# Seismic Risk Mitigation in Palestine

## Funded by

European Commission

SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME

**Project full title:**

**" Support Action for Strengthening Palestinian-administrated Areas capabilities for seismic Risk Mitigation "**

**An-Najah National University**
**Urban Planning and Disaster Risk Reduction Center**

**Supported by:**

EUCENTRE
European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering

IUSS
Sapere Aude

**Istituto Universitario di Studi Superiori**
**)IUSS(di Pavia**

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)**

## Fundamentals of seismic analysis and seismic design
## Training course for practitioner engineers
## MODULE 1 and 2

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

# MODULE 2

## Seismic design according to codes used in Palestine (UBC 97, Jordanian Seismic Building Code)

- Seismic hazard according to code regulations
- Seismic site effect according to code regulations
- Seismic forces and building codes. Equivalent lateral force method according to code regulations
- General note about geotechnical and foundation, seismic design considerations
- The influence of architectural and structural configuration on seismic performance of buildings
- Application on the seismic vulnerability of Palestinian common buildings

- **Assignment 1**
- **Assignment 2**
- **Assignment 3**
- **Assignment 4**
- **Structural details**
- **Special topics on earthquake engineering (seismic retrofit and upgrading fundamentals, etc)**

**Lecturer: Urban Planning and Disaster Risk Reduction Staff**
**Earth Sciences and Seismic Engineering Unit**

# Seismic Design of Buildings

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. Ductility of reinforced concrete structures.
9. Seismic design of reinforced concrete frames.
10. Seismic design of reinforced concrete shear walls.
11. Special topics on earthquake engineering) seismic retrofit and upgrading fundamentals,..etc).

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# المحتويــات

* 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.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

* ممطولية الخرسانة المسلحة.
* 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 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.**

**Evidence from earthquakes around the world shows that non-structural damage typically represents the greatest monetary loss in an earthquake.**

**A survey of 355 high-rise buildings after the 1971 San Fernando earthquake showed that, in dollar value terms, 79% of the damage was non-structural.**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# What Is an Earthquake?

## ما هي الهزة الارضية؟

- An earthquake is the vibration of Earth produced by the rapid release of energy

**اهتزاز (ارتعاش، تموج) القشرة الأرضية، وذلك نتيجة لإطلاق كميات من الطاقة من باطن الأرض.**

# ...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

## ...Earthquakes?.....Discussion….

- **The shaking or trembling caused by the sudden release of energy**
- **Usually associated with faulting or breaking of rocks**
- **Continuing adjustment of position results in aftershocks.**

# 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

لقد أرسى علم الزلازل الأساس لدراسة القشرة الأرضية ، و كطريقة للتحري عن سمكها و تركيبها أستخدم علم الزلازل التفجيري ، حيث تم استخدام الدراسات الانعكاسية و الانكسارية **Reflection and Refraction** باستخدام التفجيرات الصناعية .

و تبدو ميزة استخدام التفجيرات الكيماوية الصناعية أو النووية بدلا من الهزات الأرضية في أن زمن و موقع الشحنة معروف يقع تحت سيطرة الباحثين .

بينما في الزلازل الطبيعية على المرء أن ينتظر حدوث هزة ما ذات شدة مناسبة كي يستخدمها لدراسة القشرة الأرضية.

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

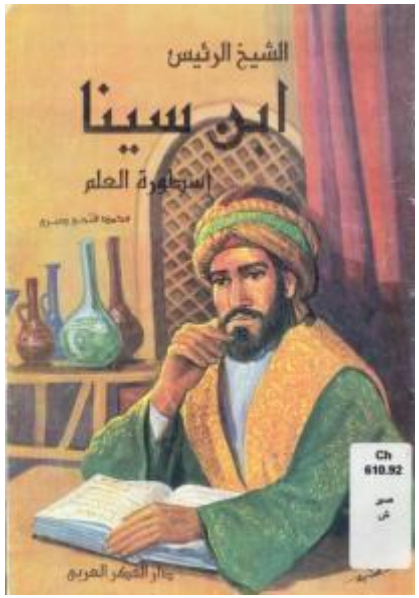
# استخدام التفجيرات الكيماوية - زلازل صناعية

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




# أسباب الهزات الأرضية Earthquake Causes

منذ القدم حاول الانسان معرفة أسباب حصول الهزات الأرضية ، حيث أظهرت المراجع التاريخية القديمة أن الشعوب و الامم القديمة التي عاشت فوق الكرة الأرضية حاولت اعطاء تفسير لظاهرة الزلازل الا أن جميع هذه التفاسير لم تخرج عن اطار الأساطير و الخرافات، و قد أظهرت بعض المراجع العلمية العربية ( أيلوش ١٩٩٦، و السنوي ١٩٩٧ أنه ربما يعود التفسير العلمي لأسباب الزلازل لأول مرة الى العلامة ابن سيناء حيث أعطى تفسير لأسباب حصول الزلازل فيه الكثير من الصحة.

فقد جاء في كتاب (الشفاء) لابن سيناء (أما الزلزلة فإنها حركة تعرض جزء من أجزاء الأرض بسبب ما تحته و لا محالة ان ذلك السبب يعرض له أن يتحرك ثم يتحرك ما فوقه و أكثر ما تكون الزلزلة في بلاد متخلخلة غور الأردن و الزلازل تختلف في قوة أوائلها و أواخرها و ليس يمكن أن تجري على منهاج واحد ).

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Earthquake Causes أسباب الهزات الأرضية

**What causes earthquakes?**

People have known about earthquakes for thousands of years, of course, but they didn't know what caused them. In particular, people believed that the breaks in the Earth's surface--faults--which appear after earthquakes, were caused *by* the earthquakes rather than the cause *of* them

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

أما في العصر الحديث فيعتبر العالم اولدهام Oldham 1990 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.

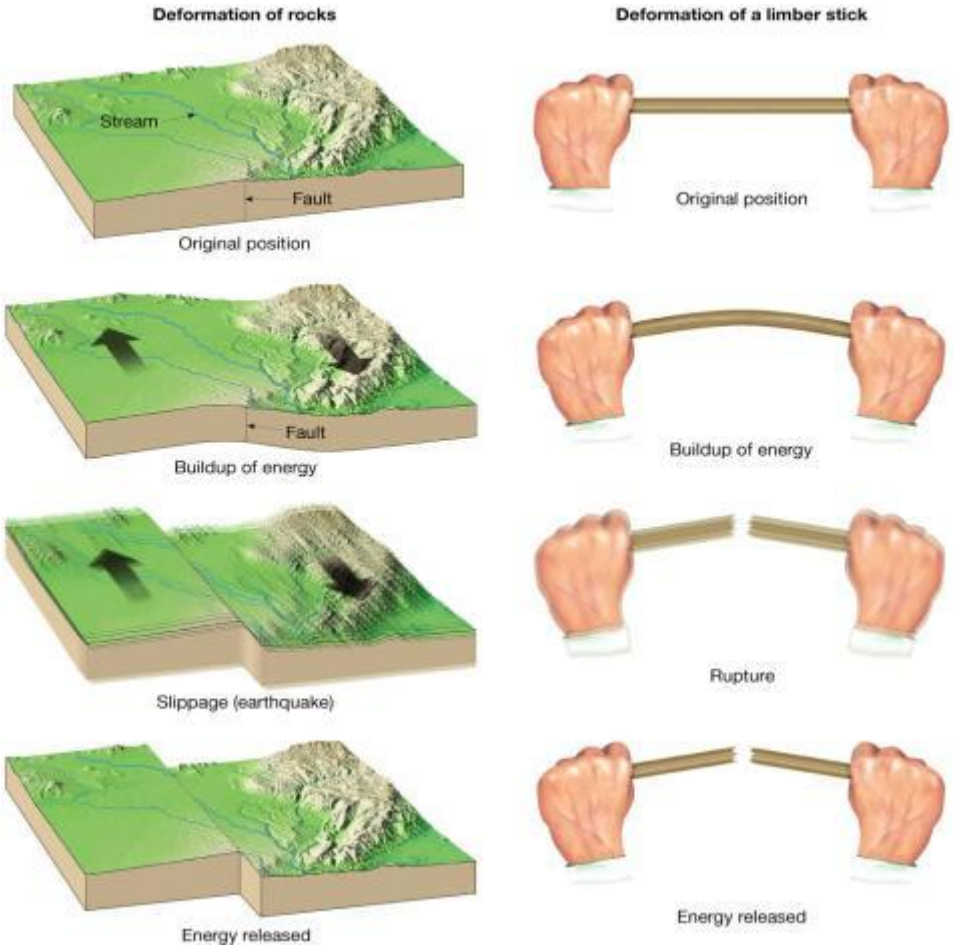
# Cause of Earthquakes
# اسباب الزلازل

## ◆ Elastic Rebound Hypothesis

- Most earthquakes are produced by the rapid release of elastic energy stored in rock that has been subjected to great forces.

- When the strength of the rock is exceeded, it suddenly breaks, causing the vibrations of an earthquake.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

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.**

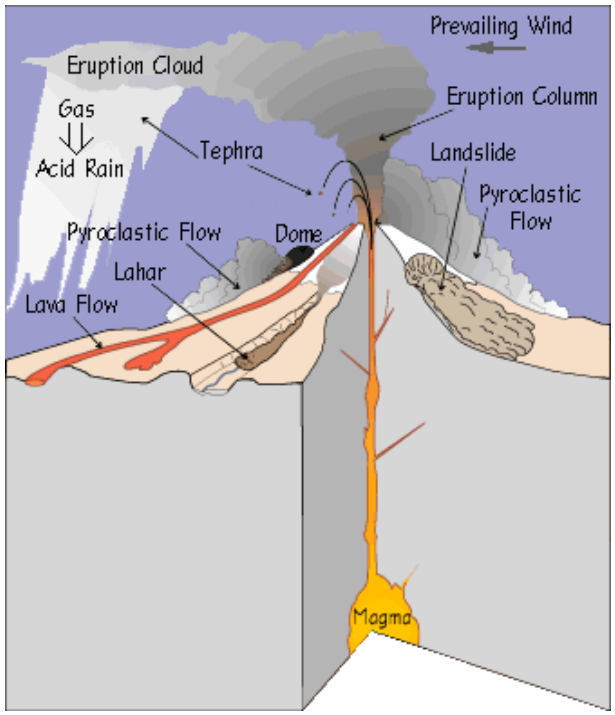
The most common are **tectonic earthquakes**. These occur when rocks in the earth's crust break due to geological forces created by movement of tectonic plates.

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

# Volcanic Earthquakes الزلازل البركانية




في المناطق الضعيفة من القشرة الأرضية، تندفع الصخور المنصهرة و المنطقة من الأعماق الصهارية باتجاه الطبقات الخارجية، مما قد يؤدي الى تراكم و تركيز الاجهادات على هذه الطبقات و بالتالي احتمال حدوث صدوع فجائية وحركات اهتزازية للقشرة، وقد يرافق أو يتبع ذلك انطلاق الصهار بسرعة الى الخارج.

Another type,**volcanic earthquakes,** occur in conjunction with volcanic activity.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

و استنادا الى عمق المركز الجوفي في الزلازل البركانية يمكن تصنيف هذه الزلازل الى ثلاث مجموعات

عمق المركز الجوفي D= 1-10Km

عمق المركز الجوفي D< 1Km

المركز الجوفي على سطح الأرض تقريبا ، و تأثير هذا النوع من الزلازل سببه الانفجارات.

و عموما تعتبر الزلازل البركانية أقل شدة من الزلازل التكتونية ، و منطقة تأثيرها محدودة بمساحة صغيرة من سطح الأرض .
كما و أن الزلازل البركانية يمكن أن تحدث بشكل متواصل لفترات طويلة نسبيا و تسبب في هذه الحالة رجفات بركانية متواصلة.

# الزلازل الارتطامية و الانـهيارية

# Implosive and Collapse Earthquakes

**يحدث هذا النوع من الزلازل نتيجة حصول انـهيارات في عمق الأرض مثل انـهيارات الكهوف و المغر ، و بشكل عام يكون تأثير الزلازل الارتطامية و الانـهيارية محلي و محدودة بمناطق صغيرة ، و ذلك بسبب ضآلة الطاقة الزلزالية المتولدة.**

**Collapse earthquakes** are small earthquakes in underground caverns and mines, and explosion earthquakes result from the explosion of nuclear and chemical devices. We can measure motion from large tectonic earthquakes using GPS because rocks on either side of a fault are offset during this type of earthquake.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# حركة القشرة الأرضية و الفوالق التكتونية

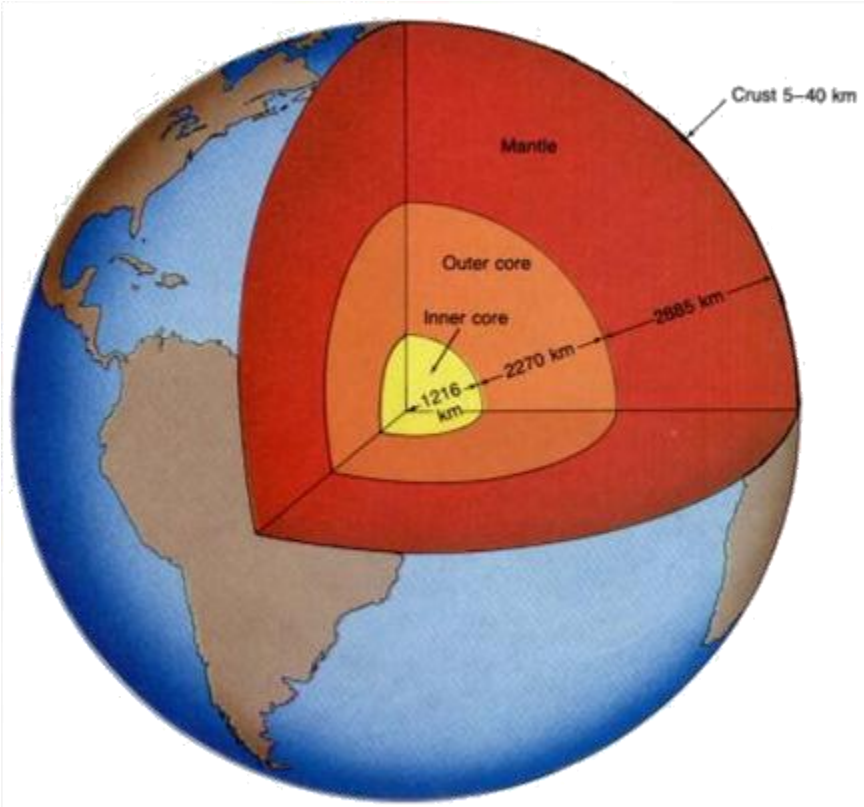
# Crustal Movements and Tectonic Faults

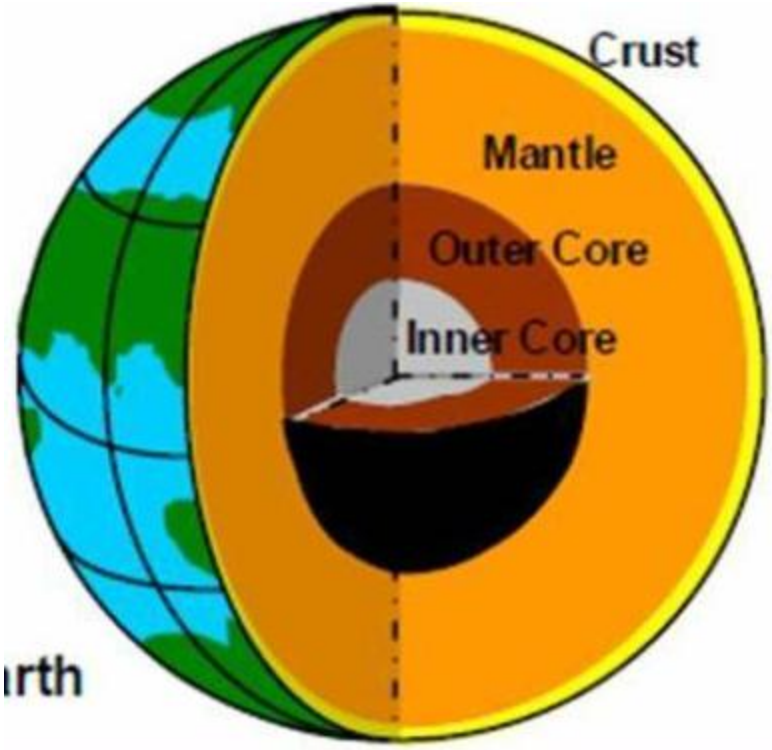
تتكون الكرة الأرضية من الأجزاء ( الأنطقة ) التالية:

| | |
|---|---|
| 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

# Crustal Movement حركة القشرة الأرضية

خلال العقود القليلة الماضية أمكن معرفة الكثير عن طبيعة الكرة الأرضية و في الحقيقة يسمى الكثيرون هذه الفترة ثورة المعرفة المتعلقة بالأرض و ذلك لأنه ليس لها مثيل في أي زمن، و قد بدأت هذه الثورة في الجزء الأول من القرن العشرين باقتراح يقول : ان القارات انجرفت أو تزحزحت على سطح الأرض و قد قوبلت هذه الأفكار في حينه بكثير من التشكيك من قبل البعض و ذلك لأن الرأي السائد في تلك الفترة كان يقول بأن القارات و أحواض المحيطات هي ملامح ثابتة و دائمة على سطح الأرض.

و في أواسط القرن العشرين تقريبا تم تحويل الافتراض المتعلق بانجراف و زحف القارات الى نظرية فاعلة تربط بين كل من العمليات الأساسية التي تشكل أرضنا ، حيث تمخض عن ذلك تقديم النظرية الحركية الحديثة :

نظرية تكتونية الصفيح التي زودت الجيولوجيين بنموذج متكامل للتعرف الداخلي للأرض.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

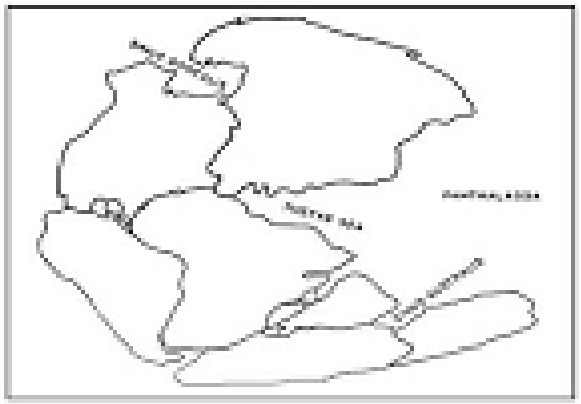
بما أن كل صفيحة تتحرك كوحدة مستقلة، فان اللقاء وحركة الصفائح النسبية فيما بينها تقدر بحوالي ٥-١٠سم، ويّعتقد بأن هذه الحركة ناتجة عن انتقالات عميقة على مستوى غلاف الصهاري.

و بسبب حركة الصفائح القشرية استنتج العلماء بأن قارات الكرة الأرضية الحالية كانت قبل 200 مليون سنة متلاصقة على شكل قارة عملاقة واحدة أطلق عليها اسم البانجي Panangea .

و نتيجة للحركة المستمرة لغلاف الصهاري و مع مرور عشرات أو مئات الملايين من السنين انقسمت البانجي بشكل تدريجي الى عدة قطع وصولا الى زضعها الحالي.

