سلسلة ألفا العلمية

الزلازل والبراكين

نيكولا باربر

مركز التعريب والترجمة بمكتبة العبيكان

مكتبة العبيكان

ⓒ مكتبة العبيكان، ١٤٢٧هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

باربر، نيكولا

الزلازل والبراكين/ نيكولا باربر – ط٢ . . – الرياض، ١٤٢٧هـ.

٤٥ ص، ٢٢X ٢٩ سم.– (سلسلة كتب ألفا)

ردمك: ٩– ١١٦ – ٥٤ – ٩٩٦٠

١– الزلازل. ٢– البراكين

أ– العنوان ب – السلسلة

ديوي ٥٥١,٢ ١٤٢٧/٥٨٠٣

ردمك: ٩– ١١٦ – ٥٤ – ٩٩٦٠ رقم الإيداع: ١٤٢٧/٥٨٠٣

Published by Evans Brothers limited

2A Portman Mansions

Chiltern Street

London W1M 1LE

ISBN 0237 51769 8

جميع حقوق الطباعة والنشر محفوظة لمكتبة العبيكان

بموجب اتفاق رسمي مع الناشر الأصلي

الطبعة الثانية ١٤٢٨هـ/٢٠٠٧م

الناشـــر

العبيكان Obeikan

Publishers & Booksellers

الرياض – العليا – طريق الملك فهد مع تقاطع العروبة

ص.ب ٦٢٨٠٧ الرمز ١١٥٩٥

هاتف: ٤١٦٠٠١٨ـ٤١٦٥٤٤٢، فاكس: ٤٦٥٠١٢٩

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

بسم الله الرحمن الرحيم

المحتويات

مقدمة ٤

البراكين ٦

ألعاب نارية في البحر، الطبيعة تسود، ما هو البركان ؟

الانفجارات البركانية، الصخور البركانية، المخاريط

وفوّهات البراكين، فيزوف يثور

النشاط البركاني ١٦

المنافذ البركانية الصغيرة، ينابيع وفوّارات المياه الساخنة

حركات الأرض١٨

التصدعات الموجودة في الصخر

الزلازل عن قرب ٢٢

قياس الزلازل، أمواجٌ مدمِّرة

إقامة مخيم في هاواي، كتلة منهارة في البيرو

الزلازل الأمريكية

الطاقة من الأرض٢٨

المعادن من الصُّهارة، مواد البناء

التلف والكشف٣٢

بعد الزلزال، بعد الانفجار البركاني، ملابس للوقاية

كشف الخطر

البناء للمستقبل٣٦

المباني التقليدية، البرج الذي لم يسقط

المباني الحديثة، تصاميم للمستقبل، زمن الاختبار

ملاجئ ضد البراكين، البحث والإنقاذ

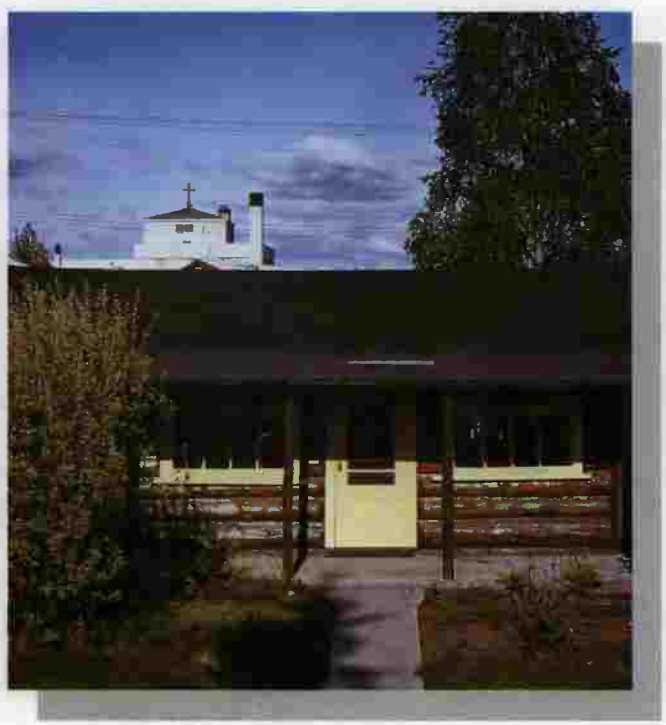
المسرد ٤٥

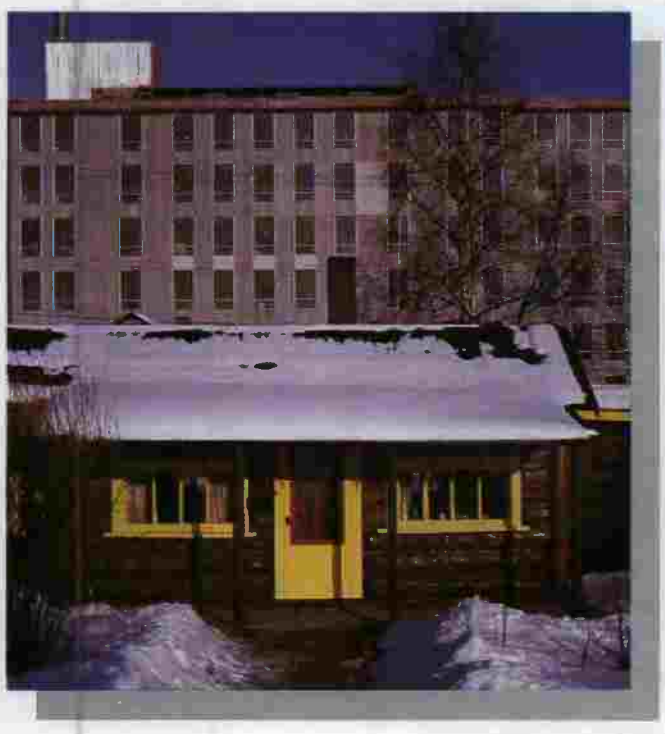
فهرس الكلمات المستفادة ٤٧

المقدمة

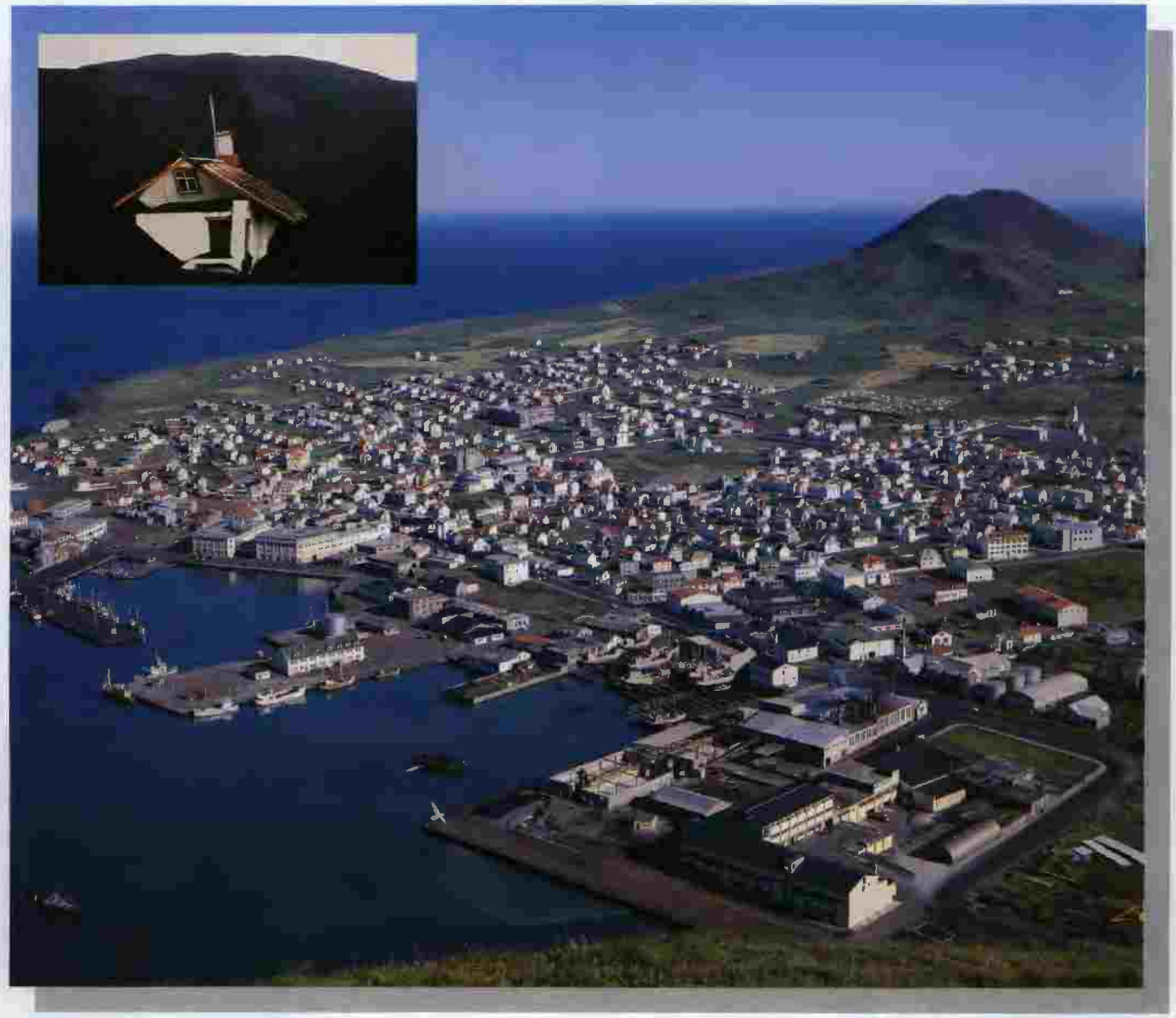
في كل يوم يحدث زلزالٌ، أو يثور بركان في مكانٍ ما من العالم، أثناء الزلزال تهتز الأرض وتتحرك، وعندما تثور البراكين ينفجر الصخر الأحمر الحار والرماد من الأرض، ويوجد كثيرٌ من البراكين في مختلف أنحاء المعمورة، كما يوجد كثير منها أسفل المحيطات فوق القاع.

ولحسن الحظ فإن معظم الزلازل وانفجارات البراكين لا تسبب أذى للناس. فغالبية الزلازل صغيرة جداً، ونحن نعلم بهذه الزلازل عن طريق أجهزة العلماء الدقيقة شديدة الحساسية؛ لأنها تستطيع قياس أقل الحركات الأرضية. وهناك انفجارات بركانية تحدث بشكل دائم فوق قيعان المحيطات، إلا أنها بعيدة في العمق بحيث لا تؤثر على الناس، ومع ذلك نجد في بعض الأحيان أن خبراً يتعلق بزلزالٍ أو انفجار بركاني يتصدر العناوين الرئيسة للأخبار.





قبل الزلزال وبعده. هذه الصورة لنفس الشارع في أنكوريج، ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية، تم التقاطها في الشتاء (يسار) وفي فصل الربيع (يمين)، حيث حدث في الفترة الواقعة بين الصورتين زلزال كبير دمّر المبنى الرمادي الضخم.



قبل الزلزال وبعده، مدينة في جزيرة هيمي قرب ساحل آيسلندا (الصورة الرئيسية). عندما انفجر بركان الجفيل عام ١٩٧٣ تغطت المدينة بالرماد الأسود والصخر (صورة الإطار).

يحدث هذا الأمر عند وقوع زلزال كبير أو انفجار بركاني بالقرب من الأماكن التي يعيش فيها الناس، حيث يموت كثير منهم غالبًا وتتحطم المباني. في عام ١٩٧٦م مات نصف مليون شخص في الصين عند وقوع عدد من الزلازل الكبيرة، وفي عام ١٨٨٣م انفجر بركان في أندونيسيا أُطلق عليه كراماتو وقَتَل ما يربو على ستة وثلاثين ألف شخص.

وفي هذا الكتاب سوف نتبيَّن أسباب حدوث الزلازل والانفجارات البركانية والأماكن المرجح وقوعها فيها، ونلقي نظرة على ما يمكن أن يفعله الناس لحماية أنفسهم من هذه الكوارث.

البراكين

ألعاب نارية في البحر

كان في أندونيسيا جزيرة صغيرة بين جزيرتين أكبر منها هما جاوة وسومطرة. وقد حدث في هذه الجزيرة ثلاثة براكين، حيث أُطلق على الأوسط منها كراكاتوا. انفجر بركان كراكاتوا في ٢ مايو سنة ١٨٨٣م، وكان أعنف انفجار بركاني عرفته البشرية.

أطلق كراكاتوا سحابة من البخار والرمال عاليًا في الفضاء، وتدفقت صخور حمراء تُسمى الحمم في الهواء فكانت كأروع عرض للألعاب النارية يمكن أن يدور في خيالك.

وإلى هنا لم يشعر سكان الجزر المجاورة بالقلق الشديد، فقد اعتقدوا أنهم لم يكونوا في خطر من ذلك الانفجار، ثم في شهر أغسطس زادت حدة انفجار البركان حيث بلغ علوُّ سحابة الرماد المنبعثة منه ٢٧ كيلومتراً في الفضاء، وكانت تقع انفجارات مدويّةٌ كل بضع دقائق تمكّن الناسُ من سماعها من على بعدٍ يزيد عن ١٠٠٠ كيلو متر، في تلك الآونة كانت تمرُّ سفينة عبر القناة الواقعة بين جاوة وسومطرة، وفيما يلي وصف المنظر كما أورده القبطان.

«جاءت أصوات الانفجارات المُصِمّةِ للآذان كأصوات المدافع الثقيلة، في حين انطلقت كتلٌ من الحمم المشحونة بالغاز في الفضاء وكأنها عرض ضخمٌ للألعاب النارية، وبعد الساعة الخامسة مساءً قُذف ظهر السفينة بكتل حارة من الصَّخر البركاني الأبيض وصل حجم بعضها حجم القرع».

