الفصل الخامس

الزلازل والبراكين

الفصل الخامس

الزلازل والبراكين

مقدمة :

تعتبر الزلازل والبراكين من الكوارث الطبيعية التي يتعرض لها سطح الكرة الأرضية حيث تحدث أضرار جسيمة تصيب وتدمر القرى والمدن ووسائل النقل، وتقتل البشر، ويختلف مدى فداحة هذه الأضرار من منطقة إلى أخرى. وفي الفترة الأخيرة تعتبر منطقة جنوب شرق آسيا وعلى رأسها إندونيسيا والفلبين والهند وباكستان وسريلانكا، ومنطقة جنوب غرب آسيا من أكثر مناطق العالم تعرضًا للزلازل والبراكين.

أولاً: الزلازل:

الزلازل هي عبارة عن هزات سريعة متلاحقة تنتاب القشرة الأرضية في فترات متقطعة، وقد تكون هذه الهزات ضعيفة بحيث لا نشعر بها، كما قد تكون عنيفة بحيث تحدث تشققات في سطح الأرض، وتحطم المباني، وتسبب فيضان الأنهار لمناطق واسعة. والزلازل في الواقع مجموعة من الهزات تلي الواحدة الأخرى، وقد تتوالى مدة من الزمن قبل أن تعود القشرة الأرضية إلى حالة الاتزان وهي دليل على عدم ثبات القشرة واضطرابها.

وقد استدعت الزلازل اهتمام البشر منذ أقدم الأزمنة وذلك بسبب الكوارث التي تنجم عنها ـ ففي مطلع القرن السادس الميلادي انتابت الزلازل شواطئ البحر المتوسط وسببت خراب أكثر المدن العامرة وخاصة مدن سوريا الساحلية ـ وكذلك فقد سببت زلازل عام 1693م خراب مدن صقلية وموت 30 ألف شخص ـ وفي عام 1952م أصاب الجزر اليونانية في البحر المتوسط زلزال كان أثره التخريبي أشد بكثير من التدمير الذري الذي تعرضت له مدينتا "نجازاكي" و"هيروشيما" في اليابان أثناء الحرب العالمية الثانية[1].

أسباب حدوث الزلازل:

(1) صلاح الدين عمر باشا وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص123.

حاول الإنسان منذ القدم تفسير نشأة الزلازل وأسباب حدوثها ليهتدي إلى تلك القوى الخفية التي تعمل على تدمير منشآته فوق سطح الأرض. وقد كانت كل محاولات الإنسان قديمًا تفسيرات غير مبنية على أي أسس علمية، مما ترك المجال لانتشار التفسيرات الخرافية بين العامة في مختلف بلاد العالم، فمازال بعض العامة حتى في الدول المتقدمة يربطون حدوثها بوجود حيوان ضخم تحت الأرض، وبأن هذا الحيوان هو الذي يحركها عندما يقوم بحركات خاصة إلا أن نوع هذا الحيوان يختلف من بلد إلى آخر على حسب طبيعة البيئة السائدة، ففي مصر وغيرها من بلاد الشرق الأوسط يقولون إنه ثور ضخم يحمل الأرض على قرنيه وأن الأرض تهتز عندما ينقلها من قرن إلى آخر، وفي الولايات المتحدة يعتقدون أنه سلحفاة ضخمة، وفي اليابان يعتقدون أنه سمكة ضخمة يمكنها أن تهز الأرض إذا حركت ذنبها[1]، وظنه الصينيون حوتًا ضخمًا في حين رمز إليه الهنود الحمر بسلحفاة هائلة الحجم، كما اعتقدت جماعات اللاماس **Lamas** في منغوليا بأنه الإله بعد أن خلق الأرض ثبتها فوق ظهر ضفدعة هائلة الحجم، وفي كل مرة عندما تحرك الضفدعة رأسها أو قدميها تتعرض الأرض لحدوث الهزات الزلزالية. أما الفيلسوف الإغريقي أرسطو في القرن الرابع قبل الميلاد اعتقد بأن نشأة الزلازل ترجع إلى تسرب ألسنة من الغازات والهواء من باطن الأرض[2].

وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن الزلازل تحدث نتيجة لسببين هما[3]:

1) حدوث تشقق وتكسر في القشرة الأرضية بسبب اضطراب التوازن فيها. ويختل توازن القشرة الأرضية نتيجة لاكتساح كميات هائلة من المواد الغازية بواسطة عوامل التعرية التي تنقلها وترسبها في البحار والمحيطات.
2) تحركات المواد الصخرية المنصهرة خلال قشرة الأرض أو أسفلها.

وقد تبين من دراسة عدد كبير من الزلازل أن بؤرة أو مركز الزلزال تختلف من زلزال إلى

---

(1) عبد العزيز طريح شرف، مرجع سبق ذكره، ص158.
(2) حسن أبو العينين، الجغرافيا الطبيعية، مرجع سبق ذكره، ص181.
(3) جودة حسنين جودة، الجغرافيا الطبيعية والخرائط، الطبعة السادسة، منشأة المعارف، الإسكندرية 1999م، ص128، ص96.

آخر، وبناء عليه يمكن تقسيم الزلازل من حيث مركزها عن سطح الأرض إلى ثلاثة أنواع هي:

- زلزال عادي لا يزيد عمق مركزه عن سطح الأرض على 50 كيلومتراً.
- زلزال متوسط يتراوح عمق مركزه ما بين 50 إلى 250 كيلومتراً.
- زلزال عميق ويزيد عمق مركزه على 250 كيلومتراً.

ويظهر تأثير الزلازل على السطح في كل المنطقة المتأثرة به، ويتوقف اتساع هذه المنطقة على درجة شدة الزلزال.

أنواع الزلازل:

تقسم الزلازل حسب القوى التي تسببها إلى الأنواع التالية:

1) **زلازل بركانية Volcanic Earthquakes**: ويرتبط حدوثها بالنشاط البركاني حينما تندفع المواد البركانية بقوة بين طبقات الصخور فتسبب زلازلاً تتميز بأن بؤرتها قريبة من سطح الأرض. ويقتصر الشعور بهذه الزلازل على مناطق محدودة من سطح الأرض. ولعل أشهر زلزال بركاني هو الذي حدث في جزيرة كراكاتوا بإندونيسيا عندما انفجر البركان المعروف باسم ملك الجزيرة في شهر أغسطس سنة 1883م، ولقد أدت الزلازل الناجمة عن ذلك الانفجار إلى اختفاء ثلاثة أرباع الجزيرة وإلى زوال جزيرة أخرى مجاورة من حيز الوجود. ومما يذكر أن صوت الانفجار سمع في دائرة زاد نصف قطرها على 3000 كيلومتر[1].

2) **زلازل صدعية أو تكتونية Tectonic Earthquakes**: وهي الزلازل الناشئة عن الحركات الصدعية في القشرة الأرضية حيث تنزلق الطبقات وتتحرك على طول أسطح الصدع. وعادة ما تكون على عقد يتراوح بين 6 إلى 21 كيلومتراً تحت السطح، ومن أمثلة هذه الزلازل ما حدث في مقاطعة شتاتونج في الصين سنة 1852م، حيث تصدعت القشرة الأرضية ووصلت إلى المجرى الأدنى لنهر هوانجهو، وبذلك انتقل

(1) جودة حسنين جودة، معالم سطح الأرض، مرجع سبق ذكره، ص ص161 – 163.

مصبه إلى الشمال من مصبه القديم بنحو 450 كيلومترًا .

