الموجات الزلزالية

اهتزاز الأرض مصطلح يستعمل لوصف تردد الأرض أثناء وقوع الهزة الأرضية وهذا التردد يحدث بسبب تكون مجموعة من الموجات الزلزالية المختلفة السعة والتردد ، فهناك موجات السطح الزلزالية وأيضاً موجات الجسم الزلزالية .

أما موجات الجسم الزلزالية فتنفذ إلى جسم الأرض فى شكل نوعين من الموجات المختلفة التردد وتعرف باسم موجات P وموجات S وهذه الموجات ذات تردد سريع ولكن فى اتجاه صغير لذلك فهى تسبب أضراراً أقل من الأضرار التى تسببها موجات السطح الزلزالية بالنسبة للمبانى والمنشآت .

وموجات الجسم P وتسمى الموجات الضاغطة أو الابتدائية وهى تتميز بقدرتها على اختراق أعماق الأرض بما فى ذلك أسفل طبقة الغلاف الأرضى بالإضافة إلى منطقة جوف الأرض السائل .

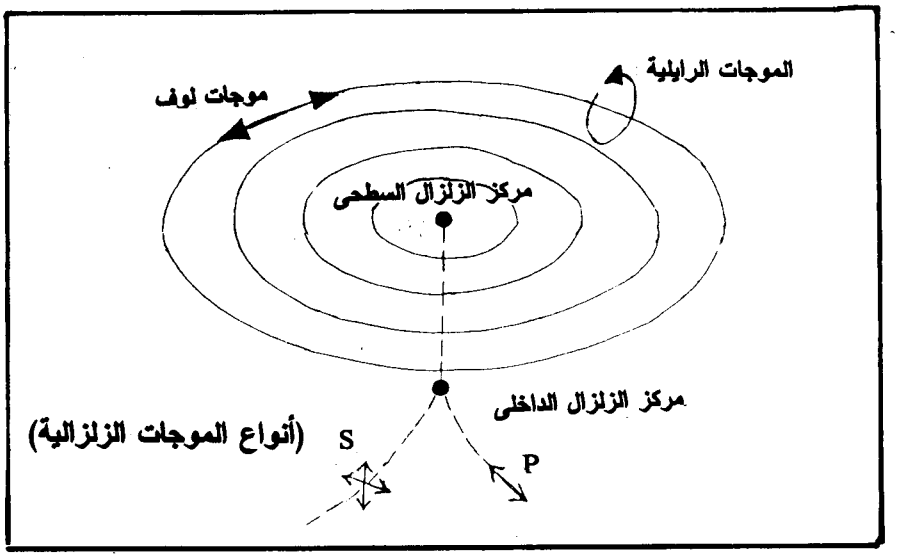
وتنتقل بسرعة تبلغ حوالى ٢٥,٠٠٠ كيلومتر فى الساعة وهى أول الموجات وصولاً وتسبب فى اهتزاز المبانى رأسياً لأعلى ولأسفل .

أما النوع الثانى من موجات الجسم الزلزالية : فتعرف باسم موجات «S» أو الموجات الثانوية وهذه الموجات لا تخترق سوى الأجزاء الصلبة فقط من الأرض وهى لذلك تجتاز مساراً أطول من مسار الموجة «P» ، وهذه الموجات تسير بسرعة تبلغ حوالى ١٦,٥٠٠ كيلومتر فى الساعة ، وتتسبب هذه الموجات فى اهتزاز المبانى فى حركة أفقية ؛ لذا فإن هذه الموجات تعتبر أكثر ضرراً على المنشآت ؛ لأن الحركة الأفقية تؤثر على المنشآت أكثر من الحركة الرأسية .

وقد أثبتت الدراسات أن معظم الأضرار الناجمة عن الزلازل تكون بفعل موجات السطح الزلزالية ؛ إذ أنها تسير وتنتقل عبر سطح الأرض بسرعات تعتبر أبطأ من سرعات موجات الجسم الزلزالية لذلك فهى تصل بعدها ، وتنقسم موجات الجسم أيضاً إلى نوعين من الموجات هى الموجات العرضية ، وهى موجات سطح تتحرك فى مستوى رأسى متتابع مثل الموجات التى تنشأ عند قذف الحصى فى بركة مياه ، وهذا النوع من الموجات السطحية يعرف باسم (الموجات الرايلية) نسبة إلى العالم البريطانى رايلين وهو أول من قام بوصف هذا النوع من من الموجات الزلزالية فى عام ١٩٠٠ والتى تنتقل فى بطء شديد .

أما النوع الثانى من موجات السطح الزلزالية : فتعرف باسم الموجات الطولية أو موجات (لوف) نسبة إلى عالم الرياضيات البريطانى (A.E.H. Love) ، وهذه الموجات الطولية تشبه فى حركتها تلك الحركة التى تنتقل من عربة إلى أخرى عندما يبدأ القطار فى الاندفاع إلى الأمام ، وهى تؤدى إلى تذبذب الأرض أفقياً وفى زوايا قائمة على مدار انتقال الموجه . وهذه الموجات الطولية تتسبب فى التحركات الأرضية الكبرى وتأثيرها قوى وشديد على اجهزة رصد الزلازل ، حتى أن بعض هذه الموجات الطولية السطحية استمر تسجيله على أجهزة السيزموجراف بعد مرور أربعة أيام أو أكثر على حدوث الهزة الأرضية الرئيسية .

ونظراً لأن موجات السطح الزلزالية لها سعات كبيرة جداً بينما ترددتها تعتبر صغيرة بالنسبة لموجات الجسم الزلزالية لذا فإن هذه الموجات تعتبر المسئولة عن الدمار الرئيسى الذى ينتج عن وقوع الزلازل ، هذا وترتبط شدة اهتزاز الأرض بزيادة قوة الزلزال ، كما تنخفض شدة الاهتزاز بالابتعاد عن مركز الزلزال ، وتؤدى موجات الجسم وموجات السطح الزلزالية إلى اهتزاز المبانى بطريقة مركبة ، حيث نجد أن جزءاً من المبنى يتحرك بضع سنتيمترات فى اتجاه معين ، بينما جزء آخر من نفس المبنى يتحرك فى اتجاه مختلف ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تدمير المبنى بسهولة .



أجهـــزة رصـــد الـــزلازل

يستطيع علماء الزلازل تحديد المركز الحقيقى للزلزال أى أن يعرفوا العمق الذى تحدث عنده حركة الصخور داخل الأرض ، كما يمكنهم أن يحددوا المركز السطحى للزلزال وشدة الزلزال ، وكل هذه المعلومات يمكن للعلماء التوصل إليها الآن من خلال أجهزة تسجيل الزلازل ورصدها ، وهذه الأجهزة تسمى سيزموجراف وقد اشتق هذا الاسم من كلمة سيزمو ومعناها زلزال فى اللغة اليونانية ، كما يطلق على العلماء الذين يدرسون علم الزلازل ويستخدمون هذه الآلات لقب السيزمولوجيون ومعناها علماء الزلازل .

وأقدم جهاز سيزموجراف اخترعه رجل صينى يدعى تشانج هيج ، وكان هذا الرجل يعمل مديراً لإدارة التقويم فى الصين ، واستطاع فى عام ١٣٢ ميلادية أن ينجح فى تصميم جهاز يقوم على نفس فكرة الجهاز المستخدم حالياً إلا أنه لم يكن جهازاً وثيقاً ، وكان جهاز تشانج هيج عبارة عن إبريق نحاس بالغ الزخرفة بقطر يبلغ حوالى ٩١ سم ، ويحيط بهذا الإبريق من أعلى حلقة ثبتت عليها وعلى مسافات متساوية نماذج لثمانية رؤوس لحيوان التنين ، وكل رأس من هذه الرؤوس تمسك بكرة صغيرة فى فمها ، وعند قاعدة الجهاز توجد

ثمانية ضفادع جالسة فاغرة فاها فى اتجاه رأس التنين الذى يقابلها تماماً ، ويتدلى فى داخل الإناء النحاسى بندول يشبه اللسان وهذا البندول مجهز بحيث إذا اهتزت الأرض فإنه يهتز ويتأرجح ضارباً إحدى رؤوس التنين الثمانية فتسقط الكرة من فم التنين إلى فم الضفدعة التى تجلس تحته عند قاعدة الإناء النحاسى ، الأمر الذى سيدل على اتجاه مركز الزلزال ، ولكن هذا الجهاز لم يكن دقيقاً بالقدر الذى يسمح بتحديد الزلازل البعيدة ، إذ أن قدرته شملت الزلازل القريبة بدرجة تسمح بإحساس الجهاز بها .

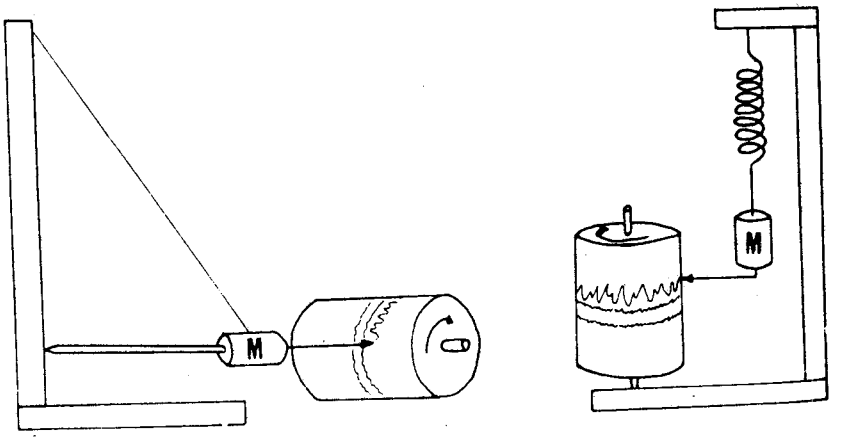
وفى عام ١٧٠٣ قام الفرنسى هوت فول بتطوير هذه الفكرة الصينية مستخدماً وعاءً على شكل الحوض به زئبق ، وحول حافة الإناء توجد ثمانى شفاه ومثبت تحت كل شفة فنجان صغير ، وعند اهتزاز الأرض ينسكب جزء من الزئبق إلى أحد الفناجين الثمانية محدداً اتجاه الزلزال .

كذلك تم تصميم جهاز قديم آخر مماثل عبارة عن وعاء خشبى ذى حواف مسننة ، والوعاء به زئبق ينساب عند حدوث الهزة الأرضية ، فيوضح بذلك اتجاه الزلزال ، إلا أن جميع هذه الأجهزة لم تكن على قدر كبير من الحساسية ، وقد تم بعد ذلك اختراع العديد من الأجهزة الأخرى والتى استخدم فيها الزئبق أو الماء الملون فى الأوانى بغرض رصد الزلازل ، بينما بعض الأجهزة الأخرى صممت على شكل قوارب صغيرة ذات صوارٍ ، ويتم وضع هذه القوارب فى كمية من الماء ، وعند حدوث الزلزال يهتز الماء محدثاً موجات صغيرة مائية فيتأرجح معها صارى القارب مشيراً إلى اتجاه الزلزال ، كما كانت هناك أيضاً أجهزة تحمل بندولاً ضخماً ذا مؤشر ، وهذا البندول معلق فوق أوانٍ تمتلىء بالرمال بحيث يؤدى تأرجح مؤشر البندول إلى إحداث علامات فوق الرمال توضح اتجاه موجات الزلزال .

وهكذا ومع حلول أواخر القرن التاسع عشر ، كانت قد توفرت أعداد لا بأس بها من أجهزة رصد الزلازل المختلفة والجيدة والتى استخدمت فيها ميكانيكية الساعات أو فكرة الوميض الضوئى أو دق الأجراس ؛ إلا أن هذه الأجهزة على اختلاف أفكارها لم تتمكن من قياس الموجات الزلزالية أو حتى

تحديد اتجاه الزلزال بالدقة المطلوبة ، لذا فقد بدأ الاهتمام بضرورة استخدام البندول وذلك فى إطار قوانين نيوتن للحركة والتى تقول : إن (كل جسم ساكن يحتفظ بحالته من السكون ما لم تؤثر عليه قوة خارجية) ، وهذا يعنى إنه عند اهتزاز الأرض يقوم بندول معلق بتحديد نسبة تحرك الأرض ولم تكن أجهزة بندول السيزموجراف القديمة مقنعة بالدرجة المطلوبة نظراً لقفز القلم على الورقة أثناء الاهتزاز مما يفقد الجهاز درجة كبيرة من حساسيته ودقته .

وفى منتصف الثمانينات من القرن التاسع عشر قام عالم الزلازل الإنجليزى جون ميلنى والذى أطلق عليه لقب (أبو علم الزلازل) بعمل بعض التطوير باستخدام حزمة ضوئية مسلطة على ورق تصوير فوتوغرافى مما قلل إلى حد كبير من درجة الاحتكاك ، كما أنه استخدم أيضاً ورقة متحركة ومدرجة كالساعة للتسجيل ، إلا أن جهازه أيضاً لم يكن متحيزاً ويفتقر إلى الدقة اللازمة .



(رسم مبسط يوضح فكرة السيزموجراف)

أما العالم الروسى بوريس جاليتزن فقد توصل إلى فكرة وضع ملف دقيق فوق البندول وترك هذا الملف يتحرك بين قطبى مغناطيسى ، وعند اهتزاز الأرض يبقى البندول ثابتاً تماماً بينما يولد المغناطيسى المتحرك تياراً كهربياً

ببسيطاً فى الملف وهذا بدوره يصنع مؤشراً كهربياً دقيقاً . وأطلق على هذا الجهاز اسم (الجلفانوميتر) وقد أدخلت بعض التعديلات على هذا الجهاز لزيادة درجة الحساسية وذلك من خلال التكبير الإلكترونى للإشارات الكهربية الضعيفة ، كما استخدم فى تسجيلها شتى الطرق المختلفة مثل استعمال قلم وورقة أو استعمال اسطوانة فوتوغرافية وشريط تسجيل ، كما استخدم البندول المعلق أفقياً كصمام متأرجح ، مما قلل من تأثير الاهتزازات التى كان يتعرض لها البندول الرأسى .

كذلك أمكن الوصول إلى تحديد متكامل لطبيعة الموجات الزلزالية من خلال تطوير هذه الأجهزة لتعمل بحد ثلاثة محاور : أحدهما رأسى والآخران أفقيان ، والآن يمكن لمحطة رصد الزلازل أن ترصد ما يقع من هزات أرضية فى أى بقعة من بقاع العالم .

وتسمى البيانات الزلزالية الصادرة من مرسم الزلازل باسم سيزموجراف ، أما تلك البيانات التى توضح طبيعة الموجات الزلزالية فتسمى سيزموجرافا .