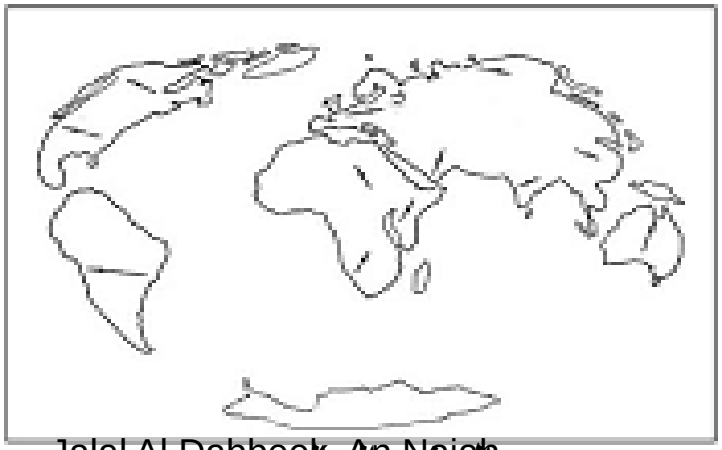
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# حركة الصفائح (القارات) في الكرة الأرصية

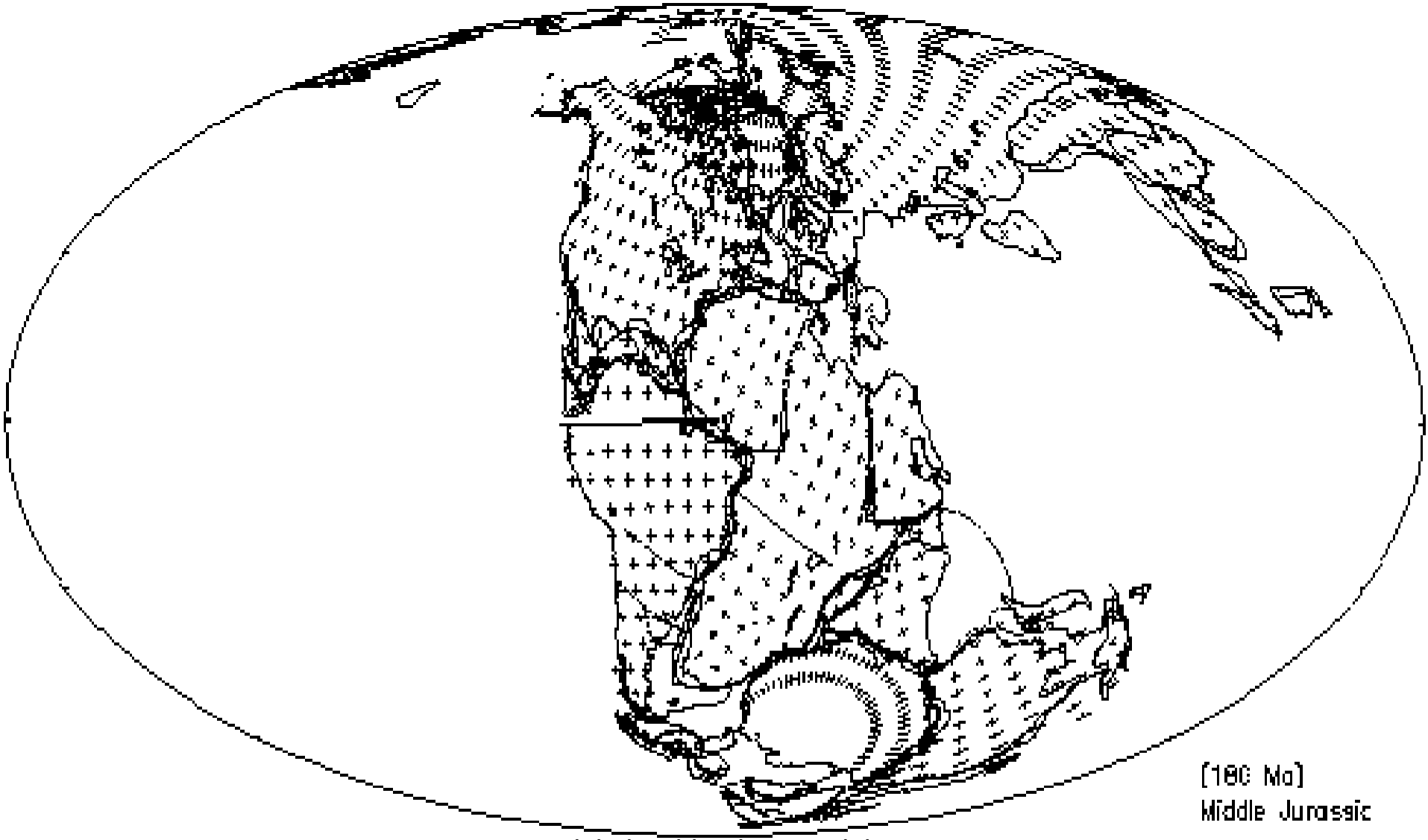


شكل الكرة الأرضية قبل 200 مليون سنة

شكل الكرة الأرضية قبل 65 مليون سنة

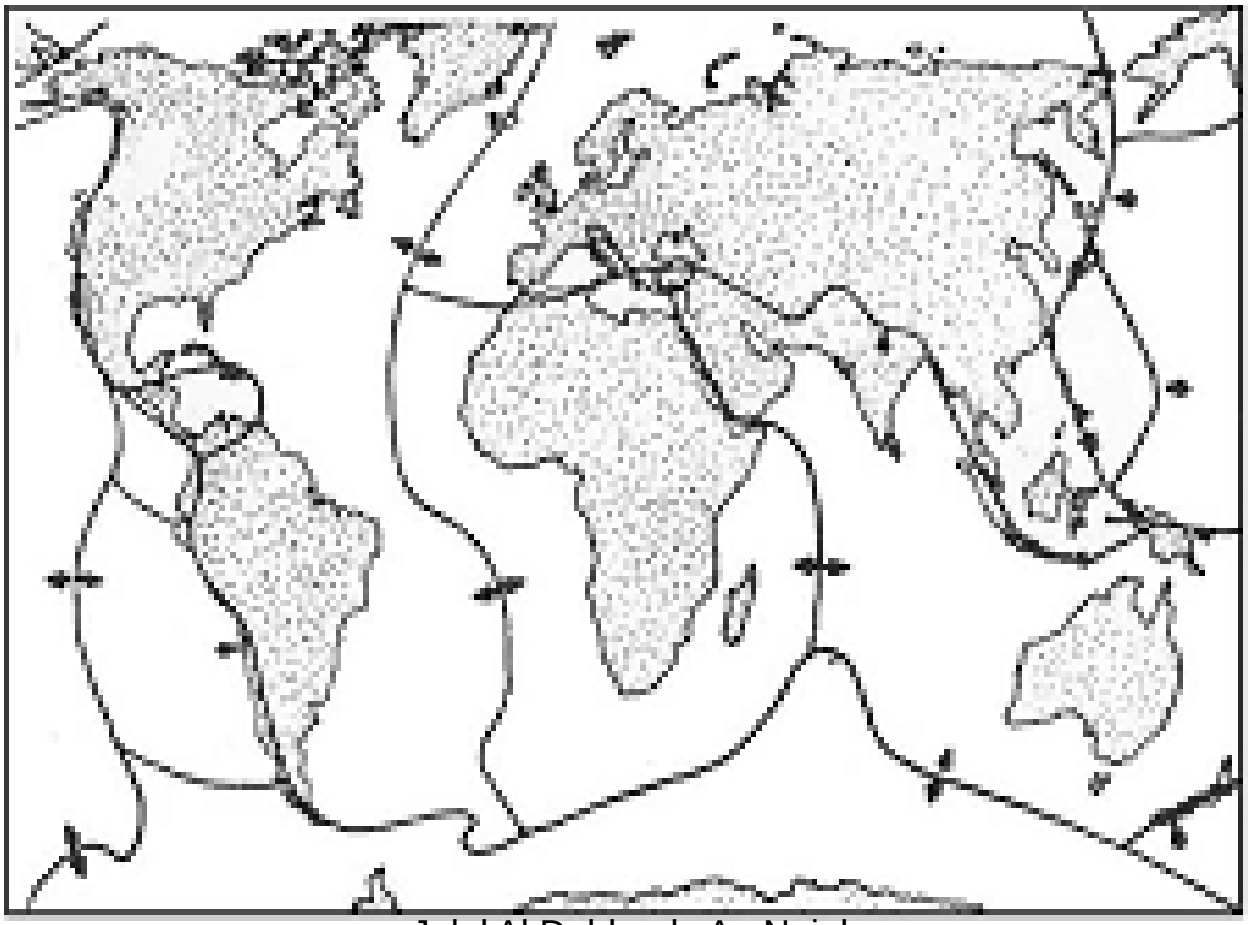


الوضع الحالي



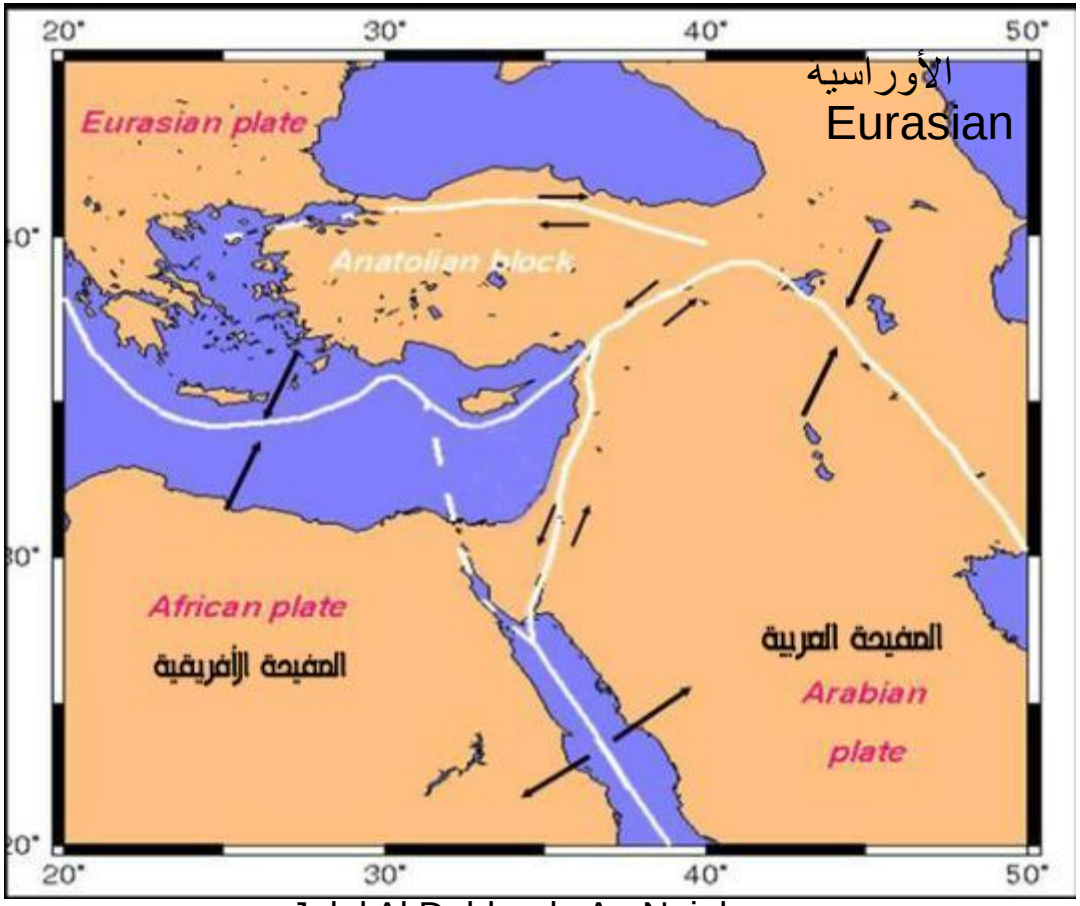

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

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

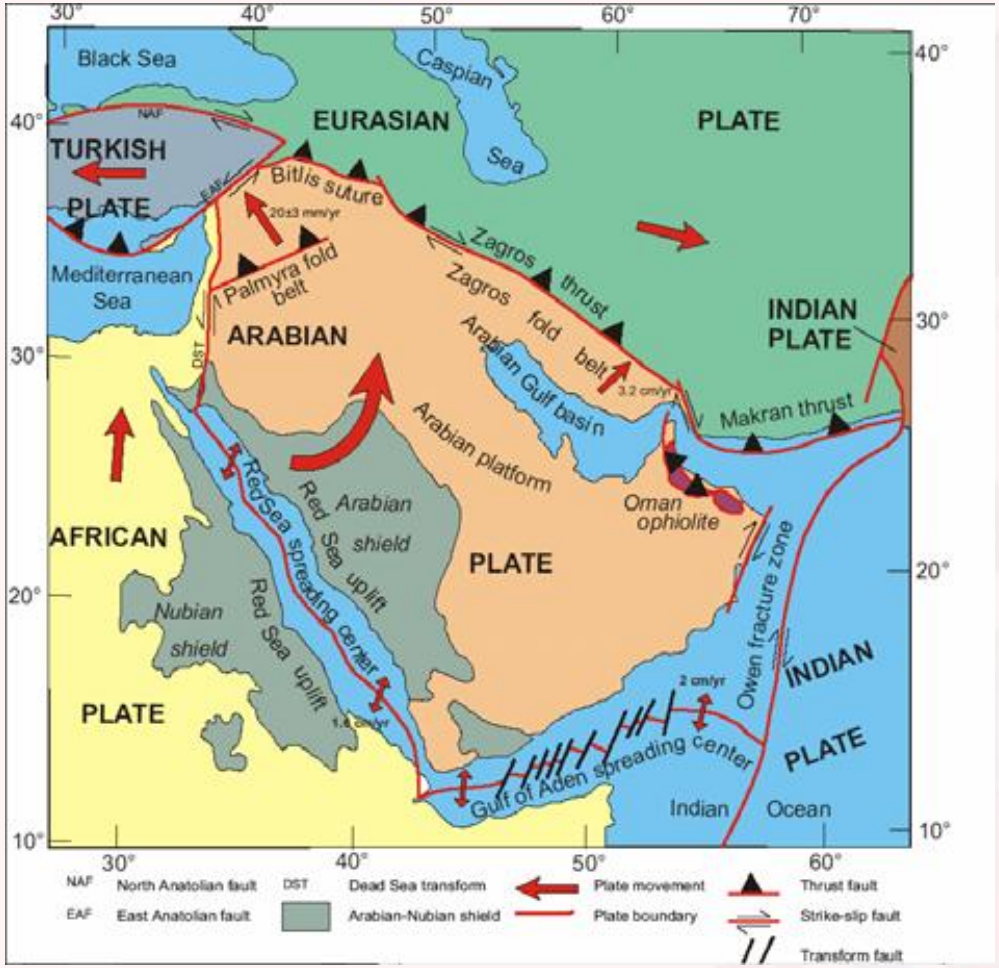


Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

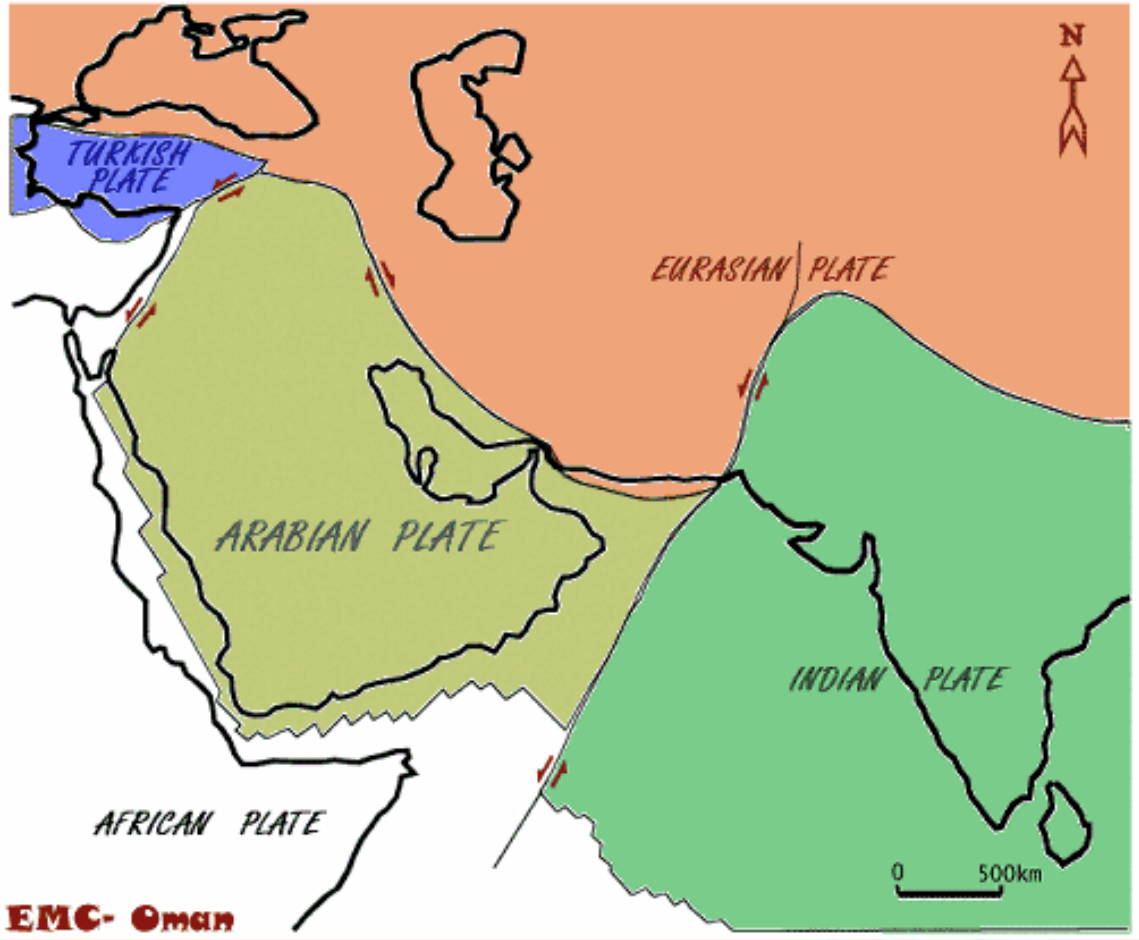
# Relative Plate Motion in the Easter Mediterranean



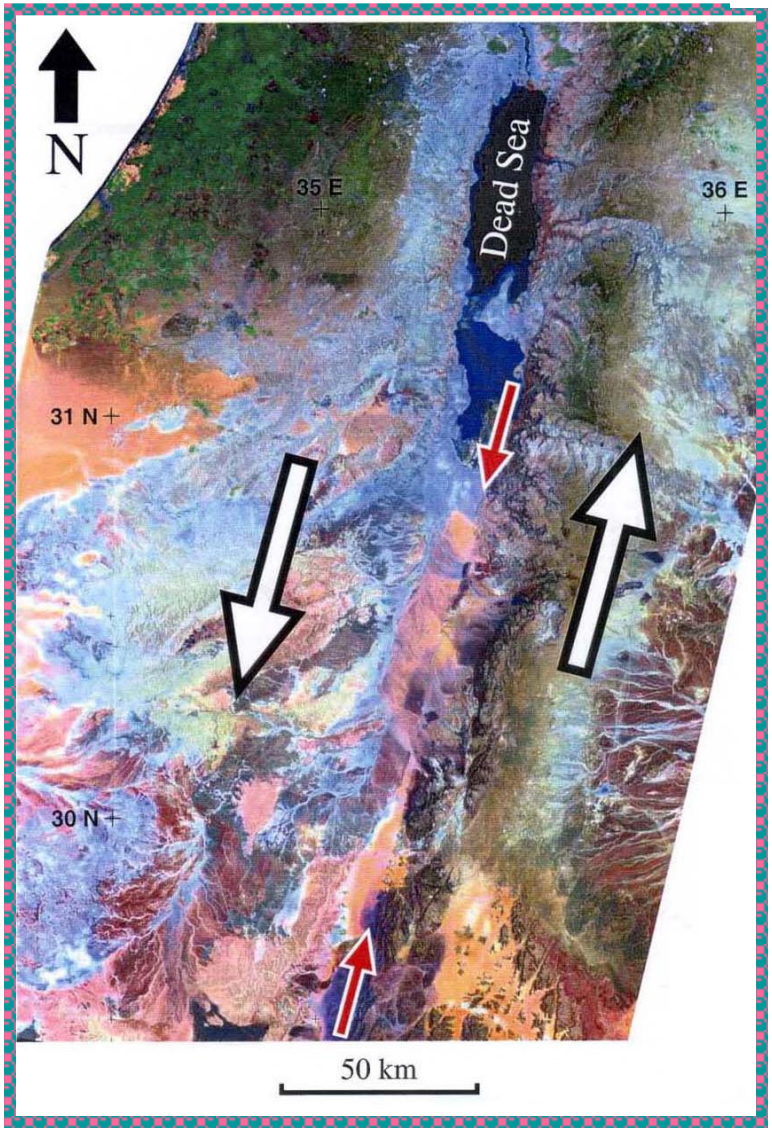

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine




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

يعتقد بأن الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية ستبقى عامل تغيير في بنية القشرة الأرضية ، فتصادم صفيحتين أو تباعدهما أو حركتهما الجانبية بالنسبة لبعضها البعض أثرت و ما زالت تؤثر في تضاريس الأرض مكونة الوديان و الأخاديد في منطقة التباعد (تباعد الصفائح) و الجبال و السلاسل الجبلية : في منطقة التصادم و من الأمثلة على تصادم الصفائح و تكوين السلاسل الجبلية ، تكوين سلسلة جبال طوروس و زاغروس في كل من تركيا و ايران و الناشئة عن اصطدام الصفيحة العربية مع الصحيفة الايرانية الى حركة الصفيحة العربية باتجاه شمال-شرق .

و من الجدير بالذكر بأنه و بسبب هذه الحركة للصفيحة العربية فان ابتعادها عن الصفيحة الافريقية يؤدي الى حصول اتساع في عرض البحر الأحمر قيمته ٢سم سنويا في مناطقه الجنوبية ، و بالاعتماد على الحركة النسبية للصفائح و لتكوين القارات يعتقد أن البحر الأحمر لم يكن موجود قبل عشرات الملايين من السنين.

