



السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ



المحاضرة الثانية

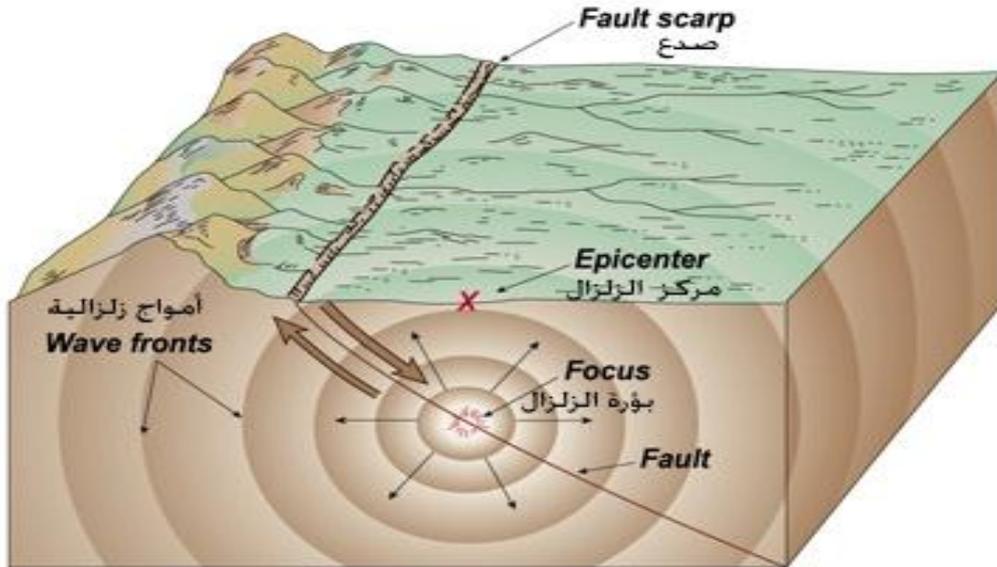
الأخطار والكوارث الجيولوجية

أولاً: الأخطار والكوارث المرتبطة بالزلازل.



١ - مفهوم الزلازل

هو عبارة عن خروج موجات اهتزازية من منطقة البؤرة الزلزالية التي تقع على خط ضعف (خط صدع) لمسافات بعيدة تحت قشرة الأرض تصل إلى عدة كيلو مترات، وتمثل النقطة الواقعة عليها مباشرة ما يعرف بمركز الزلزال من أكثر المناطق على سطح الأرض تأثراً بالزلزال.