3) **زلازل بلوتونية**[1] **Pulutonic Earthquakes** : ويوجد مركزها على عمق كبير من الأرض، حيث تحدث على عمق يتراوح ما بين 240 إلى 720 كيلومترًا، فقد سجلت زلازل على عمق 800 كم في نطاق بحر أوتسك **Okhotsk** في شرق آسيا .

مركز الزلازل:

وهو الموضع الذي تنشأ فيه الهزة الزلزالية، وهو عبارة عن مركز إشعاع لانطلاق الموجات. وقد لوحظ في كل زلزال وجود منطقة يكون الزلزال فيها على أشده. وفي هذه المنطقة توجد نقطة مركزية تنتشر منها الهزات إلى جميع الاتجاهات أفقيًا، وبما أن العلماء يفترضون أن منشأ الزلزال مصدره أعماق القشرة الأرضية فقد أطلقوا على هذا المنشأ تسمية "المركز العميق **Hypocentre**" وأطلقوا على النقطة السطحية التي تنتشر منها الهزات على سطح الأرض تسمية "المركز السطحي **Epicentre**" .

وهذا المركز هو النقطة يصل إليها أقصر خط من المركز الباطني إلى السطح، وكلا المركزين موجود على نصف قطر الأرض ذاته .

والمركز السطحي للزلزال لا يكون في الحقيقة نقطة بل خطًا أو مساحة واسعة ويقال لها "المنطقة المركزية **Zome Epicentrale**" . وقد استنتج العلماء من دراسة الهزات الأرضية أن عددًا كبيرًا من الزلازل يوجد مركزها السطحي لا في وسط المحيطات بل على أطرافها بعيدًا عن الشواطئ التي تتعرض لزلازل كثيرة .

وقد يكون المركز مجرد نقطة في تقابل الأرض إذا كان الزلزال بسيطًا، أما إذا كان عنيفًا، فإن المركز يكون على مدى كبير، خاصة في حالة الزلزال التكتوني حيث يمتد المركز مع خط الانكسار .

شدة الزلازل:

تقاس شدة الزلازل أو قوتها عن طريق جهاز رصد الزلازل والذي يطلق عليه اسم

---

(1) سميت بهذا الاسم نسبة على بلوتو إله الأرض عند الإغريق .

السيزموجراف[1] **Seismograph** .

وتجدر الإشارة إلى أن العالم يتعرض سنويًا لمليون هزة أرضية صغيرة بمعدل هزتين في الدقيقة لكنها تمر دون أن تحدث أضراراً تذكر . وقد بلغ عدد الهزات الأرضية المسجلة في كافة أنحاء العالم عام 1984م نحو 10350 هزة صغيرة وكبيرة، ويتراوح الرقم الاعتيادي بين 7 آلاف و8 آلاف هزة سنوية . ويصل متوسط الزلازل التي تحدث أضراراً أو كوارث ما بين اثنين أو ثلاثة سنويًا، ويقدرها البعض بعشرة زلازل سنوياً[2] وتعد مقاييس شدة الزلازل مقاييس وصفية، وذلك على الرغم من أنها تستخدم الأرقام الحسابية في تقدير شدة الزلازل وعلى الرغم من أن هذه المقاييس تعطي فكرة جيدة عن أثر الزلازل، إلا أنها لا تبين بصورة دقيقة حجم الزلزال نفسه، ذلك أن مدى تدمير المنشآت وتخريبها كما يعتمد على قدرة الزلزال فأنه يعتمد أيضًا على البعد عن المركز السطحي للزلزال، وعمق بؤرة الزلازل والتركيب الجيولوجي، وصفات التربة والصخور التي تمر فيها الموجات الزلزالية، وطبيعة المباني والمنشآت، والتنفيذ والمواد المستخدمة في البناء . هذا بالإضافة إلى الخبرة الشخصية للراصد نفسه (وهو الشخص الذي يقوم بتقدير شدة الزلزال في موقعه) .

وقد اعتبر زلزال مدينة أغادير في المغرب الذي ضرب المدينة في يوم 29 فبراير 1960م من أكبر الزلازل الصغيرة أو المتوسطة المدمرة في تاريخ البشرية، ذلك أنه قتل 14 ألف نسمة من سكان المدينة التي كان عدد سكانها عند وقوع الكارثة حوالي 33 ألف نسمة، ودمر المدينة تدميراً شديداً، ولم يكن ذلك بسبب قوة الزلزال (5.9 درجة على مقياس ريختر)، وإنما بسبب ضخامة بؤرته التي لم يزد عمقها على 3 كيلومترات تحت سطح الأرض، ولوقوع البؤرة الزلزالية تحت المدينة مباشرة، وضعف مباني المدينة بصفة عامة .

---

(2) يعرف علم الزلازل Siesmology بأنه العلم الذي يهتم بدراسة الزلازل، وهذه الكلمة مأخوذة من الكلمة اليونانية Siesmos ومعناها زلزال .

(1) قام المؤلف بعمل حصر للزلازل المدمرة التي تعرض لها العالم عام 2005م، وذلك بالاستعانة بشبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) ونشرات الأخبار العالمية وعلى رأسها اليورونيوز Euronews وجد أن عدد هذه الهزات قد بلغ 10 هزات معظمها في القارة الآسيوية في جنوب وجنوب شرق وجنوب غرب آسيا وأكثر الدول تضرراً هي إندونيسيا وإيران . وفي عام 2007م تعرضت كل من باكستان وإيران لهزات أرضية بعضها مدمر .

ويعد زلزال نيو مكسيكو العاصمة المكسيكية من أهم الزلازل الحديثة، وقد قدر عدد القتلى 5 آلاف نسمة وحوالي 9 آلاف جريح عدا المفقودين والمشردين. وخلال عام 1976م حدث زلزال في جوانيمالا وادى إلى وفاة 23 ألف شخص وجرح 77 ألف وشرد ما يزيد على مليون شخص، وبلغت قدرته 7.5 درجة بمقياس ريختر. وأدت الهزة الأرضية التي ضربت منطقة أرمينيا السوفيتية إلى وفاة 24 ألف شخص خلال عام 1988م[1]، ويوم السبت 27 من شهر مايو عام 2006م ضرب زلزال كبيرة بقوة 6.7 درجة بمقياس ريختر جزيرة جاوة الإندونيسية وقد بلغ عدد القتلى 6234 نسمة و20 ألف جريح وشرد أكثر من 200 ألف شخص[2].

وتتباين الهزات الأرضية في درجة قوتها. فمنها الضعيف التي يحدث ولا يكاد يحس به أحد، ومنها العنيف المدمر الذي يسبب خسائر كبيرة في مناطق العمران. وقد بذل المختصون بالزلازل محاولات عديدة لوضع مقياس كمي لشدة الزلازل. كما يقول عالم الزلازل الروسي المشهور بولياكوف، لكن أقدمها هو الذي وضعه رسام الخرائط الإيطالي ج. جاستالدي **J.Gastaldi** في سنة 1964م.

وتعد محاولة عالم الزلازل بينو جوتنبرج **Beno Gutenberg**، وتشارلز ريشتر[3] **Charles F.Richter** (وكلاهما من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (**CIT**) من أهم تلك المحاولات، وكان الهدف منها إيجاد مقياس مطلق[4] لشدة الزلازل مبني على طاقتها.

وتقدر شدة الزلازل وعلى منشآته على سطح الأرض. ويعد مقياس رشتر (ريختر) هو أبرز هذه المقاييس حيث بدأ تطبيقه عام 1939م وصفها إلى عشرة أنواع حسب قوة التدمير التي يسببها الزلزال على سطح الأرض.

