الفصل الثالث

الحركات الأرضية و أثرها في تشكيل سطح الأرض

جامعة البصرة – كلية التربية للبنات

قسم الجغرافية – المرحلة الأولى

الفصل الخامس

الأشكال الأرضية الناتجة عن القوى الباطنية

تقسم القوى الباطنية إلى قوى باطنية بطيئة واخرى سريعة تتمثل في الزلازل والبراكين. فالقوى الباطنية البطيئة تتمثل في الحركات الالتوائية الافقية التي تؤدي إلى التواء الصخور وانثنائها، ومن ثم تتكون الجبال الالتوائية، وحركات رأسية إلى الأسفل أو إلى الأعلى تعمل على رفع الهضاب والكتل الصخرية. وقد يصحب الحركات الرأسية حركات افقية والعكس صحيح ايضاً.

تنشأ الالتواءات والانكسارات عن قوى الضغط الناتجة عن باطن الأرض، وتتوقف قابلية الصخور للالتواء والانكسار على مدى صلابتها ومقدار الضغط الذي تتعرض له، فاذا تعرضت طبقات من الصخور اللينة لضغوط جانبية فانها تلتوي، بينما اذا تعرضت الصخور الصلبة لمثل هذه الضغوط فانها تتكسر.

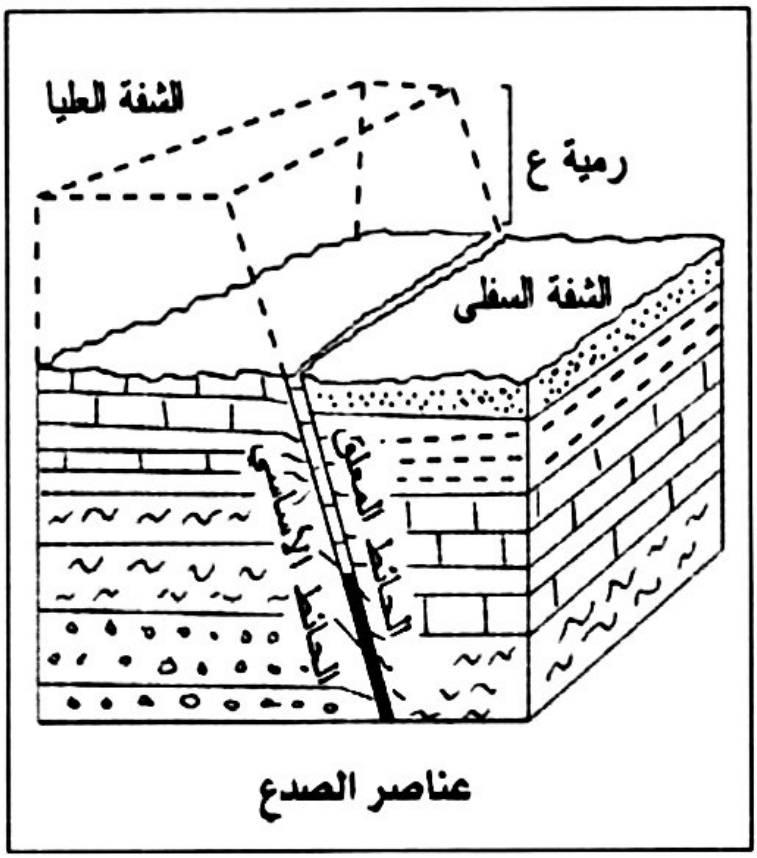
اولاً: الصدوع (الانكسارات) Faults

يقصد بالصدوع حدوث كسر في الطبقات الصخرية يصحبه تحرك بعض اجزاء هذه الطبقات أما رأسياً أو افقياً. وتحدث الحركات الانكسارية نتيجة قوى الشد والضغط التي تتعرض لها صخور القشرة الأرضية من جهة واحدة أو من عدة جهات. ويعني الانكسار شقاً أو صدعاً في القشرة الأرضية يصحبه تغير في مواقع الصخور على جانبيه.

يتكون الصدع من اجزاء وعناصر متعددة وكما يتبين من الشكل (15) وكالآتي: (ابو العينين، 1974، 322-323).

1- سطح الانكسار Fault surface: السطح أو المستوى الذي تتحرك الطبقات على امتداده سواء رأسياً ام افقياً.

شكل (15) عناصر الصدع



2- زاوية ميل خط الانكسار Dip of fault: الزاوية المحصورة بين ميل سطح الانكسار ومستواه الافقي، ويعرف الخط العمودي على ميل الانكسار باسم مضرب الانكسار أو خط الظهور.

3- الجانب المرفوع Up throw side: جانب الانكسار الذي ارتفع إلى اعلى على طول سطح الانكسار، وقد يطلق عليه احياناً اسم الحائط المعلق وهو الكتلة الصخرية الواقعة فوق مستوى الصدع.

4- الجانب الهابط Down throw side: جانب الانكسار الذي هبط إلى اسفل على طول خط الانكسار، وقد يطلق عليه اسم الحائط الاسفل وهو الكتلة الصخرية الواقعة اسفل مستوى الصدع.

5- مرمى الانكسار Throw of fault: يسمى ايضاً الزحزحة الرأسية، اي البعد أو المسافة الرأسية التي تتحركها الطبقات عبر سطح الانكسار بشرط ان يتم القياس عمودياً على اتجاه الطبقات.

6- الزحزحة الجانبية Lateral shifting: المسافة التي تتحركها الطبقات عبر سطح الانكسار جانبياً (افقياً) بشرط ان يتم القياس بصورة عمودية على مضرب الصدع.

7- الزحزحة الكلية Slip: المسافة الكلية التي تتحركها الطبقات على طول سطح الانكسار.

أنواع الصدوع: هناك عدد من انواع الصدوع التي يوضحها الشكل (16) وكالآتي:-

1- الصدع العادي البسيط Normal Fault: ينتج هذا النوع من عمليات شد الطبقات الصخرية اكثر من عمليات الضغط ويتميز بوجود الحائط المعلق اسفل مستوى الانكسار، أما الحائط الاسفل فهو يقع اعلى مستوى الانكسار، وتتراوح زاوية سطح الانكسار بين 45 و90°.

2- الصدع العكسي Reverse Fault: يتميز هذا النوع بان اتجاه ميل الانكسار يكون في عكس اتجاه الطبقات التي هبطت إلى اسفل، وتتراوح زاوية ميل سطح الانكسار بين 45-60° وهو من صدوع الدفع.