وقد وجد أن الموجات المسجلة تتعرض أثناء مرورها خلال طبقات الأرض المختلفة إلى الكثير من التشويه حيث تقوم الأرض بترشيح هذه الموجات نتيجة لتعقيد مكونات الأرض الداخلية والتى تتكون من صخور عديدة غير متجانسة ؛ لذا يتعذر سماع الإشعاع الزلزالى الصادر من مركز الزلزال فى أعماق الأرض بطريقة مباشرة ، لذلك تم تصميم نموذج نظرى له القدرة على نسخ ما يحدث من عمليات التشويه التى تحدث عبر طبقات الأرض المختلفة ، ويطلق على هذا النموذج اسم (رسم بيان انتقال الحركة الزلزالية) ويستخدم هذا النموذج فى تحديد موقع الزلزال السفلى بالإضافة إلى شدة الزلزال ، وهذا النموذج تزود به محطات رصد الزلازل لتحديد بعد الزلزال عن محطة رصد الزلزال ، وقد أكدت عمليات التجارب النووية التى أجريت مدى دقة هذا الرسم البيانى حيث أمكن من خلاله تحديد زمن بدء الانفجار وموقعه ونطاقه .

كذلك يتم تحديد مركز الزلزال السطحى وهى النقطة على سطح الأرض

الواقعة فوق المركز السفلى للزلزال مباشرة والذى يتم تحديده من خلال بعض العمليات الحسابية للبيانات المسجلة عن طريق محطتين لرصد الزلازل على الأقل .

ويمكن تفسير هذه العملية بطريقة مبسطة ، وذلك من خلال توضيح حركة نوعى الموجات الزلزالية المختلفة .

فكما سبق وذكرنا أن الموجة الزلزالية الثانوية S تتميز بأنها أبطأ فى سرعتها من الموجة الابتدائية P ، لذلك نجد أن الموجة S تصل إلى محطة رصد الزلزال بعد الموجة P كما تبين ـ وبصفة عامة ـ أنه كلما ازداد عمق المركز السفلى للزلزال ازداد الفارق الزمنى بين وصول الموجه P والموجه S ، فمثلاً إذا كان الزلزال على بعد حوالى ٣٣٠٠ كيلومتر فإن الفارق الزمنى بين وصول الموجة P والموجة S يكون حوالى ٤,٥ دقيقة ويلاحظ تلك الفروق بين أوقات وصول هذه الموجات الزلزالية المختلفة يمكن حساب بعد الزلزال بالنسبة لمحطة الرصد .

أما موقع الزلزال فيتم تحديده من خلال تجميع قراءات ثلاث محطات أو أكثر ثم إعداد خريطة تحدد عليها دوائر حول موقع كل محطة ، وتكون هذه الدوائر بنصف قطر يساوى بعد مركز الزلزال عن هذه المحطة وتمثل نقطة تلاقى جميع هذه الدوائر موقع الزلزال .

مقياس ميركالى

اعتمدت عمليات قياس الزلازل فى البداية على الآثار التى يحدثها الزلزال ، إلا أن ذلك المعيار لم يكن يتميز بالدقة المطلوبة نظراً لاختلاف التقديرات بالنسبة لهذه الآثار ، إلى أن قام عالم الزلازل الإيطالى جيوسيب ميركالى بتصميم مقياس مضبوط يعتمد على حجم الضرر الذى تعرضت له الأنواع المختلفة من التركيبات الأرضية .

وقد قام العلماء الأمريكيون بإدخال بعض التعديلات على هذا المقياس وأطلقوا عليه اسم مقياس ميركالى المعدل ، وهو مقياس مقسم إلى ١٢ مستوى

من مستويات الشدة ، ويبدأ من مستوى مجرد الإحساس بالهزة بصعوبة ثم يتدرج حتى يصل إلى أقصى مستوى من الشدة وهو مستوى الدمار الكامل .

إلا أن استخدام أسلوب المقارنة فيما يحدثه الزلزال من آثار قد لا يعتبر الوسيلة الفعالة لقياس شدة الزلزال نظراً لأن حجم الدمار يتوقف على عدة عوامل كثيرة منها على سبيل المثال مدى البعد عن مركز الزلزال وطبيعة الصخور المتواجدة على السطح بالإضافة إلى طبيعة تصميم المبانى والمنشآت فى موقع الزلزال ؛ لذا فقد تم تطوير وسائل تحديد كمية الطاقة المنطلقة من الزلزال فى قياسات تعرف باسم الشدة .

مقياس ريختر

يعتبر هذا الجهاز من أوسع أجهزة قياس الزلازل انتشاراً وقد قام بتصميم هذا الجهاز عالما الزلازل الأمريكان تشارلز يرخيتر وبينو جاتنبرج ، وتتلخص فكرة هذا الجهاز فى قياس شدة الزلزال من خلال كمية الطاقة المنبعثة من هذا الزلزال والتى يجب ألا تتأثر ببعد محطة رصد الزلزال أو بنوع مرسمة الزلازل المستخدمة ، وهى طريقة تتميز بالسهولة حيث يقوم العالم المختص فى البداية بقياس أقصى سعة لحركة الأرض من خلال استخدام مرسم الزلازل ثم تقسم هذه القيمة على درجة التكبير المصمم بها الجهاز فيترتب على ذلك الحصول على القيمة الحقيقية لهذه السعة عند نفس موقع محطة الرصد ، ثم يقوم الشخص المكلف بالعمل بضبط مقدار الانخفاض فى شدة الموجات الزلزالية نتيجة رحلة هذه الموجات من المركز السفلى للزلزال وحتى وصولها إلى محطة رصد الزلازل وبذلك يمكن حساب كمية الطاقة المنطلقة ، والواقع أن المحطات المختلفة لاتتفق معاً حول نتائج واحدة ؛ لذا يؤخذ متوسط لنتائج المحطات المختلفة .

وتستعمل اللوغاريتمات فى مقياس ريختر بمعنى أن كل درجة من درجات هذا المقياس تعنى زيادة فى شدة حركة الأرض بما يعادل عشرة أمثال الدرجة السابقة لها مباشرة ، كما يعنى أيضاً أن انطلاق كمية من الطاقة يعادل حوالى ٣٠ ضعفاً ، وعلى ذلك نجد أن زلزالاً شدته ٧,٥ درجة مثلاً يطلق كمية من الطاقة تعادل ٣٠ مرة أو أكثر من الطاقة التى يطلقها زلزال آخر شدته

٦,٥ درجة وحوالى ٩٠٠ مرة أكثر من زلزال شدته ٥,٥ درجة ، مما يعنى أن زلزالاً ضخماً شدته ٨,٥ درجة يطلق من الطاقة ما يفوق بكثير تلك الهزة البسيطة التى يشعر بها الإنسان ، وهذا التوضيح ينفى التصور الذى يقول : إن وقوع زلزال متوسط الشدة مثل زلزال متوسط صدع سان أندرياس فى أمريكا من شأنه أن يقلل من فرص وقوع زلزال آخر شديد فى نفس المنطقة ؛ ذلك لأن كمية الطاقة التى تنطلق مرة واحدة من مثل هذه الزلازل قد لا تكفيها آلاف الهزات الأرضية الصغيرة الأخرى .

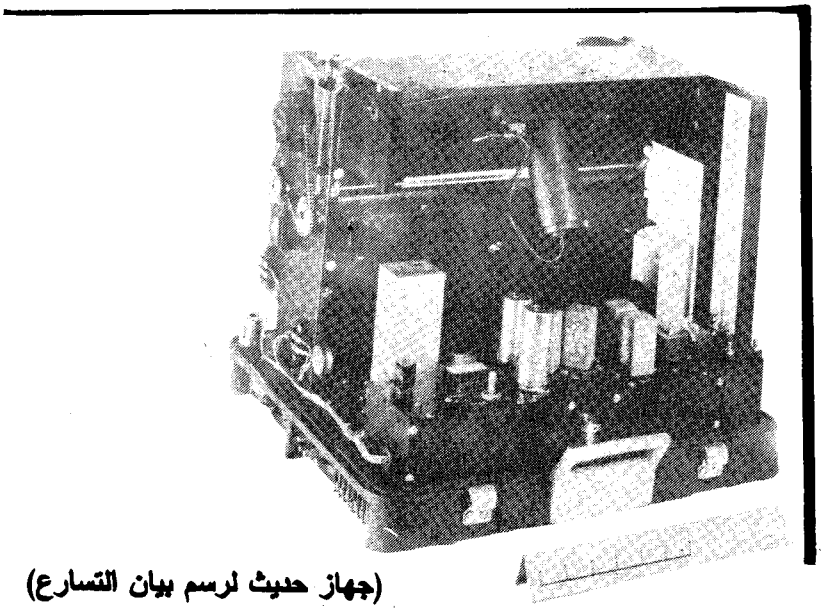
وتأتى الصعوبة فى قياس درجة شدة الزلزال من أن الطاقة الزلزالية لا تنطلق من نقطة واحدة فقط ولكنها تمتد بطول الصدع كله مما يشكل صعوبة فى القياس ، ومع اتساع الصدع تتحرك نقطة مركز الإشعاع الموجى من موضع إلى آخر وكثيراً ما تتداخل موجات هذا الموقع مع موجات أخرى صادرة من موقع آخر .

وقد وقع خلال هذا القرن ما يقرب من ٦٠ زلزالاً تراوحت شدتهم ما بين ٨ درجات و ٨,٧ درجة ، ورغم ذلك فإن هناك بعض هذه الزلازل مازالت تطلق كميات كبيرة من الطاقة تعتبر أكبر من طاقة الجهاز ، ويحدث هذا نتيجة لأن الصدوع فى حالة الزلازل الضخمة تكون كبيرة وتستلزم مسافة أطول تقطعها الموجة الزلزالية حتى تصل إلى محطة رصد الزلازل إذا ما انطلقت من نقطة بعيدة للصدع مما يقلل من القيمة الفعلية لشدة بعض الزلازل الضخمة عند قياسها ، ولعل هذا يفسر ما حدث فى عام ١٩٧٧ عندما قفزت شدة زلزال الجمعة الحزينة فى آلاسكا حتى بلغت ٩,٢ درجة بعدما كان الزلزال السابق فى عام ١٩٦٤ يبلغ ٨,٥ درجة فقط ، بينما زلزال سان فرانسيسكو عام ١٩٠٦ نجد أن شدته انخفضت من ٨,٣ إلى ٧,٩ درجة بعد أن هدأ الزلزال .

وعادة ما تتعرض أجهزة قياس الزلازل للتدمير عند وضعها بالقرب من الصدع الزلزالى أو تحت تأثير زلزال ضخم ، لذا فإن عملية قياس الموجات القصيرة التى تحدث بعد الزلازل الشديدة مباشرة عادة ما تكون بالغة الصعوبة

بالنسبة لعملية قياس الموجات الطويلة والتى يمكن دراستها على البعد وفى أمان تام .

وقد تم استخدام أجهزة للقياس مسطحة التصميم تسمى جهاز رسم بيان التسارع ، ويتم زرع هذه الأجهزة بالقرب من الصدوع فى المناطق الزلزالية المعروفة مثل ولاية كاليفورنيا بأمريكا وغيرها من المناطق الأخرى ، وتتيح هذه الأجهزة إمكانية قياس موجات الزلزال القصيرة ودراستها ، ومن خلال هذه الدراسات أمكن للمهندسين التوصل إلى تصميمات معمارية متطورة يمكنها أن تقاوم الحركات الزلزالية فى المناطق المعرضة للزلازل .



(جهاز حديث لرسم بيان التسارع)

بعض آثار ومضاعفات الزلازل

لا ينحصر أثر الزلازل المدمرة فى التسبب فى انهيار المبانى ومصرع الآلاف من البشر فقط ، ولكن هذا الأثر يمتد أيضاً ليشمل العديد من الآثار والمضاعفات الطبيعية : بعضها سريع الأثر والبعض الآخر يظهر على المدى الطويل مما يؤثر بشكل واضح على تضاريس وتكوين سطح الكرة الأرضية .

فالزلازل يمكن أن تتسبب فى إحداث انهيالات وانهيارات صخرية مختلفة

ومتعددة ، بل إن الزلازل تستطيع فى بعض الأحيان أن تدفع بركاناً خامداً فى إحدى المناطق المجاورة لها وتعيد إليه الحياة والنشاط مرة أخرى ، كما أن طول الفترة الزمنية التى تهتز فيها الأرض خلال الزلزال قد تؤثر بشكل واضح على حجم وشكل الدمار الذى يحدث سواء من ناحية التكاليف المادية الباهظة أو من ناحية التغيرات الطبيعية فى التركيبات الضخرية المختلفة .

وقد دأب العلماء المختصون فى هذا المجال على ملاحظة ودراسة هذه الآثار والمضاعفات للكوارث الزلزالية المتعددة وأمكنهم حصر معظمها ومن هذه الآثار على سبيل المثال :

انفجار الينابيع المائية

هناك تأثيرات تدل على مدى الاضطرابات التى تحدث فى باطن الأرض بالقرب من مناطق الزلازل ، فقد يحدث ارتفاع أو انخفاض فى مناسيب المياه داخل الينابيع والآبار ، بل إن بعض هذه الينابيع والآبار قد توقفت تماماً عن دفق المياه كمجموعة مع بعضها البعض بعد وقوع بعض الزلازل ، بينما البعض الآخر أصبح يدفع بمياه حمراء أو صفراء اللون وذات رائحة كبريتية ومذاق غريب ، وقد سجل العلماء أن الزلازل بصفة عامة يمكن أن تتسبب فى إحداث جفاف مؤقت فى قاع الأنهار مثل ما حدث لنهر التايمز فى انجلترا حيث تعرض هذا النهر للجفاف فى عام ١١٥٨ عندما تعرضت مدينة لندن لزلزال شديد .

موجات البحر الزلزالية أو الموجات التسونامية

عند وقوع الزلازل يتولد نوع من الموجات البحرية تحت سطح البحر ، وهذا النوع من الموجات البحرية يعرف باسم موجات البحر الزلزالية أو موجات البحر التسونامية وهو اسم أطلقه اليابانيون من كثرة ما عانوا من هذا النوع من الأمواج ، وكلمة تسونامى تعنى الموجة المدية فى اللغة اليابانية وهى موجة بحرية شديدة الارتفاع والقوة تنشأ عقب وقوع الزلازل .

وهذه الموجات لا علاقة لها بحركات المد والجزر المعتاه فى البحار

والمحيطات ، ولكن معظم هذه الموجات يكون سببها عملية الإزاحة الرأسية التى تحدث فى قاع المحيط ، كما أن بعض هذه الموجات ينشأ بسبب بعض الآثار والمضاعفات الزلزالية مثل الانهيالات الساحلية الواسعة النطاق .

