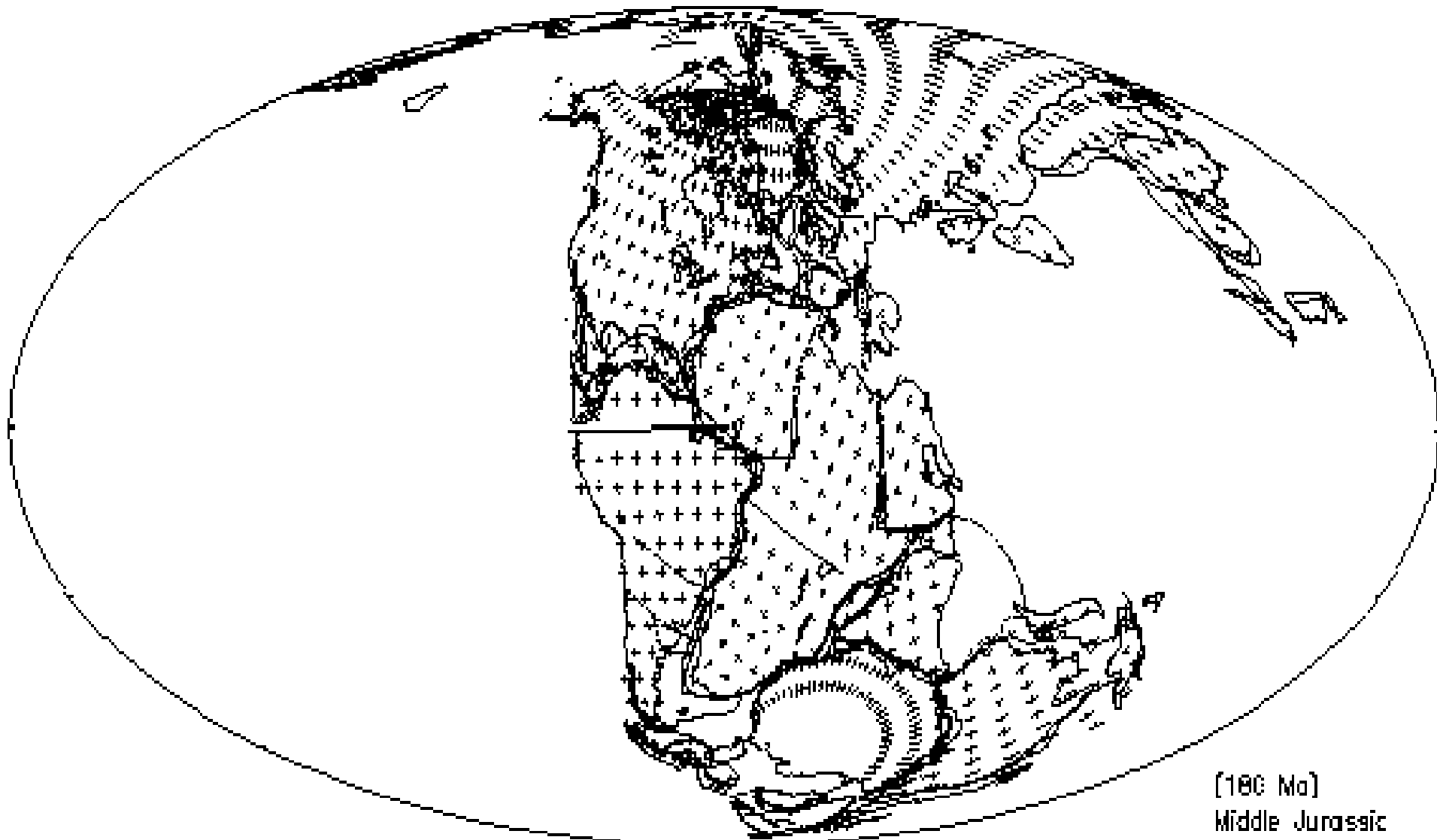


شكل الكرة الأرضية قبل 200 مليون سنة



شكل الكرة الأرضية قبل 65 مليون سنة

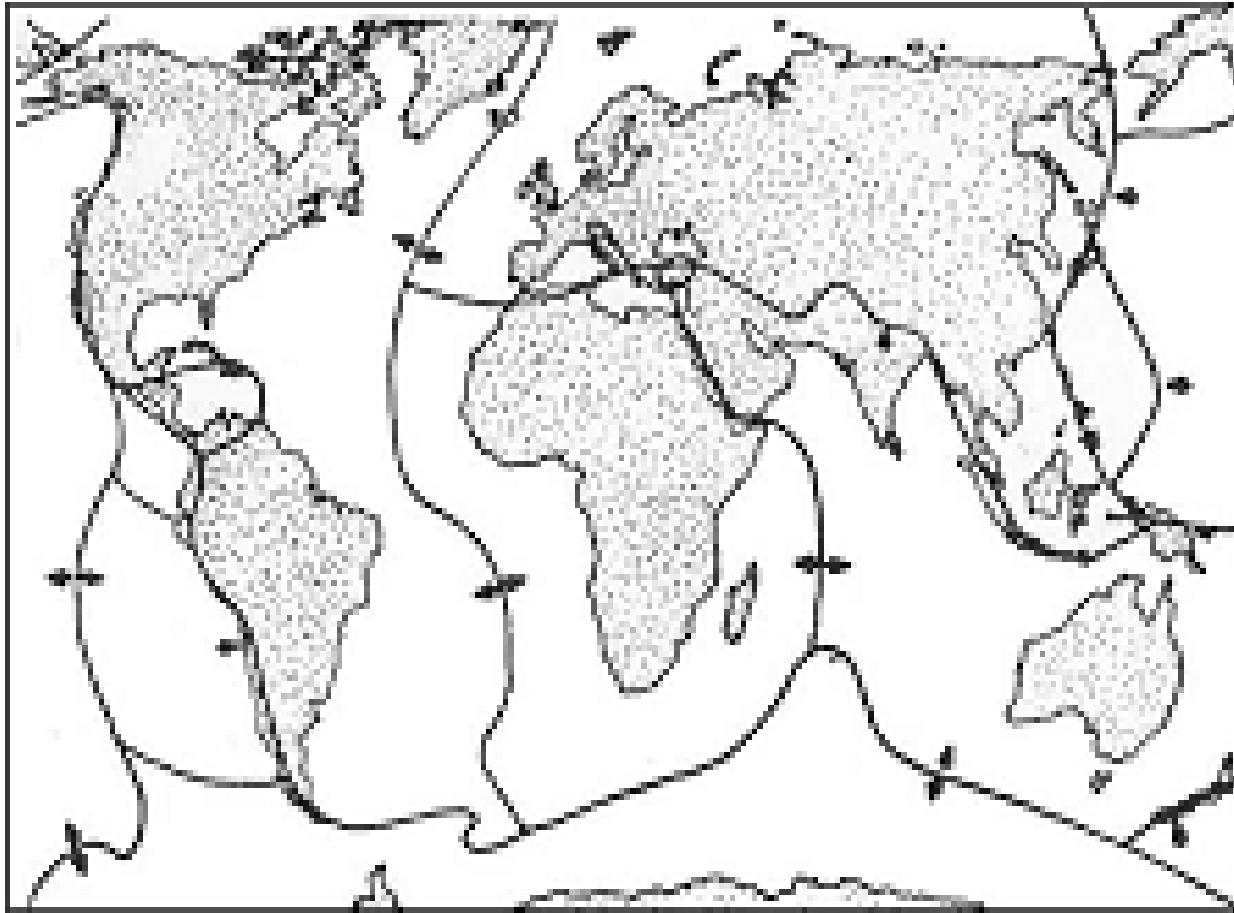




Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



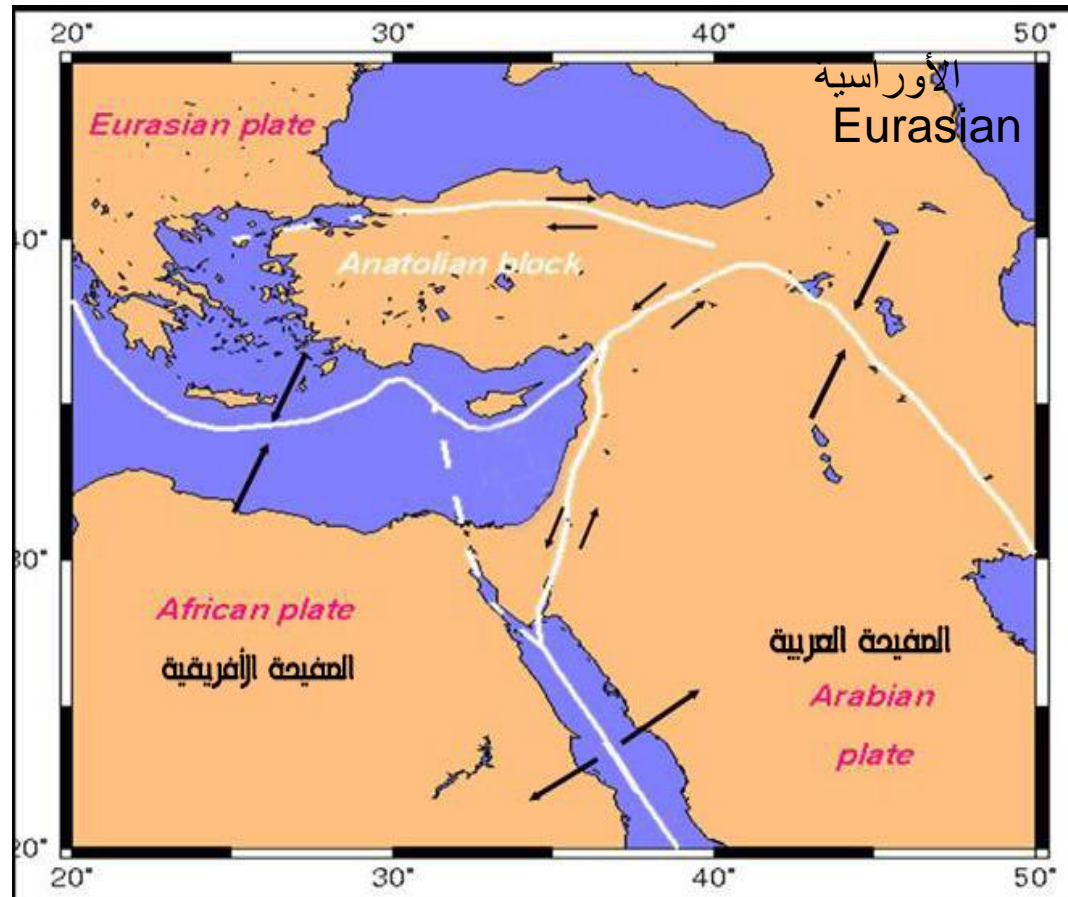
## اتجاه الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية بالإضافة إلى مواقع الفوالق القارية الرئيسية



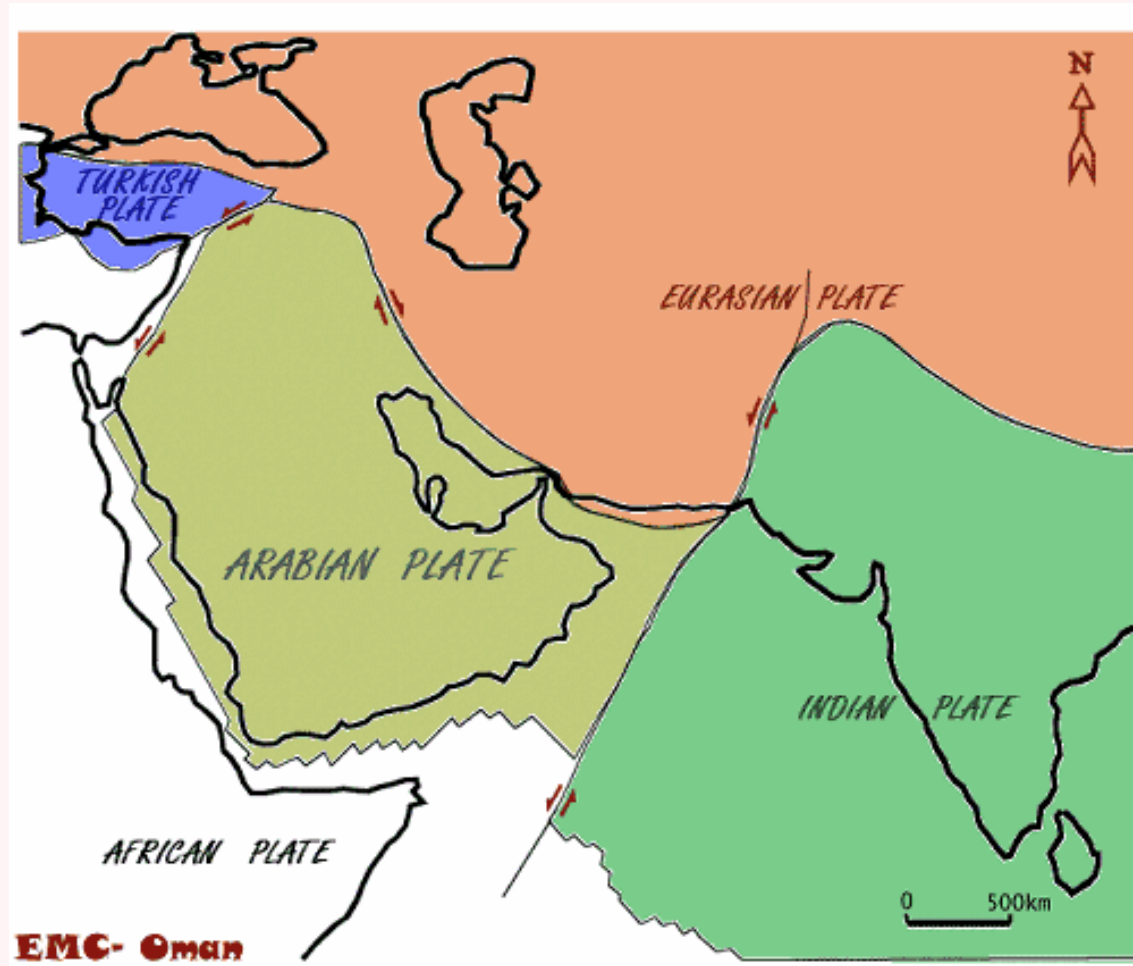
Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



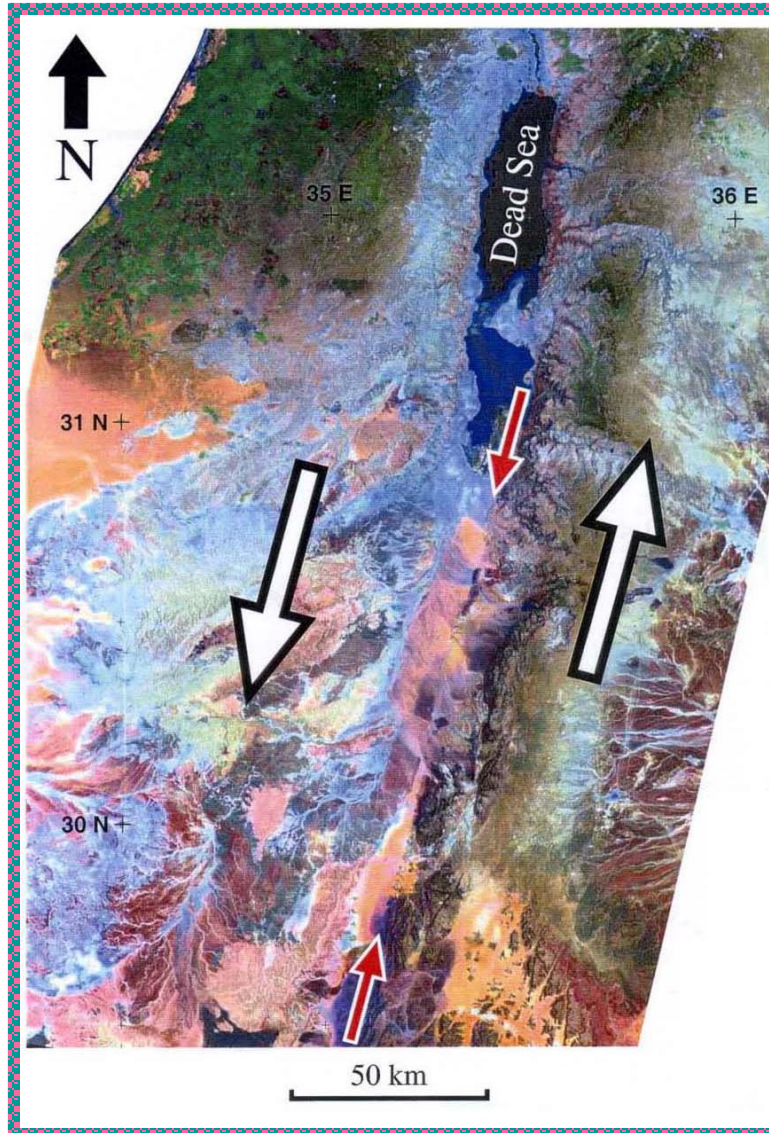
# Relative Plate Motion in the Eastern Mediterranean



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



## 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

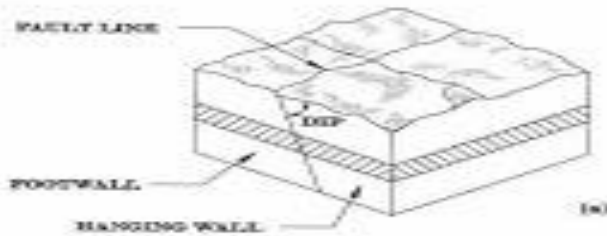
### ◆ Faults

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



# Tectonic Faults

## أنواع الفوالق



(a)



(b)

NORMAL FAULT



(c)

LEFT LATERAL NORMAL FAULT  
(LEFT OBLIQUE NORMAL FAULT)



(d)

LEFT LATERAL FAULT



(e)

REVERSE FAULT

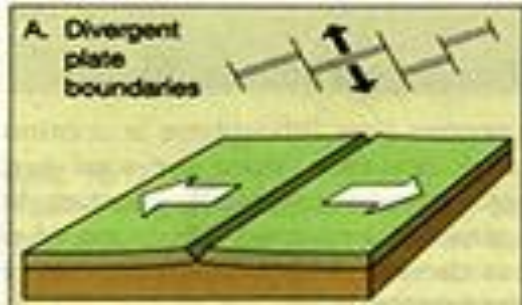


(f)

LEFT LATERAL REVERSE FAULT  
(LEFT OBLIQUE REVERSE FAULT)

