

الهزات الزلزالية

تصميم الغلاف : شريفة أبو سيف

محمد علي المغربي

الهزات الزلزالية

الطبعة الثانية



دارالمعارف

إن الذين عنوا بإنشاء هذه السلسلة ونشرها،
لم يفكروا إلا في شيء واحد، هو نشر الثقافة
من حيث هي ثقافة، لا يريدون إلا أن يقرأ
أبناء الشعوب العربية. وأن يتفعلوا، وأن
تدعوهم هذه القراءة إلى الاستزادة من
الثقافة، والطموح إلى حياة عقلية أرقى
وأخصب من الحياة العقلية التي نحياها.

طه حسين

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

« وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا »

(قرآن کریم)

هذا الكتاب يبحث في الظواهر والهزات الزلزالية أو « علم الزلازل » (Scismography) والعوامل المؤثرة فيها وأسبابها وأثرها في قشرة الأرض ، ثم يستعرض بعض الحوادث التاريخية الهامة التي ترجع إلى القرن الثامن عشر حتى القرن الحالى موضعاً ذلك برسوم وخرائط تناسب المقام .

المؤلف

obeikandi.com

فهرست

صفحة	
٩	الزلازل وأسباب حدوثها
٢٤	طبيعة الزلازل وأعراضها وقياسها
٣٤	التوزيع الجغرافي للزلازل
٤١	الزلازل التاريخية من قبل ميلاد المسيح إلى القرن السابع عشر
٥٨	زلازل القرن التاسع عشر
٦٩	زلازل القرن العشرين
٧٥	الزلازل والجزر البحرية
٨٣	الأمواج الزلزالية البحرية
٨٩	الزلازل خلال العصور الجيولوجية
٩٩	البقع الشمسية والهزات الزلزالية
١١٠	المراجع

obeikandi.com

الباب الأول الزلازل وأسباب حدوثها

تعريفها :

الزلازل هزات أرضية تحدث من وقت إلى آخر نتيجة تقلصات في قشرة الأرض وعدم استقرارها في باطنها وهي مسببة عن عوامل تكتونية باطنية ، وتحدث في اليابس والماء على السواء ، وقد تكون أفقية أو رأسية .

علاقة الظواهر الزلزالية بالبركانية :

تتفق إلى حد كبير أسباب حدوث الزلازل العنيفة مع انفجار البراكين ، وذلك لأن مصدر تلك الظواهر الطبيعية واحد هو باطن الأرض وما يعرفه العلماء بالـ (Baryspher) أو الماجما (Magma) ، كما أن أماكن حدوث الزلازل هي نفس الأماكن التي تكثر بها البراكين المشهورة في العالم .

وفي بعض الأحيان تحدث هزات زلزالية قبيل حدوث الانفجار البركاني بمدة وجيزة ، وذلك لعدم استقرار قشرة الأرض في

تلك المناطق ، كما لوحظ أن درجة حرارة النافورات الحارة أو الجزر (Geyser) تزداد قبيل حدوث الثورات البركانية أو الهزات الزلزالية .

كل هذا تختص عوامل باطنية بإحداثه ، لا سيما من ناحية حرارة باطن الكرة الأرضية الذي يعتقد كثير من العلماء أن حرارته شديدة للغاية ، وعلى ذلك كان لعظم هذه الحرارة الداخلية أثر في حدوث تلك الظواهر الزلزالية والبركانية .

ولكن لا بد لنا أن نتساءل : من أين تأتي هذه الحرارة العظيمة في باطن الأرض ؟ وما مصدرها الأساسي ؟ والرد على ذلك — كما يقول الأستاذ هرشل (Herschel) الفلكي هو أن كوكبنا الأرضي عند ما بدأ يتكون في حالته الأولى كان في حالة شبه غازية تشبه السُّدم العظمى (Nebulae) ، وفي تلك الحالة كانت درجة الحرارة ملايين السنتيجراد ، ويسمىها (Aeriform matter) ، ثم بتأثير الدوران الشديد ، واجتماع الذرات تكوّن الكوكب الذي نعيش عليه بعد تصلب القشرة . وعلى ذلك كانت النواة شديدة الحرارة بالطبع ، وذلك بعد حفظ التوازن . ويوافق على هذا الرأي الأستاذ (Playfair) والدكتور (Hutton) ؛ ويقول هرشل : إن القوة الطاردة المركزية وسرعة

الدوران هما اللتان حافظتا على هذا الشكل الكروي للأرض .
ومن التجارب التي عملت لقياس الجيوفيزيكا الأرضية وجد
أن كثافة المواد تزداد كلما تعمقنا في باطن الأرض ، كما أن
الجاذبية الأرضية تزداد أيضاً ، ويقول بذلك الأستاذ الجغرافي
الكبير لابلاس (Laplace) ، وقد قدر كثافة الأرض بـ $5\frac{1}{4}$ ،
أى مثل كثافة الماء خمس مرات ونصف ، وقد قدر كثافة الصخور
بـ ٣ ، والمعادن بـ ٢١ ، وعلى ذلك يعتقد بعض العلماء أن
النواة الأرضية (Terrestrial Nucleus) تقرب من كثافة الحديد
وهي ٧ . ويقول علماء الطبيعيات إن الماء تزداد كثافته إلى
الضعف عند عمق ٩٣ ميلاً ، وتصبح كثافته ككثافة الزئبق على
عمق ٣٦٢ ميلاً ؛ ويعتقد الدكتور يونج (Dr. Young) أن
الصلب في باطن الأرض ينضغط منه $\frac{1}{4}$ حجمه والصخور $\frac{1}{8}$
حجمها .

وعلى أية حال فمسألة النواة الأرضية من المسائل التي لا تزال
غامضة عند كثير من العلماء ، وإن كان بعضهم أمثال
(Jeffery's) ، (Joly) وغيرهما يقول إنها ربما تكون صلبة .

نظرية الحرارة الباطنية :

وهذه النظرية لصاحبها الأستاذ هوبكنز (Hopkins) الذي يفترض فيها أن الحرارة شديدة جداً في باطن الأرض ، ولكن بالنسبة للضغط الواقع عليها فإنها تحافظ على تماسكها ؛ ويقول إن سمك القشرة الأرضية بالنسبة لقطر الأرض يبلغ الخمس حسب أبحاثه الخاصة ، على أنه لا يمانع في إمكان وجود نواة من مواد شبه سائلة عظيمة الحرارة للغاية ، ويقول إن الأدلة كثيرة على حرارة باطن الأرض ، فإننا كلما تعمقنا في المناجم رأينا درجة حرارة الصخور والماء والهواء تزداد 1° ف كل 44 قدماً ، على أننا في بعض الأحيان نجد أن الترمومتر يسجل 1° ف لكل 75 قدماً كما لاحظ ذلك الأستاذ (Fox) الجيولوجي في بعض مناجم كورنوال (Cornwall) .

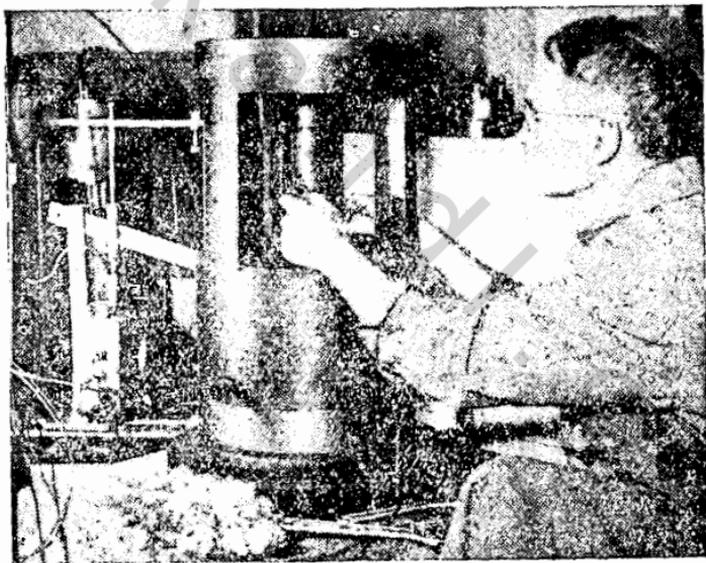
أما الأستاذ كوردييه (Cordier) الفرنسي فقد سجل حسب أبحاثه زيادة درجة الحرارة 1 سنتيجراد كل 25 متراً ، وعلى هذا الأساس نجد أننا إذا سلمنا برأيه فسنصل إلى نتيجة غريبة ، وهي أن درجة الغليان للماء ستكون على عمق ميلين ، ومعظم المعادن والمواد سائلة ومنصهرة على عمق 24 ميلاً ، حتى

الحديد ، إذ من المعروف أن درجة انصهار الحديد ٢١,٠٠ °ف
وعلى ذلك تكون درجة حرارة النواة (Earth's nucleus) ٤٥٠,٠٠٠ °ف .

ولكن هناك اعتراضاً وجيهاً على نظرية الحرارة الباطنية، وهو أنه إذا كان الأمر كذلك ، حسب رأى الأستاذ كوردييه ، فإن قشرة الأرض تنصهر وتتبخر وتأتي غيرها ، وهكذا . . . وإن كان هذا الاعتراض يضعف كثيراً من قيمة النظرية ، ولكن الأستاذ كوردييه يتمسك بوجود أبخرة ساخنة في نواة الكرة الأرضية ؛ ويقول إن هناك موجات قد تحدث في نواة الأرض ، وموجات جزر كالتى تحدث في البحار ، وهى تشمل ما يسمى السيميا (Sima) ، وقد أطلق عليها هذا الاسم الأستاذ النمساوى الكبير (Suess) ، وإن قشرة الأرض تتركز عليها ، وإن تمدد السيميا وانكماشها لا يتعدى الانفجارات البركانية والزلازل ، وليس خطراً على قشرة الأرض .

التغيرات الكيماوية في باطن الأرض وهل هى مصدر الحرارة ؟
كلنا نعرف بالطبع أن قشرة الأرض مكونة من مركبات من الصخور والمعادن ، وهذه تدخل فيها مركبات عضوية وغير

عضوية . ومن المسلم به أن أى تغيير يحدث فى تلك المواد فى باطن الأرض يعمل على زيادة الحرارة زيادة شديدة ؛ ويرى الأستاذ ليمرى (Lemery) أن عنصر الحديد والكبريت إذا اتحدا وتعرضا لبخار الماء يعملان على زيادة الحرارة والالتهاب ، لا سيما فى باطن الأرض ، حيث الحرارة والضغط الشديد . كما أن عنصر إيوديد النتروجين أيضاً له تأثير فى الالتهاب



الأستاذ بريدجا Prof. Bridgman يفحص جهاز قياس الضغط فى باطن الكرة الأرضية بأحد المعامل

النواة وزيادة حرارتها . وكثير من العلماء يميلون إلى هذه النظرية الكيماوية ، ولكنهم يقولون إنها ليست السبب الوحيد لمثل تلك الحرارة الشديدة .

الكهربية في باطن الأرض وهل هي مصدر الحرارة ؟
 فهناك أيضاً الكهرباء الأرضية التي يقول دافى (Davy) إنها تحدث من التغييرات الكيماوية في باطن الأرض ، كما أن لها علاقة وثيقة بالمغناطيسية الأرضية ؛ والأدلة على أن الأرض مشحونة بالمغناطيسية والكهربية تلك الآلات الحديثة الكهربائية والمغناطيسية الدقيقة التي تبحث عن المعادن والعروق المعدنية في قشرة الأرض في الجبال فهي — كما يقول الأستاذ (Fox) — قد أثبتت وجود موجات من الكهارب داخل الكرة الأرضية ، وأن الأرض مغناطيس هائل ، كما بيّن ذلك من قبل العلامة الفرنسي أمبير (Ampère) . وينقسم العلماء قسمين من ناحية مصدر الكهرباء الأرضية ، فبعضهم يقول إنها من تأثيرات التفاعل الكيماوى ، وهم من أتباع النظرية الكيماوية ، والبعض الآخر يعتقد أن الكهرباء الأرضية من تأثيرات خارجية كالأشعة الشمسية ، وعلاقتها بالكوكب الأرضى ، وهذا هو الرأى الراجح .