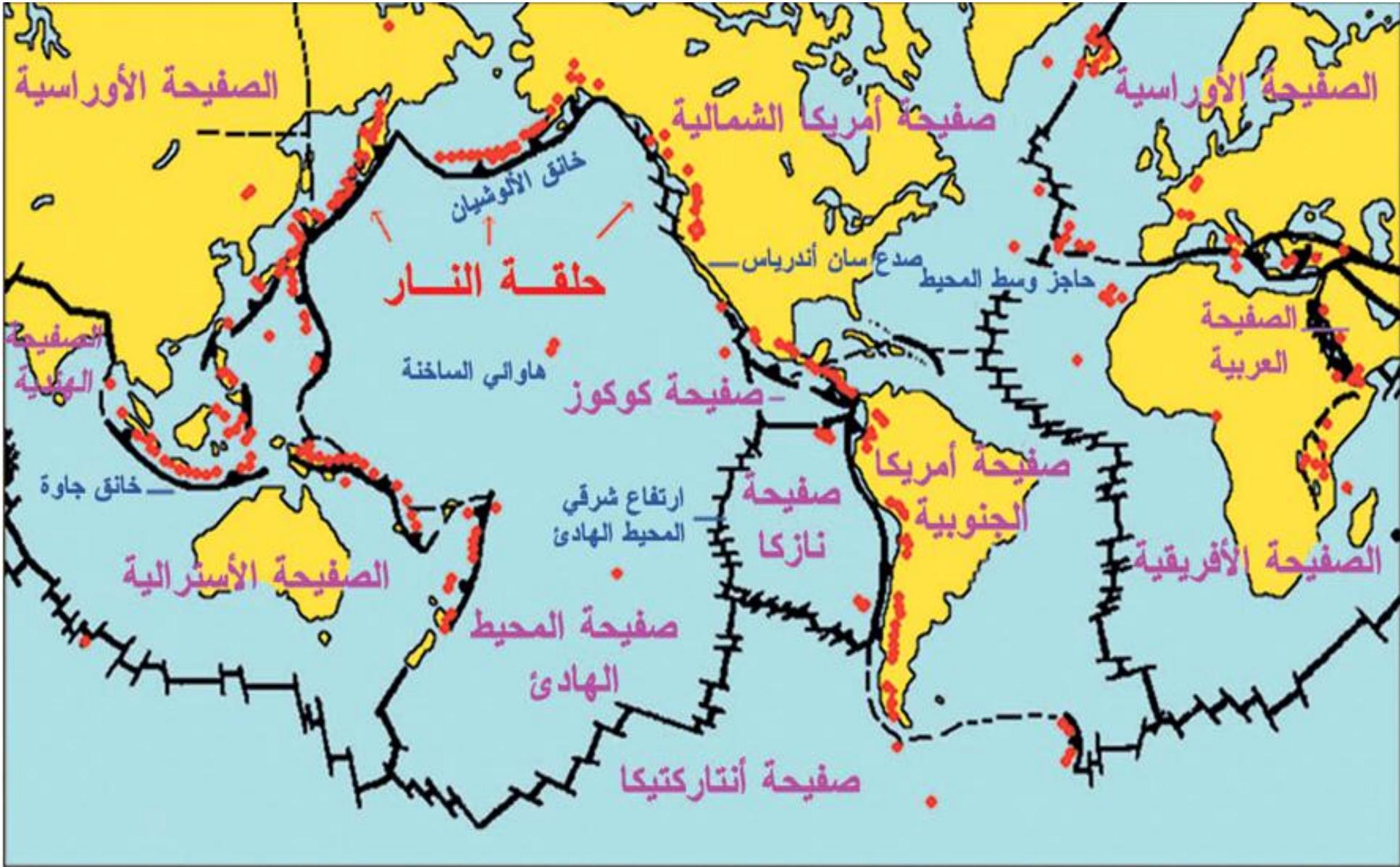


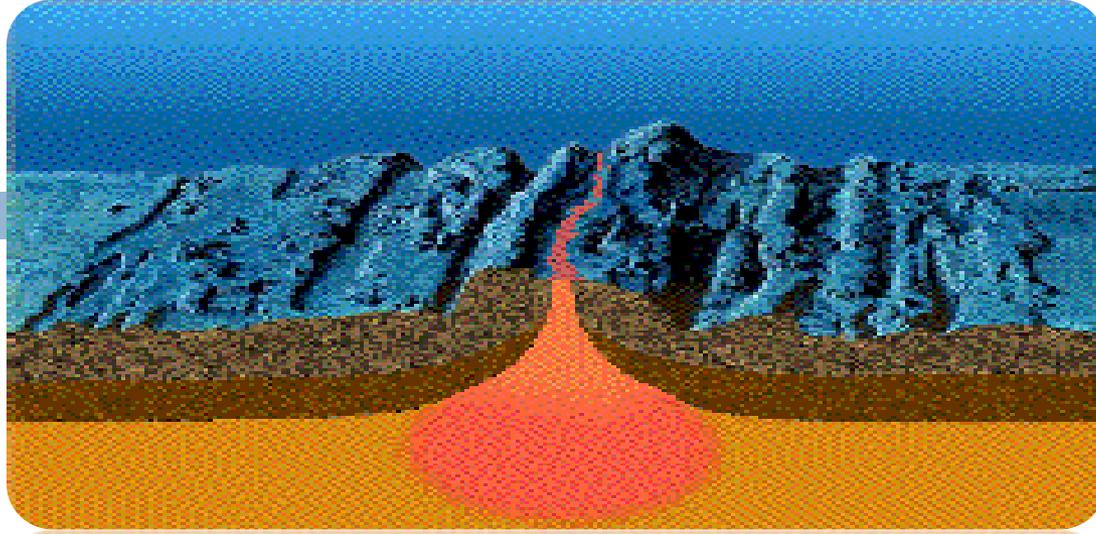
٢ - أسباب حدوث الزلازل

١ - إن الأرض دائمة الحركة وليست في حالة ثبات فالقارات غيرت مواقعها عبر التاريخ الجيولوجي الطويل وهذه الحركة بطبيعة الحال نتجت عن وجود **طاقة** داخل الأرض تكمن في أسفل القشرة الخارجية، فإذا ما تغيرت الحركة يحدث اصطدام الكتل أو الألواح التكتونية ببعضها البعض مولدة اهتزازات تتناسب في قوتها وشدتها مع قوة الارتطام أو التماس بينها، تلك الاهتزازات هي التي نعرفها بالزلازل.



حدود الصفائح التكتونية



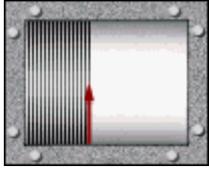


٢- قد يحدث الزلزال نتيجة لتحرك صخور إلى أسفل على سطح صدع بعيداً عن الصخور التي كانت تجاورها وبالتالي تبدأ الصخور الرابضة فوق الصخور التي هبطت في إعادة تحديد مواقعها مما يؤدي إلى حدوث سلسلة من الهزات الزلزالية التي نعرفها بتتابع الزلزال الرئيسي والذي نتج عن الهبوط المفاجئ للصخور وانزلاقها على سطح الصدع إلى أسفل.