---

(1) فاضل حسن أحمد: هندسة البيئة، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا 1999م، ص542.

(2) متابعة للمؤلف عن وسائل الإعلام التي غطت زلزال جزيرة جاوة الإندونيسية في يوم السبت 27 مايو عام 2006م. وكان المؤلف في ذلك الوقت معار إلى جامعة قار يونس في بنغازي.

(3) اشتهر في الإعلام العربي باسم مقياس ريختر.

(4) مصطفى محمود سليمان: الزلازل من فجر التاريخ إلى اليوم، سلسلة الألف كتاب الثاني، العدد239، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة 1996م، ص157.

ويوضح الجدول رقم (11) مقياس ريختر والآثار الناجمة عنه .

جدول (11)

مقياس ريختر والآثار الناجمة عنه(*)

قوة الزلزال	الاسم أو الصفة	الآثار التدميرية	المعدل السنوي لحدوثه
3ـ1	رعشة	يحس به، يحدث طنين	1.000.000
4ـ3	زلزال صغير	يكسر أشياء قبل الزجاج	100.000
5ـ4	قوي محسوس	يحكم الزجاج، وتتمايل الأشجار	10.000
6ـ5	زلزال ضار، زلزال هَدام (مدمر)	يحرك الأثاث، ويدمر بعض المباني	1000
7ـ6	زلزال كبير	انهيار بعض المباني	100
8ـ7	كارثة دولية	تدمير كافة المنشآت، وتشقق الأرض	10
أكبر من 8		تدمير كامل للبنية الأساسية	1

(*) المصدر : جودة التركماني، جغرافيا التضاريس، مرجع سبق ذكره، ص48 .

ومن المقاييس المستخدمة لقياس شدة الزلازل أيضًا مقياس ميركالي، وهذا المقياس يعتمد أساسًا على وصف تأثير الزلزال على الناس والمنشآت وما يلحق بها من آثار ودمار . ففي الوقت الذي يقدم فيه مقياس ريختر معلومات تخص كمية الطاقة المنطلقة، فإن مقياس ميركالي يعكس كيفية إدراك الناس للهزة، وهذا الإدراك يعتمد بالطبع على المسافة من المركز الزلزالي وعلى المظاهر الجيولوجية والهندسية المحلية . فشدة الزلزال والدمار الذي يصاحبه سيكون بالقرب من المركز أكبر مما يحصل بالمناطق البعيدة عنه، كما أن آثار الزلزال ستكون أشد في المواقع الجيولوجية الحساسة، وفي المباني القديمة سيئة التخطيط .

جدول (12)

مقياس ميركالي المعدل مرتبًا على هيئة سلم من 1-11(*)

القوة	الآثار الناجمة
1	لا يحس به إلا القليل جداً وتحت ظروف ملائمة.
2	يحس به القليل عند الراحة، وخاصة سكان الأدوار العليا.
3	يحس به الكثير من سكان الأدوار العليا، إلا أنهم لا يحسبونه زلزالاً، ويسمع له دوي شبيه بدوي قطار يسرع، والسيارات الواقفة تهتز قليلاً.
4	يحس به الكثير من الناس داخل المباني وخارجها ويسمع له دوي مشابه للدوي الصادر عن اصطدام شاحنة بمبنى خرساني، وتهتز السيارات الواقفة، ويستيقظ البعض من النوم خلال الليل، كما تغلق النوافذ، ويصدر عن الحوائط طقطقة.
5	يشعر به الجميع، ويستيقظ الكثير من الناس من نومهم وتتحطم بعض الأواني والنوافذ، وتهتز الأشجار والأعمدة، وقد يتوقف بندول الساعة.
6	يشعر به الجميع دون استثناء، ويصابون بالرعب ويهرعون إلى خارج المباني، ويتدحرج الأثاث الثقيل وتنكسر المداخن ومع ذلك فالأضرار البشرية قليلة.
7	الجميع يهرع إلى الخارج، والأضرار في المباني القوية قليلة، لكنها كبيرة في المباني القديمة والضعيفة التشييد وسيئة التصميم وتتحطم بعض المداخن، ويشعر بها الأشخاص الذي يقودون السيارات.
8	أضرار كبيرة في المنشات جيدة التصميم والبناء والكثير منها تتزحزح عن أساستها، ويتشقق سطح الأرض، وتنكسر أنابيب المياه والغاز.
9	تدمير المباني الخشبية جيدة التصميم، وتدمر معظم العمارات ذات الهياكل والقواعد الخرسانية، وتتشقق الأرض، وتلتوي خطوط السكك الحديدية، وتحدث انهيارات أرضية كبيرة على جوانب الأنهار والمنحدرات، ويتحرك الرمل والطين، ويرتطم الماء ويتناثر فوق ضفاف الأنهار.
10	انهيار أغلب المباني، وتتشقق الأرض وتدمر الكباري، وتتعطل منظومة شبكة المياه والغاز التحتية، وتتحرك الأرض وتنزلق في التكوينات الرطبة، وتلتوي خطوط السكك الحديدية.
11	الخراب شامل، ويتموج سطح الأرض، وتقذف الأشياء في الجو.

(*) Keller, E.A., Environmental Geology, third edition, Charles, E., E.Merrill Company. Toronto 1982, P. 133 نقلاً عن: إمحمد عياد مقيلي: المخاطر الهيدروجيمور فولوجية، سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية، الكتاب الثاني، دار شموع الثقافة، الزاوية، ليبيا، 2003م، ص102.

الموجات الزلزالية Earthquakes:

تمكن علماء الزلازل من تسجيل الموجات الخاصة بالزلازل عن طريق رصد الزلازل (السيز موجراف) الذي يرسم خطًا متعرجًا نتيجة تأثره بالاهتزازات الأرضية تعرف باسم سجل الزلزال. وقد أمكن التعرف على ثلاثة أنواع من الموجات:

1. **الموجات الأولية Primary Waves:**

وهي موجات طويلة تضاغطية أي تؤدي إلى ذبذبة الجسيمات التي تمر بها في نفس الاتجاه الذي يشير فيه. وهي أسرع الموجات وأولها وصولاً إلى أجهزة رصد الزلازل وتسير بسرعة تتراوح بين (7.5 ـ 13.8كم في الثانية) وتسير هذه الموجات في المواد الصلبة والسائلة والغازية.

2. **الموجات الثانوية Secondary Waves:**

وهي موجات مستعرضة **Transversal** أي تؤدي إلى ذبذبة الجزئيات التي تمر بها في اتجاه عمودي على الاتجاه التي تسير فيه. والموجات الثانوية سرعتها أقل من الأولية، وتتراوح هذه السرعة بين (3.2 ـ 7.3كم في الثانية). وتتميز بأنها تسير في الأجسام الصلبة فقط، ولا تسير في الأجسام السائلة، وهي تنتشر داخل القشرة الأرضية.

3. **الموجات الطويلة Long Waves:**

وهي موجات مستعرضة وتضاغطية طويلة المدى ولكنها بطيئة، إذ لا تتعدى سرعتها بين (4 ـ 4.4كم في الثانية)، ولذلك فإنها آخر موجة تصل إلى محطة الرصد. وتتميز بأنها تسير على سطح الأرض، وهي التي تسبب معظم الدمار والخراب.

