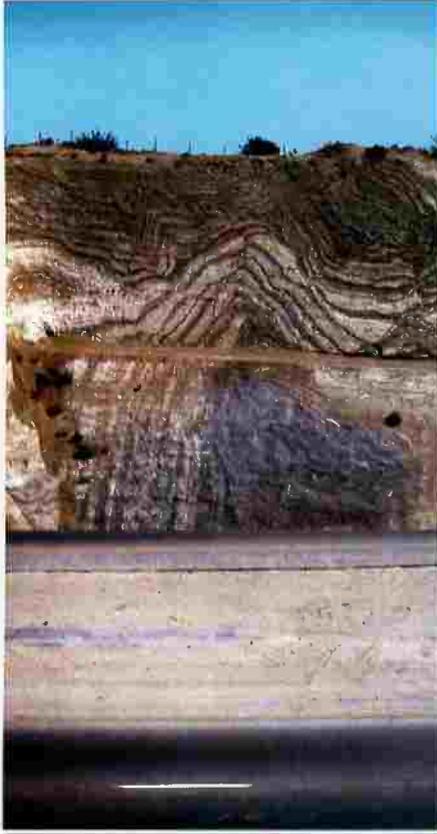


## صدق أو لا تصدق ..

هناك 3000 هرة أرضية تحدث يوميًا !

الصفائح الحجرية المكوّنة للقشرة الأرضية هي بالطبع قوية وصلبة جدًا لكنها رغم ذلك قابلة للانثناء أو للكرمشة والتجعد بشكل يحولها إلى طبقات مثنية مضغوطة .



ولكن.. ما الذي تتوقع حدوثه عندما تتحرك صفيحتان وتصطدمان ببعضهما أو تعصر كلتاهما الأخرى؟

في هذه الحالة قد تندفع الصفيحتان لأعلى إلى ارتفاع كبير فيظهر جبل، مثل جبل «فوساج» في فرنسا.. أو قد يقتصر هذا الاصطدام القوي على تكوّن جزء مرتفع على شكل تل أو هضبة تظهر خلاله طبقات مثنية مضغوطة من الحجارة.

كما يظهر في الشكل المقابل لهضبة تكونت في منطقة زلازل بولاية كاليفورنيا الأمريكية .

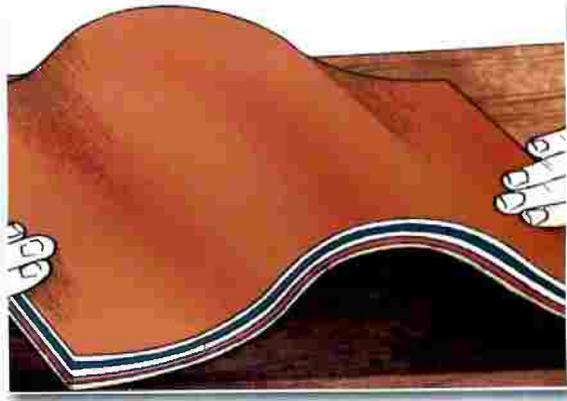
منطقة هضبية ظهرت بولاية كاليفورنيا يظهر بها طبقات حجرية مضغوطة بارزة

## اختبر بنفسك:

- كيف تكوّن الصفائح الحجرية الجبالاً وهضاباً ؟

الصفائح الحجرية المكونة للقشرة الأرضية بالغة القوة، لكنها تحت تأثير الضغط الشديد الناتج عن تحركها واصطدامها قد تنثنى وتتجمع في الاتجاه لأعلى مكونة جبالاً أو هضاباً .

• خذ عدة كروت ملونة وضعها فوق بعضها البعض لتمثّل الصفائح الحجرية بطبقاتها المختلفة .



• اضغط بيديك على حافة الكروت من الجانبين بقوة وفي وقت واحد .

عازداً يحدث ؟

ستلاحظ انثناء الكروت لأعلى لتكوين قمة مرتفعة وتظهر خلالها طبقات مجعدة .