بالإضافة لثورة البراكين التى قد تحدث مثل ثورة بركان كراكاتوا الذى انفجر فى عام ١٨٨٣ فى اليابان ، ومثل هذه الأحداث قد تسبب فى وجود تموجات بحرية ضخمة وبارتفاعات بالغة ، ففى المحيط المفتوح قد ترتفع هذه الموجات حتى يصل ارتفاعها ما يقرب من المتر ويمتد طولها إلى حوالى ٥٠٠ كيلومتر وقد تتراوح المسافة بين قيمة كل موجة والأخرى ما بين ١٠٠ إلى ٢٠٠ كيلومتر . لذلك نجد أن موجه التسونامى لها انحدار معتدل ومن الصعب رصدها عملياً أثناء مرورها ، حيث تنتقل هذه الموجات بسرعة تتراوح بين ٥٠٠ إلى ١٠٠٠ كيلومتر فى الساعة .

وعندما تقترب الموجة من المياه الساحلية الضحلة نجد أنها تتخذ شكل الحائط المائى الهائل الذى قد يبلغ ارتفاعه حوالى ٦٠ متراً ، ولكن فى أغلب الأحيان لا يزيد ارتفاعها عن بضعة عشرات من الأمتار ، وتبدأ خطورة هذه الموجات عند دخولها منطقة المياه الضحلة عند الموانى والخلجان الضيقة حيث تصطدم بمستوى عمق المياه فى هذه المناطق مما ينتج عنه انخفاض مفاجىء فى سرعتها ، وتسبب عملية الأنخفاض المفاجىء هذه إلى حدوث زيادة وفيرة فى كمية المياه فيزداد معها ارتفاع الموجة بشكل ضخم مروع ، وتتسبب هذه القوة الضخمة الهدامة فى إحداث دمار شديد عند ارتطامها بالشاطىء ، وعادة ما تتعرض المبانى الكبيرة والمنازل فى هذه المناطق للانهيار عند ارتطام مثل هذه الموجات بها ، وكثيراً ما تحمل هذه الموجات التسونامية البواخر الكبيرة وترفعها ثم تجرفها نحو الأرض اليابسة لتستقر بعد ذلك فوق رمال الشواطىء .

والشواطىء اليابانية مشهورة بهذا النوع من الموجات التسونامية والتى تسببت فى تدمير معظم الشواطىء فى الجزر اليابانية ومصرع العديد من الضحايا .

الجلبة والضوضاء

تختلف درجة الجلبة والضوضاء التى يحدثها الزلزال تبعاً للمنطقة التى يحدث بها هذا الزلزال ؛ إذ تكون الجلبة منخفضة النطاق فى المناطق ذات التربة الصلبة عنها فى المناطق ذات التربة الهشة ، أما فى المدن فكثيرا ما يكون من الصعب التمييز ما بين صوت جلبة الزلزال وصوت انهيار المنشآت .

وهذه الأصوات الزلزالية عادة ما تكون فى شكل انفجارات قصيرة أو فى هيئة سلسلة متتالية من الضربات العنيفة التى قد يخطىء السامع لها ويظن أنها مجرد انطلاق لقذائف مدفعية .

كما أن الضوضاء الزلزالية يمكن أن تكون فى شكل صوت طقطقة عالية كالتى تصدر عند إلقاء الحصى على سطح من الصفيح ، ولكن فى بعض الأحيان يكون الصوت صاخباً ومندفعاً مثل صوت الريح القوية التى تمر عبر الأشجار ، بينما فى أحيان أخرى يكون الصوت الصادر من الزلزال كصوت الرعد ، وقد أوضح علماء الزلازل أن هذه الأصوات قد تسبق الاهتزازات بفترة يمكن أن تصل لأكثر من أسبوعين ، كما حدث فى حالة زلزال تركيا عام ١٩٧٦ الذى أدى إلى مصرع حوالى ٤٠٠٠ شخص ، إلا أنه فى معظم الأحيان عادة ما يسمع صوت الزلزال فى نفس الوقت الذى يشعر فيه الناس بوقوع الزلزال ، وتستمر هذه الأصوات لفترة قصيرة ومستمرة ترتبط باستمرار وقوع الزلزال نفسه .

كذلك موجات الضغط الجوى الناتجة من وقوع الزلزال يمكن أن تحدث أيضاً أصواتاً تدوى مثل صوت الرعد ، ويمكن سماع هذه الأصوات على البعد ، وقد ترتفع هذه الموجات الصوتية فى بعض الأحيان حتى تصل إلى الطبقات العليا للغلاف الجوى ، وقد أثبت العلماء أن زلزال اليابان الذى وقع عام ١٩٦٨ بالإضافة إلى زلزال جزيرة كورلى عام ١٩٦٩ قد تسببا فى إحداث تغيرات ملموسة فى طبقة الأيونوسفير وهى الطبقة العليا من الغلاف الجوى حيث قامت موجات السطح الزلزالية بدفع موجات ضغط صوتية فارتفعت بوضوح لأعلى رأسياً خلال طبقات الغلاف الجوى .

الأشعة الضوئية

لاحظ العلماء أن وقوع الزلازل يقترن بصدور نوع معين من الأشعة الضوئية ، وكثيراً ما تظهر هذه الأشعة على شكل قبة فى الهواء وتكون على مقربة من سطح الأرض .

وهذه الأشعة الضوئية تسطع أثناء حدوث الزلزال إلا أنه أمكن ملاحظتها قبل وبعد الزلزال ، كما أمكن رصد مشهد هذه الأشعة الضوئية على بعد حوالى ٤٥٠ كيلومتراً من مكان وقوع الزلزال .

وبعض التفسيرات القديمة لهذه الظاهرة تنسب هذه الأضواء إلى وجود برق أو أى اشتعال الأبخرة القابلة للاشتعال والتى تتسرب من الشقوق الأرضية .

وقد أوضحت بعض التقارير أن كرات اللهب اندفعت من الأرض ثم سقطت فى البحر .

ومن الظواهر الطبيعية البالغة الغرابة أن هذه الأضواء تكون مصحوبة بتأثيرات كهربية فريدة ، حيث لوحظ وجود صفائح مضيئة تقذف من خلال سحب الغبار الكثيفة الناتجة من الزلزال ، وهناك العديد من التقارير التى أوردت وجود نشاط كهربى غريب قبل وأثناء وقوع الزلزال ، ومن الممكن فى عصرنا الحالى تفسير ظهور تلك الأقواس الكهربية إلى وجود العديد من الأسلاك الكهربية العلوية المتشابكة .

كذلك أشارت التقارير إلى حدوث اختلال واضح فى الإرسال اللاسلكى والمغناطيسى أثناء وقوع الزلازل .

وقد أوضح بعض العلماء أن ظاهرة الأشعة الضوئية التى تظهر بوضوح أثناء الزلزال ترجع إلى أن الاحتكاك الشديد الذى يتم على خط الفالق يؤدى إلى تسخين ورفع درجة حرارة شريط رفيع من الصخر الملاصق لهذا الخط فينتج عن ذلك تصاعد لبخار الماء الذى يكون كالعازل حول الجزء المنزلق من الصدع ، وهذا الخليط من الصخور المتفتتة وبخار الماء يتسبب فى توليد نوع من المجال الكهربى ويكون مسئولاً عن تفريغ الشحن الكهربية الموجودة .

هذا وقد عكف العلماء على دراسة هذه الظواهر الكهربية حتى يمكن الاستعانة بها فى مجال التنبؤ بحدوث الزلازل .

(الأشعة الضوئية الزلزالية)

السيولة الصخرية

تهدد الزلازل تكوين وتركيب القشرة الأرضية بشكلٍ واضح ومباشر ، والسيولة الصخرية مصطلح يستخدم لوصف بعض العمليات الطبيعية التى تحدث داخل التربة وتؤدى إلى انهيار أجزاء من الأرض خلال وقوع الزلازل والبراكين العنيفة ، وهذه الظاهرة تقتصر على مناطق معينة لها ظروف جيولوجية ومائية محددة للبيئة المحيطة بالزلزال وهذه الظاهرة تتركز بصفة أساسية فى المناطق التى ترسبت فيها طبقات الطمى والرمال خلال فترة ١٠,٠٠٠ سنة الأخيرة هذا إلى جانب وجود مياه جوفية على عمق قد يبلغ ١٠ أمتار من السطح .

وبصفة عامة يمكن القول أنه كلما كانت الطبقات المترسبة أكثر تفككاً وأصغر عمراً فى التكوين مع ارتفاع نسبة التشبع بالماء كانت هذه التربة أكثر قابلية للتأثر أثناء وقوع الزلزال .

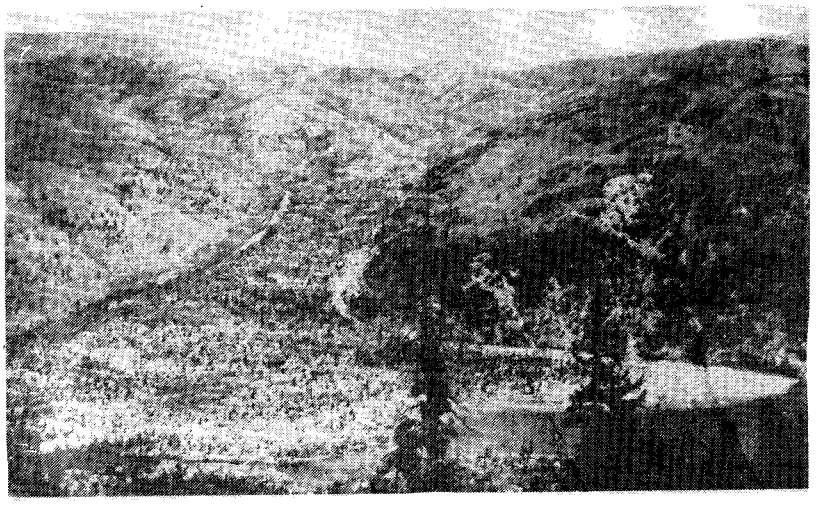
وظاهرة السيولة تسبب تكون تربة خالية من الطَّفْل وغنية بالرمال والطمى مما يجعلها تتصرف كالسوائل اللزجة ، وما أن تتعرض هذه التربة للموجات الزلزالية حتى تنهار الأجزاء الضعيفة والغير متماسكة ، وقد يؤدى هذا التمزق فى تكوين التربة إلى تزايد الضغط على المياه الجوفية مما يسبب نوعاً من الطفح المائى يدفع بهذه التربة الحبيبية فى شكل فيضان لفترة قصيرة .

(انتشار أفقى للمياه بعد زلزال الاسكا عام ١٩٦٤)

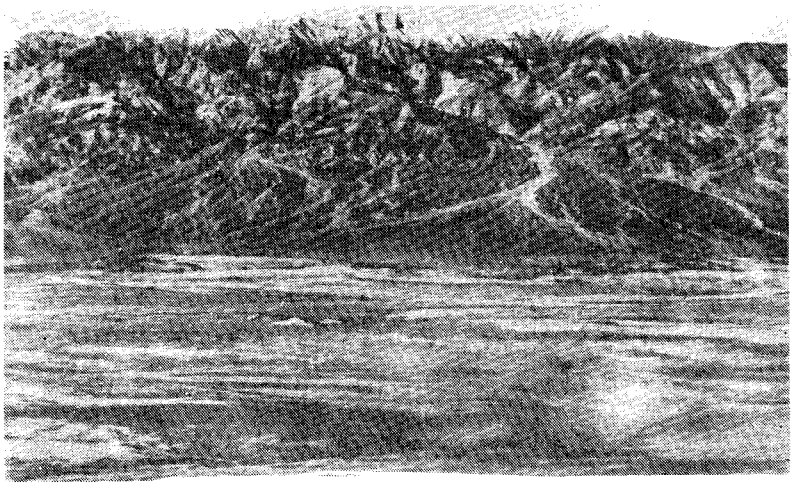
وفى بعض الأحيان تتكون نافورات للمياه المختلطة بالرمال والتى تكون فى حالة غليان بسبب اندفاعها من منطقة الضغط السائلة وقد يصل ارتفاع هذه النافورات لعشرات الأمتار ، كما أن هذه الرمال الساخنة قد تتسبب أيضاً فى حدوث فيضانات محلية ، وسرعان ما تتجمع مكونة تجمعات فى مساحات كبيرة من الرمال والطمى وتبدأ فى الانتشار أفقياً مما يؤدى إلى العديد من الشقوق والحطام وعادة ما يحدث ذلك فى المناطق البسيطة الانحدار ، وقد ظهر هذا الأثر بوضوح خلال زلزال آلاسكا عام ١٩٦٤ حيث تسببت عمليات الانتشار الجانبى الفيضانى بالقرب من الفروع النهرية فى إحداث أضرار بالغة نتيجة لضغط الرواسب المناسبة على الجسور والكبارى التى تمر فوق هذه القنوات المائية فأدت إلى ابنعاج بعضها وتحطيم البعض الآخر لمجموع يزيد عن ٢٠٠ قنطرة وجسر ، هذا بالإضافة إلى قيام هذه الرواسب المناسبة بدفع طبقات التربة عند هذه الجسور ، مما تسبب فى تحريك وميل الأرصفة ودعامات الجسور .

كما يعتبر هذا الانتشار الأفقى لفيضان الرواسب السائلة مدمراً لخطوط الأنابيب كما حدث خلال زلزال سان فرانسيسكو عام ١٩٠٦ حيث تحطمت معظم خطوط الأنابيب الرئيسية للمياه مما أعاق عملية مكافحة الحريق ، وكان

التدهور والتحرك الأرضى المتداخل الذى حدث بسبب هذا الانتشار الفيضانى والذى بلغ حوالى (٢ متر) فى بعض المواقع مسئولاً وبدرجة كبيرة عن تدمير مدينة سان فرانسيسكو .



(انتشار فيضانى للطمى فى كلورادو)



ومن أسوأ مظاهر التدهور الأرضى الذى يمكن أن يحدث عند وجود كتل صخرية متماسكة فوق طبقة من التربة السائلة ، وهذا النوع من التدهور الأرضى عادة ما يتحرك لعشرات الأوتار بل إنه تحت ظروف جيولوجية معينة يمكن أن يسير عشرات الكيلومترات وبسرعة قد تصل إلى عشرات الكيلومترات فى الساعة الواحدة ، وهذا النوع من التدهور الأرضى عادة ما يحدث فى المناطق ذات الانحدار الواضح ، وقد ظهر أثر هذه الظاهرة بوضوح خلال زلزال كانسو بالصين عام ١٩٢٠ حيث أدت إلى سقوط التدفقات والانهيارات بأحجام كتل كبيرة أدت إلى مصرع ما يزيد عن ١٨٠,٠٠٠ شخص .