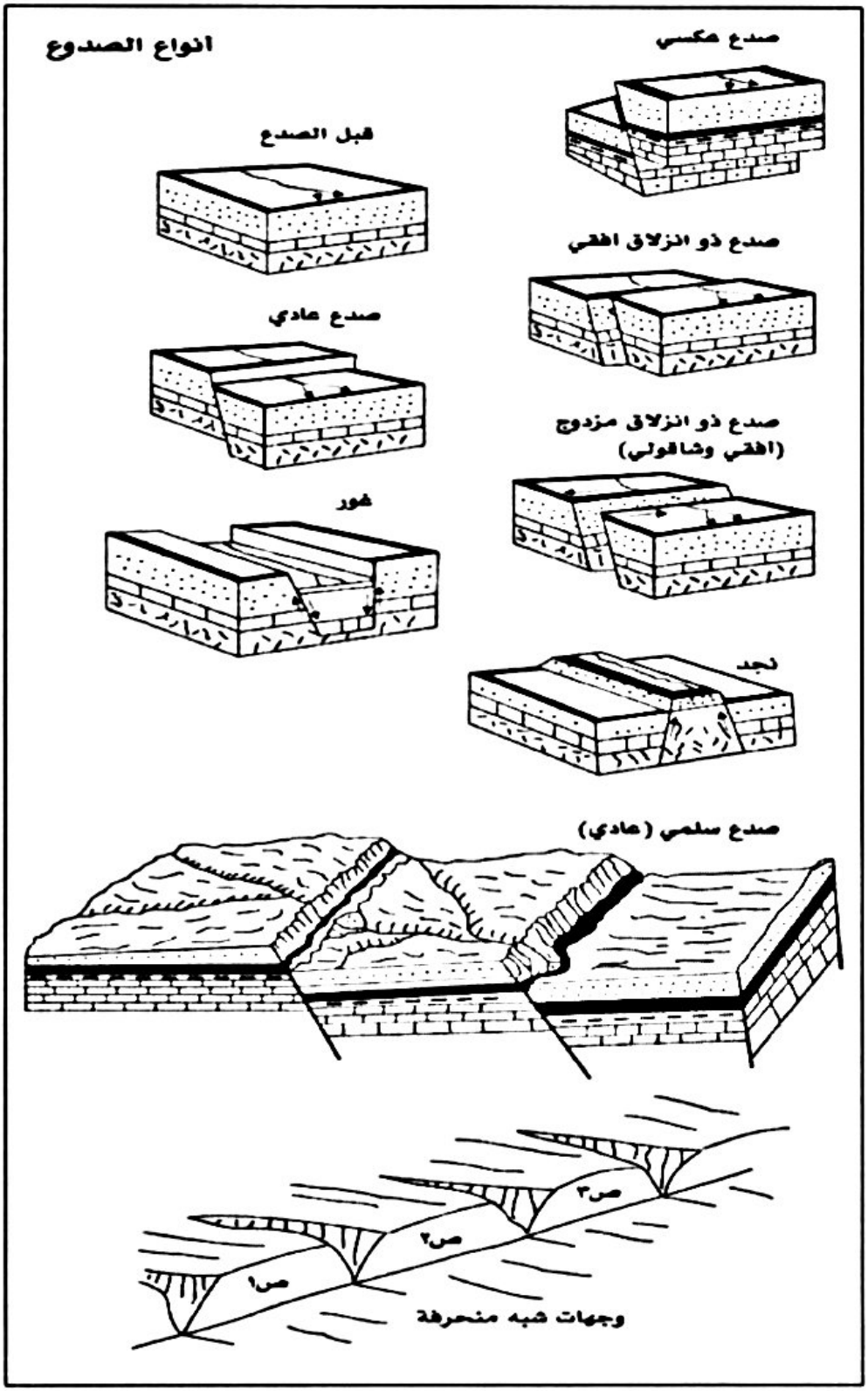
3- الصدع الافقي Lateral Fault: يتكون الصدع الافقي بتأثير قوى الشد حينما تتفق مع خط مضرب الطبقات الصخرية، وفي هذه الحالة تكون قيمة الزحزحة الرأسية صفر، ويقتصر تحرك الطبقات على المحور الافقي فقط، لذا تصبح قيمة الزحزحة الافقية مساوية للزحزحة الكلية.

4- الصدع المدرج Step Fault: يتكون هذا النوع من الصدوع نتيجة لتأثر المنطقة بأكثر من سطح انكساري، ينجم عنه تكوين مجموعة متتابعة من المصاطب المتدرجة، وتكون خطوط الانكسار عادة متوازية وتتفق مع توجيه رمياتها.

5- الصدع المتهضب Horsts: تحدث الهورست حينما تبرز كتلة صخرية بمنسوب مرتفع بالنسبة لأجزاء سطح الأرض المجاورة لها، وتتميز اسطح الانكسار الحائطية للصدع المتهضب بشدة انحدارها وانصقال جوانبها.

6- الأغوار الصدعية Grabens: تنشأ الأغوار الصدعية في طبقات صخرية عظيمة السمك بحيث يهبط القسم الأوسط من الكتلة الصخرية إلى الأسفل مكوناً منطقة حوضية، وقد ترتفع في نفس الوقت الطبقات الصخرية المجاورة لها إلى الأعلى. وينتج عن الأغوار الصدعية الظاهرات الجيومورفولوجية التي يطلق عليها مصطلح الاشكال الاخدودية مثل الأغوار والأودية الاخدودية Rift Valleys (السنوي وآخرون، 1979، 346 – 349).

شكل (16) انواع الصدوع



ثانياً: الطيات (الالتواءات) Folds

تتعرض القشرة الأرضية إلى حركات رفع تكتونية بطيئة خلال فترات طويلة من التاريخ الجيولوجي، وتعد الطبقات الصخرية الرسوبية الحديثة العمر الجيولوجي من انسب الصخور استجابة لحركات الطي والثني. فاذا تعرض القسم الأوسط من الطبقات الصخرية لحركة رفع تكتوني فانها تؤدي إلى ثني هذه الطبقات إلى الأعلى مكونة طيات محدبة Anticlines تفصل بينها طيات مقعرة Synclines. يمكن تلخيص عناصر الالتواء بالآتي:- الشكل (17).

- قمة الالتواء Crest: اعلى نقطة في الطية المحدبة.

- قاع الالتواء Trough: ادنى نقطة في الطية المقعرة.

- جانب الالتواء Limb: الجانبان اللذان تميل فيهما الطبقات الصخرية في اتجاهين متقابلين.

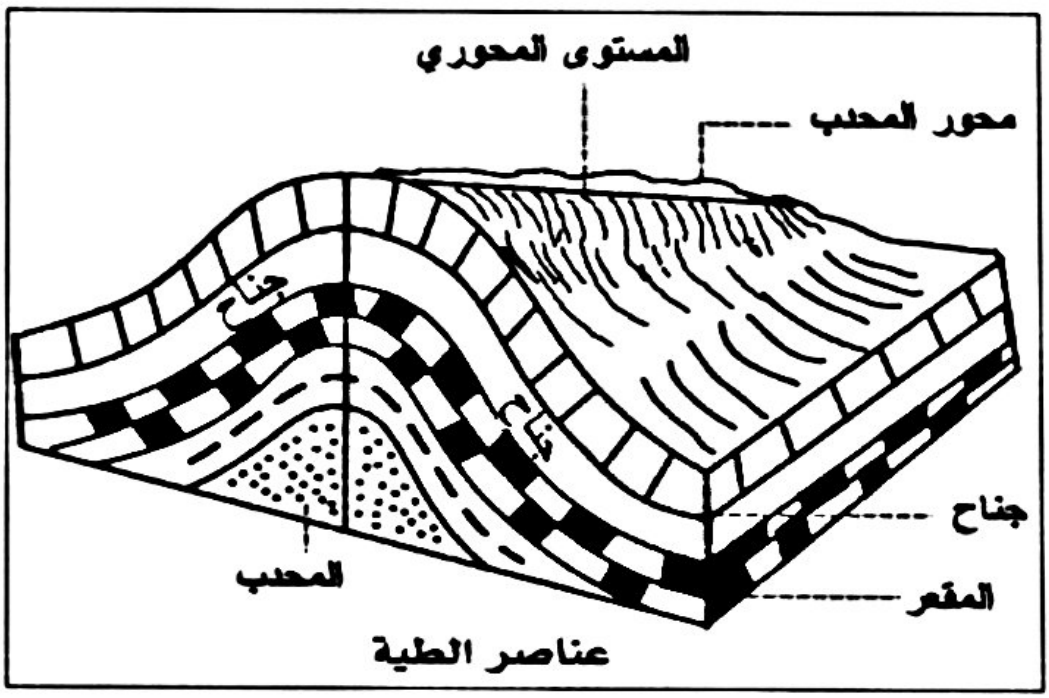
- محور الالتواء Axis of Fold: المحور أو المستوى الذي تنثني حوله الطبقات الصخرية وقد يكون هذا المحور افقياً أو عمودياً أو مائلاً.