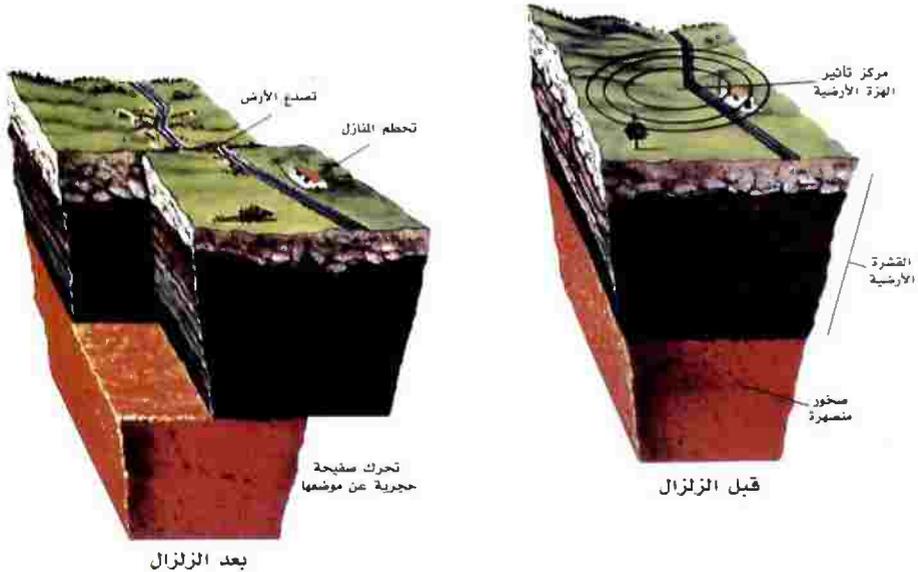
هذا شبيه بما يحدث عندما ترتطم صفيحة حجرية بأخرى وتندفع كلاهما لأعلى .

بنفس هذه الطريقة تكوّن الوادى المتصدع (Rift valley) الذى يقع فى جنوب إفريقيا نتيجة نشاط زلزالى .

## – كيف يحدث الزلزال ؟

وقد يحدث أيضاً عندما تتحرك صفيحتان صخريتان تجاه بعضهما وتعصر كلتاهما الأخرى أن تنزلق صفيحة عن موضعها وتتحرك على أحد الجانبين بسبب الضغط الناتج عن الاحتكاك القوي بينهما (كما بالشكل التالي) .. فى هذه الحالة تنفلق الأرض وتتكسر طبقة الحجارة وتهتز الأرض [زلزالاً] .

ويسمى مكان انكسار أو تنفلق الأرض جيولوجياً بالتصدع (fault) .. وهذا التصدع يبدأ فى الحقيقة على عمق كبير من سطح الأرض حيث يوجد مركز الزلزال .. ومن هذا المركز تنتشر الموجات الزلزالية (Seismic waves) لأعلى وتهز الأرض .. وتسمى المنطقة من سطح الأرض الواقعة مباشرة أعلى مركز الزلزال العميق بمركز تأثير الهزة الأرضية (Epicentre) .



مواصفات الزلزال وكيفية حدوثه

## - كل يوم هناك زلزال ا

والصفائح الحجرية المكونة للقشرة الأرضية ليست فى حالة ثابتة، كما ذكرنا، فهى دائمة الحركة والانتقال بشكل بطيء... ولذا فإنه من المتوقع أن يحدث يومياً هزات أرضية أو زلازل نتيجة هذه الحركة يُقدّر العلماء عددها بنحو 3000 هزة أرضية. لكن هذه الزلازل تكون ضعيفة ومحدودة لدرجة أننا لا نشعر بها .

أما الزلازل القوية الواضحة التى تؤدى لتكسير وانفلاق الطرق وتحطم المنازل والكبارى فإنها قليلة الحدوث .

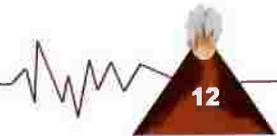
## - هل يمكن التنبؤ بحدوث الزلازل ؟

خبراء الزلازل (Seismologists) يعرفون جيداً المناطق الأكثر قابلية لحدوث الزلازل حيث تتقابل الصفائح الأرضية وتتحرك تجاه بعضها.. لكنهم لا يستطيعون معرفة وقت حدوث الزلزال ومدى قوته التى سيكون عليها، وهذه المشكلة لاتزال موضع بحث واجتهاد لأن معرفة هذه المعلومة المهمة يمكن بالطبع أن توفر خسائر بشرية ومادية كبيرة .

## - هل تتنبأ الكلاب بحدوث الزلازل ؟

الكلاب لها حاسة سمع أقوى من الإنسان.. ويعتقد أنها تسمع الأصوات العميقة المنبعثة من الأرض قبل حدوث الزلزال والتى لا تستقبلها أذن الإنسان.. وتستجيب لها بالنباح .