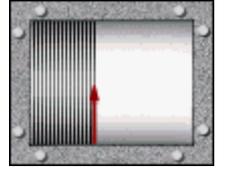
مثال على الصدوع



صدع سان أندرياس أشهر صدع في العالم، وهو يظهر على الأرض في كاليفورنيا وقد تسبب في حدوث زلازل في الماضي مثل زلزال سان فرانسيسكو عام ١٩٠٦م ويتوقع أن



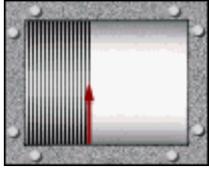
٣ - قياس الزلازل



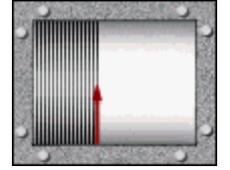
١ - الشدة الزلزالية:

هي تسجيل للظواهر التي تصف درجة إحساس الناس بالاهتزازات والتدمير الذي تحدثه، مثل ما قام به عالم البراكين الإيطالي **ميركالي** عام ١٩٣١م من وضع مقياس وصف يتكون من ١٢ درجة كما قام برسم خطوط تساوي لتحديد درجات الشدة الزلزالية بالبعد عن المركز الزلزالي.





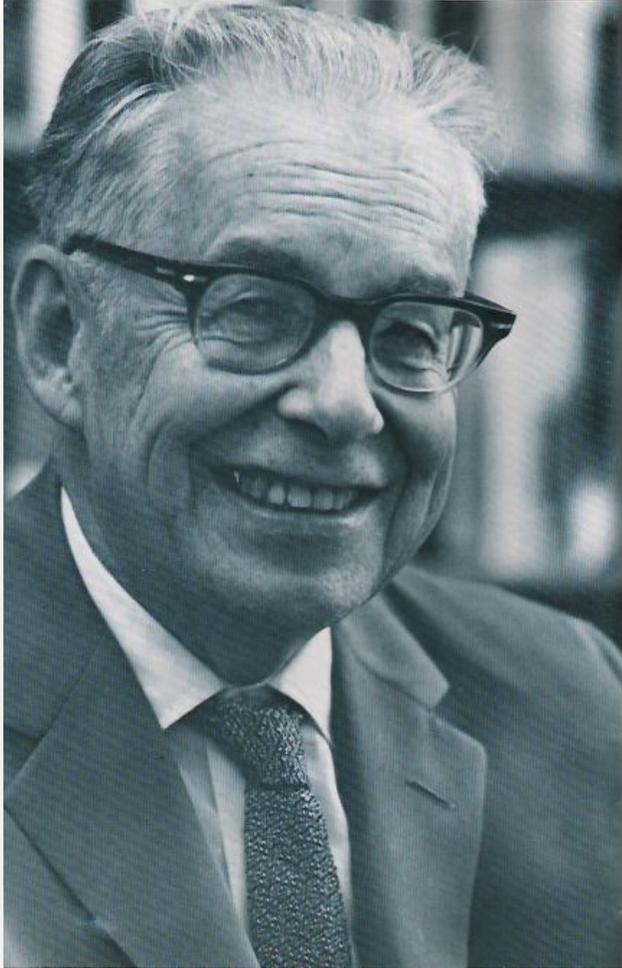
٣ - قياس الزلازل



٢ - المقدار الزلزالي:

وهو قياس مطلق لاتساع الموجات الزلزالية التي تعتمد على كمية الطاقة المنطلقة من الزلزال ويقاس مقدار الزلزال ويحدده مركزه بواسطة جهاز **السيسموجراف** وهو جهاز حساس جداً لأي اهتزاز في قشرة الأرض القريبة منه.

وقد بدأ استخدام مقياس القدر الزلزالي على مستوى العالم على يد العالم الأمريكي **ريختر** اعتماداً على سعة موجة الزلزال المقاسة بحيث استخدم المقياس اللوغارتمي للموجة.



هناك ارتباط بين القدر الزلزالي والشدة الزلزالية، فكلما زادت الشدة الزلزالية في منطقة ما فإن القدر الزلزالي يرتفع

✓ جدول (٤) مقياسا ميركالي وريختر لقياس الشدة والقدر الزلزالي.

شكل التأثير على سطح الأرض	مقياس ريختر	مقياس ميركالي	حالة الزلزال قوة الاهتزاز
لا تحس به سوى أجهزة القياس، قد تبنى بعض الطيور وبعض الحيوانات نوعا من الضيق.	أقل من ٣.٥	١	بالغ الضعف
يتم الشعور به في الأدوار العليا بالأبراج السكنية.	٣.٥	٢	ضعيف جدا
يتم الشعور به داخل المساكن.	٤.٢	٣	ضعيف
تهتز الأبواب والنوافذ والأدوات المعلقة على الحوائط.	٤.٤	٤	متوسط
تهتز الأبواب بشدة وينكسر الزجاج، يشعر السكان ببعض الضجر.	٤.٨	٥	قوى نسبيا
يشعر به كل الناس، تتحرك محتويات المسكن وتتساقط.	٤.٩ - ٥.٤	٦	قوى
يجرى الناس في الشوارع، يصعب الوقوف على الأرض، تظهر أمواج بالبرك.	٥.٥ - ٦	٧	قوى جدا
تتضرر المباني القديمة، قد تنجم خسائر بالأرواح.	٦.١ - ٦.٧	٨	مدمرة
تتصدع الطرق - ت تلف الخزانات، تدمر الأنابيب أسفل الأرض.	٦.٨ - ٦.٩	٩	مدمرة جدا
تتحطم كثير من المباني - خسائر في الأرواح - تظهر صدوع وشقوق في الأرض - حدوث انزلاقات أرضية.	٧ - ٧.٣	١٠	شديد التدمير
تنهار المباني - يزداد اتساع الشقوق وتتحطم السدود - تتشقق الخطوط الحديدية - خسائر ضخمة في الأرواح.	٧.٤ - ٨.١	١١	بالغة التدمير
تتحطم كل المباني بلا استثناء - تتطاير أجزاءها في الهواء وتهبط السواحل مع إزاحة أفقية ورأسية مع طبقات قشرة الأرض.	٨ - ٨.٩	١٢	كارثة مفرجة