كذلك من أشد أنواع هذا التدهور تدميراً وقوة والذى كثيراً ما يحدث تحت سطح الماء وعند الشواطىء والمناطق الساحلية كما حدث على سبيل المثال خلال زلزال آلاسكا عام ١٩٦٤ عندما جرف هذا الانهيار الأرضى تجهيزات الموانى فى مناطق سيوارد ووايتر وفالدز حتى أن قوة هذه الانهيارات تسببت فى حدوث موجات بحرية تسونامية واسعة النطاق امتدت عبر المنطقة الساحلية والحقت المزيد من الدمار والخسائر فى الأرواح .

وقد يحدث أن تتعرض التربة التى تحمل بعض المبانى أو المنشآت لظاهرة السيولة مما قد يعرض هذه المنشآت للتدهور والهبوط أو الميل إذ أن هذه التربة السائلة تشوه التركيبة العامة للطبقة التى تحت سطح الأرض وبالتالى تسببت فى انخفاض قوة تحميل هذه الطبقة مما يترتب عليه حدوث ذلك الهبوط الأرضى للطبقة التى تحمل المبانى ، ومن أوضح الأمثلة بالنسبة لهذا النوع من التدهور الأرضى ذلك المشهد المثير الذى حدث خلال زلزال نيجاتا باليابان فى ١٦ نوفمر من عام ١٩٦٤ حيث مالت عدة مبانى سكنية ذات الأربعة طوابق حتى بلغ هذا الميل ما يقرب من ٦٠ درجة فى بعض الحالات ومن العجيب أن معظم هذه المبانى قد أعيدت إلى وضعها المستقيم مرة أخرى وزودت بالدعائم والأوتاد اللازمة ثم أعيد استخدامها للسكن مرة أخرى .

(انهيار التربة تحت
أحد المنازل من فلوريدا)

الانهيـــار الأرضـــى

هناك بعض الانهيارات الأرضية الغير ناتجة عن السيولة فى التربة ، ولكنها عادة ما تكون عبارة عن انهيارات سريعة للطبقات العليا وقد تصطحب معها الطبقة التى تحتها ، أما إذا اقتصر الانهيار على الطبقة العليا فقط فإنه فى هذه الحالة يسمى انهيار الحطام .

وهناك نوعان للانهيار الأرضى الأول يسمى انهيار الصخور بينما الثانى يسمى السقوط المفاجىء .

وانهيار الصخور قد يحدث عند تحطم كتلة من طبقة صخرية وأثناء سقوطها تتحول إلى شظايا صخرية عديدة ، وهذا النوع من الانهيار يسلك نفس مسلك التدهور السائل حيث ينتشر فى الوادى الأسفل بل إنه قد يصعد أيضاً لمسافات معينة نحو أعلى الهضبة المقابلة للوادى ، وهذا النوع من الانهيار عادة ما يكون ضخماً ومدمراً نظراً لسقوط ملايين الأطنان من كتل الصخور المحطمة ويكثر حدوث مثل هذا النوع من الانهيارات الأرضية فى حالة وجود طبقات أرضية ضعيفة أو عند وجود شقوق موازية لأحد المنحدرات وخصوصاً إذا تعرض هذا المنحدر لجرف نهرى أو جليدى أو عند القيام بالحفر لأعمال الإنشاءات .

أما الانهيار الأرضى من خلال السقوط المفاجىء ، فعادة ما يحدث هذا

النوع عند وقوع كتلة صخرية شديدة التماسك فوق بعض الصخور الضعيفة مما يؤدى إلى تفتت هذه الصخور الضعيفة وانزلاقها ثم انهيارها فى تراكم أسفل الجبل أو المنحدر مما يتسبب فى ميل الصخر المتماسك الذى يعلوها ، وهذا النوع ينتج عنه تكوين جروف صخرية جديدة على عكس النوع الأول من الانهيار الصخرى ، وقد يصل ارتفاع هذه الجروف إلى ارتفاعات شاهقة من الصخور المتراصة فوق بعضها البعض مما قد يمهد لحدوث سقوط مفاجىء آخر جديد أو الواقع أن هذا النوع من الانهيار الأرضى يأخذ شكل التتابع المستمر ، ويمكن مشاهدة العديد من الأجيال الأولى للسقوط الأرضى المفاجىء والتى تقبع معظمها أمام الجروف الصخرية الموجودة حالياً .

وتعتبر ولاية كاليفورنيا خير مثال على هذه الظاهرة ، فقد اعتاد سكان هذه الولاية على رؤية مثل هذا النوع من الانهيار الأرضى المتكرر فقد حدث ما يقرب من أربعة آلاف انهياراً أرضياً من هذا النوع على مدار العشر سنوات الأخيرة وفى منطقة حوض لوس انجلوس فقط مما ألحق بعض الأضرار بمنشآت هذه المدينة كذلك أدت الأمطار الغزيرة والفيضانات الشديدة إلى تدمير بعض جوانب التل الذى يطل على المدينة مما تسبب فى انطلاق عدد من الانهيارات الأرضية التى أثرت على منشآت مدينة لوس انجلوس فألحقت أضراراً بالغة لبعضها ودمرت البعض الآخر تماماً ، وقد استمرت عملية الانهيارات الأرضية وما يتلوها من خراب ودمار فترة تزيد عن العام مما دفع بالمسئولين فى المدينة والمقاطعة بالتصرف والبدء فى التعامل مع الأخطار الجيولوجية المترتبة على الزلازل بالنسبة للمناطق الجبلية أو التلال المجاورة للبحر حيث تم إعداد تشريع لمواجهة مثل هذا النوع من الانهيارات الأرضية ، ويقضى التشريع بضرورة وجود أحد الجيولوجيين المختصين وتكون مهمته التأكد من سلامة مناطق بناء المجتمعات العمرانية الجديدة من حيث احتمالات الانهيارات الأرضية ، ولكن – ولسوء الحظ – تم التحايل على تنفيذ هذا القانون ، ومازالت المساكن تشيد على جوانب الجبل فى لوس انجلوس ثم ما تلبث أن تنهار ليستقر حطامها أسفل الجبل أو فى المحيط .

(انهيار صخرى جليدى فى الاسكا عام ١٩٦٤)

ومن الأمثلة المثيرة لظاهرة الانهيار المفاجىء ذلك المشهد الذى حدث خلال زلزال بيروفيان فى ٣١ من مايو عام ١٩٧٠ والذى بلغت شدته حوالى ٧,٧ درجة وأودى بحياة ما يقرب من ١٨٥ ألف شخص وقد بدأ المشهد بانزلاق كتلة ضخمة من الجليد والصخور وقد بلغ طول هذه الكتلة حوالى ١,٥ كيلو متر وعرضها ما يقرب من ٩١٥ متراً ، وسرعان ما اندفعت هذه الكتلة البالغة الضخامة خلال أحد المنحدرات وأحدثت ضجيجاً صَمَّ آذان الناس ، وصاحبها فى اندفاع ريح عاتية شديدة ، وأثناء انحدارها انصهر جزء من الجليد بفعل حرارة الاحتكاك مما جعل المنحدرات أكثر انزلاقاً ، وقد ذكرت بعض التقارير أن هذه الكتلة الضخمة استطاعت وفى خلال ٤ دقائق فقط أن تقطع مسافة ١٥ كيلومتراً فى اتجاه مدينة يانجاى ، وكانت خلال رحلتها المثيرة تقذف بالآلاف من الكتل الصخرية الكبيرة التى وصل وزن بعضها إلى أكثر من ثلاثة أطنان ، وقد استطاعت هذه القذائف الصخرية أيضاً أن تسير مسافة تزيد على ٦٠٠ متر عبر الوادى مما يدل على أن سرعة هذه الانهيارات قد بلغت ما يزيد عن ٢٥٠ كيلومتراً فى الساعة ، وقد ساعد حجم هذه الكتل الكبيرة بالإضافة إلى سرعتها المندفعة فى أن تنجح فى تخطى كل ما يصادفها من عقبات أو عوائق مختلفة بما فى ذلك السلسلة الجبلية الممتدة بين السهل ومدينة يانجاى بطول حوالى ٣٦٠ متراً وقد دفنت هذه السلسلة الجبلية تماماً تحت هذه الكتل المنهارة ، وقد أخذت تتوالى الانهيارات عبر الوادى وتتراكم حتى وصل ارتفاعها فى الجهة المقابلة للوادى لما يقرب من ٥٤ متراً كما تسببت فى تدمير إحدى القرى جزئياً .

ومن الأمثلة الأخرى للانهيار الأرضى وإن كان أقل إثارة مما سبق ذلك الانهيار الذى حدث فى عام ١٩٥٩ أثناء زلزال بحيرة هيجين فى مونتانا الذى تسبب فى مصرع حوالى ٢٦ قتيلاً ، حيث تحركت الكتل المنزلقة واتجهت من الشمال إلى الجنوب وأحدثت خدوشاً واضحة بمنحدر الجبل ثم اندفعت هذه الانهيارات نحو أعلى التل فى الجانب الجنوبى من الواد وسدت نهر ماديسون مُشكِّلة بحيرة واسعة .

أما فى ولاية يوتا فقد حدث فى ربيع ١٩٨٣ أن أدت بعض الانهيارات الأرضية إلى دفن طريق عام وطريق للسكك الحديدية عند مرتفعات واساتش بالولاية ، وقد أدى هذا الانهيار إلى تكوين بحيرة ضخمة مما عرض سكان هذه المنطقة لخطر الفيضان ، وأدى إلى تهجير ما يقرب من ٥٠٠ مواطن بعيداً عن هذه المنطقة .

كما أدى زلزال آلاسكا فى عام ١٩٥٨ إلى حدوث انزلاق أرضى ضخم الذى سرعان ما سقط فى مياه خليج ليتويا مما أدى إلى تكوين موجة بحرية عالية وصل ارتفاعها إلى حوالى ٥٢٥ متراً فوق جوانب الجبال ، فتطايرت الأشجار وأغرقت المياه كل شواطىء هذا الخليج .

تساقط الصخور

وهو تساقط المواد بسرعة الجاذبية الأرضية عند واجهة قائمة لأحد الجبال وتسمى هذه الظاهرة بالتساقط الصخرى أو تساقط التربة .

والتساقط الصخرى يمكن أن يتراوح من حيث حجم الكتل المنفصلة والمتساقطة عند منحدر الجبل إلى أحجام كتل قد تزيد عن مئات الألوف من الأطنان التى تنهار وتسقط مباشرة أسفل واجهة الجبل ، وتستقر هذه الكتل المنفصلة بصفة عامة فى شكل كومة مفككة من الكتل الصخرية الحادة الزوايا عن سفح الجرف ، أما إذا سقطت الكتل الكبيرة فى سطح مائى راكد فإنها تؤدى إلى تكوين أمواج هائلة مدمرة تبدأ فى التحرك بدون سابق إنذار وهذا الفرع من المخاطر الطبيعية يهدد النرويج بصفة خاصة حيث يمثل تشكيل

مجموعات الدلتا الصغيرة هناك كتلة اليابسة الوحيدة المسطحة فى مستوى البحر ، لذا فإن مثل هذا التساقط الصخرى يمكن أن يؤدى إلى اندفاع الأمواج خلال شوارع ومنازل القرى النرويجية ، وقد يتسبب فى دمار يمكن أن يكون شاملاً ومفاجئاً من خلال تلك الموجات التى قد يتراوح ارتفاعها ما بين ٦ إلى ٩٠ متراً .

ومن أغرب الأمثلة التى سجلت بالنسبة لظاهرة تساقط الصخور وأشدها وقعاً هو ما حدث فى عام ١٨٩٣ فى جوهنا بالهند حيث تخلخلت كتلة هائلة من الصخور بفعل الأمطار الموسمية الغزيرة ، ثم سقطت هذه الكتلة الصخرية من ارتفاع ١٢٠٠ متر فى اتجاه أحد الوديان الضيقة فى جبال الهيمالايا وقد تسبب هذا التساقط الصخرى الضخم فى تكوين سد طبيعى امتد إلى حوالى ٣,٤٠٠ كيلومتر وبارتفاع ٢٧٥ متراً وعرض ٩٠٠ متر ، وقد أدى تكوين هذا السد الطبيعى إلى ردم بحيرة ذات عمق يبلغ ٢٣٥ متراً بهذه الكتل التى بلغ حجمها ما يقرب من ٣ بليون متر مكعب ، إلا أن هذا السد الطبيعى انفجر بعد عامين من تكوينه وسجل رقماً قياسياً عالمياً فى القدرة على تفريغ ما يقرب من ٢٨٠ مليون متر مكعب من الماء خلال بضع ساعات معدودة حيث وصل فيضان الماء إلى ارتفاع بلغ ٧٣ متراً تقريباً .

ومن أشهر أمثلة تساقط الصخور فى أمريكا الشمالية ذلك الذى حدث فى ألبرتا بكندا عام ١٩٠٣ ، عندما سقطت كتلة من الحجر الجيرى الشديد التماسك من قمة جبل ترتل وذلك من جراء أعمال التنقيب التى كانت تتم عند سفح الجبل فى ذلك الوقت للبحث عن الفحم ، وكان من نتيجة ذلك أن تساقطت كمية تصل إلى حوالى ٣ مليون متر مكعب وتناثرت من خلال موجة واحدة فقط جبارة فوق مدينة فرانك تلك المدينة الصغيرة التى تتميز بمناجم الفحم وتسببت فى مقتل حولى ٧٠ شخص .

الانهيـــالات الأرضيـــة

تسببت الزلازل فى إحداث مجموعة من الانهيالات التى قد تكون بالغة

الضرر فى بعض الأحيان ، ومن أضخم الانهيالات الأرضية التى سجلت فى العصر الحديث ، ذلك الانهيال الذى حدث عقب انفجار بركان سانت هيلين فى عام ١٩٨٠ حيث تحرك حائط أرضى ضخم وانزلق تحت الجبل وأدى إلى امتلاء الوادى أسفل الجبل بالحطام والأنقاض فى مساحة امتدت بطول ٨ كيلومترات وعرض ٦ كيلومترات .

أما فى عام ١٩٨٥ فقد حدث انهيال حائط طينى من أحد جوانب بركان نيفادو ديل رويز واكتسح هذا الحائط مدينة أرميرو بكلومبيا وأدى إلى دفن ما يقرب من ٢٢ ألف شخص .