هذا الاعتقاد شاع منذ حدوث زلزال «ميسينا رجيو» فى سنة 1908، حيث لاحظ كثير من الناس أن كلاباً كثيرة صارت تنبح قبل وقوع الزلزال )



ومن المحتمل أيضًا أن حيوانات أخرى تتنبأ بحدوث الزلازل حيث تُغيّر من سلوكها المعتاد قبل حدوث الزلزال .

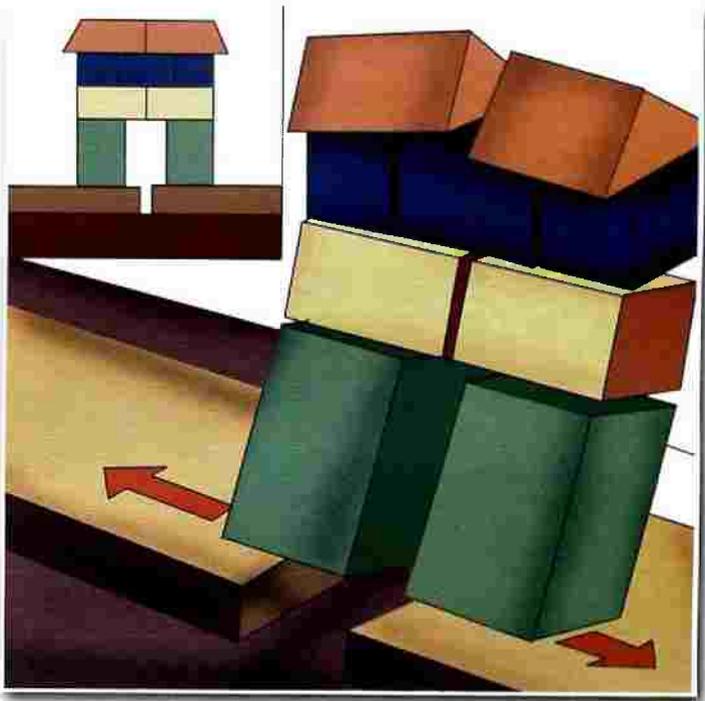
من أغرب المشاهدات التي أكدت ذلك ما حدث في أثينا القديمة (هيلاس) في سنة 373 قبل الميلاد، حيث هَجَرَت كل الفئران والشعابين المدينة قبيل حدوث زلزال مرّوع أصاب المدينة وحولها إلى خراب !



هل تتنبأ الثعابين  
بحدوث الزلازل ؟

### اختبري بنفسك:

- اصنع زلزالاً بنفسك !
- أخضر لوحين من الخشب بنفس السُمك وضعهما على الأرض بحيث يلامس طرف كل منهما الآخر . يُمثّل اللوحان صفيحتين حجريتين من صفائح الأرض .. ويمثل موضع التقائهما منطقة حدوث زلازل .
- ضع عدة صناديق فارغة فوق منطقة اتصال اللوحين لتمثل منازل .
- والآن حرّك اللوحين بيديك بقوة وبسرعة بحيث يصطدمان ببعضهما ويرتدان.



يؤدى ذلك لظهور فجوة بينهما تمثل انشقاق الأرض بسبب الزلزال.  
 - ومع حدوث هذا التصادم تبدأ كُلب الكرتون التى تمثل المنازل فى الانحناء والسقوط .

### اختبر بنفسك :

- انتقال الموجات الزلزالية :

عرفنا أن انكسار الحجارة [أو الصفائح الحجرية] يولد طاقة تشع فى صورة موجات تسمى بالموجات الزلزالية والتى تنتقل عبر الأرض وتهز سطحها .



## دعنا نختبر ذلك ..



- اطلب من صديق لك أن يقف عند نهاية منضدة طويلة بطول متر واحد تقريباً وأن يضع كف يده على الطرف المقابل له .
  - قم بعمل لكمة قوية بيدك على المنضدة .
  - هل يشعر صديقك بالاهتزازات الناتجة أو الموجات التي تنتقل خلال المنضدة ؟
  - اطلب منه أن يقترب بيده ويبتعد بها.. واسأله عن الوضع الذي يستشعر خلاله الاهتزازات بدرجة أفضل .
  - والآن ضع علبة كبريت فارغة على الطرف البعيد من المنضدة .
  - ثم كرر لطم المنضدة بقوة بقبضة يدك .
- ماذا يحدث ؟

من المتوقع أن تسبب الموجات المنتقلة عبر المنضدة في إسقاط علبة الكبريت.. مثلما تنتقل الموجات الزلزالية من موقع الزلزال لكان آخر وتُسقط المنازل الموجودة به .



