

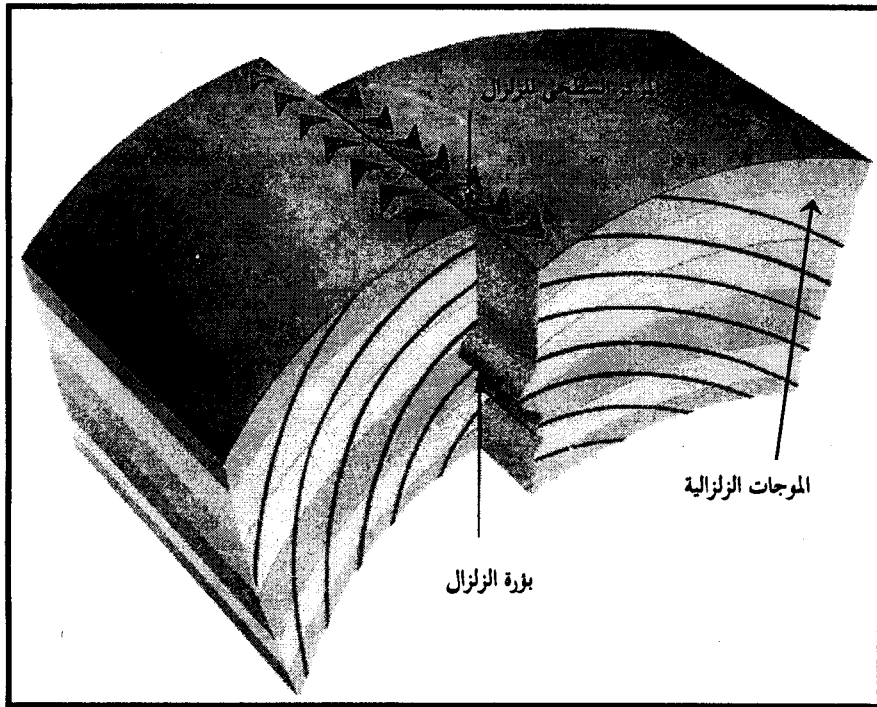
الزلازل والبراكين



هناك نشاط على طول حواف الألواح البنائية للقشرة الأرضية .. وعادة ما يكون هذا النشاط بطيئاً غير محسوس .. ولكن قد يرتفع الضغط في باطن الأرض تحت القشرة الأرضية مما يحدث حركة مفاجئة محسوسة .

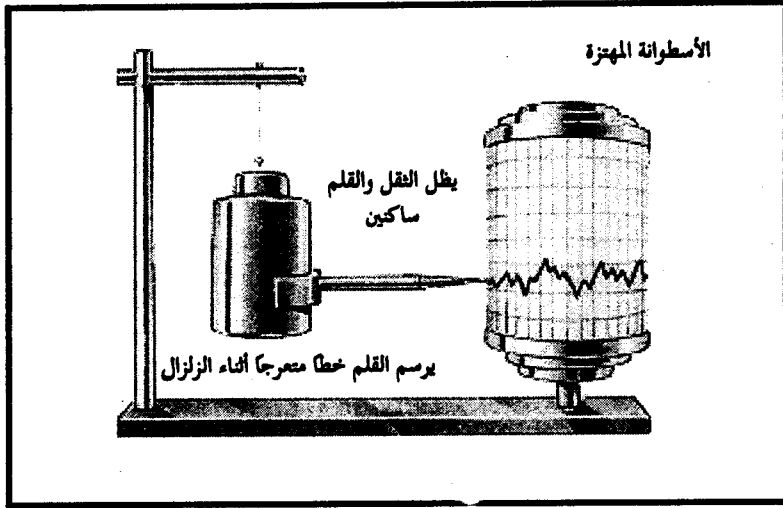
عندما ينزلق (يتحرك) لوحان كل منهما بعيداً عن الآخر ، وتقع حوافهما المربجة تحت تأثير ضغط جوف الأرض ، وبينما يزيد هذا الضغط وتضعف مقاومة حافتي اللوحين ، لا بد وأن تنهار إحدى الحافتين ، وينتج عن ذلك حركة مفاجئة محدثة الزلزال .