صورة تخيلية للكرة الأرضية ونواتها التي تتكون من حديد ونيكل

والدليل على ذلك تأثير الشمس في دورانها على الإبرة
المغناطيسية صيفاً وشتاءً وليلاً ونهاراً ، والموجات الكهربية التي
تأتي من الشمس ، سواء أكانت طويلة أم قصيرة ، سريعة أم

بطيئة ؛ وصاحبها هذا الرأي هما الأستاذان الفرنسيان الفلكيان
(De la Rue) ، (Albert Nodon) .

ويقول فراداي (Faraday) إنه ما دامت الأرض مغناطيساً
هائلاً يدور حول نفسه فإنه من الطبيعي جداً أن تكون هناك
كهرب في داخله وخارجه ، فالكهرب موجودة في باطن الكرة
الأرضية ، كما هي موجودة في الغلاف الغازي .

أما الأستاذ نكور (Neckar) فيعتقد أن هناك علاقة بين
الكهربية الجوية والكهربية الأرضية ، وأنهما مؤثران ومتأثران
بعضهما ببعض . وقد وجد أن هناك علاقة بين خطوط التساوي
المغناطيسي ، وخطوط (Strike) في السلاسل الجبلية الرئيسية ؛
كما أنه وجد أن كثيراً من الكهرباء الجوية مصدره البخار المستمد
من المحيطات العظيمة بتأثير الشمس ؛ وقد لوحظ أنه تنبعث طاقة
كهربية ، عند ما يحول الإنسان الماء المالح إلى ماء عذب أو
بخار ماء ، كما يلاحظ في بعض الثورات البركانية حدوث برق
مع سحب الدخان المنبعثة من باطن الأرض .

وعلى أية حال فإن التفاعل الكيماوي من جهة ، والكهربية
من جهة أخرى ، تحافظان على توليد الحرارة المستمرة في باطن
الأرض ، وبالتالي تبدو كأنها مصدر أساسي للحرارة الكامنة فيها .

نظرية الطاقة الذرية والمواد الإشعاعية :

هناك نظرية حديثة ترجع أساس الحرارة الباطنية إلى المواد الإشعاعية الموجودة في باطن الأرض (Radioactive matter) والطاقة الذرية (Atomic Energy) المتولدة من تلك المواد . وأصحاب هذا الرأي من أمثال جيجر ، ودثرفورد ، وهولمز (Geiger-Rutherford-Holmes) يعتقدون أن باطن الأرض أو النواة الأرضية تحوى مواد إشعاعية قوية مثل اليورانيوم والبلوتونيوم والراديوم والثوريوم وغيرها ، وهذه تولد إشعاعات تستمر ملايين السنين . وقد وجد داخل صخور الجرانيت والبوينيت ومعدن الترمالين (Tourmalin) دوائر مضيئة أطلقوا عليها (Pleochroic Haloes) .

وقد لاحظ الأستاذ (Joly) أن بعض هذه الدوائر المضيئة موجودة في الذرات الدقيقة لصخور ومعادن منها (Zircon) ويفسر جولى ظاهرة الدوائر المضيئة في هذه المعادن بأنها من تأثير أشعة الفا (Alpha) التى تنبعث من تلقاء نفسها من المواد الإشعاعية ومن ذرات الهليوم بسرعات متفاوتة ؛ ويلاحظ أن الدوائر المضيئة للثوريوم أوسع من دوائر اليورانيوم ، وهذه الدوائر

في صخور ما قبل الكمبري (Pre-Camb) وهي ترجع إلى ١٠٠٠ مليون سنة حسب رأى الأستاذ (Holmes) .

ويوافق على هذه الآراء الأستاذ جريجورى (Gregory) ولودج (Lodge) فهما يعتقدان أن هذه المواد الذرية هي التي تغذى باطن الأرض بالحرارة اللازمة المستمرة ملايين السنين ، ويستدلون على صحة ذلك بما يأتي :

- اليورانيوم يفقد إشعاعه بعد ٥ مليارات من السنين .
- الراديوم يفقد إشعاعه بعد ١٧٦٠ سنة .
- البلوتونيوم يفقد إشعاعه بعد ١٤٠ يوماً .
- الثوريوم يفقد إشعاعه بعد ١٠ مليارات من السنين .

هل الغازات المحبوسة داخل الأرض
هي السبب في حدوث الزلزال ؟

يعتقد كثير من العلماء أن الغازات المحبوسة داخل الأرض سواء أكانت سائلة أم غازية لها تأثير كبير في إحداث اهتزازات عنيفة في قشرة الأرض أو انفجارات بركانية .

وهذه الغازات المحبوسة تنكمش أحياناً وتمتد أحياناً أخرى بتأثير الحرارة الباطنية التي سبق الكلام عنها ، وفي هذه الحالة



(دوائر مضيئة (Pleochroic Haloes)

تحدث موجة من المدّ في اتجاه أفقى أو رأسى ، فينتج عنها الزلزال أو الهزات الأرضية التي تمرّ داخل طبقات الصخور في قشرة الأرض ، أو تنبعث بقوة على هيئة انفجار بركانى شديد ، ولكن يعتقد الأستاذ (Mallet) الجيولوجى أن قشرة الأرض

ليست مرنة لهذه الدرجة ؛ والرد على ذلك واضح ، فهناك أدلة كثيرة على أن انطلاق الغازات المحبوسة بقوة يؤثر في قشرة الأرض ، فعند انفجار بركان كوتوباكس (Kotopaxi) في أمريكا الجنوبية قذفت الغازات المحبوسة قطعة صخرية حجمها ١٠٠ ياردة مكعبة إلى مسافة تبلغ أكثر من ٩ أميال ؛ وبركان (Hecla) في إيسلندا عند ما ثار قذف بمقذوفات نارية شوهدت من ساحل النرويج ، والغازات الخائفة التي انبعثت من براكين المارتينيك وثوراتها تسببت في احتراق أكثر من ٢٠.٠٠٠ نسمة .

وبعض براكين أمريكا الجنوبية - لا سيما في شيلي - تخرج غازات كبرينية وفوسفورية وهيدروجينية وغاز ثاني أكسيد الكربون وحامض البريك ، مما يدل دلالة واضحة على أن هناك غازات محبوسة داخل الأرض تنطلق بقوة عند تمددها ، وأن الانفجار البركاني يشتد أحياناً وينخف أحياناً أخرى تبعاً لتمدد تلك الغازات المحبوسة .

الأسباب الرئيسة الخاصة بحدوث الزلازل :

يمكن تلخيص الأسباب الرئيسة الخاصة بحدوث الزلازل فيما يأتي :

أولاً : عامل الحرارة الباطنية الكامنة في باطن الأرض ، وله

الأثر الأكبر في حدوث الهزات الزلزالية وانفجار البراكين .

ثانياً : تقلصات القشرة الأرضية لأنكماش الباطن وتمدده ، كما يعتقد بعض العلماء من أصحاب النظريات القديمة ، وذلك يحدث بالطبع موجات زلزالية .

ثالثاً : لما كانت الحرارة تزداد باستمرار كلما تعمقنا في باطن الأرض ، سواء في المناجم أم في غيرها ، فإن ذلك يدل على أن جوف الأرض في حالة شبه سائلة مرتفعة الحرارة تشبه الحديد المصهور ؛ وهذه المواد الباطنية (Magma) هي التي تسبب حدوث الزلازل وانفجار البراكين في حالة تمددها أو انتفاخها ، فإذا لم تخرج إلى سطح الأرض فإنها تكون عروقاً معدنية (metallic ores) رابعاً : من الأسباب الرئيسة في حدوث الزلازل - نتيجة لتمدد المواد الباطنية - وجود الحرارة الباطنية الناتجة من التفاعلات الكيماوية المستمرة التي تحدث في نواة الأرض ، وبالتالي تساعد على زيادة الحرارة نتيجة لتحلل المواد التي تحويها تلك المعادن والصخور الجوفية .

خامساً : الموجات الكهربائية التي تحيط بالكرة الأرضية وتدخل في تركيبها هذه الكهربائية ، سواء أكانت من عامل خارجي كالشمس أو باطنية نتيجة للتفاعل الكيماوي ، فهذه الموجات تأثير كبير في زيادة الحرارة الباطنية وتشبع الكرة الأرضية

بمغناطيسية خاصة بها ، ويستدل على ذلك بالاستعانة بأجهزة دقيقة تبين العروق المعدنية ، وهذه الأجهزة مغناطيسية كهربية سادساً : علاقة الكهربية الأرضية بالتفاعلات الكيماوية لها أثر كبير في المحافظة على الحرارة الشديدة في باطن الأرض ، وهما تعتبران مصدر تلك الحرارة ، كما يعتقد كثير من العلماء الحديثين ، وهذه الكهربية الأرضية لها علاقة أيضاً بالكهربية الجوية .

سابعاً : المواد الإشعاعية (Radioactive) الموجودة في باطن الأرض ، والطاقة الذرية الهائلة المنبعثة من تحطيم الذرات في اليورانيوم والثوريوم ، لها تأثير كبير في زيادة الحرارة الكامنة في باطن الأرض ، وبالتالي في حدوث الظواهر الزلزالية والبركانية نتيجة لتمدد (Magma) الأرضية .

ثامناً : وجود الغازات المحبوسة داخل الأرض والتها بها يساعد على حدوث الزلازل ، وخروج هذه الطاقة المحبوسة يسبب أكثر الاضطرابات الجيوفيزيكية التي تحدث في قشرة الأرض ، فتحدث الزلازل أو الهزات السيسموغرافية ، وتفجر البراكين ، والدليل على ذلك خروج تلك الغازات من فوهات كثير من البراكين واشتعالها أثناء الثورات البركانية المشهورة .

الباب الثاني طبيعة الزلازل وأعراضها وقياسها

أعراض الزلازل :

هناك أعراض أو دلائل تظهر في بعض الأحيان قبل حدوث الزلازل بوقت قصير ، وأكثرها طبيعي كما يقول بعض العلماء الذين لاحظوا هذه الظواهر .

ومن أمثلة هذه الدلائل : حدوث اضطرابات جوية أو عواصف تعقبها موجة من الركود ، والجو الصحو ، وتتوالى هذه الظواهر عدة مرات ، وكذلك ستموت أمطار غزيرة في فترات شاذة أو في أماكن لا تعرف الأمطار ، واحمرار قرص الشمس وزيادة الكلف الشمسي ، وزيادة الأبخرة في الجولدرجة كبيرة ، وشعور الإنسان بدوار في المخ ، وخروج غازات كبريتية من بعض أجزاء التربة الطينية ، وسماع أصوات داخل الأرض كصوت المدافع أو عربات السكك الحديدية ، وصوت الزعد ، وصراخ بعض الحيوانات كالكلاب ، وهجرات الطيور في بعض الحالات قبل حدوث الزلزال .

طبيعتها الأرضية :

الزلازل موجات تمر داخل صخور الأرض أو البحار ، وتختلف سرعتها بالنسبة للوسط أو المجال الذي تمر فيه ، فهي تمر بسرعة تقدر ما بين ١٥٠ متراً و ٣٠٠ متر في الثانية ، وذلك لأن مرور تلك الموجات الأرضية أو الاهتزازات داخل الصخور اليابسة أعظم بكثير من مرورها داخل الأجسام السائلة مثل مياه المحيطات .

وهذه الهزات الزلزالية تحدث أحياناً شقوقاً (Fractur) في الجبال والمناطق الضعيفة من قشرة الأرض ، فهناك شقوق في اليابان ونيوزيلندا تروح بين ٦٠ و ١٥٠ كيلومتراً طولاً .