وقع أسوأ جزء من الانفجار البركاني في ٢٧ أغسطس حيث وصل الرماد إلى علو ٨٠ كيلومترًا، والناس المقيمون في الجزر المجاورة لم يروا أي ضوء للشمس مدة يومين ونصف. وأصبح البركان الآن ينفجر بصورة مستمرة، ثم وقع انفجار ضخم كان أقوى انفجار سمعه الناس على وجه الأرض، ولدى ارتطام الصخر الأحمر الحار بالبحر المحيط بالجزيرة، تولدت أمواج ضخمة أُطلق عليها اسم تسوناميز وقد غمرت الجزر المجاورة وأغرقت ما يزيد عن...٣٦ شخص.

نبتة صاروخ البحر كانت إحدى النباتات الأولى التي نمت في جزيرة سورتسي.

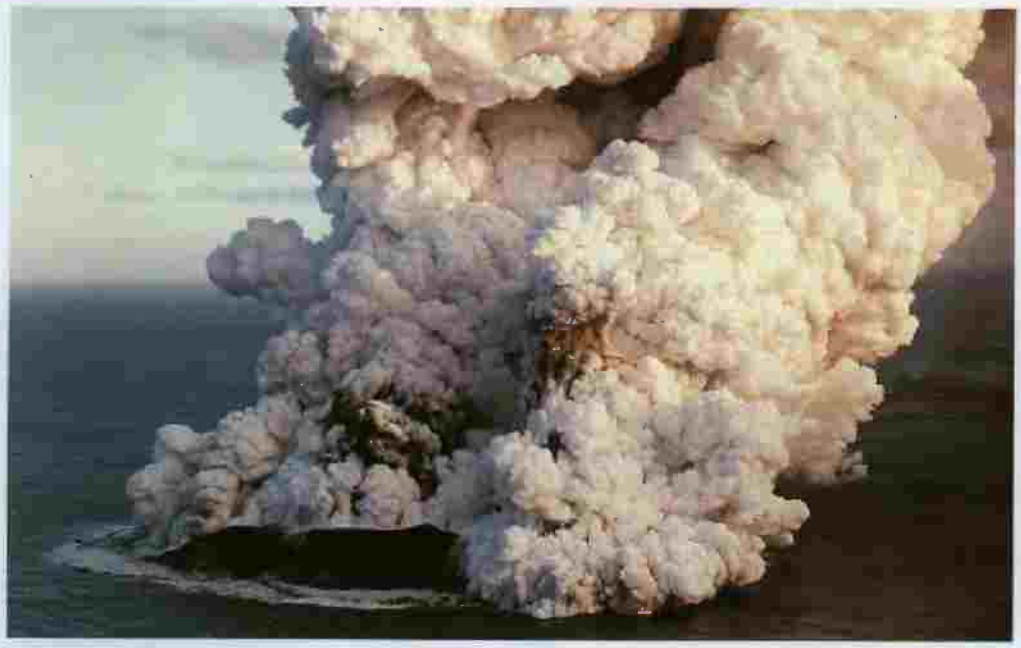
عند انتهاء ثورة البركان كانت كراكاتوا قد اختفت تمامًا تحت الأمواج، وظهرت مكانها جزيرة تتكون من الحمم التي انبعثت من سطح الأرض.

البحر، واستمر تدفق هذه الحمم مدة ثمانية عشر شهرًا وأخذت الجزيرة تكبر حتى وصلت مساحتها ٢,٥ كيلومتر مربع وأطلق عليها اسم سورتسي.

إن هذه الجزيرة الجديدة مهمة جداً بالنسبة للعلماء؛ ولذا لم يُسمح إلا لأناس قليلين بزيارتها، فقد أرادوا دراسة ما حدث بعناية كبيرة، وكانت أولى النباتات التي ظهرت في الجزيرة هي نبتة صاروخ البحر وعشب اللايم ونبات الرئة ونبات البحر. وبعض بذور هذه النباتات حُمِلَ إلى الجزيرة بواسطة البحر، كما أن طيور النورس والأوز حملت البذور أيضاً على أقدامها وفي ريشها.

الطبيعة تسود

في عام ١٩٦٣م ولدت جزيرة جديدة بالقرب من ساحل أيسلندة. وحدث ذلك عندما دفع أحد الانفجارات البركانية في قاع البحر بالحمم إلى ما فوق سطح



سحابة ضخمة من البخار فوق جزيرة سورتسي الجديدة قرب ساحل أيسلندة.

ما هو البركان ؟

يظن معظم الناس بأن البركان ما هو إلا جبل مخروطي الشكل، تخرج من قمته نارٌ ودخانٌ وحمم، ورغم أن بعض البراكين تكون كذلك إلا أن كثيراً من الانفجارات البركانية مختلفة عن ذلك تماماً، فبعض هذه الانفجارات يخرج من خلال فتحات موجودة في الأرض، تُعرف بالفجوات وبعضها يخرج من خلال فتحات طويلة موجودةٍ في سطح الأرض تعرف بالشقوق. هناك بعض البراكين لا تطلق ألسنة من اللهب، فكثيرٌ منها يطلق سحبًا من البخار والغاز (تعرف بالأبخرة) والدخان.

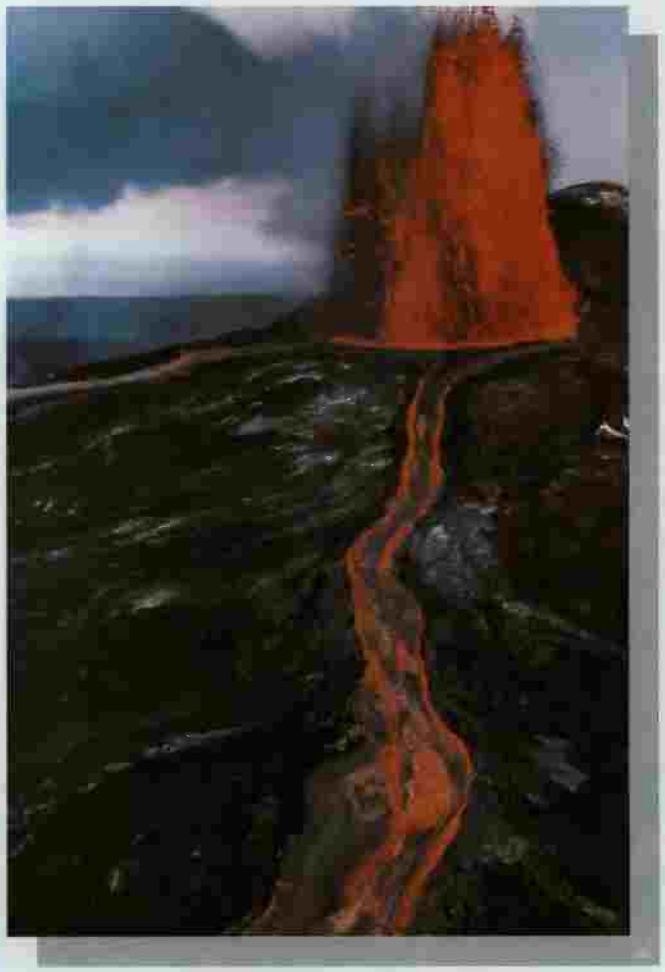
ويتكون الدخان من قطع صخر ورمادٍ متناهية في الصغر.

أبخرة متصاعدة من بركان ناجورهو في نيوزلندا .

حمم حمراء حارة تخرج من شق أو صدع طويل في هاواي.

يُصنف العلماء البراكين إلى حيَّة أو ميتة، حيث إن البراكين الحية هي التي يُحتمل أن تثور في المستقبل، والميتة هي التي لن تثور مرة أخرى أبدًا. وقد يكون البركان الحيُّ نشطًا أو ساكنًا، فحينما يثور يكون في حالة نشاط وحينما لا يثور يكون ساكنًا.

جبل إتنا في صقلية أحد البراكين الحية.



الانفجار الهاوايي. بإمكانك أن تشاهد النافورة وتيارات اللافا المذابة.

الانفجارات البركانية

تحدث الانفجارات البركانية عند تدفق الصخر الأحمر الحارّ من أعماق باطن الأرض، وينسكب إما على قاع المحيط أو على السطح، حيث يخرج هذا الصخر حارّا جداً إلى درجة السيولة، ويسمى بالصخر الذائب. وإذا كان الصخر الذائب يتدفق تحت سطح الأرض فإنه يُسمَّى الصُّهارة، وإن كان يتدفق خارجًا من البركان فيسمى الحمم (اللافا)، وعندما تبرد الحمم تتحول إلى صخر صلب أسود (يسمى الحمم أيضًا).

تحوي الصُّهارة كثيراً من الغازات وهي التي تسبب الانفجارات عند ثوران البراكين، ويقسِّم العلماء الانفجارات البركانية إلى أنواع مختلفة ثلاثة منها رئيسة هي: الهاوايي (نسبة إلى هاواي)، والسترومبولي، والبليني (انظرصفحة ١٢). ويتوقف نوع الانفجار على الخليط المكوَّن من الصهارة والغازات.

وفي الانفجار الهاوايي تكون الصُّهارة رقيقة القوام سائلة حيث يمكن للغازات المختلطة بها أن تتسرب بسهولة؛ لذلك لا تحدث انفجاراتٌ عنيفة، وفي الانفجار السترومبولي تكون الصُّهارةَ ذات قوام أقلَّ رقةً من الصُّهارة الموجودة في الانفجار الهاوايي، وهذا يعني أن الغازات المختلطة بها لا تستطيع مفارقتها بنفس السهولة، وأنه سيكون هناك انفجاراتٌ عنيفة.

وفي حالة الانفجار السترومبولي تخرج الحمم في شكل نافورةِ نارٍ صفراء ضخمة (انظر الصورة).

يظهر الخفّاف (زجاج بركاني خفيف) في الانفجارات البلينية.

حقل بركاني في تنيريف. بإمكانك أن تشاهد المخاريط البركانية الناتجة عن انفجارات سترومبولية سابقة.

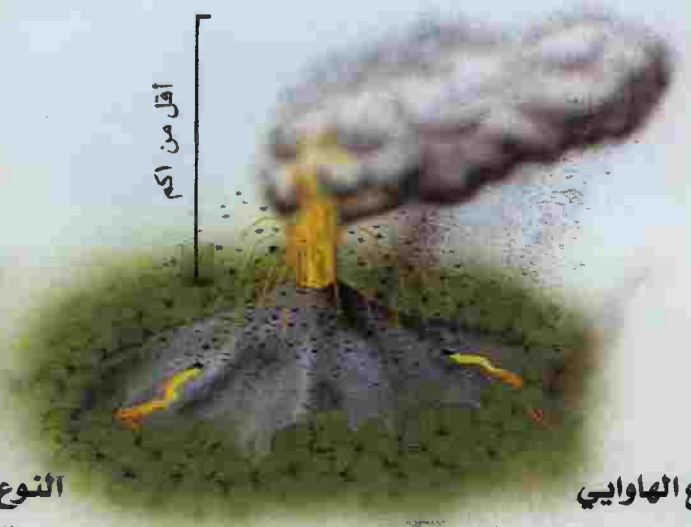
انفجار سترمبولي في جبل إتنا في صقلية. بإمكانك أن ترى النافورة القوية الصفراء.

تقذف الفجوة كتلاً كبيرة من الصخر، وتتساقط تلك الكتل حول الفجوة وتأخذ شكلاً مخروطيًا.

أما في الانفجار البليني فتكون الصُّهارة غليظة القوام، فيكون من الصعب هروب الغازات فتتراكم تحت الأرض.

يؤدي ضغط الغازات إلى دفع الصخر إلى أعلى، وفي نهاية الأمر تنفجر الغازات بعنفٍ خارجةً من الصخر، وتؤدي قوة الانفجار إلى تكوين عمود من الغاز يزيد ارتفاعه عن ٢٠ كيلومتراً. وعندما ينفجر الغاز فإنه يهشم الصّهارة إلى قطع صغيرة ويقذفها عالياً مع

أنواع الانفجارات البركانية الثلاثة الرئيسة:

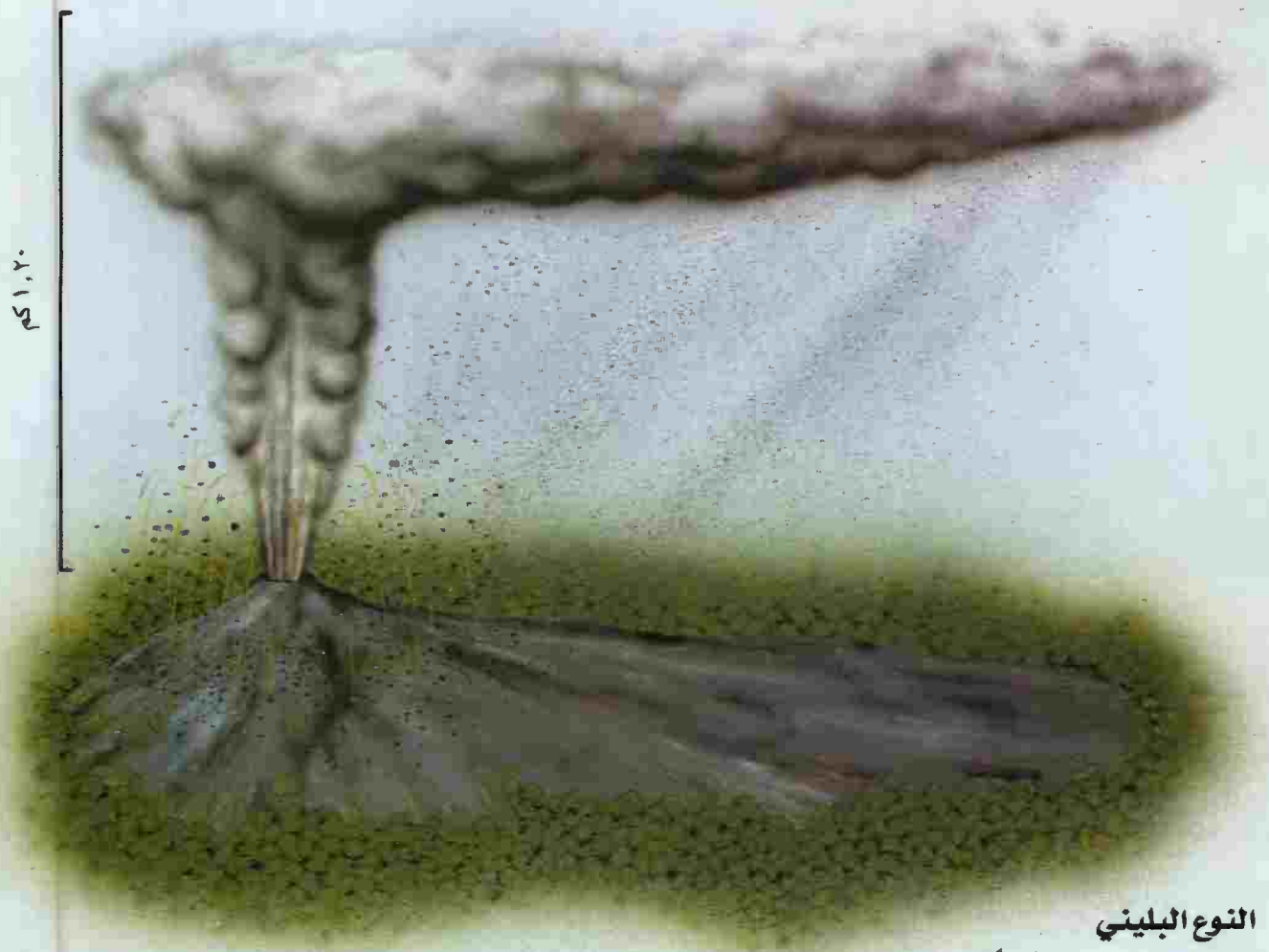


النوع الهاوايي

- ❖ تخرج بعض الحمم من الفجوات.
- ❖ تتدفق الحمم السائلة في شكل نهر يمتد عدة كيلومترات.
- ❖ للبركان جوانب منحدرة انحدارًا طفيفًا.
- ❖ يتساقط معظم الرماد بالقرب من البركان.