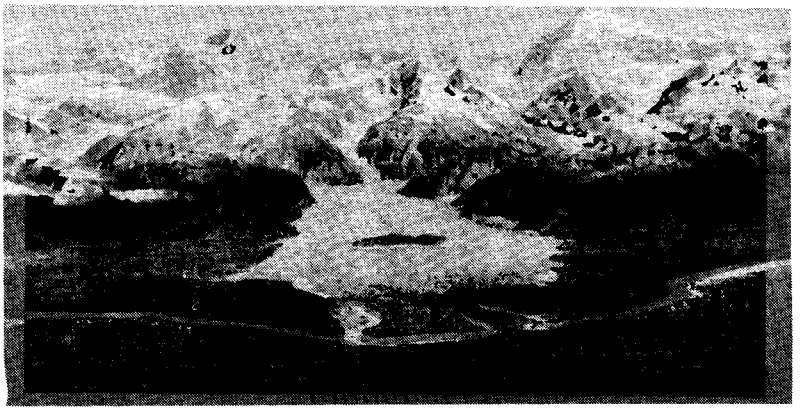
أما فى الصين فقد حدثت مجموعة من الانهيالات الأرضية الضخمة أثناء كارثة زلزال كانسو عام ١٩٢١ ، إذ ما أن بدأت الارتجافات تدوى فى المنطقة حتى انزلقت كتلة ضخمة من أحد التلال واندفعت هذه الكتلة نحو القرى المجاورة فدفنت بعضها بالكامل وجرفت البعض الآخر ، كما نجحت هذه الكتلة المدمرة فى القضاء على الأنهار الصغيرة وحولت السهول إلى بحيرات .

أما زلزال آلاسكا عام ١٩٦٤ فقد تسبب فى حدوث انزلاق وهبوط أرضى أدى إلى أكبر كارثة دمار للمنشآت التى شيدها الإنسان على مدى التاريخ ، فقد انسحبت كتلة الأرض التى تحمل مدينتى فالديز وسيوارد وهما مدينتان تطلان على البحر فانجرفتا نحو البحر وغرق ما يقرب من ٣١ شخصاً إلى جانب المنشآت التى انهارت بالكامل ، وفى مدينة انكوراج تسبب انهيال أرضى فى إحداث تدمير وأضرار بلغت قيمتها ما يقرب من ٥٠ مليون دولار حيث انجرفت مساحة من الأرض تبلغ حوالى ٢٠٠ فدان نحو المحيط ، وكان الدمار كاملاً إلى حد أن هذه المنطقة أزيلت بالكامل وحولت إلى منتزة أطلق عليه اسم منتزة الزلازل .

وخلال زلزال سان فيرناندو عام ١٩٧١ حدث أن انفصلت حوالى ١٠٠٠ كتلة أرضية منهالة وانتشرت فى مساحة جبلية بلغت حوالى ١٦٠ كيلو متراً مربعاً .

أما أسوأ كارثة تعرضت لها السدود على مدى التاريخ فكانت فى ليلة التاسع من أكتوبر عام ١٩٦٣ حيث اندفع سيل جارف من الماء والطين والصخور

فى انهيال أرضى ضخم واتجه نحو مجرى مائى ضيق ثم مرق هذا السيل عابراً نهر بياف ثم صعد منحدراً جبلياً فى الجانب المقابل ، واستطاع هذا الركب من الانهيالات خلال رحلته الرهيبة أن يدمر مدينة لونجارون بالكامل وأن يفتك بحياة ألفين من السكان ، ومن الغريب أن هذه الانهيالات الأرضية لم تكن نتيجة لحدوث زلزال ، أما الأغرب من ذلك أن سد فايونت ظل صامداً وسليماً ولم تصبه أى أضرار بالرغم من كل الدمار الذى أحاط بالمنطقة ، وكان أحد جانبى هذا السد يرتكز على جبل « توك » وهو لقب أطلقه الأهالى على أحد الجبال هناك ويعنى الجبل الذى يسير ، وبالرغم من الضمانات التى قدمها المهندسون بالنسبة لإقامة هذا السد إلى جانب المجهودات المكثفة التى قاموا بها لتحقيق التوازن فى المنحدرات إلا أن الجبل فى هذه الليلة لم يمش فقط ولكنه أخذ يعدو مما أدى إلى انهيال وانزلاق ما يقرب من ٦٠٠ مليون طن من الكتل الصخرية وبسرعة نحو الخزان الجديد ، وكان الخزان فى ذلك الوقت قد امتلأ نصفه فقط بالماء ، وأدى هذا الانهيال الصخرى الضخم ألى رفع مستوى المياه مسافة ٢٤٥ متراً فوق مستوى المياه الأصلى ، وإذا بموجة بحرية واحدة بالغة الضخامة تعلو حتى بلغ ارتفاعها ما يقرب من ٩٠ متراً فوق مستوى السد ، ثم انحدرت هذه الموجة نحو المجرى المائى الضيق فى اندفاع سريع يحدها ضيق هذا المجرى مما أدى إلى تزايد سرعة المياه بصورة رهيبة وكانت الموجة الرهيبة تلتهم أطناناً من الطين والصخر وهى فى سياقها المحموم خلال هذه الرحلة المدمرة .



(انزلاق أرضى من خليج ليتويا - آلاسكا فى ٢٩ أغسطس ١٩٥٨)

(انهيار صخرى من وايومنج - ٢٣ يونيو ١٩٢٥)

أشهر الكوارث الزلزالية فى العالم

زلزال ميناء رويال بجامايكا

٧ من يونيو عام ١٦٩٢

كان ميناء رويال يعتبر من المراكز التجارية النشطة للبريطانيين فى العالم الجديد ، كما كان هذا الميناء يعتبر من أكثر الموانىء الأمريكية حركة وحياة حيث امتلأت مخازنه ومتاجره بالبضائع كما اعتاد أن يجتمع هناك البحارة من ذوى الطباع السيئة بالإضافة إلى أن هذا الميناء اشتهر بأنه مأوى للقراصنة الذين يهاجمون السفن الأسبانية المحملة بالكنوز إلى جانب قيامهم بعمليات نهب داخل المدن .

وقبل حلول ظهر يوم ١٦٩٢/٥/٧ تعرضت هذه المدينة لثلاث هزات أرضية غير متتابعة ، وحدث أن ارتفعت الأرض ثم انخفضت فى تموجات ثم انشقت وابتلعت ما عليها من بشر وسحقتهم سحقاً وارتفعت فى الجو أصوات جلبة وصخب أعقبه انسحاب الجزء الجنوبى من أرض المدينة فى بطء وسرعان ما غرق فى البحر كما لحقت به جميع شواطىء المدينة المطلة على البحر ، واضطرب البحر وانقلبت السفن الراسية فى الميناء وشمل الدمار ثلثى المدينة واختفى ما يقرب من ألفى شخص كانوا يعيشون على ظهر هذه المدينة خلال تلك الكارثة .

وأعيد بناء المدينة مرة أخرى وأطلق عليها اسم كنجستون ولكن سوء الحظ عاودها مرة أخرى فى عام ١٩٠٧ حيث تعرضت للدمار من جراء الحرائق التى انتشرت بها فى أعقاب أحد الزلازل .

زلزال ليشبونة بالبرتغال

١ من نوفمبر عام ١٧٥٥ .

ليشبونه ميناء مزدحم يقع على شاطىء نهر تاجوس ويبلغ تعداد سكانه حوالى ٢٣٥ ألف نسمة ، وفى يوم ١٧٥٥/١١/١ شعر سكان هذه المدينة أن هناك هزات أرضية سريعة وقوية وبعد مرور دقيقة واحدة خفت سرعة الاهتزازات ولكن زادت قوتها ثم دوى صوت قوى صم الآذان ، وظهرت سحب الأتربة التى غطت سماء المدينة على أثر تصدع وانهيار المبانى فى المنطقة وخلال الدقيقة الثانية تغيرت حركة الزلزال واتخذت شكل ارتفاعات وانخفاضات عنيفة فى سطح الأرض وأتت على البقية الباقية من مبانى المدينة ، واندلعت النيران ونشرتها الرياح فى كل مكان وازداد تأججها حتى صارت كالجحيم الذى لم يهدأ إلا بعد أربعة أيام .

وبعد مضى عشرين دقيقة على هذا الزلزال ، اندلع زلزال آخر فى المدينة فهرع الناس إلى البحر ولكنهم فوجئوا بانهيار كتل الحجارة التى تكون جانب النهر لتجرف أمامها كل ما قابلها من البشر وتدفعه إلى أعماق النهر .

وتسبب الزلزال فى ارتفاع الأمواج حتى بلغت حوالى ٦ أمتار وأدى شدة اندفاعها إلى تحطيم القناطر والجسور التى تعترض طريقها بالإضافة لكل السفن التى أعاقت اندفاعها .

وقد أحس بهذا الزلزال كل سكان البرتغال وأسبانيا وبلاد أخرى بعيدة عن العالم مثل الولايات المتحدة الأمريكية .

وقد تسبب هذا الزلزال فى تغيير مستويات ارتفاع بعض المناطق الواقعة على ساحل البرتغال ، كما امتد أثره ليشمل بعض مناطق من أوروبا .

وقد لوحظ وجود تغير فى حركة الأمواج داخل بعض البحيرات فى السويد واسكتلندا ، وقد ذكر أن القوارب التي كانت تقف عند مراسيها فى مدينة امستردام تعرضت للدمار التام ، كذلك ارتفعت مياه الآبار ، أما الينابيع فبعضها توقف تماماً عن دفق المياه بينما البعض الآخر بدأ يدفع بمياه ملوثة بالطين .

وبحلول عصر هذا ذلك اليوم المشئوم كان الزلزال قد وصل من خلال موجاته البحرية إلى شواطىء بريطانيا ، ومع صباح اليوم التالى كان قد وصل إلى جزر الهند الغربية وهى مجموعة جزر تقع بين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وتفصل البحر الكاريبى عن المحيط الأطلنطى .

وربما يكون هذا الزلزال مسئولاً عن انفجار زلازل أخرى كرد فعل له وعلى بعد مئات الكيلومترات منه عند شمال أفريقيا .

وقد هدم هذا الزلزال مدينة ليشبونة ودمرها تماماً وقتل ما يقرب من ٦٠ ألف شخص من سكانها .

زلزال نيومدريد بولاية ميسورى

١٦ من ديسمبر عام ١٨١١

تقع مدينة نيومدريد فى الجزء الجنوبى الشرقى من ولاية ميسورى بالولايات المتحدة الأمريكية ، وفى يوم ١٨١١/١٢/١٦ سجل التاريخ واحداً من أكبر الزلازل التى اجتاحت الولايات المتحدة ، حيث أخذت الأرض تموج فى ارتفاع وانخفاض يدعو للدهشة ، كما اسودت السماء بلون الأتربة والغبار المتصاعد ، أما المبانى فقد انهار معظمها تقريباً فى تلك المدينة التى لا يزيد تعداد سكانها عن حوالى ألف نسمة .

وحتى الأشجار تساقطت وتداخلت فروعها ثم اندفعت إلى باطن الأرض وهى تقذف جذوعها وسيقانها ، وانشقت الأرض وأخذت تبتلع كل من يقترب منها أما ضفاف نهر المسيسبى فقد أصبحت لا حول لها ولا قوة بعد أن هاجت الأمواج وقلبت السفن وقذفت ببعضها نحو الشاطىء ، أما الأشجار فقد تساقطت وتحطمت ثم هوت إلى النهر .

ولحسن الحظ أن المدينة كانت شبه خالية من السكان فى ذلك الوقت وتشير السجلات المدونة عبر التاريخ أن هذا الزلزال هو صاحب أعلى درجة قياس للشدة حيث سجل ١٢ درجة بمقياس ميركالى المعدل .

والواقع أنه حدثت ثلاث هزات بالغة الشدة ، إذ بعد انتهاء الهزة الأولى وما تلاها مباشرة من هزات خفيفة ، حدثت هزة أخرى فى ٢٣ من يناير عام ١٨١٢ وبعد أسبوعين من الهدوء الظاهرى حدثت هزة ثالثة مروعة فى يوم ٧ من فبراير .

وقد أحدثت هذه الهزات العنيفة تغيراً فى مسار نهر المسيسبى وانخفضت القشرة الأرضية مكونة بحيرتين هما بحيرة سانت فرانسيس وبحيرة ريل فوت .

(زلزال نيومدريد فى ١٨١١ يقتلع الأشجار)

وقد امتدت هذه الهزة إلى عدة مناطق أخرى مثل شيكاغو وديترويت ، كما أيقظت سكان واشنطن بمقاطعة كولومبيا وتسببت فى انطلاق الأجراس فى مدينة بوسطن التى تبعد بحوالى ١٦٥٠ كيلومتراً .

وقد استمر إحساس الناس بالرجفات الأرضية الخفيفة التى تلى الزلزال فى المناطق القريبة من نيومدريد واستمر هذا الإحساس لمدة عامين .

زلزال آسام بالهند

١٢ من يونيو عام ١٨٩٧

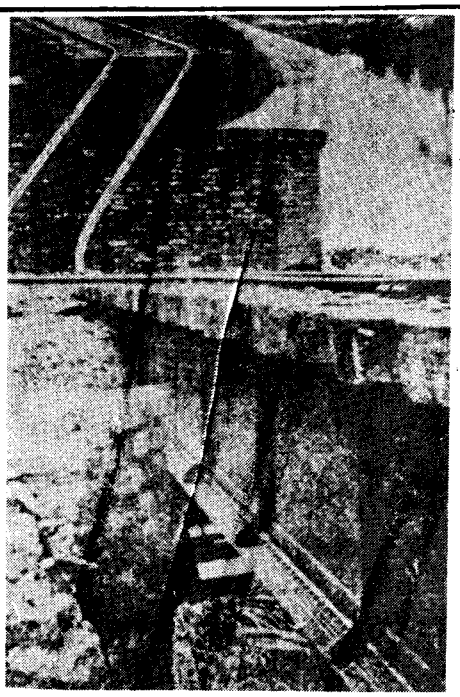
شهد إقليم آسام فى مرتفعات الهيمالايا بجنوب شرق الهند زلزالاً قوياً ربما يفوق فى شدته الزلزال الذى تعرضت له مدينة نيومدريد .

والهند اشتهرت بالزلازل الكبرى منها ذلك الزلزال البالغ الشدة الذى وقع فى ١١ من أكتوبر عام ١٨٩٧ وأودى بحياة الآلاف من البشر فى مدينة كالكوتا ، إلا أنه لم تتوافر معلومات كافية عن هذا الزلزال ، إذ يبدو أن الهنود لا يحتفظون بسجلات دقيقة للزلازل القديمة .

