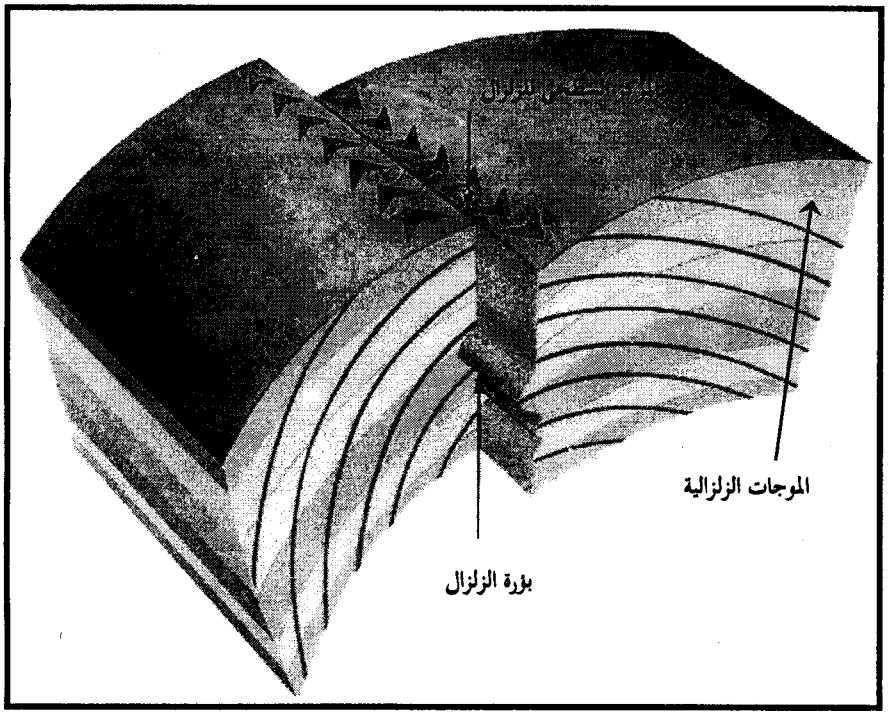
الزلازل والبراكين

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

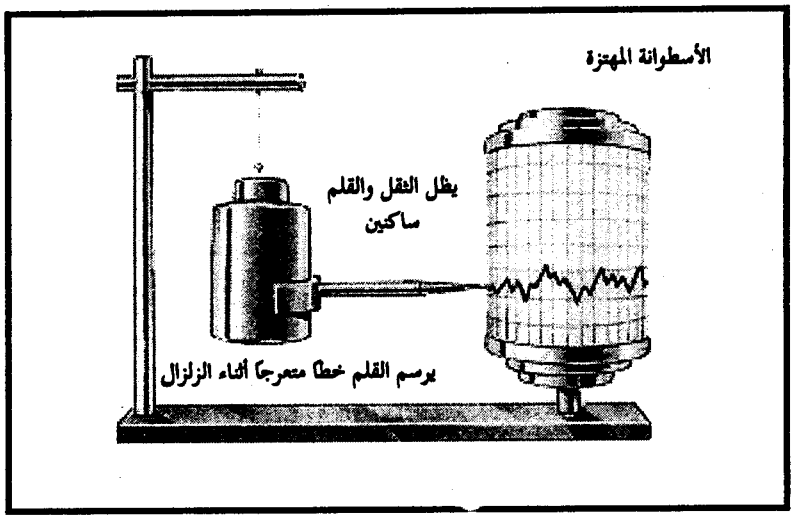
عندما ينزلق (يتحرك) لوحان كل منهما بعيداً عن الآخر ، وتقع حوافهما المرتجة تحت تأثير ضغط جوف الأرض ، وبينما يزيد هذا الضغط وتضعف مقاومة حافتى اللوحين ، لابد وأن تنهار إحدى الحافتين ، وينتج عن ذلك حركة مفاجئة محدثة الزلزال .