التوزيع الجغرافي للزلازل:

على الرغـــم مـــن أن الهزات الزلزالية ظاهرة شائعة في جميع أنحاء الأرض، إلا أن ما

توزيع الزلازل في العالم شكل (29)

يحدث منها على اليابس يتركز في مناطق معينة. وأهم المناطق التي تتركز فيها الزلازل في العالم هي:

1) **نطاق حلقة النار Ring of Fire**: وهو نطاق يحيط بسواحل المحيط الهادي، ويشمل المناطق الساحلية غرب الأمريكيتين، وشرق آسيا بما في ذلك أرخبيلات جزر ألوشيان واليابان والفليبين، حيث تشهد هذه المناطق حوالي 68٪ من الزلازل في العالم.

2) **منطقة عرضية تطوق الكرة الأرضية**: ويرتبط امتدادها بالسلال الجبلية الالتوائية، وهذا النطاق يبدأ في أمريكا الوسطى فاصلاً بين قارتي أمريكا الشمالية والجنوبية، ثم يتجه شرقًا مخترقًا المحيط الأطلنطي الأوسط، ثم يمتد بعد ذلك في اليابس الأوروبي على شكل شريط عريضي يرتبط امتداده بالجبال الالتوائية في قارتي أوروبا وآسيا، ممثلة في جبال البرانس والألب والكربات والقوقاز والهمالايا، ومنها إلى جنوب شرق آسيا حيث أرخبيل جزر إندونيسيا، وتحدث به حوالي 21٪ من زلازل العالم.

3) **مناطق الأخاديد شرق إفريقيا وجنوب غرب آسيا**: ويعد الأخدود الإفريقي العظيم **African Great Rift Valley** أهم هذه الأخاديد، ويبدأ من بحيرة ملاوي (نياسا) جنوبًا مرورًا بهضبة البحيرات الاستوائية ثم هضبة أثيوبيا والبحر الأحمر وخليج العقبة وغور الأردن وينتهي عند جبال طوروس شمالاً.

4) **منطقة ضعف في المحيط الأطلنطي**: حيث توجد أعداد كثيرة من الجزر البركانية المبعثرة.

وتجدر الإشارة إلى أن التوزيع الجغرافي للزلازل والبراكين واحد تقريبًا، ويرتبط بشكل كبير بتوزيع نطاقات الجبال الالتوائية، ومناطق الضعف الأخرى، أو مناطق عدم الاستقرار في القشرة الأرضية.

وأحيانا ما يحدث بعض الزلازل بسبب الاستعمال الخاطئ للإنسان لمظاهر الطبيعة التي خلقها الله سبحانه وتعالى، ومحاولة تغيير هذه المظاهر مثال التجارب النووية تحت سطح

الأرض، وحقن السوائل بالآبار العميقة، وتحميل القشرة الأرضية من خلال إقامة السدود وظهور البحيرات الصناعية التي تقوم بعمل ضغط وتحميل على القشرة الأرضية، وكثيراً ما يحدث خلل في عملية التوازن الأرضي مما يؤدي إلى حدوث بعض الزلازل.

الآثار الناتجة عن الزلازل:

ينجم عن حدوث الزلازل العديد من الكوارث والتي أهمها[1]:

1) اشتعال الحرائق واقتلاع الأشجار.
2) تدمير المنشآت العمرانية وتدمير القرى والمدن.
3) الموجات البحرية الزلزالية، وتنتج عن تحرك مراكز الزلازل في قاع البحار والمحيطات، وتسمى بموجات التسونامي التي قد يصل ارتفاعها أحيانًا إلى 50 متراً تقريبًا. وتسبب خسائر فادحة في الأرواح والممتلكات، خصوصًا في المناطق الساحلية[2].
4) الانزلاقات الأرضية وسقوط كتل الجليد من قمم الجبال إلى الأودية وتكوين بحيرات مؤقتة.
5) تشقق سطح الأرض وحدوث العديد من الانكسارات.
6) تغيير بعض مجاري سطح الأرض لمساراتها.
7) رفع أو خفض أجزاء من قاع البحر كما حدث في خليج ساجامي في اليابان في عام 1923م فقد ارتفعت أجزاء منه نحو 250متراً، وانخفضت أجزاء أخرى نحو 400متر.
8) تدمير الطرق وخطوط السكك الحديدية.
9) نضوب بعض مياه بعض العيون وتوقفها عن الجريان وظهور عيون جديدة كعيون حلوان الكبريتية جنوب القاهرة بنحو 40كم.

وبعد حدوث الزلزال مباشرة كثيراً ما ينصح المواطنين بالآتي:

---

(1) أديب أبي طاهر: الكوارث الموت الآتي من الأرض والفضاء، دار الكاتب العربي، بيروت 1993م، ص ص49ـ50.

(2) تعرضت منطقة جنوب شرق آسيا لموجات التسونامي العنيفة والتي تعرضت لها بعض الدول وخاصة إندونيسيا والفليبين وماليزيا والهند، وقدر عدد الأفراد الذين قتلوا جراء هذه الموجات نحو 375 ألف نسمة، ووصل تأثير هذه الموجات إلى دول شرق إفريقيا وعلى رأسها الصومال.

- عدم الاقتراب من شاطئ البحر، واللجوء إلى مناطق بعيدة عن المباني ومرتفعة عن سطح البحر.
- إطفاء المصابيح المضاءة خوفًا من إحداث حرائق بسبب تسرب غازات قابلة للاشتعال.
- فيضان مياه الأنهار وارتفاع مياه البحيرات أو هبوطها.
- عدم الهبوط من الطوابق العليا بواسطة المصاعد الكهربائية كي لا تتوقف هذه الأخيرة بسبب انقطاع التيار الكهربائي وينحبس المواطنون داخلها في لحظات الخطر.
- عدم الانتشار في الشوارع الضيقة.
- الابتعاد عن المناطق المعرضة لخطر الانزلاقات أو تساقط الصخور.
- تجنب الفزع، وعدم الاندفاع نحو مخارج المباني بأعداد كبيرة لأن ذلك يؤدي إلى تصادم الأشخاص والوقوع فوق بعضهم بعضًا والموت في زحمة الأرجل.
- عدم إشعال النار أثر وقت الزلزال، وعلى السكان مغادرة المكان خلال إحساسهم بوجود تسرب للغاز بعد محاولة إقفال المصدر طبعًا.

وتوجد دراسات كبيرة في تخفيف آثار الزلزال. ومن الدراسات الحديثة إقامة منشآت تقام على دعائم لولبية من لدائن المطاط وصفائح الفولاذ ومخفضات الصدامات، وتخفض هذه الأجسام والصفائح من حدة موجات الزلازل بنسبة تصل إلى 75٪. ومن الأساليب الحديثة التي تستخدمها الصين لحماية المباني ضد الزلازل هو خلط الخرسانة بألياف من الصلب بحجم الإبر قبل صبها حيث تتراوح نسبة مقاومة المباني للزلازل بين 30 و60٪.

وقد حدثت مئات الآلاف من الزلازل في القرن العشرين، ولكن أهم هذه الزلازل تلك التي يوضحها الجدول رقم (8).