وقد دلت التجارب السيسموغرافية التي قام بها الأستاذ (Milne) على أن هذه الاهتزازات أحياناً تكون سريعة وأحياناً تكون بطيئة ، ففي الحالات السريعة تكون ١٠,٠٠٠ متر في الثانية ، وفي الحالات البطيئة تكون ٣,٠٠٠ متر في الثانية ، ويوافق على هذه الآراء الأستاذ الجغرافي الفرنسي (Lapparent)



أحد علماء أمريكا يراجع خطوط السيسموغرام

مواعيدها :

لاحظ علماء السيسموغرافيا أن الزلازل لها مواعيد تتكرر فيها ، وقد لاحظوا ذلك في اليابان . ويقول (Prof. Omori) الياباني إن الزلازل تكون على أقلها من الساعة ٥ إلى الساعة ٧ مساءً ، وتكون على أشدها في الساعة الأولى بعد منتصف الليل .

الزلازل ونمو النباتات :

ثبت من البحوث العلمية أن الزلازل تساعد في تفريخ بذور النباتات وخضرة المراعي ، وقد نسب ذلك إلى ثلاثة أسباب : الأول كثرة تولد غاز ثاني أكسيد الكربون ، والثاني انتشار السوائل المعدنية في التربة ، والثالث ازدياد تولد الكهربائية في التربة وقد لوحظ ذلك في كاليفورنيا .

قياس الزلازل « السيسموغراف » (Seismograph):

تقاس الزلازل بجهاز رصد خاص يسمى السيسموغراف وهو آلة أتوماتيكية حساسة لتسجيل الهزات ، وعددها ، ووقت حدوثها ؛ ولا تقتصر على رصد ذلك بل هي أيضاً تسجل الهزات ،

وقوتها ، ومدادها ، وانجاه مصدرها. والحقيقة الطبيعية التي بنى عليها هذا الجهاز هي أننا إذا أدلينا كتلة ثقيلة في آخر جبل أو عمود طويل كما يتدلى بندول الساعة ، فإنها بحكم قصورها الذاتي تبقى ساكنة حتى لو اهتزت الأرض والقوائم المدلاة منها الكتلة ، فإذا تصورنا أن هذه الكتلة تحمل قلماً وأن هناك ورقة مثبتة على الأرض ملامسة لهذا القلم فإن الأرض إذا اهتزت تحركت الورقة معها مع بقاء القلم ثابتاً ، فيرسم على الورقة خطاً متكسراً يبين مدى تحرك الورقة باهتزاز الأرض ، ولكي يمكن تسجيل وقت حدوث الزلازل فإن هذه الورقة تثبت على سطح أسطوانة تدور دورة آلية كدورة الساعة ، والورقة مقسمة أياً ما وساعات وثواني ، والشكل الذي يرسمه قلم السيسموغراف عند حدوث الزلازل يسمى باسم السزموجرام (Seismogram) ، وهو ورقة من الرسم البياني دقيقة تبين عدد الهزات الزلزالية ومقدارها وقوتها .

وهناك عامل التوازن في قشرة الأرض الذي يؤثر على حدوث الزلازل والهزات الأرضية من آن لآخر، وسنوضح هنا ما هو عامل التوازن (Isostasy) في قشرة الأرض : نحن نعرف أن هناك يابساً وماء ، وأن هناك مرتفعات قارية ومنخفضات محيطية ، وأن

هذه الكتل توجد جنباً إلى جنب برغم اختلافها في الحجم والثقل ، إلا أن هناك استقراراً عاماً (Equilibrium) في طبيعة قشرة الأرض يحافظ على ذلك ، فإذا حدثت أى حركة زلزالية فإن المرتفعات القارية الخفيفة نسبياً ترتفع أكثر ، والمنخفضات المحيطية تنخفض بنسبة ارتفاع القارات تماماً . ولكن تقرب إلى أذهان القارئ هذه الحقيقة الطبيعية نفرض أننا نأخذ كوباً من الماء أو مخبراً مدرجاً ونملؤه بالماء ونضع فيه قطعتين من الخشب ، إحداهما من خشب ثقيل الوزن والأخرى من خشب خفيف الوزن جنباً إلى جنب ، فنجد أن هناك ارتفاعاً في ناحية الخشب الخفيف مع ثبات المستوى المغمور في الماء لحفظ التوازن ، فإذا ما أتينا بعد ذلك ببكرة صغيرة من الحديد ووضعناها على قطعة الخشب الثقيلة الوزن ، فإننا نشاهد ارتفاعاً في الحشبة الخفيفة الوزن ، وهذا ما يحدث بالفعل في حالة حدوث نشاط تكtonي في قشرة الأرض يؤثر على قاع المحيط ، فيعمل على خفضه ، في حين أن المرتفعات الساحلية ترتفع مصحوبة باهتزازات زلزالية خطيرة كما يحدث في شيلي أو في الجزر اليابانية ، وهذا يرجع بطبيعة الحال إلى عامل التوازن الأرضي .

ويؤثر على القارات اليابسة والمرتفعات الجبلية من ناحية أخرى

الأمطار الشديدة وعوامل التعرية الجوية التي تعمل مع الوقت على تآكل بعض الجبال وتنحتها فتخفف من ثقلها وتصبح أخف مما كانت من قبل ، وعلى ذلك يحدث زلزال لكى يعيد التوازن لهذه المنظمة الضعيفة من قشرة الأرض ، فهناك ارتباط وثيق بين التوازن وبين الهزات الزلزالية لا سيما فى الجهات الساحلية فى المحيطات العظيمة ، كالمحيط الهادى مثلا ، وتكون الهزات دائماً آتية من المناطق الثقيلة إلى المناطق الخفيفة فتعمل على ارتفاعها أكثر .

هل من الممكن عمل زلزال صناعى فى المعمل ؟

نعم ، يمكن عمل زلزال صناعى صغير فى المعمل الطبيعى وذلك لبيان الطبيعة الأرضية للزلازل وعلاقتها بعامل التوازن الأرضى الذى تكلمنا عنه .

وذلك بأن نحضر ميزاناً نحاسياً دقيقاً ونضع على كفته اليسرى نموذجاً مجسماً من الجبس أو الطين لكتلة جبلية ، ونأتى بنموذج آخر لحوض ماء ، ونضعه فى الكفة الأخرى ملاصقاً لهذا الجبل الصناعى ، وتكون الحالة حالة توازن تام ، أى أن الميزان يكون فى حالة مستوية تماماً والوزن ثابتاً ثم نأتى بمضخة قوية

ونعمل على تفتيت بعض الرواسب من القمم الجبلية التي تنحدر بدورها إلى كتلة الحوض المحيطي حيث تستقر الرواسب والفتات التي انحدرت من الجبل الصناعي ، ونباشر هذه العملية لمدة ١ ساعة أو ساعة حتى يخف وزن الجبل الصناعي فنجد أن هناك حركة إلى أعلى تدفع الجبل الصناعي . هذه الحركة هي (الحركة الزلزالية) ، في حين نلاحظ ثقل وزن حوض الماء من ناحية أخرى . وعلى هذا نكون قد تمكنا في المعمل من عمل زلزال صناعي صغير رافع إلى أعلى وهو بالطبع زلزال خفيف ، ويستدل من هذا أن عامل التوازن له أهمية كبرى في طبيعة الحركات السيسموغرافية التي تحدث على سطح الأرض .

هذا وقد عرفنا طبيعة الهزات الزلزالية وعلاقتها بالتوازن الأرضي وبقي علينا أن نعرف كيف تسير هذه الهزات الزلزالية في داخل صخور الأرض ، وهل من الممكن إجراء تجربة تمثل تلك الهزات الزلزالية المصطنعة في المعمل ، كما عملنا في حالة عامل التوازن ؟ ونجيب على هذا فنقول : إنه لكي نعمل مثل هذه التجربة لا بد أن نعرف الفرق بين كلمتي الليونة والصلابة فحركة الموجات الزلزالية في مرورها بباطن الأرض تشبه عند ما تصل إلى السطح صدمة مفاجئة من قطار للعربات التي يسيرها فتنتقل الهزة من

عربة إلى أخرى حتى تصل إلى آخر عربة بسرعة فائقة ، والتجربة الآتية تبين ما إذا كانت المباني المقامة على مناطق صخرية صلبة أكثر أمناً أم المباني المقامة على تربة ليننة رخوة ، وأقل خسارة في الأرواح والممتلكات .

فعند ما نحضر كوباً فارغاً من الماء ونملؤه بالشمع السائل حتى يتجمد ، ونحضر كوباً فارغاً آخر ونملؤه بسائل هلامي كالجيلي ، ثم نضع ورقة على سطح كل من الشمع والجيلي ، ونضع عليه قطعاً مربعة من قطع النرد ، ونضعها فوق بعضها البعض على هيئة رأسية ، ثم نأتي « بشاكوش » أو مضرب خشبي ، ونحدث ضربة واحدة على حافة الكوب من أعلى في محاذاة الورقة البيضاء ، نجد أن قطع النرد تتساقط بسرعة وسهولة في الكوب المملوء بسائل الجيلي في حين أنها تهتز فقط في الكوب المملوء بالشمع المتجمد ، مما يدل دلالة واضحة على أن الأرض الصلبة تتحمل الموجات الزلزالية ، أما الأرض اللينة الرخوة فتهتز أكثر منها ، وتفقد توازنها ، فتسبب خسائر وأضراراً كثيرة . ولذلك وجدنا في زازال سان فرانسيسكو المشهور الذي حدث سنة ١٩٠٦ أن المباني والمؤسسات القريبة من خليج سان فرانسيسكو ، حيث الأرض الملاصقة للبحر رخوة ليننة كالجيلي

في تجربتنا الصغيرة ، وكانت أكثر الجهات خسائر في الأرواح والممتلكات ، وقدّرت الخسائر حينئذ بملايين الملايين من الدولارات ، أما في الجهات العالية ، حيث الأرض الوعرة الصلبة ، فإن المباني قد اهتزت فقط مع أضرار طفيفة للغاية . وكذلك الحال في زلزال مسينا ، فقد تبين بعد حدوث الزلزال أن المناطق القريبة من الساحل ، وهي ذات تربة رخوة قد تأثرت أكثر من المناطق المرتفعة ذات التربة الصلبة البعيدة عن الساحل .

الباب الثالث

التوزيع الجغرافي للزلازل

التوزيع العالمى للزلازل :

هناك منطقتان هامتان ، أو حلقتان ، تكثر بهما الزلازل الأرضية والثورات البركانية على سطح كرتنا الأرضية .

١ — منطقة الحلقة النارية (Ring of Fire) التى تمر بسواحل المحيط الهادى الشرقية والغربية ، وتتأبها من آن لآخر الهزات الأرضية العنيفة ؛ وقد أطلق عليها الأستاذ الكبير (Joly) هذا الاسم ، لأن هذه المنطقة من أشد جهات العالم عرضة للهزات الزلزالية وكوارثها ؛ ويقول علماء الطبيعيات الأرضية (Geophysics) إن هذه المناطق من مناطق الضعف فى قشرة الأرض ، وإن الطبقات الأرضية فى هذه المناطق لم تستقر بعد ، لأنها فى حالة شباب ، فهى دائماً تتغير وتبديل . ومن المعروف — كما ذكرنا من قبل — أن أسباب الثورات البركانية والهزات الزلزالية تكاد تكون واحدة ، وعلى ذلك لا غرابة فى أن مناطق معينة من قشرة الأرض تكثر بها الزلازل ، ومناطق أخرى تقل

بها ، ومناطق بها براكين وأخرى لا براكين بها ، ومنطقة الحلقة النارية التي تحف بسواحل المحيط الهادى ، والجزيرة الشمالية لينوزيلندا ، تكثر بها النافورات الحارة ، لا سيما فى غرب الولايات المتحدة الأمريكية ويسمونها (Geysers) .