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



❐ الموجات الزلزالية :

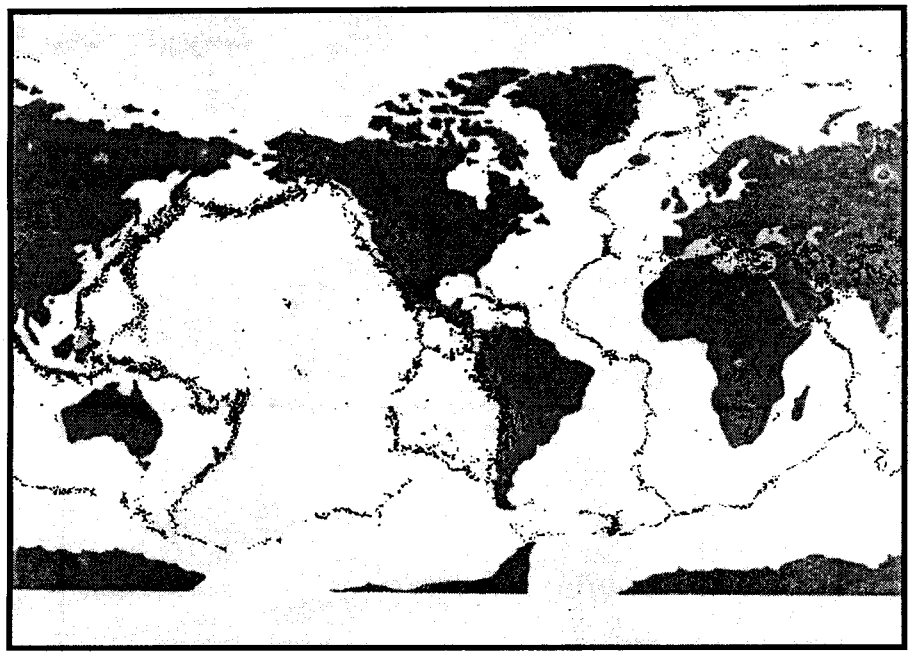
يعتبر الصينيون أول من اهتم بدراسة علم الزلازل والموجات الاهتزازية الصادرة عن الزلزال ، وذلك منذ قرابة ألفى عام .. واستخدموا فى ذلك الأجهزة التى كانت تعينهم على تلك الدراسة .. ثم طوّرت هذه الأجهزة حتى وصلت فى وقتنا الحالى إلى ما يعرف باسم **السسمومتر** ***Seismometer*** ، وهو الجهاز المعنى بقياس الموجات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

❐ الأحزمة 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 فى ممر قرب الحافة الخارجية للمحيط الهادى، ويعرف بالحزام المطوّق للمحيط الهادى .. ويشمل هذا الحزام مناطق تتصف بشدة الزلازل فيها مثل : اليابان ، والفلبين ، وشيلى .. كما أن هناك منطقة أخرى تتسم بالنشاط الزلزالى القوى والتى تمتد عبر المناطق الجبلية المحاذية للبحر الأبيض المتوسط عبر إيران وشرقها إلى جبال الهيملايا .

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

❐ العلاقة بين قوة الزلزال وبؤرة حدوثه :

تم تصنيف بؤر الزلازل حسب العمق الذى تحدث 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 حوالى ٩٠ ٪ من الزلازل من النوع متوسط البؤر ، إذ أنها تقع على عمق أقل من ١٠٠ كيلو متر ..

والزلازل القوية هى تلك الزلازل ذات البؤر الضحلة ، التى تحدث على عمق صغير من سطح الأرض .. فمثلاً زلزال **سان فرانسيسكو** الشهير ، والذى حدث عام ١٩٠٦ ، كانت بؤرته على عمق حوالى ١٥ كم من سطح الأرض، وبلغت قوته ٨,٢٥ درجة بمقياس ريختر والذى 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 ميركالى ***Mercalli scale*** ، والذى يعتمد أساساً على وصف تأثير الزلازل على الناس والمبانى ، 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 التالى :

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

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

❐ هل يمكن توقع وقت حدوث الزلزال ؟

نظراً لخطورة الزلازل ، وما تحدثه من دمار شامل ، لجأ العلماء إلى دراسة الوسائل التى يمكن أن تساعد فى 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 فى المحيط .. فهناك فى قاع المحيط حيث يقل التشويش الاهتزازى ، يخطط اليابانيون لتتبع ما يعرف باسم الموجات الأمامية للزلزال والتى 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 فى بعض الحالات ، فعلى سبيل المثال ، فى 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 فى بعض البلدان ، إلا أن الدمار الذى يلحقه الزلزال لا يعد وسيلة أكيدة للمقارنة .. فهناك عوامل كثيرة تسبب تفاوتاً كبيراً فى مقدار الضرر ، منها : بعد بؤرة الزلزال من سطح الأرض ، طبيعة المواد السطحية ، وكيفية تصميم المبانى والهياكل العمرانية .. منطقة حدوث الزلزال ، وهل هى مأهولة بالسكان أم حدث الزلزال فى البحر أو الصحراء .