النوع الستروميولي

- ❖ يطلق البركان صخورًا ثقيلة.
- ❖ تكوّن هذه الصخور مخروطًا منحدر الجوانب.
- ❖ قد يُنفَثُ الرمادُ لمسافة تبلغ عدة كيلومترات بعيداً عن البركان.



النوع البليني

- ❖ يكون الانفجار عنيفا جداً.
- ❖ قد يتساقط الرماد على بعد يزيد عن...١كيلومتر.
- ❖ في بعض الأحيان ينهار العمود الصاعد ليشكل سحابة متوهجة.
- ❖ لا يوجد تدفق للحمم.

عمود الغاز، وعندما تبرد قطع الصهارة هذه تتحول إلى حجر أبيض يُسمى الخفّاف.

الصخور البركانية

هناك نوعان من الصخور البركانية هي: البيروكلاستيكي أو المكسَّر، وغير البيروكلاستيكي أو غير المكسَّر، وقد جاءت كلمة بيروكلاستك من الكلمتين الإغريقيتين بيرو بمعنى النار وكلمة كلاستك بمعنى مكسور.

هذه هي اللافا من نوع Aa. بإمكانك أن ترى مدى خشونة السطح.

هذه لافا الباهوهو. لاحظ أن سطح الحمم أملس ويشبه الحبال.

تتكوَّن الصخور غير البيروكلاستيكية عندما تأخذ الحمم في البرودة، والحمم تأخذ أشكالاً مختلفة عندما تبرد، حيث يكون للحمم من نوع Aa سطحٌ خشن بعد أن تبرد، في حين يكون للحمم من نوع باهوهو سطح أملس يشبه الحبال، وقد جاء كلا الاسمين من هاواي. وعندما تبرد الحمم تحت الماء فإنها تشكِّل حممًا وساديَّة.

تتكوَّن الصخور البيروكلاستيكية من الصخور المقذوفة خارج البركان أثناء ثورانه، وفي بعض الأحيان تكون قطع هذه الصخور لحظة ارتطامها بالأرض حارة إلى درجة أنها تتماسك ببعضها فتشكِّلُ صخرًا صلبًا.

المخاريط وفوهات البراكين

لقد رأينا أن الصخر والرماد الخارجين بفعل الانفجارات العنيفة يكوِّنان مخاريط منحدرة، وفي بعض الأحيان تنهار هذه المخاريط مخلِّفة فوهة تسمى كالديرا، ويحدث هذا في حالة الانفجار البليني. وتستنفد قوةُ الانفجار كلَّ الصَّهارة الموجودة تحت البركان بسرعة كبيرة. الأمر الذي يترك حفرة تحت الجزء العلوي من المخروط، وفي حالة استمرار ثوران البركان تنهار الفوهة إلى الداخل، وبهذه الكيفية اختفى بركان كراكاتوا (انظر صفحة ٦).

في بعض الأحيان ينهار العمود الناجم عن الانفجار فيكوّن سحابة متوهجة تحرق كل شيء في طريقها.

يبلغ قطر بعض الكالديرات بضعة كيلومترات. وبعضها يكون ضخمًا، فمثلاً يبلغ قطر كالديرا فاليس في نيومكسيكو بالولايات المتحدة الأمريكية ٢٣ كيلومتراً.

فيزوف يثور

وضع أحد كتاب الرومان القدامى أول مخطوط مفصل لانفجار بركاني، فقد راقب بليني الأصغر انفجار بركان فيزوف في جنوب غرب إيطاليا سنة ٧٩م، ومات عمه بليني الأكبر أثناء الانفجار.

ثار بركان فيزوف فجأة في أغسطس عام ٩٧م، وخلال ساعات كانت مدينة بومبي ومدينة ستاباي مغطاتين بالخفّاف الأبيض، وعند بدء انفجار البركان كان بليني مقيمًا في مدينة ميسينا مع والدته وعمه، وتبعد هذه المدينة عن البركان حوالي ٣٠ كيلو متراً أي أنها كانت خارج نطاق الضرر، ويقول بليني في رسالة كتبها إلى أحد أصدقائه :

((في ظهيرة يوم ٢٤ أغسطس لفتت والدتي انتباه عمي إلى سحابة سوداء كبيرة. فأمر بإعداد قارب له (ليستطيع الاقتراب من فيزوف). وبينما هو يهمُّ بالمغادرة سُلِّمت إليه رسالة من ريكتينا التي كان بيتها واقعًا على سفح فيزوف وهي تتوسل فيها إليه أن يسارع إلى إنقاذها، ولدى علمه بالأمر، صرف النظر عن رحلته العلمية وجعلها رحلة إغاثة، فأمر السفن الحربية بالإقلاع على الفور.

كان كل شخص يغادر منطقة الخطر التي أبحر إليها هو بشجاعة.

وعند اقتراب السفن من شاطئ بومبي كان الرماد يتساقط بغزارة متبوعًا بشظايا الخفّاف والأحجار المتفحمة.

اكتظ الشاطئ بالحطام إلى درجة اضطروا معها إلى تحويل اتجاههم نحو ستاباي. وما إن وصلوا حتى كانت الزلازل تهز المبنى، وتمتلئ الساحة التي كانوا يقفون فيها بالرماد بسرعة، فعادوا إلى الشاطئ رابطين على رؤوسهم الوسائد لحمايتها من الحطام المتساقط حيث أرادوا تقصي إمكانية هربهم عن طريق البحر فرأوه هائجًا خطرًا، ووُضعت ملاءة على الأرض لعمي ليستريح عليها، وسرعان ما جاءت رائحة الكبريت منذرة بقرب نشوب حريق، ونهض عمي متكأً على اثنين من خادميه ثم انهار فجأةً ربما؛ لأن الأبخرة الكثيفة سدت قصبته الهوائية)). وعثر بليني على جثة عمه بعد يومين.

لقد مكثت مدينة بومبي مغطاةً بالخفّاف لعدة قرون. وفي سنة ١٧٤٨م شرع الناس في الحفر للكشف عن المباني المدمَّرة. واليوم تستطيع أن تمشي بين أطلال معظم أرجاء مدينة بومبي.

الانقاض الظاهرة لمدينة بومبي ويظهر في الخلفية جبل فيزوف.

النشاط البركاني

المنافذ البركانية الصغيرة.

تتسرب الغازات من الأرض في بعض الأماكن طوال الوقت، وليس فقط أثناء انفجار البركان، وتخرج هذه الغازات من خلال ثقوبٍ تسمى المنافذ البركانية الصغيرة، وتوجد هذه المنافذ في المناطق المتاخمة للبراكين، ويقوم العلماء بدراسة الغازات الخارجة من هذه المنافذ لمعرفة ما يجري تحت البركان، ويأملون أن يصبحوا قادرين على استخدام المعلومات التي يحصلون عليها للتنبُّوء بموعد انفجاره التالي.

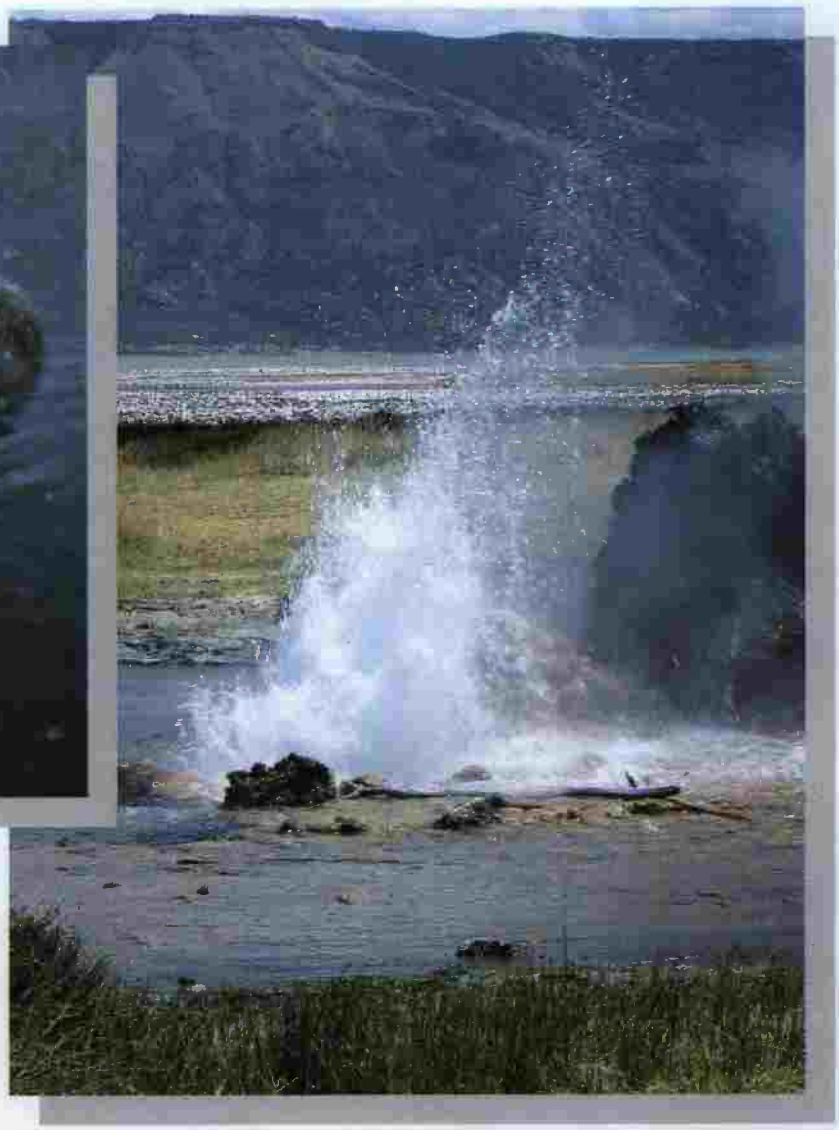
تحوي الغازات الآتية من المنافذ البركانية الماء وثاني أكسيد الكربون وأملاحًا كثيرة من معادن مختلفة، تتجمع هذه الأملاح حول المنافذ فتلوِّن الأرض، فالكبريت يلوِّنها باللون الأصفر، والكلوريد باللون الأبيض، تشمل الألوان الأخرى النحاس مع النيكل باللون الأخضر، والكوبالت مع الرصاص بلونٍ قرنفلي - أزرق، والمنجنيز مع الزنك بلون قرنفلي. كما أن الكبريت يجعل للمنافذ رائحةً كريهةً كرائحة البيض الفاسد.

ينابيع وفوارات المياه الساخنة.

في المناطق البركانية يخرج الماء الحار من أعماق الأرض، فهو يسخُنُ أثناء تدفقه فوق الصخور الحارة الموجودة تحت الأرض ويحتوي على الغاز، وحيثما تكون كمية الغاز كبيرة يفور الماء على شكل ينابيع حارة.

الكبريت (إلى اليمين) يجعل المنطقة المحيطة بالمنفذ البركاني صفراء اللون (أسفل).

قردة المكاك اليابانية تستدفئ في الشتاء بالجلوس في الينابيع الدافئة في اليابان.



ينبوع ماء ساخن يفور قرب إحدى البحيرات في كينيا.