- زاوية مستوى المحور Pitch: الزاوية التي يصنعها خط قمة الطية مع المستوى الافقي.

- طول الطية Fold Length: المسافة التي تمتد فيها الطية مع مضرب الطبقات.

- عرض الطية Fold Width: المسافة التي تشكلها الطية في اتجاه ميل الطبقات.

شكل (17) عناصر الطية



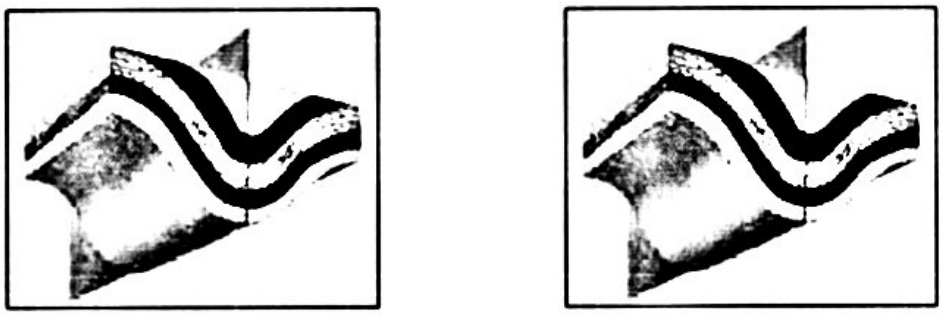
انواع الطيات Types of Folds

يمكن تصنيف الطيات المحدبة والمقعرة إلى مجموعتين رئيستين هما:-

1- الطيات المحدبة والمقعرة المتماثلة Symmetrical: وهي التي تتساوى زاوية ميل الطبقات الصخرية على جانبيها، وتكون جوانب الطيات متساوية في الطول ومتشابهه في الشكل العام وفي هذه الحالة ينصف المحور الطية المحدبة أو المقعرة إلى قسمين متساويين متشابهين. وكما يتضح من الشكل (18).

2- الطيات المحدبة والمقعرة غير المتماثلة Asymmetrical: وفيها يختلف مقدار زاوية ميل الطبقات الصخرية على جانبي محور الطيات المحدبة والمقعرة، وفي هذه الحالة لاتتساوى جوانب الطية المحدبة أو المقعرة في الطول أو في الشكل، ولا ينصف محور الطيات المحدبة أو المقعرة اي منها إلى قسمين متساويين.

شكل (18) الطيات المحدبة والمقعرة المتماثلة



وتبعاً لاختلاف زاوية ميل الطبقات الصخرية وخصائصها العامة تقسم الطيات إلى الاشكال الآتية وكما يتضح من الشكل (19): (ابو العينين، 1974، 314- 317).

1- طيات وحيدة الجانب Folds Monocline: تتكون محلياً في بعض اجزاء المناطق الالتوائية. ويتميز هذا النوع من الطيات بوجود جانب أو جناح واحد فقط أما الجانب الآخر فيصبح غير واضح وتكاد تكون فيه الطبقات افقية الميل. ومن امثلة الطيات الوحيدة الجانب هضبة كلورادو في الولايات المتحدة الامريكية التي تحركت طبقاتها رأسياً حوالي 4000 متر ولمسافة 250كم.

2- طيات مقلوبة Overturned Folds: تتمثل في المناطق التي تعرضت إلى حركات التوائية شديدة، ويميل محور هذا النوع من الطيات بزاوية تصل إلى اكثر من 45° عن المستوى الرأسي. كما ان اغلب الطيات المقلوبة نادراً ماتكون متماثلة.

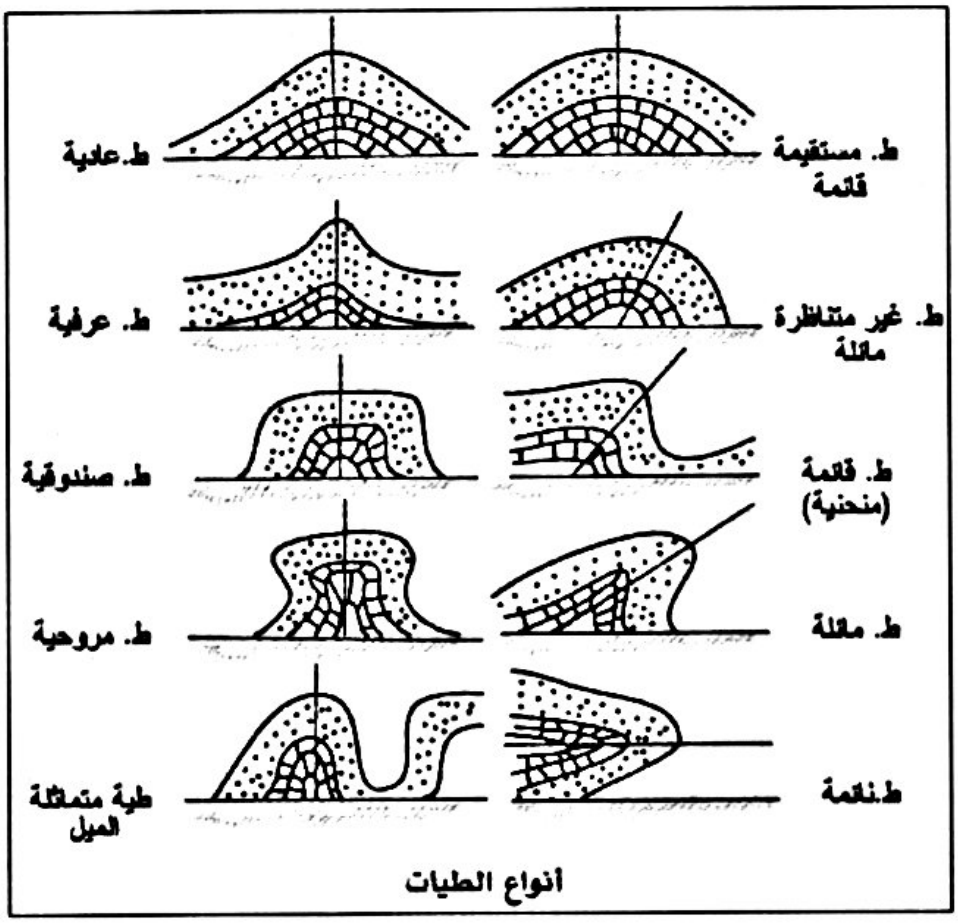
3- طيات نائمة أو مضطجعة Recumbent Folds: يميل محور هذه الطيات بزاوية تتراوح بين 70-80° عن المستوى الرأ سي، حيث تلتوي طبقاتها بشدة وتستلقي أو ترتكز على الطبقات الصخرية المتاخمة لها. ولا تحدث هذه الطيات الا في المناطق التي تعرضت إلى حركات رفع تكتونية شديدة والتي تؤدي إلى بناء الجبال العظمى كما هو الحال في جبال الهملايا والروكي والألب.