وعليه ، فإن طريقة **ميركالى** ، إنما هى وصف للحدث ، بعيدة إلى حد كبير عن الدقة ، وقد رتبها على هيئة سُلَّم (١-١٢) كما يلى :

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 يحسبونه زلزالاً .

٤- يحس به الكثير داخل المبانى وخارجها ، بما يشبه اصطدام شاحنة بمبنى خرسانى .

٥- يشعر به الجميع تقريباً ، تهتز الأشجار ، وبعض الأشياء المرتفعة والمعلقة.

٦- يشعر به الجميع ، ويحدث نوعًا من الفزع ، ويتحرك الأثاث داخل المنازل ، وقد يحدث تساقط لطلاء الجدران .

٧- يحدث دمار متوسط للمبانى المتوسطة ، ودمار كبير للمبانى الضعيفة، ولا تتأثر المبانى جيدة التصميم .

٨- يحدث دمار طفيف للمبانى جيدة التصميم ، وقد تسقط مداخن بعض المصانع .

٩- يحدث دمار كبير فى المبانى جيدة التصميم ، وتشقق بسطح الأرض.

١٠- تشقق واضح بسطح الأرض ، ودمار معظم المنشآت الصخرية .

١١- تحطم الجسور ، وحدوث فجوات واسعة بسطح الأرض .

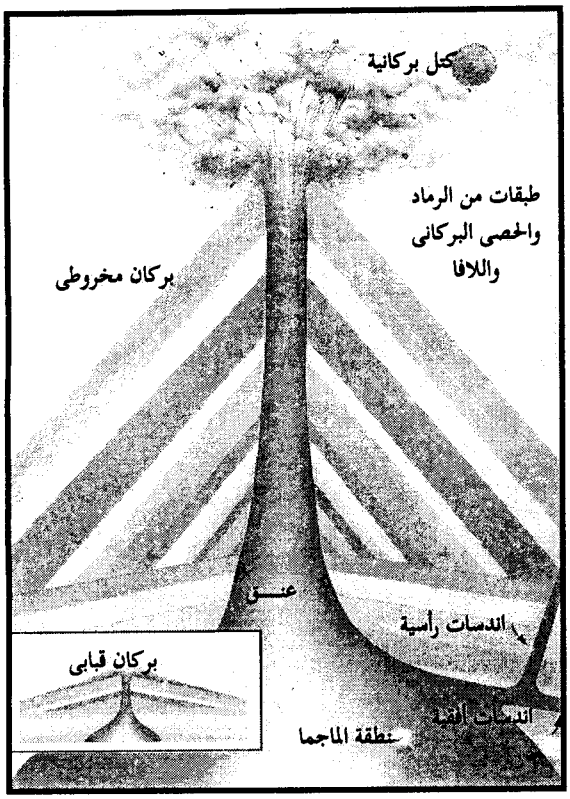
١٢- دمار شامل .

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

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

❐ البركان :

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



والبركان النموذجى هو ذلك الذى يمكن تشبيهه برابية لها أنبوبة (عنق) ***Vent***، تمتد أسفل الأرض لتصل إلى منطقة الصخر المنصهر ***Magma chamber*** (تجويف الماجما) ، والذى 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* :

وهى عبارة عن غطاءات أفقية من الصخور النارية ، أو موازية لطبقات الصخور التى تخترقها ..

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

ب – اندسات رأسية *dykes* : وهى عبارة عن كتلة من الصخور النارية أو الاندفاعية والتى بردت وتصلبت على هيئة عمود رأسى أو مسلة مرتفعة فى الصخور المجاورة .. وفى أغلب الأحيان تكون هذه الاندسات أشد صلابة من الصخور المجاورة ، ويتفاوت سمكها من بضعة سنتميترات 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 مازاد 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*** تترسب كطبقة صلبة .. وفى حالة الحمم السميكة ، فإن طبقات الحمم البركانية تكوّن **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 غالبا 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 ، وهى ما تعرف بالبراكين الثائرة ***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 فى حالة سكون مؤقت ينشط بعدها .

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

وبعض البراكين لا تثور بشكل فجائى ، وإنما تخرج منها الحمم ببطء ، وتغطى عادة مساحات واسعة ، ومن أمثلتها بركان **«ونالوا»** فى جزيرة هاواى. أما البراكين الفجائية العنيفة ، فأشدها بركان **«مونت بلى»** الذى ثار عام ١٩٠٢ فى جزيرة **«مارتينيك»** ودمر مدينة **بيير** 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 أيسلاندا من الجزر البركانية ، ولاتزال تزيد فى مساحتها كلما ثار البركان .