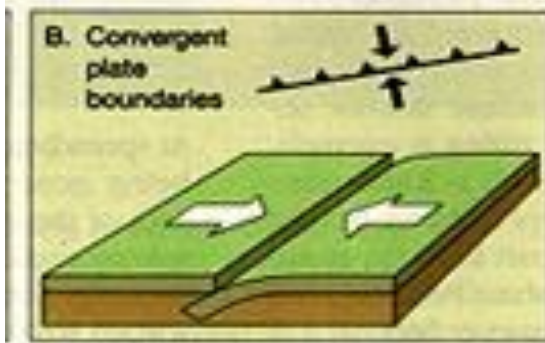


## Tectonic Faults



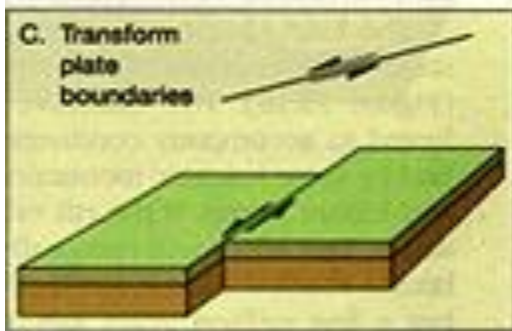
### الأطراف المتباعدة Divergence

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



## Tectonic Faults



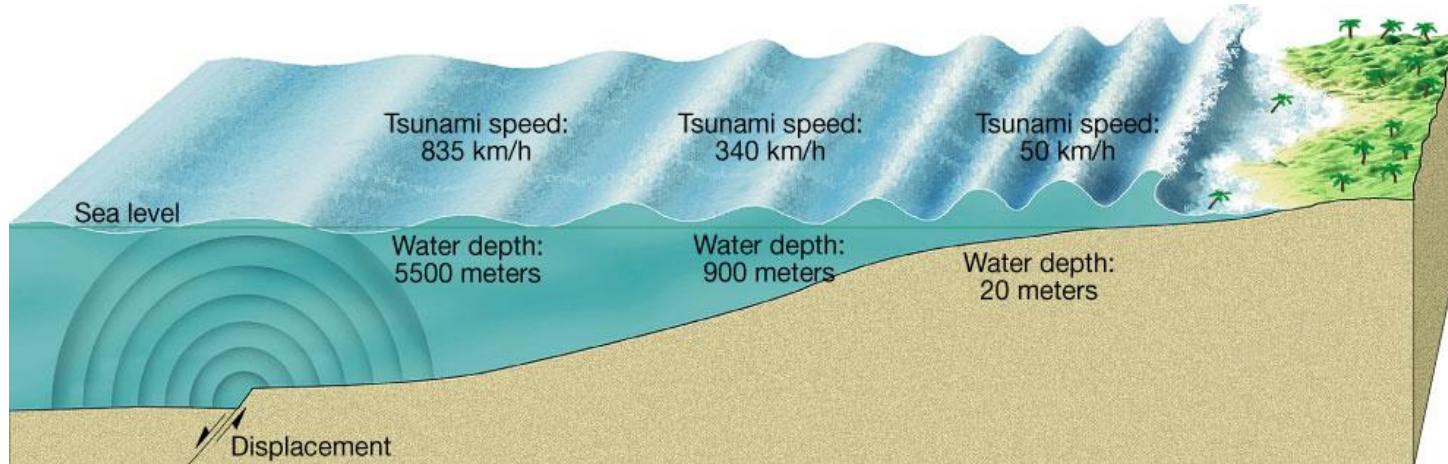
Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



# Tsunamis

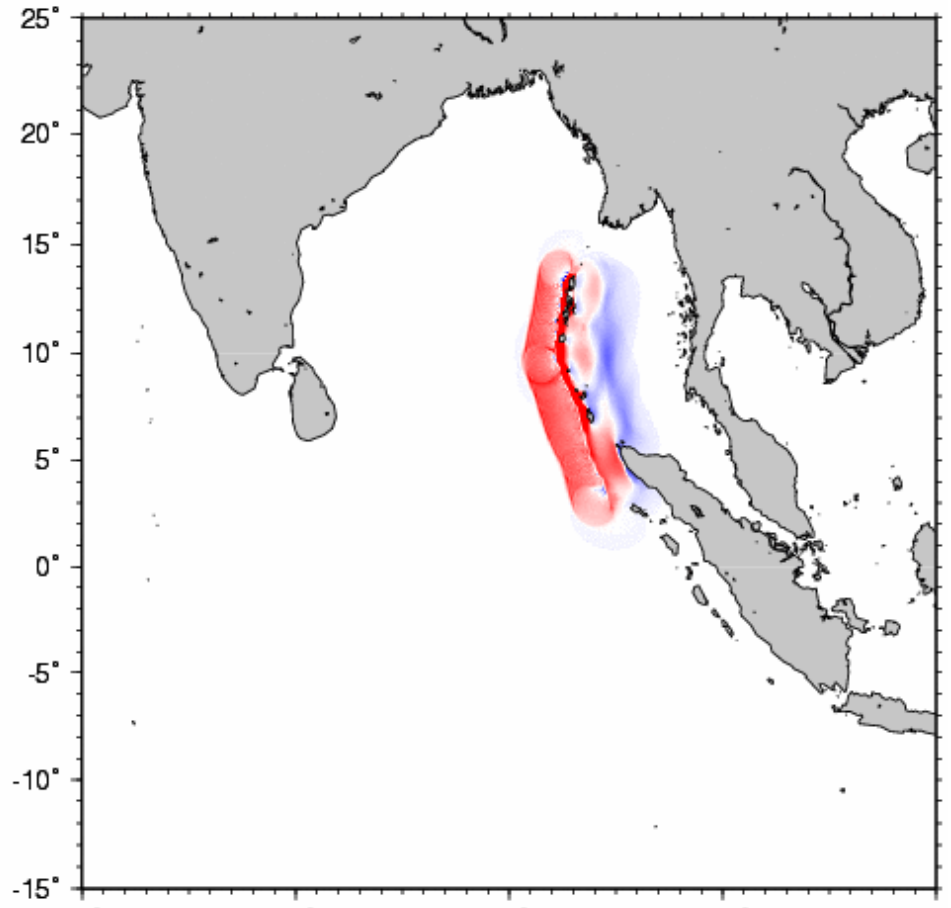
## ◆ Cause of Tsunamis

- 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.”





2004 Sumatra Earthquake 010 min



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine

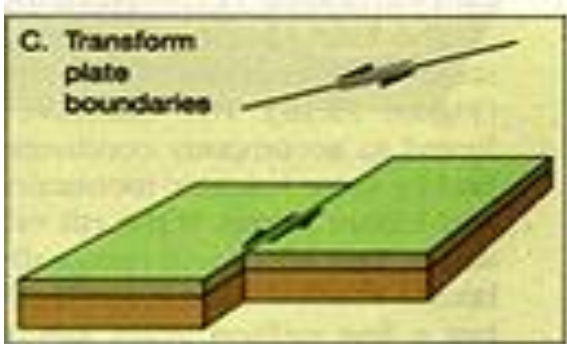


Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



## أطراف الصدع التحويلي Transform Fault

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



عندما تلتقي صفيحتان فان أطراف أحدهما المقرب 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.



## 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



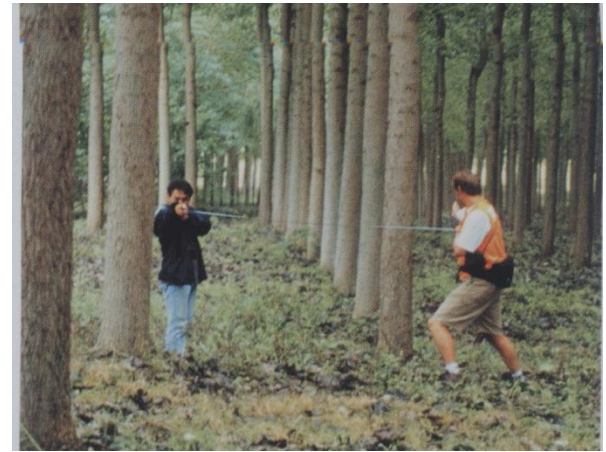
## Transform Fault أطراف الصدع التحويلي



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



## أطراف الصدع التحويلي Transform Fault



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



## Divergence



## Convergence





# الموجات الزلزالية Seismic Waves

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.

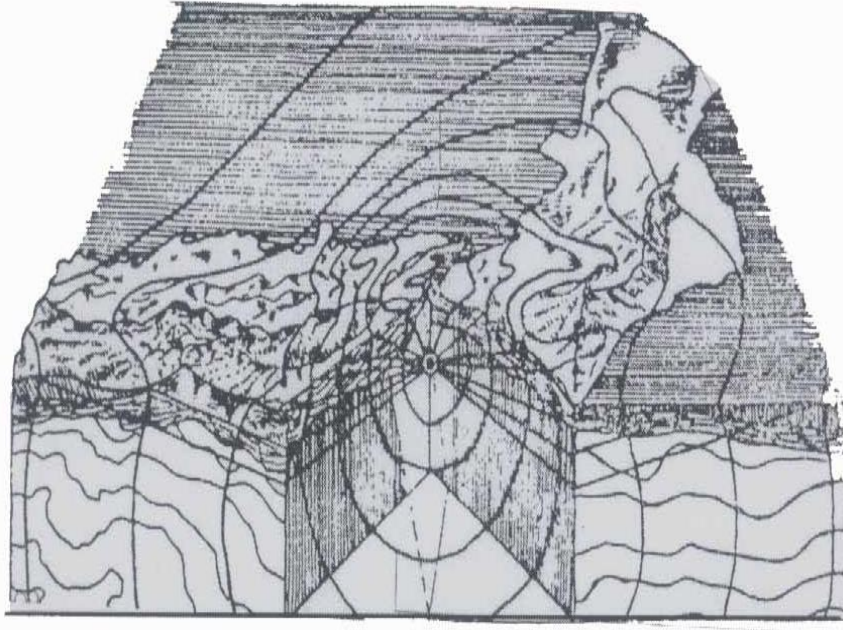
**Seismic waves are the waves of energy caused by the sudden breaking of rock within the earth or an explosion. They are the energy that travels through the earth and is recorded on seismographs.**

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



## 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



## الموجات الجسمية Body Waves

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

**Primary or P- waves**

أ- الموجات الطولية

**S – waves**

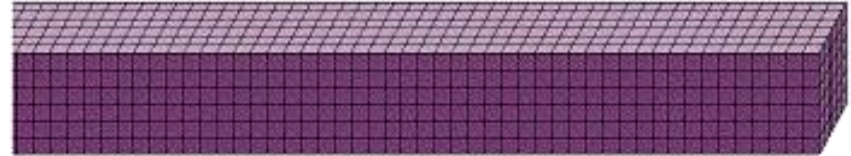
ب- الموجات العرضية

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

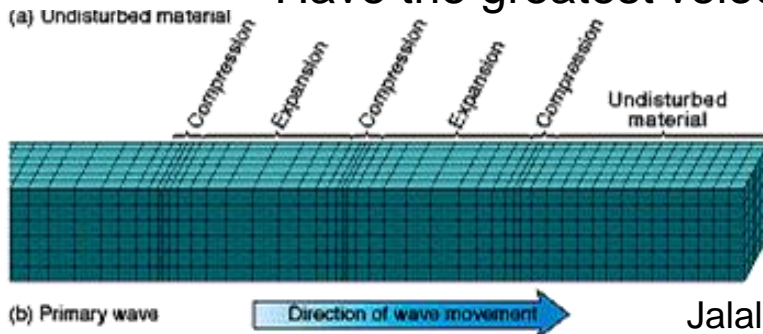


# Earthquake Waves

## ◆ 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





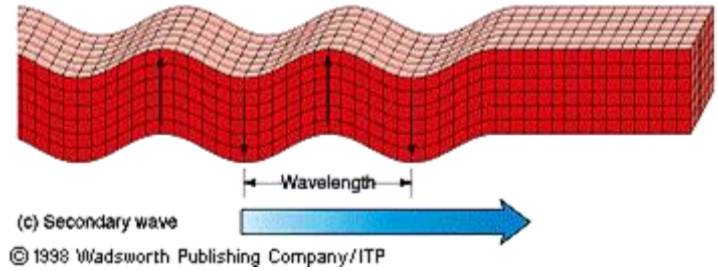
# Earthquake Waves

## ◆ Body Waves

- **S waves**

Seismic waves that travel along Earth's outer - layer

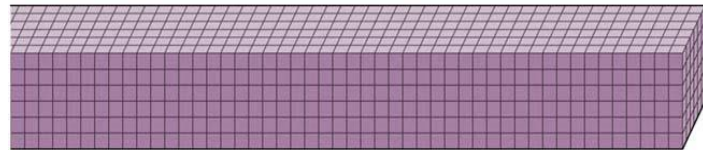
- Shake particles at right angles to the direction that they travel
- Travel only through solids
- Slower velocity than P waves



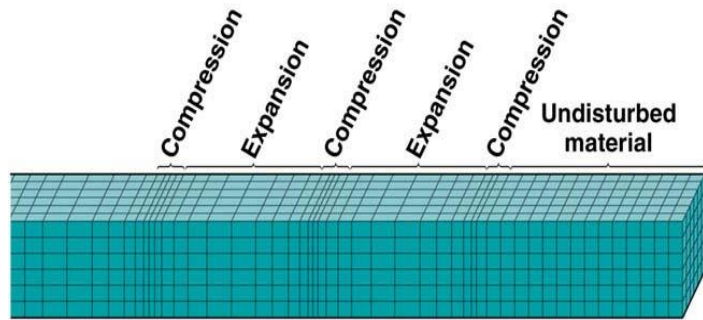
**A seismogram shows all three types of seismic waves—surface waves, P waves, and S waves.**



# Body Waves: P and S waves

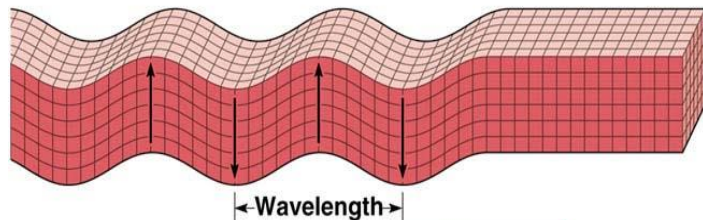


(a) Undisturbed material



(b) Primary wave

Direction of wave movement



(c) Secondary wave

©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning

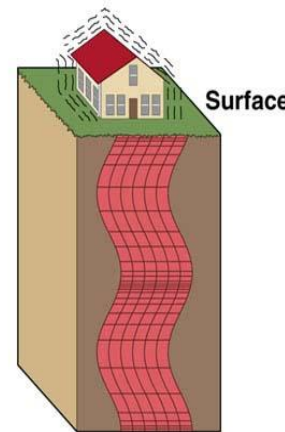
## Body waves

### – 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



Focus

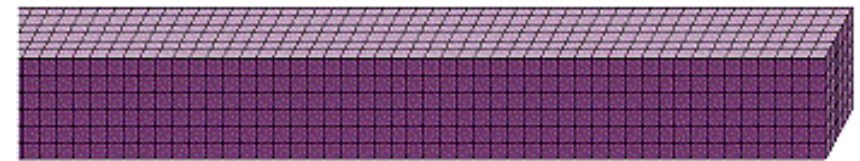
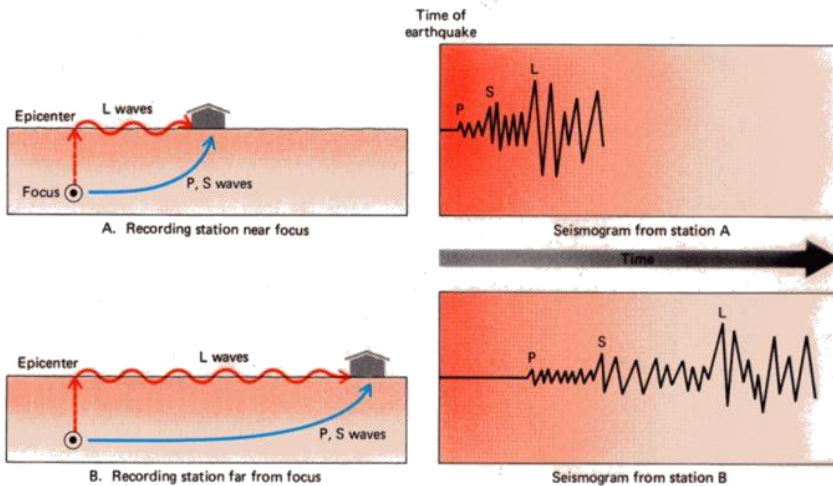
(d)



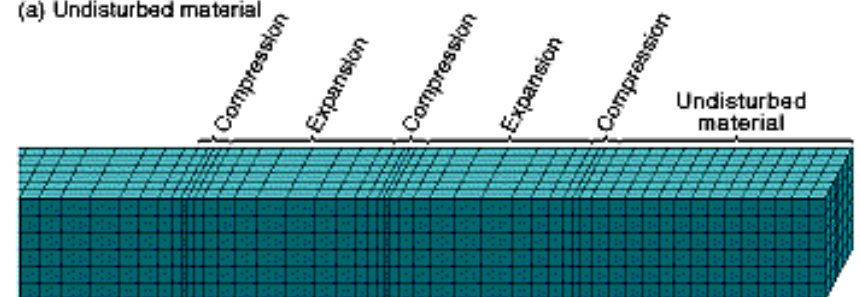
# Seismic Waves

# الموجات الزلزالية

## P, S and L waves

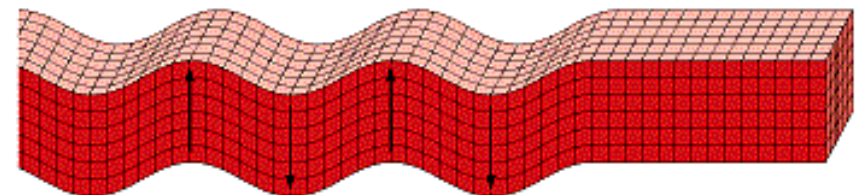


(a) Undisturbed material



(b) Primary wave

Direction of wave movement



(c) Secondary wave

Wavelength

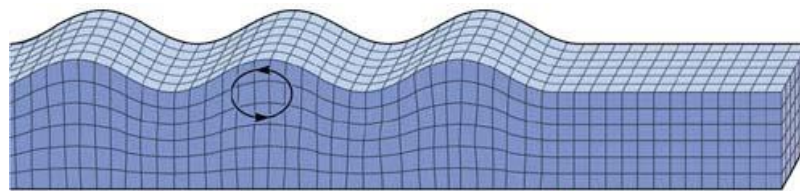
© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP



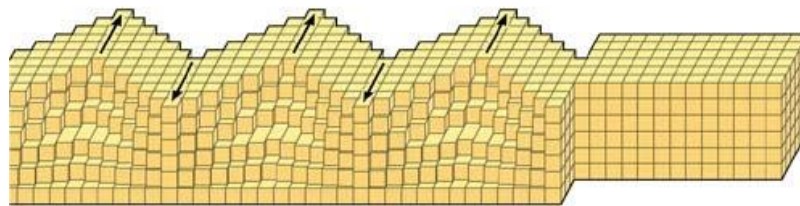
# Surface Waves: R and L waves

## الموجات السطحية

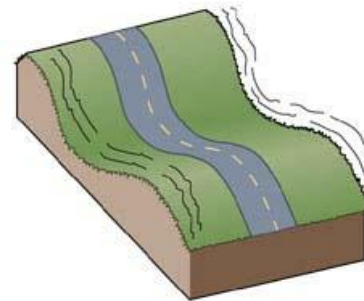
©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



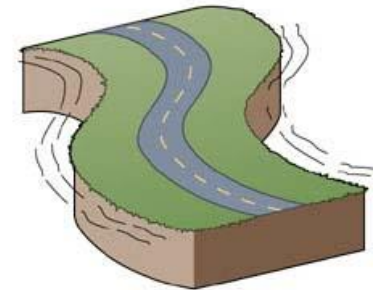
(a) Rayleigh wave



(b) Love wave



Rayleigh wave

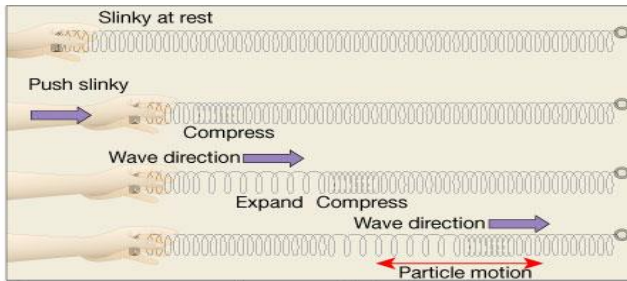


Love wave

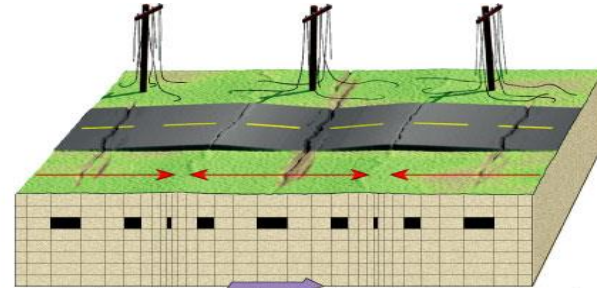
(c)

- **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

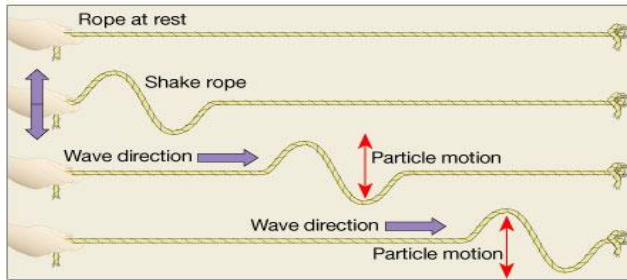
Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



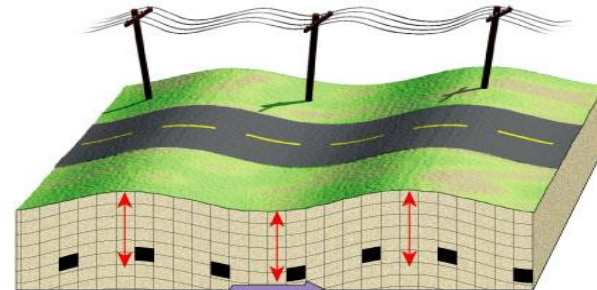
P waves are compression waves that alternately compress and expand the material through which they pass.



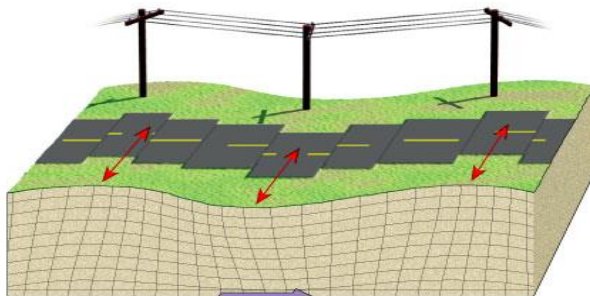
The back-and-forth motion produced as P waves travel along the surface can cause the ground to buckle and fracture.



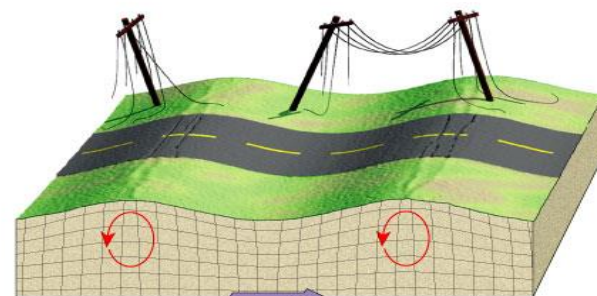
S waves are transverse waves which cause material to shake at right angles to the direction of wave motion. The length of the red arrow is the displacement, or amplitude, of the S wave.



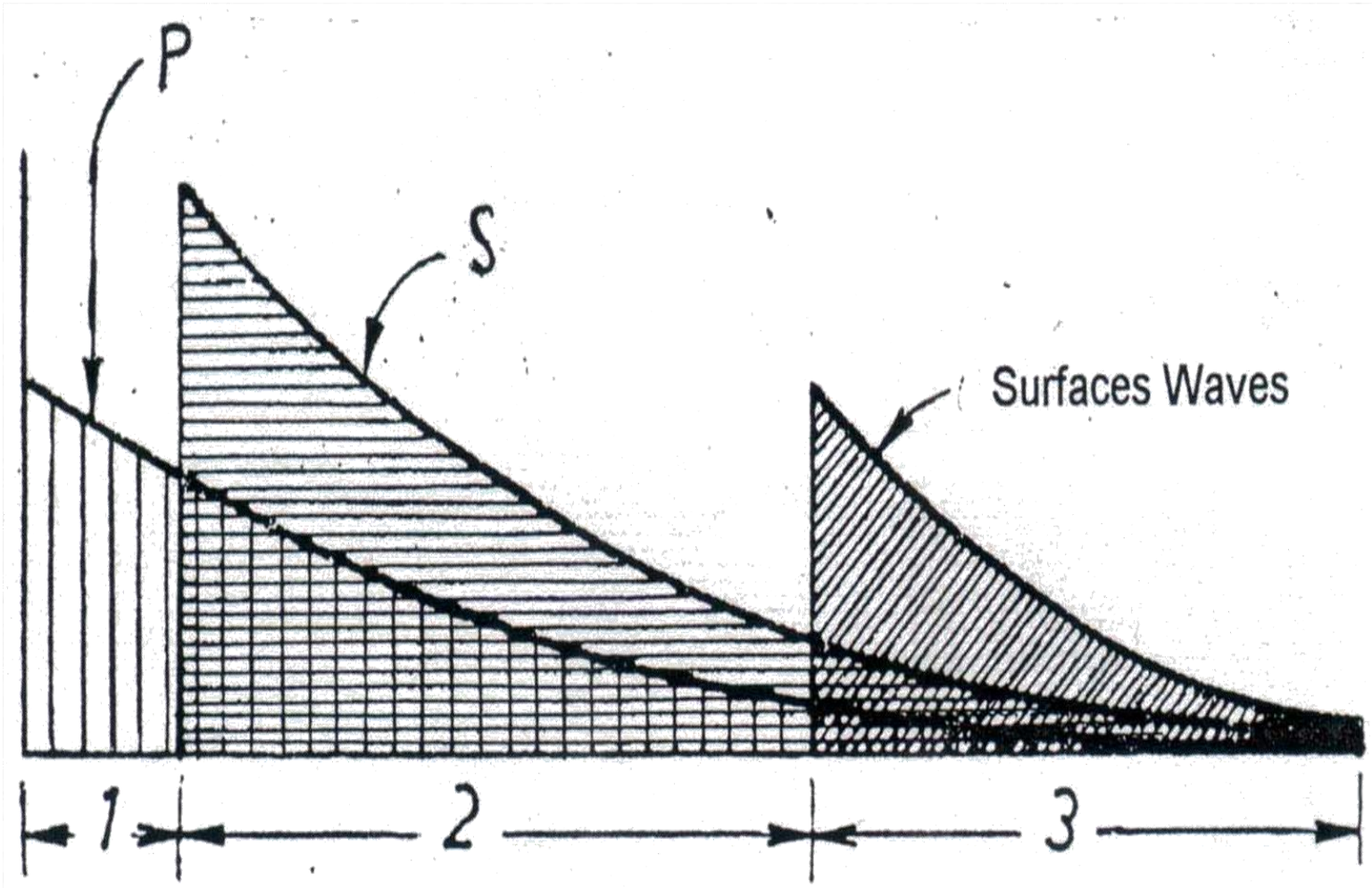
S waves cause the ground to shake up-and-down and sideways.



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



السرعة القصوى لانتشار الموجات الطولية لا يمكن أن تتجاوز 7-8 كم/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 للزلازل (  $V_p/V_s$  ) 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 ديبك (2000) .

و كنتيجة لهذه التجارب تم التوصل 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.



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:  $\lambda$  و  $G$  تمثل ثوابت Lamé والمعطاة من خلال العلاقات التالية:



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

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

**حيث :**

**E : معامل يونغ Young's Modulus**

**G : معامل القص Rigidity ( Shear) Modulus**

**P : كثافة كتلة الوسط Mass Density**

**V : معامل بواسون Poisson's Ratio**



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

**For all materials:**

$$V_s < V_p$$

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



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

$$\frac{V_p}{V_s} = \sqrt{3} \quad \text{في حالة الحصى و الرمل } v = 0.25$$
$$V_p \cong 1.8 V_s$$

بالنسبة للتربة الطينية:

$$\frac{V_p}{V_s} = 2.40 \quad v=0.40$$

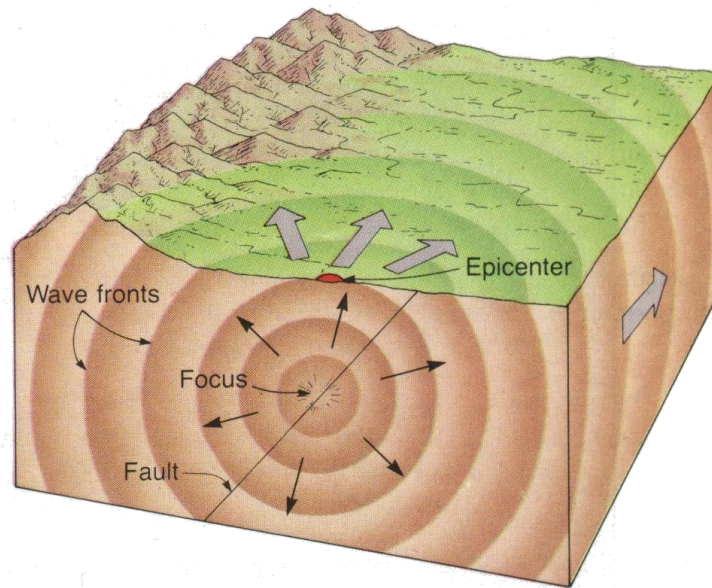
أما بالنسبة للتربة الطينية المشبعة بالرطوبة فإن:

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



## 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 نسبياً تتراوح بين 5-80 كم ، علماً أن أقصى عمق محتمل للبؤر الزلزالية قد يصل إلى 700 كم.

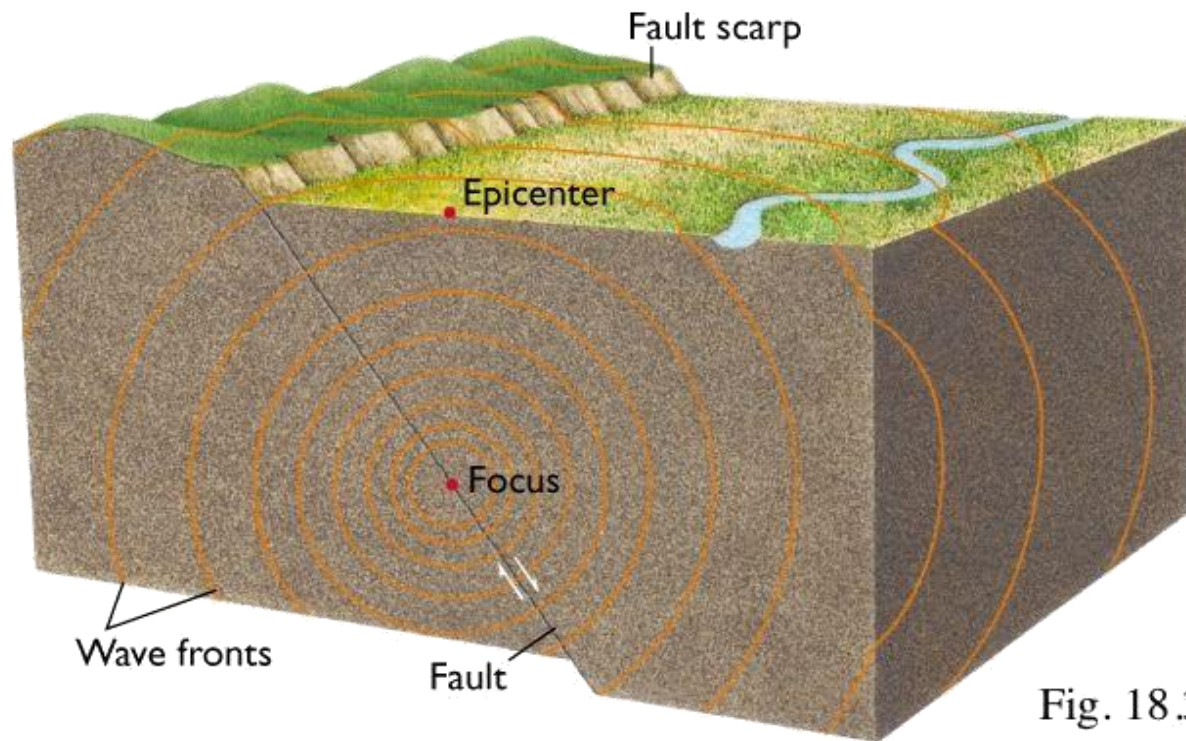
- **Epicenter** is the location on the surface directly above the focus.

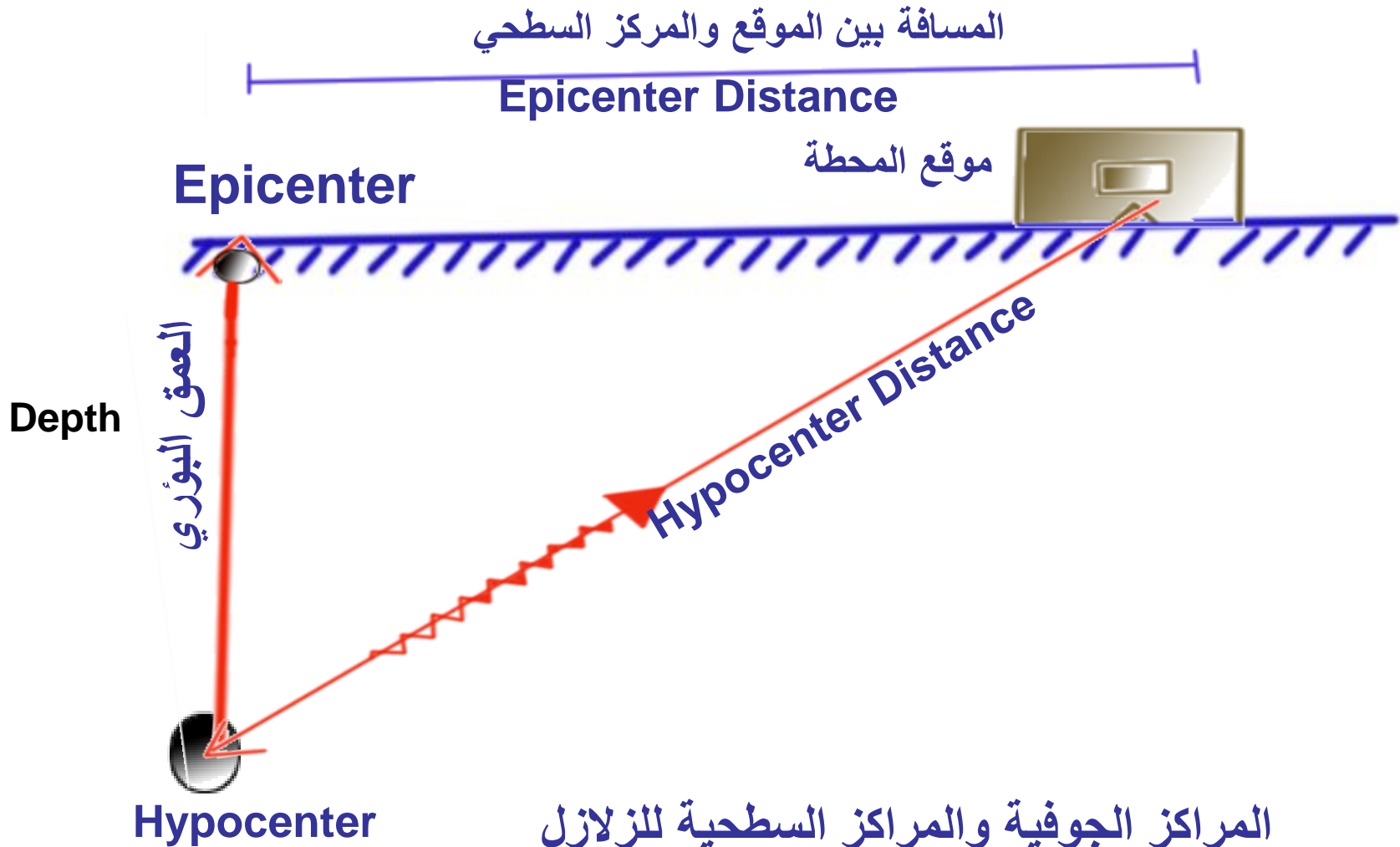
**Hypocenter (Focus)**: A hypocenter is the point within the Earth where an earthquake rupture starts.