4- طيات نائمة صدعية Over- Thrust Folds: يتشابه هذا النمط من الطيات مع الطيات النائمة السابقة، الا انها تتكون من طبقات صخرية اكثر صلابة بحيث لاتستجيب لحركة الطي والانثناء فتتكسر طبقاتها اثناء عملية الالتواء. وتتمثل في المناطق الضعيفة جيولوجياً التي تتعرض إلى حركات رفع تكتونية عنيفة كما هو الحال في مناطق المرتفعات العظمى بجبال الألب والهملايا والروكي.

5- الطيات الملتوية والمتوازية Parallel Folds: عبارة عن مجموعة طيات محدبة متتابعة تفصل بينها مجموعة من الطيات المقعرة. وقد تكون هذه الطيات المحدبة رأسية الشكل اي ان محاورها عمودية تماماً، وتتماثل درجات ميل جوانبها وتمتد بانتظام، لذا تعرف بالطيات الملتوية أو الزجزاجية Zigzag Folds.

6- الطيات المحدبة والمقعرة العظمى: حينما تتعرض النطاقات الالتوائية الضخمة إلى حركة رفع عظمى ينتج عنها تكوين ثنية محدبة كبيرة الحجم يطلق عليها اسم Anti clinorium تضم في داخلها مجموعة من الثنيات المحدبة والمقعرة الثانوية. وعندما تقع ثنيات محدبة واخرى مقعرة متوسطة الحجم داخل نطاق ثنية مقعرة عظمى فيطلق عليها اسم Synclinorium، وتتمثل هذه الحالة في المرتفعات العظمى التي تعرضت إلى حركات رفع عنيفة خلال عدد من المراحل المتعاقبة.

شكل (19) اشكال الطيات



القوى الباطنية السريعة (الزلازل والبراكين)

تنشأ القوى الباطنية السريعة نتيجة للاضطرابات التي تحدث في جوف الأرض بسبب تحرك الماكما في الفراغات المتمثلة في القشرة الأرضية واجزاء من طبقة المانتيل الداخلية، وتحدث هذه التحركات بصورة فجائية وتسبب اخطار ضخمة للسكان. اذا تحركت الماكما تحت سطح الأرض تحدث الهزات الأرضية، أما اذا خرجت الماكما فوق سطح الأرض فانها تشكل الطفوح البركانية باشكالها المتعددة.

اولاً: الزلازل وتأثيرها في تشكيل سطح الأرض

مفهوم الزلازل: الزلازل Earthquakes عبارة عن هزات سريعة تنتاب بعض اجزاء القشرة الأرضية بصورة فجائية ولا تستغرق الهزة الواحدة اكثر من بضع ثوان وقد تصل إلى اكثر من ثلاث دقائق في الزلازل العنيفة. وقد تكون الهزات قوية نشعر بها، أو ضعيفة لايشعر بها سوى آلات الرصد الزلزالي (السيسموغراف).

تنشأ الزلازل في نقطة داخل الأرض تدعى البؤرة Focus أو المركز الباطني للزلزال، تتوالد منها الموجات الزلزالية وتتجه إلى الخارج، فيما تعرف النقطة التي تقابلها على سطح الأرض بالمركز السطحي للزلزال. وتنتقل الطاقة المنبعثة من البؤرة إلى جميع الاتجاهات على هيئة موجات زلزالية، وتنتقل بعض الموجات نحو باطن الأرض وينتقل بعضها الآخر فوق سطح الأرض، وتتحرك الموجات السطحية بصورة اسرع من الموجات الداخلية. وتستطيع الموجات الزلزالية اختراق جميع طبقات الغلاف الصخري للأرض ماعدا باطن الأرض أو القلب بسبب ارتفاع الكثافة، ولكن يمكنها اختراق طبقتي القشرة الأرضية والغطاء الداخلي

بسبب انخفاض كثافتهما، لذلك لايقتصر تسجيل الموجات الصادرة عن الهزات الأرضية على اجهزة رصد الزلازل في المنطقة المتاخمة لبؤرته وانما يمكن تسجيلها على الجانب المقابل من الأرض في غضون 21 دقيقة.

اسباب حدوث الزلازل: من اهم اسباب حدوث الحركات الزلزالية تعرض القشرة الأرضية للاضطرابات والتصدعات التي تؤدي إلى احتكاك الصخور التي يتألف منها الغلاف الصخري، مما يولد هزات تختلف في سرعتها وشدتها حسب اختلاف طبيعة الطبقات الصخرية التي تخترقها. تحدث الزلازل عندما ينزلق جزء من القشرة الأرضية، وتكون هذه الحركة عنيفة ومتقطعة بسبب الاحتكاك بين الجزء المتحرك والاجزاء الملامسة له، وتتسبب هذه الحركة في حدوث اهتزازات في الأرض تسمى بالموجات الزلزالية. وان عنف الحركة المسببة للاهتزازات يحدد قوة الموجات الزلزالية بين الضعيفة التي تكاد لاتحس والقوية التي تؤدي إلى الكوارث.

انواع الزلازل Types of Earthquakes:

تقسم الزلازل على اساس القوى التي تسببها إلى مايأتي:(تراب، 2005، 192-193).

1- الزلازل التكتونية Tectonic Earthquakes: تحدث بصورة فجائية في المناطق التي تتعرض إلى الصدوع، لذا يرتبط حدوث هذه الزلازل بمناطق الانكسارات. وهذا النوع من الزلازل كثير الحدوث ويشمل حوالي 90٪ من اجمالي الهزات الأرضية. وتمتاز هذه الهزات بعمقها الضحل نسبياً الذي يتراوح ما بين 20- 40 كم. وتؤدي إلى احداث تغيرات على سطح القشرة الأرضية تتمثل في التأثير على مورفولوجية المجاري المائية وتكوين البحيرات، وحدوث الكثير من مظاهر التخريب في المنشآت العمرانية، فضلاً عن حدوث الانزلاقات الأرضية وتشقق سطح الأرض. ومن امثلتها زلزال سان فرانسسكو الذي حدث على طول صدع سان اندرياس في كالفورنيا عام 1906.

2- الزلازل البركانية Volcanic Earthquakes: يرتبط حدوث هذه الزلازل بالنشاط البركاني وتتميز المراكز الباطنية للزلازل التي تصاحب حدوث البراكين بانها قريبة من سطح الأرض، وتقتصر موجاتها الزلزالية على منطقة محدودة الأبعاد تتركز بشكل خاص في منطقة البراكين نفسها. ومن امثلتها الزلازل البركانية التي صاحبت حدوث بركان كاركاتاو Karkatau في خليج سوندا عام 1883.