يعرف المكان الذي ينشأ فيه الزلزال تحت سطح الأرض باسم البؤرة *Focus* أما المركز السطحي للزلزال *Epicentre* ، فهو المكان الذي يعلو بؤرة الزلزال عند سطح الأرض .



□ الموجات الزلزالية :

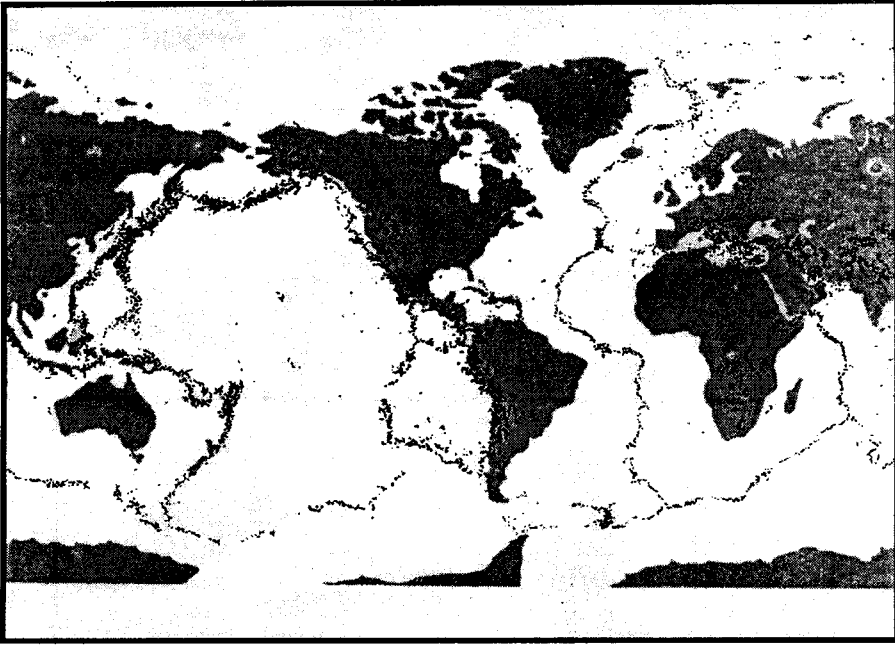
يعتبر الصينيون أول من اهتم بدراسة علم الزلازل والموجات الاهتزازية الصادرة عن الزلزال ، وذلك منذ قرابة ألفى عام .. واستخدموا فى ذلك الأجهزة التى كانت تعينهم على تلك الدراسة .. ثم طوّرت هذه الأجهزة حتى وصلت فى وقتنا الحالى إلى ما يعرف باسم السيسمو متر *Seismometer* ، وهو الجهاز المعنى بقياس الموجات الزلزالية .



وتعتمد فكرة عمل الجهاز أساساً على أن ثقلاً يدلى من حبل عمودى طويل (كما يتدلى بندول الساعة) ، ولذا فإنه يظل ساكناً بحكم قصوره الذاتى حتى لو اهتزت الأرض من تحته ، فإذا اهتزت القاعدة التى عليها الجهاز لا يهتز إلا أسطوانة التسجيل فقط ، بينما يظل الثقل بما يحمله من قلم ساكناً ، وعندئذ يرسم القلم خطاً متعرجاً على أسطوانة التسجيل يصف الزلزال ، ويعرف هذا الرسم باسم : السيسمو جراف *Seismograph* .

□ الاحزمة الزلزالية :

تتركز حوالى ٩٥ ٪ من الطاقة المحررة بواسطة الزلازل فى بضعة نطاقات ضيقة تحزم الكرة الأرضية ، كما يتضح من الخريطة التالية :



وينطلق أكبر قدر من الطاقة في ممر قرب الحافة الخارجية للمحيط الهادى، ويعرف بالحزام المطوق للمحيط الهادى .. ويشمل هذا الحزام مناطق تتصف بشدة الزلازل فيها مثل : اليابان ، والفلبين ، وشيلي .. كما أن هناك منطقة أخرى تتسم بالنشاط الزلزالي القوى والتي تمتد عبر المناطق الجبلية المحاذية للبحر الأبيض المتوسط عبر إيران وشرقها إلى جبال الهيمالايا .