## – ما المقصود بتوابع الزلزال ؟

الزلزال القوي عادة ما يتبعه حدوث هزات أرضية أقل قوة تسمى بالتوابع (Aftershocks) لكنها لا تزال عادة مؤثرة ومسببة للخطر والدمار .

والوضع الآمن لتجنب أخطار التوابع يشتمل على ضرورة الابتعاد عن الحوائط والشرفات والدرج مع الاحتماء بمكان قريب من الأرض تحت قطعة أثاث قوية مناسبة والتمسك بها .



الاحتماء من خطر الزلازل والتوابع

ومن الطريف أن عدد التوابع أو الهزات الأرضية الأقل قوة قد يصل إلى ألف أو أكثر في اليوم الواحد .  
وقد تحدث التوابع بعد فترة من حدوث الزلزال الرئيسي تصل إلى أسبوع أو ربما عدة أسابيع أو شهور .



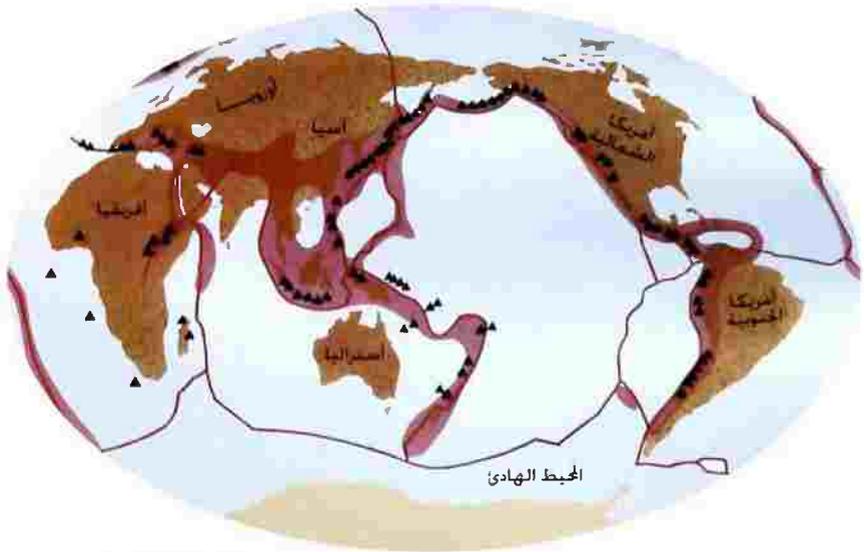
## حلقة النار وأزمة الزلازل

### - ما المقصود بحزام الزلازل ؟

تحدث الزلازل والبراكين بمناطق التقاء الصفائح الحجرية المكونة للقشرة الأرضية، كما ذكرنا . وهناك مناطق أكثر قابلية عن غيرها لحدوث الزلازل. ولما قام العلماء بتحديد ما وصلها على الخريطة ظهرت كأنها أشرطة أو أحزمة تحيط بالأرض .

فتعالوا نتعرف على هذه الأحزمة وأبرز الدول المعرضة لمخاطر الزلازل .

### - أين توجد حلقة النار (Ring of fire) ؟



- التقاء الصفائح الدموية
- مناطق الزلازل
- ▲ مناطق البراكين النشطة

أحزمة الزلازل والتي يعد أبرزها وأخطرها المنطقة المحيطة بالمحيط الهادئ

إن حوالي 80 ٪ من الزلازل الكبرى تحدث بمنطقة تسمى حلقة النار..  
وهي المنطقة داخل وخارج حواف المحيط الهادى.. وهى نفس المنطقة الأكثر  
قابلية أيضاً لحدوث البراكين .

يوجد بهذه المنطقة واحد من أكبر أحزمة الزلازل وتقع عليه دول وجزر  
عديدة تشتمل على ما يلى .. ابتداء من الطرف الجنوبى الشرقى مع الاتجاه  
للشمال ثم للغرب :

❖ نيوزيلنده وجزر المحيط الهادى (مثل فيجى  
وسولون...)

❖ إندونيسيا والفلبين .

❖ اليابان وجزر الماريانز .

❖ الولايات الأمريكية الغربية وخاصة كاليفورنيا .

❖ أمريكا الوسطى والمكسيك .

❖ سلسلة جبال الإنديز بغرب أمريكا الجنوبية والدول  
الواقعة هناك (مثل تشيلى وبيرو) .