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

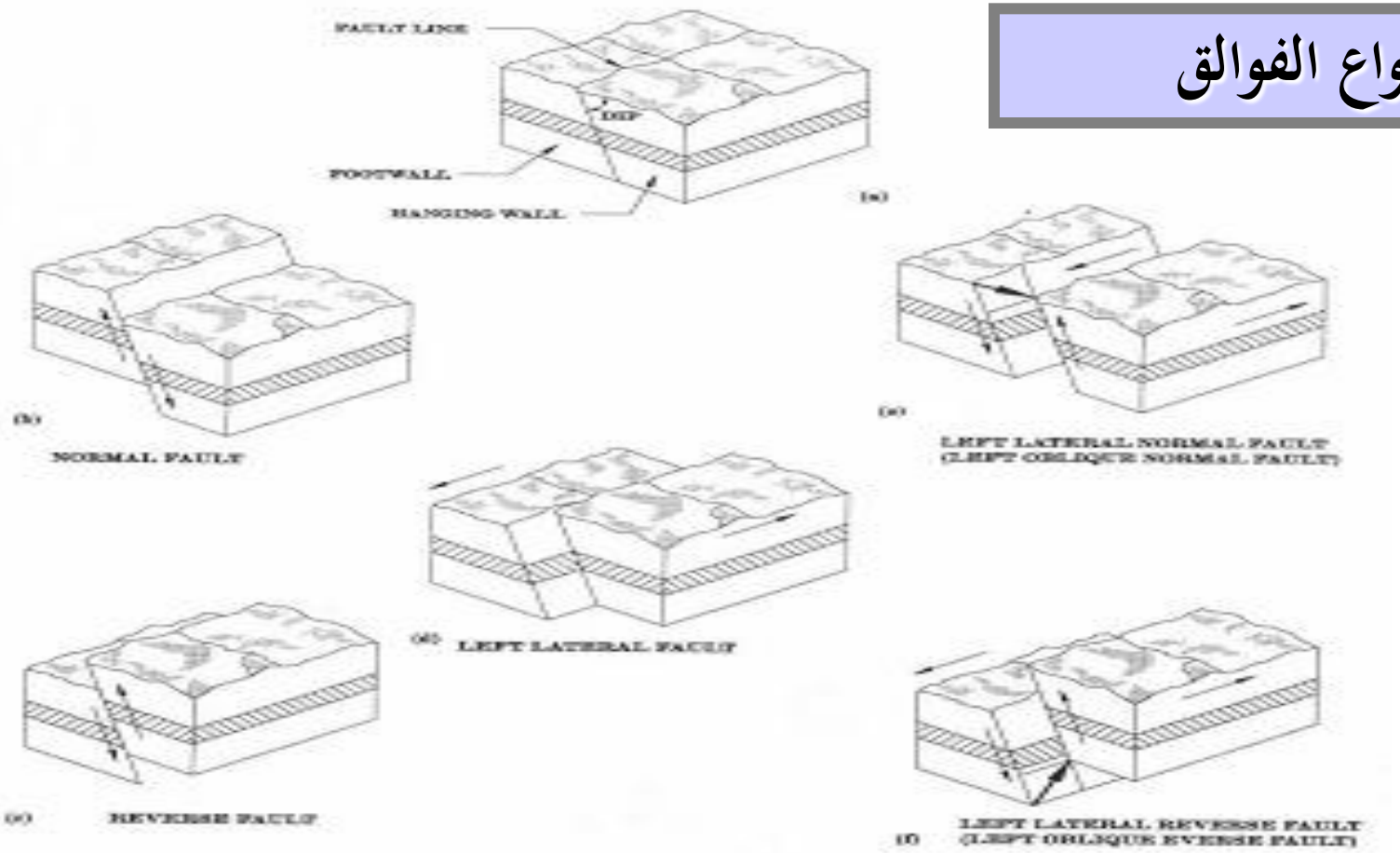
- **Faults**

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

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

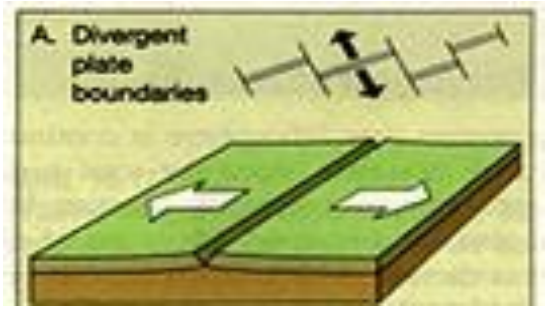
# Tectonic Faults

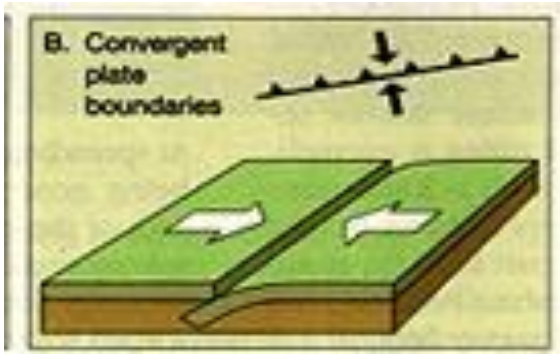
أنواع الفوالق

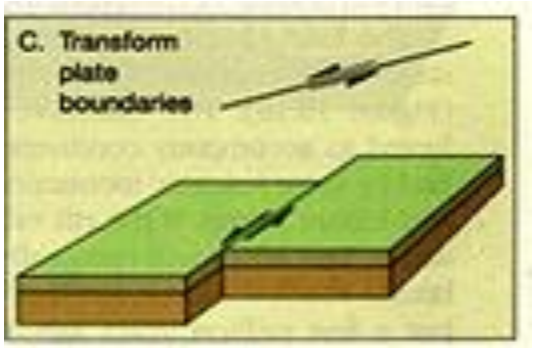



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

## 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

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

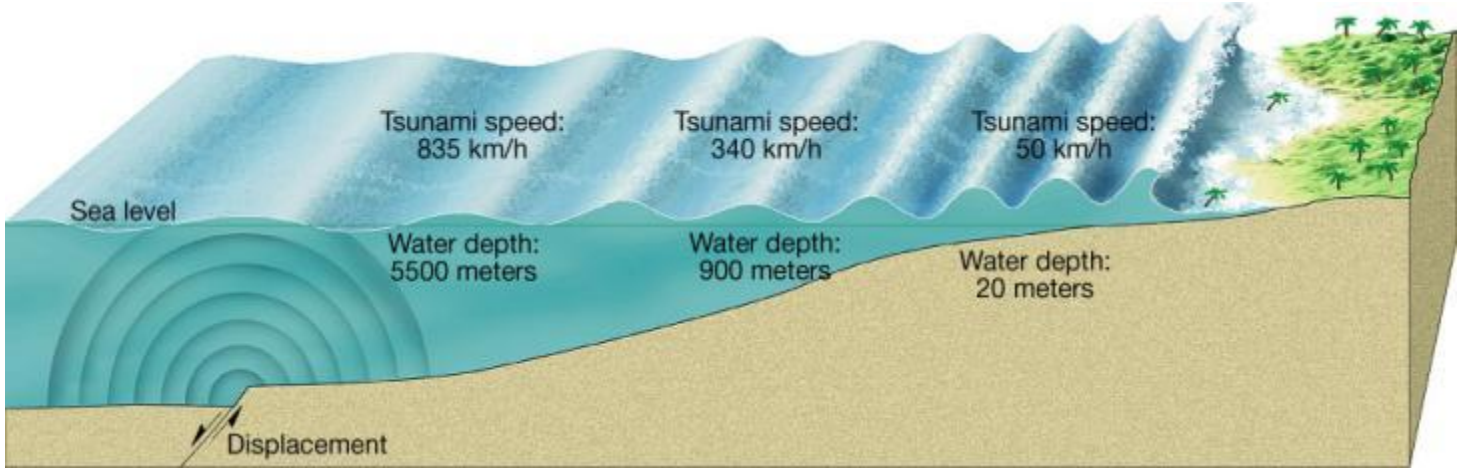
# Tectonic Faults

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

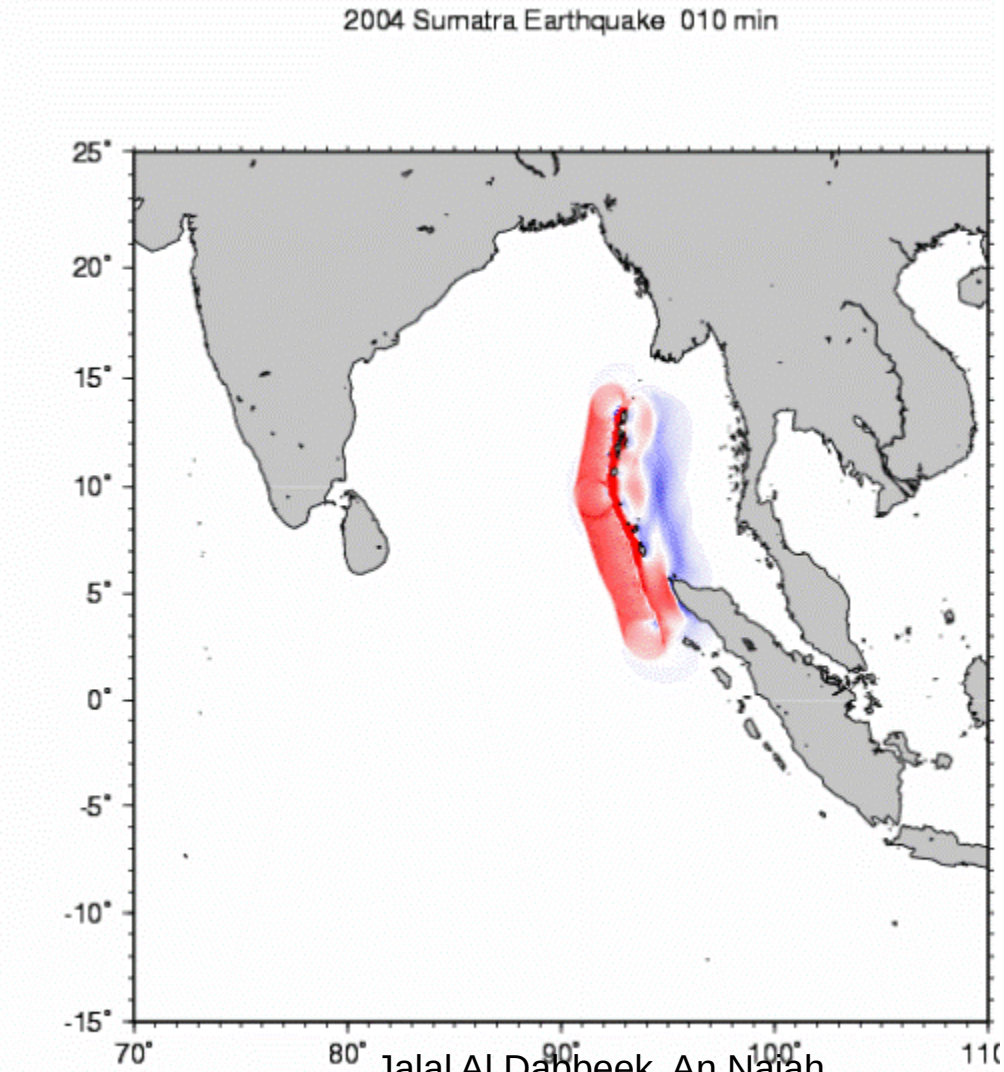
# Tsunamis

## ◆ 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.”



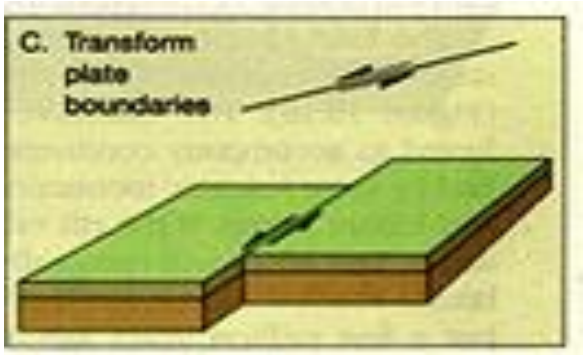

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Transform Fault أطراف الصدع التحويلي




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

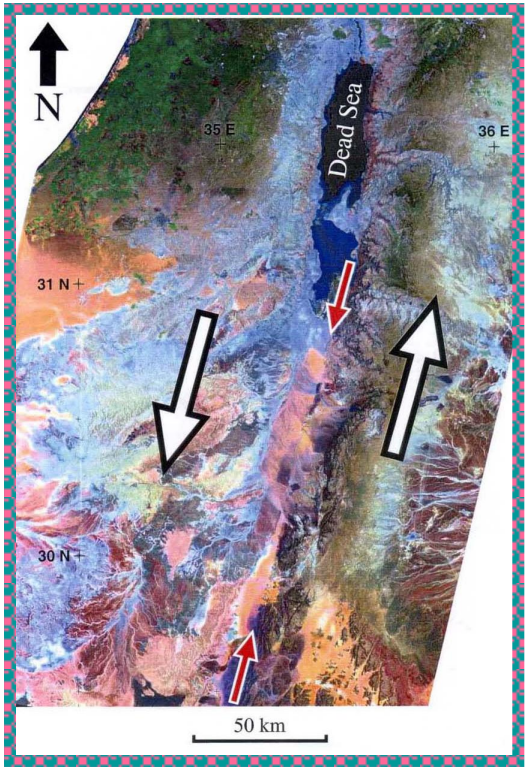
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

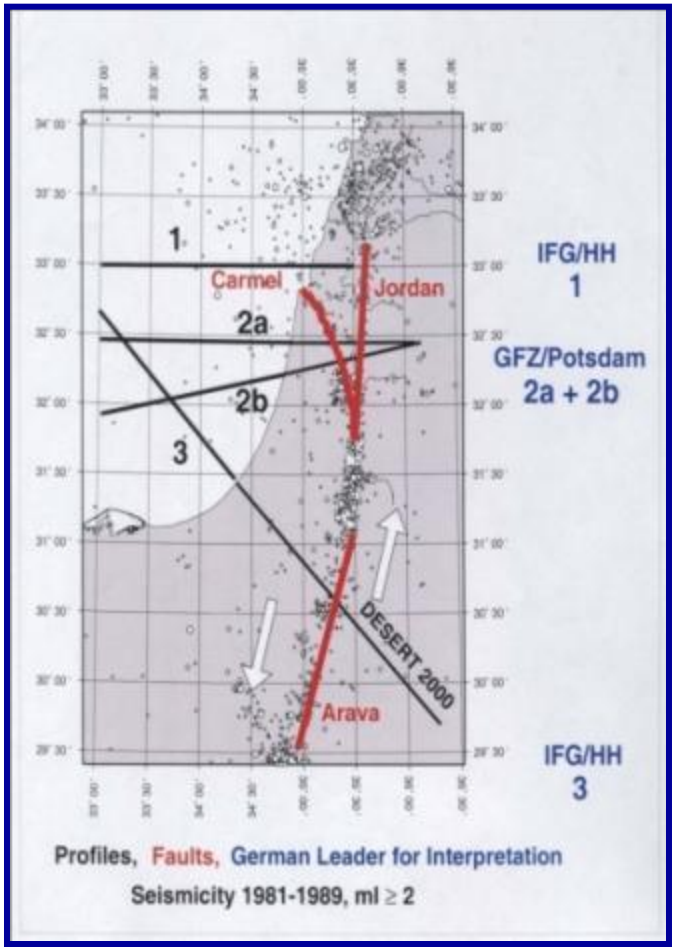
# Transform Fault أطراف الصدع التحويلي

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

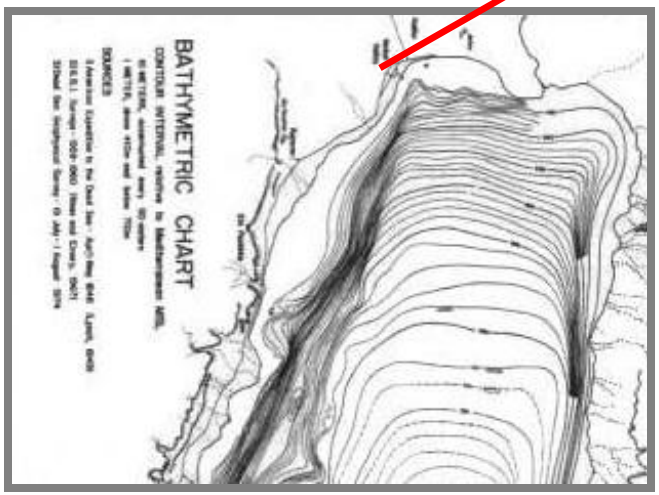
# اتجاه الحركة النسبية بين فلسطين والأردن

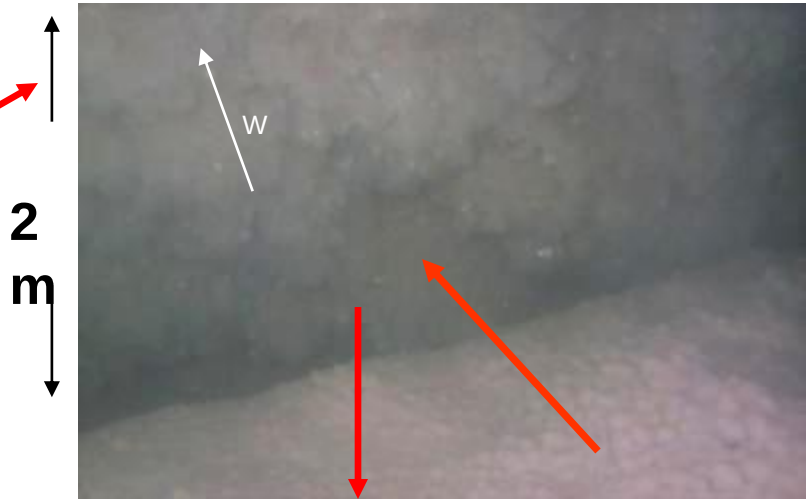
**Transform Fault –**
**Relative movement between Jordan and Palestine.**

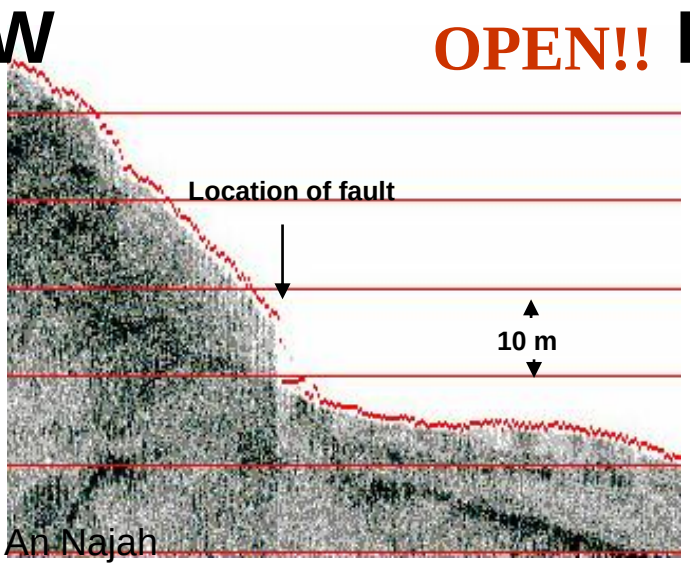



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




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.