والمتأمل للخريطة السابقة يجد أن هناك حزاماً آخر يمتد آلاف الكيلومترات عبر المحيطات ، ويتوافق مع نظام مرتفعات وسط المحيطات ، والتي تمثل منطقة نشاط زلزالي متكرر ، إلا أنه ضعيف .

□ العلاقة بين قوة الزلزال وبؤرة حدوثه :

تم تصنيف بؤر الزلازل حسب العمق الذى يحدث عنده ، فالزلازل التى تنشأ عند أعماق أقل من ٦٠ كيلومتراً من سطح الأرض تعرف بأنها زلازل ذات بؤر ضحلة ، أما التى تنشأ على عمق (٦٠ - ٣٠٠) كم ، فهى زلازل ذات بؤر متوسطة ، أما الزلازل عميقة البؤرة فهى تلك التى تقع بؤرها عند أعماق تزيد على ٣٠٠ كم .

وعموماً فإن حوالي ٩٠ ٪ من الزلازل من النوع متوسط البؤر ، إذ أنها تقع على عمق أقل من ١٠٠ كيلو متر ..

والزلازل القوية هي تلك الزلازل ذات البؤر الضحلة ، التي تحدث على عمق صغير من سطح الأرض .. فمثلاً زلزال سان فرانسيسكو الشهير ، والذي حدث عام ١٩٠٦ ، كانت بؤرته على عمق حوالي ١٥ كم من سطح الأرض ، وبلغت قوته ٨,٢٥ درجة بمقياس ريختر والذي استمر لمدة ٤٠ ثانية .. وبصفة عامة ، فإنه كلما زاد عمق بؤرة الزلزال قلت شدته .

□ قياس شدة الزلازل :

هناك طريقتان (مقياسان) لقياس شدة الزلازل :

أ - مقياس ميركالي *Mercalli scale* ، والذي يعتمد أساساً على وصف تأثير الزلازل على الناس والمباني ، وما يلحقه بها من آثار أو دمار كما سيتضح بعد قليل ..

ب - مقياس ريختر *Richter scale* .. وهو يعتمد على قياس قوة الموجات الزلزالية .. وما يصاحب ذلك من آثار ، كما يتضح من الجدول التالي :

الآثار الناجمة	القوة بمقياس ريختر
عادة لا يُحس به .	أقل من ٣,٥
كثيراً ما يحس به ، دون حدوث دمار يذكر .	٣,٥ - ٤,٥
دمار طفيف في المنشآت الرديئة .	٤,٥ - ٥,٥
قد يكون مدمراً في المناطق المأهولة بالسكان .	٥,٥ - ٧
زلازل عظيمة تسبب دماراً كبيراً	أكثر من ٨

وقد بلغت قوة أكبر زلزال حدث حتى الآن ٨,٧ درجة بمقياس ريختر ، وهو ذلك الذي حدث جنوبى شيلى عام ١٩٦٠ ، وبلغ فيه عدد القتلى حوالي ٥٧٠٠ نسمة .

□ هل يمكن توقع وقت حدوث الزلزال ؟

نظراً لخطورة الزلازل ، وما تحدثه من دمار شامل ، لجأ العلماء إلى دراسة الوسائل التي يمكن أن تساعد في معرفة مكان ووقت حدوث الزلزال .

ولما كانت اليابان من أكثر البلاد تعرضاً للزلازل ، فقد قام العلماء هناك بنشر شبكة معقدة من أجهزة تسجيل الاهتزازات تمتد حوالى ٢٠٠ كم في المحيط .. فهناك في قاع المحيط حيث يقل التشويش الاهتزازى ، يخطط اليابانيون لتتبع ما يعرف باسم الموجات الأمامية للزلزال والتي تسبق وقوع الزلزال بقليل .. ويتوقع العلماء أنه بتتبع هذه الأنشطة الزلزالية يمكن الوصول إلى نظام يكفل دقة توقع الهزات الأرضية .