3- الزلازل البلوتونية Plutonic Earthquakes: تنشأ في الأعماق السحيقة من باطن الأرض على اعماق تصل إلى حوالي 800 كم.

4- الزلازل الانهيارية Collapsing Earthquakes: يحدث هذا النوع من الزلازل بسبب الانهيارات التي تحدث في الفراغات الموجودة ضمن القشرة الأرضية، نتيجة حركة الماكما داخل القشرة الأرضية، فعندما تتحرك الماكما حركة رأسية للاسفل تعمل على حدوث بعض الانهيارات للطبقات الصخرية التي تعلوها مسببة اهتزاز الصخور المجاورة، وهذا النوع من الاهتزازات لاينتشر بعيداً عن مكان حدوثه الأولي.

5- هناك نوع من الزلازل ينجم عن التفجيرات التي يقوم بها الانسان في مناجم الفحم والتفجيرات النووية التي تتم في باطن الأرض.

اعماق الزلازل

يمكن تقسيم الزلازل تبعاً لاختلاف اعماق مراكزها الداخلية إلى ثلاث مجموعات هي:-

1- الزلازل قليلة العمق أو الضحلة التي لايزيد عمقها البؤري عن 50 كم.

2- الزلازل المتوسطة العمق التي يتراوح عمقها ما بين 50 -250 كم.

3- الزلازل العميقة وتظهر على اعماق تزيد عن 250 كم.

وقد اوضحت الحسابات ان معظم الهزات الأرضية تقع مراكزها الداخلية على عمق يتراوح ما بين 10 -40 كم.

انواع الموجات الزلزالية:

1- الموجات الأولية Preliminary Waves (P): وهي موجات سريعة جداً واول من يصل إلى اجهزة الرصد الزلزالية وتتراوح سرعتها بين 5.5-13.8كم/ ثانية.

2- الموجات الثانوية Secondary Waves (S): وهي موجات اهتزازية تكون ابطأ من الموجات الأولية وتتراوح سرعتها ما بين 3.2-7.3 كم/ ثانية.

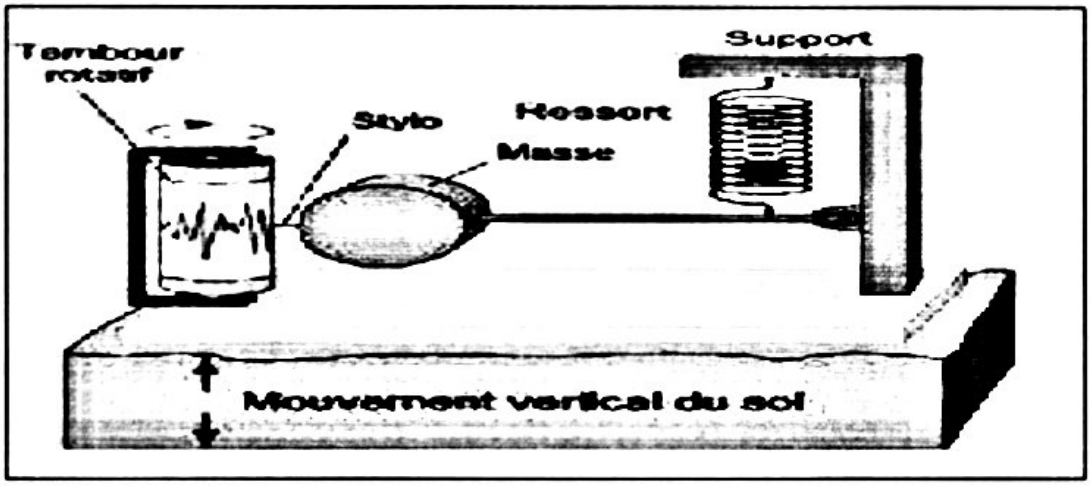
3- الموجات الطويلة Long Waves (L): وهي موجات مستعرضه تجتاز الطبقات الصخرية العليا لقشرة الأرض وتنتشر اساساً من المركز السطحي للزلزال، وبما ان قشرة الأرض غير متجانسة وقليلة الكثافة فان الموجات الزلزالية فيها تنكسر إلى الأعلى والى الأسفل. وتتراوح سرعتها ما بين 4-4.4كم/ ثانية. وان اسباب التدمير للمنشآت العمرانية يعزى اساساً إلى انتشار الموجات الطويلة التي تنتشر من المركز السطحي للزلزال.

تسجيل الزلازل:

تسجل الهزات الأرضية الزلزالية على اختلاف قوتها بجهاز السيسموكراف كما في الشكل (20) الذي يتألف في ابسط صوره من ثقل مثبت على عمود افقي ومشدود بسلك ربط إلى قائم ثابت، ففي لحظة حركة القشرة السطحية الناتجة عن الهزات الأرضية يبدأ الثقل المعلق بالحركة على مؤشر يحدد الهزة بواسطة مؤشر

يسجل على اسطوانة ورقية اتجاه الحركة ويسمى هذا الخط الناتج السيسموكرام، ومن تحليل هذا الخط البياني يستطيع المختصون تحديد موقع المركز السطحي للهزة وشدتها على مقياس رختر نسبة إلى العالم الامريكي Richter الذي يحتوي على 12 درجة، فالزلزال الذي قوته 2 درجة لايشعر به الانسان ولايؤدي إلى خسائر واذا زاد عن 6 درجات يعد من الهزات العنيفة المدمرة.

شكل (20) جهاز تسجيل الزلازل (السيسموكراف)



تأثيرات الزلازل:

ادت الزلازل التي حدثت في انحاء العالم خلال الفترة بين 1967 و 1991 إلى مقتل حوالي 646 ألف شخص. ومن التأثيرات الاخرى الناجمة عن الزلازل مايأتي:-

1- صدوع أرضية عمودية أو افقية: نتج عن زلزال سان فرانسسكو عام 1906 صدوع افقية عرضها حوالي 6 أمتار، وادى زلزال كالفورنيا عام 1874 إلى نشوء صدوع عمودية بلغ ارتفاعها 7 أمتار، وان هذه الصدوع تدمر الجسور والأبنية وتقطع الطرق.

2- انهيارات وانزلاقات وتشققات أرضية: تسبب احد الزلازل التي ضربت اليابان عام 1891 في 10 آلاف انزلاق أرضي. وقد تحدث تشققات أرضية كبيرة مثل التشقق الذي ظهر نتيجة الزلزال الذي ضرب كاليفورنيا عام 1940 والذي بلغ عرضه 5. 4 متر.

3- انهيار المنشآت العمرانية: تؤدي الزلازل التي تزيد قوتها على 6 درجات في مقياس رختر إلى انهيار منشآت عمرانية وبخاصة تلك التي لم تصمم لمقاومة الزلازل، ولعل اشهر مثل على ذلك ماحدث في ارمينيا عام 1988.

4- دمار البنية التحتية واندلاع حرائق ضخمة: مثل انقطاع المياه وخطوط الكهرباء والغاز الطبيعي واندلاع الحرائق.