كما يلاحظ وجود حزام آخر يمر بهضبة التبت، وأجزاء من الصين،  
وأجزاء من أفغانستان، وأجزاء من تركيا .

كما يوجد حزام آخر حول شمال البحر المتوسط كما فى اليونان والجزر  
اليونانية .



## أخطر زلازل العالم

### - زلازل كاليفورنيا :

بسبب تحرك الصفائح  
الحجرية واصطدامها  
ببعضها تحدث تصدّعات  
بالأرض (Ground faults) ..  
وهذه عبارة عن شقوق أو شقوق  
بالأرض تظل موجودة.. وتصبح  
مناطق وجودها مناطق ضعف  
مُعرضة للزلازل .

من أشهر هذه التصدعات على  
مستوى العالم التصدع المعروف  
باسم «تصدع سان أندرياس»  
والذي يمتد بولاية كاليفورنيا  
الأمريكية على الساحل الغربي  
للقارة الأمريكية.

يمر هذا التصدع بالقرب من  
مدينة سان فرانسيسكو ومدينة  
لوس أنجلوس ، ولذا تعتبر هاتان  
المدينتان من أكثر المدن التي  
تعرضت لزلازل خطيرة .

تصدع سان أندرياس بـكاليفورنيا

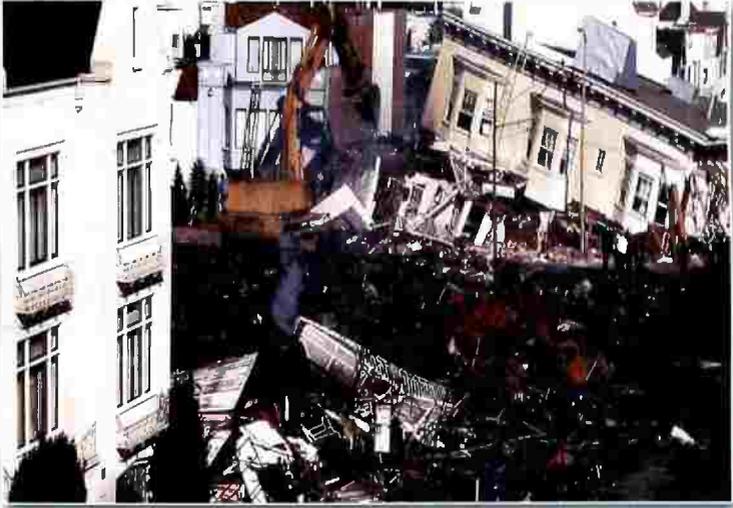
(The San Andreas fault) والذي يبلغ طوله نحو 965 كيلومتراً .

## - زلزال سان فرانسيسكو 1906 :

من أقوى الزلازل التي ضربت منطقة تصدع سان أندرياس ذلك الزلزال الذي وقع في مدينة سان فرانسيسكو في 18 أبريل سنة 1906 والذي استمر لمدة قصيرة تراوحت ما بين 45 - 60 ثانية ..

لكنه خلال تلك المدة القصيرة تسبب في مقتل ما يزيد عن 700 شخص بالإضافة لانهديار العديد من المباني والطرق .

إن من أخطر أسباب الهلاك والموت في الزلازل اشتعال النيران.. وفي ذلك الزلزال قصير المدى استمرت النيران مشتعلة في سان فرانسيسكو لمدة 3 أيام منذ وقوع الزلزال !



مشهد من زلزال سان فرانسيسكو المدمر

## - زلازل أخرى :



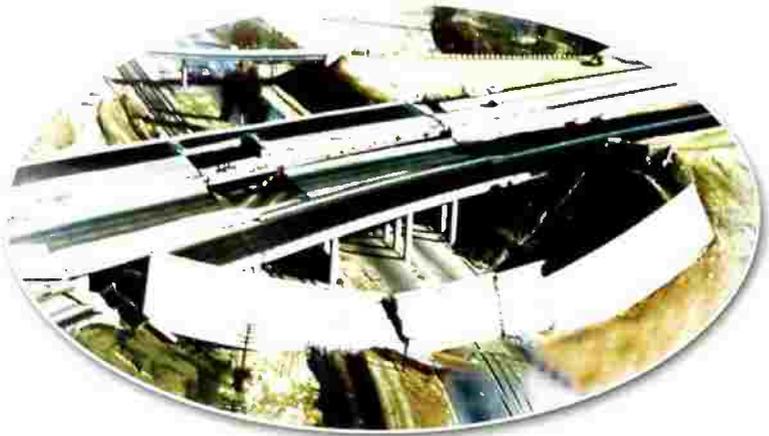
مشهد من زلزال لوس أنجلوس 1994  
والذي أدى لانهايار العديد من الطرق

كما شهدت ولاية كاليفورنيا  
العديد من الزلازل الأخرى.