وعلى الرغم من عدم وجود طرق مؤكدة لتوقع حدوث الزلزال ، إلا أنه قد صحت التوقعات في بعض الحالات ، فعلى سبيل المثال ، في عام ١٩٧٥ أمكن توقع حدوث زلزال بشمالى شرق الصين ، وذلك قبل ساعات من حدوثه .. وتم إعلان حالة الطوارئ بين ٣ مليون من السكان ، وقد بلغت قوة الزلزال ٧,٥ درجة بمقياس ريختر ، وكان عدد ضحايا الزلزال قليلاً جداً.

وإذا كانت هذه الطريقة لازالت تستخدم في بعض البلدان ، إلا أن الدمار الذى يلحقه الزلزال لا يعد وسيلة أكيدة للمقارنة .. فهناك عوامل كثيرة تسبب تفاوتاً كبيراً في مقدار الضرر ، منها : بعد بؤرة الزلزال من سطح الأرض ، طبيعة المواد السطحية ، وكيفية تصميم المباني والهياكل العمرانية .. منطقة حدوث الزلزال ، وهل هي مأهولة بالسكان أم حدث الزلزال في البحر أو الصحراء .

وعليه ، فإن طريقة ميركالى ، إنما هي وصف للحدث ، بعيدة إلى حد كبير عن الدقة ، وقد رتبها على هيئة سلم (١-١٢) كما يلي :

- ١- لا يحس به إلا القليل جداً وتحت ظروف ملائمة .
- ٢- يحس به القليل عند الراحة وخاصة سكان الأدوار العليا .
- ٣- يحس به الكثير من سكان الأدوار العليا ، إلا أنهم لا يحسونه زلزالاً .
- ٤- يحس به الكثير داخل المباني وخارجها ، بما يشبه اصطدام شاحنة بمبنى خرساني .

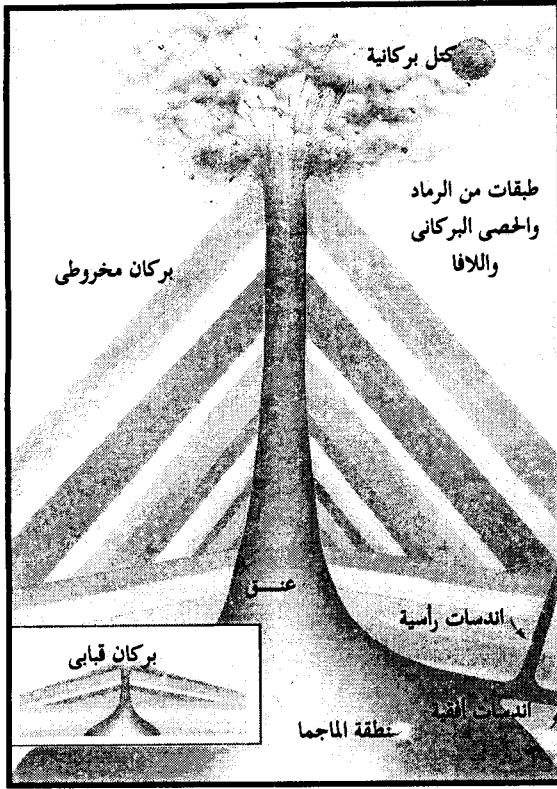
- ٥- يشعر به الجميع تقريباً ، تهتز الأشجار ، وبعض الأشياء المرتفعة والمعلقة .
- ٦- يشعر به الجميع ، ويحدث نوعاً من الفرع ، ويتحرك الأثاث داخل المنازل ، وقد يحدث تساقط لطلاء الجدران .
- ٧- يحدث دمار متوسط للمباني المتوسطة ، ودمار كبير للمباني الضعيفة ، ولا تتأثر المباني جيدة التصميم .
- ٨- يحدث دمار طفيف للمباني جيدة التصميم ، وقد تسقط مداخن بعض المصانع .
- ٩- يحدث دمار كبير في المباني جيدة التصميم ، وتشقق بسطح الأرض .
- ١٠- تشقق واضح بسطح الأرض ، ودمار معظم المنشآت الصخرية .
- ١١- تحطم الجسور ، وحدوث فجوات واسعة بسطح الأرض .
- ١٢- دمار شامل .