وقد ترك زلزال آسام آثاراً بالغة على تركيبات الأرض الواسعة فى أقليم آسام إذ تغير مستوى ارتفاع الأرض عبر مساحات واسعة من الأقليم حيث ارتفعت التلال التى تشمخ فى جنوب نهر البرهمابوترا إلى ارتفاع بلغ ١٢٠٠ متر وتطايرت فى الهواء الصخور والكتل الغير متماسكة تاركة فجوات عميقة ، وامتد نطاق الدمار الذى أحدثه الزلزال حتى شمل مساحة ١٥ ألف كيلومتر مربع كما امتد أيضاً نطاق الإحساس بالهزات حتى بلغ أضعاف ما وصل إليه زلزال ليشبونة أو نيومدريد .

وقد تكررت هذه المأساة الزلزالية فى ١٥ من أغسطس عام ١٩٥٠ عندما وقع أعنف زلزال سجلته منذ بدء استخدام الأجهزة الحديثة لقياس الزلازل حيث بلغت شدة هذا الزلزال ٨,٧ درجة بمقياس ريختر أى بقوة انفجار تعادل

١٠٠ ضعف لقوة قنبلة هيروشيما الذرية ، وقد أحال هذا الزلزال مساحة تقدر بحوالى ١٧ ألف كيلومتر مربع إلى منطقة من الجحيم الشامل ، ومن حسن الحظ أن هذه المنطقة لم تكن عامرة بالسكان إلا من بعض أفراد القبائل البدائية الذين يسكنون الجبال ، فانخفض بذلك عدد الضحايا ، وقد ذكر العلماء الذين كانوا يعملون على بعد ٤٠ كيلومتراً من مركز الزلزال أنهم شعروا بالزلزال يرسل الضربات البالغة القوة تحت أقدامهم محدثاً أصواتاً وجلبة عالية بدرجة لم تسمع من قبل ثم ضعفت هذه الأصوات وانتهت الهزة ، ولكن سرعان ما انشقت السماء عن انفجارات واضحة ومدوية بدت وكأنها أصوات قذائف تنطلق وتنفجر فى السماء ، وكانت هذه الأصوات بسبب الرجفات التى نتجت من انهيار الطبقات السفلى للأرض ، ومنذ ذلك الحين وهذه المنطقة آمنة ومطمئنة إذ أن العلماء ذكروا أن فترة الخطر قد مرت وأنهم لا يتوقعون تكرار مثل هذا الحادث الرهيب فى هذه المنطقة .



(زلزال آسام بالهند فى ١٨٩٧)

زلزالى سان فرانسيسكو بكاليفورنيا

١٨ من أبريل عام ١٩٠٦

١٧ من أكتوبر عام ١٩٨٩

تعتبر ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية من أشهر المناطق التى تعرضت للعديد من الزلازل المختلفة الشدة ، إلا أن معظم هذه الزلازل تقع ــ ولحسن الحظ ــ بعيداً عن المناطقة الآهلة بالسكان .

ففى عام ١٨٥٧ مثلاً وقع زلازل فورت تيجون بالقرب من مدينة لوس أنجلوس أما فى ٢٦ مارس فقد حدث زلزال آخر دمر قرية لون باين وهى جزء من قرية أوينز ، وقد راح ضحية هذا الزلزال مالا يقل عن ٣٠ قتيلاً انهارت عليهم أكواخهم الهشة ، ثم توالت الرجفات الخفيفة على هذه المنطقة على مدى ثلاثة أيام متصلة حتى بلغت أكثر من ١٠٠٠ رجفة زلزالية .

(شارع كاليفورنيا فى مدينة سان فرانسيسكو بعد الزلزال)

وقد شاركت ولاية كارولينا الأمريكية أيضاً فى أحداث الزلازل حيث تعرضت مدينة شارلستون . بجنوب الولاية لزلزال عنيف دمر معظم منشآتها وأودى بحياة حوالى ١٠٠ شخص ، وشعر بهذا الزلزال سكان بعض المناطق الأخرى البعيد مثل بوسطن وميلواكى ونيوادرليانز .

كما تعرض أيضاً خليج ياكوتات بآلاسكا فى العاشر من سبتمبر عام ١٨٩٩ لزلزالين شديدين بلغت قوة أحدهما ٨,٦ درجة وارتفع معها سطح الأرض مسافة ١٥ متراً إلى أعلى ، كما انحرف مجرى الأنهار الجليدية الضخمة وأخذت تدفع بكتل الثلوج الكبيرة الحجم نحو البحر .

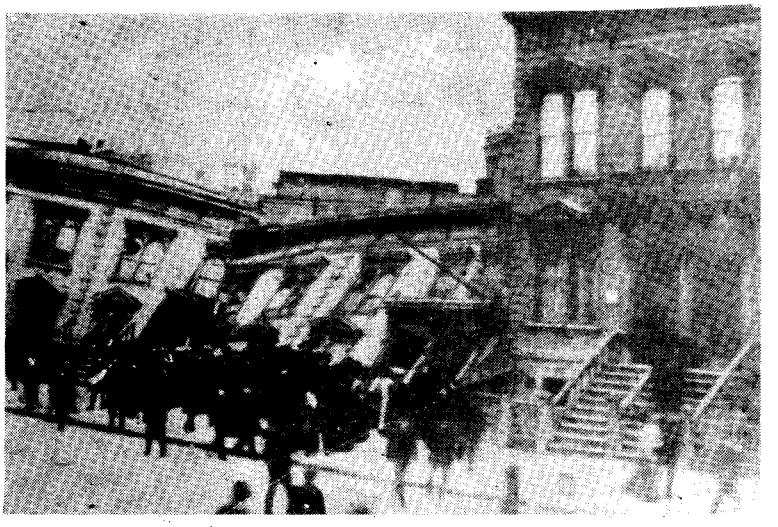
أما مدينة سان فرانسيسكو التى كان يطلق عليها منذ بداية هذا القرن اسم عروس الغرب لكونها ميناء هاماً ومدينة كبرى بالغة التحضر فقد بلغ تعداد سكانها ما يقرب من نصف مليون شخص .

وفى الصباح المبكر من يوم ١٨ من أبريل عام ١٩٠٦ ، وكان معظم الناس مستغرقين فى النوم العميق ، حدث أن ارتجفت المدينة لمدة دقيقة واحدة ثم هدأت لمدة عشر ثوان ، وفجأة فى الساعة الخامسة واثنتا عشرة دقيقة من صباح ذلك اليوم المشئوم وقع زلزال مدمر بلغت شدته ٧,٩ درجة .

واستمر هذا الزلزال المروع لمدة ثلاثة دقائق تحولت خلالها شوارع المدينة إلى ما يشبه أمواج البحر وهى تتلاطم مع بعضها البعض وتطاير الناس فى الهواء ليسقطوا بعد ذلك على الأرض بلا حراك ، وتعالت بالمدينة الأصوات المدوية والانفجارات ودكت الأرض دكاً ، وتردد أصوات انهيار الأبنية الحجرية وحوائط المنشآت ، وخلال لحظات قليلة معدودة كانت معظم منازل المدينة قد انهارت وامتلأ شارع ماركت الشهير بالحطام ، وتناثرت السيارات الضخمة وتطايرت على الطرق الرئيسية ، واكتظت الشوارع بأفواج البشر فى ملابس النوم .

واكتمل المشهد المأساوى بتحطم أنابيب توصيل الغاز واشتعال النيران على إثر انقلاب وتطاير المواقد ، وبدأت الكتل والألواح الخشبية تشتعل وتطلق ألسنة اللهب المتطايرة فى كل أنحاء المدينة ، وأصبحت المدينة كتلة من الجحيم الملتهب . ٦٦

(زلزال سان فرانسيسكو بكاليفورنيا فى ١٨ إبريل ١٩٠٦)



(انهيار المبانى بعد زلزال سان فرانسيسكو)

أما الجزء التجارى فى المدينة فقد تضاعفت خسائره حيث انهارت جميع منشآته تقريباً ، وقد ساعد من انخفاض عدد الضحايا أن هذا الزلزال الشرس قد وقع قبل بدء ساعات العمل وخلو جميع الهيئات والمصالح وأيضاً الشوارع من الناس تقريباً .

أما الحى الصينى فى مدينة سان فرانسيسكو فقد تعرض لدمار شامل حيث انهارت جميع الأكواخ أو العشش الخشبية تقريباً مع أول رجفة للزلزال .

وقد هبطت الأرض بضعة سنتيمترات أسفل بعض المنشآت فأدى ذلك إلى سقوطها وتهدمها ، أما تلك المنشآت التى تصادف وإن نجت من الانهيار فإنها سرعان ما وقعت فى براثن الحرائق التى تلت الزلزال .

وقد تسبب الزلزال فى قطع خطوط المياه ، مما أعجز رجال المطافىء والأهالى عن القيام بعمليات الإطفاء ، ووقفوا جميعاً لا حول لهم ولا قوة وهم يشاهدون مدينتهم الجميلة تحترق أمام أعينهم وهم لا يملكون لها شيئاً .

وفى صباح اليوم التالى كانت النيران قد أتت على المدينة تماماً ، وقد استمرت محاولات السيطرة على النيران مدة ثلاثة أيام كاملة .

وقد ذكرت السجلات أن عدد ضحايا هذا الزلزال الرهيب بلغ حوالى ٨٠٠ شخص ، ولو أنه يعتقد الآن أن عدد القتلى لابد وأنه تراوح ما بين ، ٢ إلى ٣ آلاف شخص .

كذلك تشرد ما يقرب من ٣٠٠ ألف شخص بلا مأوى ، وقد قدرت الخسائر فى المنشآت بحوالى ٤٠٠ مليون دولار أمريكى إذ أن الزلزال قد دمر ما يقرب من ٧٥٪ من مساحة مدينة سان فرانسيسكو الرائعة .

كذلك امتدت الخسائر وشملت مناطق أخرى مثل مدينة سانت روزا التى تبعد حوالى ٨٣ كيلومتراً شمال سان فرانسيسكو حيث تعرضت للدمار الشامل .

هذا وقد وقعت أحداث ثانوية كبيرة أخرى فى هذه المنطقة ، حيث انهارت الكتل الجبلية فى بعض الأماكن بينما انهار جانب كامل من أحد التلال ،

أما فى منطقة فورتيوناسى الساحلية فقد انهار تل كامل فى البحر مكوناً لساناً جديداً امتد فى البحر .

كذلك تصدع الطريق الذى يربط بين محطة بوينت ديز وانفرينز ، وأدى هذا التشقق إلى انتزاع الأشجار من جذورها ، واندفعت الينابيع المائية فى أحياء عديدة كما اضطربت المياه فى قنوات الرى وحمامات السباحة والبرك على البعد وحتى مسافة ٤٠٠ كيلومتر من مدينة سان فرانسيسكو ، كذلك السفن التى كانت فى البحر وعلى بعد حوالى ٢٥٠ كيلومتراً لم تسلم من التعرض لهزة قوية واضحة .

(عروس الغرب بعد الدمار)

(عروس الغرب قبل الدمار)

أما فى يوم ١٧ من أكتوبر عام ١٩٨٩ ، فكانت مدينة سان فرانسيسكو تستعد للاحتفال بحدث يعتبر من أهم الأحداث الرياضية الأمريكية ، وهى مباراة نهائى بطولة أمريكا الشمالية فى لعبة البيسبول .

وأثناء المباراة ضرب الزلزال ضربته التى بلغت شدتها ٦,٩ درجة وبالطبع ألغيت المباراة وكان من حسن الحظ أن الجمهور لم يكن فى الطرقات وإلا لكان عدد الضحايا ارتفع عن ذلك الرقم الذى بلغ حوالى ٢٧١ وأكثر من ٦٠٠ جريح .

هذا وقد تعرضت مئات السيارات للسحق تحت الكتل الأسمنتية الناتجة من انهيار جسر باى بريدج . كما اهتزت المبانى بشدة . وقد حدثت هزتان أرضيتان بعد ذلك إلا أنهما كانا أقل قوة .

وبدت شوارع سان فرانسيسكو مخنوقة ، وارتفعت أعمدة الدخان هنا وهناك . وقد قدرت الخسائر لهذا الزلزال بما يعادل ١٠٥ بليون دولار ، وهو يعتبر ثالث أخطر زلزال تتعرض له الولايات المتحدة الأمريكية فى تاريخها حيث لم يتكرر مثله منذ زلزال آلاسكا سنة ١٩٦٤ الذى سجل ٩,٢ درجة .

وقد ذكرت التقارير أن نوعين من المبانى المشيدة فى مدن منطقة خليج سان فرانسيسكو والتى شيدت طبقاً للمقاييس التى وضعت فى أعقاب هزة سان فرناندو عام ١٩٧١ ، ربما تكون قد ساعدت على الإقلال من حجم الكارثة إذ لم تتعرض هذه المبانى لأضرار بالغة حيث مال بعضها أو تصدع البعض الآخر بالرغم من قوة الزلزال .

كذلك ذكرت التقارير أن غياب نسمات الهواء عن المدينة فى ذلك الوقت وانخفاض سرعة الرياح عن معدلها الطبيعى فى هذا الوقت من السنة ربما كان أيضاً من العوامل التى ساعدت قلة حجم الأضرار بالمقارنة للزلزال السابق .

وقد ساعد الزلزال على ظهور نوع من التعاون بين طبقات الشعب المختلفة مع رجال البوليس والمطافىء ، أما الفنادق فقد استضافت الأفراد الذين أخليت مساكنهم ، كما قدمت المطاعم وجبات مجانية على الأرصفة كما خفضت بعض المحال أسعار بضائعها إلى النصف ، أما الذين أسعدهم الحظ بالنجاة فقد ارتدوا ملابس كتب عليها (لقد نجوت من زلزال ٨٩) .

زلزال كوانتوبلان باليابان

١ من سبتمبر سنة ١٩٢٣

أشرق صباح يوم السبت الأول من شهر سبتمبر على مدينة طوكيو ديوكوهاما مثله كمثل أى يوم آخر جميل فى هذا الوقت من عام ١٩٢٣ ولكن ما إن انتصف النهار بدقيقة واحدة حتى تعرضت منطقة كوانتوبلان فى قلب جزيرة هونشو فجأة إلى ثلاث هزات أرضية بلغت شدتها ٨,٣ درجة ، وتعتبر هذه الجزيرة من أكبر جزر اليابان .

وقد اتسع نطاق هذا الزلزال حتى شمل مساحة بطول ١٥٠ كيلومترا وعرض ٨ كيلومترات وكانت حركة الزلازل بطيئة فى البداية ولكنها سرعان ما استحالت إلى دوى هائل أخذ فى التزايد فى ظرف بضع ثوان معدو

وتشققت الأرض فى مدينة كوانتوبلان شقوقاً كبيرة واضحة مما أحدث انهياراً كبيراً للصخور غير من شكل الأرض فى هذه المنطقة إلى الأبد .