ففى 9 فبراير 1971 وقع زلزال  
آخر مُدمرٌ بلغ مقداره 6.5  
بمقياس ريختر، وتسبب فى  
مقتل أكثر من 60 شخصًا .

وفى سنة 1989 حدث زلزال آخر،  
وفى سنة 1994 وقع زلزال قوى فى  
لوس أنجلوس تسبب

فى انهيار الطرق وسقوط  
بعض الكبارى مما أصاب الحياة  
بشلل كبير .



مشهد من زلزال سان فرناندو 1971 والذي أدى لانهايار الكبارى وإعاقة مرور السيارات .

## - زلزال تشيلي العظيم :

هكذا يسمى ذلك الزلزال الذي وقع في 22 مايو 1960 بالساحل الجنوبي لتشيلي وتسبب في حدوث تسونامي ضرب جزر هاواي والمناطق الساحلية من أمريكا الجنوبية .  
وتسبب الزلزال والتسونامي في مقتل ما يزيد عن 300 شخص .



مشهد من الخراب والدمار الذي سببه زلزال تشيلي العظيم

ويعتبر زلزال تشيلي العظيم (The Great Chilean Earthquake) واحداً من أخطر الزلازل وأسوأ الكوارث في التاريخ .

ومن الطريف عن زلزال تشيلي العظيم أن الموجات الزلزالية الناتجة عنه انتشرت وغطت كوكب الأرض بأكمله مما جعل الكوكب في حالة اهتزاز لعدة أيام .. وهذه الظاهرة النادرة تعرف باسم : الذبذبة الحرة للأرض (Free oscillation of the Earth).





فجوة طويلة عميقة بأرض  
ألاسكا بعد أن ضربها زلزال 1964

## - زلزال ألاسكا :

وعلى غرار زلزال تشيلي  
المصحوب بالتسونامى وقع فى  
ولاية ألاسكا الأمريكية فى 27  
مارس 1964 زلزال قوى أتحبه  
مباشرة حدوث تسونامى ضرب  
المناطق الساحلية وتسبب  
التسونامى وحده فى عدد هائل  
من القتلى بلغ حوالى 90 ٪ من  
إجمالى القتلى .

## - زلزال اليابان العظيم :

ويسمى كذلك زلزال كوانتو العظيم .. والذى حدث فى 1 سبتمبر 1923  
ويعد أسوأ الزلازل التى شهدتها اليابان .



منطقة سهول كوانتو بعدما  
ضربها زلزال اليابان الشهير فى 1923

أصاب الزلزال مدينتى طوكيو ويوكوهاما .. وتسبب فى مقتل أكثر من 100 ألف يابانى .. وبلغت قوة الزلزال 7.9 بمقياس ريختر .. وتسبب فى حدوث أكثر من 88 حريقاً ظلت مشتعلة لعدة أيام بعد وقوع الزلزال .

## – زلزال الصين العظيم .. صاحب أكبر عدد من القتلى |

وفى تاريخ الزلازل يعتبر الزلزال الهائل الذى ضرب وسط الصين فى 1556 م صاحب أكبر عدد من القتلى حيث تسبب فى مقتل أكثر من 830 ألف شخص.

كانت تلك المنطقة التى ضربها الزلزال يعيش أهلها فى كهوف ومساكن بدائية من الطوب الطري.. وعندما ضرب الزلزال ضربته وانشقت الأرض ابتلعهم الزلزال بداخلها.



رجال الإنقاذ يقومون بعملهم بعد انتهاء الزلزال

## - زلزال المكسيك المدمر :



مشهد من زلزال المكسيك المدمر 1985

أمريكا الوسطى  
والمكسيك بالتحديد  
من المناطق الأكثر  
عُرصة لحدوث  
الزلازل .. كما يتضح  
من العرض السابق  
لأحزمة الزلازل .

ولذا فإن سكان  
المكسيك اعتادوا  
تقريباً على حدوث  
هزات أرضية من  
وقت لآخر، واعتادوا  
على تكرار حدوث  
هبوط بالأرض من  
جاء النشاط الزلزالي.