*** ولكن ، إذا صح توقع وقت ومكان حدوث الزلزال ، فهل يمكن تجنب حدوثه ؟**

يأمل العلماء في التوصل إلى طرق لتجنب حدوث الزلزال ، أو للتقليل من أخطاره ، ويعتمدون في ذلك إلى إحداث عدد من الهزات الصغيرة عن طريق ضخ السوائل أو إجراء التفجيرات النووية في المكان المتوقع حدوث الزلزال فيه ، مما يؤدي إلى إطلاق الطاقة المحبوسة ببطء مستمر ، والذي قد تتراكم في حالة عدم إطلاقها بهذه الطريقة لتنطلق على هيئة زلزال قوى مدمر .

□ البركان :

يوجد حوالي ٧٠٠ بركان في العالم .. ويوجد معظمها على أحرف ألواح القشرة الأرضية ، والتي تعد مناطق ضعيفة .. حيث يرتفع الصهير *magma* أو الصخر المنصهر الذي يوجد أسفل الصخور الصلبة من القشرة الأرضية ، يرتفع هذا الصهير لأعلى ليصل إلى سطح الأرض .



والبركان النموذجي هو ذلك الذي يمكن تشبيهه برابية لها أنبوبة (عنق) *Vent* ، تمتد أسفل الأرض لتصل إلى منطقة الصخر المنصهر *Magma chamber* (تجويف الماجما) ، والذي يوجد أسفل الصخور الصلبة من القشرة الأرضية ، كما يتفرع من منطقة الماجما قنوات فرعية تندس بين طبقات الصخور الأرضية ، تعرف هذه القنوات باسم اندسات .. وأهمها:

أ - اندسات أفقية *Sills* :

وهي عبارة عن غطاءات أفقية من الصخور النارية ، أو موازية لطبقات الصخور التي تخترقها ..

وتتكون هذه الاندسات عندما يأخذ الصهر البركاني *magma* طريقه بين طبقتين من طبقات الصخور الرسوبية ، وهناك يبرد ويتصلب .. ويتراوح سمك هذه الاندسات الأفقية ما بين بضعة سنتيمترات إلى مئات الأمتار ، بينما يزيد اتساعها الأفقي كثيراً .. وتعمل هذه الاندسات الأفقية على حماية الصخور الهشة التي تقع أسفلها .

ب - اندسات رأسية *dykes* : وهي عبارة عن كتلة من الصخور النارية أو الاندفاعية والتي بردت وتصلبت على هيئة عمود رأسي أو مسلة مرتفعة في الصخور المجاورة .. وفي أغلب الأحيان تكون هذه الاندسات أشد صلابة من الصخور المجاورة ، ويتفاوت سمكها من بضعة سنتيمترات إلى مئات الأمتار .

□ كيف يثور البركان ؟

عندما يرتفع الضغط فى منطقة الماجما (الصخور المنصهرة) ، فإن خليطاً من هذه الصخور المنصهرة ، وكذا الصخور الصلبة يرتفع إلى أعلى من خلال العنق *Vent* .. وهكذا يثور البركان .

وهذا الخليط من الماجما والصخور الصلبة هو ما يعرف باسم الحمم البركانية ، أو الطفح البركانى ، أو لافا *Lava* .

تتصلب هذه الحمم على سطح الأرض بعد ملامستها للهواء ، فيكون نسيجها زجاجياً أو غير متبلور .. وقد تبرد ببطء ، وفى هذه الحالة يكون نسيجها بلورياً أو خشناً .

وهذه الحمم قد تكون سميكة ثقيلة ، مما يؤدى إلى انسداد العنق مكونة سدادات ، فإذا ما زاد الضغط فى باطن الأرض على هذه السدادات ، فإنها تقذف فى الهواء على هيئة قطع غليظة من الصخور تسمى الكتل البركانية *Volcanic bombs* . أما إذا كانت الحمم رقيقة خفيفة ، فإن ثورة البركان تكون أكثر هدوءاً .