**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)

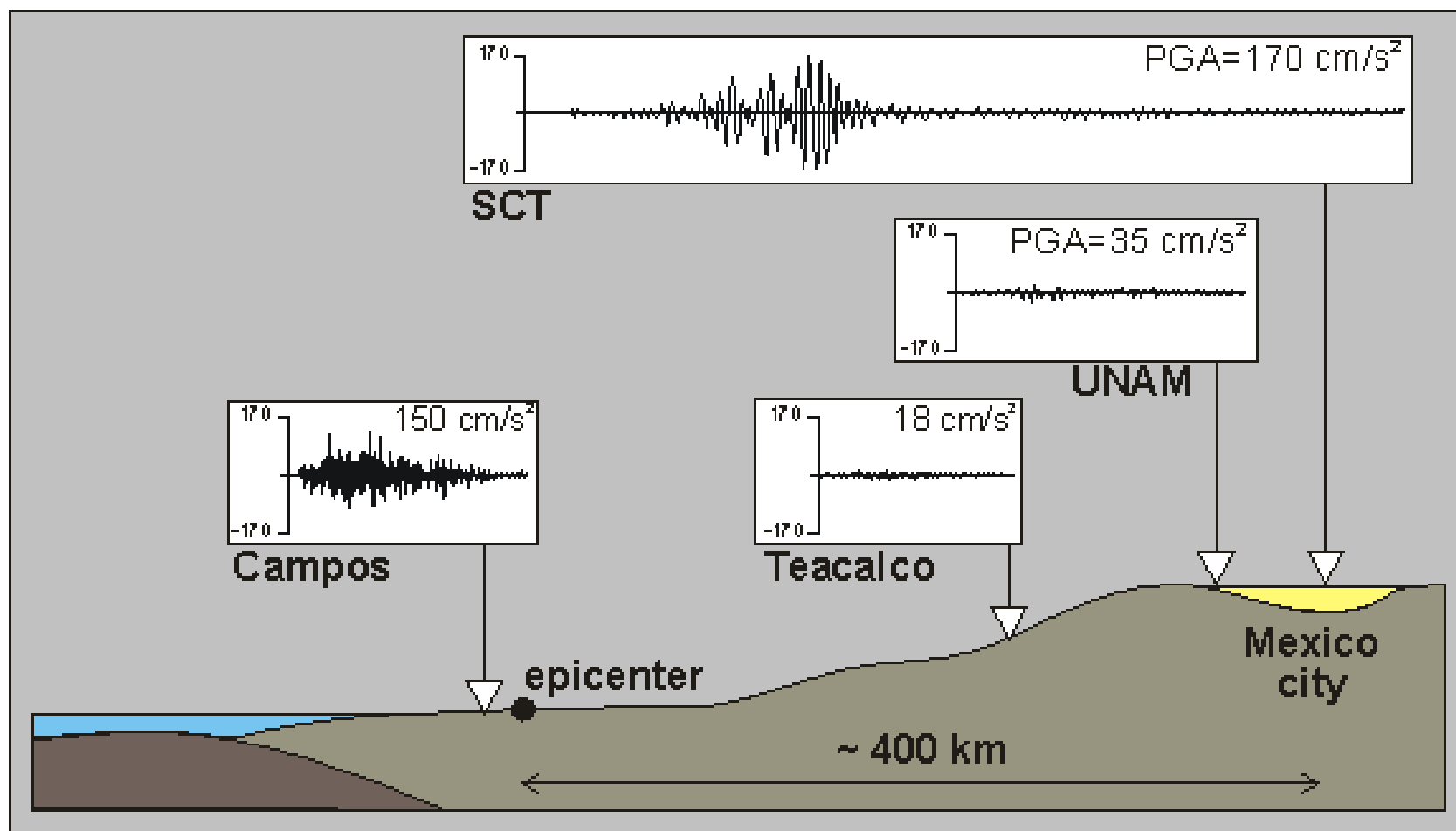


# Seismic Waves Radiate from the Focus of an Earthquake





## المراكز الجوفية والمراكز السطحية للزلازل





**تقسم الهزات من حيث عمقها الى :**

**$D < 70 \text{ km}$**

**زلازل سطحية (ضحلة)**

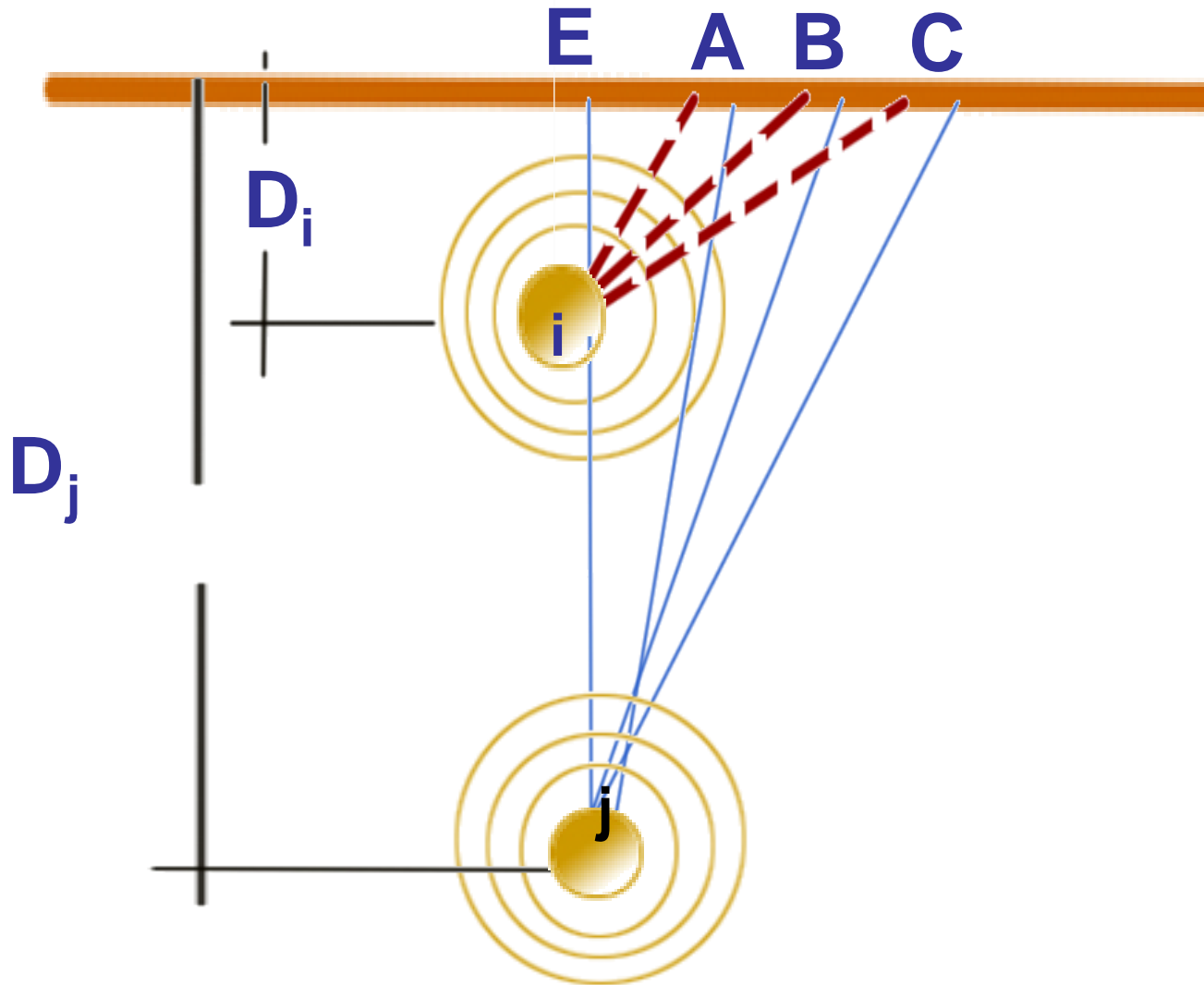
**$70\text{km} < D < 300\text{km}$**

**زلازل متوسطة العمق**

**$D > 300\text{km}$**

**زلازل عميقة**

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



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



هناك طرق عديدة لتحديد أعماق بؤر الزلازل و احدى هذه الطرق هي استخدام التسجيلات الجيوفيزيائية لزمان 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

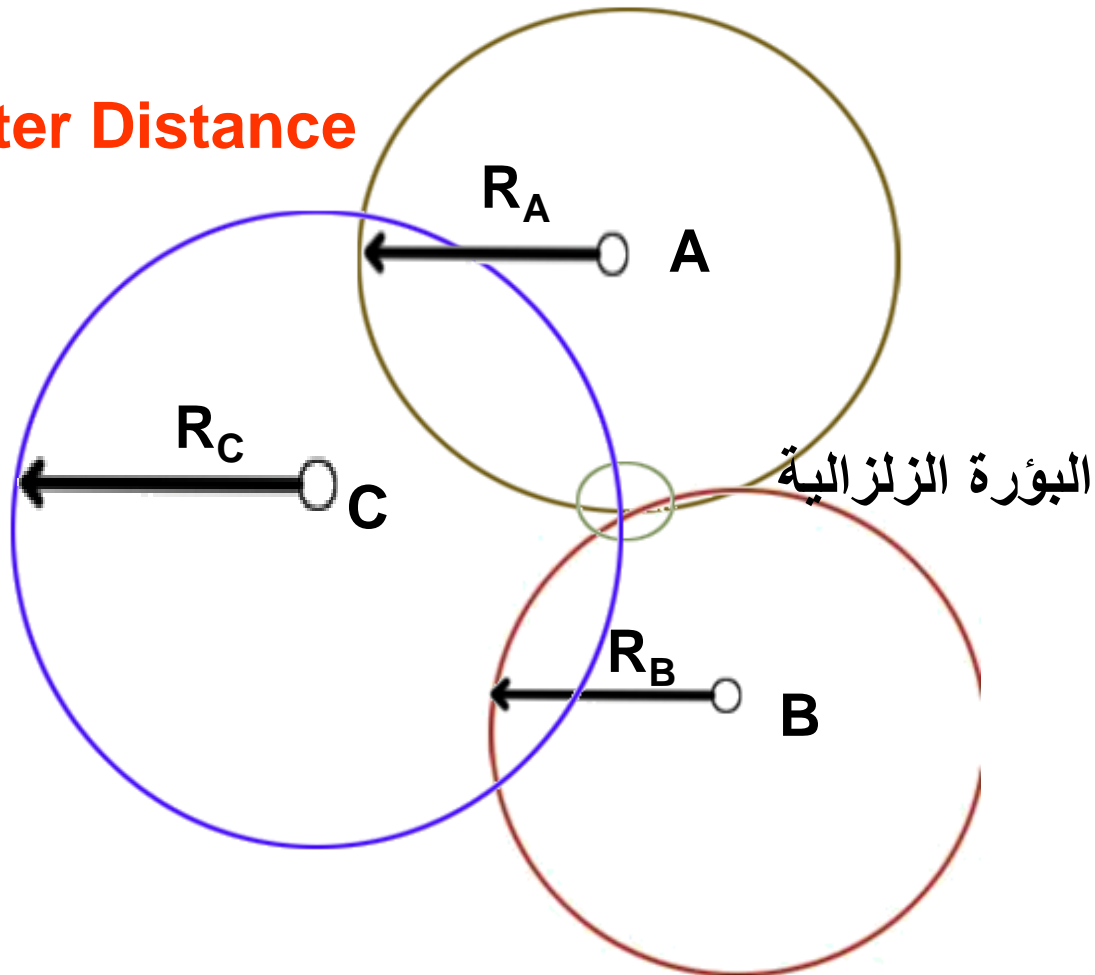
**Vp** : سرعة انتشار الموجة الطولية .

**T1** : الفترة الزمنية بين وصول الموجتين الطولية و العرضية .

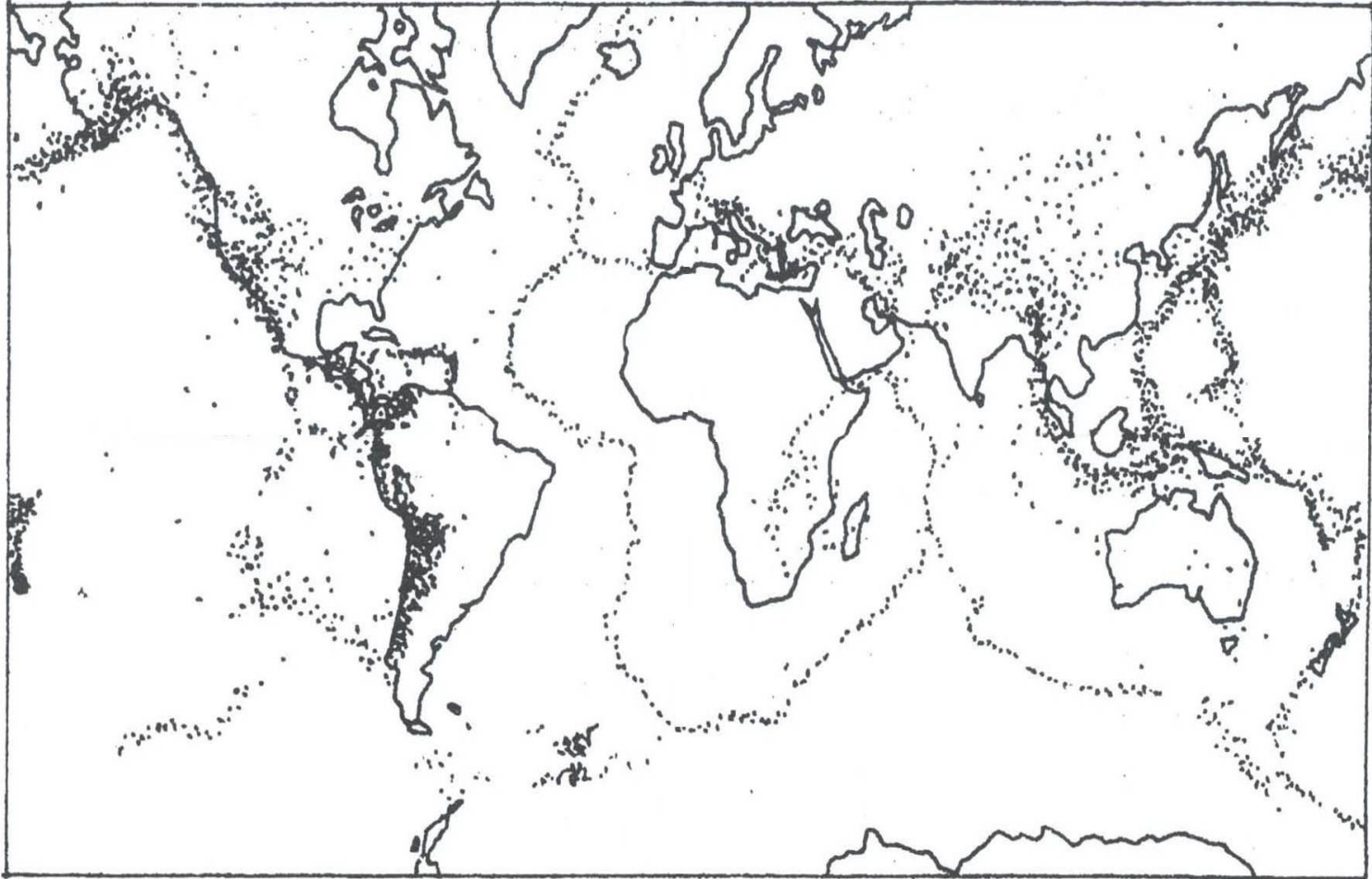
يتطلب تحديد الموقع التقريبي للبؤرة استخدام تسجيلات 3 محطات زلزالية على الأقل , حيث يتم تحديد قيمة البعد البؤري لكل محطة.



## Epicenter Distance



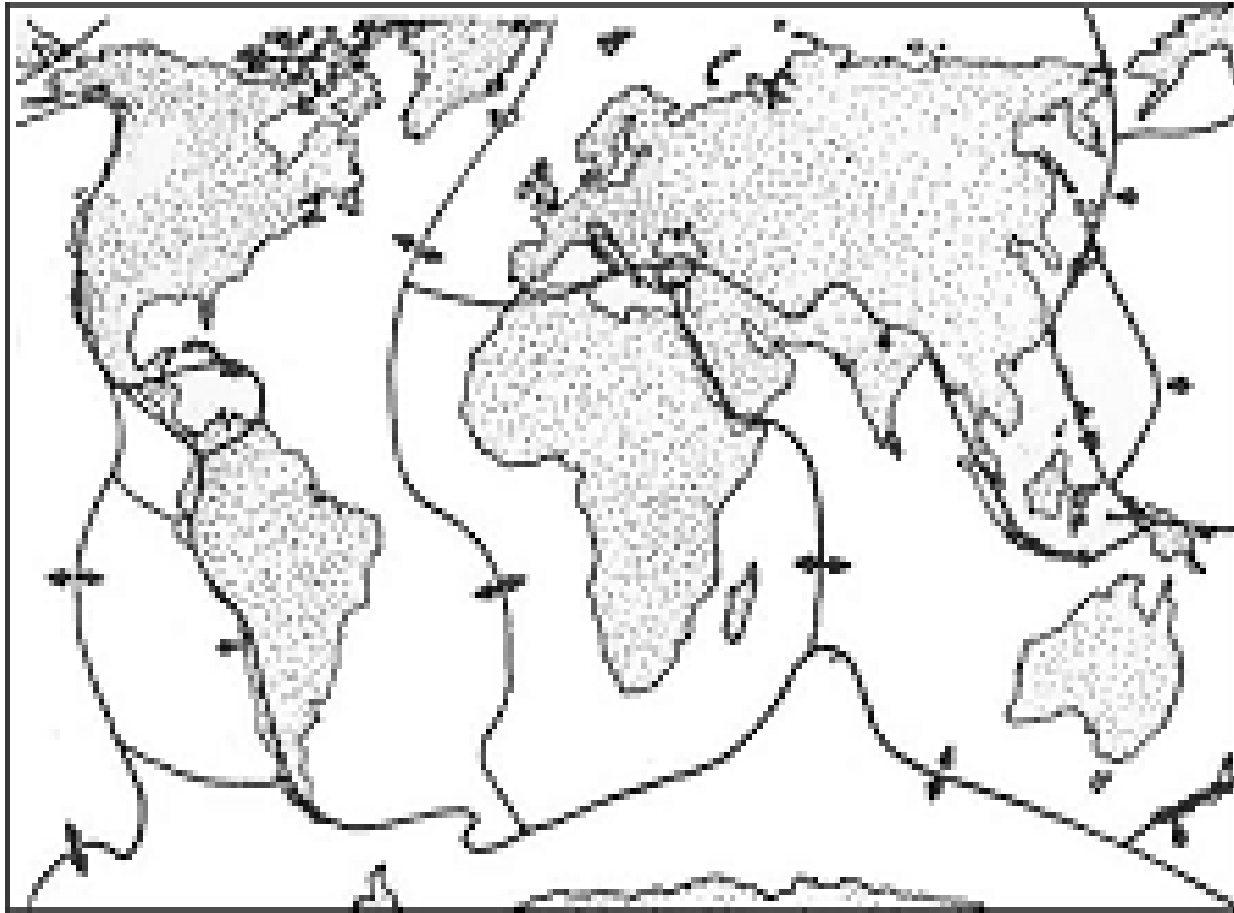
تحديد الموقع البؤري للزلازل عند توفر ثلاث محطات زلزالية