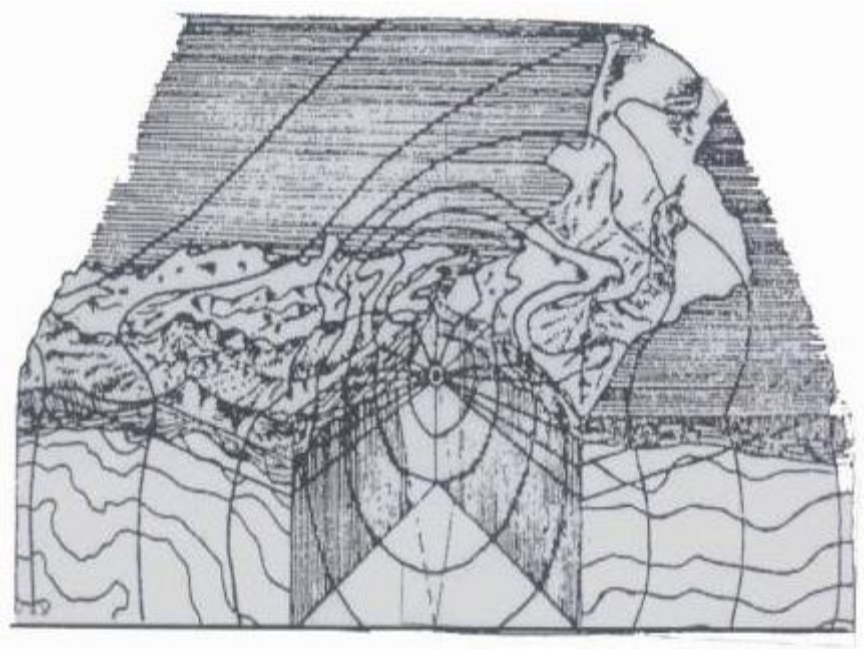
**Seismic waves are the waves of energy caused by the sudden breaking of rock within the earth or an explosion. They are the energy that travels through the earth and is recorded on seismographs.**

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

الموجات الجسمية و الموجات السطحية

# Types of seismic waves

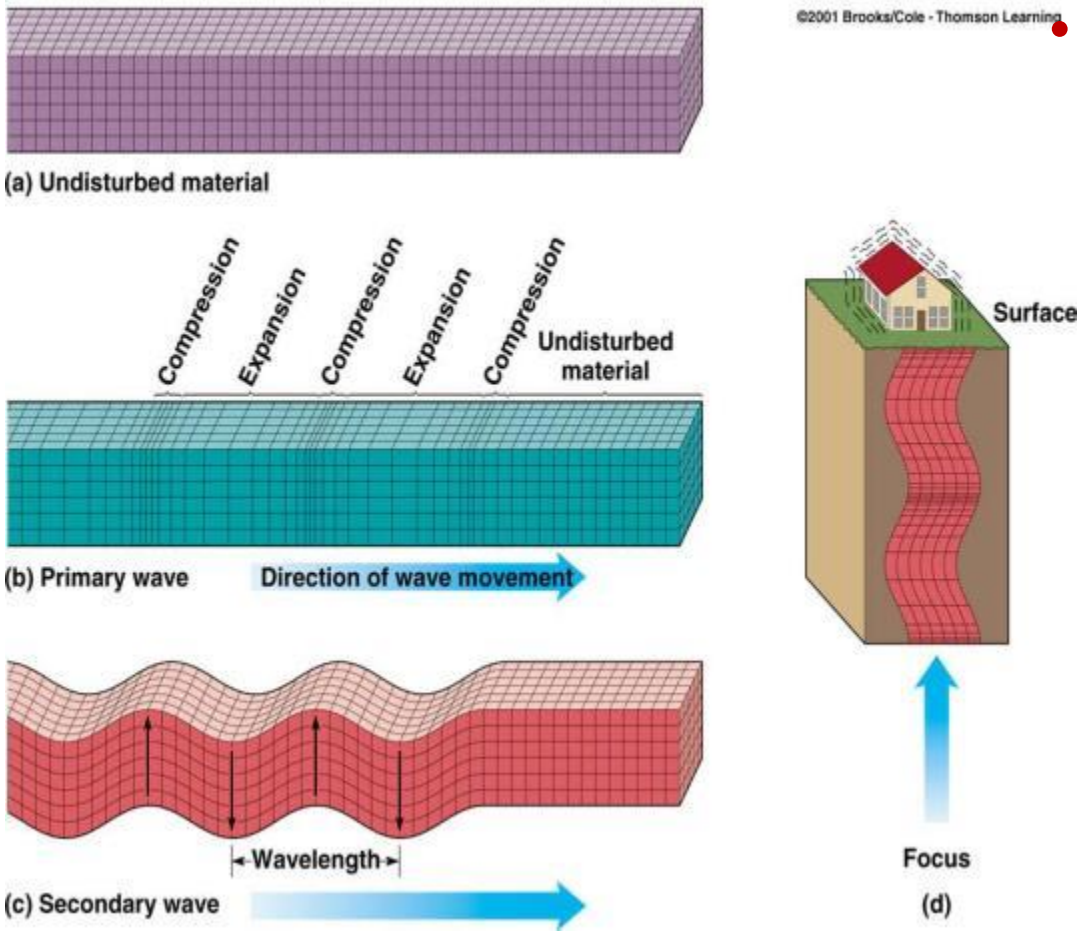
There are two types of seismic waves, ***body wave*** **and** ***surface waves***. Other modes of wave propagation exist than those described in this article, but they are of comparatively minor importance for earth-borne waves, although they are important in the case of asteroseismology, especially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



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

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# 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

# الموجات الجسمية Body Waves

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

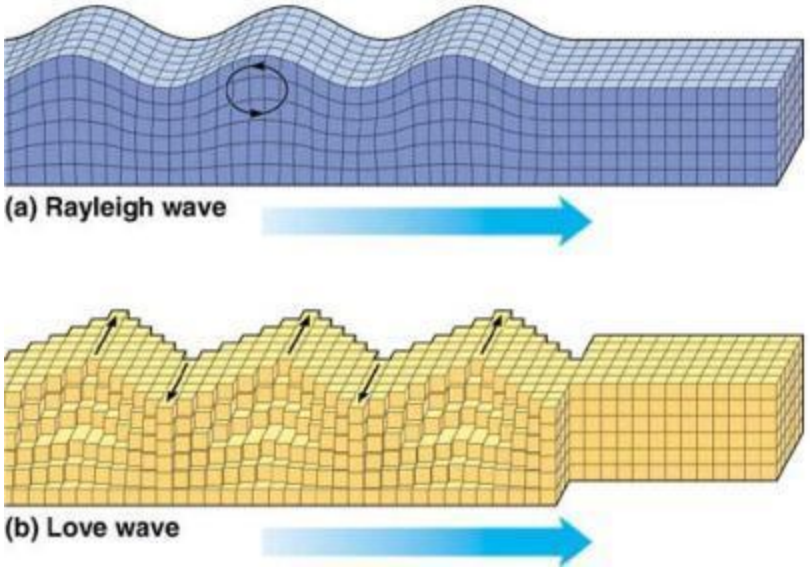
أ- الموجات الطولية Primary or P- waves

ب- الموجات العرضية S – waves

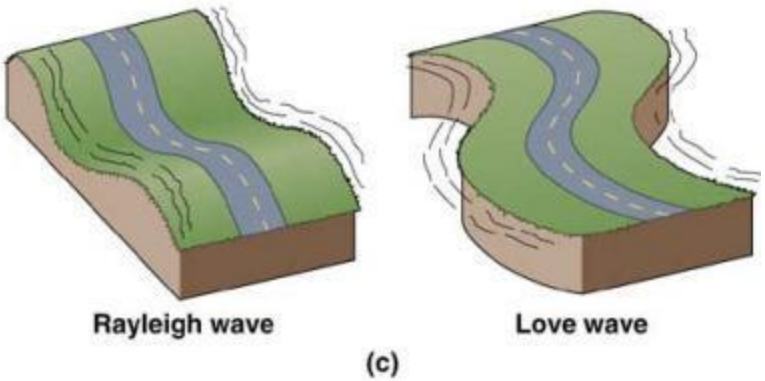
Body waves travel through the interior of the Earth. They follow raypaths refracted by the varying density and modulus (stiffness) of the Earth's interior. The density and modulus, in turn, vary according to temperature, composition, and phase. This effect is similar to the refraction of light waves

# Surface Waves: R and L waves

# الموجات السطحيّة



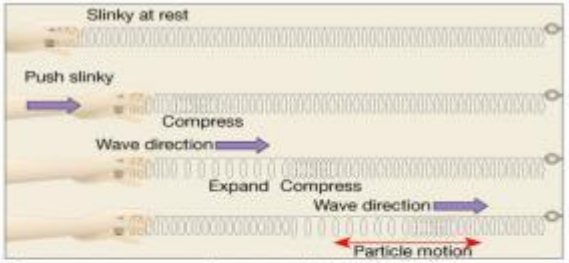

©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



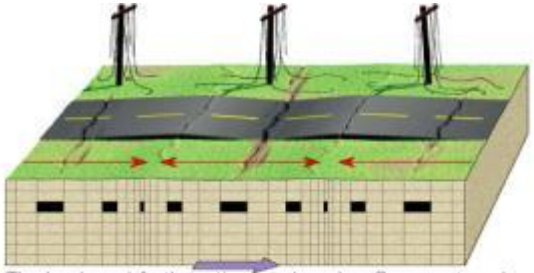

- **Surface Waves**
  - **Travel just below or along the ground's surface**
  - **Slower than body waves; rolling and side-to-side movement**
  - **Especially damaging to buildings**

- عندما تقترب الموجات الطولية و العرضية من سطح الأرض تتولد أنواع أخرى من الموجات تسمى الموجات السطحية ، و تنتشر هذه الموجات في الطبقات العليا من القشرة الأرضية في ظروف معينة ، و تتسبب هذه الموجات في احداث حركات سطحية للقشرة الأرضية نتيجة لمساراتها الدائرية ، و تكون سرعة هذه الموجات أبطأ من الموجات الجسمية .

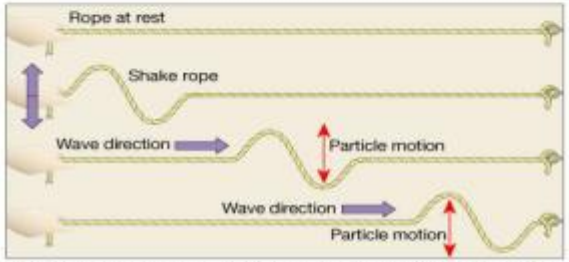
هذا و يمكن تمييز نوعين من الموجات السطحية. .



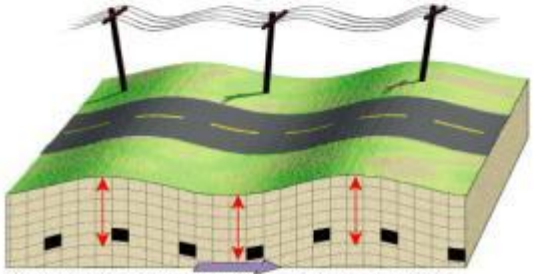

P waves are compression waves that alternately compress and expand the material through which they pass.



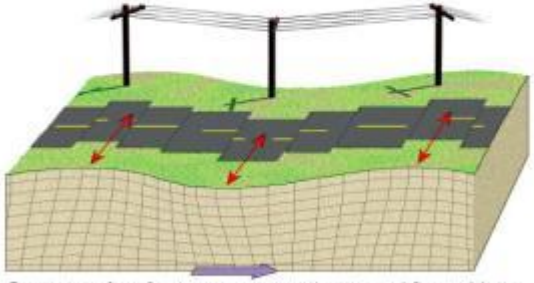
The back-and-forth motion produced as P waves travel along the surface can cause the ground to buckle and fracture.



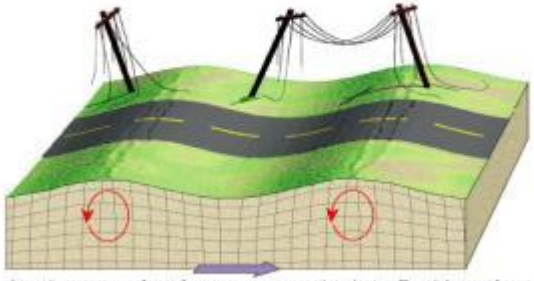

S waves are transverse waves which cause material to shake at right angles to the direction of wave motion. The length of the red arrow is the displacement, or amplitude, of the S wave.



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.

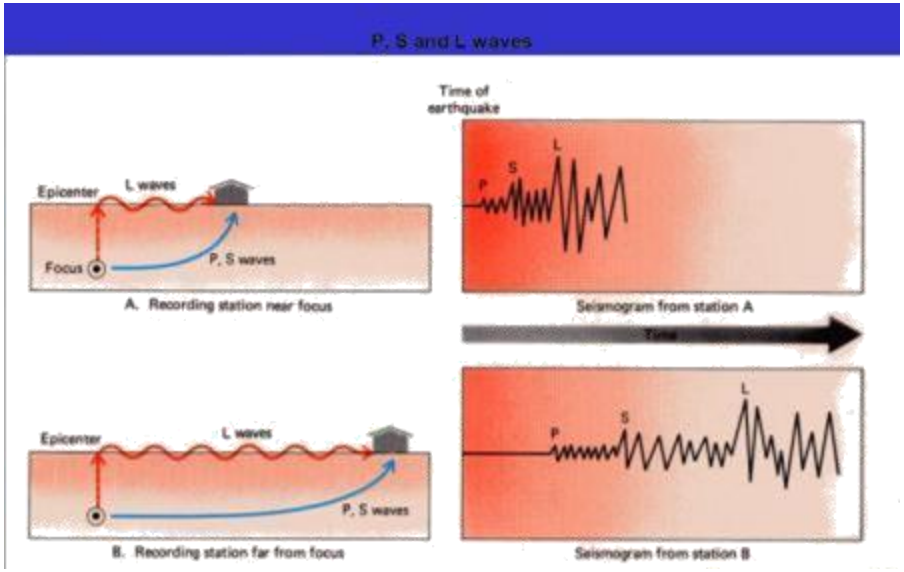


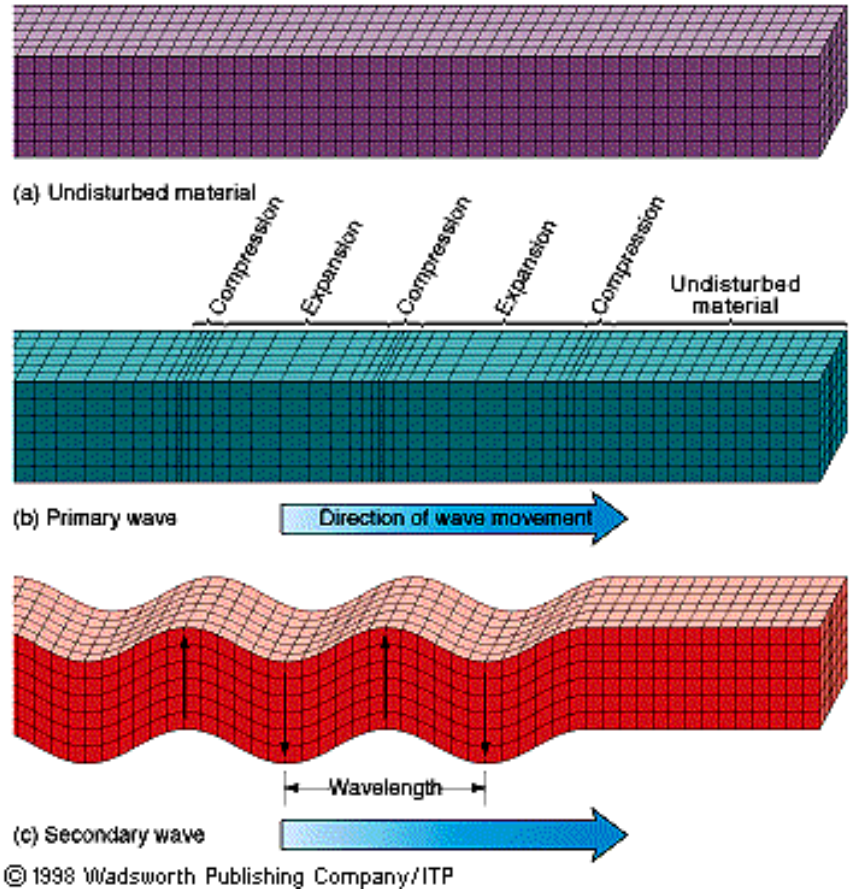
Another type of surface wave travels along Earth's surface much like rolling ocean waves. The arrows show the movement of rock as the wave passes. The motion follows the shape of an ellipse.

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Seismic Waves

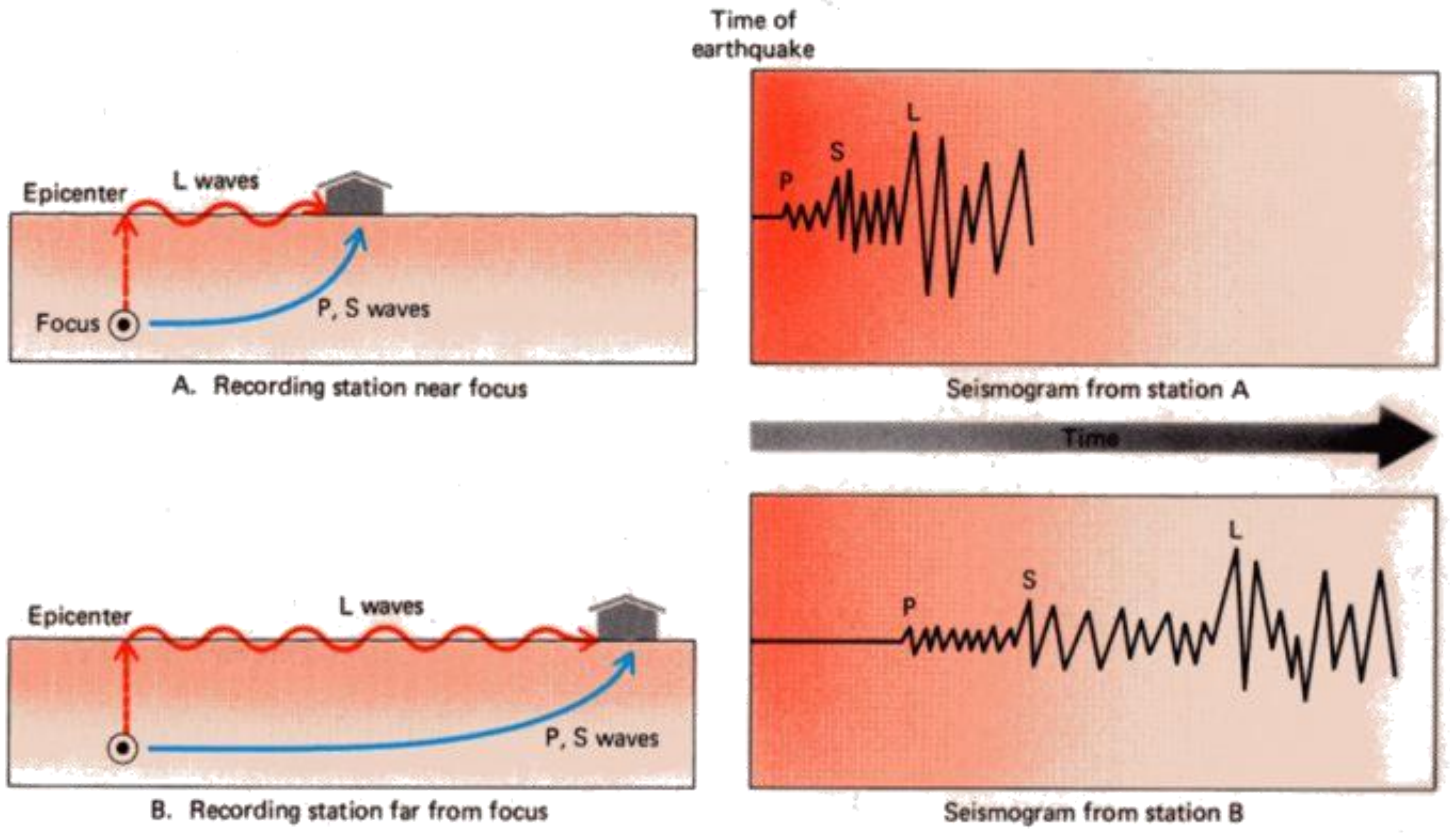
# الموجات الزلزالية




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

## P, S and L waves




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# 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

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:

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

أما بالنسبة للتربة الطينية المشبعة بالرطوبة فإن:

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

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 :

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

السرعة القصوى لانتشار الموجات الطولية لا يمكن أن تتجاوز ٧-٨كم/ث ، و بذلك تصل أولا الى سطح الأرض ، أما الموجات العرضية فسرعتها أقل من سرعة الموجات الرئيسية ، و أقصى سرعة محتملة لا تتجاوز ٤-٥ 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 :