جدول رقم (8)

أكبر الزلازل التي حدثت في القرن العشرين

الموقع	التاريخ	قوة الزلزال
كامتشكا	1904 /6 /25	8
شرق كشمير	1905 /4 /4	8.1

منغوليا	1905 /7 /9	8.4
منغوليا	1905 /7 /23	8.4
الأكوادور	1906 /1 /31	8.7
كاليفورنيا	1906 /4 /18	7.3
جزر الوشيان	1906 /8 /17	8.2
شيلي	1906 /8 /17	8.4
نيو إنجلند	1906 /9 /14	8.1
المكسيك	1907 /4 /15	8
تركستان	1910 /1 /3	8.4
بورما (ميتمار حاليًا)	1912 /5 /23	8
نيو غينيا	1914 /5 /26	8
جزر الكوريل	1915 /5 /1	8
جزر بابوا بالمحيط الهادي	1917 /6 /26	8.4
جزر مندیناوا	1918 /8 /15	8
جزر الكوريل	1918 /9 /7	8.2
جزيرة تونجا	1919 /4 /3	8.1
تايوان	1920 /6 /5	8
إقليم كاتسوبا بالصين	1920 /12 /16	8.6
شيلي	1922 /11 /11	8.3
كامنتشكا	1923 /2 /3	8.3
إقليم كانتو باليابان	1923 /9 /1	8.2
جزيرة مندیناوا	1924 /4 /14	8.3
شيلي	1928 /12 /1	8
بحر الملوك شمال إندونيسيا	1932 /5 /14	8
المكسيك	1922 /6 /3	8.2
سازيكو باليابان	1933 /2 /3	8.5
نيبال الهند	1934 /1 /15	8.3
جزيرة سانتا كروز	1934 /7 /18	8.1
بحر باندا بإندونيسيا	1938 /2 /1	8.2
آلاسكا	1938 /11 /1	8.3
جزيرة سولومون بالمحيط الهادي	1939 /4 /3	8
شمال الأطلنطي	1941 /11 /25	8.2
بيرو	1942 /8 /24	8.2
نونانكي باليابان	1944 /12 /7	8

غرب باكستان	1945 /11 /27	8
جمهورية الدومنيكان	1946 /8 /4	8
بانكايدو باليابان	1946 /12 /2	8.2
جزر الملكة تشارلوت بخليج الاسكا	1949 /8 /22	8.1
أسام بالهند	1950 /8 /15	8.6
التبت	1951 /11 /18	8
توكاشي أوكي باليابان	1952 /3 /4	8.3
كامتشكا	1952 /4 /4	8.2
جزر ألوشيان	1957 /3 /9	8.1
منغوليا	1957 /12 /4	8
جزر الكوريل	1958 /11 /6	8.1
شيلي	1960 /5 /22	8.5
جزر الكوريل	1963 /10 /13	8.1
الاسكا	1964 /3 /28	8.4
جزر ألوشيان	1965 /2 /4	8.2
توكاشي أوكي باليابان	1968 /5 /16	8.1
جزر سمباوا بإندونيسيا	1977 /8 /19	8.1
المكسيك	1985 /9 /19	8.1
جزر ما كوراي جنوب نيوزيلنده	1989 /5 /23	8.2
مصر	1992 /10 /12	5.8

المصدر : مصطفى محمود سليمان : الزلازل من فجر التاريخ إلى اليوم، مرج سبق ذكره.

وقد وقع بين عامي 1970 و1981م نحو 67 هزة أرضية في الصين، سقط نتيجتها نحو نصف مليون ضحية، وهذه الفترة تعتبر من أسوأ الفترات في حياة الصينيين. وبوجه عام يعتبر عام 1976م عام الزلازل والكوارث الطبيعية في جميع أنحاء العالم؛ هذا العام المشؤوم تبقى أحداثه ماثلة في الأذهان خصوصًا بالنسبة للهزات الزلازل الأرضية الخطرة.

وأهم الزلازل التي وقع في عام 1976م هي :

- 4 فبراير سقط أكثر من 25 ألف قتيل في جواتيمالا.
- 6 مايو وقع أكثر من 100 ألف قتيل في فريول.
- 26 يونيو سقط أكثر من 5 آلاف قتيل في جزيرة نيو غينيا الواقعة شمال أستراليا.
- 14 يوليو سقط نحو 700 ألف قتيل في مقاطعة تونجشان في الصين.
- 24 نوفمبر وقع نحو 5000 قتيل في تركيا نتيجة زلزال مدمر.
- 19 مارس وقع 24قتيلاً في زلزال في أفغانستان.

- 19 أغسطس قتل 4 في زلزال في تركيا.
- 6 أكتوبر قتل 9 في زلزال في الإكوادور.
- 7 نوفمبر قتل 16 شخصًا في زلزال في إيران.

بالإضافة إلى الهزات الأرضية التي وقعت، ولم يعلن عنها رسميًا في مناطق عدة من العالم.

ثانيًا: البراكين Volcanoes:

البركان عبارة عن فتحة في قشرة الأرض تندفع من خلالها الصخور المنصهرة والغازات[1] إلى سطح الأرض حيث تبرد وتتجمد وتكون مخروطًا بركانيًا حول فوهة البركان على شكل جبل مرتفع. وتخرج المواد المنصهرة من شقوق أرضية فوق مساحات كبيرة يطلق عليها غطاءات اللافا **Lava Sheet** وعندما تزيد هذه المواد المنصهرة ويزداد سمكها فإنها تكون هضابًا بركانية ومن أمثلتها هضبة أثيوبيا (الحبشة) في شرق إفريقيا.

وفي الغالب ما تكون الثورانات البركانية عنيفة جدًا يرافقها قذف الغازات المشتعلة والرماد والصخور بمختلف الأحجام (يصل أوزان بعضها إلى طنين) إلى مئات الأمتار في الجو، وعند سقوطها ترتطم بالأرض، وتنفجر كالقنابل الضخمة، ويكون لهذه الظواهر أعظم الأثر إذا ما صادفت وجود غابات ومستوطنات بشرية، حيث تقتل الناس والحيوانات وتحرق الغابات والمنازل أو تدفن تحت ركامات الرماد والوحل البركاني أو جريان اللافا. وعلى المستوى العالمي تعتبر البراكين ظاهرة غير مألوفة لكثير من الناس، وهي في الغالب تؤثر في مناطق نائية قليلة الكثافة السكانية، ومعظم البراكين في العالم غير نشطة (لم تشهد أي ثوران خلال التاريخ البشري).

ويوجد اليوم أكثر من 500 بركان نشط في العالم مرتبطة أساسًا بحلقة النار التي تحيط بالمحيط الهادي[2].

أجزاء البركان:

---

(1) يطلق على خليط من الصخور المنصهرة والغازات اسم الماجما.

(2) إمحمد عياد مقيلي: المخاطر الهيدروجيمورفولوجية، سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية، الكتاب الثاني، دار شموع الثقافة، الزاوية، ليبيا 2003، ص135.

يرتبط ذكر البراكين بالشكل المخروطي[1]، ورغم اختلاف المخاريط البركانية في أشكالها وأحجامها إلا عمومًا تشترك جميعًا في إنها تتكون من الأجزاء الآتية شكل (30):

1) **فوهة البركان Volcanic Crater**: وهي الفتحة التي تخرج منها المصهورات البركانية، وتمثل الفوهة قمة البركان، ويتفاوت اتساع فوهة البركان من عدة أمتار إلى عدة آلاف من الأمتار. ولبعض البراكين أكثر من فوهة يتخذ بعضها مكانه على جوانب المخروط البركاني. وإذا كانت فوهة البركان على هيئة حوض كبير ذي جوانب شديدة الانحدار على هيئة حوائط أو جدران فإنها تعرف باسم الكالديرا **Caldera**.

2) **قصبة البركان Volcanic Neck**: وهو عبارة عن القناة الرأسية التي تندفع عن طريقها المواد المنصهرة في باطن الأرض وبين الفوهة البركانية.