ويصح لنا أن نبين مناطق التوزيع الجغرافى لهذه الحلقة النارية بشئ من التفصيل ، ولنبدأ بأمريكا الجنوبية ، فنجد أن هذه الحلقة تبدأ من أقصى جنوب القارة حيث جبال الأنديز العظيمة الارتفاع فى شيلى ، وهى تمتد من خط ٤٣° جنوباً حتى ٢° شمالى خط الاستواء ، أى من أقصى شيلى إلى كيويتو (Quito) ، وتمتد بمحاذاة ساحل المحيط الهادى الشرقى . ومع أن هناك براكين كثيرة خامدة إلا أن الهزات الزلزالية فى هذه المناطق كثيرة الحدوث عند السواحل أو فى قاع المحيط ؛ والذى يساعد على حدوث تلك الهزات أن هناك مرتفعات جبلية شاهقة مثل بركان (Antuco) الذى يبلغ ارتفاعه ١٦,٠٠٠ قدم ، وإلى جانبها أعماق سحيقة مما يجعل هناك عدم استقرار أو توازن فى قشرة الأرض ، كما أن العروق البركانية توجد بكثرة هناك ، ويسمون بركان (Rancagua) الصغير باسم « استرمبولى المحيط الهادى » ، لأنه يلفظ اللحم باستمرار ، ومعظمها من صخور

الأوبسيديان (Obsidian) ، وقلما تمر سنة دون حدوث زلزال في شيلي ، وقد لاحظ ذلك العالم الألماني (Von Bych) .

وتتعرض جبال الأنديز في أثناء حدوث الزلازل إلى انهيارات ثلجية من الجبال ، لا سيما في بيرو وبوليفيا وإكوادور ، حيث تخرج مع الطين وتسمى (Moya) .

وتتد الزلازل أيضاً في أمريكا الوسطى ، ومنطقة بنما ، والمكسيك ، حيث توجد عدة مخروطات بركانية ضخمة مثل

(Tuxtla) و (Popocatepte Orizaba) وجورولو (Jurullo)

وكولوما (Colima) ، وكل هذه تشير إلى حداثة التكوين الجيولوجي للمكسيك ، وبالتالي تعرضها للهزات الأرضية . ثم

نجد أيضاً شبه (California) جزيرة كاليفورنيا التي بها كثير من البراكين الخاملة مثل (Hooker) ، وكثير من العيوب

الأرضية مثل كسر (San Andrea) ، ونجد الزلازل أيضاً تكثر في

جبال روكي وكاسكيد حتى كلومبيا البريطانية (Columbia) ،

حتى تصل إلى ألسكا في الشمال (Alaska) ، فنجد أيضاً كثيراً

من البراكين الضخمة مثل مكنلي وسان إلياس (Saint Elias)

وهي خامدة ، ومثل بركان (Katmai) الثائر ؛ وتتمد الحلقة

النارية في جزر ألوشيان (Aleutians) حيث توجد براكين بحرية

كثيرة نشيطة ، ثم في جزيرة سخالين حيث توجد براكين خامدة ، ثم نجد الجزر اليابانية ببراكينها الثائرة مثل آسو (Aso) وآساماياما (Asamaya) وغيرها ، وهي أكثر البلاد العالم عرضة للهزات الزلزالية ، ثم تمتد الحلقة إلى جزر الفليبين حتى تصل إلى جزر أندونيسيا التي تكثرت بها البراكين الثائرة مثل (Bromo) وسيمرو (Semero) وغيرها ، ولا سيما في جزيرة جاوه (Java) وتنتهي الحلقة عند الجزيرة الشمالية لنيوزيلندا .

٢ — أما المنطقة الثانية العالمية التي تكثرت بها الهزات الأرضية ، والتي يعتقد بوخ (Von Buch) الألماني أنها خطيرة وأن خطورتها لا تقل عن الأولى ، فهي المنطقة التي تمتد من جزر الهند الغربية (West Indies) حيث توجد بعض سلاسل الأنديز الالتوائية في تلك الجزر المتفرقة ، وتشمل جزر المارتينيك (St. Lucia St. Vincent) وسان دومينجو ، وجزيرة جاميكا (Jamaica) وبورتويكو وهاتي وجزر الأنتيل (Antille) والبحر الكاريبي ، ويمتد الخط حتى منطقة جزر ماديرا حيث يوجد بركان (Teneriff) ، ثم جزر آزورس وكناري في المحيط الأطلسي الشرقي ، ثم يمتد في منطقة البحر المتوسط الغربي لا سيما جنوب أسبانيا والبرتغال وجبال الجزائر ومراكش وجنوب

إيطاليا حيث بركان فيزوف المشهور ، و بركان استرمبولي البحري (Stromboli) وجزر ليباري ، وجزيرة صقلية حيث يعرض أكبر مخروط بركاني في أوروبا كلها ، وهو بركان إتنا (Etna) الذي يزيد ارتفاعه عن ١٠٠٠ قدم ، ثم نجد سواحل بحر الإديراتيك الشرقية عند يوجوسلافيا ، وجزر أيونيان ، واليونان ، وجزر بحر أيجه ، لا سيما بركان سانتورين (Santorin) الغارق ، ثم ساحل آسيا الصغرى الغربية ، وخليج أزمير (Izmir) ، وهضبة الأناضول التركية نفسها . وجزيرة قبرص ؛ ثم يمتد الخط شرقاً حتى يصل إلى لبنان وسوريا حيث أخذود نهر الأردن الذي به شقوق أرضية ، ثم يمر الخط بغرب إيران في جبال كردستان ، ويمر بباكستان وأفغانستان ، حتى يصل إلى شبه جزيرة كاثياوار ، ثم إلى سفوح الهملايا الجنوبية ، وخليج البنغال ، ثم يستأنف سيره إلى برما (Burma) والهند الصينية والصين حيث هضبة (Ordos) حتى اليابان ؛ وعندئذ يلتقي بمنطقة الحلقة النارية السالفة الذكر عند جزيرة فرموزا (Formosa) . أما في الكتلة الآسيوية فهناك منطقة معرضة أيضاً لخطر الزلازل يجدر ذكرها وهي تمتد من جبال القوقاز غرباً حتى بحيرة آرال (Aral) وبحر قزوين ، كما لاحظ ذلك العلامة (Engelhardt) .

أما بحيرة بيكال (Baikal) في سيبيريا فتوجد بها انكسارات سلمية (Step Faults) كما لاحظ ذلك الجيولوجي الألماني (Von Kober). أما الأستاذ (Pallas) فيقول إنه لاحظ في رحلاته العديدة في منطقة أرمينيا (Aremnia) ومنطقة بحر أزوف (Azof) والقرم أن هذه المنطقة بها انكسارات كثيرة ، وأنها عرضة للهزات الزلزالية من آن لآخر لأن التربة هناك ليثة رخوة ..

أما مناطق غرب أوروبا حيث توجد دول العالم الكبرى مثل إنجلترا وفرنسا وألمانيا وبلجيكا وهولندا والدنمارك والسويد والنرويج فهي غير معرضة كثيراً لخطر تلك الهزات أو الذبذبات الزلزالية ، لا سيما الضعيفة منها ، وإن كانت في بعض الأحيان تتباها بعض الهزات الخفيفة (vibration) أو هزات أرضية سطحية (earth tumours) فقط من تأثير حدوث العواصف والأعاصير (Cyclones) التي يشتهر بها غرب أوروبا من الناحية المناخية ، أو من تأثير تلك البؤرة الزلزالية التي قد يتأثر بها غرب أوروبا ، وهي بؤرة جزيرة إيسلندا التي يعرف عنها أنها جزيرة بركانية مكونة من الطفوح البركانية ، وبها بركان (Hecla) المشهور ، كما يوجد بها كثير من النافورات الحارة (Geysers) التي تشبه كثيراً نافورات الولايات المتحدة الأمريكية ، وإن كانت هذه

تعتبر أقدم نسيباً من ناحية التركيب الجيولوجي ؛ ولذلك وجدنا هذه الجزيرة مصدر زلزال للمحيط الأطلسي الشمالي وموجات من غربه قد تحدث عند حدوث الزلازل مما يؤثر في غرب أوروبا
بالطبع

الباب الرابع

الزلازل التاريخية

من قبل ميلاد المسيح إلى القرن السابع عشر

جاء في بيان عن الزلازل التاريخية للأستاذ المشهور (Mallet) الإحصائي في الزلازل أنه قد أحصى كثيراً من الزلازل فوجد أنه قد حدث منها قبل ميلاد المسيح ٥٨ زلزالاً في مدة ١٧٠٠ سنة، وكانت العنيفة منها ٤ زلازل .

ومن ميلاد المسيح إلى أواخر القرن التاسع حدث ١٩٧ زلزلة ، وكان الجنيف منها ١٥ . ومن القرن التاسع إلى القرن الخامس عشر حدثت ٥٣٢ زلزلة كان منها ٤٤ زلزالاً عنيفاً .

ومن القرن السادس عشر إلى الثامن عشر حدثت ٢٨٠٤ هزة منها ١٠٠ هزة عنيفة .

ومن القرن التاسع عشر إلى منتصفه حدثت ٣٢٠٤ هزة أرضية بعضها عنيف .

ويقال إن هناك مدينة بإيطاليا خسفت الأرض بها سنة ١٤٥٠ ق . م . وحولتها إلى بحيرة .

وفي سنة ٢٨٥ ق.م. حدثت زلازل في جزيرة ينبون اليابانية فتكونت بحيرة طولها ٧٣ ميلاً وعرضها ١٢ ميلاً بسبب انهيار الأرض.

وفي سنة ٢٢٤ ق. م. حدثت زلزلة في جزيرة رودس طوحت بصنمها المشهور على القرى ، وهو من النحاس وارتفاعه ١٠٥ قدم ، وكانت السفن تدخل الميناء بين قاعدتي قدميه .

وفي سنة ١٠٧ ق م . توالى الزلازل على بلاد الصين .

وفي سنة ٦٣ ق . م . حدث زلزال مدمر قرب مدينة بومبي هوكو لا يوم ؛ ومن أشد الزلازل التي حدثت في الشرق زلزال أنطاكية سنة ١٥٥ ، وأعظمها زلزال ١٠ مايو سنة ٥٢٦ م الذي قلب المدينة وطمر تحت أنقاضها كثيراً من الأبنية العظيمة من بينها كنيسة القديس إستفانوس ، وهلك ٢٥٠ من أهلها ، وتوالى الزلازل عليها حتى هجرها أهلها نهائياً .

وفي سنة ٥٥١ م عمّت الزلازل شواطئ سوريا ولبنان من أرواد حتى صور ، وكان أشدها في مدينة بيروت الزاهية ، فهدمت كثيراً من مباهجها وانتقل علماءها إلى صيدا .

وفي سنة ٥٥٧ م زلزلت القسطنطينية فهدم جانب من كنائسها ومات ألوف تحت الأنقاض .

وفي سنة ٧٤٧ اشتدت الزلازل في فلسطين وسوريا وتركيا

فهدم فيها أكثر من ٥٠٠ قرية وخرج أهل الشام إلى العراق .
ولم ينقض القرن الثامن حتى زلزلت الأرض في مصر زلزلاً
عنيفاً سقط منه رأس منارة الإسكندرية المشهورة .

ثم انتابت الزلازل بلاد الهند سنة ٨٩٣ فأهلكت ١٨٠,٠٠٠
من أهلها ، وتوالت الزلازل على العراجة فمات الكثير من أهلها
سنة ١٠٠٥ م .

وفي سنة ١٠٢٩ أصيبت دمشق وبيت الفرس بخسائر كبيرة ،
ثم توالت على خراسان وخوزستان في إيران سنة ١٠٥٢ . وهناك
جبل انشطر شطرين بقرب مدينة أردشان .

وفي سنة ١١٣٩ خربت مدينة حلب بسبب تلك الزلازل التي
امتدت أيضاً إلى إيران حيث قتلت ١٠٠,٠٠٠ نفس .
وعادت الموجات الزلزالية سنة ١١٥٧ فدمرت بعض أنحاء
قيصرية وحمماه ومصر وطرابلس وأنطاكية وحلب .

وفي سنة ١١٨٨ اشتدت الزلازل في جزيرة جاوة وسومطرا ،
وفي سنة ١٥٠٩ زلزلت القسطنطينية فهدم منها جزء آخر .
وفي سنة ١٥٣١ أصيبت إسبانيا والبرتغال بزلزال مروعة أهمها
زلزال لشبونة الذي هدم منها كنائسها .