٤ - توقع الزلزال

يتمثل التوقع الكامل لحدوث الزلازل في معرفة ثلاثة عناصر أساسية هي **مكان وزمان وقدر الزلزال**، فبالنسبة لمكان الزلزال وقدره فقد توصل العلماء إلى تحديد أكثر الأماكن تعرضاً للزلازل على سطح الكرة الأرضية وقدرها تقريباً أما بالنسبة لزمان الزلزال وهو أهم العناصر، فعلى الرغم من وجود بعض الأدلة على اقتراب حدوث زلزال في مكان ما إلا أنها ليست قاعدة يمكن الاعتماد عليها حيث قد يحدث زلزال فجائي دون ظهور أدلة سابقة لحدوثه

ومن أهم الآثار الدالة على حدوث الزلزال في منطقة ما ما يلي:

- ١- حدوث تشوهات في سطح الأرض قرب المركز الزلزالي.
- ٢- ارتفاع منسوب مياه البحر وظهور أمواج برغم هدوء الرياح، وذلك إذا ما كان مركز الزلزال قريباً من السواحل، وقد يحدث العكس بأن ينخفض منسوب البحر بشكل ملحوظ.
- ٣- تغيرات في مناسيب المياه بالآبار قبل حدوث الزلزال.
- ٤- انطلاق بعض الغازات من الآبار على امتداد خط الصدع.
- ٥- تغير في درجة التوصيل الكهربائي للصخور وتغير في المجال المغناطيسي الأرضي.
- ٦- ظهور تغيرات واضحة في سلوك الحيوانات مثل الحركات العشوائية للفئران وخروجها من جحورها واستمرار طيران الحمام ونباح الكلاب وغيرها
- ٧- حدوث هزات أولية تأخذ في الزيادة بشكل تدريجي قبل حدوث الزلزال.

٥- التوزيع الجغرافي للزلازل في العالم

يحدث على سطح الأرض سنوياً أكثر من مليون زلزال، ولكن الذي يسبب أضرار منها لا يزيد على ٧٠٠ زلزال.

وعادة ما ترتبط الزلازل في توزيعها بمناطق الضعف وعدم الاستقرار من القشرة الأرضية والتي تعتمد على طول الحدود الفاصلة بين الألواح التكتونية ومناطق الصدوع، وعلى ضوء ذلك يوجد حزامان رئيسيان يضمن داخلهما نحو ٩٠% من جملة عدد الزلازل التي تتعرض لها الأرض:

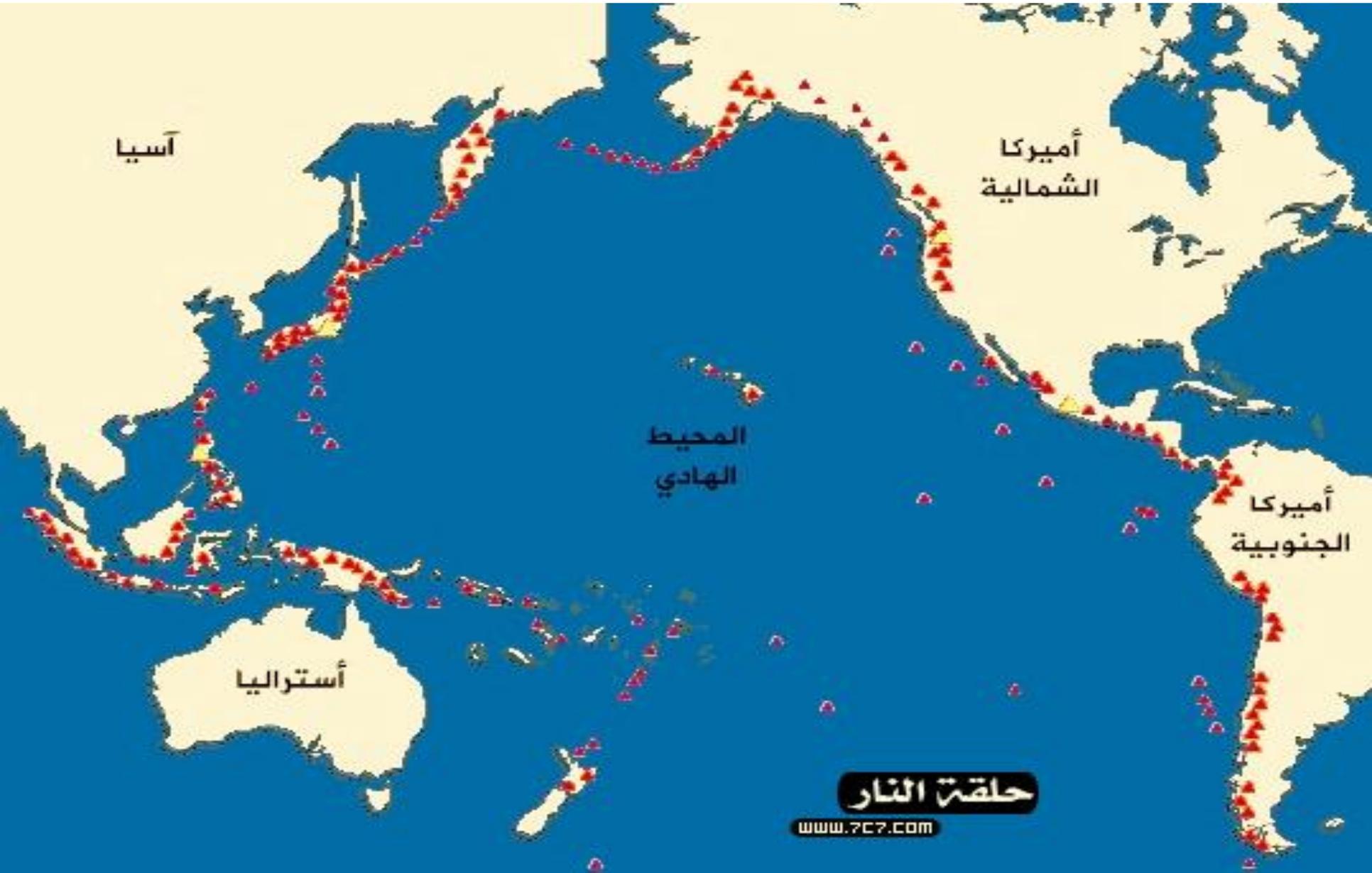
الأول: حزام الحلقة النارية حول سواحل المحيط الهادي وبه نحو ٧٠% من جملة عدد الزلازل.

الثاني: الحزام الألبى ويمتد امتداداً عرضياً من أسبانيا في الغرب حتى جنوب شرق آسيا شرقاً ماراً بجبال الألب الأوربية وسلسلة جبال طوروس في تركيا وزاجروس ومرتفعات إيران وجبال الهيمالايا ويضم هذا الحزام نحو ٢١% من عدد الزلازل في العالم.

الثالث: مناطق أخرى ثانوية تتعرض للزلازل بدرجات متباينة مثل الصدع الإفريقي الأحدودي ومناطق الضعف على طول امتداد حافتي دولفن وتشالنجر وسط المحيط الأطلنطي والأطراف الشمالية الغربية من إفريقيا.



حزام المحيط الهادي



٦- الآثار التدميرية للزلازل

يختلف حجم الخسائر الذي يسببها الزلازل من بلد لآخر وعادة ما تقل الخسائر بالدول المتقدمة وذلك نتيجة لتقدم وسائل مواجهة الزلازل. ويمكننا فيما يلي أن نحدد الآثار التدميرية للزلازل:



١- اهتزاز الأرض:

بالنسبة للأخطار الناجمة عن اهتزاز الأرض فيظهر أثره التدميري عندما تنتقل الموجات الزلزالية لشكل مباشر في المنشآت البشرية ويسبب في انهيار الأعمدة، كما أن تحرك الموجات الاهتزازية الأفقية من جانب (اتجاه) إلى آخر يؤدي إلى خلع الأرضيات من بعضها البعض، وعادة ما تكون انهيارات المباني أكثر وضوحاً في المنشآت المقامة فوق رواسب طينية أو فوق رواسب بحيرية أو رواسب سبخات



٦ - الآثار التدميرية للزلازل



وهذه الانهيارات تصاحبها مشاكل
بيئية كتدمير المراكز العمرانية
والطرق والمنشآت وإتلاف الأراضي
الزراعية. مثل ما حدث من انهيار
أرضي عقب وقوع زلزال هيمالايا
عام ١٩٥٠م.