5- طغيان مياه البحر بفعل الأمواج العملاقة: تحدث الزلازل العنيفة امواجاً مائية عملاقة تدعى تسونامي تتكون في اعماق مياه البحر، وتتحرك الأمواج باتجاه السواحل بسرعة 750كم في الساعة وبارتفاع يتراوح ما بين 30 و40 متراً وقد تؤدي إلى خسائر افدح من خسائر الزلزال نفسه.

التوزيع المكاني للزلازل في العالم:

تكثر الزلازل في مناطق معينة من الكرة الأرضية يطلق عليها اسم احزمة الزلازل، بينما تقل أو تنعدم في مناطق اخرى، حيث انها تتركز في مناطق الجبال الالتوائية الحديثة والنطاقات غير المستقرة تكتونياً، وتقل في مناطق الكتل الصلبة القديمة مثل الكتلة الكندية والاسكندنافية والرصيف الروسي والكتلة العربية. وتتمثل المناطق الرئيسة التي تحدث فيها الزلازل بما يأتي:- وكما يتضح من الشكل (21).

1- النطاق الأول: النطاق الحلقي حول سواحل المحيط الهادي الذي يطلق عليه اسم حلقة النار Ring of Fire ويتمثل فيه اكثر من 40٪ من مجموع الزلازل في العالم. ويعتقد بان الأسباب الرئيسة في كثرة الزلازل في هذا النطاق تعود إلى كونه ضعيف جيولوجياً ومنطقة تماس بين صخور السيال القارية مع صخور السيما المحيطية، ووجود الأخاديد البحرية العميقة إلى جوار السلاسل الجبلية الشاهقة، مما يسبب ضعفاً في القشرة الأرضية وعدم استقرار توازنها. ويضم هذا النطاق سلاسل المرتفعات التي تحيط بالمحيط الهادي في امريكا الجنوبية وامريكا الشمالية وآسيا، كما يضم بعض الجزر مثل جزر الوشيان واليابان والفلبين.

2- النطاق الثاني: يضم هذا النطاق حزام عرضي يمتد من الشرق إلى الغرب حيث يبدأ من امريكا الوسطى مخترقا المحيط الأطلسي، ثم يمتد على سواحل البحر المتوسط ثم جبال القوقاز والهملايا ومنها إلى الجنوب الشرقي عند جزر اندونيسيا. ويعزى وجود الزلازل في هذا النطاق إلى ظهور مناطق ضعف القشرة الناتج عن التقاء الجبال الحديثة مع الكتل القديمة.

3- النطاق الثالث: يمتد هذا النطاق طولياً من شمال جزيرة آيسلنده إلى الطرف الجنوبي من المحيط الأطلسي، ويتفق توزيع الزلازل هنا مع الحواجز المحيطية الوسطى، وتعد من مناطق الضعف في قاع المحيط وذلك لوجودها على طول الخط الفاصل بين صفيحتين قاريتين مما يجعلها عرضة لحركات التباعد.

4- النطاق الرابع: يشمل هذا النطاق منطقة الأخاديد في شرق افريقيا وجنوب غرب آسيا، ويرتبط حدوث الزلازل في هذا النطاق بوجود ضعف في القشرة الأرضية الناجم عن الاخدود الأفريقي العظيم الذي حدث في اواخر الزمن الجيولوجي الثاني.

ثانياً: البراكين وتأثيرها في تشكيل سطح الأرض

مفهوم البركان ومكوناته: البركان Volcano عبارة عن انبثاق للمواد المنصهرة والغازات والأبخرة المحبوسة في جوف الأرض عبر مناطق ضعف جيولوجي في قشرة الأرض تسمح بخروج هذه المواد الحارة إلى سطح الأرض، حيث تبرد وتتحول إلى صخور نارية متصلبة.

والبركان هو شكل مخروطي يدعى المخروط البركاني، ويعزى سبب تكوين المخروطات البركانية الهرمية الشكل إلى طبيعة التركيب الكيميائي للماكما والمصهورات البركانية عبر فتحة كبرى رئيسة تعرف باسم قصبة البركان Volcanic Neck، وتصل قصبة البركان بين مصدر الماكما في باطن الأرض واعالي المخروط البركاني على سطح الأرض. وتتخذ المصهورات البركانية طريقها الى سطح الأرض عبر القصبة الرئيسة للبركان. وعندما تصل تلك المصهورات إلى سطح الأرض تتجمع وتساهم في بناء المخروط البركاني Volcanic Cone.

ويطلق على الأطراف العليا للقصبة البركانية وفتحتها التي تخرج منها المصهورات البركانية اسم الفوهة البركانية Volcanic Crater التي يختلف حجمها واتساعها من فوهات صغيرة لايزيد نصف قطر كل منها عن عدة امتار، إلى فوهات بركانية عظمى يزيد نصف قطرها عن عشرات الامتار. وليس من الضروري ان يكون للبركان فوهة واحدة، بل قد يتمثل على جوانب المخروط البركاني عدد من الفوهات الثانوية تستمد اللافا من شقوق وفتحات ثانوية تتصل بالقصبة الرئيسة للبركان، ويوضح الشكل (22) مكونات البركان.

اسباب النشاط البركاني:

يعتقد الكثير من العلماء ان اهم اسباب حدوث البراكين يرجع إلى ارتفاع درجة حرارة الطبقات السفلى من القشرة الأرضية (طبقة السيما) التي تتاخم الطبقة العليا للمانتيل، وتحولها نتيجة ذلك من حالتها المرنة إلى حالة منصهرة ثم خروجها إلى سطح الأرض خلال مناطق الضعف في القشرة الأرضية.

انواع المقذوفات البركانية:

يمكن تصنيف المواد التي تنبعث من فوهات البراكين إلى ثلاثة انواع هي: (ابو العينين، 1974، 261-263)

1- طفوح اللافا Lava Flow: تنبثق الحمم البركانية من فوهات البركان سواء الرئيسة أو الثانوية، وتنساب الحمم السائلة إلى مسافات متباينة تبعاً إلى تباين لزوجة المواد المنبثقة وتركيبها المعدني وبخاصة درجة الحموضة والقلوية. حيث تتميز اللافا القاعدية بانها عظيمة السيولة وتنساب إلى مسافات بعيدة بعكس اللافا الحامضية اللزجة وذات الكثافة العالية التي تتميز ببطء حركتها وتتراكم عادة حول فوهات المخروطات البركانية.

2- الغازات البركانية Gases Volcanic: ينبثق مع المصهورات البركانية الصلبة والسائلة كميات كبيرة من بخار الماء والغازات تقدر بحوالي 5٪ من اجمالي حجم المصهورات البركانية، وتشير الادلة المستمدة من النشاط البركاني في جزيرة هاواي بان الغازات المندفعة تحتوي على 70٪ من بخار الماء و15٪ من ثاني اوكسيد الكاربون و5٪ من مركبات النتروجين و5٪ من مركبات الكبريت مع كميات أقل من الكلور والهيدروجين والأركون. ويعتقد ان الغازات المنبثقة من البراكين مسؤولة عن تشكيل الممرات والأنفاق والفجوات الضيقة التي تصل

خزانات الصهير بسطح الأرض، وعند توسيع هذه الممرات يبدأ الصهير في انبثاقه نحو سطح الأرض وتمتلئ القناة البركانية بالمواد التي لم تتمكن من الخروج من الفوهة فتسده من جديد حينما تبرد وتتصلب، ثم يثور البركان مرة اخرى فتعمل الغازات المتفجرة على ازالة المواد التي كانت تعترض انسياب الماكما المندفعة إلى الخارج.