وفى كل مرة يثور فيها البركان ، فإن الحمم البركانية *lava* ترسب كطبقة صلبة .. وفى حالة الحمم السميكة ، فإن طبقات الحمم البركانية تكون البركان المخروطى *Cone volcano* ، شديد الانحدار حول الفوهة . أما فى حالة الحمم الرقيقة الخفيفة ، فإنه يتكون بركان قليل الانحدار يسمى البركان القبابى *Shield volcano* .

وتعرف البراكين القبابية بأنها براكين غير مخروطية ، تتألف من حمم بازلتية لزجة ، تراكمت فوق الفتحة ، وتصلبت عليها بدلاً من أن تنساب إلى منحدرات الجوانب .. وتمتاز هذه البراكين غالباً بعدم وجود فوهات لها ، أو وجودها على شكل حفر صغيرة فى الأرض يملؤها الماء عادة .

□ نافورات الماء الحار والبخار :

فى المناطق البركانية ، حيث توجد المياه فى جوف الأرض ملامسة لطبقة الماجما ، مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة تلك المياه .. لذا فإنها تثور وتغور ، حيث تنفجر خارج سطح الأرض على شكل نافورة من الماء المغلى ، فيما يسمى «جيزر» *Geyser* ، أو نافورة حارة .

ومن هذه النافورة الحارة تنبثق المياه الساخنة والبخار والدخان بصورة متقطعة نحو الهواء إلى ارتفاع يتراوح ما بين ١٠٠-٢٠٠ متر .. ولعل أشهر أنواع الجيزر ، تلك التى توجد فى نيوزيلندا وأيرلندا ، ومنطقة بلوستون بالولايات المتحدة الأمريكية .

وقد تنطلق هذه المياه على هيئة بخار فيما يعرف باسم داخنة *Fumarole* ، وهى عبارة عن فتحة أو حفرة فى القشرة الأرضية ، تنبثق منها الأبخرة والغازات ، كغاز ثانى أكسيد الكربون فى درجة حرارة عالية تصل إلى ٨٠٠ م ، وتحت ضغط كبير .

ولعل أشهر مناطق الداخنات فى العالم تلك التى توجد فى وادى العشرة آلاف مدخنة *Vally of ten thousand smokes* ، بالقرب من بركان كتانى فى ألاسكا ، إذ تبلغ مساحة تلك المنطقة عدة كيلومترات مربعة . وحول هذه الداخنات والجيزرات تتكون برك من الطين .



□ البركان الثائر والبركان الهامد

علمنا أن البركان مخرج تندفع من خلاله المواد المنصهرة والغازات المحبوسة من باطن الأرض إلى سطحها .

ومن البراكين ما يثور بانتظام ، وهي ما تعرف بالبراكين النشطة *Active volcanoes* ومنها ما هو هامد *dormant volcanoes* ، ومنها ما هو خامد *extinct volcanoes* قد يثور فيما بعد . ومن الصعب معرفة ما إذا كان البركان الخامد لا يثور بعد ذلك ، أم أنه هامد في حالة سكون مؤقت ينشط بعدها .

وعلى سبيل المثال ، في عام ١٩٧٣ ثار بركان في جزيرة هيامى بالقرب من أيسلندا وحطم قرابة ٣٠٠ مبنى ، بعدما ظن الناس أنه قد همد تماماً حيث إنه لم يثر منذ حوالي خمسة آلاف سنة .

وبعض البراكين لا تثور بشكل فجائي ، وإنما تخرج منها الحمم ببطء ، وتغطي عادة مساحات واسعة ، ومن أمثلتها بركان «ونالوا» في جزيرة هاواي . أما البراكين الفجائية العنيفة ، فأشدها بركان «مونت بلي» الذي ثار عام ١٩٠٢ في جزيرة «مارتينيك» ودمر مدينة بيسر بأكملها .

□ هل تثور البراكين تحت سطح الماء ؟

بعض البراكين يثور تحت سطح الماء ، ومنها ما يكون من الضخامة حتى إن الحمم البركانية تبرز فوق سطح الماء مكونة جزراً جديدة .. وتعتبر جزيرة أيسلندا من الجزر البركانية ، ولا تزال تزيد في مساحتها كلما ثار البركان .