3) **المخروط البركاني Volcanic Cone**: هو عبارة عن كمية المواد المنصهرة التي خرجت من باطن الأرض عن طريق القصبة ثم خرجت من الفوهة وتراكمت حولها. وقد يكون للبركان مخاريط جانبية صغيرة فيصبح في هذه الحالة مخروط مركب **Composite Cone**، وتتفاوت المخاريط البركانية في ارتفاعه 100متر وبعضها الآخر يزيد على 6000متر كما هي الحال في جبل كلمنجارو (6110 أمتار) في كينيا الذي يمثل أعلى جبل في القارة الإفريقية.

(3) ظن الناس قديمًا أن البركان يخرج نارًا ولذا سموا البركان جبل النار والواقع أن البركان ليس جبلاً وإنما هو فتحة موصلة على الباطن الحار، أما المرتفع أو الجبل فيكونه البركان نفسه من تراكم المواد حول الفتحة، ولا يخرج البركان نارًا، أما الوهج الأحمر الذي نراه فوق البركان فسببه أن اللافا (المواد الصخرية المنصهرة) الموجودة في فتحة البركان تنعكس على السحب التي فوقها.

أجزاء البركان شكل (30)

أسباب البراكين:

للثورانات البركانية عدة أسباب يمكن أن نجملها في :

1) وجود مناطق ضعف في القشرة الأرضية وخاصة في مناطق الجبال حيث الانكسارات والالتواءات .
2) تجمع الغازات المنطلقة من المواد المنصهرة وبعد بلوغها درجة معينة من الضغط عليها تنفجر وتنفذ من نقطة ضعيفة في القشرة الأرضية .
3) طبيعة التركيب الصخري للمنطقة .
4) انزلاق جزء من القشرة الأرضية على ما تحته من المواد المنصهرة وتقلص هذه المواد للبحث عن منفذ لها فإذا وجدت جزءاً ضعيفًا في القشرة الأرضية كسرته ونفذت منه .
5) حدوث الزلازل في العديد من المناطق غير المستغلة من الناحية البشرية والتي أحيانًا ما تصحبها براكين، ولذلك فإن هناك تطابقًا كبيراً بين توزيع البراكين وتوزيع الزلازل في العالم .

المواد البركانية:

في أثناء الثوران البركاني يقذف البركان العديد من المواد وأهم هذه المواد هي :

1) **اللافا البركانية** : وهي عبارة عن المصهورات السائلة التي تخرج من فوهة البركان أو من الشقوق، وتزيد حرارة اللافا عند خروجها غالبًا على 1000°م[1] . وقد تكون هذه اللافا حامضية إذا زادت نسبة السليكات في تركيبها، أما إذا قلت نسبة السليكات فإنها تصبح قاعدية .

(1) محمد محمود محمدين، طه عثمان الفرا: المدخل إلى علم الجغرافيا، الطبعة الثالثة، دار المريخ، الرياض 1493هـ، ص ص151ـ152 .

2) **المقذوفات البركانية**: تندفع بعض المقذوفات الصلبة من فوهة البراكين مثل البريشيا البركانية **Volcanic Breccias**، وهي عبارة عن مفتتات صخرية دمجت في كتل بعد اختلاطها باللافا.

3) **الرماد البركاني Volcanic Ashes**: هو عبارة عن مواد معدنية تخرج من البركان على شكل حبيبات دقيقة صلبة تنفجر مع الغازات والأبخرة، تحت ضغط شديد فتنتشر في الجو، وقد ترسب على جوانب المخروط البركاني، أو تحملها الرياح إلى مسافات بعيدة قبل أن تهبط إلى السطح. وقد شوهد هبوط الرماد البركاني من بركان فيزوف في جنوب إيطاليا. وكما هو الحال بالنسبة لبركان كراكاتو بجزيرة جاوة سنة 1883م، والذي ظل الغبار البركاني الناجم عنه عالقًا في الجو لمدة سنة. وأحيانًا تتشكل بعض المخاريط من الغبار والرماد البركاني، ومن الأمثلة على ذلك بركان مونت نوفو **Monte Nuovo** الذي يزيد ارتفاعه على 1000متر.

4) **الغازات البركانية**: يقدر حجم المواد الغازية التي تخرج من فوهة البراكين بنحو 5٪ من حجم المواد البركانية. ومعظم هذه المواد الغازية عبارة عن بخار ماء يتراوح ما بين (70 ـ90٪) ولهذا يحدث أحيانًا سقوط أمطار غزيرة فوق المناطق التي تتعرض لثوران بركاني. ومن الغازات الأخرى الأيدروجين الذي يرى مشتعلاً فوق الفوهة عقب خروجه نتيجة لاختلاطه بالأكسجين. ومن الغازات الأخرى أيضًا ثاني أكسيد الكربون، والنيتروجين. وتزيد درجة حرارة الغازات عند خروجها من فوهات البراكين على 100°م. وقد تختلط الغازات عند خروجها بالغبار والرماد البركاني فتشكل سحابات سوداء كثيفة شديدة الحرارة. وتعرف هذه الظاهرة باسم السحابة البيلينية **Pelean Cloud** نسبة إلى بركان بيلي **Pelee** في البحر الكاريبي.

5) **القنابل البركانية Volcanic Bombs**: بعضها صغير مثل الجمرات **Cinders**، أو الحصى البركاني Lapilli's، ويتحكم حجم هذه القنابل في قوة اندفاعها.

ويخرج من البراكين أنواع أخرى من الأحجار أقل قيمة مثل حجر الخفاف وهو يشبه الإسفنج ويصنع منه مسحوق أملس يستخدم في تنظيف الأسنان، وفي صناعة الزجاج البركاني بألوانه الزاهية، كما يستخدم الحصى في البناء، ويستخدم حجر البازلت في رصف

الطرق بعد طحنه، وأخيراً لا يفوتنا ذكر ما للبراكين من سحر وجمال يجلب السواح، وهي بذلك تعتبر مصدر دخل اقتصادي ممتاز[1].

أنواع البراكين:

تتوقف أنواع البراكين[2] على نوع المواد الصخرية المنبعثة منها وعلى كيفية خروجها، فكلما انخفضت نسبة السليكا كانت اللافا أكثر سيولة مما يعطي القدرة على الانسياب السطحي لمسافات بعيدة، ويحدث العكس عندما ترتفع بها نسبة السليكا وتصبح اللافا حينئذ حمضية ولزوجتها مرتفعة فتبرد بسرعة وتتراكم بالتالي متجمدة في أقرب مكا من فوهة البركان التي خرجت منها.

أهم أنواع البراكين هي[3]:

1) **نوع هاواي Hawaiian**: ويمثله خير تمثيل بركان مونالوا بالجزيرة الرئيسية من مجموعة جزر هاواي، ويتميز بثوران هادئ، ولهذا فهو ينتشر على مساحة واسعة، كما أن المخروط قليل وعورة الجوانب، ويتألف من لافا قاعدية تخرج من عدد كبير من الفوهات. وفي جزر ساندويتش فإن اللافا المنبعثة من هذا النوع من البراكين نظراً لشدة سيولتها تسيل أثناء الثوران كالماء الدافق، مؤلفة شلالات حقيقية حينما تسقط على مكان مرتفع.

---

(1) عادل عوض: الزلازل مأساة هزت العالم، دار الجيل، بيروت 1992م، ص39.