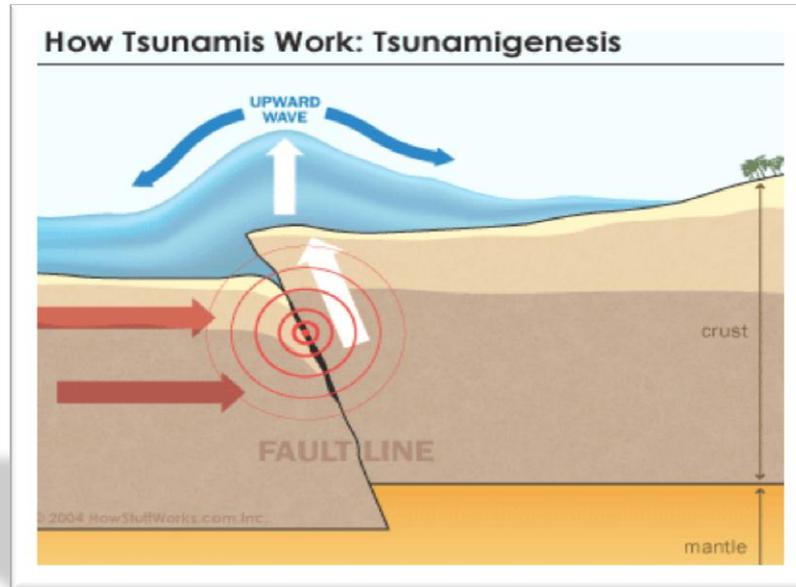
٢ - الإنزلاقات الأرضية وتشققات الأرض:

يحدث أن تتعرض السفوح الجبلية للانزلاق الأرضي بأنواعه
المختلفة، وذلك عندما تتعرض مناطقها للهزات الزلزالية،
فإذا ما كان السطح يتكون من رمال ومكونات غرينية مشبعة
بالمياه ضعيفة التماسك، فإن أي اهتزاز يتعرض له يؤدي
إلى تسيلها مع حدوث تدفق طيني أو انزلاق صخري، وإذا
ما كانت مواد السطح جافة و متماسكة فإن تعرضها
للاهتزازات الزلزالية بدرجة كافية يؤدي إلى حدوث سقوط
صخري أو انهيارات للمفتحات الصخرية. وإذا ما تعرضت
التربة للذبذبة تحدث انزلاقات خفيفة للمواد المجواه مع
تحرك كتل صخرية فوقها في شكل انزلاقات دورانية.

٦- الآثار التدميرية للزلازل

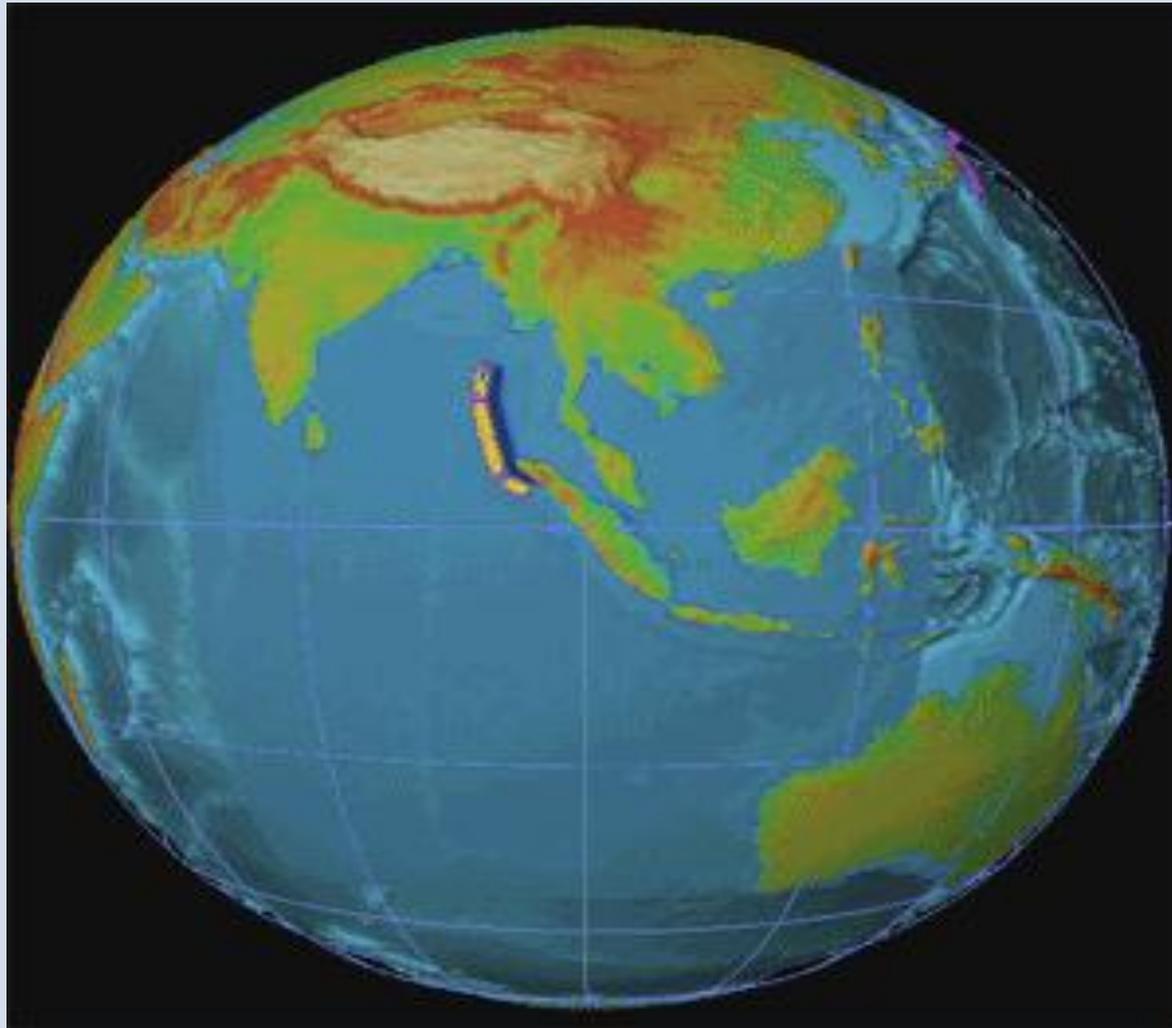
٣- الأمواج البحرية المدمرة (التسونامي):