وفي سنة ١٦٨٨ حدثت زلازل في جبال البرانس وتحول

بسببها جبل إلى بحيرة .

وفي سنة ١٦٨٨ زلزلت مدينة أزمير وانفصل جزء منها وأصبح جزيرة . وهذه الجزيرة ما زالت موجودة حتى الآن .

الزلازل التاريخية

أولاً : زلازل القرن السابع عشر :

جاوة سنة ١٦٩٩ : في ٢٥ يناير سنة ١٦٩٩ تعرضت جزيرة جاوة إلى ٢٠٨ هزة أرضية فانهارت منازل عديدة في بتفيا، وبدأ بركان سلاك يثور وغير نهر مجراه نتيجة لتقلصات أرضية عنيفة فبدأ يفيض، وقد مات فيه كثير من الأسماك نتيجة للطين الذي اختلط بمياه النهر، كما مات كثير من الحيوانات كالقروود والغزلان والتمور في الغابات نتيجة بلحرف التيار لها، وحتى التماسيح اختفت نتيجة للغازات والطين، ويعتقد بعض العلماء أن هناك تلالاً قد انهارت نتيجة لهذه الزلازل على جانبي النهر .

كيوتو سنة ١٦٩٨ :

حدثت هزات أرضية عنيفة في كيوتو على ساحل المحيط الهادى بأمريكا الجنوبية وثار بركان كارجيرا (Carguairoga)

وبدأت الحمم المصحوبة بالطين تنزل من فوهته ، ثم تهشمت بعض جوانبه ، كما لاحظ ذلك الجغرافي الكبير فون همبولد (Von Humboldt) .

صقلية سنة ١٦٩٣ :

تعرضت جزيرة صقلية لزلزال عنيفة في ١١ يناير سنة ١٦٩٣ راح ضحيتها ما يقرب من ١٠٠,٠٠٠ شخص كما يقول الأستاذ الإيطالي (Vicentino Bonjutus) ، وظهر كثير من الشقوق قرب مدينة كاتانيا (Catania) .

الملايو سنة ١٦٩٣ :

تعرضت جزيرة سوربيا (Sorea) الصغيرة التي بها بركان كبير لهزات أرضية ثم بدأ البركان يدخن ويثور وينفجر بشدة وبدأت الفوهة تسقط ثم انهار جزء منه وتلاه آخر ، وهكذا حتى تحولت الجزيرة - كلها إلى بحيرة من الحمم فاضطر الأهالي إلى الهرب إلى الجزيرة المجاورة المسماة باندا (Banda) خوفاً من الهلاك.

جزيرة جمايكا سنة ١٦٩٢ :

تعرضت الجزيرة إلى أشد زلزال عرف في القرن السابع عشر فقد أصبحت الأرض كالورق المقوى ونتج عن ذلك شقوق

كبيرة بلغت أكثر من ٣٠٠ شق أو كسر ، وفي هذه الشقوق ابتلعت الأرض كثيراً من السكان حتى إن رؤوس كثير منهم بقيت بعد الزلزال فوق سطح الأرض ، ونتيجة لهذا الزلزال الخفيف هبط الميناء المسمى (Port Royal) بمقدار ٤٨ قدماً تحت سطح الماء ، كما أن السفينة المسماة (Swan) رؤيت معلقة فوق أحد المنازل .

أما الأستاذ (La Beche) فيعتقد أن سبب هبوط الميناء يرجع إلى أن الطبقات الرملية المقامة عليها المدينة لم تكن تكفى لتحمل الزلزال .

ويعتقد الأستاذ (Sir Sloan) أن الجبل الأزرق ، وكثيراً غيره من الجبال ، تصدعت ؛ كما أن سفوح الجبال الخضراء الجميلة أصبحت مقفرة جرداء خالية من النباتات وكثيراً من الأخشاب جلبتها الأنهار من الغابات إلى ساحل المحيط ، وكان ازدياد سرعة الأنهار نتيجة طبيعية للهبوط الذي صحب القشرة الأرضية بتأثير الزلازل .

ثانياً : زلازل القرن الثامن عشر :

سنستعرض هنا الحوادث التي حدثت نتيجة للزلازل العنيفة

فى العالم منذ القرن الثامن عشر ؛ وهذه هى بعض الزلازل الكبرى التى أصابت العالم فى هذه الفترة .

أمريكا الوسطى فى يونيو عام ١٧٧٣ :

أصيبت مدينة جواتيمالا بزلزال مخرب حولها إلى أكوام من التراب ، وحدثت بها شقوق كبيرة ، على أن هذه المدينة التى كانت غنية يوماً ما أخذت تستعيد مجدها القديم بعد ذلك حتى وصل عدد سكانها إلى ٤٠,٠٠٠ .

جزيرة جاوة سنة ١٧٧٢ :

فى عام ١٧٧٢ ثار بركان باباندايونج (Papandayong) ثوراناً كبيراً اهتزت له الأرض وفرّ الأهالى بعيداً عنه، واستمر هذا الثوران العنيف حتى انهار جزء من هذا البركان الكبير الذى يبلغ حجمه ١٥ ميلاً طويلاً و ٦ أميال عرضاً ، وكان لهذا الانهيار البركانى أثر فى ٤٠ قرية صغيرة فقد هلك منها أكثر من ٢٩٥٧ شخصاً عدا الخسائر فى محاصيل النيلة والقطن والبن ، وقدر الخبراء أن القمة نفسها نقص ارتفاعها من ٩٠٠٠ قدم إلى ٥٥٠٠ على أنه قد ظهرت له قمة أو فوهة أخرى جديدة بدل القديمة ، وفى هذه الأثناء تعرضت الجزيرة لعدة هزات أرضية .

القوقاز في سنة ١٧٧٢ :

تعرضت منطقة بشتاو (Beshta) في جبال القوقاز إلى هزة أرضية عنيفة انهار على أثرها تل يسمى (Metshuk) في هاوية بين الجبال الصخرية نتجت من تأثير الزلازل .

سان دومينجو سنة ١٧٧٠ :

اهتزت مدينة سان دومينجو كلها نتيجة لزلازل عنيفة ، ونهدم جزء كبير منها ، ثم خرجت من باطن الأرض غازات سامة من عدة نافورات ، وقد أدت هذه الغازات إلى نشر مرض لم يعرف بعد ، فمات كثير من الأهالي ، وهرب الباقون من الجزيرة فأصبحت مقفرة من أهلها .

كولومبيا سنة ١٧٦٦ :

في ٢١ أكتوبر سنة ١٧٦٦ شعر أهالي بلدة كومانا (Cumana) بهزات أرضية ثم ما لبثت أن تركت الزلازل في كراكاس (Caracas) وخليج ماراكيبو على ضفاف نهر كسانار والأوونوكو ، وحدثت شقوق كبيرة في جبل (Paurari) هذا وقد اهتزت جزيرة ترينداد هزة عنيفة ، واختفت جزيرة صغيرة سقطت تحت النهر في حوض الأورينوكو. أما في منطقة

(Point del Gardo) فقد ارتفعت الأرض وانشقت قرب قرية ماتورين (Maturin) كما لاحظ ذلك الجغرافي الكبير فون همبولت عند زيارته لأمريكا الجنوبية .

الهندستان سنة ١٧٦٢ :

اهتزت مدينة شيئا جونج في البنغال هزة عنيفة في ٢ أبريل سنة ١٧٦٢ وقد انبعثت من الأرض غازات كبريتية وطين وماء . وفي منطقة باردافان (Bardovan) جف نهر آما في الجهة المسماة (Barcharru) ، فقد استقر ٢٠٠ شخص بمواشيم في قاع الأرض . ومن المعروف أن ٦٠ ميلا مربعاً من شيئا جونج قد اختفت من الوجود ، وفي نهاية هذا الزلزال لاحظ الجيولوجيون أن جبل (Mug) قد انخفض كثيراً عن ذى قبل ؛ والسبب في ذلك يرجع إلى أن التربة في البنغال تربة لينة رخوة ، كما لاحظوا أن بركانين صغيرين قد ظهرا من تلقاء نفسيهما في منطقة (Secta Cunda) ، وقد تابعت الهزات حتى بلغت كلكتا أخيراً في هذه المدة .

لشبونة سنة ١٧٥٥ :

في أول نوفمبر عام ١٧٥٥ تعرضت مدينة لشبونة عاصمة

البرتغال لأعنف زلزال عرف في هذه الفترة من الزمان ، ففي مدة لا تزيد على ٦ دقائق هلكت المدينة وطغت عليها موجة هائلة من المحيط ، وقتل أكثر من ٦٠,٠٠٠ في حين كانت أصوات كصوت الرعد تمر تحت الأرض ، وقد اهتزت معظم جبال البرتغال المتاخمة للساحل مثل (Cintra, Marvan) ، وقد ظهرت شرارات كهربية في الجبال لا تعرف حقيقتها ، ويقدر الأستاذ الكبير فون همبولت (Von Humboldt) أنه نتيجة لهذا الزلزال العنيف اهتزت مساحة من الأرض لا تقل عن مساحة أوروبا كلها ، فقد لوحظ أن الهزات الزلزالية أثرت في جبال الألب والسويد ، وشمال ألمانيا وغابة تورينجيا ، وفي غرب المحيط الأطلسي اهتزت جزر المارتنيك وبربادوس حيث تغير لون البحر وصار أسود مع زيادة في ارتفاع موجات المد حتى وصلت إلى ٢٠ قدماً ، ومن الغريب أن هذه الهزة العنيفة قد وصل تأثيرها حتى بحيرات كندا . وفي مراكش هلك من جراء هذا الزلزال قرية عدد سكانها ٨,٠٠٠ نسمة .

وكان من نتيجة هذا الزلزال العنيف أن هبط حاجز كبير رخامي في المدينة المنكوبة لشبونة بما كان عليه من بشرتحت قاع البحر ، وقد فسر الأستاذ (Sharpe) الجيولوجي أن هذا الزلزال

حدث في صخور العصر الثالث (Tertiary) فقط في منطقة الطين الأزرق المقامة عليها المدينة ، أما الصخور الجيرية القديمة والبالزلية فلم تتأثر مطلقاً . وفي بريطانيا ظهرت آثار هذا الزلزال الخفيف : ففي بحيرة لوك في إسكتلندا فاضت مياه البحيرة بدون سبب ظاهر ، وعلى ساحل إسبانيا عند ميناء قادس ارتفع موج البحر إلى ٦٠ قدماً ، وفي جزر ماديرا ارتفعت مياه المحيط إلى ١٥ قدماً وعمّ الدمار الجزيرة ويعتقد الأستاذ (Michell) أنه لا بد من حدوث انخفاض أو هبوط في قاع المحيط بسبب هذا الزلزال العنيف ، لأن الأدلة كلها متوفرة على وجود منطقة تولدت منها غازات حارة تحت قاع البحر كان لها أثر كبير في حدوث الانفجار وزيادة تأثير الزلزال . ولقد كانت سرعة الهزات الزلزالية في هذا الوقت ٢١ ميلاً في الدقيقة ، أما الأستاذ (Mallet) الإحصائي في الزلازل فقد قال إن موجات الزلازل البحرية لها تفسير خاص وهو حدوث منطقة انفجار تحت قاع البحر ، ثم تسير الاهتزازات (Vibrations) في جميع الاتجاهات حتى تقابل أقرب ساحل ، وهناك تسير مسرعة لأن اليابس موصل جيد للهزات الأرضية أكثر من الماء .

كيوتو عام ١٧٩٧ :

في فبراير سنة ١٧٩٧ اهتزت منطقة بركان تونجارجوا (Tunguragua) التي تبلغ مساحتها ٤٠ ميلا طولا ، ٣٠ ميلا عرضاً ، وشعر بها الناس حتى نهر (Napo) في مساحة تبلغ ١٧٠ ميلاً ، وقد هدمت قرى (Onero Riobambia) واندفعت مياه لا يعرف مصدرها بالضبط أمن باطن الأرض تأتي أم من نهر ؟ وبلغت في بعض الوديان ٦٠٠ قدم ، وقد خرجت غازات سامة ولهب ودخان من بحيرة (Oniloton) وتسببت في قتل كثير من المواشى ، ثم عادت الهزات من جديد في شهر أبريل بقوة لا تقل عن سابقتها .