(1) يقسم البعض البراكين حسب مدى استقرارها أو ثورانها إلى براكين خامدة Exbinct وبراكين هادئة Dormant وبراكين نشطة Active. ويقصد بالبراكين الخامدة بأنها البراكين التي ظهرت في العصور الجيولوجية المختلفة ثم توقف نشاطها منذ زمن بعيد. والبراكين الهادئة ويقصد بها البراكين التي هدأت منذ وقت قريب نسبيًا مثل البراكين التي ظهرت خلال العهود التاريخية القديمة أو الوسيطة، ويبلغ عدد هذه البراكين 800 بركان موزعة على قارات العالم، والبراكين النشطة ويقصد بها البراكين التي ثارت في عهد قريب أو التي تبدو عليها بعض مظاهر النشاط مثل خروج بعض الغازات من فوهاتها، ومثل هذه البراكين معرضة للثوران في أية لحظة. ومن أمثلتها معظم براكين جنوب إيطاليا وأهمها فيزوف وإتنا وإسترامبولي وبعض براكين إندونيسيا مثل بركان أجونج وبركان كراكاتوا وغير ذلك من البراكين الأخرى المنتشرة في العالم.

(2) صلاح بحيري، مرجع سبق ذكره، ص ص93ـ95.

2) **نوع سترومبولي Strompolian Type**: نسبة إلى بركان سترومبولي في جزر ليباري بشمال شرق جزيرة صقلية الإيطالية، وتتصف اللافا المنبعثة من هذا النوع بقلة سيولتها بالمقارنة بالنوع السابق، ولذا فإن ثوراناتها تتألف من عدد من الانفجارات المتقطعة التي تصاحب انطلاق الغازات فتؤدي لانبعاث كميات هائلة من الرماد والمقذوفات. ولكن نظراً لشدة سمك قوام اللافا فإنها لا تنتشر فوق مساحات واسعة، ولكن من ناحية أخرى تكون مخاريطها عظيمة انحدار الجوانب وتغطي أسطحها كتل بارزة متجعدة، تعلوها عند القمة مخاريط تتكون من الحصى والزلط تحيط بفوهات واسعة تنتهي إلى قصبات واسعة أيضًا.

3) **نوع فولكانو Volcano Type**: نسبة إلى بركان فولكانو من مجموعة جزر ليباري الإيطالية. وينشأ هذا النوع من البراكين حينما تكون اللافا شديدة اللزوجة غليظة القوام، وهي من الأنواع الحمضية القليلة التدفق والانسياب فوق السطح، لدرجة أنها كثيراً ما تؤدي إلى انسداد القصبات ومنع الأبخرة والغازات من الانبعاث، فتحتبس لفترة من الزمن ويزداد ضغطها، ثم تخرج منطلقة أثر انفجارات عنيفة، تحدث فجأة فتسبب تناثر الطفوح في الجو، تصاحبها سحب كثيفة من الرماد، يسقط حول الفوهة وأحيانًا داخلها فيتكدس وينشأ عن ذلك مخروط من الرماد ينحدر في اتجاهين إلى الداخل؛ أي نحو الفوهة وإلى الخارج، ويلاحظ أن المخروط في هذه الحالة يكون شديد انحدار الجوانب.

4) **نوع بيلي Pelean Type**: أكثر أنواع البراكين تدميراً حيث تندفع من لافا مختلطة برماد بركاني وغازات مشتعلة تندفع بسرعة على الجوانب وإلى أعلى في شكل سحابة متوهجة، وقد أخذ هذا النوع من البراكين اسمه من جبل لبيلي **Pelee** بجزر المارتنيك في البحر الكاريبي، والذي انفجر في عام 1902م، ودمر مدينة سانت بيير، وقتل أكثر من 30 ألف نسمة في خلال دقائق قليلة[1].

5) **نوع الكالديرا[2] Caldera Type**: ويمثل هذا النوع مرحلة تطورية تمر بها الأنواع

---

(1) Gardner, J., Physical Geography, New York 1977, P. 439.

(2) كلمة كالديرا كلمة إسبانية معناها الوعاء الكبير، وهي تستخدم للتعبير عن الفوهات البركانية الضخمة التي تبدو في شكل أحواض واسعة ضحلة في قمم البراكين، وقد اتخذ هذا الاسم من حفر لاكالديرا La Caldera في جزر كناريا التي يبلغ قطرها في أوسع جهاتها نحو 6كم، ويتراوح عمقها بين (900ـ1650متراً).

السابقة خاصة إذا ما تعرض أي نوع منها إلى ثورانات أخرى غير التي كونتها، وفي هذه الحالة تنهار جوانب عنق البركان، ويدمر جزء كبير من المخروط ذاته وبذا تتسع مساحة الفوهة ويستوي سطحها وتعرف هذه الفتحة حينئذ باسم الكالديرا **Caldera** .

أنواع البراكين في العالم شكل (31)

التوزيع الجغرافي للبراكين:

يتراوح عدد البراكين في العالم ما بين 300 و500 بركان موزعة في أحزمة، وتقع كل هذه البراكين إما على حافات أحواض البحار والمحيطات العميقة أو بالقرب منها، وإما في مناطق الضعف الموجودة في القشرة الأرضية مثل منطقة الأخدود الإفريقي العظيم في إفريقيا والتي تشمل منطقة البحيرات الشرقية بإفريقيا والبحر الأحمر والبحر الميت ونهر الأردن.

وتتركز البراكين بوجه عام في عدة نطاقات على سطح الأرض وأهم هذه النطاقات هي[1]:

1) النطاق الذي يحيط بسواحل المحيط الهادي والذي يعرف بحلقة النار **Circle of Fiore** حيث يتركز أكثر من 75٪ من براكين العالم النشطة بها. ويمتد هذا النطاق على

(1) جودة حسنين جودة، الجغرافيا الطبيعية والخرائط، مرجع سبق ذكره، ص128.

طول السواحل الشرقية من ذلك المحيط فوق مرتفعات الأنديز إلى أمريكا الوسطى والمكسيك، وفوق مرتفعات غربي أمريكا الشمالية إلى جزر ألوشيان ومنها إلى سواحل شرق قارة آسيا إلى جزر اليابان والفليبين، ثم إلى جزر إندونيسيا ونيوزيلندا.

2) نطاق من البراكين يوجد في المحيط الهادي نفسه، وبعضها ضخم عظيم نشأ في قاعة وظهر شامخًا فوق مستوى مياهه. ومنها براكين جزر هاواي التي ترتكز في المحيط على عمق نحو 5000متر، وترتفع فوق سطح مياهه أكثر من 4000متر. وبذلك يصل ارتفاعها الكلي من قاع المحيط إلى قمتها نحو 9000متر.

3) نطاق في جنوب أوروبا المطل على البحر المتوسط والجزر المتاخمة له. وأشهر البراكين النشطة هنا هي بركان فيزوف قرب نابولي في إيطاليا، وبركان إتنا في جزيرة صقلية، وسترومبولي بجزر ليباري قرب جزيرة صقلية المعروفة بمنارة البحر المتوسط.

4) مرتفعات غرب آسيا وأشهر براكينها أرارات والبرز.

5) النطاق الشرقي من إفريقيا واشهر براكينه كلمنجارو والذي يصل ارتفاعه إلى 6110 أمتار.

التوزيع الجغرافي للبراكين شكل (32)

العلاقة بين الزلازل والبراكين:

تتمثل هذه العلاقة فيما يلي :

1) توجد الزلازل حيث توجد البراكين فلا يحدث أي ثوران دون أن يصحبه أو يسبقه أو يعقبه زلزال، ولكن قد يحدث الزلزال ولا يحدث الثوران البركاني .

2) هناك ارتباط بين مناطق الزلازل ومناطق البراكين ومناطق الالتواءات فهذه توجد حيث مناطق التشقق والانكسار والضعف الذي يغلب في مناطق الجبال الالتوائية الحديثة، وإن كانت البراكين توجد في غيرها من الأماكن .