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

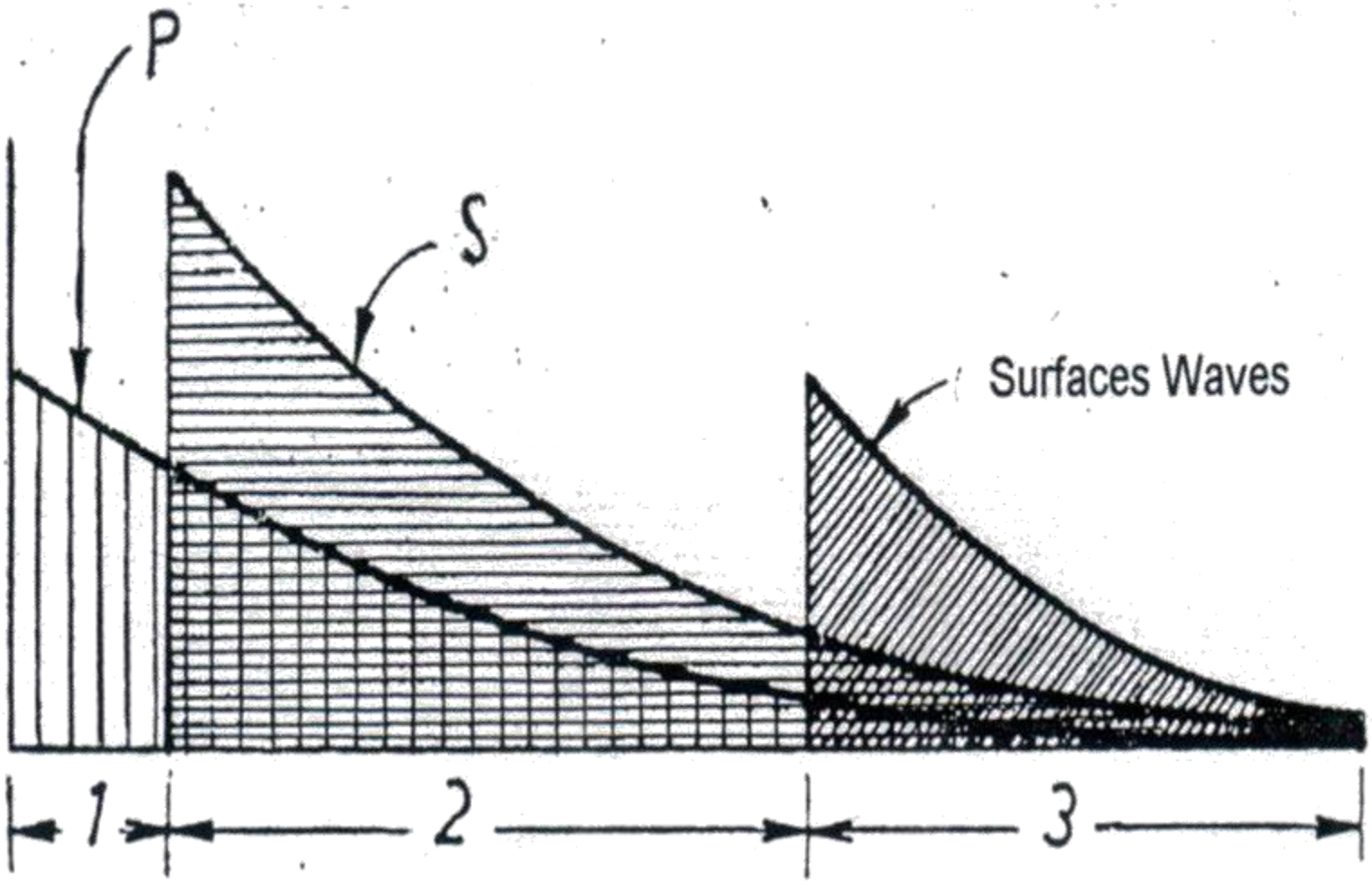
حيث أن النسبة 1.67 تكون في الغالب للهزات ذات المراكز البؤرية قليلة العمق ، أما في المناطق التي تكون بؤرها الزلزالية أكثر عمقا مثل اليابان فقد كانت النسبة تساوي : 1.73

يشار الى أن تحديد النسبة (Vp/Vs ) هامة و ضرورية للرصد الزلزالي ، فكل دولة بحاجة لتحديد قيمة هذه النسبة في مناطقها و لتحقيق ذلك تجري دراسات من خلال تنفيذ زلازل صناعية باستخدام التفجيرات حيث يتم تحديد سرعة الموجات المختلفة و بالتالي تحديد نموذج السرعة الملائم ، أي تحديد قيمة هذه النسبة و التي سيتم اعتمادها في ايجاد المراكز الزلزالية و تحديد مقدار درجة الزلازل.

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.

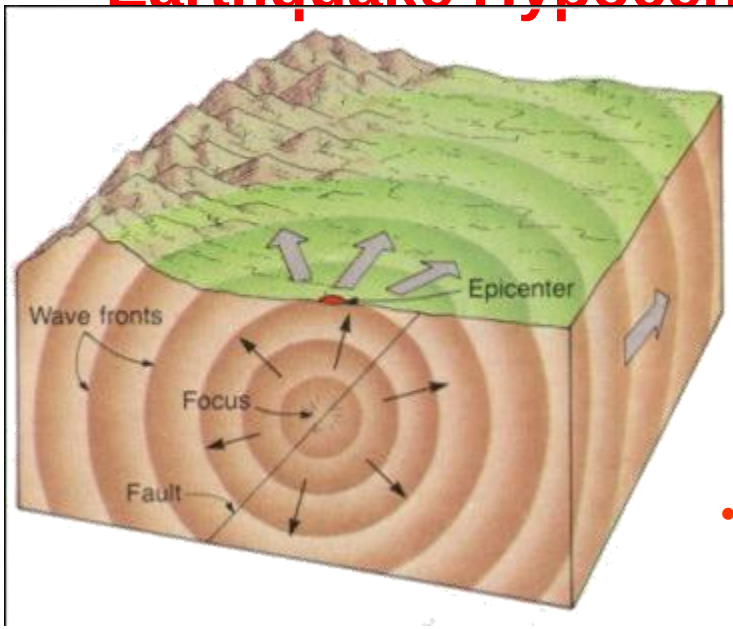
Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# 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

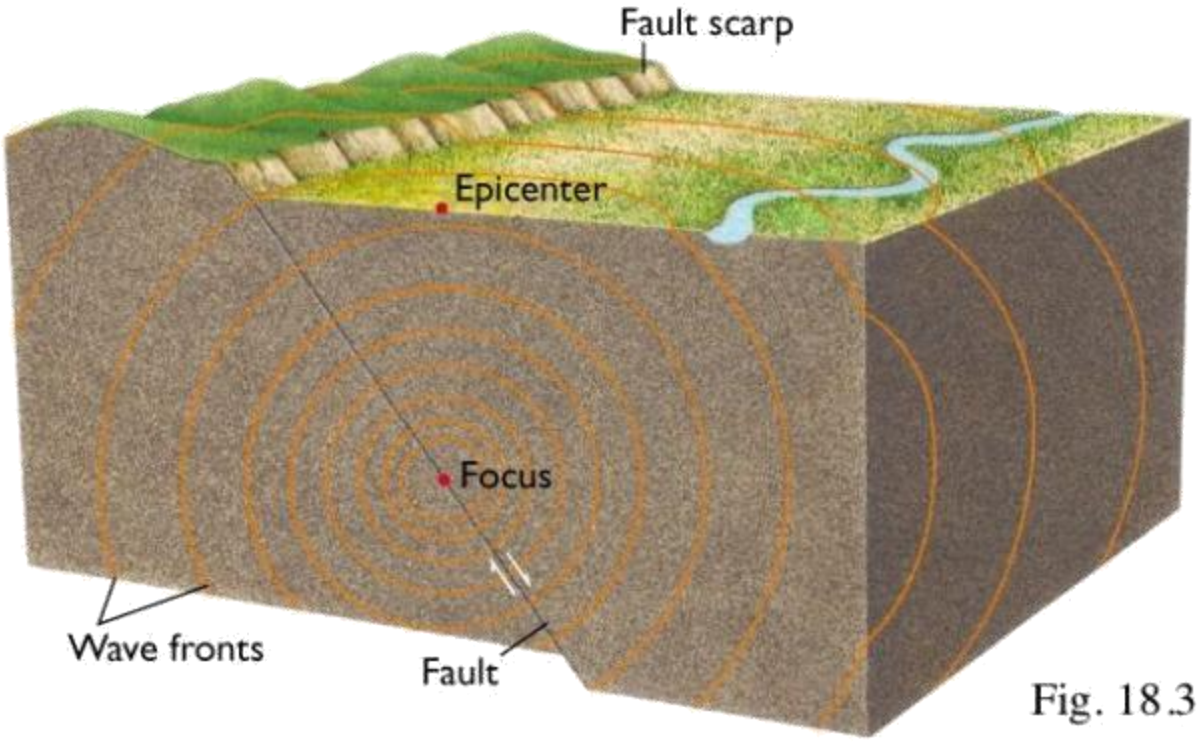



Fig. 18.3

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

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 .

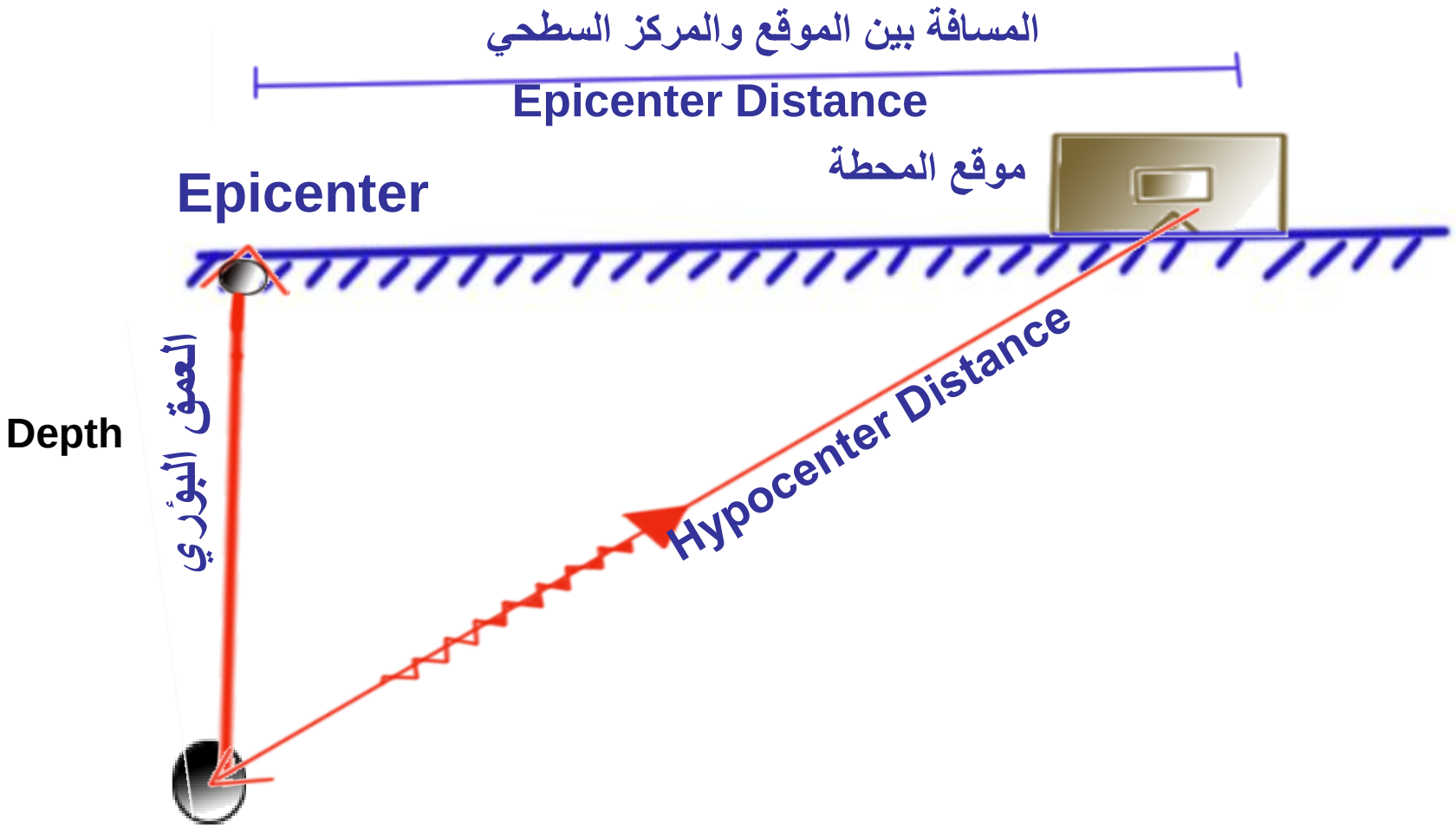
يتطلب تحديد الموقع التقريبي للبؤرة استخدام تسجيلات ٣ محطات زلزالية على الأقل ، حيث يتم تحديد قيمة البعد البؤري لكل محطة.

بعد موقع المحطة عن البؤرة ( البعد الزلزالي) و الذي يمكن ايجاده باستخدام العلاقة يمثل النقطة النظرية التي انطلق منها أول موجة زلزالية .

علما أنه ليس من الضروري أن يتطابق هذا المركز مع المنطقة التي انطلق منها أكبر كمية من الطاقة.

## أنظر الشكل التالي

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



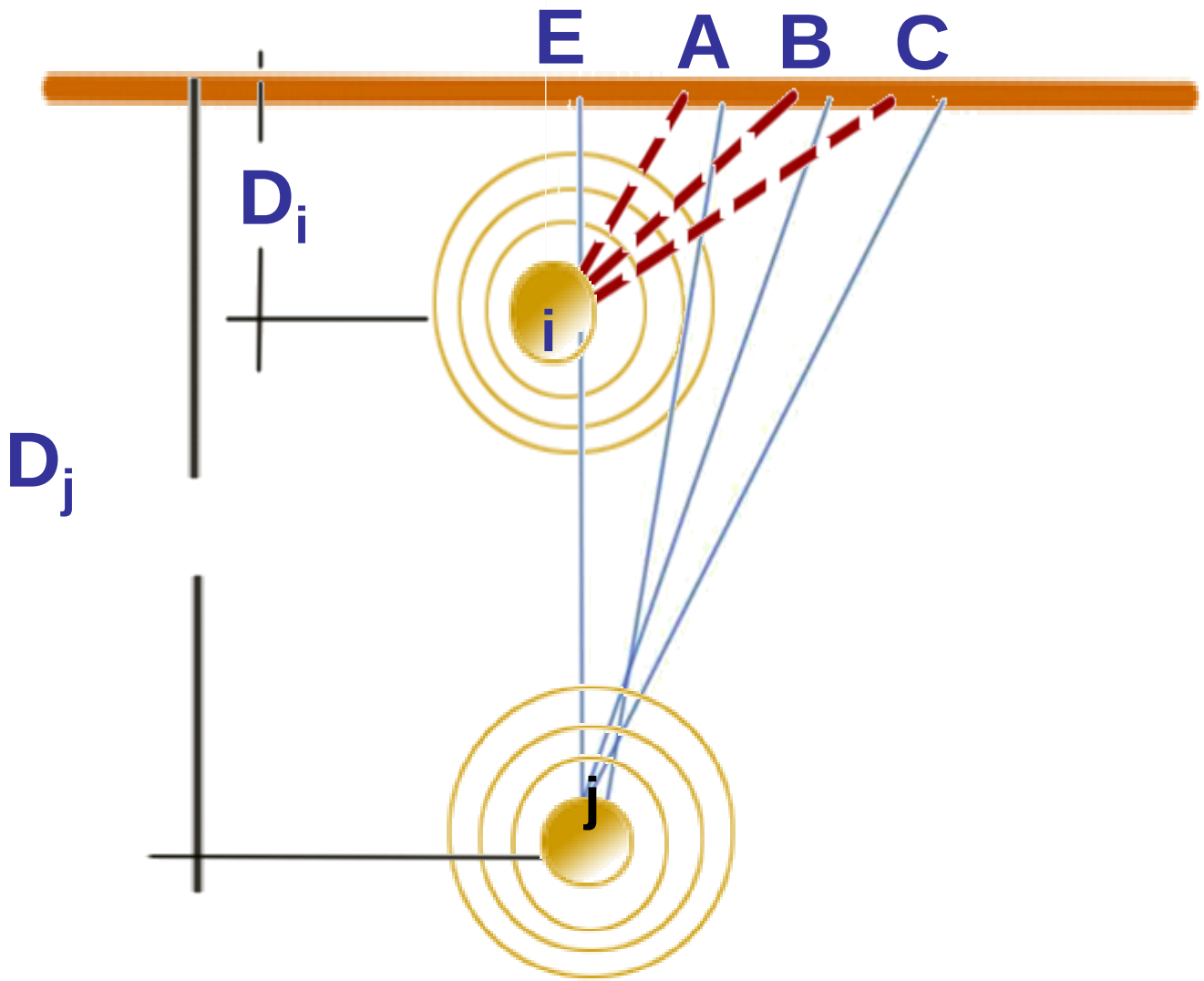

المراكز الجوفية والمراكز السطحية للزلازل

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 jعلى 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

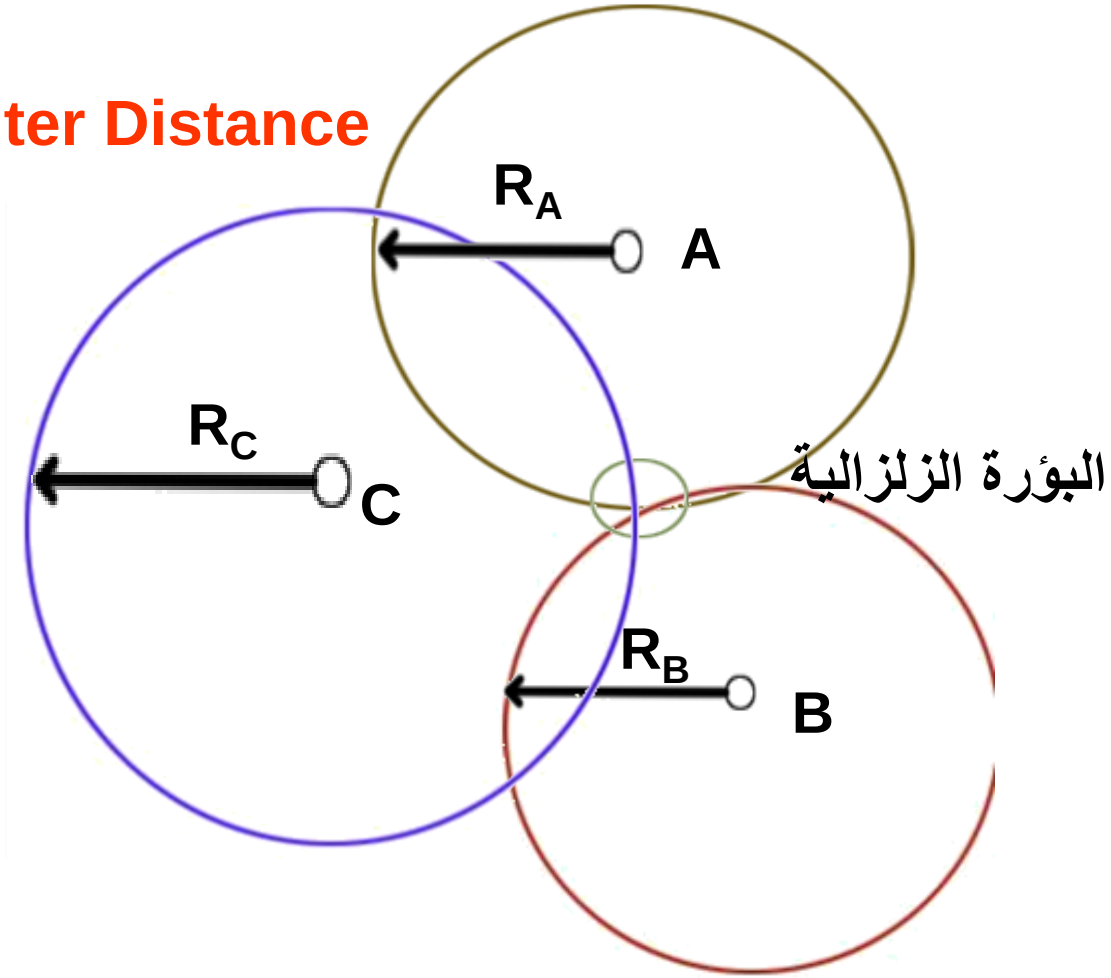



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

قد تختلف الدول المجاورة فيما بينها في تحديد موقع المراكز ( المركز الجوفي و المركز السطحي) ، حتى و ان استخدام الطرق الحسابية المشار اليها أعلاه ، و ذلك لعدة أسباب أهمها :

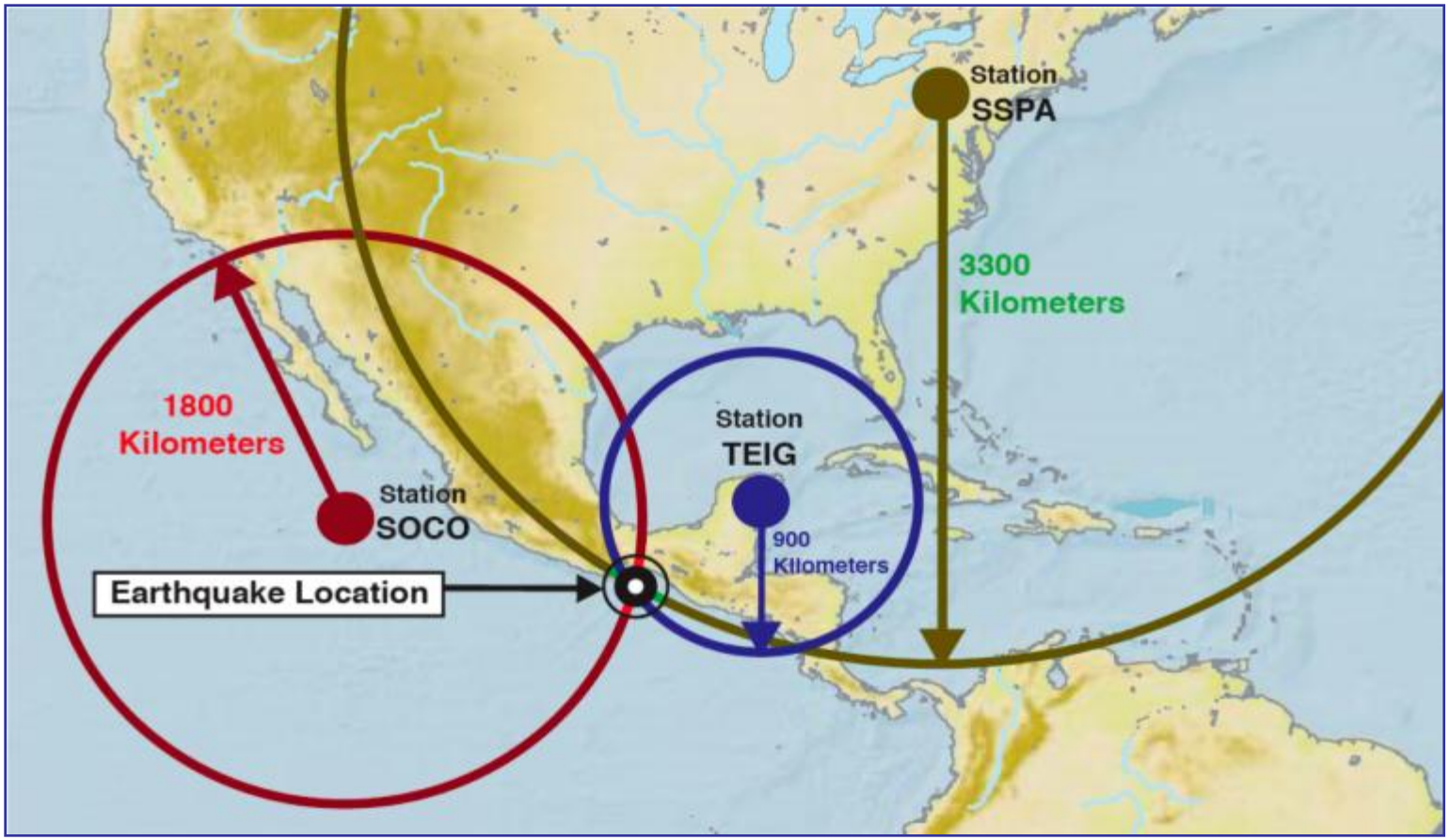
الاختلاف في دقة الأجهزة المستخدمة ، خطأ التوقيت الذي قد تسببه ساعة الجهاز ، الأخطاء في تحديد بداية ظهور الموجات الزلزالية المختلفة S و P و النقص في المعطيات الأخرى.