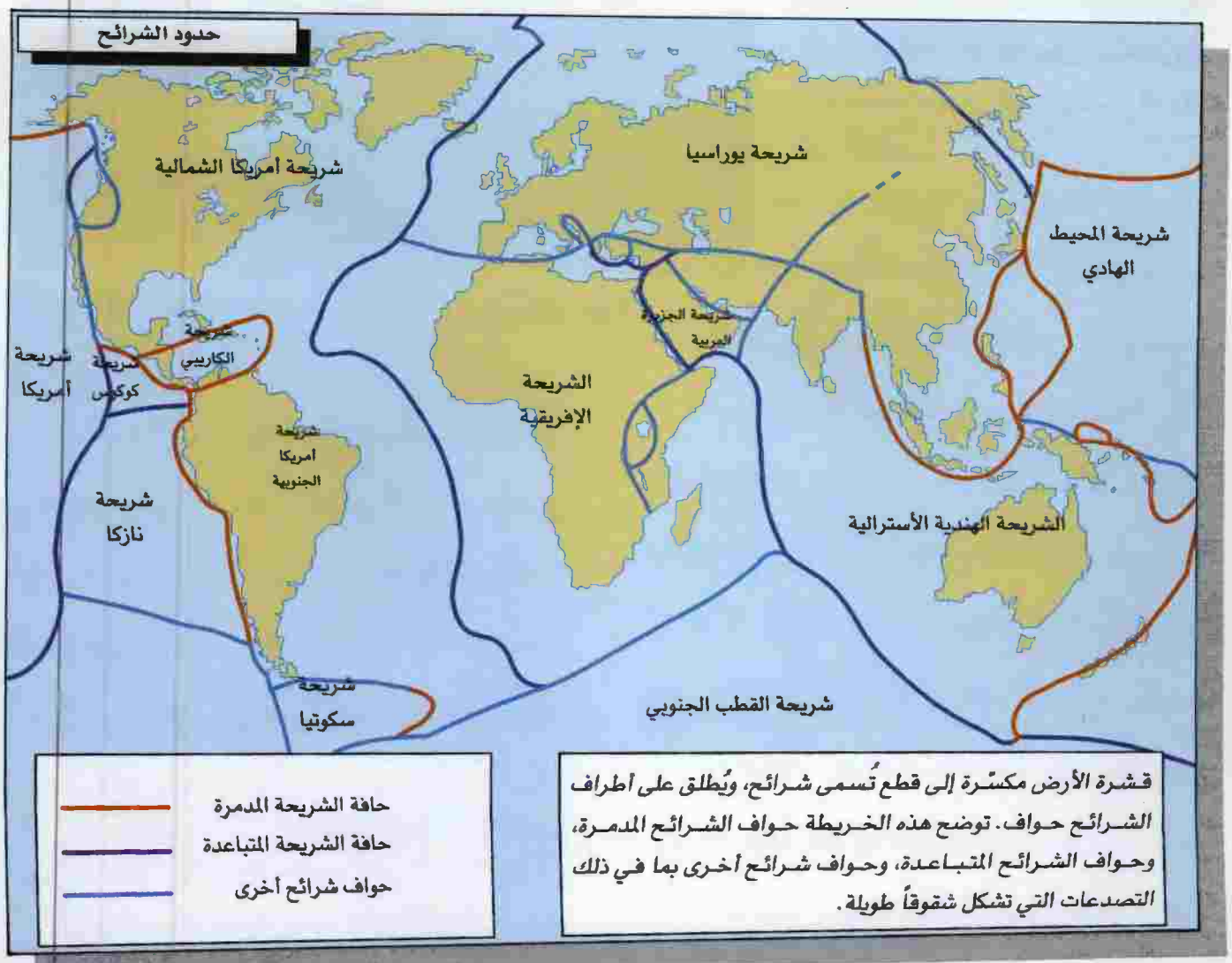
ينطلق الماء في بعض الأماكن في شكل ينابيع ونوافير تسمى فوارات المياه الساخنة، ومن أفضل الأمثلة على ينابيع وفوارات المياه الساخنة الموجودة في العالم هي تلك التي في يلوستون بالولايات المتحدة الأمريكية، وروتوروا في نيوزيلندة. ويوجد في منتزه يلوستون ما يقرب من ١٠٫٠٠٠ ينبوع حار.

حركات الأرض

لماذا تتحرك الأرض ؟ لنفهم الجواب فإننا نحتاج إلى أن نسافر في أعماق الأرض، ففي مركزها توجد النواة أو اللب. واللب أحمر حار، يكون صلبًا تارة وسائلاً تارة، وتوجد حول اللب طبقةٌ تسمى الغلاف والغلاف مكوّنٌ من الصُّهارة .

وتوجد فوق الغلاف الطبقة الخارجية للأرض، وتسمى القشرة، ونحن نعيش فوق هذه القشرة.

يختلف سُمك القشرة باختلاف الأماكن. ففي بعضها يبلغ حوالي ثمانية كيلومترات، وفي بعضها الآخر يصل إلى ٤٠ كيلومتراً .



قشرة الأرض مكسّرة إلى قطع تُسمى شرائح، ويُطلق على أطراف الشرائح حواف. توضح هذه الخريطة حواف الشرائح المدمرة، وحواف الشرائح المتباعدة، وحواف شرائح أخرى بما في ذلك التصدعات التي تشكل شقوقاً طويلة.

في الأماكن التي تصطدم فيها شريحتان قاريتان، يبرز الصخر ليشكل سلسلة من الجبال الضخمة. تكونت جبال الهيمالايا (في الأعلى) والألب بهذه الطريقة.

وأهم ما يتعلق بالقشرة هو أنها مكسَّرة إلى قطع كقشرة البيض المشقوقة إلى حدّ ما، وتسمى هذه القطع ألواحًا أو شرائح. هناك ست شرائح كبيرة وست شرائح صغيرة، وشرائح أخرى كثيرةٌ أصغر. تستقر هذه الشرائح فوق الصهارة الحمراء الساخنة، وتتحرك حولها وهو السبب الذي يجعل الأرض تتحرك.

بعض الشرائح أجزاءٌ من قاراتٍ مثل يوراسيا، وإفريقيا، وأمريكا (انظر الخارطة)، حيث يُطلق عليها شرائح قاريَّة.

ويقع البعض الآخر من هذه الشرائح أسفل المحيطات وتسمى شرائح محيطية وأما أطراف الشرائح فتسمى الحواف.

بعض الشرائح يتحرك بعيدًا عن الآخر، وحيثما تتباعد شريحتان عن بعضهما فالحواف تسمى حواف الشرائح المتباعدة.

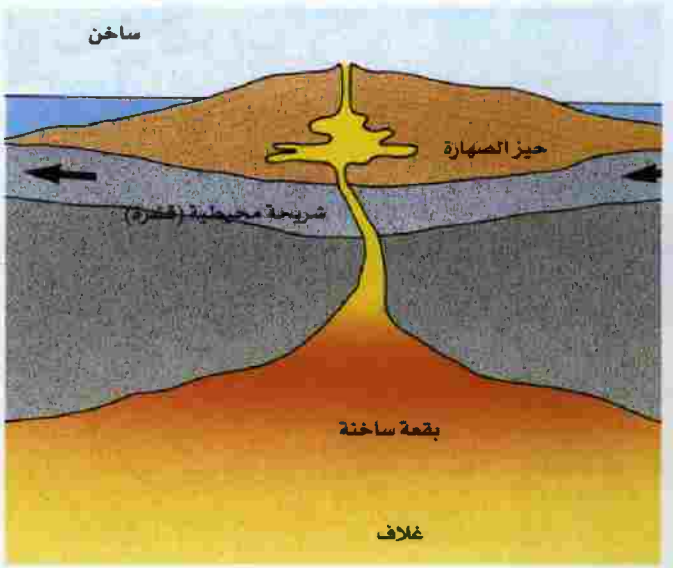
بعض الشرائح يتحرك كل باتجاه الآخر وعندما يحدث هذا تتحطم إحدى الشرائح. وهذا ما يسمى بحافة الشريحة المدمرة.

عندما تصطدم شريحة محيطية مع شريحة قارية، يتم سحب الشريحة المحيطية تحت الشريحة القارية مما يسبب حدوث نشاط الزلازل والبراكين.

عندما تصطدم شريحة قارية وشريحة محيطية، تنسحب الشريحة المحيطية تحت الشريحة القارية، فالشريحة المحيطية تنزلق وتحتك بالشريحة القارية، وهذا هو سبب حدوث الزلازل. وفي الوقت نفسه تؤدي قوة الشريحتين المصطدمتين إلى إذابة الصخور في القشرة الأرضية، وهذا الذي يحدث في المنطقة المسّماة بمنطقة بنيوف (انظر الشكل البياني)، حيث يتحول الصخر إلى صهارة، والصهارة ترتفع إلى السطح مكوِّنةً سلسلة من البراكين على طول الساحل.

البقع الساخنة

في بعض الأماكن ترتفع الصهارة من الغلاف فتعمل على تسخين القشرة الموجودة فوقها، وهذه الأماكن تسمى البقع الساخنة. ويحدث في بعض الأحيان أن تخترق الصهارة الشريحة بفعل الحرارة فتظهر مكوِّنة جزيرة في البحر أو بركانًا على اليابسة. وبهذه الطريقة تكونت جزر بركانية كجزر هاواي.



تُعد جبال الإنديز في أمريكا الجنوبية وجبال كاسكيد في أميركا الشمالية مثالين على سلاسل البراكين الساحلية.

التصدعات الموجودة في الصخر

تحدث الزلازل أيضًا على طول حواف الشرائح المتباعدة. والمشكلة هي أن قشرة جديدةً تتكوَّن بسرعات متفاوتة بمحاذاة حافة الشريحة، وهذا يعني أنه سيكون في منطقة ما مقدارٌ من القشرة الجديدة أكبر مما هو موجودٌ في منطقة أخرى، وهذا يؤدي إلى حدوث تصدعات في الصخر تشبه الشقوق الكبيرة.

وحيثما يوجد صدعٌ تعلق الصخور وتلصق بالصدع أثناء تحركه، وعندما تتكسر الصخورُ العالقة منفصلة عن بعضها فإنها تتحرك بقوة لدرجة أنها تحدث زلزالاً.

يُعد صدعُ سان أندرياس في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية أحد أشهر التصدعات في العالم.

تفور فقاعات الماء الحار من فتحات في عمق قاع المحيط.

الزلازل عن قرب

في أثناء الزلازل تتكسر الصخور الموجودة في القشرة أو تتحرك بصورةٍ مفاجئة، وتنتشر موجات أو اهتزازات من النقطة التي تحرك فيها الصخر. وبعض الاهتزازات يتحرك عبر قشرة الأرض، وبعضها يتحرك إلى أسفل نحو مركز الأرض. ويسمى المكان الواقع مباشرة فوق النقطة التي تحرك فيها الصخر بمركز الزلزال السطحي.

عندما تتحرك الاهتزازات عبر قشرة الأرض فإن الأرض الموجودة على السطح تتشقق وتتكسر، ونتيجة لذلك تنهار المباني وتفيض الأنهار والبحيرات وتنهار الجسور وتتحرك أمواج ضخمة (تسونامي) عبر البحر.

تستمر بعض الزلازل لثوان قليلة، أو لدقائق قليلة فقط، ويستمر بعضها لأيام أو لأسابيع، وعند وقوع زلزال كبير تعقبه في الغالب زلازل أصغر منه في الأسابيع اللاحقة، وهذه تسمى بالهزات اللاحقة، وتحدث الهزات اللاحقة هذه نظراً لأن الزلزال قد أحدث اضطراباً نتيجة تكسير الأرض إلى كتل جديدة، وهذه الكتل قد تستغرق أسابيع حتى تعود إلى حالة الاستقرار في مواضعها.

قياس الزلازل

يقيس العلماء الزمن الفاصل بين الاهتزازات الناتجة عن الزلزال بآلةٍ تسمى السيزوميتر، وهم يستعملون المعلومات المأخوذة من السيزوميتر لمعرفة قوة ذلك الزلزال.

مقياس ميركالي :

٠ سجل السيزوميتر فقط حركة للزلزال.

١ شعر بها عددٌ قليل من الأشخاص فقط.

٢ شعر بها الناس أثناء نومهم.

٣ شعر بها كثير من الناس في منازلهم، الأشياء المعلقة على الجدران تتأرجح.

٤ شعر بها معظم الناس في منازلهم. الأواني الخزفية تُحدثُ قعقعةً، سقوف المباني تتشقق.

٥ شعر الناس بها في المنازل وخارج المنازل. الأشياء تتساقط والأشجار تهتز، والزجاج قد يتكسر.

٦ الأثاث يتحرك، قرميد الأسطح يتساقط.

٧ كلُّ فردٍ يسرع للخروج. الوقوف صعب. المباني تبدأ بالانهيار

٨ ذعر. قيادة السيارة صعبة. كل النوافذ تتحطم. المداخن تنهار. أغصان الشجر تتقصَّف.

٩ ذعر شامل. أغلب المباني تنهار. تشققُات كبيرة في الأرض.

١٠ السدود تنهار. فيضانات من البحيرات والأنهار. قضبان سكة الحديد تلتوي.

١١ الأنابيب تحت الأرض تتكسر. انزلاقات أرضية تملأ الوديان بالوحل.

١٢ المدن تتدمر. ذعر تام.

كما يستخدمون مقياسًا يسمى مقياس ريختر، لوصف قوة زلزال ما، وبحسب هذا المقياس فإن الرقم ٧ يعني أن الزلزال قوي جداً.

وهناك طرقٌ أخرى لوصف قوة الزلزال من بينها وصف الأثر الذي يتركه على الناس في تلك المنطقة. ومقياس ميركالي يعمل بهذه الطريقة (انظر صفحة ٢٢).

بلغت قوة الزلزال الذي أدى إلى تدمير خط السكة الحديد ٥ درجات على مقياس رختر. وفي الاسكا (الإطار) حدث زلزال كبير كان بقوة ٨,٦ بمقياس رختر فدمر الطريق وجسور السكة الحديد.

حدث زلزال كبير في عام ١٩٦٤م في ألاسكا بالولايات المتحدة، حيث تسبب الزلزال في إحداث موجات تسونامية كبيرة على طول الساحل، وجرف الماء السفن على الشاطئ وتسبب في مقتل الكثير من الأشخاص.

أمواج مدمِّرة

إن تحرك الصخر أثناء وقوع الزلزال غالباً ما يتسبب في اندفاع أمواج تسمى تسوناميس، حيث قد تمر هذه الأمواج دون أن تلاحظ، ولكن عند

موجة تسونامية تندفع فوق أحد الأنهار في هاواي في عام ١٩٤٦م.

اندفاعها في مياهٍ أقل عمقًا بالقرب من الشاطئ، فإن ارتفاعها يزداد حتى إنه قد يزيد عن ٣٠ م.