شكل (22) مكونات البركان

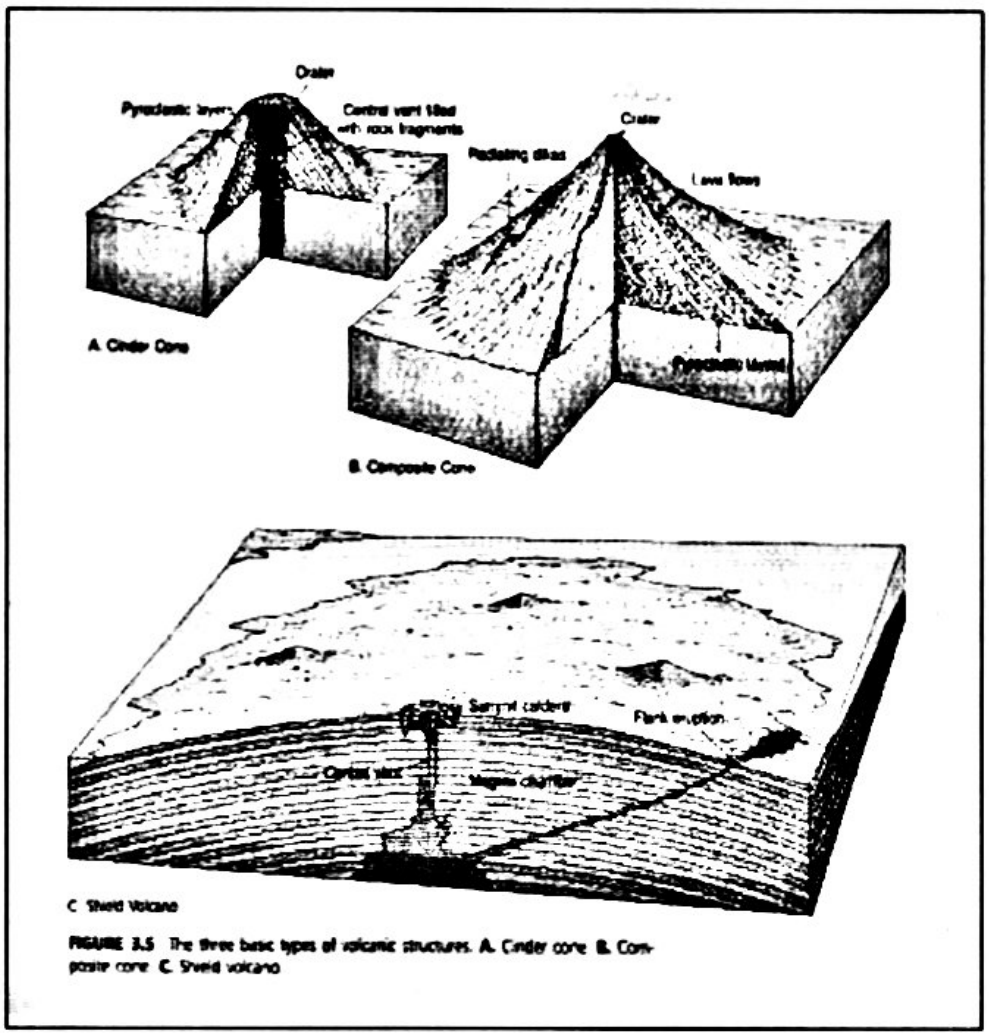


FIGURE 3.5 The three basic types of volcanic structures. A. Cinder cone. B. Composite cone. C. Shield volcano.

3- المواد الصلبة التي تشتمل على:-

أ- الرماد البركاني Volcanic Ash: يتكون الرماد البركاني من حبيبات دقيقة يصل قطرها إلى ملليمتر واحد ويميل إلى اللون الرمادي. وتظل حبيبات الرماد البركاني معلقة في الجو فترات زمنية طويلة حتى يسقط على سطح الأرض بشكل غطاء كثيف يتناقص سمكه كلما ابتعدنا عن موقع البركان.

ب- القنابل البركانية Volcanic Bombs: وهي اكبر المواد البركانية الصلبة حجماً، اذ يتراوح مقطعها العرضي بين 3 سم وحتى عدة امتار وتزن احياناً عشرات الأطنان. وتتكون القنابل البركانية من مواد اللافا المتصلبة بالقرب من سطح الأرض، وتندفع من فوهة البركان بتأثير المحباس الغازات في القصبة فتكتسب قوة اندفاع هائلة تقذف بها إلى مسافات بعيدة، وتتميز بتعدد اشكالها فمنها الكروية والبيضاوية.

تصنيف البراكين:

تصنف البراكين حسب نشاطها الى: (ابو العينين، 1974، 260)

1- البراكين النشطة الدائمة الثوران: وهي قليلة جداً على سطح الأرض ومنها بركان سترومبولي Strmboli قرب جزيرة صقليا، وتنبثق المصهورات البركانية والسنة اللهب من فوهة البركان مرة كل دقيقتين.

2- البراكين الهادئة نسبياً أو متقطعة الثوران: تشكل اغلب البراكين على سطح الأرض، حيث ينخمد نشاطها خلال فترة من الزمن، ثم يتجدد خلال فترة اخرى. ومن بينها بركان اتنا في جزيرة صقليا.

3- البراكين الخامدة: وهي تلك البراكين التي اخمد فيها النشاط البركاني تماماً منذ فترة زمنية طويلة. ومن الجدير بالذكر ان بعض البراكين الهادئة أو الخامدة قد تتعرض لثورانات بركانية جديدة وتنبثق منها مصهورات وتدخل من جديد ضمن مجموعة البراكين النشطة.

وتصنف البراكين حسب شكلها إلى مايأتي: (تراب، 2005، 211-213).

1- براكين الشقوق: يتدفق هذا النوع من البراكين من خلال الشقوق والفواصل، ويتشكل من لافا شديدة الميوعة ذات حرارة مرتفعة جداً تغطي مساحات من القشرة الأرضية، وتأخذ اللافا بعد تبردها شكل التضاريس الأصلية للمنطقة التي تدفقت فيها. وفي فترات جيولوجية سابقة كانت براكين الشقوق اكثر انتشاراً، أما في الوقت الحاضر فانها تتمثل في آيسلنده لهذا يطلق عليها اسم النموذج الآيسلندي أو براكين اللافا.

2- البراكين المخروطية: يتخذ هذا النوع من البراكين شكل المخروط، حيث تتراكم اللافا بصورة رأسية على شكل طبقات متوازية من الحمم والرماد البركاني. وقد تظهر على جسم البركان بعض المخروطات الثانوية الصغيرة الحجم، يرتبط كل مخروط منها بقصبة ثانوية تنبثق من خلالها الحمم وتنساب على جسم البركان.