## Epicenter Distance




تحديد الموقع البؤري للزلزال عند توفر ثلاث محطات زلزالية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

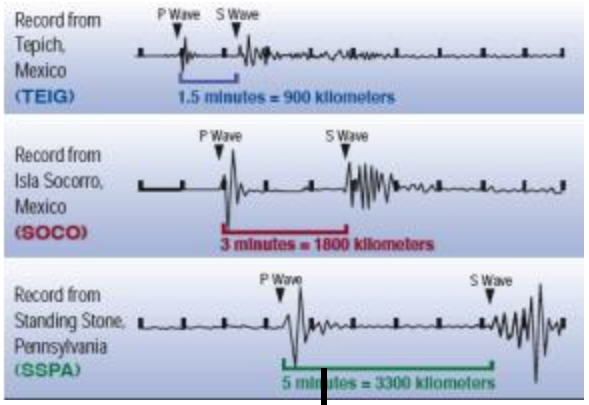



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

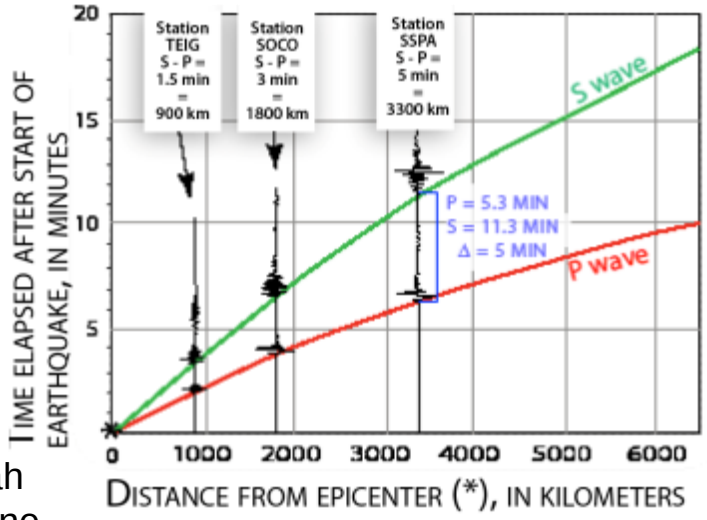
# Locating an Earthquake

## ACTIVITY:

1) Determine distance of EQ from three seismic stations by calculating the S minus P arrival times.
2) Plot them on the travel-time graph.
3) Intersection of the circles gives the location.




2



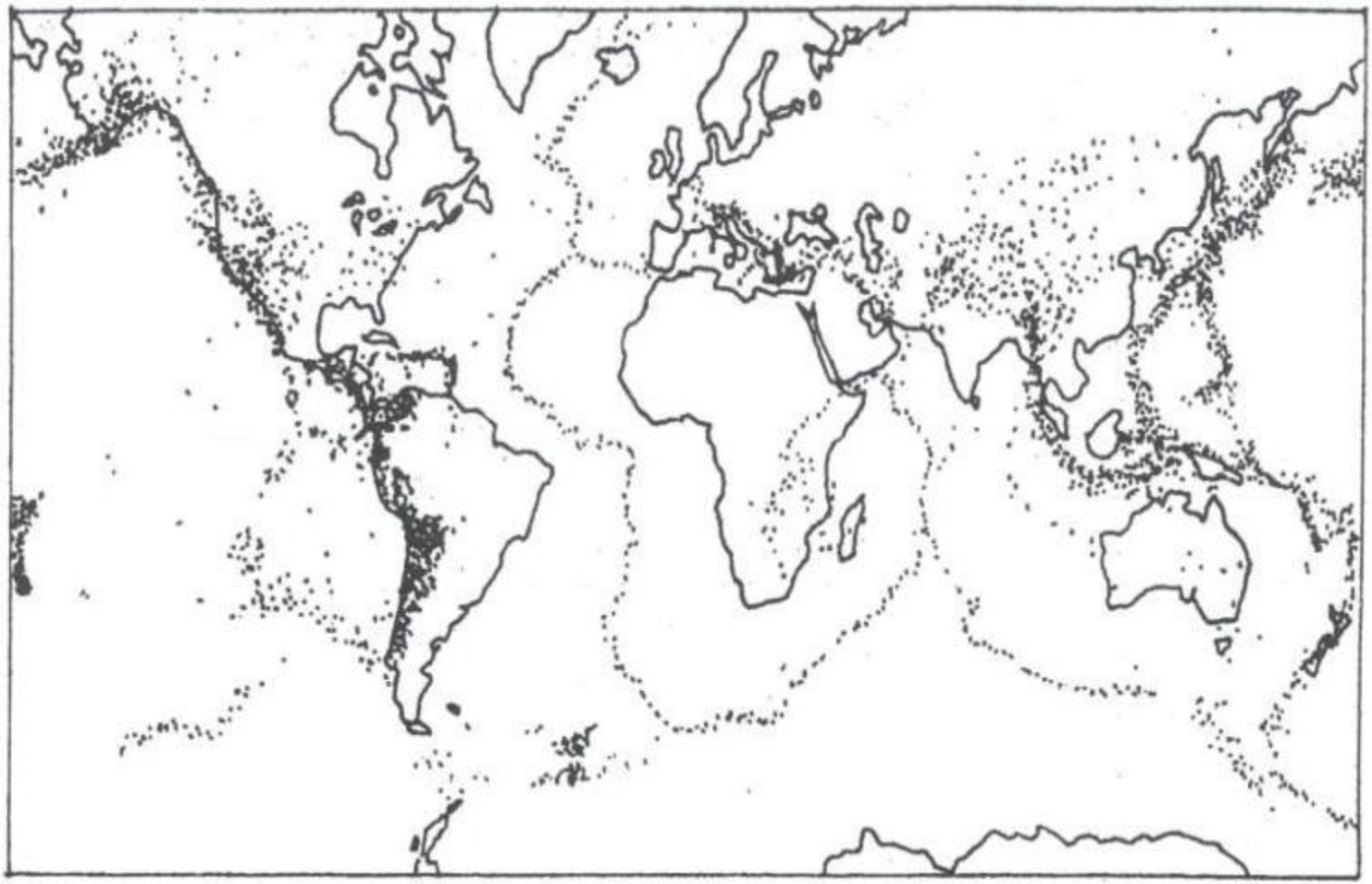

3

Jalal Al Dabbeek, An Najah National University, Palestine

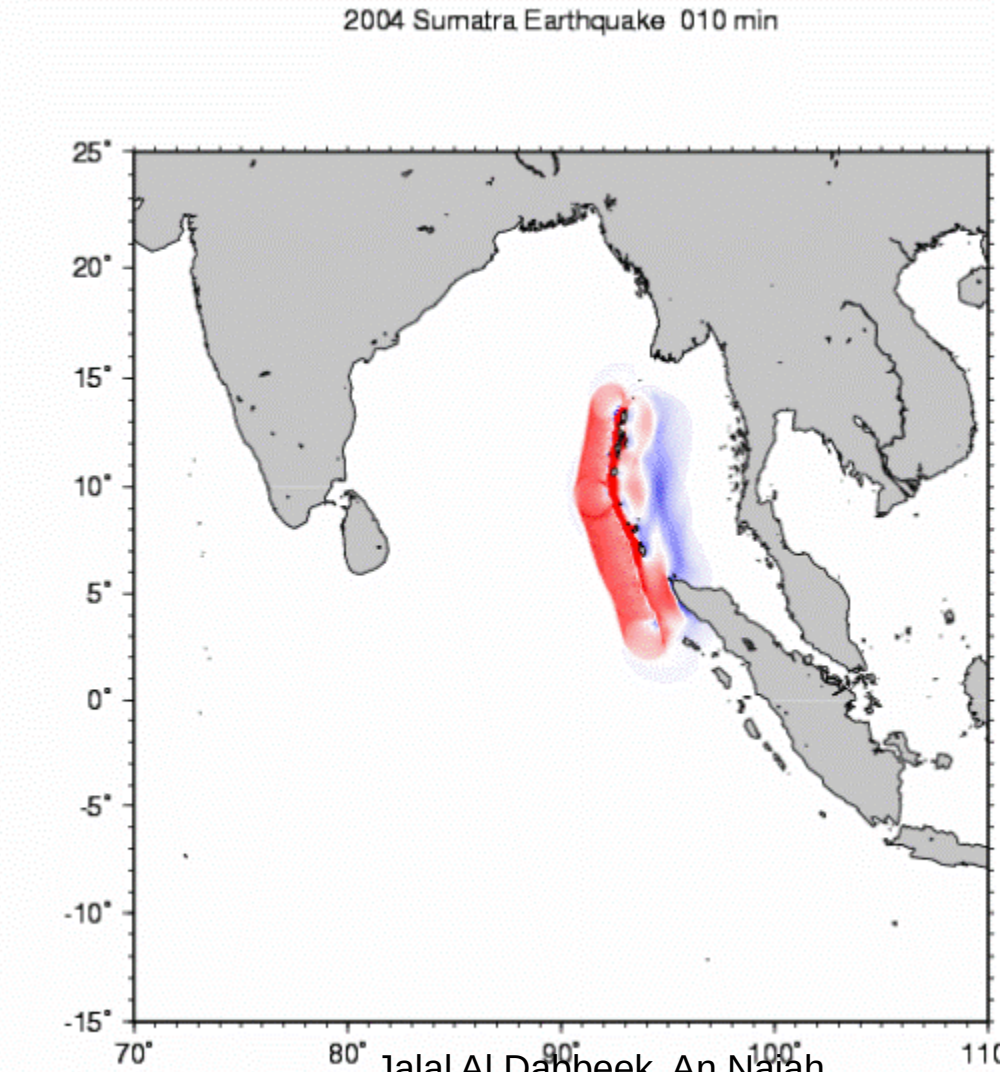
بشكل عام تتوزع المراكز السطحية للزلازل التكتونية قرب فوالق الصفائح الرئيسية للقشرة الأرضية .

من الجدير بالذكر أن تحديد مواقع المراكز السطحية للزلازل التاريخية التي حصلت في منطقة معينة ( مثلا في فلسطين و المناطق المجاورة ) يعتبر عامل رئيسي في دراسات النشاط للزلزالي و احتمال التعرض للزلازل.

يشار الى أن الطرق و الأجهزة المستخدمة في رصد الزلازل و تحديد مواقع مراكزها ، هي نفسها الأجهزة التي تستخدم في رصد التفجيرات النووية .



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




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

تتميز الحركات الأرضية الزلزالية بالعلاقة مع الزمن في أنها عشوائية و غير منتظمة من حيث الاتجاه و السعة و التردد.

و استنادا الى خصائصها يمكن تصنيف الحركات الزلزالية الى :

أ – هزات أرضية سطحية ذات صدمة ميكانيكية واحدة Single Shock

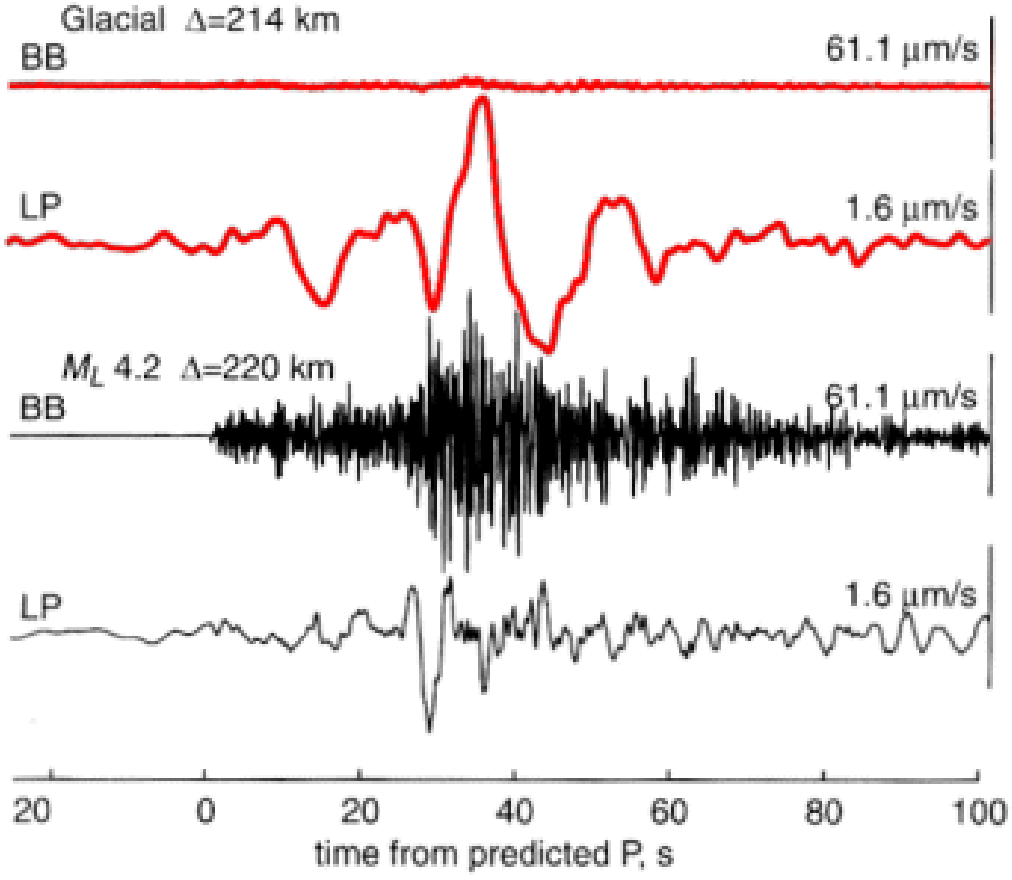
ب. هزات ذات حزمة واحدة من الحركات الاهتزازية القويّة

ج. هزات تتكون من العديد من حزم الحركات الاهتزازية.

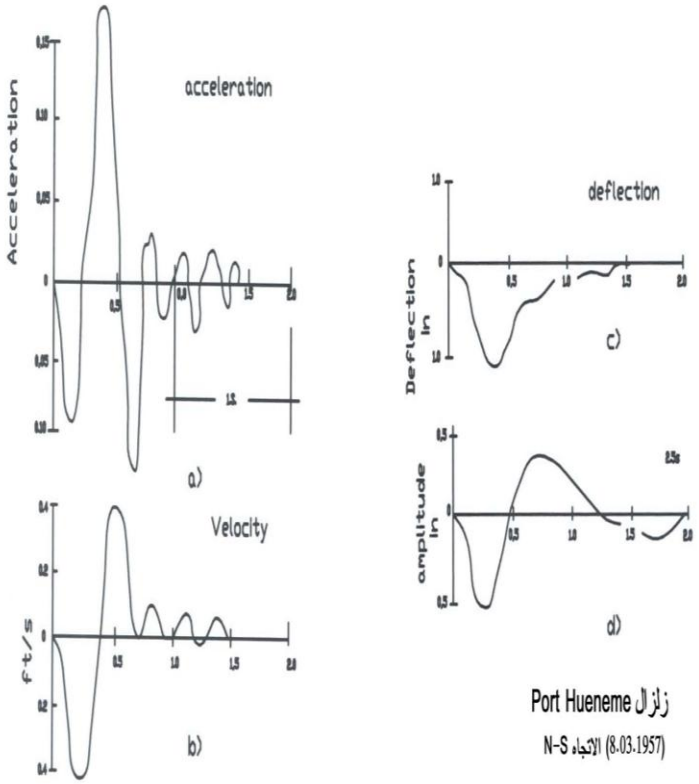
د. هزات مدة تأثيرها كبيرة بالإضافة الى أن زمنها الدوري كبير.