عندما تصل أول موجة تسونامية إلى الساحل فعادةً لا تكون أسوأ من موجةٍ سببتها عاصفة قوية، ثم تتبعها موجة تسونامية ضخمة متوغلة في اليابسة، وهذه الموجة تجتاح المباني وتغرق الناس، والموجة التالية لا تصل في الغالب قبل أقل من ساعة، وأحياناً يرجع الناس إلى أماكنهم بعد الموجة الأولى لتخليص أمتعتهم فيقعون في الفخ.

وفي سنة ١٩٨٢م ضربت موجة تسونامية جزر اليابان فدمَّرت حوالي عشرة آلاف منزل وقتلت ما يزيد عن ٢٧٠٠ شخص.

إقامة مخيم في هاواي

في تاريخ ٢٩ نوفمبر ١٩٧٥م ضرب زلزال كبير جزيرة هاواي. وأيقظت الهزة الأولى سكان الجزيرة في الصباح الباكر بمن فيهم ٣٢ شخصًا كانوا ينصبون مخيمًا على الشاطئ. وبعد ساعة وقع زلزال آخر فلم يستطع الناس الوقوف هذه المرة، وبعد دقائق اجتاحت موجةٌ تسونامية الشاطئ.

ووصف أحد الناجين ما حدث قائلاً: ((كنت كأني في غسالةٍ عملاقة)). كان ارتفاع الموجة الثانية ١٥ متراً ومات بعض الأشخاص الموجودين في المخيم، وكان مركز الزلزال السطحي تحت الشاطئ مباشرة.

كتلة منهارة في بيرو

في عام ١٩٧١م كان السنيور كاسافيردي وبعض أصدقائه يقومون بزيارة إلى قرية يونجي في بيرو. وتقع هذه القرية أسفل أحد الجبال المكسوة بالثلوج في الأنديز. وكانوا يقودون سيارتهم مجتازين القرية عندما شرعت الأرض بالاهتزاز. كان هناك زلزالٌ يحدث في تلك اللحظة، أدّى إلى كسر قطعةٍ كبيرةٍ من الصخر والجليد فاصلاً إياها عن الجبل، وأخذت في الانحدار من الوادي باتجاه القرية. فشرع السنيور كاسافيردي وأصدقاؤه في الجري نحو قمة أحد التلال المجاورة. وأثناء تسلقهم التل سقطت إحدى صديقاته، فتوقف ليمدَّ إليها يد المساعدة، فإذا به يبصر موجة من الوحل والصخر تنهال نحوهم.

((كانت قمة الموجة محدَّبةً وكأنها موجةٌ ضخمة تتكسر على الصخر قادمة من المحيط وارتفاعها ٧٩م على الأقل. كان المئات من سكان القرية يركضون هنا وهناك في ذعر تام. كان

زئير الموجة المصمِّ للآذان مرعبًا. لقد وصلتُ الجزء العلوي من التل في الوقت المناسب حيث تعيَّن عليَّ وعلى أصدقائي إنقاذ أنفسنا خلال ١٠ ثوان فقط. وتحتي رأيت رجلاً يحمل أطفالاً وقد رمى بهم لينقذهم، - عندما ضربتهم الموجه - ثم جرفت الموجة الرجل مع امرأتين كانتا قريبتين منه)).

غطى الوحل قرية يونجي برمَّتها مع ما حولها ومات حوالي ٥٠٫٠٠٠ شخص.

الزلازل الأمريكية

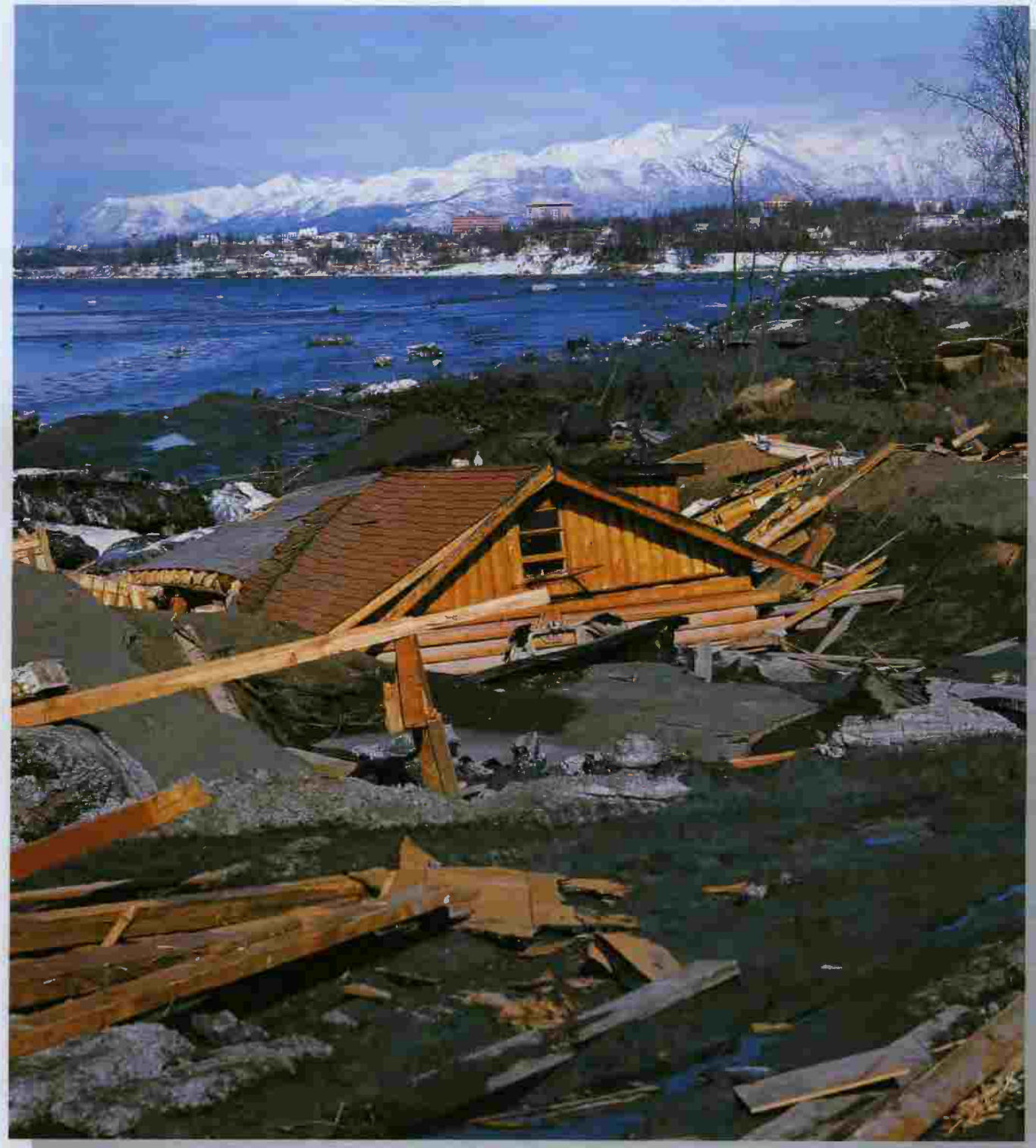
في عام ١٩٠٦م اهتزت مدينة سان فرانسيسكو بفعل زلزالٍ لم يدُمْ أكثر من ٤٨ ثانية، إلا أن مسارح المدينة في مختلف أنحائها وفنادقها وبيوتها ومصانعها انهارت، كما دمر الزلزال أيضاً أنابيب الغاز الممتدة تحت الأرض واشتعل الغاز في الحال، وسرعان ما أصبح معظم أرجاء المدينة مضيئًا، واستمر الحريق مدة يومين ومات سبعمائة شخص.

وفي عام ١٩٦٤م ضرب زلزال بلغت قوته ٨٫٦ درجة على مقياس رختر ألاسكا،

الدمار الذي لحق بسان فرانسسكو بعد الزلزال والحريق واللذين اندلعا في ١٩٠٦م.

بالولايات المتحدة الأمريكية، ودام الزلزال مدة أربع دقائق، وأثار انزلاقات أرضيةً وانهيارات، وكانت مدينة آنكوريج على بعد ١٦. كيلومتراً من مركز الزلزال السطحي، إلا أن المباني والأشجار والسيارات هوت في الشقوق الضخمة التي انفتحت في الأرض.

انهار الكثير من المباني في جوانب المدينة بعد زلزال ألاسكا في عام ١٩٦٤م.



الطاقة من الأرض

لم ننظر حتى الآن إلا إلى الجانب المدمِّر من قوى الزلازل والبراكين، غير أن الحرارة الموجودة في باطن الأرض يمكن أن تكون مفيدة للناس أيضًا. فمثلاً يمكن الاستفادة من حرارة الصخور تحت الأرض في عملية توليد الكهرباء، وهذا ما يسمى بالطاقة الحرارية الأرضية.

للحصول على الطاقة الحرارية الأرضية، يقوم الناس بحفر ثقوب عميقةٍ في الصخور الحارة، ثم يضخّون الماء في الثقوب وفوق الصخور فيغلي الماء ويتحول إلى بخار يُستَخدَم في إدارة

ماء حار في أيسلندة. تنقل الأنابيب البخار من ثقوب في الأرض إلى محطات الطاقة الحرارية الأرضية. يستحم الناس (صورة الإطار) في الماء الحار الخارج من إحدى محطات الطاقة الحرارية الأرضية المجاورة.

ينمو العنب والموز والخضراوات والأزهار في أيسلندة في بيوت محمية يتم تدفئتها بالبخار الناتج من الحرارة في باطن الأرض.

مراوح ضخمة تسمى توربينات، فتتولد الكهرباء من جراء حركة التوربينات. يعد توليد الطاقة بهذه الطريقة نظيفًا جدًا إذ لا ينشأ عنه أي تلوث.

توجد في أيسلندة محطات كثيرة لتوليد الكهرباء بالطاقة الحرارية الأرضية.

كما أن الماء الحار يستعمل في تدفئة المنازل في عاصمتها ريكيافيك، ويوجد أيضاً خارج العاصمة مباشرة بيوت محمية يتم تدفئتها بواسطة البخار المولد بالطاقة الحرارية الأرضية.

تنتشر محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية في مختلف أنحاء العالم.

المعادن من الصهارة

إن كثيرًا من المعادن التي نستعملها اليوم مستخرجةٌ من الصهارة، فبعد خروج الصُّهارة إلى القشرة تبرد وتتحول إلى صخر صلب. ويقوم الناس بأعمال التعدين في هذا الصخر للحصول على المعادن كالنحاس والرصاص والقصدير والتنجستن واليورانيوم والكبريت. وغالباً ما تأتي الصهارة من الانفجارات البركانية التي حدثت من آلاف السنين.

فالنحاس يتم استخراجه في الولايات المتحدة، والقصدير في الملايو، والرصاص والقصدير في المملكة المتحدة، واليورانيوم في جمهورية التشيك وكندا والولايات المتحدة، كما أن قطع الماس تأتي من أحد أنواع الصَّخر البركاني شديد الصلابة.

مواد البناء

عندما تبرد الصهارة تتحول إلى أنواع مختلفة من الأحجار، ففي كثير من البلدان تُستعمل الحمم في عمليات رصف الطرق، حيث يتم تكسيرها وخلطها بالقار لتشكِّل سطحًا صلبًا لاصقًا، وهناك أنواع أخرى من الحمم يمكن استعمالها في المباني.

تم بناء هذه الكنيسة في بيرو من كتل الصخور البركانية.

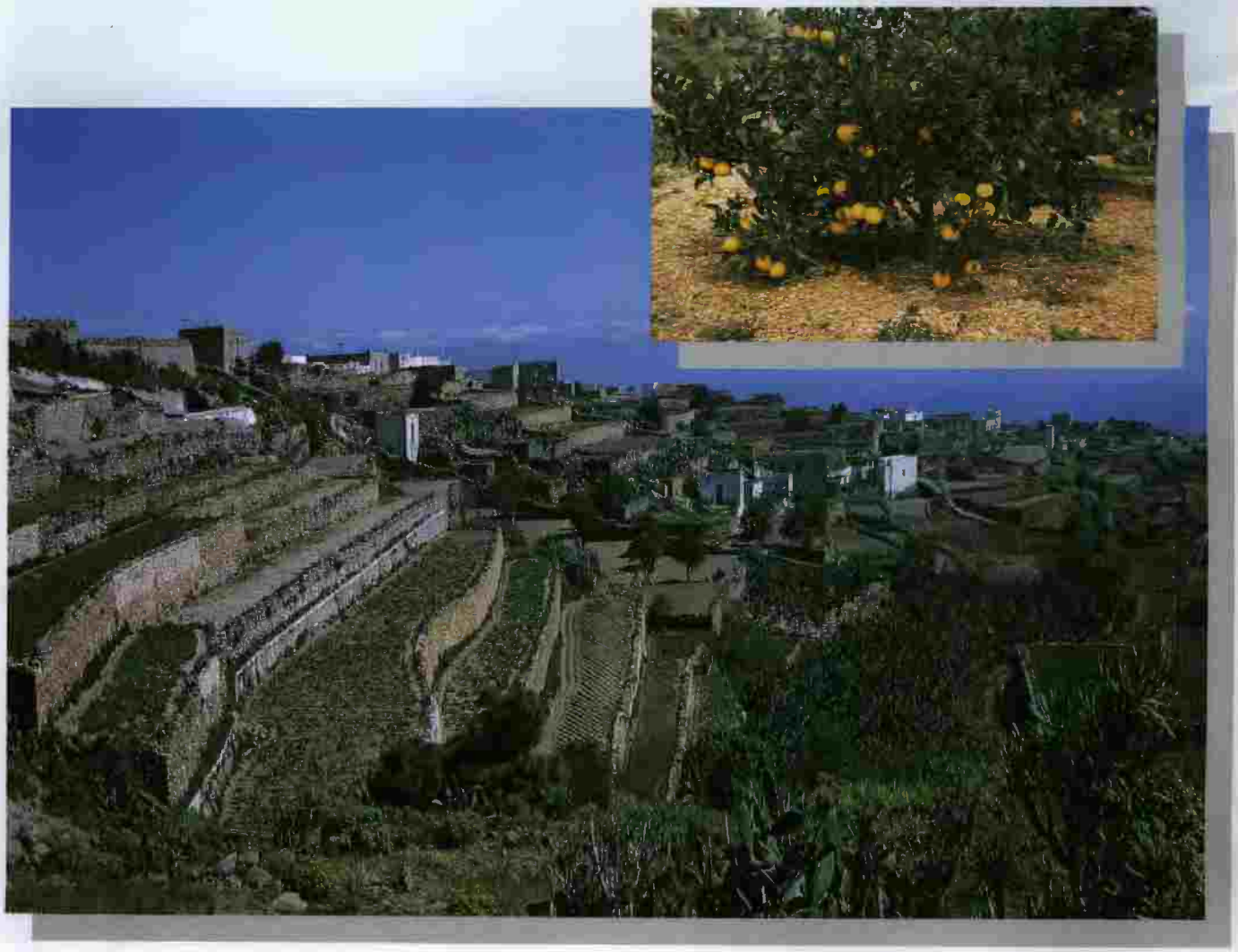
ففي بيرو وإيطاليا وجزر الكناري غالباً ما تُبنى المنازل والكنائس من الصخور البركانية.