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



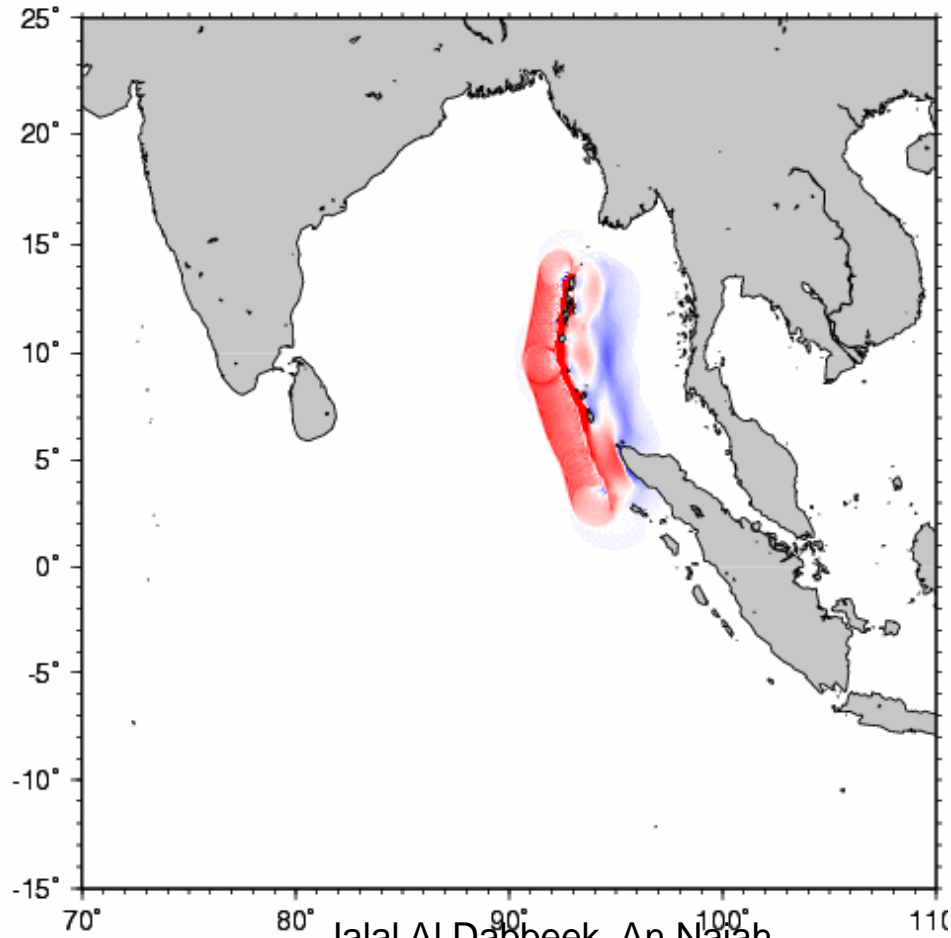
## اتجاه الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية بالإضافة إلى مواقع الفوالق القارية الرئيسية



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



2004 Sumatra Earthquake 010 min



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



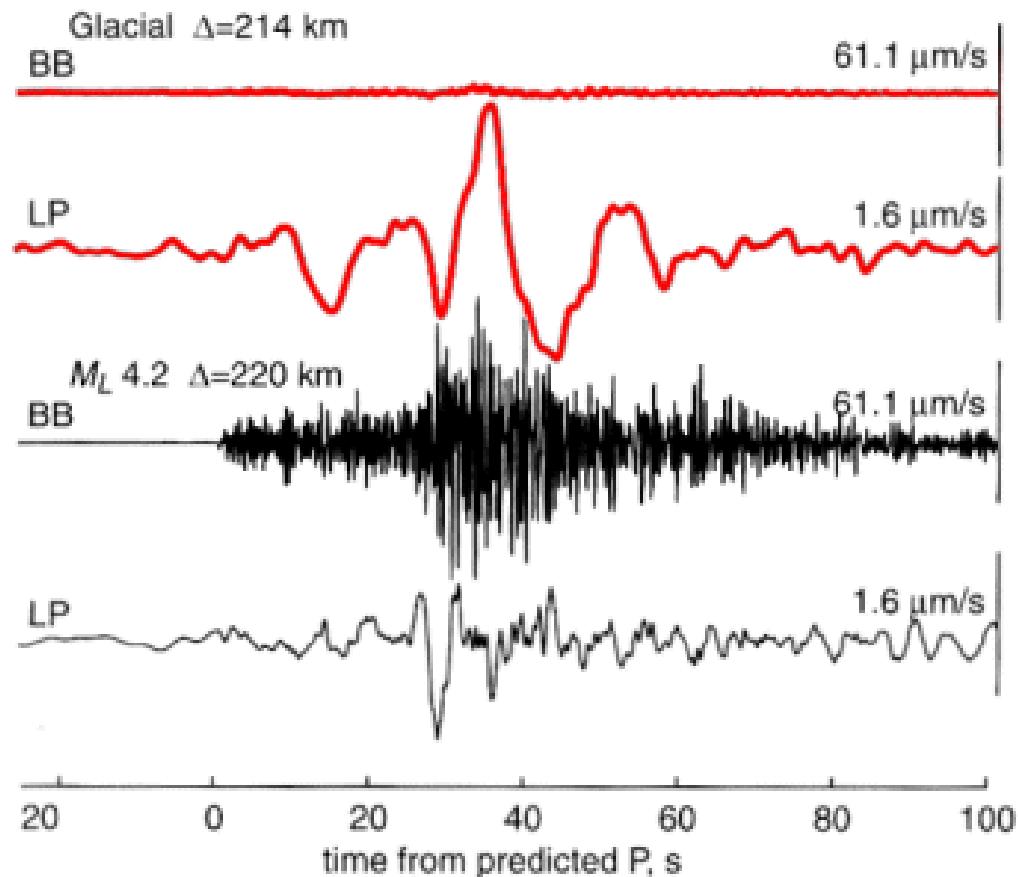
## تسجيلات الحركات الأرضية

# Ground Motion Records

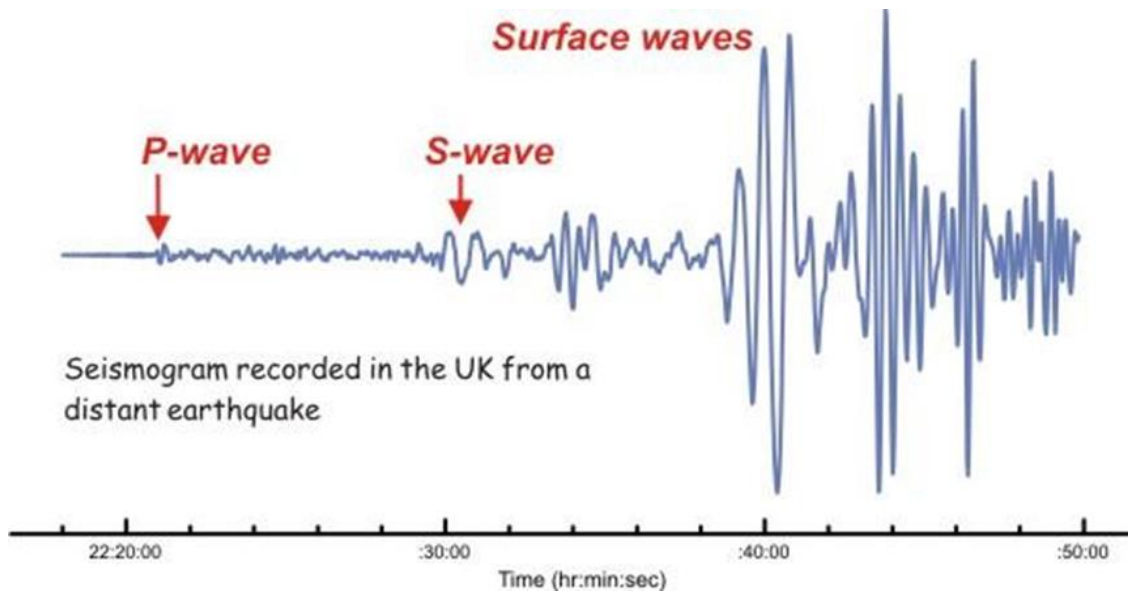
تتشأ الحركات الزلزالية بسبب الاهتزازات التي تحدثها الموجات الزلزالية ,  
و عند وصول هذه الاهتزازات الى سطح الأرض يمكن تسجيلها بواسطة  
أجهزة خاصة لرصد الزلازل , لذلك ارتبط تطور علم الزلازل تاريخيا  
باكتشاف و تطور الأجهزة الزلزالية المختلفة و بتطور و استنباط العلاقات  
الرياضية – الفيزيائية للحركات الموجية.

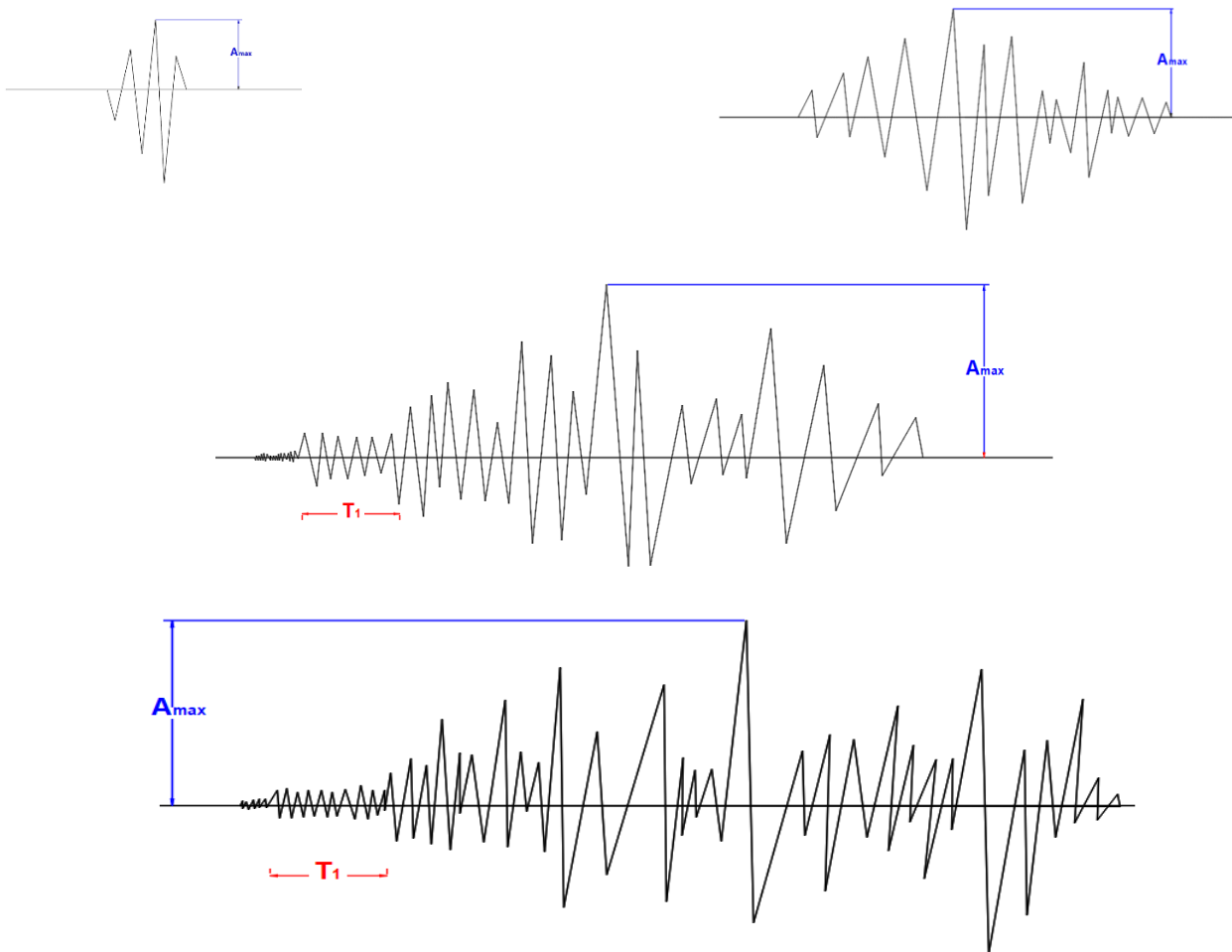


## Ground Motion Records



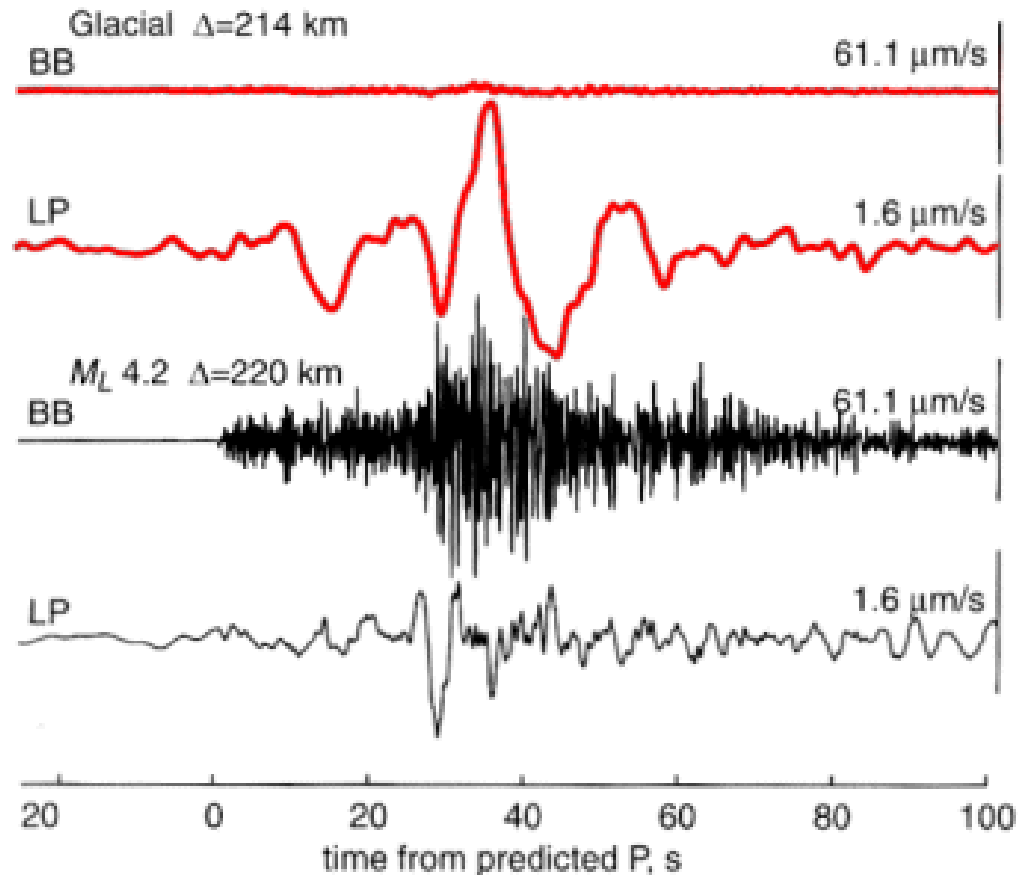
Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



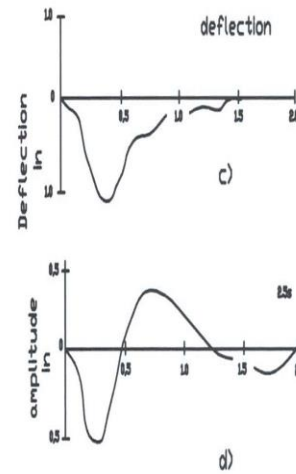
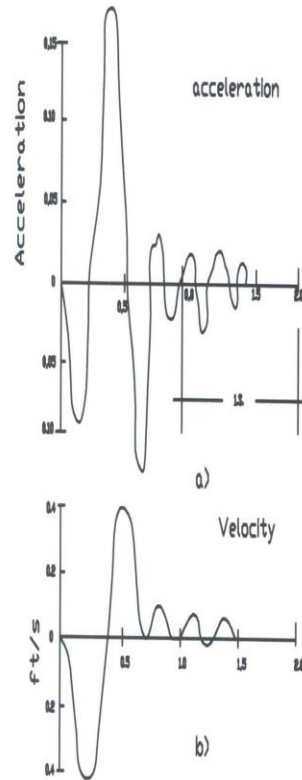




# Ground Motion Records

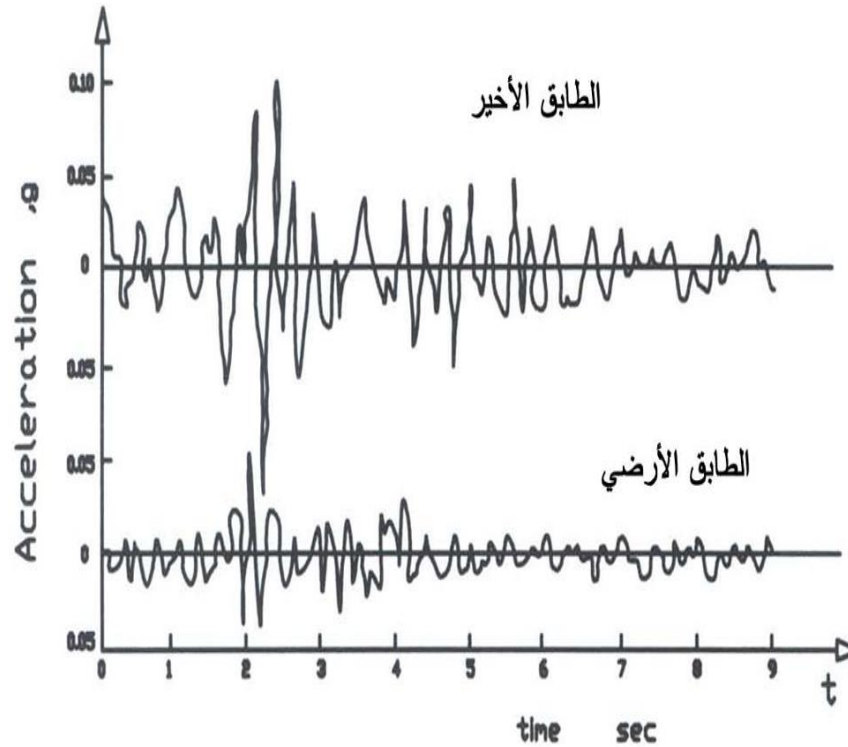


Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



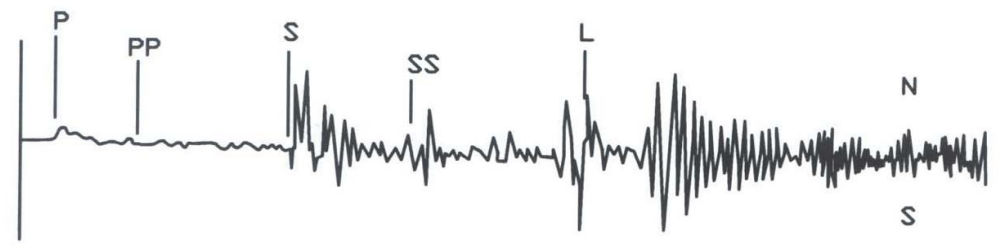
زلازل Port Hueneme  
N-S الاتجاه (8.03.1957)

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



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 (18-1): أكسيليو غرام هزات أرضية



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

و كذلك تطور التسجيل الورقي الى تسجيل فوتوغرافي ثم تسجيلًا مغناطيسيًا .