3 - البراكين الهضبية: تتكون هذه البراكين حينما تندفع اللافا البازلتية القاعدية العظيمة المرونة والسيولة، فعندما يثور البركان وتنبثق منه اللافا تنساب على جوانب المخروط البركاني بسرعة وتنحدر لمسافات بعيدة قبل ان تتبرد، ونتيجة لاستمرار ثورانات البركان تتكون فرشات من اللافا تحت اقدام البركان متراكبة فوق بعضها البعض حتى يصبح المخروط على شكل هضبة واسعة الامتداد. تكون درجة انحدار المخروطات الهضبية عند الفوهة حوالي 10° في حين

تكون عند قاعدة المخروط ما بين 2-5°. تتواجد البراكين الهضبية في جزر هاواي وساموا وجزيرة ايسلنده.

4- مخروطات الرماد البركاني: تتكون مثل هذه المخروطات عندما ترتفع نسبة الرماد البركاني مع المواد اللافية التي تتراكم فوق بعضها، وعادة ما تكون مخروطات الرماد صغيرة الحجم لايزيد ارتفاعها عن 300 متر وتتواجد على شكل مجموعات.

5- المخروطات المركبة: تعد البراكين المركبة من اجمل اشكال البراكين على وجه الأرض، ويعزى تشكيلها إلى اختلاف درجة سيولة اللافا. ويتكون البركان المركب خلال مرحلتين: ففي المرحلة الاولى يتشكل في البداية بركان هضبي يغطي مساحة واسعة من الأرض، وقد يستمر البركان الهضبي في الثوران لمدة طويلة واخراج اللافا ثم يخمد لفترة من الزمن. وفي المرحلة الثانية يعاود البركان نشاطه من جديد وتنبثق منه كميات عظمى من اللافا العظيمة السيولة وتعمل على تحطم اللافا اللزجة القديمة، وتتراكم قرب الفوهة مما ينتج عنها بناء مخروط من الرماد ينمو رأسياً ذو جوانب شديدة الانحدار، وبذلك يرتكز المخروط البركاني الحديث فوق البركان الهضبي القديم.

الظواهر المصاحبة للبراكين:

1- الرماد البركاني: من المقذوفات التي تنبثق من فوهات البراكين الرماد البركاني الذي كان معروفاً خلال العصور التاريخية الاولى، وان مناطق واسعة من سطح الأرض قد غطت بكميات كبيرة منه عند ثوران بعض البراكين العظمى. وقد نتج عن ثوران بركان تامبورا في جزر الهند الشرقية زهاء 150 ميل مكعب من الصخور والمفتتات الصخرية والرماد. وقد تسبب الرماد البركاني في خسائر

جسيمة، حيث غطى سطح الأرض بسحابة سوداء من الرماد والدخان ادت إلى هلاك حوالي 100 ألف شخص. وعندما يترسب الرماد البركاني يؤدي إلى ردم المنخفضات المقعرة وتسوية اراضي القباب المحدبة ومن ثم تبدو المنطقة على شكل سهول منبسطة تشغل سطحها الظاهري الرواسب البركانية.

2- انسياب الطين البركاني: تنساب من اعالي المخروط البركاني كميات كبيرة من الطين وتنحدر إلى المناطق السهلية المجاورة، ومما يساعد على انسياب الطين البركاني مايأتي:-

أ- تساقط امطار غزيرة ابان تكوين السحب البركانية تساعد على ارساب كميات كبيرة من الرماد والغبار تمتزج بالمياه، مما يؤدي إلى تكوين طبقات طينية على سطح الأرض.

ب- انسكاب المياه من بحيرات الفوهات البركانية بسبب الثوران البركاني وجريانه على جوانب المخروط البركاني واختلاطه مع الرواسب والمفتتات.

ج- نزول دفعات من الغبار البركاني نحو مجاري الأنهار حيث تصبح بعدها مجاري طينية.

3- الهضاب البركانية: تظهر احياناً في بعض اجزاء من سطح الأرض فوهات بركانية صغيرة ومتعددة تندفع منها اللافا بكميات كبيرة. وتؤدي الاخيرة إلى بناء هضاب واسعة الامتداد يتميز سطحها بالانبساط، كما في هضبة الدكن وهضبة كولومبيا.

4- الجزر البركانية: تتكون الجزر البركانية نتيجة تراكم الحمم التي تخرج من البراكين التي تعرف بالبراكين الهضبية التي تتسم بان حممها اكثر سيولة من حمم البراكين الاخرى، مما يجعلها تنساب على مساحات واسعة قبل تصلبها فتكون قباباً

واسعة في الأحواض المحيطية وعلى الشقوق والسلاسل الجبلية المغمورة بالمياه في قاع المحيطات، ونتيجة لتراكم تلك الحمم مرة بعد اخرى ترتفع قمم هذه الحمم مكونة الجزر البركانية. وتعد جزيرة هاواي في المحيط الهادي من اوضح الامثلة على الجزر البركانية.

5- الأحواض البركانية أو الكالديرا: هي منخفضات واسعة على هيئة احواض مستديرة ذات جوانب شديدة الانحدار تشبه في شكلها فوهة البركان الا انها اكثر اتساعاً وحجماً. تتكون نتيجة لتعرض الفوهة لأكثر من ثوران بركاني وهبوط أرضيتها وتحطيم جوانبها، ثم تجديد عملية بنائها من جديد ومن ثم تصبح عظيمة الحجم.

التوزيع المكاني للبراكين في العالم:

ثمة توافق بين التوزيع المكاني للبراكين في العالم والتوزيع المكاني للزلازل، وان معظم البراكين فوق سطح الأرض تعود إلى الزمن الجيولوجي الثالث والقليل منها حديثة العمر الجيولوجي. وترتبط البراكين النشطة بمناطق محدودة من سطح الأرض تتمثل بمناطق الضعف الجيولوجي والمناطق الحديثة النشأة.

ان اعظم نطاق للبراكين يتمثل في النطاق الذي يحيط بمعظم سواحل المحيط الهادي المعروف باسم حلقة النار، ويقدر عدد البراكين الثائرة في هذا النطاق بحوالي 300 بركان اي نحو 60٪ من اجمالي عدد البراكين النشطة في العالم. ويتركز اكثرها في الجانب الشرقي من المحيط الهادي في قوس جزر الوشيان والاسكا ومرتفعات غواتيمالا ومرتفعات الانديز الشمالية. أما على الجانب الغربي من المحيط الهادي فان اكثر البراكين النشطة تتمثل في جزر الفلبين واليابان وغينيا الجديدة.

تظهر البراكين ايضاً في نطاقات ثانوية متناثرة تتلخص بالآتي:-

1- الجزر المحيطة بالمحيط الهادي مثل جزر هاواي. وبعض الأقواس الجزرية في المحيط الهندي مثل جزر تيمور وجاوة وسومطرة.

2- نطاق براكين حوض البحر المتوسط ويمتد هذا النطاق شرقاً ليشمل براكين مرتفعات آرارات ويضم غرباً براكين جزر آزور وكناري.

3- نطاق براكين القسم الجنوبي من شبه جزيرة العرب وبراكين الاخدود الافريقي العظيم.

4- نطاق براكين جزر البحر الكاريبي.

5- نطاق براكين جزيرة آيسلندة.

أما مناطق البراكين الخامدة فتتمثل في ولاية اريزونا ونيفادا في الولايات المتحدة الامريكية وبعض براكين المكسيك وبعض البراكين في فرنسا والمانيا.