ه. الهزات التي تسبب تشوهات دائمة و واضحة للتربة

# Ground Motion Records

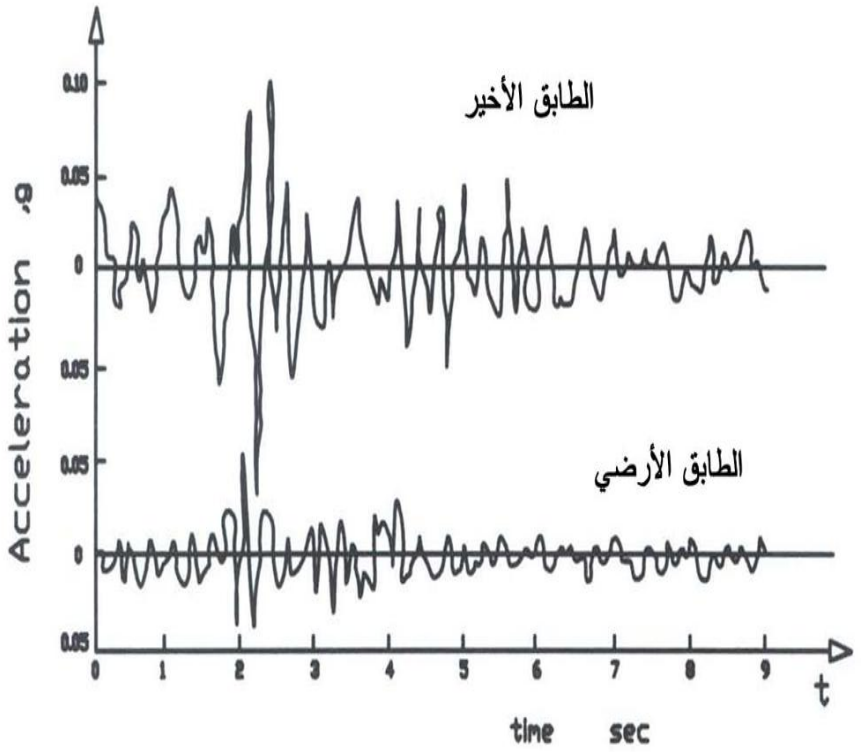



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine



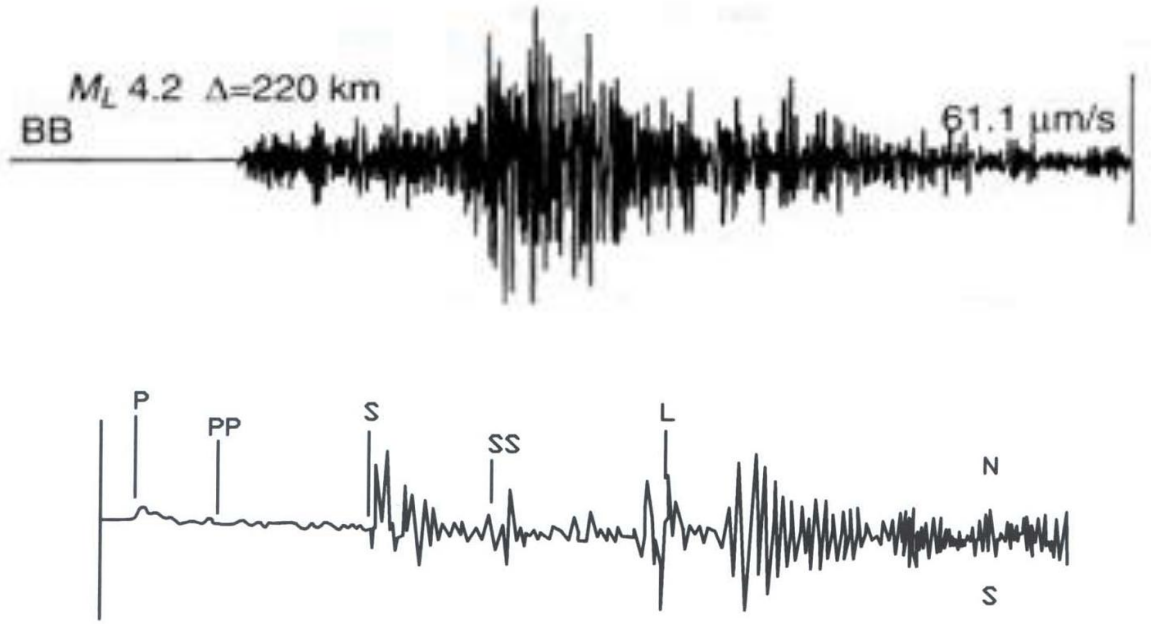

شكل (1-19): زلزال ذو صدمة واحدة (زلزال Port Hueneme, 1957) N-S

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**

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

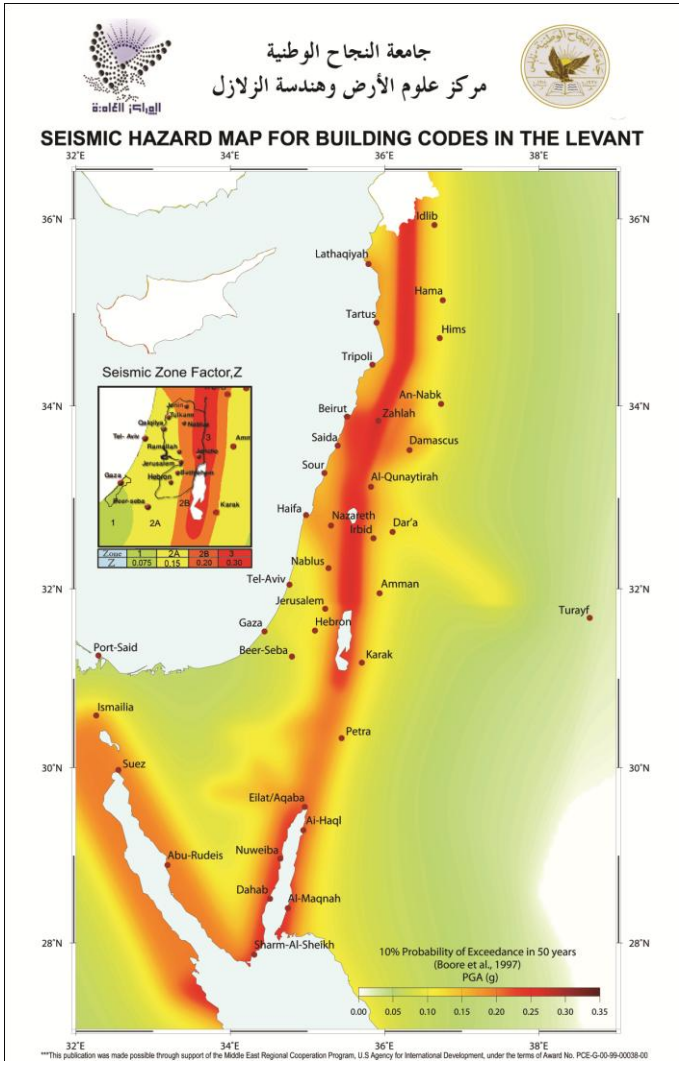
# Peak Ground Motion

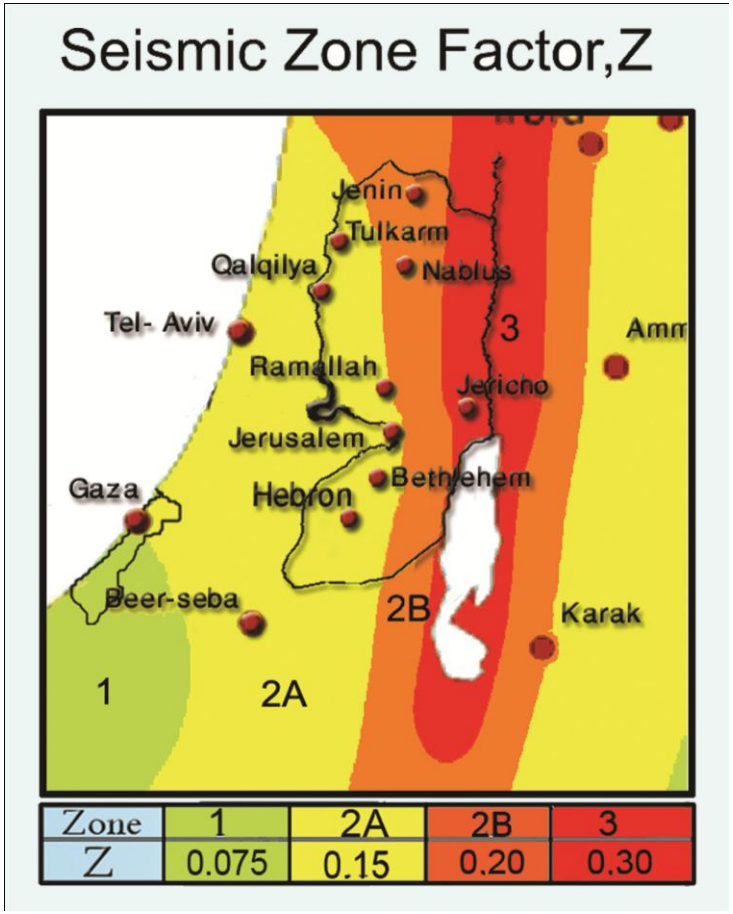
تمثل الحركات الأرضية الزلزالية برسومات بيانية لتوضيح العلاقة بين كل من التسارع و السرعة و الازاحة مع الزمن و بما أن الاهتزازات الأرضية التي تحدثها الموجات الزلزالية تؤثر على سطح الأرض بشكل عشوائي فان تسجيلات هذه الموجات من خلال الرسم البياني ستكون بلا شك عشوائية و تسمى القمة الناتئة لهذه الموجات بالذروة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

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.

# 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

# Ground Influencing Ground Motion

## تتأثر الحركات الأرضية الزلزالية بعدد من العوامل أهمها:

* مقدار الزلازل
* البعد عن المركز السطحي
* طبيعة تربة الموقع
* الاختلاف في الجيولوجيا و في سرعة الانتشار على طول خط المسار
* حالة أو طبيعة و آلية مصدر الهزات الأرضية

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Source Characteristics خصائص المصدر

اقترح بعض الباحثين عدد من العوامل باعتبارها مهمة في تحديد مقدار سعة الحركات الأرضية، و أهم هذه العوامل:

- نوع وآلية تأثير الفالق
- عمق الفالق
- زمن العودة أو التكرار

يشار الى أن تأثير بعض خصائص المصدر لا يزال يكتنفها الغموض، حيث لا تزال الدراسات الزلزالية في هذا الموضوع بحاجة لمزيد من التفاصيل.

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.**

# 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

# Measuring Earthquakes

The **intensity of an earthquake is measured at a particular site and depends upon:**

- magnitude of the earthquake,
- depth of the earthquake source,
- distance from the epicentre (the point on the earth's surface directly above the source,
- ground conditions at the observation site, and between there and the source,
- duration of the shaking.

# Modified Mercalli Intensity Scale (MM)

- **Intensity is often quoted in terms of the Modified Mercalli scale which is graded MM I to MM XII.**
- **Roman numerals avoid confusion with other measures of measuring earthquake magnitude.**
- **This scale is based on observed effects and as such is subjective. For instance MM VI shaking is described as:**

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 | الـــــــوصف |
|---|---|
| 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 أعد 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 شكات 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 ، إنشاء 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 شكات المياه الصحية أسفل منسوب الأرض وعدم صلاحيتها للخدمة هبوط في سطح الأرض والسباب العديد من الأراضي المكشوفة إلى أسفل التربة الطرية، إنشاء 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 .

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

## و للشدة الزلزالية أهمية كبيرة حيث تستخدم في:

**رسم خرائط تساوي الشدة و التي من خلالها يتم الحصول على أقصى شدة للزلازل المحتملة .**

**دراسة الأخطار الزلزالية حيث تكون الشدة الزلزالية في ذروتها عند منطقة المركز السطحي للزلازل و تقل كلما ابتعدنا عنه.**

**و من الجدير بالذكر أن الدراسات و المراجع العلمية الزلزالية و من خلال استنادها الى الأحداث الزلزالية التي حصلت في كثير من الدول و استخرجت علاقات وصفية بين كل من درجة الشدة الزلزالية و قابلية اصابة المباني من جهة ، و درجات الانهيارات المحتملة لهذه المباني من جهة أخرى**

# 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) |
|---|---|---|
| ٣ | – | لا يحس بهاأحد ، إلا بعض الناس في ظروف خاصة جداً . |
| ٣.٥ | ٢–٣ | يحس بها بعض الناس فقط وخاصة الذين في الأدوار العليا، وتهتز الأشياء المعلقة تعليقاً حراً . |
| ٤ | ٤–٧ | 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 . |
| ٤.٥ | ٧–١٥ | 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 . |
| ٥ | ١٥–٣٠ | 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 . |
| ٥.٥ | ٣٠–٧٠ | يحس بها الجميع،ويفزع البعض ويفرون إلى الخارج المباني،وتتحرك قطع الأثاث الثقيلة،تحدث شروخ سطحيه وتتصدع المداخن،والمباني الضعيفة . |
| ٦ | ٧٠–١٥٠ | 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 . |
| ٦.٥ | ١٥٠–٣٠٠ | 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 . |
| ٧ | ٣٠٠ إلى ٧٠٠ | 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) . |
| ٧.٥ | ٧٠٠ إلى ١٥٠٠ | 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 . |
| ٨ | ١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ | 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. |
| ٨.٥ | ٣٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ | 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:**

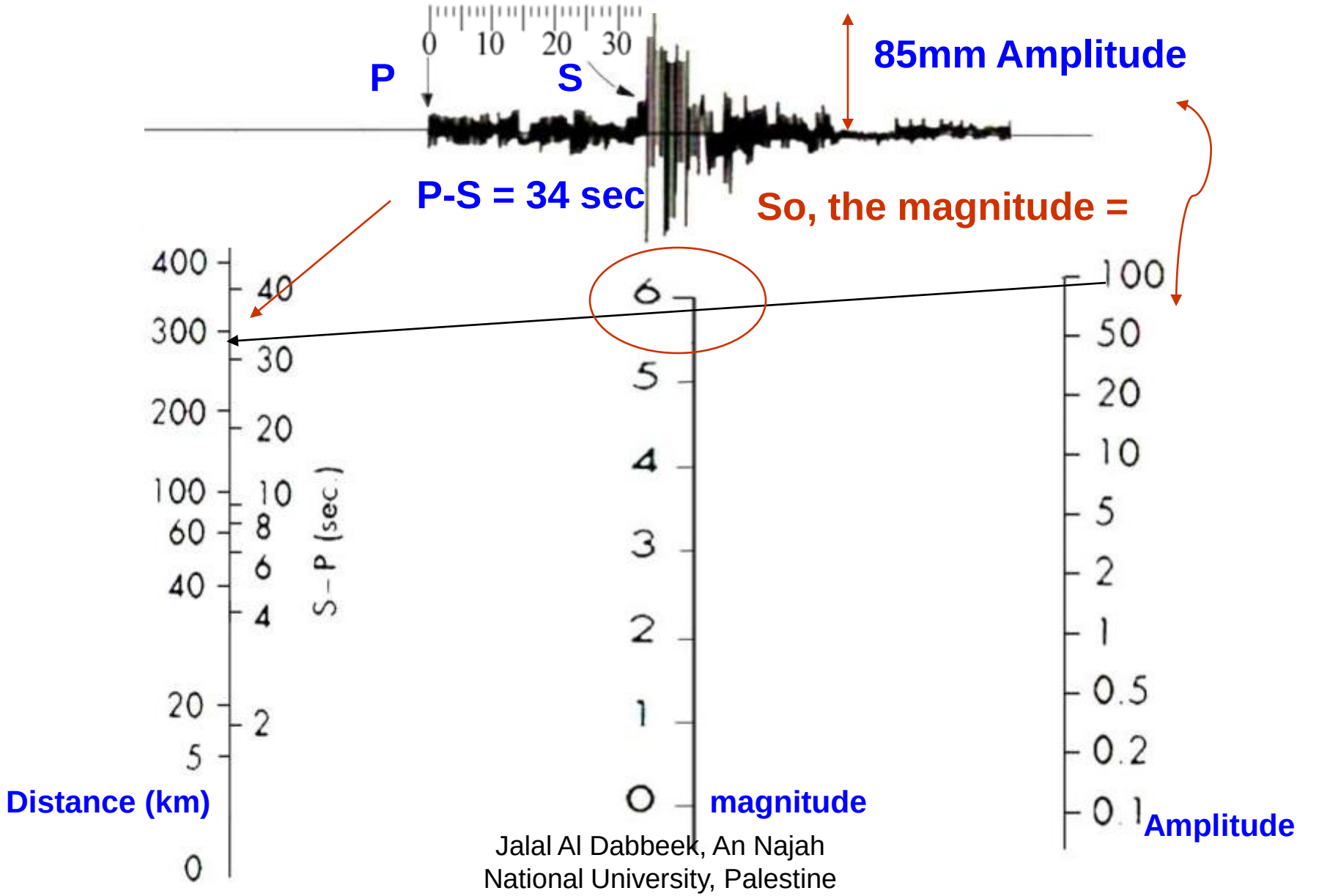
**زمن سجل الموجات الزلزالية .**

**المسافة (بعد المحطة عن مركز الزلازل).**

**السعة الموجية A**

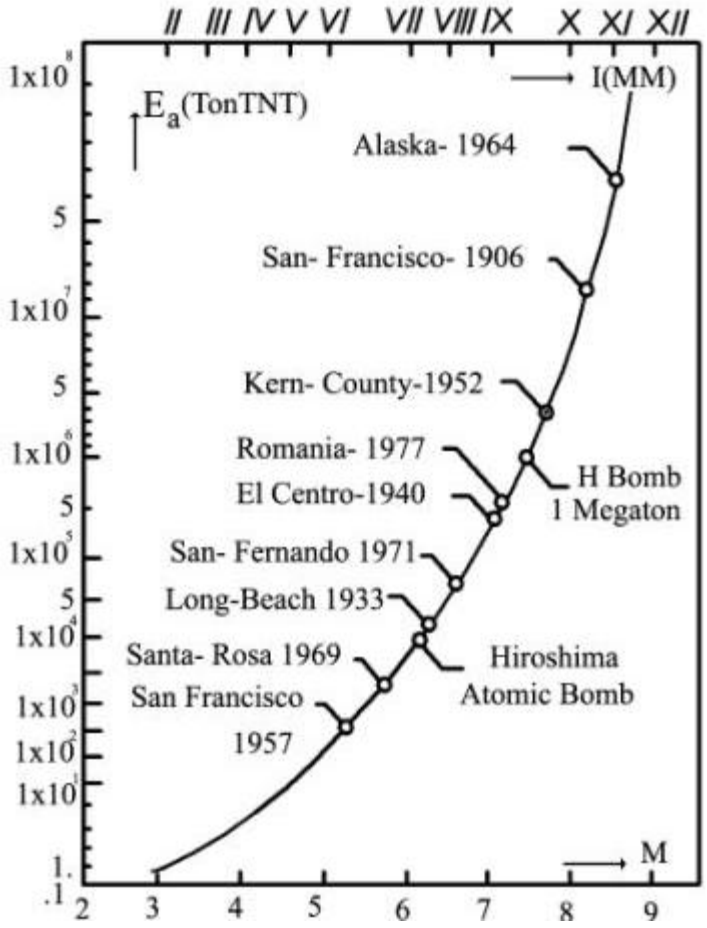
**الزمن الدوري للموجة T**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

في نفس الوقت و استنادا لتعريف المقدار الزلزالي فان للزلزال الواحد مقدار أو قوة زلزالية واحدة لا تختلف من موقع لآخر ، و بغض النظر عن بعد هذه المواقع عن المركز السطحي للزلازل. في حين قد تختلف الشدة الزلزالية من منطقة الى أخرى مجاورة لها تحت تأثير نفس الزلزال، فقد يكون سبب هذا الاختلاف سوء نوعية البناء أو نوعية و طبيعة الموقع.




**العلاقة بين الدرجة الزلزالية (M) وطاقة الهزات الأرضية المكافئة**

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Approximate Relation Between Magnitude and Maximum Intensity

| Magnitude | Maximum Modified Mercalli Intensity | Typical Effects |
|---|---|---|
| 2.0 and lower | I–II | Not generally felt by people |
| 3.0 | III | Felt indoors by some people; no damage |
| 4.0 | IV–V | Felt by most people; objects disturbed; no structural damage |
| 5.0 | VI–VII | Some structural damage, such as cracks in walls & chimneys |
| 6.0 | VII–VIII | Moderate damage, such as fractures of weak walls and toppled chimneys |
| 7.0 | IX–X | Major damage, such as collapse of weak buildings and cracking of strong buildings |
| 8.0 and higher | XI–XII | Damage total or nearly total |

range of significant seismicity in Ohio

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:-

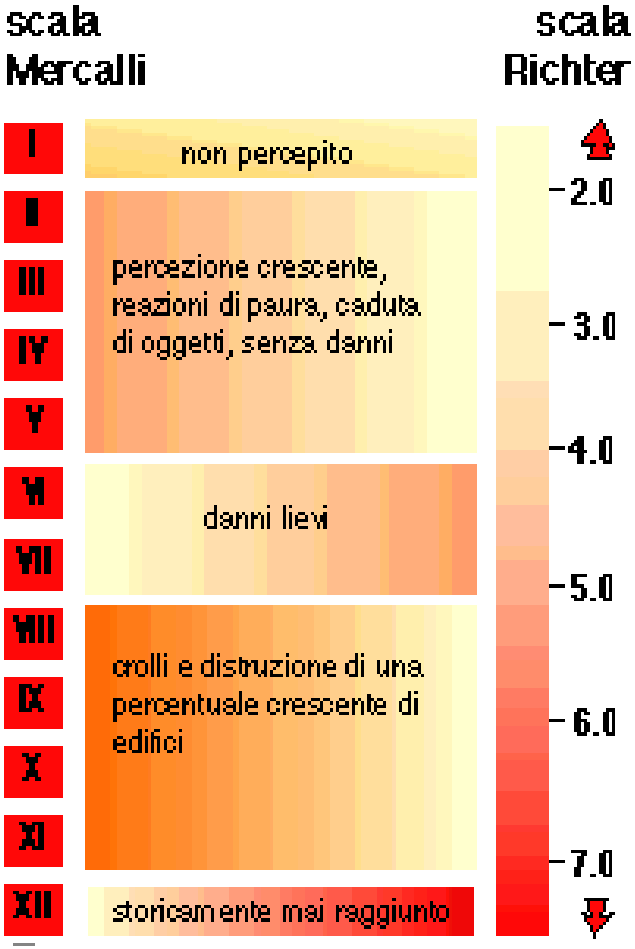
مقياس MSK

المقياس الياباني

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

- ان حساب مقدار الزلزال من محطة واحدة ليس دقيقا دائما، لأن الموقع و طبيعته الجيولوجية و كيفية تفاعله مع الموجات الزلزالية في حين المواقع الغرينية تعمل على تكبير الموجات الزلزالية في المواقع الصخرية أقل منه في المواقع الطينية ، و بالتالي يكون مقدار المحسوب في المواقع الصخرية أقل من المحسوب في المواقع الغرينية.

- لذلك فان قيمة مقدار الزلازل تكون أكثر دقة كلما زاد عدد المحطات و تنوعت مواقعها.




يمكن الاستفادة لحد ما من مقارنة مقياس الشدة مع مقياس ريختر في وصف تأثيرات الزلازل على المناطق القريبة من المركز السطحي، فمن خلال هذه المقارنة يمكن اعطاء وصف لطبيعة و حجم التأثير الزلزالي حسب مقياس ريختر.