يستعمل الخفَّاف (انظر صفحة ١٣) في أشياء كثيرة. فأنت تستطيع شراء قطعة منه من الصيدلي لحكّ جلدة قدمك الخشنة. كما يتم طحنه وتحويله إلى مسحوق ناعم من التراب، ويستخدم في عمل مساحيق التجميل ومعجون الأسنان.

وفي جزر الكناري يستعمل الناس الخفاف لوقف جفاف حقولهم حيث يرشونه على وجه التربة ليشكل طبقة تمنع تبخر الماء

وفي بعض الأحيان يسخن الصخر المنطلق في الانفجارات البركانية حتى يتحول إلى زجاج. وهذا النوع من الزجاج البركاني يسمى السَّبج وهو يتكسر بسهولة إلى قطع بواسطة شفرة الحلاقة. وكان الناس قديمًا يستعملونه في صناعة رؤوس أسهمهم وحرابهم وأدوات القطع.

بنى المزارعون في تناريف مدرجات لزراعة المحاصيل في التربة البركانية، كما يضعون طبقة من الخفاف فوق الأرض (صورة الإطار) أيضاً لوقف تسرب المياه من التربة.



التلف والكشف

بعد الزلزال

من الصعب تصوُّر مدى الضرر الذي يحدثه زلزال أو انفجار بركاني، فالهزات الناجمة عن الزلزال تهز المباني إلى أن تنهار، وتتشقق الطرق، وتلتوي قضبان سكك الحديد، وتتقطع خطوط الهاتف، وقد تحدث فيضانات من الأنهارٍ أو البحيرات فتقع خطوط الكهرباء، ويموت عدد كبير من الناس تحت أنقاض المنازل المدمَّرة، ويغرق كثيرون بسبب الفيضانات، إلا أن عددًا أكبر يمكن أن يموت بعد الزلزال نفسه لنقص الغذاء أو المرض.

بعد الانفجار البركاني

عندما تتدفق الحمم أثناء انفجار البركان وتجري على الأرض فهي عادة لا تقتل الناس، إلا أنها تدمر المنازل وتحرق الأرض، وغالباً ما تطلق البراكين كمياتٍ ضخمة من الرماد في الهواء، وعندما يتساقط هذا الرماد على الأرض فإنه يكون شبيهًا بثلج يتساقط بغزارة. وفي بعض الأحيان يغمر الرماد المدن والقرى بطبقات سميكة، والبراكين تطلق أيضًا قطعًا من الصخور أكبر حجمًا، حيث يمكن أن يؤذي ذلك الناس أو يقتلهم عندما يسقط على الأرض، وهناك نوع آخر من الرماد يسمى نوية أردنت وهو عبارة عن سحابة متوهجة من الغبار البركاني.

الحمم تحرق العشب في هاواي.

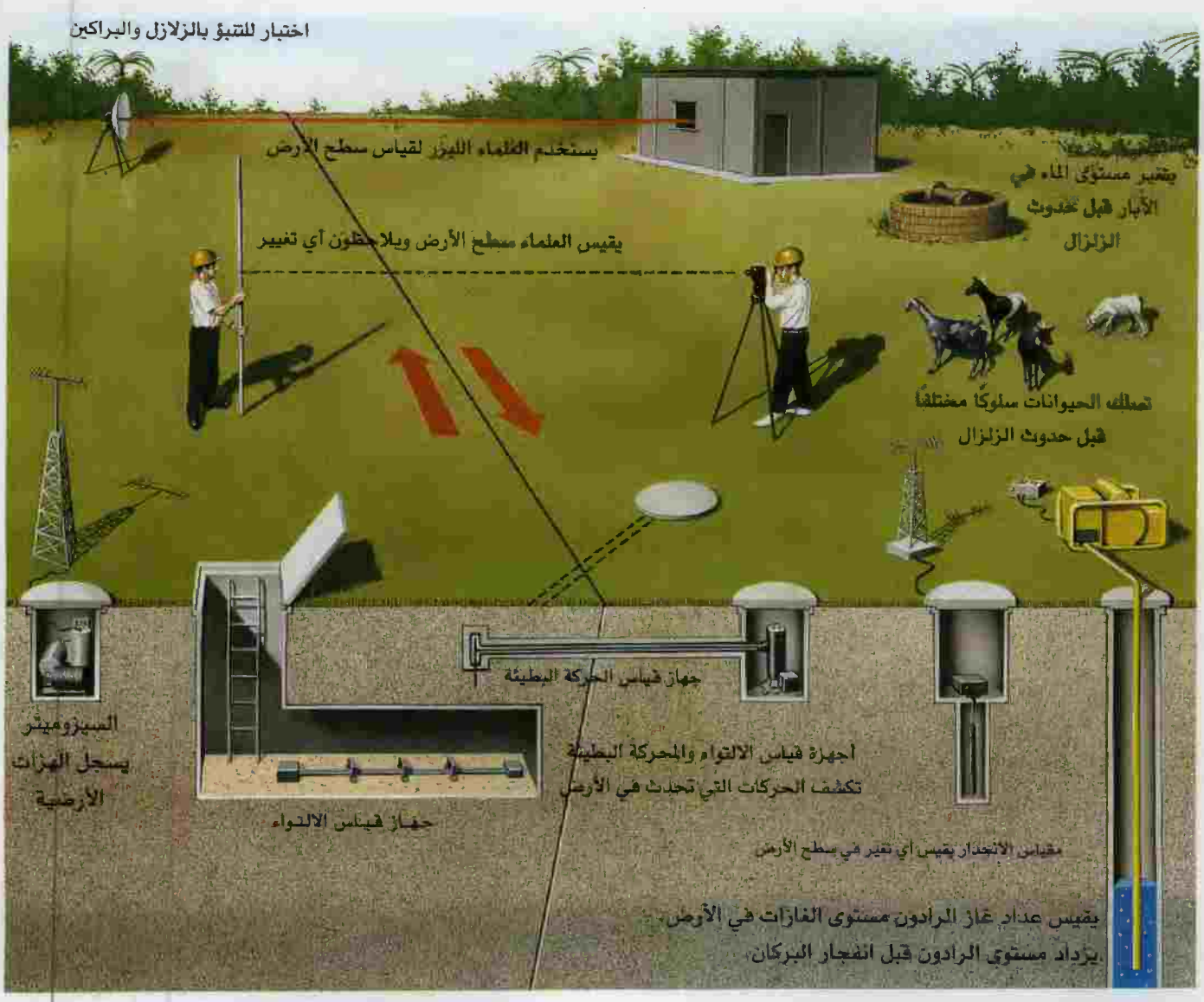
زلزال في جواتيمالا يدمر المنازل.

عندما انفجر بركان في جزيرة هايماي، أيسلندة، قام سكان الجزيرة برش الحمم بماء البحر لعدة أشهر لوقف تدفقها.

وهذه السحابة تحرق كل شيء في طريقها، وفي عام ١٩٠٢م دمَّرت سحابة متوهجة صغيرةٌ مدينة سنت بيير في جزر المارتينيك وقتلت ما يربو على ٣٠ر٠٠٠ شخص.

ملابس للوقاية

إن أعظم خطر يحدث أثناء الانفجار البركاني يكون نتيجة الحجارة المتساقطة والغبار الكثيف؛ لذا يضع الناس خوذاً على رؤوسهم لحمايتها، ويرتدون ملابس سميكة لحماية أجسامهم، كما أنهم يتنفسون من خلال قماشٍ رطب لمنع تسرب الغبار إلى أنوفهم، ويلبس العلماء الذين يدرسون البراكين أطقمًا خاصة لوقاية أنفسهم من الحرارة الناجمة عن الانفجار البركاني، وتكون هذه الأطقم مغطاةً بالألمنيوم، كما يلبسون الأقنعة لمنع تسرب الغاز والغبار.



يستخدم العلماء أجهزة كثيرة ومختلفة محاولين التنبؤ بمكان وزمان حدوث الزلازل والبراكين التالية.

كشف الخطر

لو كان بوسع العلماء أن يخبرونا بالضبط عن مكان وزمان البركان التالي، أو أن زلزالاً ما سيهزُّ الأرض، لقل عدد الناس الذين يموتون في تلك الكوارث، إلا أن التوصل إلى تحديد موعد ومكان الانفجار أو الزلزال القادم مهمَّةٌ صعبة جداً.

هناك ثلاث طرق رئيسة يتم التنبُّؤ بواسطتها بموعد انفجار بركان ما : الأولى هي إجراء دراسة على الصهارة الموجودة تحت سطح البركان، فالعلماء يقيسون سرعة حركة الصهارة والاتجاه الذي تتحرك به. وباستطاعتهم استخدام هذه المعلومات لمعرفة متى يمكن أن تثور هذه الصُّهارة.

الطريقة الثانية لدراسة البراكين هي: أن تتم معرفة الغازات المنبعثة من المنافذ الصغيرة (انظر صفحة ١٦)، حيث تزداد كمية بعض الغازات قبل الانفجار البركاني.

قبيل حدوث الزلزال.

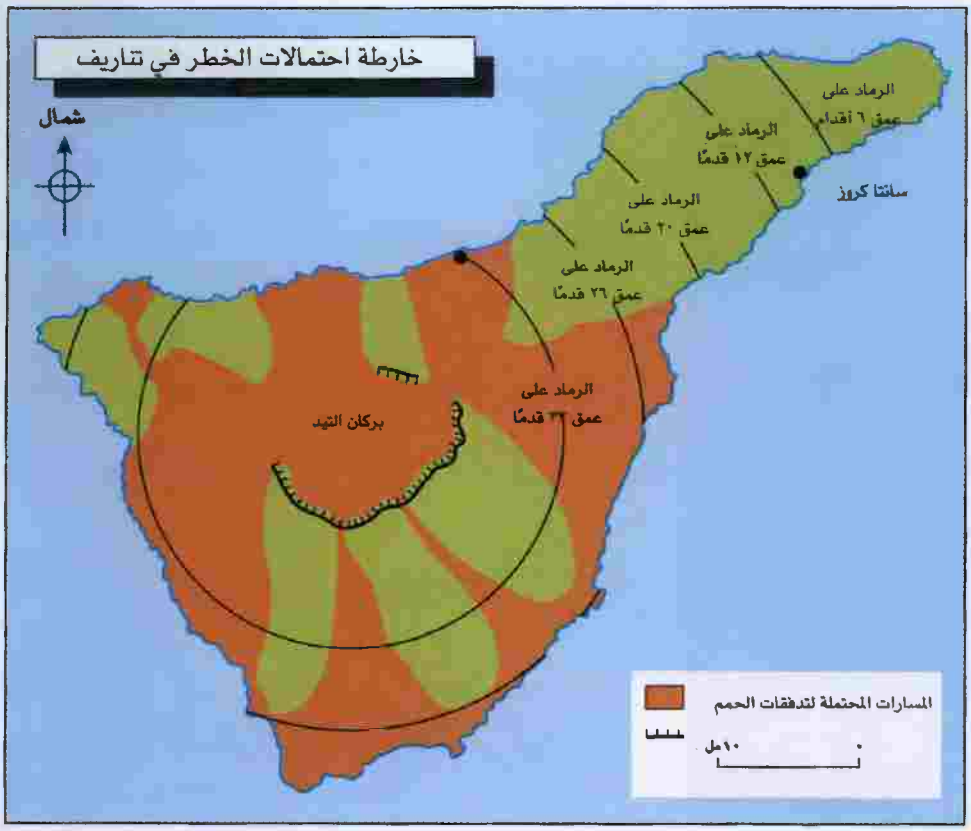
غرائز الحيوانات

إن الحيوانات حساسة حتى تجاه الهزات الصغيرة، وهذا يوضح السبب الذي يجعل الحيوانات منزعجة، وتغادر منطقة ما قبيل وقوع زلزال ما. ففي ١٩٧٦م غادرت كلُّ الطيور مدينة في الصين بصورة مفاجئة، فعرف الناس أن ذلك إشارة تدل على أنَّ زلزالاً على وشك أن يضرب المدينة فغادروها، وبعد ساعات قليلة دُمِّرت المدينةُ بزلزال.

الطريقة الثالثة هي عمل خارطة توضح الانفجارات الماضية، ويفعل العلماء ذلك عن طريق وضع علامات على الأماكن التي قد تساقط فيها الرماد في الماضي، وباستخدام تلك المعلومات يتمكنون من معرفة كم من الوقت استمرت الانفجارات الماضية هذه وما حجمها، فهذا يساعدهم في التنبؤ بالحالة التي ستكون عليها الانفجارات القادمة.

ومع ذلك فما زال من الصعب جداً التنبؤ بالكارثة القادمة، فبالنسبة لبعض الأماكن من العالم قد يكون الانفجار القادم بعد ألف سنة أو ربما غدًا.