كومانا سنة ١٧٩٧ :

في ١٤ ديسمبر اهتزت جزر الأنتيل الصغيرة ، وقد تدمر ٤٠ مدينة كومانا (Cumana) بسبب هزات أرضية عنيفة جاءت من باطن المحيط ؛ ويفسر العلماء هذه الهزات بأنها كانت رأسية وقد تغير نتيجة لها مصب نهر (Bourdone) بسبب ارتفاع الأرض نسبياً .

كوبيك سنة ١٧٩١ :

من مذكرات الرحالة البريطاني (Bayfield) أن زلزالاً حدث في خليج سانت لورانس على بعد ٥٠ ميلاً من كوبيك . حيث تصدعت المباني وسقطت المداخن والأعمدة وتشقق الجليد فغطى سطح الأرض فكان هذا خير دليل على حدوث شقوق لمن يريد دراسة سطح الأرض والزلزال .

كاراكاس سنة ١٧٩٠ :

حدث زلزال بين بلدي سان بدرو (San Pedro) والقنطرة (Alcantra) تسبب في حدوث هبوط في قشرة الأرض نتجت عنه بحيرة جميلة يبلغ قطرها ٨٠٠ قدم وعمقها ١٠٠ قدم ، وقد كانت قبل ذلك جزءاً من غابة (Aripas) ، وقد تكدست أغصان الأشجار المتينة فوق سطح البحيرة الناشئة .

صقلية سنة ١٧٩٠ :

تعرضت سواحل صقلية الجنوبية في سنة ١٧٩٠ إلى ٧ هزات عنيفة كان من نتائجها أن انخفض الساحل بمقدار ٣٠ قدماً ، وظهرت شقوق انبعث منها غاز كبيرتي .

جاوة سنة ١٧٨٦ :

في منطقة (Batur) بجاوة حدث ثوران بركانى نتيجة اهتزازات أرضية ، ثم انشقت الأرض الرخوة وابتلعت سكان القرية المسماة (Jampang) كما يقول الأستاذ (Dr. Horsefield)

اليابان سنة ١٧٨٢ :

في جزيرة نيبون الصغيرة ثار بركان (Asama Yama) في أول أغسطس وألقى حممه في النهر المسمى (Yone Garva) فبدأت مياهه تغلى وتنفور وتكتسح البلاد المجاورة ، وقد ابتلع هذا الزلزال بعض القرى والخلجان المحيطة .

كلابريا سنة ١٧٨٣ :

تفرد هذه الزلازل بظاهرة غريبة هي ظاهرة التتابع ، فمذ سنة ١٧٨٣ حتى سنة ١٧٨٦ وهي تحدث من آن لآخر ؛ ومن حسن حظ الباحثين أن كلابريا قريبة من أوروبا وسهالة الدراسة بعكس أمريكا الجنوبية البعيدة ، وقد سجل عدد الهزات في سنة ١٧٨٣ وحدها فبلغ ٩٤٩ هزة أرضية منها ٥٠١ هزة من الدرجة الأولى .

وقد فحص الكونت أبولوتي (Ippolito) الإيطالى هذه المنطقة وأمر بعض الرسامين برسم الشقوق والانكسارات. ولما فحص الجغرافى المشهور (Sir Hamilton) هذه الجهة اعتقد أن هذه المناطق التى اهتزت وتشققت كانت من نوع التوفا البركانية (Volcanic Tuffa)، وهذا رأى صحيح، ولكن الأستاذ دولوميه (Dolomieu) الجغرافى الفرنسى لم يوافق على ذلك، وقال إن كثيراً من هذه الصخور به رواسب بحرية وليست من التوفا، وإن المنطقة الجنوبية من كلابريا تتكون من طبقات سمىكة من الطفل والحجر الجيرى كالموجود فى صقلية، وتتخللها طبقة من الرمال، وهى ترجع للعصر الجيولوجى الثالث (Tertiary) لاحتوائها على محارات البحر الأبيض.

جزر إيونيان فى سنة ١٧٨٣:

جاء فى مذكرات الأستاذ الإيطالى (Vivenzio) أنه فى ٢٦ مارس سنة ١٧٨٣ أصيبت جزر زانتى (Zanté)، (Cephalonia) بزلزال عنيف، وتصدعت المباني، ومات عدد كبير من السكان، كما استمرت الهزات فى كلابريا على نشاطها طوال هذه المدة. وإذا أخذنا مثلاً مدينة (Oppido)

مركزاً فإننا نجد أن النشاط السيسموغرافي كان في دائرة بلغ قطرها ٢٢ ميلا حول هذه المدينة ، وقد اهتزت السلاسل الجرانيتية ، الممتدة من الشمال إلى الجنوب في كلابريا اهتزازاً عنيفاً . ويقول بعض الباحثين إن الهزات التي جاءت من الغرب إلى الشرق أثرت في الطبقات العليا ، ثم في منطقة الإيصال بالقواعد الجرانيتية ، ولكن دولوميه يخالفهم أيضاً فيقول إن التفسير ليس كذلك ، وإنما هو كالاتي : « من المعروف أن جبال الأبتين تتكون من صخور صلبة جرانيتية مغطاة بطبقات من الشست الميكائي والطفلي ومن صخور أحدث منها ، وسفوح هذه الجبال مجرداء شديدة الانحدار ، وفي أسفلها تمر طبقات حديثة رملية من الطفل والطين ممتزجة بمحارات بحرية ؛ ولا شك أن هذه الرواسب البحرية نتيجة تحلل الجرانيت ؛ وسطح هذه الطبقات الحديثة التي ترجع إلى الزمن الثالث (Tertiary) تكون سهل كلابريا المنبسط ما عدا أجزاء الوديان الضيقة التي نحتها الأنهار الجارية أو السهول ، ويبلغ عمقها ٦٠٠ قدم ، وعلى جوانب هذه الحوائق يشاهد بعض الانزلاق في الصخور نتيجة للزلال ، وقد ترزحت هذه الحوائق قليلا عن أماكنها . »

ويقول الأستاذ مالت (Mallet) في كتابه « ديناميكا

الزلازل « : إن الموجات الزلزالية إذا انتقلت من وسط غير مرن ، مثل الطين والطفل والرمل ، إلى وسط صلب ، مثل الجرانيت ، فإن سرعتها تختلف وتزيد عند مرورها في الجرانيت ، ففي الحالة الأولى : حالة مرورها في طبقات غير مرنة — تولد تيارات أو موجات مضادة على سطح الأرض ، أما في الحالة الثانية فإن هذه الموجات تمر بسهولة ولا تحدث شيئاً .

ويقول الأستاذ الإيطالي جريبالدى ، ويؤيده السير هاملتون ، إن أرضفة مسينا في صقلية قد هبطت بمقدار ١٤ بوصة تحت سطح البحر من تأثير زلازل كلابريا .

وقد كان لزال كلابريا المشهور عام سنة ١٧٨٣ أهمية كبرى بين العلماء في دراسة جيومورفولوجية الجبال وظهور الشقوق الأرضية (Fissures) والكهوف والعيوب (Faults) والبحيرات الصغيرة (Caldera) وانزلاق الوديان الجبلية وغيرها من مظاهر سطح الأرض .

زلازل القرن التاسع عشر

سوريا سنة ١٨٣٧ :

في يناير سنة ١٨٣٧ تعرضت سوريا وأكثر بلاد الشام لزلازل عنيف شمل منطقة تبلغ ٥٠٠ ميل طولاً ، و ٩٠ ميلاً عرضاً ؛ وقد هلك من جراء ذلك ٦٠٠٠ نسمة ، كما حدثت شقوق كثيرة في الجبال ، وظهرت نافورات ساخنة في بحيرة طبرية .

شيلي سنة ١٨٣٧ :

تعرضت مدينة فالديفيا (Valdivia) في ٧ نوفمبر سنة ١٨٣٧ إلى زلزال عنيف ؛ وكانت إحدى السفن قد خرجت في عرض البحر بقيادة الكابتن (Coste) ، فشعر البحارة أن المحيط قد انقلب من شدة الهزات ، وهشم جزء كبير من السفينة ؛ ولما عاد هذا الربان إلى المنطقة نفسها مرة ثانية بعد سنتين عند جزيرة (Lemus) من أرخبيل كونس (Chonos) وجد أن قاع المحيط قد ارتفع أكثر من ٨ أقدام ، ووجد محارات فوق الصخور التي

برزت ولم تكن موجودة . وقد جاء أنه في سنة ١٨٣٥ حدثت زلازل عنيفة أيضاً في شيلي ، لا سيما عند ميناء (Conception) حيث لاحظ الكابتن (Fitz Roy) الذي كان مكلفاً برسم الساحل رسماً طبوغرافياً وقتئذ ، أن أمواج البحر قد انحسرت عن الساحل تاركة أرضاً جافة ، وقد أيد ذلك تقرير كتبه الأستاذ الكبير داروين . والأستاذ (Caldcleugh) جاء فيه أن سلسلة الجبال في شيلي من الشمال إلى الجنوب في مساحة ١٥٠ ميلاً قد تأثرت بالهزات الأرضية ، وأن بركان أوسورنو قد ثار ، وأن الجزيرة المعروفة باسم (Juan Fernandez) التي تبعد ٣٦٥ ميلاً عن ساحل شيلي ، أصيبت بزلازل عنيف أصابها بخسائر فادحة كما ثار بركان من البراكين الغارقة تحت الماء في منطقة (Bacaloo head) ، وهي منطقة عمقها لا يزيد على ٦٩ فاطوماً ، واستمر البحر يشع أنواراً في الجزيرة طوال الليل . ويقدر عدد الهزات من ٢٠ فبراير إلى ٤ مارس بـ ٣٠٠ هزة أرضية .

أما جزيرة سانتا ماريا (Santa Maria) الصغيرة فيقول (Fitz Roy) إنها قد ارتفعت من جنوبها ٩ أقدام . ولوحظ أنه في يوم ثوران بركان أوسورنو كانت الهزات على أشدها مما يبين العلاقة بين الظواهر الزلزالية والبركانية .

جزيرة إسكيا (Ischia) سنة ١٨٢٨ :

تعرضت جزيرة إسكيا الصغيرة في خليج تايلي لزلزال عنيف دمرها تدميراً . وقد لاحظ الأستاذ (Covelli) أن الينبوع الساخن المسمى ريتا ازدادت درجة حرارته وأخذ يثور قبل حدوث الزلزال .

بوجوتا سنة ١٨٢٧ :

أصيب سهل بوجوتا في نوفمبر سنة ١٨٢٧ بأضرار جسيمة من جراء الزلازل ، كما أصيب نهر مجدلينا بطوفان موع اكتسح البلاد ، وانبعثت غازات كبريتية (Sulphurous) قتلت برائحها الأسماك .

وقد قاست مدينة (Popayan) الواقعة على بعد ٢٠٠ ميل في الجنوب الغربي من بوجوتا - كثيراً من هذه الزلازل ، فظهرت شقوق كبيرة في حي (Costa) وقد عم الذعر بسبب سقوط أمطار غزيرة شاذة في هذا الوقت ، فعم الطوفان سهل بوجوتا كما ثار بركانان صغيران في سلاسل جبال الأنديز .

فلباريزو سنة ١٨٢٢ :

لاحظ الرحالة الألماني (Dr. Meyen) أن الساحل ارتفع
٤ أقدام ، لا سيما عند (Copiapo) نتيجة لزلزال سنة ١٨٢٢ .
ويؤيد ذلك الأستاذ (Freyer) الذي زار معظم أمريكا الجنوبية
فهو يقول إن الارتفاع كان أكثر من ذلك ويبلغ ١١ قدماً ،
وقد كان هذا الارتفاع في الداخل أكثر من ذلك ، وتقدر
المنطقة التي ارتفعت بـ ١٠٠,٠٠٠ ميل مربع ، وهذه تبلغ $\frac{1}{6}$
مساحة بريطانيا وأيرلندا .