لكن ما حدث في سبتمبر 1985، كان شيئاً مختلفاً وعنيفاً إلى أقصى  
درجة، ولم يعهده المكسيكيون من قبل .

فقد حدث زلزالان عنيفان متتاليان حوَّلا مدينة مكسيكو سيتي العاصمة  
إلى خراب!

ففى صباح يوم 19 سبتمبر حَدَثَ زلزال عنيف بقوة 8.1 بمقياس ريختر  
غرب العاصمة وأطاح بعدة مدن.

وامتد تأثيره إلى مكسيكو سيتي وأدى إلى انهيار كثير من المباني، وإلى  
قطع خطوط الاتصالات الكهربائية والهواتف، وإلى اشتعال النيران بأجزاء  
متفرقة من المدينة، وتسبب في مقتل ما يزيد عن 3 آلاف مواطن.



مظاهر الخراب والدمار التي  
خلفتها الهزتان الأرضيتان العنيفتان

ومن الطريف أن تأثير ذلك الزلزال امتد إلى الجنوب الأمريكي حيث وصل تأثيره إلى ولاية تكساس وولاية كولورادو .

وبعد انتهاء الزلزال ، اعتقد المكسيكيون أن الأمر قد انتهى.. لكن حالة الهدوء النسبي لم تدم طويلاً ، فبعد مرور 36 ساعة وقع زلزال آخر بالعاصمة بلغت قوته 8.6 بمقياس ريختر.. واستكمل ذلك الزلزال عملية الإطاحة بمدينة مكسيكو سيتي.

وأُسفر هذان الزلزالان المتتاليان عن مقتل أكثر من 9 آلاف مكسيكي، وإصابة حوالي 30 ألف وتشريد نحو 95 ألف . وانهار نحو 400 مبنى وحوالي 200 مدرسة، بالإضافة لإصابة نحو 700 منشأة بأضرار بالغة.

وقد ظلت المكسيك تعاني من آثار هاتين الهزتين الأرضيتين لفترة طويلة.. وتكلفت عمليات إعادة التعمير نحو 4 مليارات دولار!



## حقائق طريفة عن الزلازل :

### لماذا تهتز الأرض ؟

ارتطام أو انزلاق الصفائح الحجرية يؤدي لانكسار أو انفلاق الحجارة ويؤدي ذلك بدوره لانبعث طاقة (Energy).. وهذه الطاقة تنتقل في صورة تسمى موجات زلزالية (Seismic waves)..ومن مركز الزلزال تنتشر هذه الموجات وتنتقل لمناطق بعيدة مسببة هزات أرضية حتى تضعف تدريجيًا .

### - أخطار الزلازل ومعدل حدوثها :

- في كل عام يحدث حوالي 40 زلزالاً متوسط الخطورة (Moderate) .
- في كل عام يحدث حوالي مليون زلزال بسيط لا نشعر به.
- كل عامين، يحدث في المتوسط زلزال واحد قوى خطر.
- أعمق الزلازل يحدث على مسافة 700 كيلومتر من سطح الأرض.
- أخطر الزلازل هو الذي يحدث على عمق بسيط نسبياً أو خلال مسافة 70 كيلومتراً من سطح الأرض.

### - ضحايا أخطر الزلازل :

- زلزال الصين العظيم :

. السنة : 1556 .

القوة : 8 بمقياس ريختر .

عدد الضحايا : أكثر من 830 ألف شخص .

- زلزال الصين :

السنة : 1976 .

القوة : 7.8 بمقياس ريختر .

عدد الضحايا : أكثر من 270 ألف شخص .

- زلزال سوريا :

السنة : 1138

عدد الضحايا : أكثر من 230 ألف شخص .

- زلزال الصين :



مشهد لأحد الزلازل في الصين وقد دمر المباني والطرق والمنشآت

السنة : 1927

القوة : 8.3 بمقياس ريختر .

عدد الضحايا : أكثر من 200 ألف شخص .