وقد تسببت هذه الهزات الزلزالية الثلاث فى تدمير جميع مبانى مدينة يوكوهاما ، أما مدينة طوكيو فلم تكن أحسن حال منها إذ تعرض وسط المدينة للدمار الكامل .

ومن سوء الحظ البالغ أن الزلزال وقع أثناء قيام سكان هاتين المدينتين بإعداد طعام الغذاء ، فاندفعت حبات الفحم المشتعل هنا وهناك وسرعان ما كانت المنازل اليابانية الصغيرة قد اشتعلت وحملتها الرياح فى دوامات شديدة حولت المنطقة إلى جحيم من السعير الشديد .

وفشلت كل الجهود فى السيطرة على الحرائق حيث انقطعت مصادر المياه وانقطع معها الأمل فى مواجهة النيران الملتهبة .

ويبدو أن الطبيعة وجدت أن مدينة طوكيو لم تنل حظاً كافياً من جراء خسائر الزلزال ، لذا فقد لاحقتها بأعصار شديد فى الساعة الرابعة من بعد ظهر نفس اليوم ، وقد بلغت سرعة هذا الأعصار ما يقرب من ٢٠٥ كيلومترات فى الساعة ، مما أدى إلى ارتفاع أعمدة الماء الملوث بالطين فى الهواء ، كما أخذ يقذف بالقوارب الصغيرة إلى الهواء .

ونظراً لاشتغال النار فى بعض أجزاء المدينة من جراء الزلزال ، فقد ساعد هذا الإعصار على نشر الحرائق وانتشارها بين الأخشاب والأثاث والملابس ، وأخذ يطيح بالأشياء لأعلى ، ثم يتركها تهوى على الأرض مرة أخرى ، وسرعان ما أحاطت بالمدينة البائسة عاصفة مدمرة من النيران المشتعلة أدت إلى مقتل ما يقرب من ٤٠ ألف شخص وتدمير كل متعلقاتهم ، واستمرت النيران مشتعلة يومين كاملين حتى أتت على كل شىء ودمرت ما يقرب من ٧٥٪ من منشآت مدينة طوكيو حيث تحولت أكثر من ٣٠٠ ألف منشأة إلى بقايا خربة متفحمة .

أما مدينة يوكوهاما فقد نالت نصيبها أيضاً من دوامات الرياح التى طافت بألسنة اللهب عبر أرجاء المدينة لتحرق ما يقرب من ٦٠ ألف منشأة وقد أسفر هذا الزلزال عن خسائر فادحة فى الممتلكات بلغت حوالى ٣ بليون دولار كما شرد أكثر من مليون شخص بدون مأوى ، كما أودى بحياة ما يزيد على ١٤٠ ألف يابانى ، أى ما يعادل تقريباً مجموع ما فقدته اليابان من ضحايا خلال غارات الحرب العالمية الثانية على اليابان بالإضافة إلى ضحايا قنبلتى هيروشيما وناجازاكى .

(تدمير مدينة طوكيو عام ١٩٢٣)

(دمـــــار يوكوهامـــــا باليابـــــان)

زلزال أنشوراج بألاسكا

٢٧ من مارس ١٩٦٤

يعتبر يوم الجمعة ٢٧ من مارس عام ١٩٦٤ يوماً حزيناً فى تاريخ منطقة أنشوراج بآلاسكا . فقد اجتاحها زلزال قوى دمرها هى وغيرها من الموانىء البحرية فى كارثة زلزالية تعتبر من أقوى الزلازل التى تم رصدها فى قارة أمريكا الشمالية ، وقد بدأ هذا الزلزال دون أى سابق إنذار فى الساعة الخامسة وست وثلاثين دقيقة من مساء ذلك اليوم الكئيب وبدأ يضرب ضربته بقوة ٨,٥ درجة ثم اشتدت قوته حتى وصلت إلى ٩,٢ درجة ، وقد أخذت الأرض تتمايل وتترنح مدة ٣ إلى ٤ دقائق وهى تحدث أصواتاً مدوية ، فارتجت المبانى وانفصل رصيف الميناء ، كما انهار جانب من شارع فورت بما يحمل من صفوف المبانى المتراصة ودمن م به من مكاتب ومقاهى وسيارات .

وقد تسبب هذا الزلزال المدمر فى حدوث سلسلة من الانهيارات الأرضية أدت إلى انهيار ٣٠ صفاً كاملاً من المبانى عندما انزلقت الطبقة السفلية من سطح الأرض وهوت إلى البحر .

أما فى المناطق البعيدة فقد حدثت مجموعة من التشققات الضخمة والتشوهات فى القشرة الأرضية التى لا نظير لها من قبل . وقد اتسع نطاق الدمار حتى شمل مساحة ٨٠ كيلومتراً مربعاً .

وقد أمكن الإحساس برجفات هذا الزلزال فى نطاق نصف مليون كيلومتر مربع و كان مركز الزلزال السطحى يقع أسفل منطقة برنيس دليام ساوند التى تبعد حوالى ١٠٨ كيلومترات وقد تفجرت القشرة الأرضية فى شقوق بامتداد بلغ حوالى ٨٠٠ كيلومتر بمحاذاة خندق الوثيان ، كما ارتفع قاع البحر فى هذه المنطقة بما يساوى حوالى ٣ أمتار ، بينما وصل التغير فى البعد الرأسى إلى حوالى ٩ أمتار مما تسبب فى تكوين الموجات التسونامية التى هاجمت شواطىء شبه جزيرة كيناى وجزيرة كودياك ، وقد تصادف أنه كان يجرى فى وقت وقوع الزلزال تفريغ شحنات إحدى السفن ، وإذا بهذه السفينة

(الخراب ينتشر فى كل مكان بعد زلزال الاسكا)
فى ٢٧ مارس عام ١٩٦٤

(بعد الزلزال فى أنشوراج عام ١٩٦٤)

البائسة ترتفع لأعلى ثم تهوى لمسافة ٩ أمتار كما لو كانت قطعة من الفلين ، ولكن من الغريب حقاً أن هذه السفينة لم تصب بأذى شديد حيث أنها أبحرت بعد ذلك الحادث .

أما فى ميناء سيوارد فقد حدث انهيار ملحوظ من جراء انزلاق أطنان الكتل الصخرية من شاطئه ، وسرعان ما اشتعلت مستودعات البترول الواحدة تلو الأخرى فى تسلسل انفجارى مروع ورهيب اسودت على أثره السماء من أثر الدخان الكثيف الذى تصاعد .

أما خليج ريسوريكشن فقد تعرض لاضطرابات هائلة فى مياهه التى كانت ترتطم بشدة فى جانب الخليج ثم ترتد مرة أخرى إلى الجانب الآخر من هذا الخليج .

وما أن مرت ٣٠ دقيقة على الهزة الأولى للزلزال حتى كانت أمواج التسونامى قد ارتفعت حتى بلغت ٩ أمتار وامتدت حتى وصلت إلى خزانات البترول المشتعلة مجتازة بذلك كل أنحاء المنطقة التى كانت تعتبر الدرع الخافى لميناء سيوارد ثم أعقبت هذه الموجة ثلاث موجات أخرى نجحت فى أن تمسح كل ما هو متحرك على سطح الأرض وتلقى به إلى البحر .

كذلك عانت مدينة كورياك من جراء موجات التسونامى .

ومن الغريب أن مدينة أنشوراج لم تتعرض لهذه الموجات بالرغم من الخسائر الفادحة التى لحقت بها من جراء الزلزال المدمر الذى تسبب فى مقتل حوالى ١٣١ شخصاً إلى جانب حجم الخسائر التى قدرت بما يزيد عن نصف مليون دولار وأدت إلى شل اقتصاد آلاسكا لفترة طويلة .

زلزال أمريكا اللاتينية

من عام ١٩٧٢ وحتى عام ١٩٦٠

يمثل التكوين الجبلى الذى يمتد بطول الشاطىء الغربى لأمريكا الوسطى وأمريكا اللاتينية منطقة من أبرز المناطق الزلزالية فى العالم ، فعلى مدار هذا القرن وقع بأمريكا الوسطى والجنوبية مالا يقل عن ٢٤ زلزالاً بقوة ٧,٥ درجة أو أشد ، وخلال العقد الأخير تعرضت أمريكا الوسطى لزلزالين مدمرين .

أحدهما تعرضت له مدينة ماناجوا فى نيكاراجوا فى عام ١٩٧٢ وبلغت شدة هذا الزلزال ٦,٢ درجة ، وقد أودى هـذا الزلزال بحياة ١٠ آلاف شخص كما دمر ٣٦ مجموعة من مجموعات المبانى فى المدينة .

أما الزلزال الثانى فقد أطاح بمدينة جواتيمالا فى عام ١٩٧٦ وقد بلغت شدته ٧,٥ درجة وقد تسبب فى مصرع ٢٣ ألف شخص كما أصاب حوالى ٧٧ ألف شخص آخرين بإصابات مختلفة وشرد ما يقرب من المليون من البشر ، وقد بلغ إجمالى خسائر هذا الزلزال المادية حوالى ٢ بليون دولار .

كما يمتد هذا التكوين الجبلى حتى منتصف سلسلة جبال الأنديز حيث نالت تشيلى أيضاً نصيباً وافراً من هذه الزلازل ، حيث تعرضت فى عام ١٧٣٠ ثم فى عام ١٧٥١ لزلازل عديدة كما تعرضت أيضاً فى عام ١٧٩٧ لزلزال فى ريو كامبا كانت هزاته الأرضية التى تم رصدها بالغة الإثارة .

كذلك وقع زلزال فى عام ١٨٣٥ هى مدينة فالديفيا ومدينة كونسبشون التى تعرضت للدمار ست مرات متوالية .

أما أشد الزلازل التى وقعت فى هذه المنطقة فكان زلزالاً شدته ٩,٥ درجة تعرضت له مدينة فالديفيا ومدينة بيرتومونت فى ٢٢ مايو عام ١٩٦٠ ، وقد دمر الزلزال المدينتين إلى جانب بعض الموانىء الأخرى ، كما تكونت الأمواج الزلزالين التسونامين وهاجمت المناطق الساحلية ، كما أتت الانهيارات الأرضية على المناطق الريفية كذلك تسبب هذا الزلزال فى يقظة اثنان من البراكين

وانفجارهما بعد طول خمود وسكون ، ونجح هذا الزلزال المدمر فى نشر مختلف أنواع الدمار فى منطقة مساحتها ١٥٠ ألف كيلومتر مربع وقد أسفر ذلك عن تدمير حوالى خمسين ألف منزل وبلغ عدد ضحاياه من البشر ما يزيد عن ٥٧٠٠ شخص .

وقد تعرضت هاواى والفلبين واليابان على امتداد المحيط الهادى لموجات البحر التسونامية التى تراوح ارتفاعها ما بين ٤ إلى ١١ متراً ، وقد أودت هذه الموجات البالغة العنف بحياة الكثيرين كما نشرت دماراً واسعاً فى هذه المناطق النكوبة .

(الدمار يخيم على مدينة هانا جوا بعد الزلزال المدمر ١٩٧٣)

زلزال تانجشان بالصين

عام ١٩٧٦

تعرض العالم بصفة عامة خلال عام ١٩٧٦ لما يقرب من خمسة عشر زلزالاً من أشد الزلازل قوة .

وتعتبر الصين صاحبة أعلى معدل لضحايا هذه الزلازل نظراً للكثافة السكانية العالية التى تشتهر بها الصين ؛ لذلك فإن الصين تعتبر أيضاً صاحبة ثانى أعلى معدل لضحايا الكوارث الزلزالية فى العالم عبر التاريخ الحديث ، إذ فى الفترة ما بين عام ١٩٢٠ وحتى عام ١٩٣٢ وقعت ثلاث كوارث زلزالية ضخمة فى مناطق التجمعات السكانية وقد أطاحت بأرواح ما يقرب من ٤٥٠ ألف نسمة .

وكان علماء الزلازل فى الصين يفخرون دائماً بما توصلوا إليه من نتائج وتكهنات فى مجال الزلازل خصوصاً بالنسبة لبلد كثيرة التعرض للزلازل ، إلا أنهم للأسف أخفقوا فى التكهن بكارثة زلزال تانجشان .

وتانجشان مدينة تقع فى شمال شرق الصين وعلى بعد حوالى ١٨٢ كيلومتراً شرق بكين .

وقد نجح هذا الزلزال الرهيب فى خداع علماء الزلازل فى الصين بحيث لم يكن هناك ثم أى مؤشر يدل على قرب حدوث هذه الفاجعة المروعة وإلا لأمكنهم إنقاذ حياة نصف عدد السكان والبالغ ١,٢ من المليون والذين راحوا ضحية هذه الكارثة المدمرة .

وقد صاحب وقوع هذا الزلزال ظهور أضواء تعتبر من أكثر الأضواء التى صاحبت الزلازل إثارة ، حيث أضاءت هذه الأضواء سماء المنطقة المجاورة للزلازل كضوء النهار تماماً ، وقد شوهد ذلك المنظر على البعد وحتى مدينة بكين ، وقد غلبت على هذه الأضواء الألوان الحمراء والبيضاء ، وقد بلغت حداً عالياً فى درجة السطوع حتى أنها أيقظت النيام ، وقد شوهدت هذه الأضواء على بعد ٣٣٠ كيلومترات من مركز الزلزال .

وهناك عدة تفسيرات لهذه الظاهرة المخيفة والتى أدخلت الرعب فى قلوب مشاهديها ومن هذه التفسيرات أنه قد حدث نوع من الهروب أو الانطلاق للإجهاد المركب داخل الصخور وقد أحدث هذا الإجهاد نوعاً من الضغط على حبات الكوارتز داخل صخور القشرة الأرضية فتولد ذلك اللمعان فيما يعرف بظاهرة التأثير الكهربى الإجهادى ، وهناك تفسير آخر أن الذبذبات الشديدة التى تحدث فى المستويات المنخفضة من الهواء قد تنقل شحنة تتسبب فى حدوث اضطراباً كهربياً مؤقتاً فى الغلاف الجوى ، هذا إلى جانب العديد من التفسيرات الأخرى المختلفة ويسعى العلماء إلى معرفة المزيد عن تلك التوهجات المثيرة التى تظهر قبيل وقوع الاهتزازات الأرضية للاستعانة بهذه الظاهرة فى إمكانية التنبؤ بحدوث الكوارث الزلزالية .