ويقدر الأستاذ (Lyell) حجم المرتفعات الجبلية التي
ارتفعت في شيلي منذ بدأ النشاط الزلزالي بما يعادل ١٠٠,٠٠٠
هرم من أهرام مصر ، على فرض أن كلا منها يوازي ٦ ملايين
من الأطنان .

حلب سنة ١٨٢٢ : تعرضت مدينة حلب في شمالي سوريا
لزلزال مخرب ظهرت بعده جزيرتان صغيرتان : إحداهما قرب
جزيرة قبرص ، والأخرى قرب ساحل (Santa Maura) بجزر
أيونيان ، وقد ذكر ذلك الأستاذ الألماني (VonHoff) .

كششى (Cutch) « الهند » سنة ١٨١٩ : اهترت شبه جزيرة كيشتى ودلتا نهر السند فى ١٦ يونيو سنة ١٨١٩ ، وقد تخربت مدينة بوهوش (Bhooj) الواقعة فى وسطها ، ثم انتقل الزلزال إلى مدينة أحمد آباد (Ahmed abad) ، ثم إلى بونا اللى تبعد ٤٠٠ ميل عن المدينة السابقة . فى مدينة أحمد آباد سقط جامع أثرى بنى أيام السلطان أحمد وسقطت قلعة أنشار (Anjar) إلى الشمال من بوهوش ، كما ثار بركان صغير يسمى دندور (Dendour) .

وكان من تأثير الزلزال أن هبطت دلتا نهر السند ، والدليل على ذلك هبوط الأرض فى منطقة (Luckput) حوالى ١٨ قدماً كما هبطت قرية سندرى (Sindree) على ضفة السند الشرقية وفى الوقت نفسه ارتفعت الأرض فى منطقة (Ullah Bund) حيث ظهرت ربوة مرتفعة طولها ٥٠ ميلا وعرضها ١٦ ميلا .

وقد عثرفون هوف (Von Hoff) على بقايا آثار المدينة تسمى (Periplus Maris) انهارت أيام حكم الراجا (Vicramadity) بتأثير زلزال عنيف .

جزيرة سومباوا سنة ١٨١٥ :

في أبريل سنة ١٨١٥ ثار بركان (Tomboro) في جزيرة سومباوا التي تبعد ٢٠٠ ميل عن جزيرة جاوة ، وقد بدأ هذا الثوران البركاني في ٥ أبريل واستمر حتى يوليو، وكان صوت الانفجار يسمع في يومى ٧ ، ١٢ لمسافة ٩٧٠ ميلا ، ومات كثير من جراء هذا الانفجار ، فن ١٢٠٠ لم ينج إلا ٢٦ نفساً. ويقول الأستاذ رافل (Raffle) والأستاذ (Crawford) إن الأتربة التي صعدت من هذا الثوران البركاني وصلت إلى ساحل جاوة وجزر (Banda) وجزر (Amboyna) فنشرت الظلام الرهيب في منتصف النهار هناك ، وقد طغى البحر على الجزء الغربى من جزيرة سومباوا ، وشعر الأهالى بهزات أرضية عنيفة أجبرت أمواج البحر على التوغل في منطقة (Tombor) ويقدر العلماء المنطقة التي أصابها الهزات والاضطرابات بأكثر من ١٠٠٠ ميل ، وتشمل الملايو وجاوة وسومطرا وسليبيس ، وقد سجل هذه المعلومات السير رافل ؛ وحدث أيضاً أن انفجر بركان كارانج آسام (Carang Assam) في جزيرة بالى منذ سبع سنين ولكن لم يسجل ذلك إلا أخيراً .

كراكاس (Cracas) سنة ١٨١٢ :

في مارس سنة ١٨١٢ اهتزت كراكاس على أثر زلزال
عنيف ، وسمعت أصوات مخيفة ، وتحولت المدينة إلى خرائب
هلك فيها ١٠,٠٠٠ نسمة . وفي شهر أبريل انهار جبل (Silla)
وفي ٢٧ أبريل ثار بركان سان فنسنت (St. Vincent) ولفظ
حمماً كثيرة ، وسمعت أصوات من مسافة كبيرة تبلغ المسافة
بين سويسرا وفيزروف ، وظهرت شقوق كثيرة خرجت منها المياه
الساخنة ، وانخفضت المياه في بحيرة مراكيبو . وقد لاحظ
العلامة فون همبلت (Von Humboldt) أن الأرض اهتزت اهتزازاً
قوياً عند سفوح جبال الأنديز المكونة من صخور الجنبس
والميكالاردوازية أكثر من اهتزازها في السهول .

جنوب كارولينا سنة ١٨١١ :

في مدينة نيو ملريد بالولايات المتحدة الأمريكية ،
حدث زلزال عنيف كان له تأثير في تكوين بعض البحيرات
الصغيرة ، كما يذكر ذلك همبلت في كتابه العظيم « الكون »
(Cosmos) ، فيقول إن زلزال مدينة نيو ملريد خاصة جغرافية



تشقق الأرض بسبب الزلازل

إذ أنه في منطقة سهلية ليس بها براكين وبعيدة عن البراكين .
 ويخبرنا الأستاذ (Flint) الجغرافى الأمريكى الذى زار
 هذه المنطقة المسماة بمنطقة البرارى أنها غطيت بمياه يبلغ سمكها
 ٤ أقدام ، وقد تكونت بعض البحيرات التى يبلغ اتساعها
 ٢٠ ميلا في فترة وجيزة جداً ، وتكون كثير من الكهوف في هذه
 الأراضي المرنة الرخوة ، ويقر ذلك السير (Lyell) فقد لاحظ
 أن بحيرة (Eulalu) التى يبلغ طولها ٣٠٠ ياردة وعرضها ١٠٠ ياردة
 جفت في أثناء الزلازل .

جزر ألوشيان (Aleutians) سنة ١٨٠٦ :

في سنة ١٨٠٦ لاحظ العالم الألماني (Langsdorf) أن قمة
 بركانية ظهرت في جزر ألوشيان شرقى كمتشكا يبلغ قطرها
 ٤ أميال جغرافية ، ويؤيد ذلك الجيولوجى الألماني الكبير
 (Von Buch) الذى يقول إن هذه القمة التى ظهرت من تأثير
 بعض العوامل الزلزالية والبركانية اتضح بعد فحصها أنها من
 صخر (Trachtic) ؛ وفي سنة ١٨١٤ — أى بعد ذلك بثمانية
 أعوام — حدثت اضطرابات بركانية وزلزالية قرب جزيرة
 (Unalascht) في نفس الأرخيبيل ، لكن ظهر في هذه المرة جبل



أثر الزلازل في إيسلنده

عظيم بلغت قمته ٣٠٠٠ قدم عن سطح البحر . . . أليس
عجيباً أن تولد الجبال في تلك الجهات؟! .
إنه لأمر عجيب حقاً ، ولكن الهزات الزلزالية لا تؤثر في
سطح الأرض فحسب بل في قاع البحر أيضاً وليس هذا هو
السبب الوحيد ، فهناك عدة أسباب مثل تأثير تكوين اللافا
بعضها فوق بعض كما حدث في تكوين بركان جورولو
بالمكسيك .

بعض ملاحظات على زلازل القرن التاسع عشر :

لاحظنا من استعراض الحوادث التاريخية المؤلة للزلازل في القرن التاسع عشر أن أكثر جهات العالم إصابة بها كانت شيلي التي ارتفع ساحلها ٣ مرات ، وأن دلتا نهر السند انخفضت وغطى البحر عليها وأن بركان (Tomboro) ثار وهبط في جزيرة سامباوا ، وغير ذلك من الحوادث الكثيرة في مدة لا تتجاوز ١٠٠ عام ، فما بالك بالحوادث التي جرت منذ نشأت كرتنا الأرضية ؟ ! وعلى كل حال فإننا نعيش في عصر هادئ نسبياً إذا ما قارناه بالعصور الجيولوجية التي مرت بها الكرة الأرضية والتي سيأتى الكلام عليها فيما بعد .

أيسلندة Iceland عام ١٨٩٦ :

حدثت هزات أرضية عنيفة في الأراضي المنبسطة الجنوبية سببت خسائر فادحة في الممتلكات والأرواح وأكثرها بيوت المزارعين ، وتحدثت هذه الزلازل دائماً في الجهات الجنوبية الغربية والشمالية الشرقية من الجزيرة ، ويخاف السكان كثيراً من هذه الزلازل هناك ، ويطلقون عليها اسم « جاروسلكشالفتاز » (Jarcskjafar) باللغة السائدة هناك .

زلازل القرن العشرين

سان فرانسيسكو سنة ١٩٠٦ :

أصيبت مدينة سان فرانسيسكو بزلزال عنيف سبب لها الكوارث سنة ١٩٠٦ . وكانت الخسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات بسبب الحرائق التي نتجت من الأسلاك الكهربائية . وقد هلك أكثر من ٢٠,٠٠٠ نسمة بسبب هذا الزلزال المروع الذي يعتبر أكبر كارثة أصابت تلك المدينة العظيمة المطلة على ساحل المحيط الهادى ، أو الحلقة النارية (Ring of Fire) .

طوكيو ويوكوهاما عام ١٩٢٣ :

أصيبت مدينة طوكيو عاصمة اليابان وميناء يوكوهاما بأكبر زلزال عرفته الجزر اليابانية سنة ١٩٢٣ ، إذ طغى البحر عليها بعد حدوث الهزات الأرضية ، فمات كثير من السكان ، وتلفت المحاصيل ، وكثرت الحرائق ، وعم الدمار ، ويقول بعض العلماء إن الساحل الشرقى فى هذه السنة أصيب بانخفاض نتيجة لتلك الهزات الزلزالية .

الجزر اليابانية في ٢٣ ديسمبر سنة ١٩٤٦ :

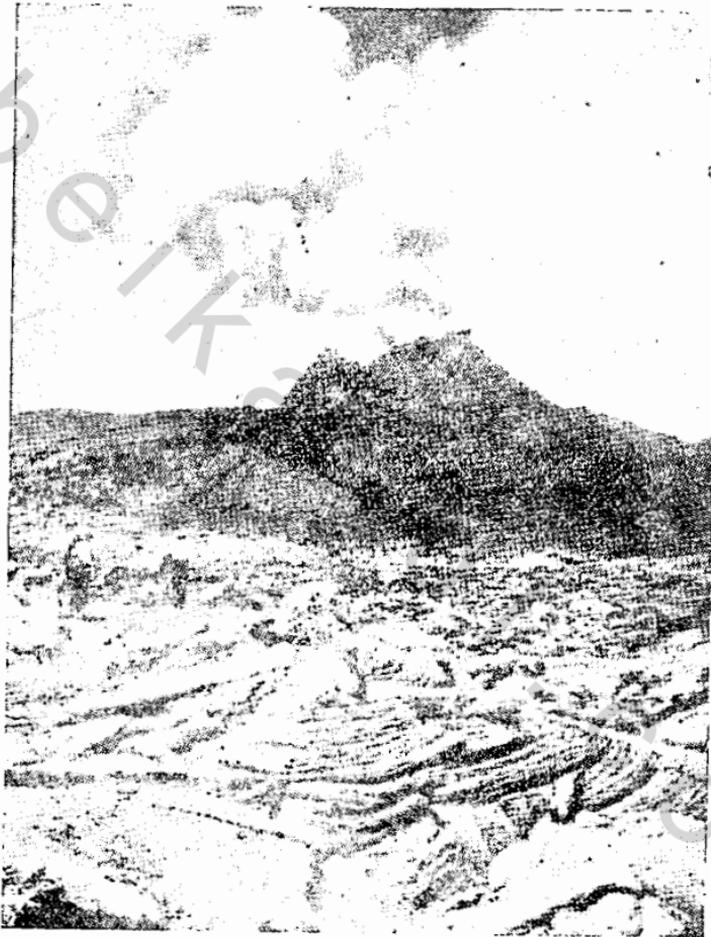
كانت الجزر اليابانية هدفاً لكارثة زلزالية في ٢٣ ديسمبر سنة ١٩٤٦ قضت على كل شيء في مقاطعة كاجاو في جزيرة شيكوكو . وقال بلاغ رسمي ياباني إن هناك أكثر من ٥٤٠,٠٠٠ نسمة صاروا بدون مأوى في مقاطعة أوكاياما ، وقد دفن أكثر من ١٦٠٠ قتيل تحت الأنقاض .