تتعرض بعض القطاعات الساحلية في دول معينة لنوع من الأمواج العاتية التي تعد أكثر أنواع الأمواج تدميراً وهي المعروفة باسم **أمواج التسونامي** تظهر بشكل مفاجئ مرتبطة بحدوث اضطرابات في قشرة الأرض بقاع المحيطات التي تطل عليها، وعادة ما تتمثل في اهتزازات عنيفة كما أنها قد تظهر مرتبطة بحدوث بركنة نشطة أو تفجيرات نووية بقاع المحيطات.



٦- الآثار التدميرية للزلازل

ف عند حدوث اضطرابات بقاع المحيط تنعكس في ظهور أمواج ضخمة تبلغ أطوالها عدة كيلو مترا مع فترات تزيد عن ٣٠ دقيقة مع سرعة انتشار تبلغ أكثر من ٨٠٠ كيلو متر في الساعة عبر مياه المحيط العميقة، وعند دخولها المياه الشاطئية الضحلة تبدو في موجات مدية ضخمة ترتفع كثيراً إلى نحو ٣٠م أو أكثر، ومع مرور الوقت تصل إلى الساحل لإغراق وتدمير منشآته. **وأكثر سواحل العالم تعرضاً لهذه الأمواج المدمرة سواحل المحيط الهادي التي تتميز في معظمها بعدم استقرارها تكتونياً مثل السواحل الغربية للجزر اليابانية وسواحل ألاسكا وسواحل جزر هاواي.**