بمقدور العلماء رسم خرائط توضح المناطق التي يُرجح أن يسقط فيها الرماد عند حدوث انفجار بركاني. هذه الخريطة الواردة هنا لتاريف حيث توضح ما يمكن أن يحدث عند الانفجار التالي لقمة البركان.



البناء للمستقبل

ليس بوسعنا أن نمنع وقوع الزلازل والبراكين، ولكن بوسعنا أن نحاول تقليل عدد الناس الذين يموتون في تلك الكوارث، كما أن بوسعنا أيضًا أن نمنع وقوع أضرار في المباني.

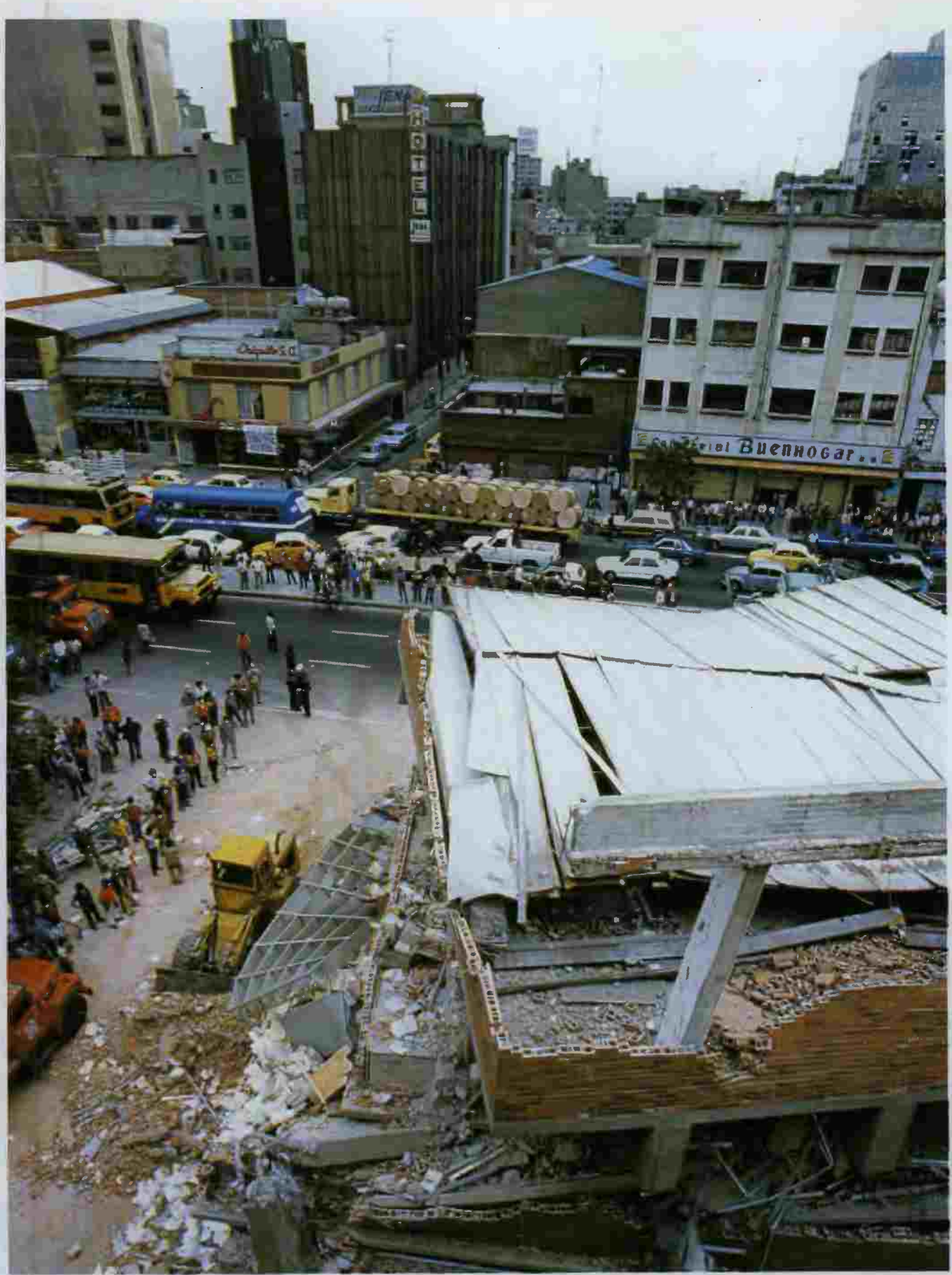
المباني التقليدية

كثير من المباني تنهار أثناء وقوع الزلزال، وغالبًا ما تؤدي الجدران والأسقف المتهاوية إلى قتل الناس الموجودين في هذه المباني، وبعد الزلزال يصبح الناجون بلا مأوى يعيشون فيه.

ابتكر العلماء في الهند طريقة بسيطة ورخيصة لتقوية المنازل المبنيَّة من الطمي والحجر، فالمنازل يجب أن لا تكون أكثر من طابق واحد؛ لأن المباني المرتفعة أكثر قابلية للانهيار، والغرف يجب أن لا تزيد مساحتها عن ٤,٥ م. أما الغرف الأكبر مساحةً فيجب أن تكون جدرانها أكثر سمكاً، كما يجب أن تكون الأبواب والشبابيك أصغر ما يمكن.

لقد مات ما يقرب من أربعين ألف شخص في زلزال وقع في أرمينيا في عام ١٩٨٨م وأصبح الآلاف بلا مأوى.

عـــقب زلزال ١٩٩٠م في إيران أرسلت الأمم المتـحـدة فـرقـة لمسـاعـدة الناس لإعـادة بناء بيـوتهم. لـقد رغـبت الأمم المتحـدة أن تسـاعـد الناس على بناء منازل أكـــثـــر مـتـــانة. وفي المستقبل " على حد قول الأمم المتحدة " يجب أن تكون الزلازل في إيران حـوادث طبـيـعـيـة وليست كوارث طبيعية».


HOTEL
Buenhogar

البرج الذي لم يسقط

يوجد في مدينة مكسيكو مبنى شاهق يسمى برج أمريكا اللاتينية مصمَّم بحيث لا يسقط حتى في حالة حدوث الزلازل العنيفة. وعندما ضرب الزلزال المدينة في١٩٨٠م كان المهندس الذي صمم المبنى موجوداً في مكتبه في الطابق الخامس والعشرين. وما حدث هو الآتي :-

((كنت جالسًا على مقعدي أختار بعض الصور الفوتوغرافية عندما بدأت أشعر بحركة ثانوية، وبعد مضي خمس ثوانٍ تحرك كرسيي لمسافة ٦٠ سم تقريبًا، كما تحركت كل الصور التي كانت موجودة على الجدران، ووقفتُ ومشيتُ بصعوبة إلى إحدى زوايا الغرفة، وعندما نظرت إلى الجنوب رأيت من خلال النافذة مبنى انهارت طوابقه الأربعة العلوية، ومبنى مكوَّنًا من سبعة وعشرين طابقًا انهارت طوابقه الستة العلوية)).

لقد صمد البرج أمام الزلزال ولم تلحق به إلا أضرارٌ طفيفة في حين أن معظم المباني الموجودة حوله قد انهارت على الأرض.

مبانٍ منهارة في مدينة مكسيكو بعد زلزال عام ١٩٨٥ .

المباني الحديثة

كيف يخطط العلماء والمهندسون مبنى لا يسقط بسبب الزلزال؟

أول ما يفعلونه هو أن يلقوا نظرة على الأرض: هل يوجد صدع بالقرب من موقع البناء؟ فإذا كان موجودًا فيتعين إقامة المبنى في مكان آخر. فمثلاً في كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية، غيرُ مسموحٍ بالبناء قرب معظم أجزاء الصدع الموجود في سان أندرياس.

ثم ينظر المهندسون إلى نوع التربة في موقع البناء، هل هي رملية ؟ ففي حالة وقوع زلزال

صدع سان اندرياس يمتد على طول ساحل كاليفورنيا بأكمله، الولايات المتحدة الأمريكية.

فإن المباني المقامة على تربة رملية تميل وتغوص، إلا أنه يمكن حقن الإسمنت في الرمل لإنشاء قاعدة صلبة يُقام عليها المبنى.

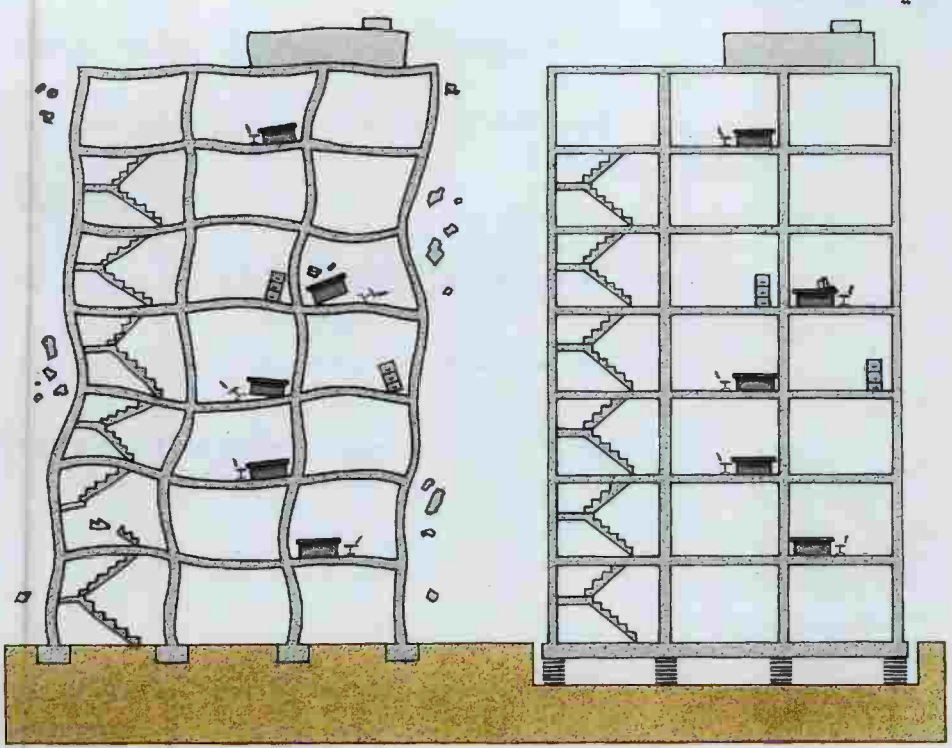
تأتي بعد ذلك الخطوة التالية، وهي تصميم مبان تُراعى فيها قواعد السلامة، يصمم مهندسو الزلازل المباني بحيث تتأرجح أثناء الزلزال، وعليهم أن يتأكدوا من أن المبنى قادر على التأرجح دون أن يتعرض للتشقق، أما المباني المقامة من الطوب فاحتمال انهيارها وارد ولكن في حالة إضافة قضبان من الفولاذ تصبح أكثر مرونة.

تصاميم للمستقبل

لا يكفُّ العلماء والمهندسون عن البحث عن سبل جديدة لحماية المباني من الزلازل.

واحدة من الأفكار التي طرحوها هي إقامة المبنى على سست مطاطية، فهي تلطف الهزات القادمة من الأرض إلى درجة أن المبنى لا يهتز كثيرًا. وهذا هو ما يسمى "بطريقة العزل القاعدي"؛ لأن السست المطاطية الموجودة في قاعدة المبنى تعزل المبنى عن حركة الزلزال.

لقد تمَّ إنشاء بعض الجسور والمباني بطريقة العزل القاعدي ومعظم هذه المنشآت موجودة في اليابان والولايات المتحدة ونيوزيلندة، حيث الزلازل معتادة الحدوث. إن طريقة العزل القاعدي أكثر كلفةً من طرق البناء العادية ولكن



تنحني المباني المقامة على أساسات عادية (أقصى اليسار) وتتشقق أثناء الزلزال، في حين لا تنهار المباني المقامة على أساسات عازلة (يسار) لأن السست المطاطية الموجودة تحت المبنى تلطف من الحركة الصادرة عن الأرض.

إذا ظل المبنى قائمًا في ظل حدوث الكثير من الهزات فإنه يوفر تكاليف إعادة البناء في كل مرة.

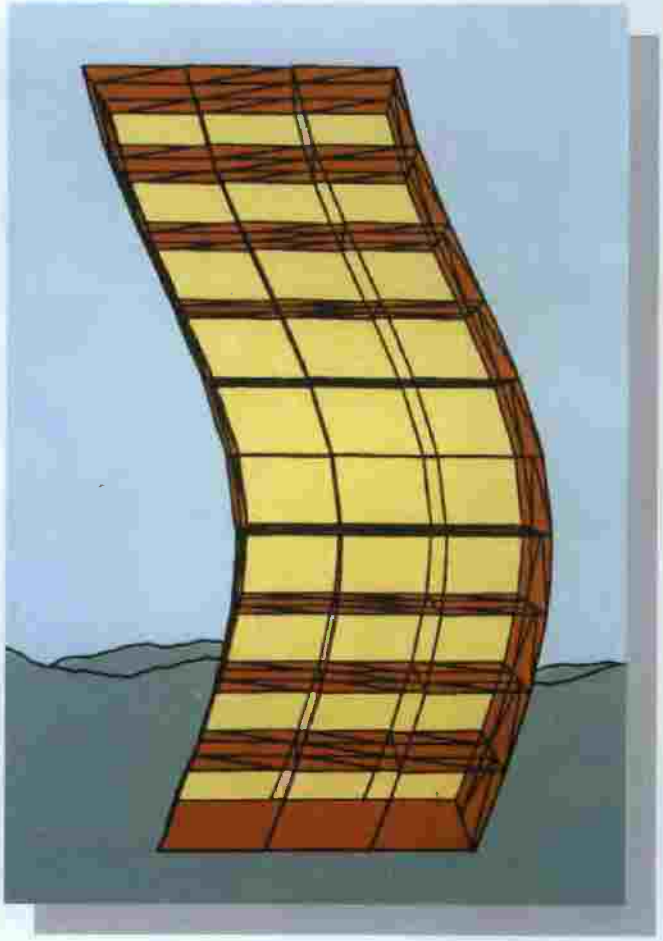
يُجرِّب المهندسون طرقًا أخرى لحماية المباني، غير أنَّ كثيرًا من الناس يرى أن طرق البناء التقليدية قادرة على توفير الحماية لهم لسنوات كثيرة قادمة.