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 رقمية .  
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 حاليًا 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



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

<b>Peak Ground Motion</b>	ذروة الحركات الأرضية
<b>Duration of Strong Motion</b>	أ- أمد الحركات القوية
<b>Frequency Content</b>	ج- محتوى التردد

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 .

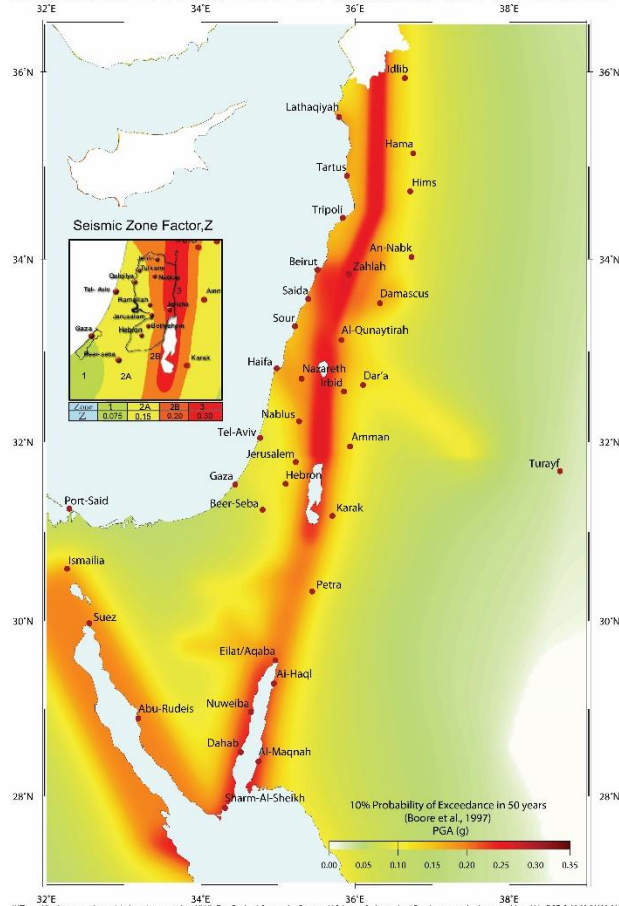
تستخدم حالياً ذروة التسارع الأرضي **PGA** بشكل واسع في التصميم الزلزالي لجميع أنواع المنشآت في حين أوصت الدراسات الزلزالية ( Naeim , 1994 ) على ضرورة الأخذ بعين الاعتبار لذروة السرعة و الازاحة الأرضية ( **PGD** و **PGV** ) إضافة الى ذروة التسارع الأرضي في عملية تصميم المنشآت المختلفة.



جامعة النجاح الوطنية  
مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل



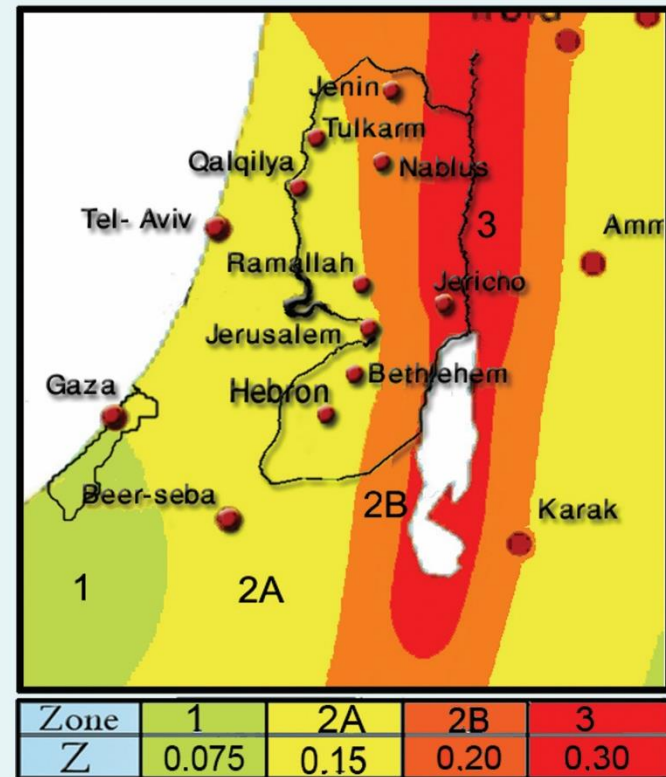
### SEISMIC HAZARD MAP FOR BUILDING CODES IN THE LEVANT



\*\*\*This publication was made possible through support of the Middle East Regional Cooperative Program, U.S. Agency for International Development, under the title of Award No. FCE-G-09-69-00258-00

## الخارطة الزلزالية

### Seismic Zone Factor, Z



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.



## أمد الحركات القوية Duration of Strong Motion

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 .



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**



## مقاييس درجة الزلازل

## The Scale of Earthquakes

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 تأثرها.

👏 استخدام العلاقات الرياضية وتسجيلات محطات الرصد.

وبشكل عام لايجاد الدرجة الزلزالية يستخدم بشكل واسع المقاييس التالية:



# 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.**



## 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



الوصف	درجة الشدة MMI
لا يشعر بها ، إلا نادراً ، وفي ظروف خاصة ومثالية .	I
يشعر بها عدد قليل من الأشخاص فقط في حالة السكن خاصة في الطوابق العلوية من الأبنية العالية .	II
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 .	III
في النهار ، يشعر بها العديد من الأشخاص داخل المباني ، والليل منهم خارج المباني ، اضطراب في الأبواب ، والشبابيك ، والأطواق ، وطققة في الجدران ، والإحساس بها يشبه اصطدام شاحنة كبيرة بالمبنى . تتأرجح السيارات الواقفة بشكل ملحوظ .	IV
يشعر بها جميع الناس ، والعديد يستيقظ من نومه ، تهشم بعض الأطباق والشبابيك الزجاجية ، قد تتشقق طبقة القفازة على الجدران ، انقلاب الأشياء غير الثابتة ، اضطراب أعمدة الكهرياء والهاتف ، والأشجار ، وغيرها من الأجسام العالية في بعض الأحيان ، تتوقف الساعات البدولية عن الحركة .	V
يصاب الناس بالذعر ويركضون إلى خارج المبنى ، يتحرك الأثاث الثقيل من مكانه ، وفي بعض الأحيان تتساقط طبقة القفازة ، تقلب المدخن و تحدث أضرار بسيطة في المنشآت .	VI
الجميع يركضون إلى الخارج المباني ، يكون حجم الأضرار مهماً في الأبنية المصممة والمنفذة جيداً ، ويسيطر إلى متوسط في الأبنية العادية ، أضرار ملحوظة في الأبنية الرخيصة أو ذات التصميم السيء ، تتضرر المدخن ، ويشعر بها في السيارات التي تسير .	VII
يحدث أضرار بسيطة حتى في الأبنية المصممة والمنفذة جيدة، أضرار ملحوظة في الأبنية العادية مع حدوث بعض الاهتزازات، أضرار كبيرة في الأبنية الرخيصة أو ذات التنفيذ السيء، تقذف قطع الجدران المخمولة والفاصلة خارج المنشآت الهيكلية، يسقط العديد من المدخن، تتضرر الأشجار و يتناثر الطين والرمل بكميات قليلة نسبياً، اختلاف في منسوب مياه الآبار ،إعاقة في سواقة السيارات .	VIII
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 .	IX
انهيار البيوت الخشبية ذات التصميم والتنفيذ الجيد ، تدمير معظم منشآت الطوب والمنشآت الهيكلية مع أساساتها، تشقق الأرض بشكل يؤدي إلى حدوث أضرار عديدة ، إنشاء خطوط السكك الحديدية ، انزلاق المنحدرات والحوارج الترابية وارتفاع منسوب المياه السطحية .	X
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، إنشاء والتواء خطوط السكك الحديدية بشكل واضح .	XI
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 .	XII

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** وقد 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 .**



درجاته بمقياس ريختر	السرعة الأفقية سم / ث	آثار الزلزال (الهزات الأرضية)
3	-	لا يحس بمأحد ، إلا بعض الناس في ظروف خاصة جداً .
3.5	3-2	يحس بما بعض الناس فقط وخاصة الذين في الأدوار العليا، وتختثر الأشياء المعلقة تعليقاً حراً .
4	7-4	يحس بما بوضوح داخل البيوت، وخاصة في الأدوار العليا ، ولكن كثير من الناس لا تعتقد أنه زلزال حيث يسبب اهتزازات كالتى يسببها المترو أو الترام أو الشاحنات الضخمة .
4.5	15-7	أثناء النهار يحس بما الكثيرون في البيوت والكثير في الشوارع، ولا يحس بما في الليل إلا المستيقظون، وتختثر الأطباق والشبائيك والنحف، وتحدث الحوائط بعض أصوات التصدع، والإحساس به كما لو كان نتيجة اصطدام عربة نقل بالمبنى، وتختثر العربات الساكنة بوضوح .
5	30-15	يحس بما الجميع ويستيقظ بعض النائمين، وتسقط بعض صور الحائط وتتكسر بعض الأطباق، وتحدث شروخ بسيطة في الطبقات السطحية للجدران، وتقلب الأشياء غير المتزنة، وتختثر الأشجار وأعمدة النور بوضوح ، ويتوقف بندول الساعة .
5.5	70-30	يحس بما الجميع، ويفزع البعض ويفرون إلى الخارج المباني، وتتحرك قطع الأثاث الثقيلة، تحدث شروخ سطحيه وتتصدع المداخل، 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 المداخل، 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 والمداخل والأسوار، تنقلب قطع الأثاث الثقيلة ، يتغير منسوب مياه الآبار ، يزعج السيارات المتحركة .
7	700 إلى 300	التشقق واضح في المنشآت المقاومة للزلازل، والمنشآت الخرسانية تميل بشدة أو تنحني خارج مستوى الإطارات، تصدع كبير في الحوائط الحاملة الغير مسلحة وانهيارات كثيرة في المنشآت سيئة التنفيذ، تنفصل بعض المباني عن أساساتها وتشقق التربة بوضوح وتقص بعض الحوازيق (الأوتاد الأرضية) .
7.5	1500 إلى 700	أغلب المباني من الحوائط الحاملة الغير مسلحة تدمر، وبعض المنشآت الخرسانية تدمر مع أساساتها، وتشقق الأرض شقوقاً كبيرة وخطيرة، وتنحني قضبان السكك الحديدية، وتنزلق جوانب الأتجار والترع تتحرك التربة الرملية، والطيني وتتكسر المواسير المدفونة تحت الأرض .
8	1500 إلى 3000	تنهار كثير من المباني الخرسانية وتسقط الكبارى، وتحدث فواصل في الأرض، تتلع الناس والعربات، وتنهار شبكات المياه والمجاري كلية، وتحدث انزلاقات في جوانب الأتجار والتربة اللينة، وتنحني قضبان السكك الحديدية بحيث لا تعد صالحة.
8.5	3000 إلى 6000	التدمير شامل ، موجات الزلازل ترى بوضوح على سطح الأرض ، خطوط الرؤية والأسطح المستوية تدمر ، تطير الأشياء الثقيلة في الهواء .



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**



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).



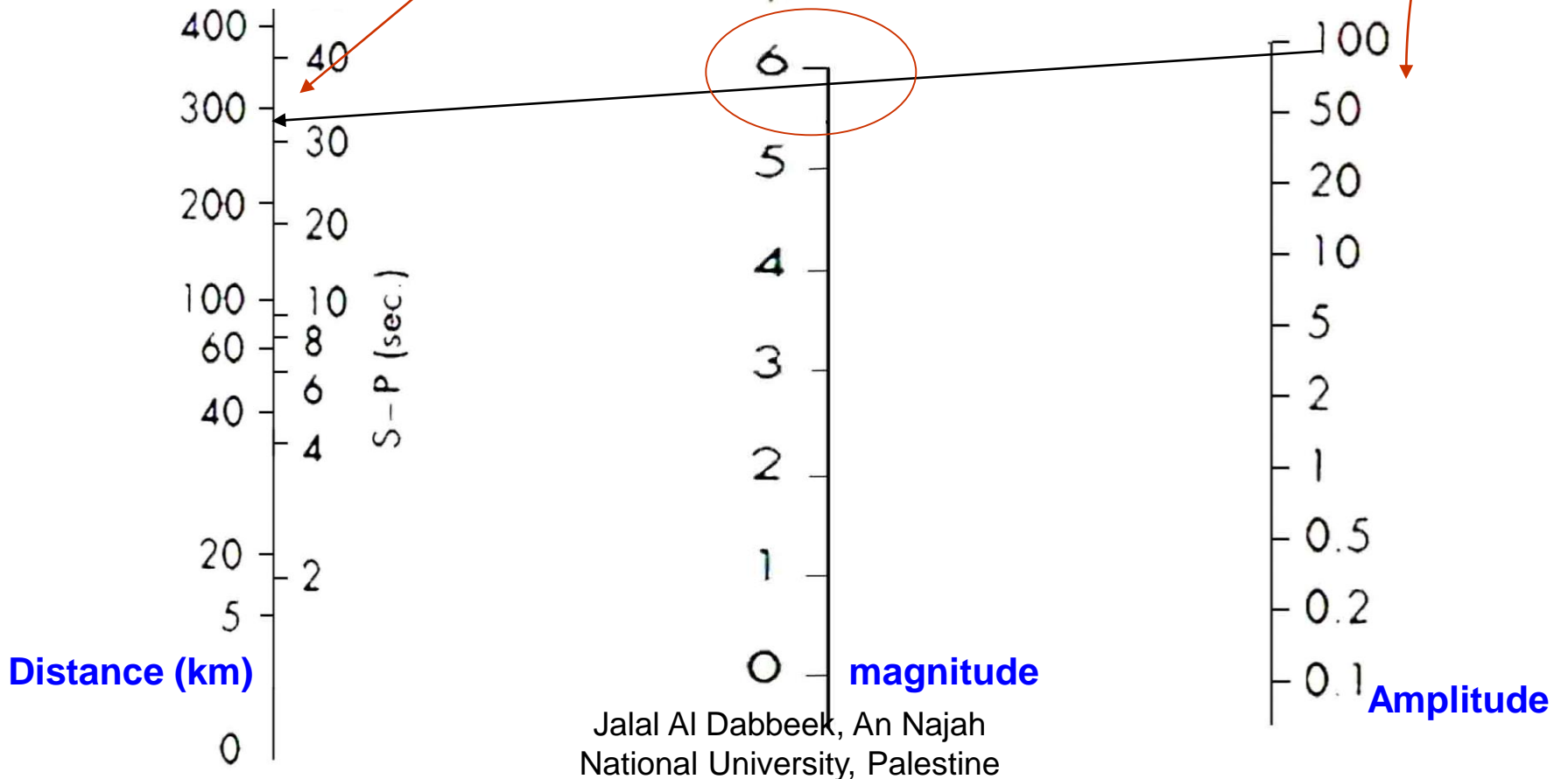
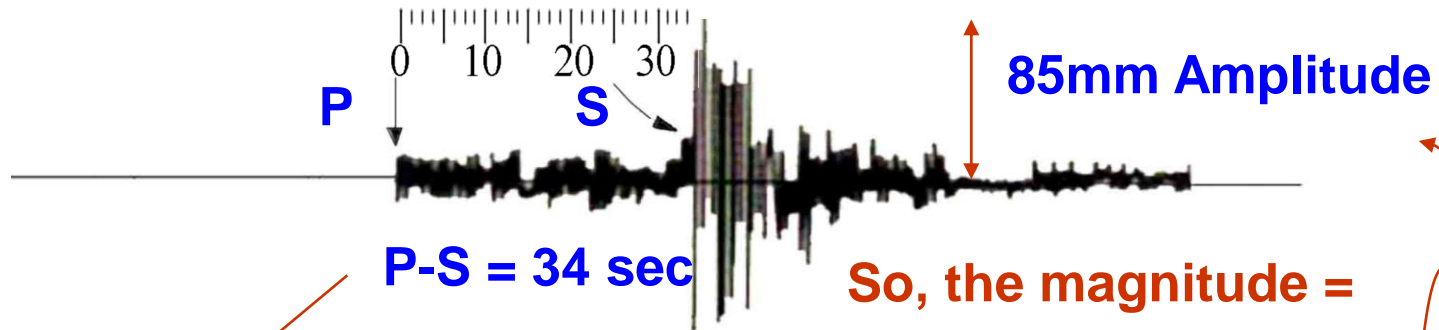
و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية **A**

الزمن الدوري للموجة **T**





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).



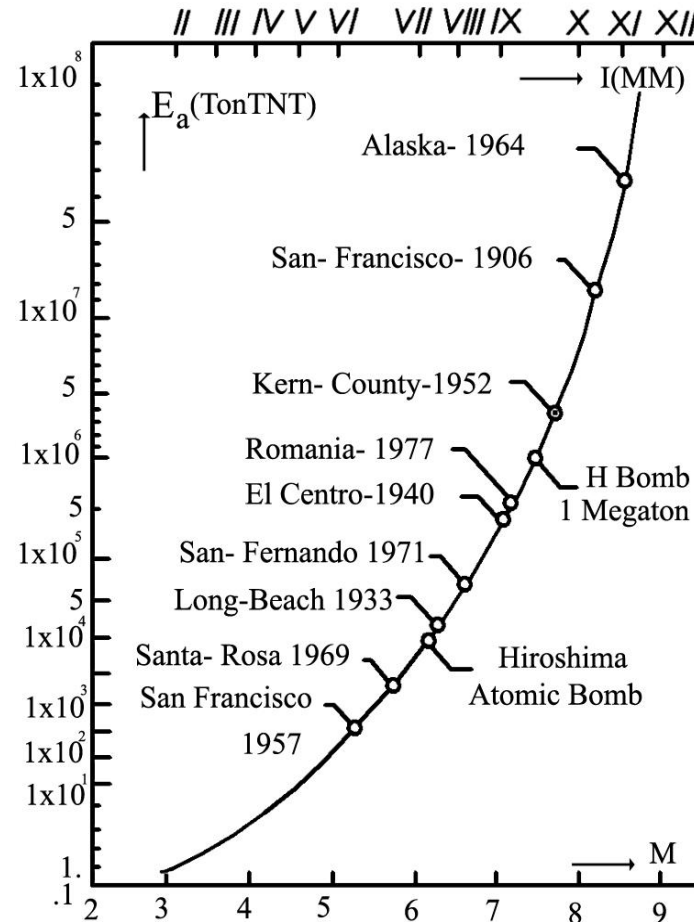
و بشكل عام يعتمد المقدار الزلزالي على قيمة الطاقة المتحررة من مركزه والتي يمكن قياسها باستخدام معطيات السيزموغرام التالية:

زمن سجل الموجات الزلزالية .

المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).

السعة الموجية **A**

الزمن الدوري للموجة **T**



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**



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

استخدمت بعض الدول مقاييس اخرى أهمها:-

**مقياس MSK**

**المقياس الياباني**



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**



ان اعتماد الشدة الزلزالية على احساس الناس و تقييمهم لشدة الاهتزازات في أماكنهم , يؤدي في حالات كثيرة الى المبالغة و عدم الدقة , فشدّة 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 .**



# لماذا نسمع قيماً مختلفة لنفس الزلزال





## 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 ضربات الزلزالية العنيفة .

## زلزالية المنطقة العربية

# Seismicity of the Arab Region

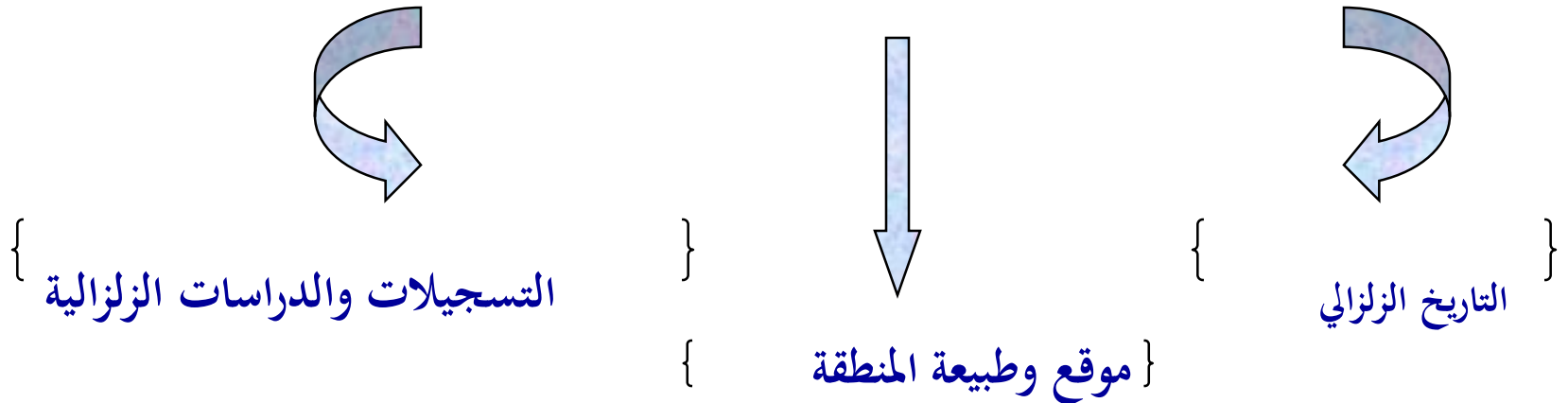
- ✓ المغرب الاعوام 1731 و 1909 و 2004
- ✓ الجزائر الاعوام 1716 و 1790 و 1869 و 1981 و 2003
- ✓ تونس عام 1757
- ✓ ليبيا عام 1853
- ✓ فلسطين والأردن الاعوام 1837 و 1903 و 1927 و 1954 و 1995
- ✓ لبنان الاعوام 1759 و 1872 و 1954
- ✓ العراق الاعوام 1865 و 1917 و 1946 و 1981
- ✓ السعودية عام 1941 واقتصر تأثير 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



## هل فلسطين نشطة زلزالياً .....؟!؟

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

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





## النشاط الزلزالي في فلسطين

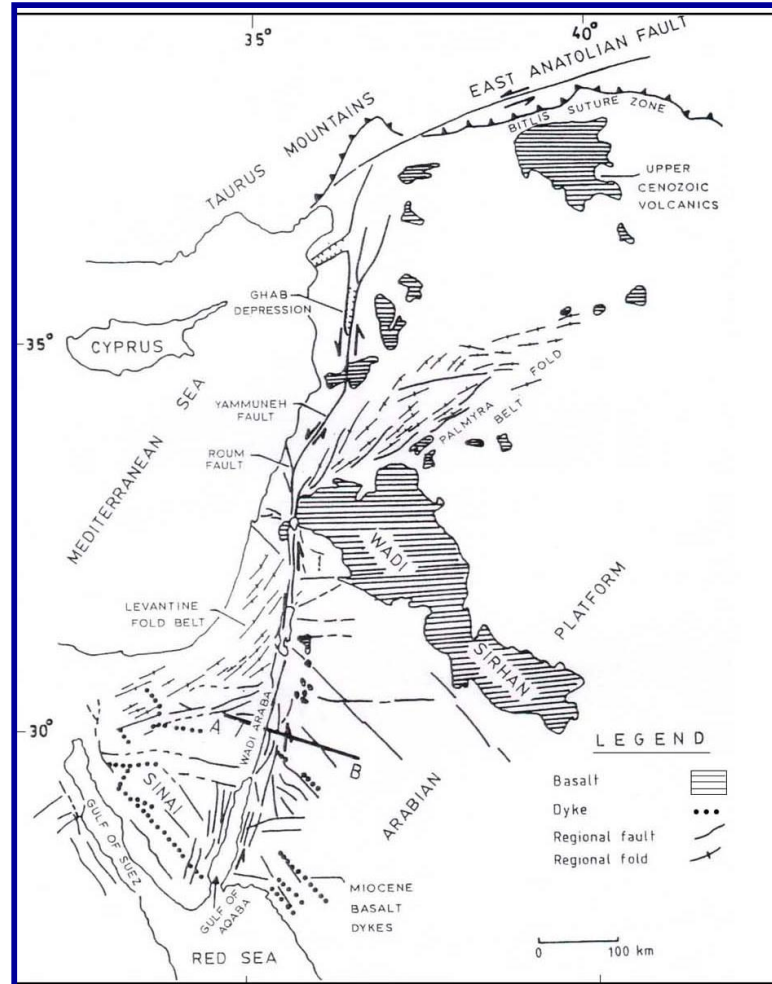
# Seismicity of Palestine

### حفرة الانهدام و الصدعات الأرضية:

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



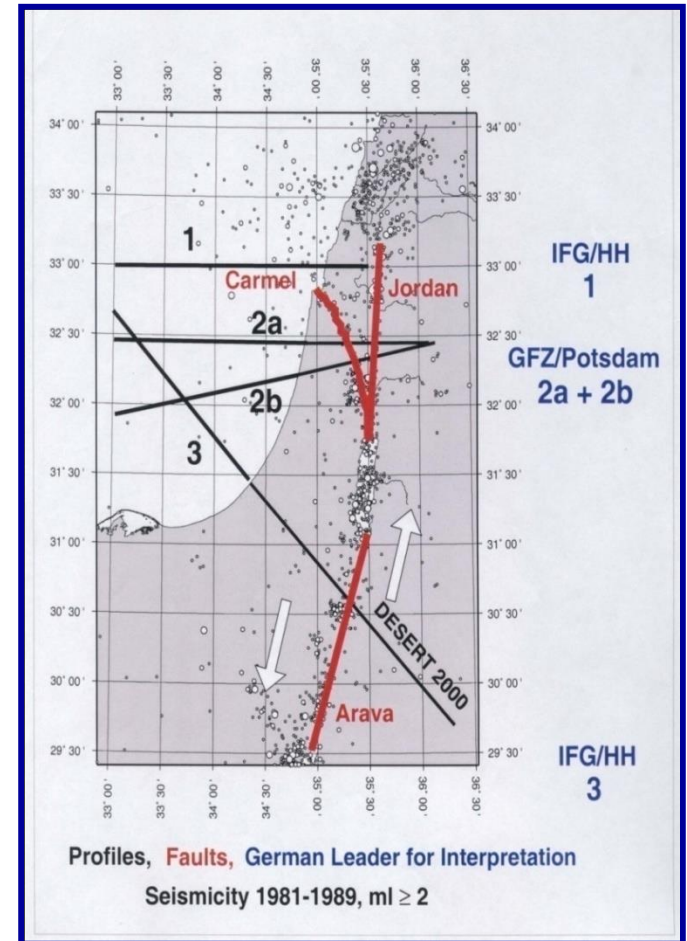
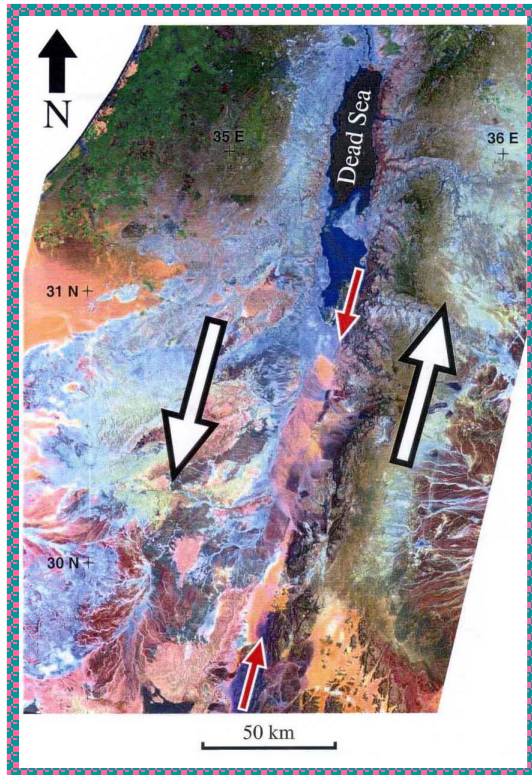
## موقع فلسطين وتكتونية المنطقة





## اتجاه الحركة النسبية بين فلسطين والأردن

**Transform Fault –  
Relative movement between  
Jordan and Palestine.**





## النشاط الزلزالي في فلسطين

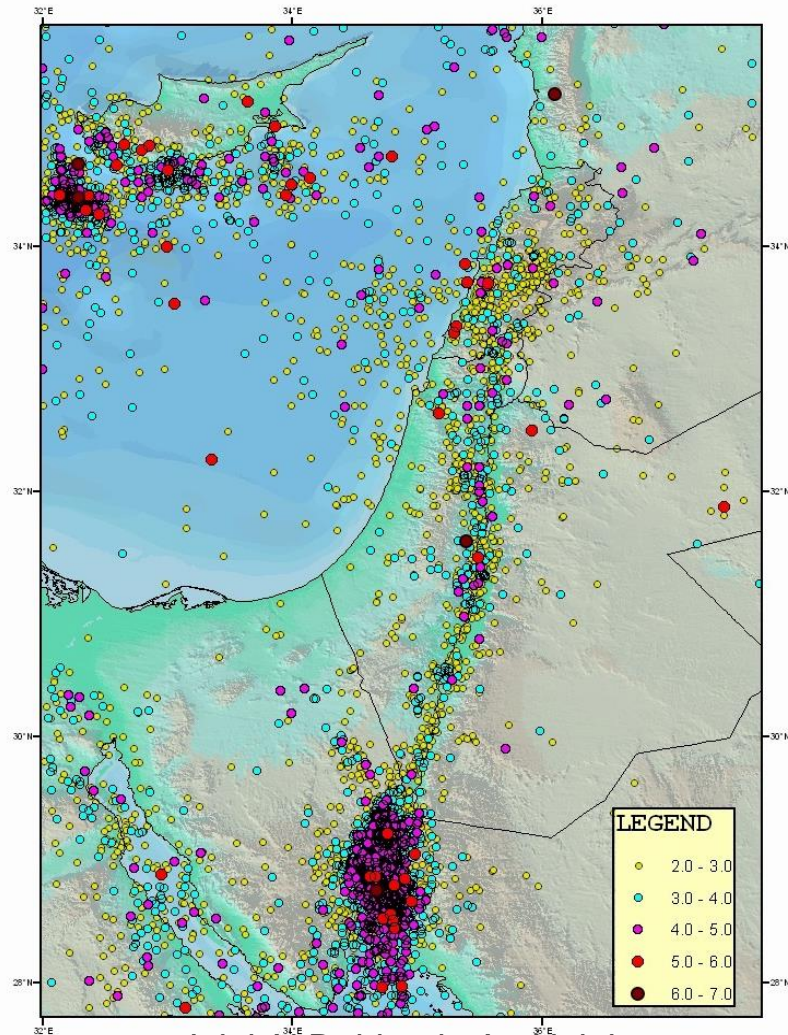
## Seismicity of Palestine

✓ 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 }



# Earthquakes 1900-2003



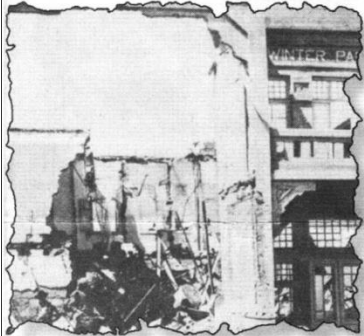
Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



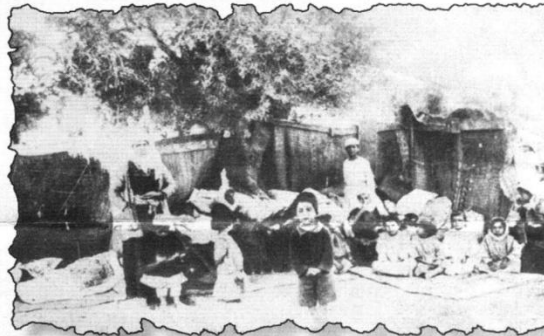
آثار الشقوق من الزلزال

زلزال قوي يضرب فلسطين

عشرات القتلى والجرحى وهدم الكثير من الأبنية وتشريد مئات العائلات الفلسطينية



فندق اريحا المحطم



ثلاث فلسطينية مشردة

باتوا في الخلاء وكلهم يخشى الرجوع الى منزله لفرط ما ألقي في قلبه من الرعب. وقد ظهرت شقوق كثيرة في الأرض على ساحل البحر الميت من جراء الزلزال. وتهدم فندق «وينتر بالاس» في اريحا بالكامل وهو الفندق الوحيد الذي بني على أحدث طراز في فلسطين وكلف مبالغ عظيمة ومات تحت انقاضه ثلاثة من السياح.

في تشريد مئات العائلات في فلسطين. وقالت تقارير من فلسطين ان الزلزال اصاب ابنية كثيرة بأضرار جسيمة ومات عدد كبير من الناس وجرح آخرون واستولى الذعر على السكان فخرجوا الى الجبال يطلعون النجاة. وبلغ الزلزال أشده في نابلس بنوع خاص وأصبحت هذه المدينة بأضرار أكثر من غيرها. وتكررت أنباء أخرى من فلسطين ان الزلزال قتل الناس يخرجون على وجوههم، فلما أتى الليل

القدس . فلسطين في ١٥ يوليو ١٩٢٧: تعرضت معظم الأراضي الفلسطينية الى زلزال نيف ضرب فلسطين وسوريا ولبنان والاردن ومصر في الأول. وتكررت التقارير ان مدن فلسطين مثل نابلس واريحا ومدن أخرى كانت الأكثر تضرراً بالزلزال سذي تسبب في قتل الكثير وفي هدم الكثير من مبانيها. من بين ضحايا الزلزال في نابلس

وثيقة تاريخية حول

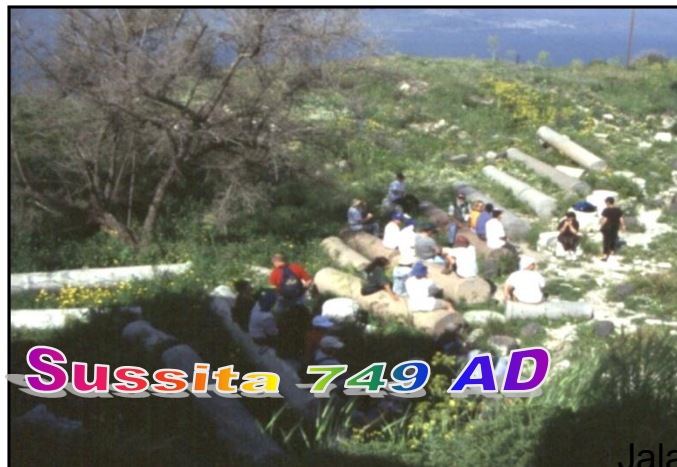
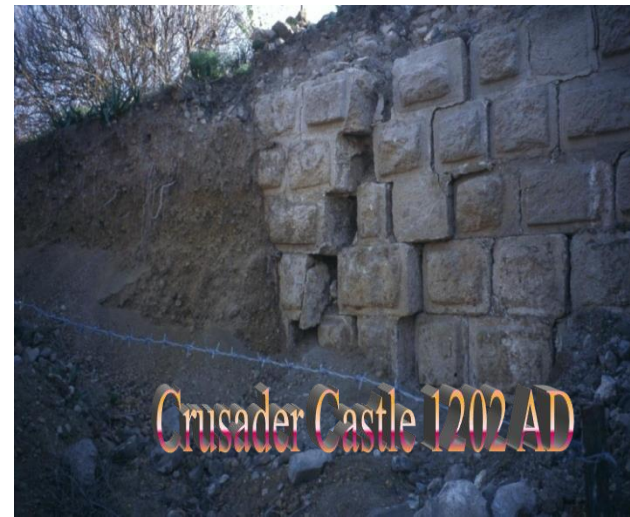
زلزال 1927

1927 Earthquakes



## Historical Earthquakes

## زلازل تاريخية





Abu Dis

**July 11, 1927**

**M=6.2**



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 Masonry Building- NABLUS City