الموجات المدية الضخمة



ثلاثة توضيحات فلميه عن التسونامي



mov.مغر السواحل بالتسونامي



mov.عملية حدوث تسونامي



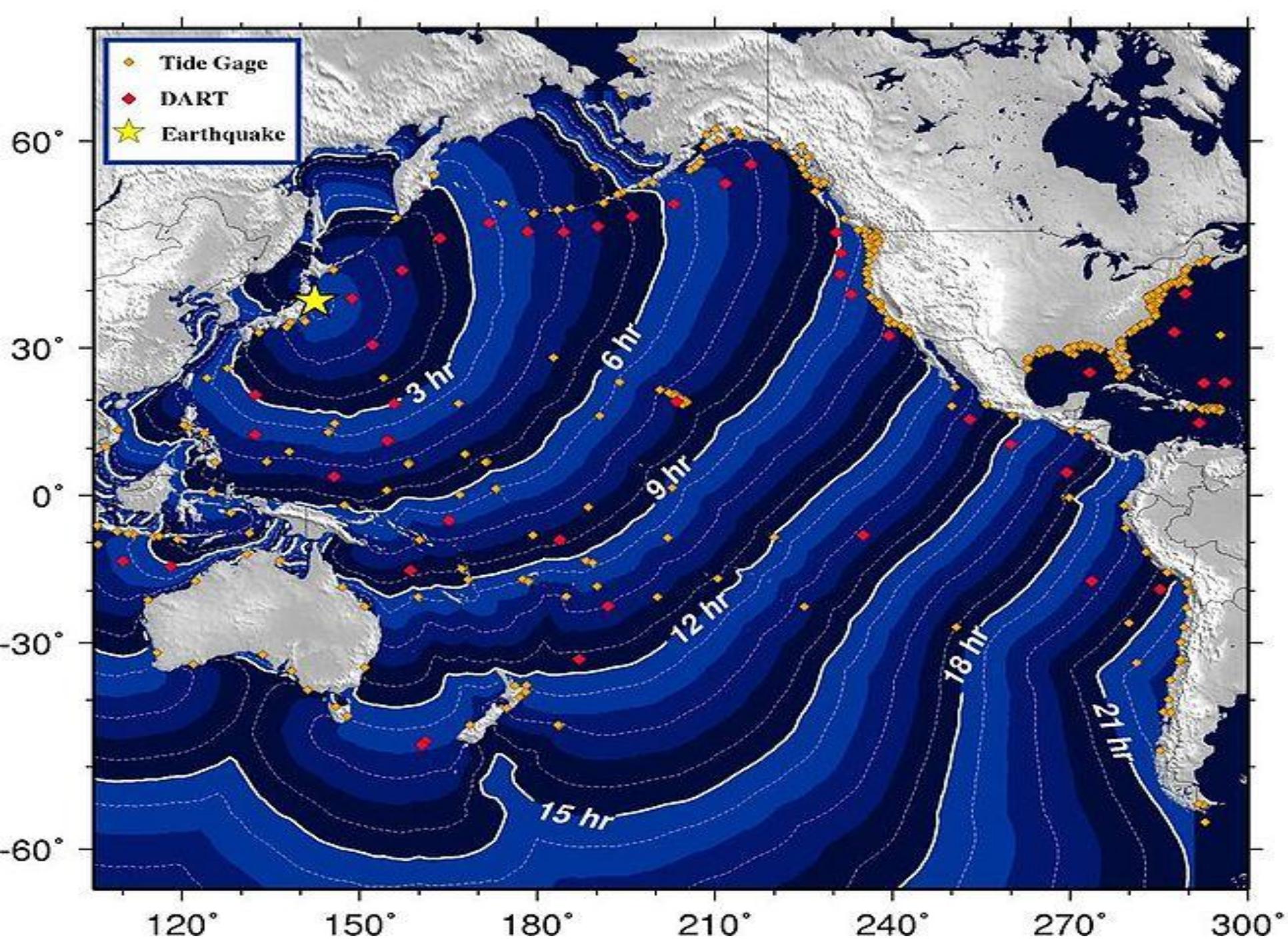
mov.مولد التسونامي

تسونامي اليابان ١١ : ٢٠١١ م



زلزال عنيف بلغ ٨.٩ على مقياس ريختر، قبالة سواحل شرق اليابان حدث في يوم ١١ مارس ٢٠١١ ونجم عنه موجات تسونامي في المحيط الهادي، تقع بؤرة الزلزال شمال شرق العاصمة طوكيو.

نجم عن الزلزال أكثر من ألف قتيل ومفقود وتدمير مطار سنداى وتسجيل أعلى نسبة من الخسائر في الممتلكات وتدمير للبنية التحتية وفي المحطات النفطية والمحطات النووية وتوقفها عن العمل. ويعد هذا الزلزال أعنف الزلزال في تاريخ اليابان منذ بدء توثيق سجلات الزلازل قبل ١٤٠ عاماً.



صورة مرعبة لتسونامي اليابان حيث بلغ ارتفاع المد ١٠ أمتار.







٧- زلازل مفاجئة شهدها العالم

- ١- زلزال القاهرة عام ١٩٩٢م بلغ عدد القتلى ٥٥٠ نسمة مع إصابة عدد كبير من السكان وقدرت الخسائر بملايين الدولارات.
- ٢- تعرضت ولاية كاليفورنيا الأمريكية لزلزال عام ١٩٩٤م بلغ عدد الضحايا من القتلى ٥٧ شخصاً وبلغت الخسائر المادية أكثر من مليار دولار.
- ٣- تعرضت تشيلي عام ٢٠١٠م لزلزال بلغت قوته ٨.٨ قبالة شاطئ منطقة ماولي التشيلية و قد وصل عدد الضحايا نحو ٥٢١ قتيل.

٨- مواجهة الإنسان لأخطار الزلازل

تأخذ مواجهة الإنسان للزلازل وأخطارها اتجاهين أساسيين هما:

الاتجاه الأول: الجهود المبذولة من جانب العلماء والمتخصصين في تحديد مناطق الأخطار الزلزالية ومحاولاتهم لوضع نظام لتوقع حدوثها ولو على المدى القريب وذلك بهدف تقليل الخسائر إلى حدها الأدنى قدر الإمكان.

عادة ما ترتبط مناطق الأخطار الزلزالية بمناطق التصدعات النشطة وذلك من خلال الاسترشاد بأدلة جيولوجية وجيومورفولوجية، وقد بذلت جهود مضيئة من قبل العلماء في دول كثيرة مثل اليابان والولايات المتحدة والصين وروسيا وذلك في محاولات لوضع أسس لتنبؤات مؤكدة عن نشاطات زلزالية بمنطقة ما.

٨- مواجهة الإنسان لأخطار الزلازل

الاتجاه الثاني: لمواجهة الإنسان لأخطار الزلازل فيتمثل في التخطيط السليم لمناطق الأخطار الزلزالية من خلال الأخذ في الحسبان الخيارات التالية:

١- تقوية المنشآت المقامة بالفعل أو ترميمها أو إزالتها في حالة عدم صلاحيتها للاستخدام وإمكانية تعرضها للهدم مع تعرضها للاهتزازات الزلزالية.

٢- في حالة المباني المستقبلية يجب على المخططين تجنب مناطق الأخطار الزلزالية التي تتعرض للاهتزازات وعمليات الإزاحة السطحية أو التسييل.

٣- يجب مراعاة البعد عن المناطق الضعف مثل الخطوط الصدعية النشطة عند إنشاء مكونات البنية الأساسية التي قد تتسبب الزلازل في تدميرها وتعرض المنطقة لكوارث أخرى مثل الحرائق أو الغمر المائي، إلى جانب ذلك يجب استخدام الطرق التكنولوجية المتقدمة عند تصميمها لكي تقاوم بقدر الإمكان الآثار السلبية للزلازل مثل التموجات الأرضية والتسييل.