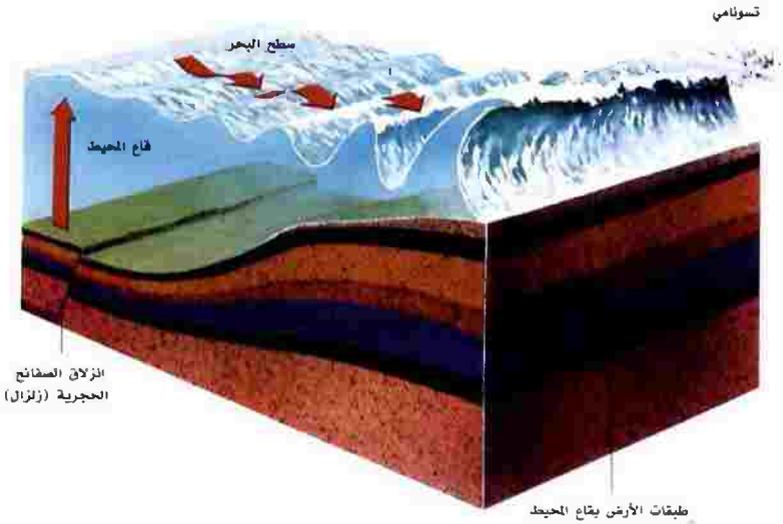
## الزلازل البحرية والتسونامي المدمر

تقع أغلب الزلازل والبراكين بأرض البحار والمحيطات.. وتعتبر الحافة الخارجية للمحيط الهادي [حلقة النار] هي الجزء الأكثر قابلية لحدوث الزلازل والبراكين.

وحدوث زلزال بأرض المحيط قد يؤدي لحدوث تسونامي.. ولكن ما معنى هذه الكلمة ؟ وما مواصفات التسونامي ؟

إن التسونامي كلمة يابانية الأصل ، معناها : مَوْجَة الميناء .

فالتسونامي (Tsunami) عبارة عن موجات قوية جدًا يدفع بها المحيط نحو الشاطئ فتكون قادرة على تدمير وإبادة كل ما في طريقها على الساحل من أبنية وزراعات وبشر )



شكل التسونامي

إن زلزلة الأرض بقاع المحيط (أو انزلاق الصفائح الحجزية) يصحبه تولُّد موجات زلزالية قوية جدًا تدفع الماء وتُلقي به في صورة موجات قوية جداً تسافر بسرعة كبيرة تتراوح ما بين 600 - 800 كيلومتر في الساعة.. وقد تفوق بذلك سرعة طائرة نفاثة !

وفي البحر المفتوح وفي المناطق العميقة لا تظهر هذه الأمواج ضخمة قوية.. ولكن مع اقترابها من الشاطئ وفي المناطق الضحلة تقل سرعتها نسبيًا بينما يزيد ارتفاعها جدًا.. فقد يصل طول تلك الأمواج إلى أكثر من 60 مترًا !

### - التسونامى والبراكين المائية :

ومثلما يحدث التسونامى بسبب حدوث الزلازل البحرية فقد يحدث كذلك بسبب البراكين التي تحدث بالبحار والمحيطات .



صورة لميناء انكوراج، في الاسكا..  
بعدها تعرض للإبادة والتدمير بسبب تسونامى سنة 1985 .

ويعد أقوى تسونامي حدث حتى الآن ذلك الذي حدث نتيجة انفجار بركان بجزيرة كراكاتوا بالمحيط الهادئ في سنة 1883 . وقد تسبب في انبعاث أعلى صوت شهدته الأرض وتسبب البركان في تولد 9 تسونامي متتالية .



لوحة صينية تصور موجات التسونامي الهائلة في اتجاهها للشاطئ بعد حدوث زلزال بقاع المحيط الهادئ .

## - تسونامي إندونيسيا .. صاحب أكبر عدد من القتلى ا

لا أحد ينسى ما حدث في 26 ديسمبر 2004، حيث عرضت أجهزة التلفاز مشاهد قاسية وأمواج المحيط وهي تهاجم مدناً إندونيسية وتقتل وتدمر كل ما في طريقها على السواحل .

لقد حَدَّثَ في ذلك اليوم وفي المحيط الهندي زلزال عنيف بلغت قوته 9 درجات بمقياس ريختر ، وأدى إلى حدوث سلسلة من التسونامي تسببت في قتل ما يزيد عن 160 ألف شخص في إندونيسيا .  
ويعد بذلك أسوأ تسونامي في التاريخ من حيث عدد الضحايا والقتلى .



قبل التسونامي

بعد التسونامي

مياه المحيط الهادئة والحياة المستقرة على الشواطئ قد يتبدل كلاهما في لحظات.. وهذا ما حدث في تسونامي إندونيسيا 2004 .. حيث ارتفعت أمواج المحيط فجأة إلى مسافات شاهقة وهاجمت السواحل وحولت المنازل بها إلى خراب وتسببت في قتل الآلاف من المواطنين والساكنين الأمنين .