يشار الى أن المقارنة بين مقياس المقدار (القوة) و مقياس الشدة قد لا تكون دقيقة أو منطقية في كثير من الحالات، ففي حالة كانت المنطقة المتأثرة غير مأهولة لا يمكن الاستفادة من مقياس الشدة بمفهومه الحالي.

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.

# لماذا نسمع قيماً مختلفة لنفس الزلزال

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

# 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 ١٧٣١ و ١٩٠٩و٢٠٠٤
- ✓ الجزائر الاعوام ١٧١٦ و ١٧٩٠ و ١٨٦٩ و١٩٨١ و٢٠٠٣
- ✓ تونس عام ١٧٥٧
- ✓ ليبيا عام ١٨٥٣
- ✓ فلسطين والأردن الاعوام ١٨٣٧ و ١٩٠٣ و ١٩٢٧ و ١٩٥٤ و ١٩٩٥
- ✓ لبنان الاعوام ١٧٥٩ و ١٨٧٢ و ١٩٥٤
- ✓ العراق الاعوام ١٨٦٥ و ١٩١٧ و ١٩٤٦ و ١٩٨١
- ✓ السعودية عام ١٩٤١ واقتصر تأثير زلزال ١٩٩٥ على منطقة الشمال الغربي في السعودية
- ✓ اليمن الاعوام ١٩٦٥ و ١٩٨٢ و ١٩٩١
- ✓ مصر الاعوام ١٨٤٧ و ١٩٥٥ و ١٩٦٩ و ١٩٨١ و ١٩٩٢

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Aqaba 22.11. 1995

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

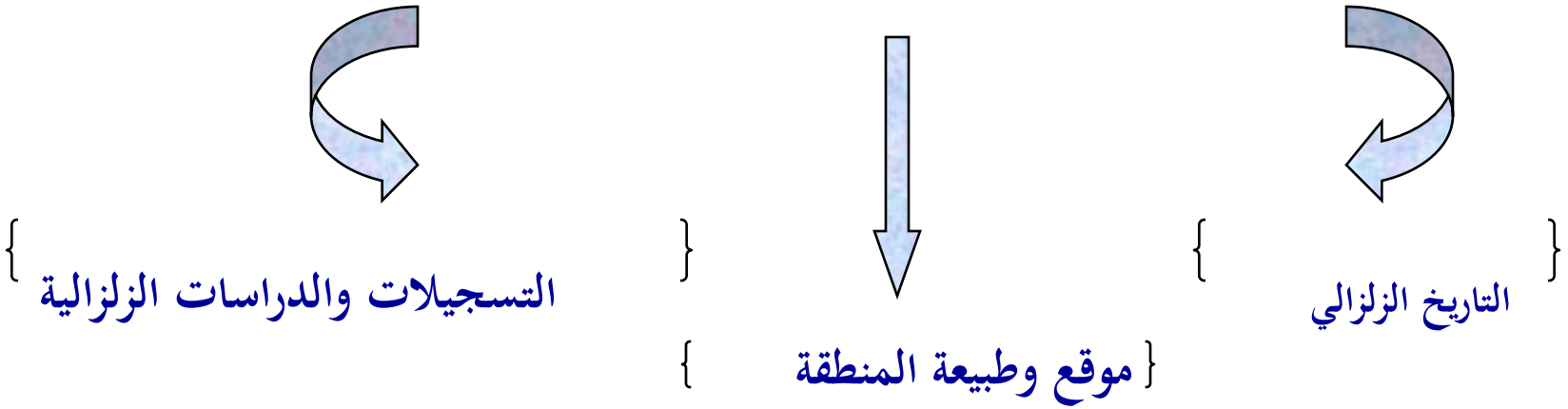
هناك الكثير من الوقائع الزلزالية لم يسجل أو يوثق لانعدام شبكات الرصد الزلزالي في المناطق العربية في ذلك الوقت و لوقوع عدد من الزلازل في مناطق غير مأهولة. و اذا أخذنا بعين الاعتبار الزيادة الكبيرة في الكثافة السكانية و للامتداد العمراني الذي حصل في النصف الثاني من القرن العشرين ، يتضح بشكل لا يدعو للشك حجم الأخطار الزلزالية المحتملة.

و يلاحظ من الزلازل التي تعرضت لها المنطقة العربية بأنها موزعة و تشمل جميع الدول تقريبا و يهدف تقليل المخاطر الزلزالية ، و من أهم هذه البرامج : مشروع تخفيف المخاطر الزلزالية في الوطن العربي و الحلقات الدراسية العربية للعلوم الزلزالية و التي عقده بإشراف الأمانة العامة لمجلس البحث العلمي في الدول العربية و بمشاركة اليونسكو.

# 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

يتأثر النشاط الزلزالي بشكل عام بموقع الدول و تاريخ الزلازل في المنطقة، و تصنف مناطق الدولة عادة الى مناطق شدة زلزالية محتملة، حيث يؤخذ بعين الاعتبار في هذا التصنيف أثر الصد وع الجيولوجية و أثر طول هذه الصد وع بالإضافة الى تاريخ الحوادث الزلزالية التي ضربت المنطقة عبر العصور.

و بخصوص احتمال تعرض كل من فلسطين و الأردن لزلزال في المستقبل ، أظهرت العديد من الدراسات الزلزالية وجود نشاط زلزالي في عدد من المواقع وذلك بالاستناد الى:

طبيعة موقع المنطقة (حفرة الانهدام) و التصدعات الأرضية فيها.

التاريخ الزلزالي للمنطقة و الفترات الزمنية التي يتكرر فيها حصول الزلازل و وجود الفوالق.

تسجيلات محطات الرصد، حيث أظهرت هذه التسجيلات

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# النشاط الزلزالي في فلسطين

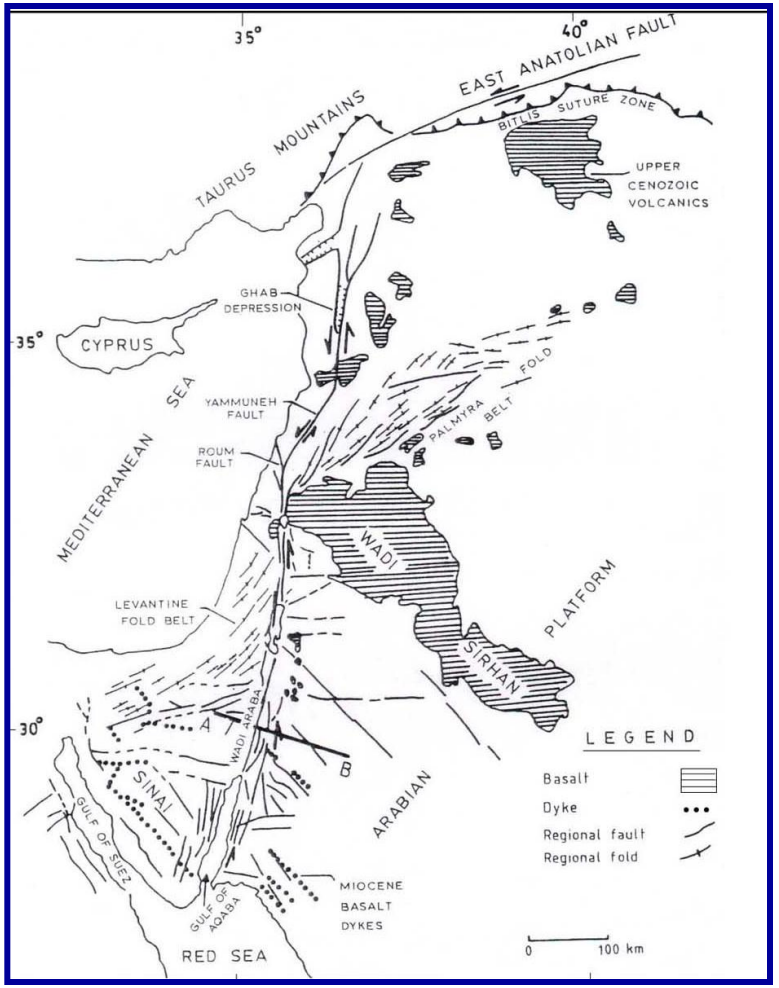
# Seismicity of Palestine

## 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

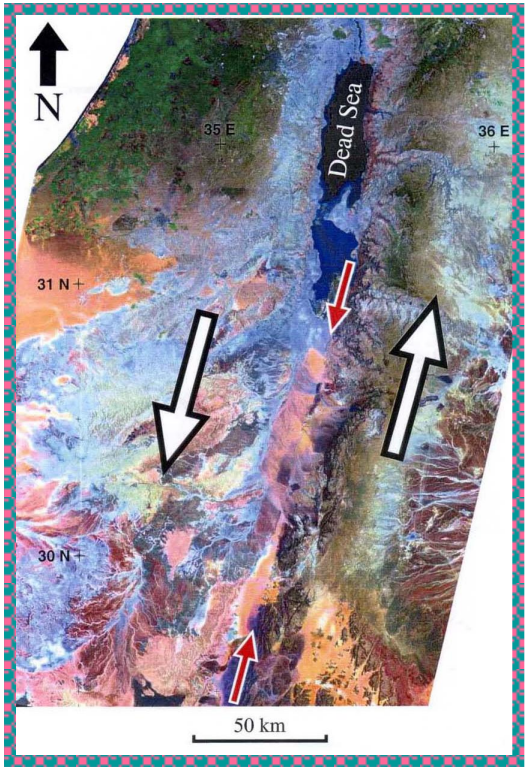
# موقع فلسطين
# وتكتونية المنطقة

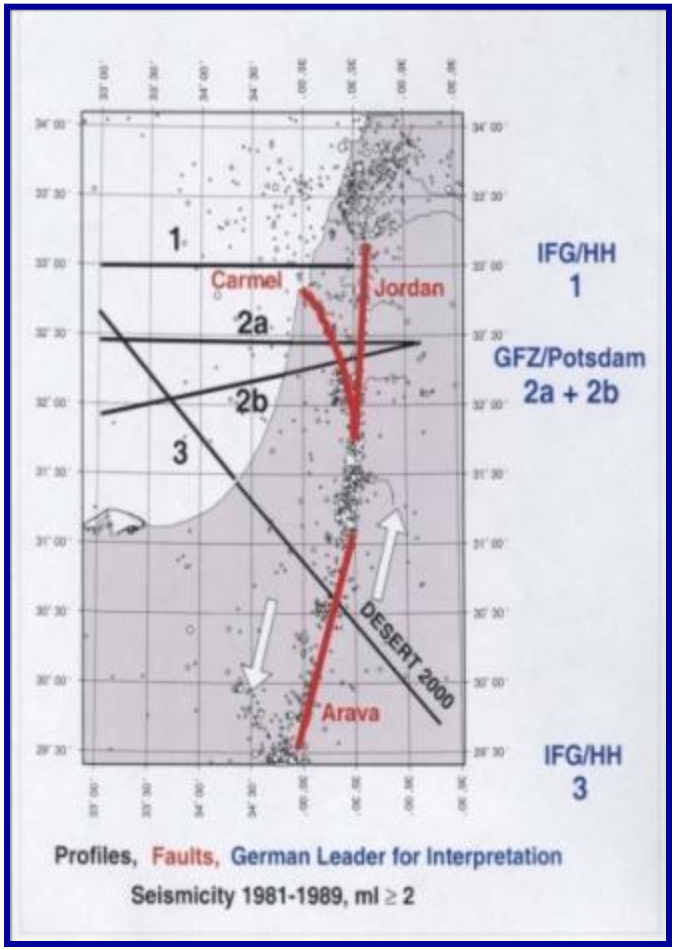



Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# اتجاه الحركة النسبية بين فلسطين والأردن

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




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

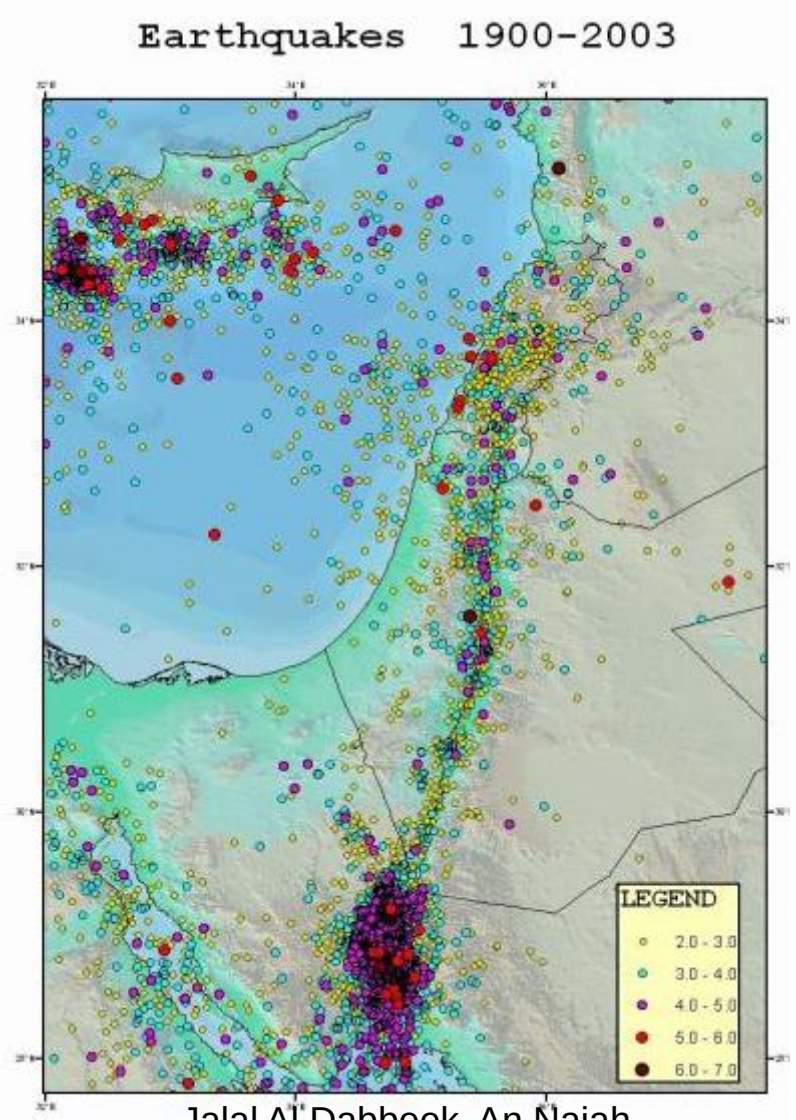
# النشاط الزلزالي في فلسطين

# Seismicity of Palestine

✓ أهم تواريخ الزلازل التي تأثرت بها معظم المدن والمناطق الفلسطينية

١٠٦٨ ـ ١٢٠٢ ـ ١٢١٢ ـ ١٣٣٩ ـ ١٤٠٢ ـ ١٥٤٦ ـ ١٦٥٦
١٦٦٦ ـ ١٧٥٩ ـ ١٨٣٤ ـ ١٨٥٤ ـ ١٨٥٩ ـ ١٨٧٢ ـ ١٨٧٣
١٨٩٦ ـ ١٩٠٠ ـ ١٩٠٣ ـ ١٩٢٣ ـ ١٩٢٧ ـ ١٩٥٤ ـ ١٩٩٦

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine




Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

زلزال قوي يضرب فلسطين

عشرات القتلى والجرحى وقدم الكثير من الأبنية وتشريد مئات العائلات الفلسطينية

- وثيقة تاريخية حول
- زلزال ١٩٢٧

**1929 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

# Jerusalem 11.7.1927

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

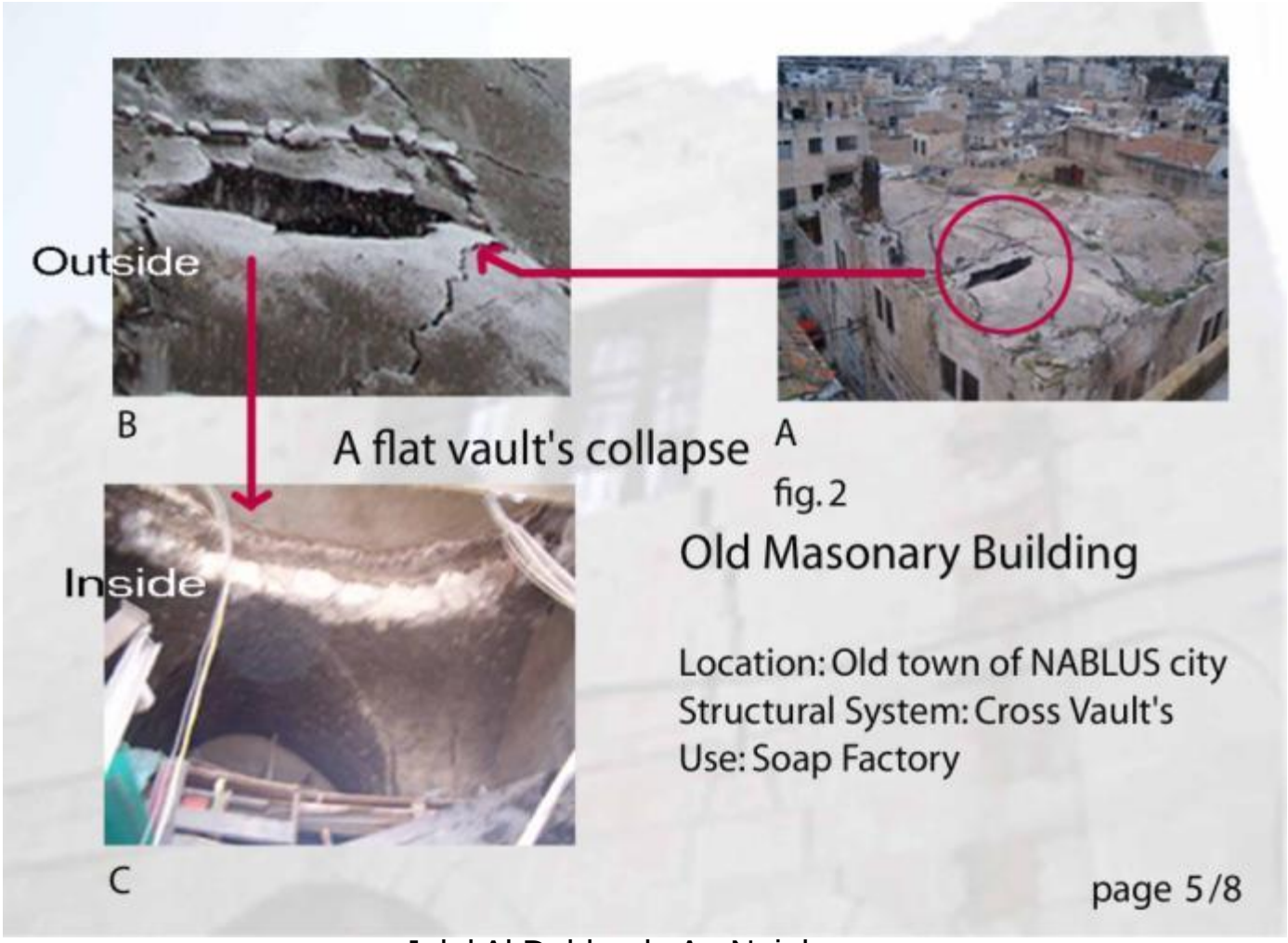
G

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



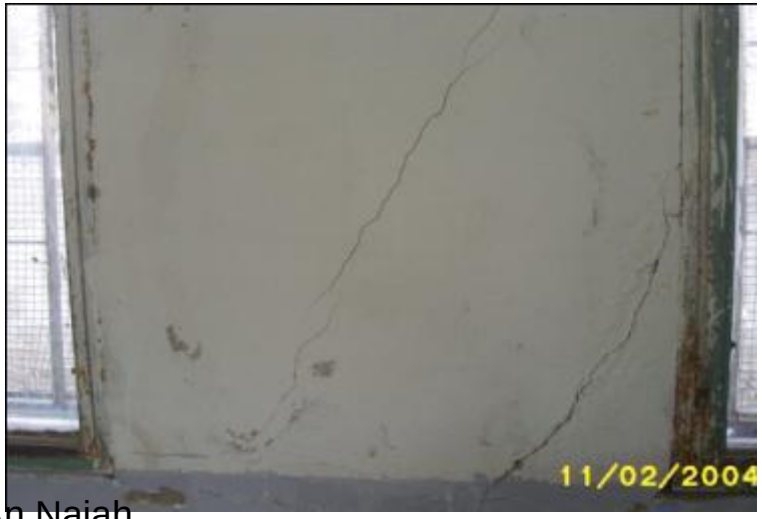

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004

Jalal Al Dabbeek, An Najah
National University, Palestine

# Dead Sea Earthquake 11- 2 - 2004

## Aqraba School




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