زمن الاختبار

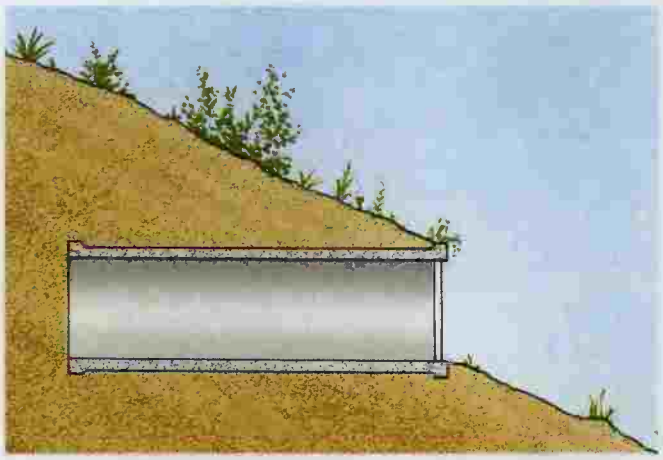
عندما يضع المهندسون تصميمًا لمبنى أو جسر فإنهم يحتاجون إلى إجراء اختبار قبل مباشرة العمل بالبناء لمعرفة ما إذا كانت المنشأة ستظل قائمة أثناء الزلزال؛ ولذا فإنهم يبنون موديلاً للمنشأة ويختبرونه على طاولة هزازة، وهي عبارة عن طاولة خاصة تتحرك تقريباً بنفس الحركة الفعلية للزلزال.

يستخدم المهندسون أيضاً الكومبيوتر لمراجعة تصاميمهم، فبرنامج الكومبيوتر قادر على التنبُّؤ بالكيفية التي سيتحرك بها المبنى أو الجسر أثناء الزلزال وفيما إذا كان سيظل قائماً أم لا.

شكل من رسومات الكمبيوتر يوضح تأثيرات الزلزال على مبنى.



موديل لمبنى من عشرة طوابق يجري اختباره على طاولة هزازة.



قد يوفر وجود أنبوب خرساني مزود بباب ملجأً رخيصاً وبسيطاً أثناء الانفجارات.

فهي تنحدر نحو الوديان والأراضي المنخفضة. وعليه يجب عدم إنشاء المدن والقرى في تلك الأماكن قرب بركانٍ نشِط.

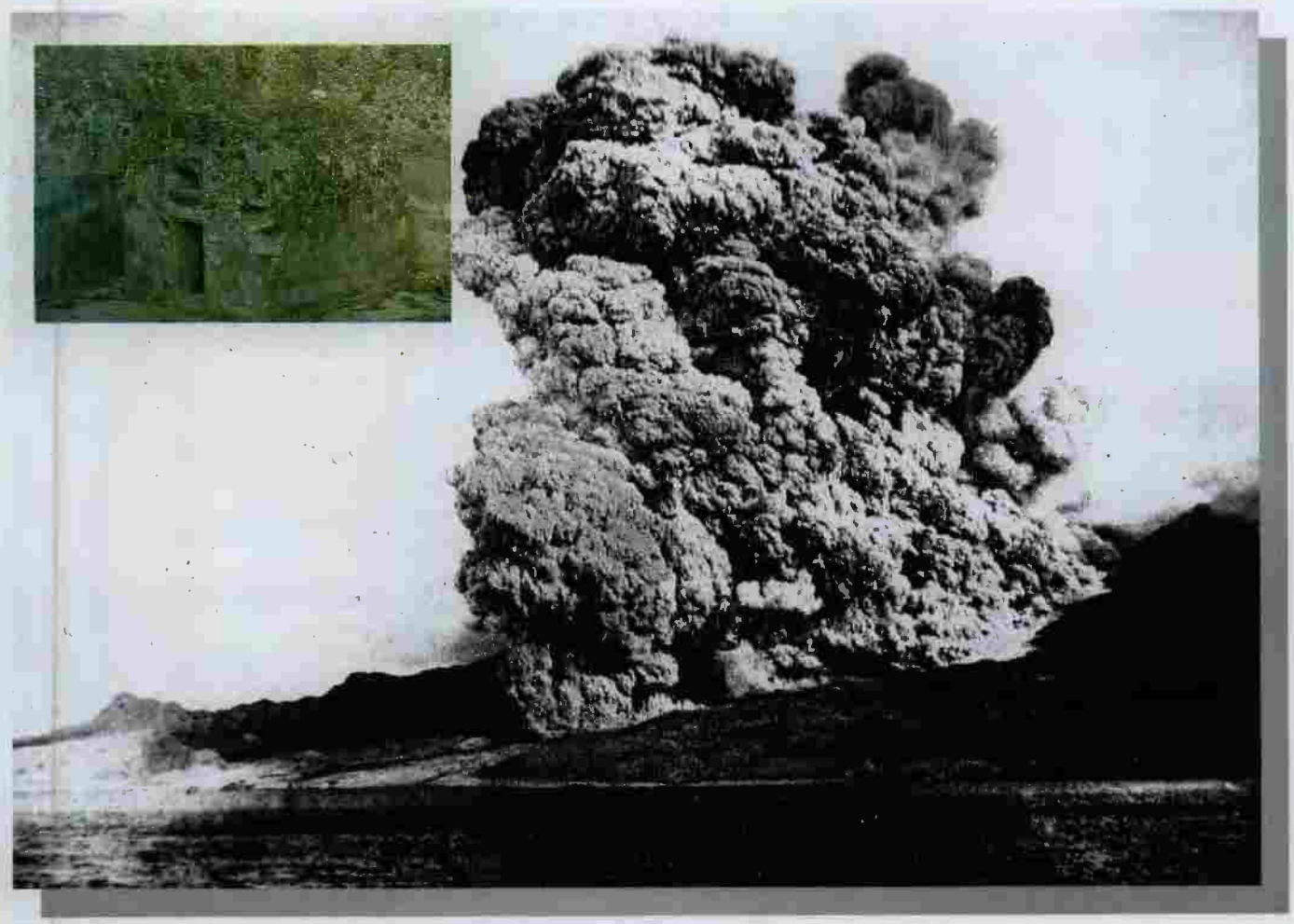
ويُعد الرماد المتساقط مشكلةً أخرى، ففي المواضع القريبة من البركان يجب أن تكون المنازل ذات أسطح مائلة حتى ينزلق الرماد عنها.

هناك طريقة بسيطة جداً لحماية الناس من السحب المتوهجة، كما سنلحظ من القصة التالية : حدث في عام ١٩٠٢م أن أُدخل رجلٌ يُدعى أوغسطس سليباريس سجن سانت بيير

ملاجئ ضد البراكين

لقد أصبح بوسع العلماء التنبؤ بصورة تقريبية عن مكان تدفق الحمم عند انفجار البركان.

السجن المشيد من الحجر (صورة الإطار) الذي حمى أغسطس سابرس من السحابة المتوهجة عندما اندفعت نحو منحدرات مونت بيليه (أسفل).



في جزر المارتينيك، وكان السجن مبنيًا من الحجر السميك. وعندما ثار بركان مونت بيليه بعد أيام قليلة أدَّت سحابة متوهجةٌ إلى مقتل ٣٠,٠٠٠ شخص في المدينة، غير أن أغسطس سايباريس نجا، فقد حمته جدران السجن المبنية من الطوب السميك، فبإمكان الناس بناء ملاجئ تشبه سجن سايباريس بشكل بسيط ورخيص جداً، وذلك باستعمال أنابيب خرسانية كبيرة مدفونة بجانب أحد التلال.

البحث والإنقاذ

لا بدَّ أن تنهار بعض المباني دائمًا عند وقوع الزلزال، وغالباً ما يُحتبَس الناس بداخلها عند انهيارها. وللعثور على الناس المحتبسين تستعمل فرق البحث والإنقاذ كافة أنواع المعدات، بما في ذلك الكلاب التي يمكنها أن تدرك بالشم أين يوجد الناس، وفي بلدان مثل اليابان، حيث تكون الزلازل متكررة تحتفظ الحكومة بمخزونٍ كبير من الأغطية والخيام والمواد الطبية والمعدات الأخرى لاستعمالها في الطوارئ.

المسرد

نَشِط: البركان النشط هو بركان حيٌّ في مرحلة الانفجار

شريحة قارية: إحدى الشرائح المكوِّنة للقارات مثل أوراسيا أو إفريقية أو أمريكا.

النواة: لب الأرض أو نواتها موجود في المركز، وهو أحمر حارٌّ يكون صلبًا تارة وسائلاً تارة أخرى.

القشرة: الطبقة الخارجية للأرض، وهي مكسرة إلى قطع تسمى شرائح.

حافة الشريحة المدمِّرة: مساحة تتحرك عندها شريحتان نحو بعضهما.

ساكن: البركان الساكن هو بركان حي في حالة عدم ثوران.

مركز الزلزال السطحي: النقطة الواقعة مباشرةً فوق المكان الذي تحرك فيه الصخر عند حدوث زلزال.

صدع: شق ناتجٌ عن تكون أرض جديدة بسرعات متفاوتة على طول حافة الشريحة المتباعدة

المنبعثة من حرارة الصخور الموجودة تحت الأرض.

الانفجار الهاوايي: انفجار حمم رقيقة القوام سائلة مع خروج نوافير نارٍ مذهلة.

الحمم: هي صخر أحمر متوهج سائل، وعندما يبرد يتحول إلى صخور سوداء صلبة.

الصهارة : الصخر المذاب الذي يتدفق تحت قشرة الأرض.

الغلاف : إحدى طبقات الأرض الموجودة بين اللب والقشرة وتحتوي على الصخر المذاب.

الصخر غير البيروكلاستيك: هو صخر بركاني متكون من حمم باردة.

السحابة المتوهجة: هي سحابة حمراء حارة من الغاز والصخر.

شريحة محيطية: شريحة توجد تحت المحيط.

شريحة: إحدى القطع الكبيرة المتعددة التي تكوِّن قشرة الأرض.

حافة الشريحة: طرف إحدى شرائح الأرض.

الانفجار البليني: انفجارٌ بركاني قوي جداً يصاحبه حمم كثيفة تطلق عموداً ضخماً من الرماد.

الخفَّاف: صخر بركاني أبيض أثناء الانفجار البليني.

الصخر البيروكلاستيكي: هو صخر بركاني متكون من الصخور المقذوفة من البركان أثناء ثورانه.

السيزوميتر: أداة تقيس اهتزازات الزلزال.

الانفجار الستروميولي: انفجار يصحبه حمم كثيفة تتراكم لتشكل مخروطًا منحدرًا.

تسونامي: موجة ضخمة يسببها زلزال أو انفجار بركاني.

الفجوة : ثقب في الأرض ينطلق منه الغاز والصخر والبخار والرماد.

فهرس الكلمات المستفادة

الهزات اللاحقة ٢٢
ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية ٤، ٢٣، ٢٤، ٢٧
الألب ١٩
جبال الأنديز ٢٠، ٢٥
منطقة بينوف ٢٠
كالديرا ١٣-١٤
جبال كاسكيد ٢٠-٢١
قشرة (الأرض) ١٨-١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢
مركز الزلزال السطحي ٢٢، ٢٥، ٢٧
جبل إتنا ٩، ١١
تصدعات ١٨، ٢١، ٣٩
تشققات ٨
منافذ بركانية ١٦، ٣٤
طاقة حرارية أرضية ٢٨-٣٠
فوران ١٦-١٧
هاواي ٨، ٢١، ٢٤، ٢٥
انفجار هاواي ١٠، ١٢
هيمي، آيسلندة ٥، ٣٣
جبال الهيمالايا ١٩
بقاع حارة ٢١
ينابيع حارة ١٦-١٧
آيسلندة ٥، ٧، ٢٨، ٢٩
اليابان ١٧، ٢٥، ٤٠، ٤٣
كراكاتوا، أندونيسيا ٥، ٦-٧، ١٣
حمم ٦، ١٠، ١٣، ٣٠-١
تدفقات ٧، ١٢، ٣٢، ٣٥، ٤٢
الصهارة ١٠، ١١، ١٣، ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١، ٣٠، ٣٤
الغلاف ١٨، ٢١
مقياس ميركالي ٢٢، ٣٢
صخور غير بيرو كلاستيكية ١٣
نوية اردنت ١٢، ١٣، ٣٢-٣٣، ٤٢، ٣
حافة الشريحة ١٨، ١٩
مدمر ١٨، ١٩
متباعد ١٨، ١٩، ٢٠، ٢١
شرائح ١٩
قاري ١٩، ٢٠
محيطي ١٩، ٢١
انفجار بليني ١٠، ١١، ١٢، ١٣
بليني الأصغر ١٤-١٥
بومبي ١٤-١٥
خفّاف ١٠، ١٣، ١٤، ١٥، ٣١
صخور بيروكلاستيكية ١٣
مقياس ريختر ٢٣، ٢٦
روتروا، نيوزيلندة ١٧
صدع سان أندرياس، الولايات المتحدة الأمريكية ٢١، ٣٩
سان فرانسيسكو، الولايات المتحدة الأمريكية ٢٦، ٤٣
سيزوميتر ٢٢-٣، ٣٤
طالة هزازة ٤١
انفجار سترومبولي ١٠-١١، ١٢
سورتسي، آيسلندة ٧
تسونامي ٦، ٧، ٢٢، ٢٤-٥
فتحات ٨، ١٢، ٢١
فيزوف، إيطاليا ١٤-١٥
منتزه يلوستون، الولايات المتحدة الأمريكية ١٧
يونجي، بيرو ٢٥-٦