B

Expulsion of blocks in poor mortar stone



D



A

fig.1  
Crack Patterns, Crushing  
and Large permanent  
deformation in the  
Masonry Pillars.  
see more details page no. ( 4/8 )

page 3/ 8



# Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004

Old  
Masonry  
Building



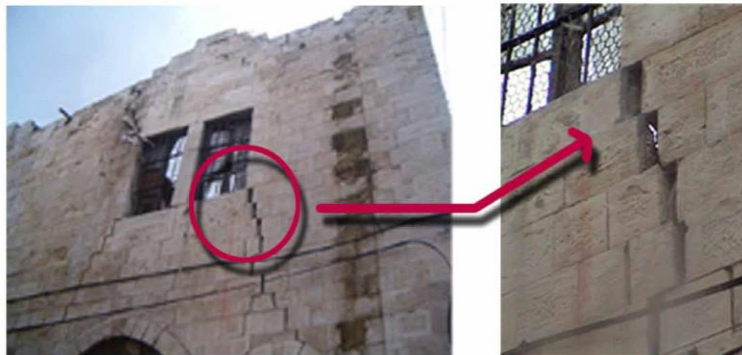
E

Corner Detachment of Building



D

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



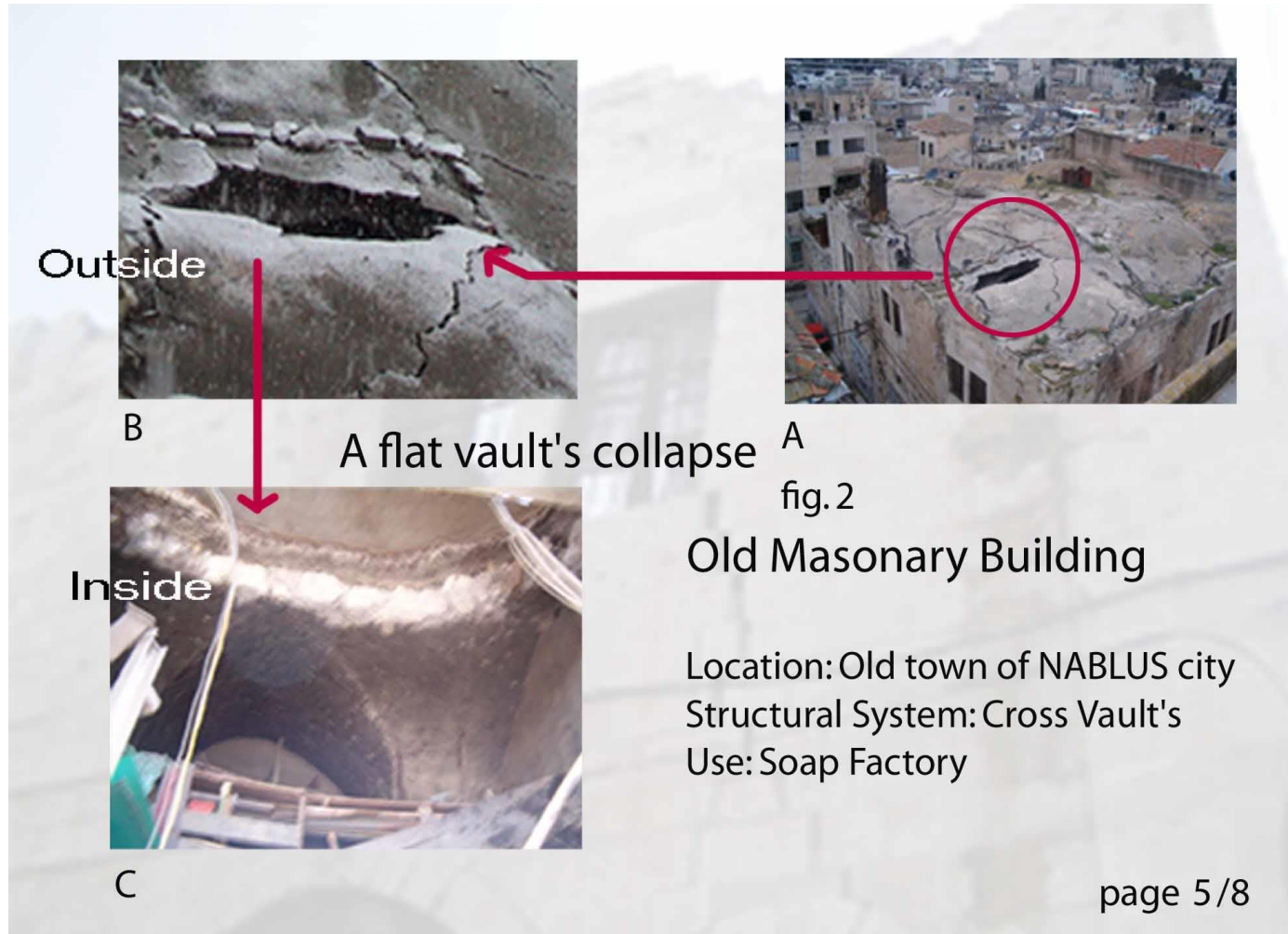
F

G

Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine

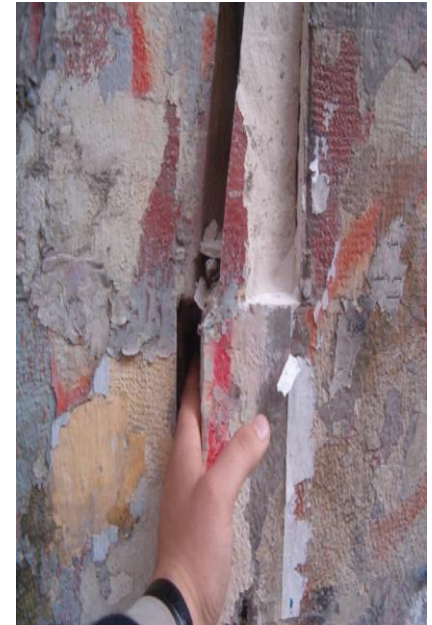


## Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004





## Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004



Jalal Al Dabbeek, An Najah  
National University, Palestine



## Expected Earthquakes احتمال حصول زلازل في المستقبل

$$M_{\max} = 6.5$$

$$7 > M > 6$$

Where is the problem: **المشكلة الحقيقية**

The Earthquake Magnitude ??

✓ قوة الزلازل المتوقع ... !؟

The Readiness / Preparedness

✓ ام الجاهزية .. !!؟



# THANKS



موقع المركز:  
جامعة النجاح الوطنية  
مركز التخطيط الحضري والحد  
من مخاطر الكوارث  
[www.najah.edu](http://www.najah.edu)

زوروا:  
موقع تخفيف مخاطر الزلازل في  
فلسطين

[www.sasparm.ps](http://www.sasparm.ps)

[seiscen@najah.edu](mailto: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



مشروع "تصميم المباني لمقاومه افعال الزلازل"

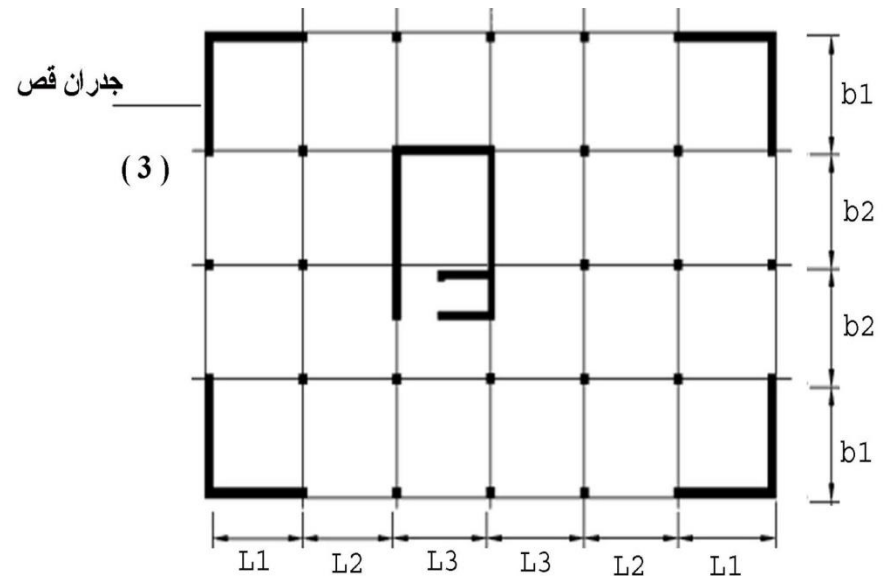
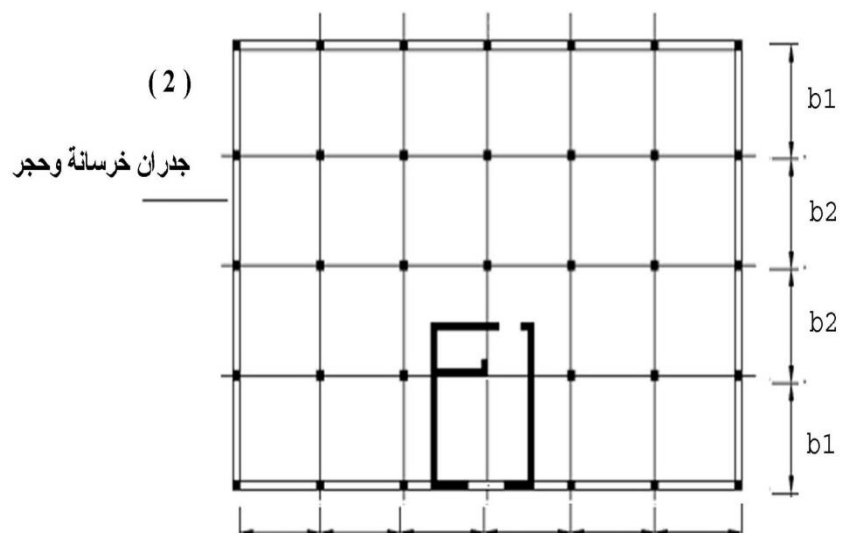
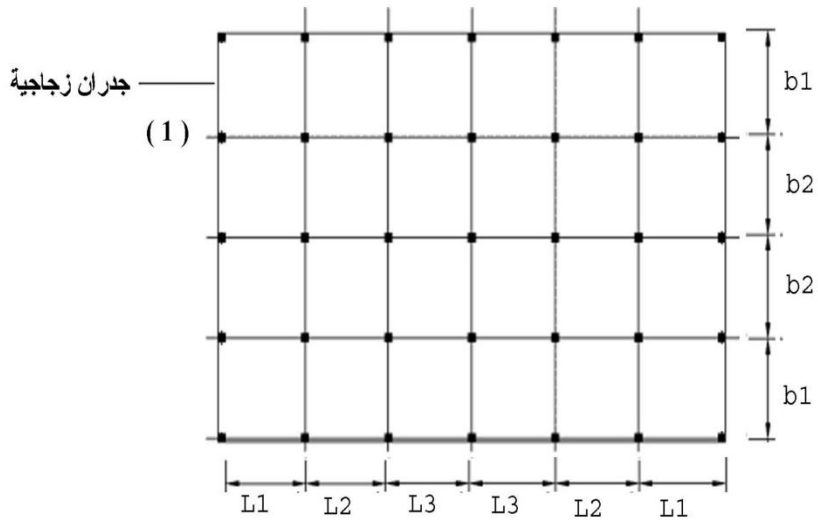
St. #	# stories	المدينة	التربة	النظام الانشائي	L (m)			b(cm)		f' <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>y</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
					L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>		
1	7	القدس	S <sub>B</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	250	3500
2	8	يافا	S <sub>C</sub>	I,II,III	5	4	5	5	4	250	3500
3	9	اريجا	S <sub>D</sub>	I,II,III	5	5	5	5	5	300	3500
4	10	صفد	S <sub>E</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	4.5	300	3500
5	11	نابلس	S <sub>B</sub>	I,II,III	4.5	4	4	5	5	250	3500
6	12	الخليل	S <sub>C</sub>	I,II,III	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	250	3500
7	7	غزة	S <sub>D</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	300	3500
8	8	بيت لحم	S <sub>E</sub>	I,II,III	5	4	5	5	4	250	3500
9	9	جنين	S <sub>B</sub>	I,II,III	5	5	5	5	5	300	4200
10	10	طولكرم	S <sub>C</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	6	250	4200
11	11	قلقيلية	S <sub>D</sub>	I,II,III	4.5	4	4	5	5	300	4200
12	12	المطلة	S <sub>E</sub>	I,II,III	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	250	4200
13	7	ام الرشراش	S <sub>B</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	300	4200
14	8	بئر السبع	S <sub>C</sub>	I,II,III	5	4	5	5	4	300	4200
15	9	القدس	S <sub>D</sub>	I,II,III	5	5	5	5	5	300	4200
16	10	يافا	S <sub>E</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	6	300	4200
17	11	اريجا	S <sub>B</sub>	I,II,III	4.5	4	4	5	5	250	3500
18	12	صفد	S <sub>C</sub>	I,II,III	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	250	3500
19	7	نابلس	S <sub>D</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	300	3500
20	8	الخليل	S <sub>E</sub>	I,II,III	5	4	5	5	4	300	3500
21	9	غزة	S <sub>B</sub>	I,II,III	5	5	5	5	5	250	3500
22	10	بيت لحم	S <sub>C</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	6	300	3500
23	11	جنين	S <sub>D</sub>	I,II,III	4.5	4	4	5	5	250	4200
24	12	طولكرم	S <sub>E</sub>	I,II,III	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	300	4200
25	7	قلقيلية	S <sub>B</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	250	4200
26	8	المطلة	S <sub>C</sub>	I,II,III	5	5	5	5	5	300	4200
27	9	ام الرشراش	S <sub>D</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	6	250	4200
28	10	بئر السبع	S <sub>E</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	250	3500
29	11	القدس	S <sub>C</sub>	I,II,III	5	4	5	5	4	250	3500
30	12	يافا	S <sub>D</sub>	I,II,III	5	5	5	5	5	300	3500
31	7	اريجا	S <sub>E</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	4.5	300	3500
32	8	صفد	S <sub>B</sub>	I,II,III	4.5	4	4	5	5	250	3500
33	9	نابلس	S <sub>C</sub>	I,II,III	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	250	3500
34	10	الخليل	S <sub>D</sub>	I,II,III	5	5	4	5	5	300	3500
35	11	غزة	S <sub>E</sub>	I,II,III	5	4	5	5	4	250	3500
36	12	بيت لحم	S <sub>C</sub>	I,II,III	5.5	5	4.5	5	6	300	4200
37	7	جنين	S <sub>C</sub>	I,II,III	5	5	5	5	6	250	4200



- العمود الأول: الأرقام تمثل رقم الطالب في قائمة تسجيل المساق.
  - العمود الثاني: عدد طوابق المبنى.
  - العمود الثالث: اسم المدينة أو المنطقة التي يوجد بها المبنى.
  - العمود الرابع: نوعية تربة موقع البناء حسب الكود المتناسق UBC-97 أو حسب الكود الدولي IBC.
  - العمود الخامس: الأنظمة الإنشائية المطلوب تصميمها I,II,III موضحة في المخططات المرفقة.
- L و b: أبعاد المبنى وفقاً للمخططات المرفقة.

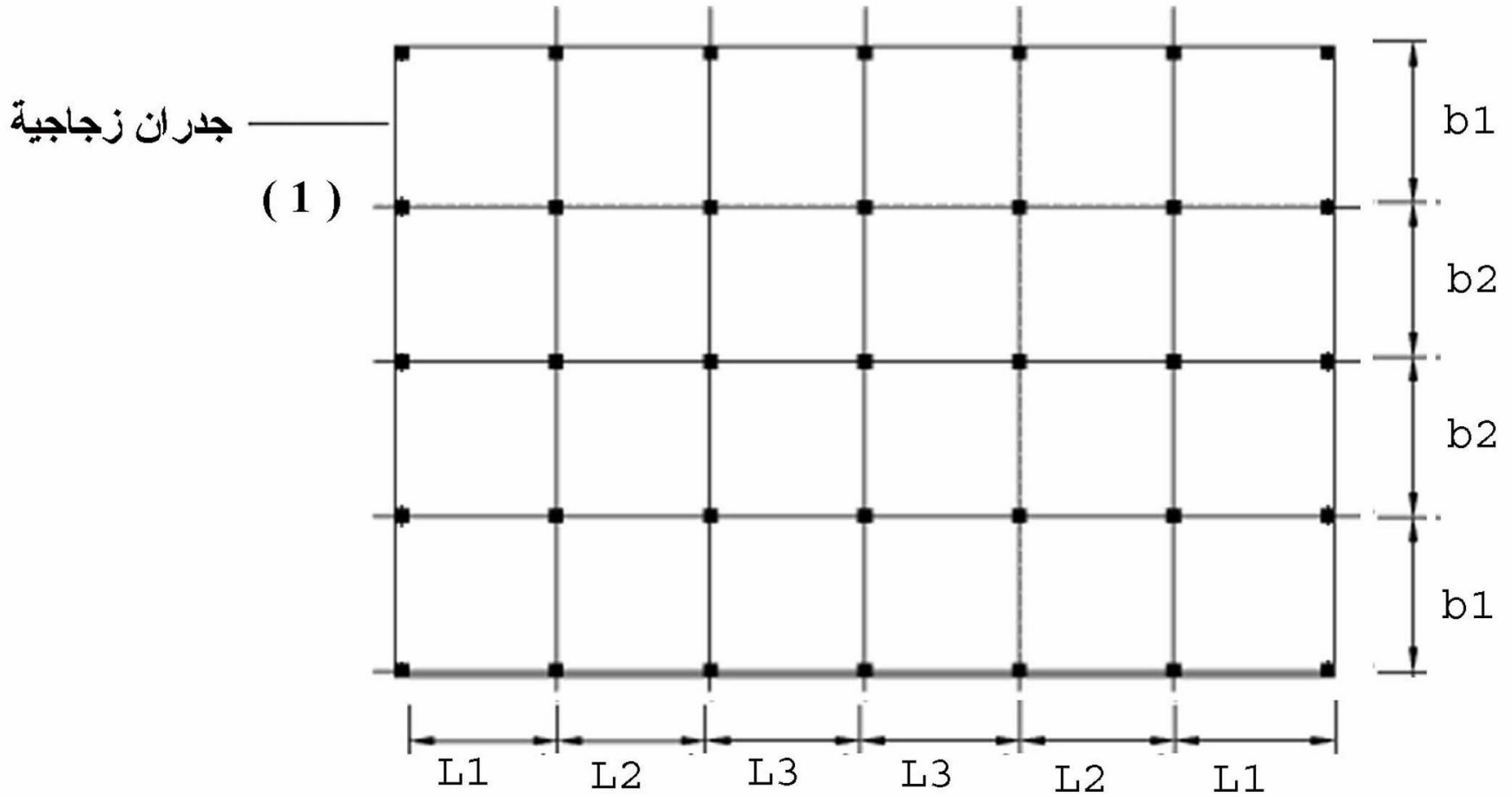


المساقط الأفقية والانظمة الانشائية المستخدمة





## المساقط الأفقية والانظمة الإنشائية المستخدمة





(2)  
جدران خرسانة وحجر