(انهيار المنشآت فى زلزال تانجشان)

(حطام زلزال تانجشان عام ١٩٧٦)

زلزال مكسيكو سيتى بالمكسيك

١٩ من سبتمبر ١٩٨٥

تعتبر الاهتزازات الأرضية من الظواهر الطبيعية المألوفة تماماً فى المناطق الجنوبية لأمريكا الشمالية حتى أن سكان هذه المناطق لا يكترثون كثيراً بوقوع مثل هذه الهزات نظراً لكثرة ما يتعرضون لها ، ولهذا اعتادت مدينة مكسيكو سيتى وعلى مدى عشرات السنين على تكرار حدوث عمليات الهبوط الأرضى المصاحبة للاهتزازات الأرضية .

ولكن ما حدث يوم الخميس ١٩ من سبتمبر عام ١٩٨٥ كان مختلف تماما الاختلاف ، فقد وقع زلزال فى الساعة السابعة وثمانى عشرة دقيقة صباحاً أطاح بكبرى مدن هذه المنطقة والتى يسكنها حوالى ١٨ مليون نسمة فى كارثة تعتبر من أسوأ الكوارث الزلزالية فى تاريخ المكسيك .

أما ذلك الزلزال الذى وقع على بعد حولاى ٣٦٥ كيلومتراً غرب العاصمة وبقوة بلغت ٨,١ درجة فكان أعمق هذه الزلازل أثراً على قارة أمريكا الشمالية ، وكان من العنف بحيث هز مبانى ولاية تكساس كما ارتجت المياه فى حمامات السباحة بكولورادو .

أما مبانى وسط مدينة مكسيكو سيتى فقد اهتزت بعنف شديد وأخذت تئن تحت وطأة الإجهاد الذى سببه الزلزال ، أما أعمدة الإنارة فقد تمايلت وأخذت تتراقص وكأنها قد صنعت من المطاط ، وتعرجت الشوارع وتمزقت أسلاك الكهرباء والتليفونات وتحطمت النوافذ الزجاجية ، وانهارت الكتل الخرسانية من المبانى ، واندفع الناس إلى خارج منازلهم وقد حل بهم الذعر واسودت السماء بسبب الدخان والأتربة وبعد ثلاث دقائق كان كل شيء قد انتهى واستقرت الأرض وانهار مالا يقل عن ٢٥٠ منشأة تساوت كلها بالأرض وقدر عدد الضحايا منذ بدء وقوع الزلزال بما يزيد عن ثلاثة آلاف قتيل .

ولكن هذا الهدوء النسبى لم يدم طويلاً ، إذ لم تمر ٣٦ ساعة على الزلزال الأول وقع زلزال آخر فى مساء يوم الجمعة بلغت شدته ٧,٦ درجة ،

واستكمل هذا الزلزال عملية الإطاحة بمدينة مكسيكو سيتى حيث أتى تماماً على عشرات المبانى التى كانت قد تصدعت من قبل فتوقفت عمليات التنقيب التى كانت تتم فى ذلك الوقت بحثاً عن جثث الضحايا وسط الأنقاض وقد تسببت هذه الفاجعة فى مصرع أكثر من ٩ آلاف شخص كما أصيب أكثر من ٣٠ ألف آخرين بالإضافة لتشريد ٩٥ ألف شخص .

وقد انهار نحو ٤٠٠ مبنى من جراء الهزتين الأرضيتين ، كما أصيب ما يقرب من ٧٠٠ منشأة أخرى بأضرار بالغة ، كما سويت أكثر من ٢٠٠ مدرسة بالأرض تماماً .

وترتب على هذا الدمار تعطيل أغلب الخطط الصناعية بالبلد وقد أعيد ترميم ما حدث من أضرار فى الأنفاق وخطوط السكك الحديدية والطرق العامة والموانى وقد تكلفت عمليات إعادة التعمير حوالى ٤ بليون دولار الأمر الذى شكل عبئاً مالياً كبيراً بالنسبة لبلد مثقل بالديون .

(الخراب يحيط بمدينة مكسيكو سيتى بعد زلزال ١٩٨٥)

تسلسل تاريخي للكوارث الزلزالية في العالم حتى عام ١٩٨٦

التاريخ	المنطقة	عدد الضحايا
٣٧٣	اليونان	٥٠٠ ألف شخص
٣٦٥	شرق البحر الأبيض المتوسط	٣٠ ألف شخص
٤٧٨	أنطاكية ــ تركيا	٤٥ ألف شخص
٥٥٦	اليونان	٤٠ ألف شخص
١٠٤٢	تبريز ــ إيران	
١١٥٨	لندن ــ انجلترا	
١٥٥٦	سينشو ــ الصين	٨٣٠ ألف شخص
١٥٩٦	يوريوجيما ــ اليابان	٤ ألف شخص
١٦٩٢	بورت رويال ــ جامايكا	٢ ألف شخص
١٧٣٧	كالكاتا ــ الهند	٣٠٠ ألف شخص
١٧٥٠	لندن ــ انجلترا	
١٧٥٥	ليشبونة البرتغال	٦٠ ألف شخص
١٧٥٥	بوسطن ــ أمريكا	
١٧٥٧	كونسيبشن ــ شيلي	٥ ألف شخص
١٧٧٢	جاوا ــ أندونيسا	٢ ألف شخص
١٧٨٣	إيطاليا	
١٨٠٣	طوكيو ــ اليابان	٢٠٠ ألف شخص
١٨١١	نيومدريد ــ أمريكا	أكثر من ١ ألف شخص
١٨١٢	كاراكاس ــ فينزويلا	١٠ ألف شخص
١٨٢٢	فالبارازو ــ شيلي	١٠ ألف شخص
١٨٣٥	كونسيبشن ــ شيلي	٥ ألف شخص
١٨٥٧	طوكيو ــ اليابان	١٠٧ ألف شخص
١٨٥٧	نابولي ــ إيطاليا	
١٨٥٧	جنوب كاليفورنيا ــ أمريكا	
١٨٦٥	ليما ــ بيرو	
١٨٦٦	بيرو والأكوادور	٢٥ ألف شخص

التاريخ	المنطقة	عدد الضحايا
١٨٧٢	وادى أوينز ــ أمريكا	٣٠ ألف شخص
١٨٧٧	الأكوادور	١٩,٥ ألف شخص
١٨٨٣	الأنديز ألمانى	٣٦ ألف شخص
١٨٨٦	شارلستون ــ أمريكا	
١٨٩١	مينو ادارى ــ اليابان	٧ ألف شخص
١٨٩٩	ياكاتات ــ آلاسكا	
١٩٠٢	المراتينيك ــ غرب الأنديز	٤٠ ألف شخص
١٩٠٢	جواتيمالا	١٢ ألف شخص
١٩٠٢	سان فرانسيسكو ــ أمريكا	٧٠٠ شخص
١٩٠٦	تايوان	١,٣ ألف شخص
١٩٠٦	فالباريزو ــ شيلى	١,٥ ألف شخص
١٩٠٧	كينجستون ــ جامايكا	١,٤ ألف شخص
١٩٠٨	ميسينا ــ صقلية	٧٣ ألف شخص
١٩١٥	إيطاليا	٢٩ ألف شخص
١٩٢٠	كانسو ــ الصين	١٨٠ ألف شخص
١٩٢٣	طوكيو ويوكوهاما ــ اليابان	١٤٣ ألف شخص
١٩٢٧	الصين	٢٠٠ ألف شخص
١٩٢٧	شبه جزيرة تانجو ــ اليابان	٣ ألف شخص
١٩٣١	بحر الشمال ــ انجلترا	
١٩٣٢	الصين	٧٠ ألف شخص
١٩٣٣	لونج بتيش ــ أمريكا	١٠٠ شخص
١٩٣٥	كويفتا ــ الباكستان	٤٠ ألف شخص
١٩٣٩	كونسيبشن ــ شيلى	٥٠ ألف شخص
١٩٣٩	تركيا	٢٣ ألف شخص
١٩٤٦	جزر اليوتيان	
١٩٤٦	هونشو ــ اليابان	٢ ألف شخص
١٩٤٩	تادزيكستان ــ الاتحاد السوفيتى	١٢ ألف شخص
١٩٤٩	اكوادور	٦ ألف شخص
١٩٤٩	سياتل ــ أمريكا	

التاريخ	المنطقة	عدد الضحايا
١٩٥٢	كيرن كونترى ــ أمريكا	
١٩٥٣	اليونان	٣ ألف شخص
١٩٦٠	أغادير ــ المغرب	١٢ ألف شخص
١٩٦٠	شيلى	٦ ألف شخص
١٩٦٢	إيران	١٢ ألف شخص
١٩٦٣	يوغسلافيا	١,٢ ألف شخص
١٩٦٤	انكوراج ــ آلاسكا	١٣١ ألف شخص
١٩٦٤	نيجاتا ــ اليابان	
١٩٦٦	تركيا	٢,٥ ألف شخص
١٩٦٦	هينج تاى ــ الصين	
١٩٦٧	كراكاس ــ فينزويلا	
١٩٦٨	إيران	١٢ ألف شخص
١٩٧٠	بيرو	٦٧ ألف شخص
١٩٧١	سان فيرناندو ــ أمريكا	٦٤ ألف شخص
١٩٧٢	إيران	٥,٤ ألف شخص
١٩٧٢	ماناجوا ــ نيكاراجوا	١٢ ألف شخص
١٩٧٥	ليونينج ــ الصين	تم الإخلاء
١٩٧٥	بوخارست ــ رومانيا	١,٥ ألف شخص
١٩٧٦	جواتيمالا	٢٢ ألف شخص
١٩٧٦	ناتجشان ــ الصين	٦٥٠ ألف شخص
١٩٧٦	تركيا	٤ ألف شخص
١٩٧٧	بوخارست ــ رومانيا	٤ ألف شخص
١٩٧٨	سالونيكا ــ اليونان	
١٩٧٨	ميوجى ــ اليابان	
١٩٧٨	شرق إيران	٢٥ ألف شخص
١٩٨٠	جنوب إيطاليا	٤٥ ألف شخص
١٩٨١	جنوب شرق إيران	٨ ألف شخص
١٩٨٢	شمال اليمن	٣ ألف شخص
١٩٨٣	كوالينجا ــ أمريكا	
١٩٨٤	مورجان ــ أمريكا	
١٩٨٥	مكسيكو سيتى ــ المكسيك	١٠ ألف شخص
١٩٨٦	سان فرانسيسكو ــ أمريكا	

أقوى الزلازل العالمية خلال السنوات الأخيرة

١ ـ المكسيك فى ١٩ من سبتمبر ١٩٨٥

حدث زلزال عنيف بقوة ٧,٨ درجة بمقياس ريختر وقد دمر هذا الزلزال ٣ مناطق فى المكسيك منها العاصمة مكسيكو سيتى وأسفر عن مصرع ٥ آلاف شخص .

٢ ـ السلفادور فى ١٠ من أكتوبر ١٩٨٦

هاجم هذا الزلزال العاصمة سان سلفادور والمناطق المحيطة بها بهزة عنيفة بلغت شدتها ٧ درجات بمقياس ريختر وأسفرت هذه الكارثة عن مصرع ١٤٠٠ شخص .

٣ ـ الأكوادور فى ٥ من مارس ١٩٨٧

حيث تعرضت منطقة نابو لهزة أرضية تراوحت قوتها بين ٢ درجة إلى ٦ درجات بمقياس ميركالى . وتسببت فى مقتل ٣٠٠ شخص .

٤ ـ الهند فى ٢١ من أغسطس ١٩٨٨

تعرضت ولاية بيهار فى الهند وأيضاً فى نيبال إلى أعنف ضربة زلزالية فى منطقة جبال الهيمالايا منذ نصف قرن وقد بلغت قوة هذا الزلزال ٥,٧ درجة وأدى إلى مصرع ألف شخص .

٥ ـ الصين فى ٦ من نوفمبر ١٩٨٨

تعرض إقليم يونان فى جنوب غرب الصين إلى كارثة زلزالية وصلت شدتها إلى ٧,٦ درجات بمقياس ريختر ترتب عليها مقتل حوالى ٧١٩ شخصاً .

٦ ـ جمهورية أرمينيا السوفيتية فى ٧ من ديسمبر ١٩٨٨

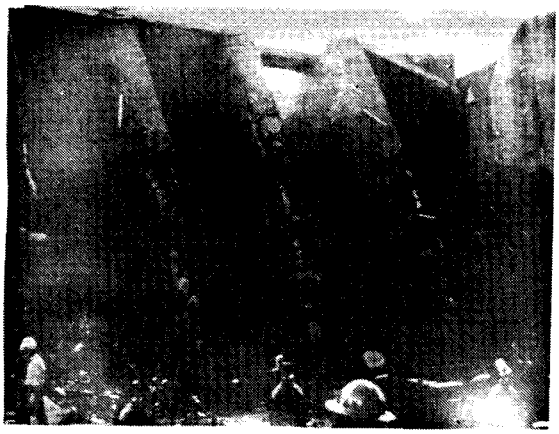
تعرضت هذه المنطقة لزلزال بالغ العنف شدته ١٠ درجات بمقياس ميركالى أسفر عن مقتل ٢٥ ألف شخص طبقاً للمصادر الرسمية .

٧ ـ جمهورية تاجيكستان السوفيتية فى ٢٥ من يناير ١٩٨٩

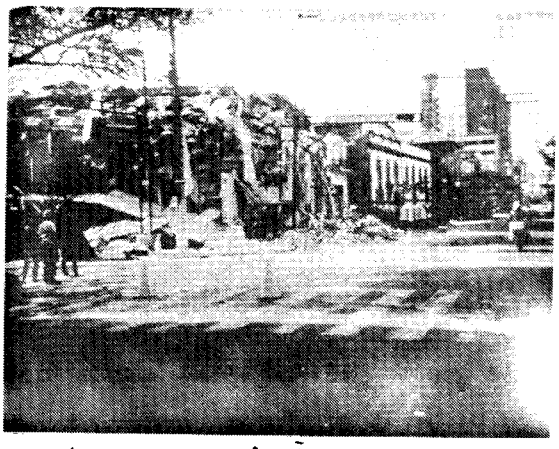
وتعرضت لهزة أرضية بقوة ٥,٥ درجة بمقياس ميركالى وأدت هذه الهزة إلى مصرع حوالى ٢٧٤ شخصاً .

أندونيسيا فى ١ من أغسطس ١٩٨٩

هاجمت هزة أرضية بقوة ٥,٦ درجة بمقياس ريختر مناطق إيريان جايا (إيريان الغربية) وأدت إلى سقوط ١١٧ قتيلاً .



(انهيار السد فى مكسيكو سيتى)



(دمار شامل للمنشآت فى مكسيكو سيتى)