3) تنتشر الزلازل في مساحات كبيرة أكبر مما تنتشر البراكين لأن الزلازل سببها تكتوني أي تحرك الكتل الصخرية في أسفل القشرة وانزلاق الصخور، أما البركان فنتيجة وجود شقوق وفتحة تسمح للمواد المنصهرة المضغوطة بالخروج .

الآثار الناتجة عن البراكين:

ينتج عن البراكين العديد من الآثار بعضها إيجابي وبعضها سلبي وأهم هذه الآثار هي :

1) تدمير الغطاء النباتي بما فيها المحاصيل الزراعية والأشجار .

2) تلوث مصادر المياه السطحية بالجسيمات والأحماض مما يؤدي إلى قتل الأحياء الدقيقة والأسماك .

3) تدمير المباني نتيجة تراكم أحمال كبيرة من الرماد فوق سطوحها، كما أن الكثير من المباني الصغيرة تردم تحت كثبان الرماد .

4) الإضرار بصحة الإنسان والحيوان، حيث أن اتصال الأغشية الحساسة في العين والجهاز التنفسي بالرماد الساخن يتسبب في حدوث التهابات، كما أن استنشاق الأبخرة السامة

قد يؤدي إلى الوفاة خنقًا[1].

5) تدمير المدن كما فعل بركان فيزوف وحرق ودمر مدينة بومبي.

6) ظهور الكثير من العروق المعدنية الثمينة كالذهب والبلاتين والفضة والرصاص، وقد اتفق العلماء على أن العروق المعدنية التي توجد في المناطق البركانية إنما هي رواسب أصلها مواد معدنية جاءت من عمق كبير وصعدت مع اللافا ثم تصلبت قبل بلوغها سطح الأرض، ومن أحسن الأمثلة على المناطق البركانية الغنية بالعروق المعدنية هي المنطقة البركانية الواقعة في قلب القوس الجبلي الذي تتألف من جبال الكربات في أوروبا، ففي هذه المنطقة توجد عروق معدنية غنية بالفضة وبالذهب، وتمتد مسافة 600كم. كما أن الهضاب العليا المكسيكية تتضمن صدوعًا وشقوقًا مملوءة باللافا الغنية بالفضة أكثر من غناها بالذهب، وتمتد مناطق العروق على مسافة 800كم. وفي بوليفيا تحتوي الهضاب العليا الداخلية على عروق معدنية غنية جدًا بفلزات الفضة. وفي شرق الحجاز وعسير تمتد منطقة بركانية غنية بعروق الذهب والفضة والنحاس، وكذلك في النقب (شرق الأردن) فقد ظهرت عروق غنية جدًا بفلزات النحاس، وحول البحيرة العليا في أمريكا توجد منطقة بركانية بكميات كبيرة وتمتد على طول 180كم وعرض 7كم.

7) تكوين العديد من الجزر مثل جزر هاواي في المحيط الهادي.

8) تكوين هضاب بركانية مثل هضبة أثيوبيا (الحبشة)، وهضبة اليمن.

9) تكوين جبال مخروطية الشكل مثل جبال كلمنجارو وكينيا وإلجون في شرق إفريقيا.

10) تكوين بحيرات في فوهة البراكين الخامدة مثل بحيرة نيكاراجو في أمريكا الوسطى.

11) زيادة خصوبة التربة في الأراضي المجاورة للبركان نظرًا لما يسقط عليها من مواد منصهرة ورماد بركاني يجدد خصوبة الأرض كتربة جاوة في إندونيسيا، وتربة مزارع الكروم (العنب) قرب نايلي في إيطاليا، وتربة شمال غرب هضبة الدكن.

---

(1) إمحمد عياد مقيلي، مرجع سبق ذكره، ص ص145ـ146.

تذكر عزيزي القارئ وفكر

أن

- الزلازل عبارة عن هزات سريعة متلاحقة تنتاب القشرة الأرضية في فترات متقطعة .
- استدعت الزلازل اهتمام البشر منذ اقدم الأزمنة وذلك بسبب الكوارث التي تنجم عنها ، حيث حاول الإنسان منذ القدم أن يفسر نشأة الزلازل وأسباب حدوثها ليهتدي إلى تلك القوى الخفية التي تعمل على تدمير منشآته فوق سطح الأرض .
- أنواع الزلازل هي : زلازل بركانية ، وزلازل صدعية وزلازل بلوتونية .
- مركز الزلزال هو الموضع الذي تنشأ فيه الهزة الزلزالية .
- تقاس شدة الزلازل أو قوتها عن طريق جهاز رصد الزلازل والذي يطلق عليه اسم السيزموجراف .
- يتعرض العالم سنويًا لمليون هزة أرضية صغيرة بمعدل هزتين في الدقيقة .
- أمكن التعرف على ثلاثة أنواع من الموجات الزلزالية وهي : الموجات الأولية ، الموجات الثانوية ، والموجات الطويلة .
- أهم المناطق التي تتركز فيها الزلازل في العالم هي نطاق حلقة النار والتي يحيط بسواحل المحيط الهادي .
- يترتب على الزلازل العديد من الكوارث مثل : اشتعال الحرائق واقتلاع الأشجار ، تدمير المنشآت العمرانية وتدمير القرى والمدن والأنزلاقات الأرضية وتدمير الطرق

وخطوط السكك الحديدية .

- البركان عبارة عن فتحة في قشرة الأرض تندفع من خلالها الصخور المنصهرة والغازات إلى سطح الأرض حيث تبرد وتتجمد وتكون مخروطًا بركانيًا حول فوهة البركان على شكل جبل مرتفع .
- أجزاء البركان هي : الفوهة ، القصبة ، والمخروط البركاني .
- في أثناء الثوران البركاني يقذف البركان العديد من المواد وأهم هذه المواد هي : اللافا البركانية ، المقذوفات البركانية ، الغازات البركانية ، والقنابل البركانية .
- أنواع البراكين هي : نوع هاواي ، نوع سترومبولي ، نوع فولكانو ، نوع بيلي ، ونوع الكالديرا .
- يتراوح عدد البراكين في العالم ما بين 300ـ500 بركان موزعة على سطح القشرة الأرضية .
- أهم المناطق التي تحدث فيها البراكين هي النطاق الذي يحيط بسواحل المحيط الهادي والذي يعرف بحلقة النار حيث يتركز بها نحو 75٪ من براكين العالم النشطة .

أسئلة عامة

1. ما المقود بالزلازل؟ وما هي أسباب حدوثها؟
2. ناقش بشيء من التفصيل أنواع الزلازل؟
3. ما المقصود بكل من: مركز الزلازل ـ السيزموجراف ـ المركز السطحي ـ المركز العميق؟
4. ما هي أنواع الموجات الزلزالية؟
5. وضح مع الرسم التوزيع الجغرافي للزلازل في العالم؟
6. ما هي الآثار الناتجة عن الزلازل؟ وما هي الإجراءات الواجبة اتباعها للحد من هذه الآثار؟
7. بم تفسر: يطلق على عام 1976م العام المشئوم؟
8. وضح مع الرسم أجزاء البركان؟
9. اشرح بشيء من التفصيل أهم المواد البركانية المصاحبة للثورانات البركانية؟
10. ما هي أنواع البراكين وضح ذلك بأمثلة؟
11. وضح مع الرسم التوزيع الجغرافي للبراكين في العالم؟
12. ما هي الآثار الإيجابية والسلبية الناتجة عن البراكين؟

13. تتعدد أسباب حدوث البراكين أذكر هذه الأسباب؟

14. ما المقصود بكل من: البركان ـ الكالديرا؟