جزيرة نيوزيلاندة الشمالية ، ١٧ يونية سنة ١٩٤٧ :

اهتز الساحل الشمالى اهتزازاً عنيفاً بتأثير هزات أرضية في مدينة توكوامام ، وقد حدثت خسائر في الممتلكات .

مدغشقر في يولية سنة ١٩٤٩ :

شعر أهالى الساحل الشرقى لجزيرة مدغشقر بثوران بركانى شديد ، وخرجت الالفا البركانية بكميات كبيرة ، وكانت الأرض تهتز بين آن وآخر ، وساد الفرع أهالى الجزيرة ولجأ كثير منهم إلى العراء .



ثوران بركان فيزوف بعد حدوث عدة هزات زلزالية

جزيرة كريت ، أغسطس سنة ١٩٤٧ :
 شعر أهل جزيرة كريت بهزات أرضية عنيفة ، ولكن
 لحسن الحظ لم تحدث أضرار كثيرة .

اليونان وجزر بحر إيجه ، يونيو سنة ١٩٤٨ :
 جاء من أثينا يوم ٣٠ يونية سنة ١٩٤٨ أنه حدث زلزال
 عنيف في جزيرة ليفكاس ، وهي جزيرة من جزر بحر إيجه
 شمالي سيفالونيا ، وقد أصيبت بأضرار جسيمة من جراء هذه
 الهزات الأرضية العنيفة .

اليابان في ٢٨ يونية سنة ١٩٤٨ :
 حدث زلزال في منطقة اليابان الوسطى أعقبته عاصفة رفعت
 مياه البحر . ودامت الهزات ٣٠ ثانية ، وحدد مركز الزلزال في
 منطقة فولدى الواقعة على مساحة ١١٠ كيلو مترات من ناجويا ،
 وتدل التقارير التي جاءت من طوكيو على أن هناك ١٣٠ ألف
 نسمة ما بين قتل وجريح و ٤٠٠,٠٠٠ بدون مأوى ، وانقلب
 قطاران من قطارات الركاب ، وشبت عدة حرائق في مصانع
 الحرير :

إيران في أكتوبر سنة ١٩٤٨ :

جاء من طهران أنه حدثت زلزلة عنيفة في منطقة مشهد (Meshed) بإقليم خورسان راح ضحيتها ٢٠٠ قتيل ، وأصيب آلاف من الجرحى ، واهتزت التركستان الروسية أيضاً .

الفيليبين في أبريل سنة ١٩٤٩ :

جاء من مانيلا عاصمة الفيليبين أنه قد حدثت هزات أرضية عنيفة في ساعة مبكرة من صباح يوم ٢٥ أبريل كان مركزها جزيرة « باناي » حيث أحدثت الزلازل بعض فجوات في أرضها كما انفصلت قضبان السكك الحديدية بعضها عن بعض ، وانهار عدد كبير من المباني . وتقول الأنباء الرسمية إن ٢٥ شخصاً قتلوا في مدينتي « إيلويلو » و « جارو » من مدن جزيرة باناي حيث تحولت المباني إلى أكوام ، في حين اندفع الأهالي إلى الشوارع وقد سادهم الفرع .

وأصيبت كنيسة «أرنغالو» الشهيرة بمدينة إيلويلو بتلف كبير عندما انهار برجها ، ويرجع عهداها إلى القرن السادس عشر ، وأصيبت كاتدرائية مولو بتلف كبير إذ تداعى سقفها

وهيكلها وبرج الأجراس ، كما تهدمت كنيسة أوتون أجمل
كنائس الفلبين .

وفي مدينة كابيز اهتزت الأرض في الساعة الخامسة صباحاً ،
وتساقطت الأحجار من الكنيسة الكاثوليكية الرومانية في الشارع
الرئيسي عندما كانت تجرى مراسم القداس ، فاندفع المصلون
إلى الشارع ، وبقى القليلون ، ولم يوقف القداس . وفي جزيرة
إستورياس الواقعة إلى الجنوب من جزيرة باناي التوت قضبان
السكك الحديدية كما تلتوى شُرط المطاط ، وانشقت الأرض
من شدة الهزات ولكن أثرها كان طفيفاً في مانلا (Manilla)
التي تبعد ٢٧٠ كيلو متراً من الشمال في اتجاه جارو . وقد
ساهمت جمعية الإسعاف الفلبينية وغيرها في مساعدة المنكوبين ،
ولا سيما في مدينة إيلويلو . وتعتبر هذه الزلازل أعنف ما شاهده
الفلبين ، وقد سجلتها المراصد من شنغهاي إلى لندن . . .

الباب الخامس الزلازل والحزر البحرية

علاقة الهزات الزلزالية بالحزر البحرية :

هناك علاقة بين الهزات الزلزالية وظهور الحزر البركانية البحرية فنذ ملايين السنين يبنى البركان جبلا في قاع المحيط ويخرج من جوفه عند كل ثورة من ثوراته أكواماً من الصخور البركانية حتى تراكم الالاف ويبلغ ارتفاعها سطح المحيط ، ثم في النهاية تبرز القمة على السطح ، ومثلها جزر برمودا (Bermuda) ومولد كل جزيرة بركانية يتميز بحوادث طويلة الأمد عنيفة ، لأن قوى الأرض تعمل للإنشاء في حين تعارضها قوى البحر وقاع البحر حيث تولد جزيرة لا يزيد سمكها في مكان ما على ٥٠ ميلا في الغالب ، وهى قشرة تغطى الأرض ، فيها شقوق عميقة وأخاديد أحدثها اختلاف الحرارة والتقلص والتمدد على طول هذه الأماكن الضعيفة التى تندفع فيها الحمم البركانية المنصهرة من باطن الأرض صاعدة نحو السطح ، ثم تندفق في البحر متفجرة .

ويختلف البركان الغارق أو البركان البحري عن أخيه الأرضي في أن الأخير يرسل حممه وصخوره المنصهرة وغازاته وما إليها من جوفه إلى الجو خلال فوهته الفاغرة ؛ أما ما يقذفه البركان البحري فيلقى مقاومة بقدر ثقل مياه المحيط التي فوقه ، ولكنه برغم ضغط هذا الماء - الذي يبلغ عمقه ميلين أو ثلاثة أميال - يبني مخروطه صاعداً نحو سطح الماء بالفيضانات المتتالية والرماد الحشن تحت طائلة الأمواج ، فإن الأمواج تضعفها وتبدها مدة طويلة ، ولكنها بحدوث انفجارات جديدة ترتفع نهائياً بمخروطها في الهواء منشئة حاجزاً منيعاً من الحمم المتجمدة التي تقاوم فعل الأمواج مقاومة شديدة .

وهناك خرائط خاصة تبين مواقع الجبال البحرية ، وهي الجزر التي تكونت في أزمنة جيولوجية سابقة . وكثير من هذه الجزر برزت بفعل العوامل الزلزالية الباطنية التي تحدث تحت سطح البحر . وقد يجد ركاب السفن أنفسهم فجأة في مياه شديدة الاضطراب يخرج منها بخار ماء كثيف ، ويلوح البحر كأنه يثور أو يغلي غلياناً شديداً مرسلًا فقائيع في الجو ، وتنطلق من سطحه نافورات عظيمة في بعض الأحيان وتطفو عليه أجسام الأسماك وحيوانات الأعماق ومقادير من الرماد

البركاني وحجر الخفاف آتية كلها من أماكن الانفجار العميقة الخفية .

ومن أحدث الجزر البركانية الكبيرة في العالم جزيرة أسنشن (Ascension) في جنوب الأطلسي ، وهذه الجزيرة هي القطعة الوحيدة من الأرض الجافة الكائنة في المحيط في المسافة بين البرازيل وإفريقية ، ولم تكن جزيرة أسنشن قاحلة كما هي الآن ، إذ وجد بين حفرياتها بقايا شجرية ، ولا يعلم أحد ما أصاب غاباتها الزاهرة ، ولم يشاهد في عصورنا الحديثة مولد جزيرة كبيرة بحجم أسنشن ، ولكننا نسمع من وقت لآخر عن جزيرة صغيرة ظهرت في مكان لم يسبق وجود شيء فيه ثم تختفي ثانية بعد مضي سنة أو بضعة سنوات بفعل الهزات الأرضية . ومثال ذلك ما حدث في غضون سنة ١٨٣٠ بالبحر الأبيض المتوسط حين ظهرت فجأة جزيرة صغيرة من هذا النوع بين صقلية وساحل إفريقية الشمالية ، وكانت هذه الجزيرة كتلة من الصخر الأسود يبلغ ارتفاعها نحو ٢٠٠ قدم ، فهاجمتها الرياح والأمطار والأمواج ففقدت مادتها الإسفنجية اللينة بسهولة وتآكل جسمها بسرعة فهبطت تحت سطح الماء وأصبحت الآن سدًا أضحلًا يعرف بشعاب جراهام (Graham)

وفي المحيط الهادى - فى سنة ١٩١٣ - اختفت فجأة جزيرة « فالكون » التى تبعد ٢٠٠ ميل شرقى أستراليا ، ولكنها ارتفعت على الماء ثانية بعد مرور ١٣ عاماً عقب حدوث انفجارات شديدة وزلزال كبير ، ثم اختفت ثانية فى سنة ١٩٤٩ . وكل جزيرة بركانية مقدر عليها الفناء من بدء تكوينها لأنها تحمل فى جسمها بذور فنائها ، ولأن حدوث انفجارات جديدة وانزلاق الأرض اللينة التى تتكون منها تعمل على انحلالها . وقد تدمر الجزيرة البركانية بسرعة أو بعد عدة أجيال جيولوجية طويلة بقوى خارجية كالأمطار ومياه البحر .

وهناك جزيرة ترينداد ، وجزؤها الجنوبي مثل من الأمثلة التى تناولتها عوامل التعرية بالنحت والتغيير إلى أشكال غريبة ، وأمارات الفناء فيها واضحة ، فهى مجموعة قمم كافية فى عرض الأطلسى على بعد ١٠٠٠ ميل من الشمال الشرقى لمدينة ريودى جانيرو ؛ وقد كتب عنها الرحالة نايت سنة ١٩٠٧ يقول إن ترينداد نالها عطب شامل ، وانحلت مادتها بالنيران البركانية وفعل الماء ، حتى أخذت تنهار من كل مكان . وبعد مرور تسع سنين من زيارة نايت (Knight) لها انهار منها جانب جبلى بأكمله وكون منحدرًا عظيمًا من الصخور المنكسرة وبقايا الحمم البركانية (Volcanic Lava) .

جزيرة كاراكاتو (Karakatoa) والزلازل :

يعتبر انفجار بركان كاراكاتو في سنة ١٦٨٠ وفي سنة ١٨٨٣ أعظم الانفجارات البركانية التي حدثت في التاريخ أو شهدها الناس حديثاً ، وقبل هذه الانفجارات حدثت عدة هزات زلزالية ، ثم في ربيع سنة ١٨٨٣ تصاعد دخان وبخار من شقوق المخروط البركاني ، ثم سخنت الأرض ودمدم البركان دمدمة منذرة بالخطر ، وتعاقت الانفجارات ، فطوحت بالنصف الشمالي من المخروط جميعه ، وزاد اندفاع ماء المحيط فجأة إلى داخل الفوهة ، ولما انقشعت سحب الدخان والأبخرة ، ونبت نار السيول والصخور المنصهرة أصبحت هذه الجزيرة التي كانت تعلو بمقدار ١٤٠٠ قدم مجرد فجوة منخفضة عن سطح الماء بمقدار ١٠٠٠ قدم . وقد أدى هذه الانفجار إلى حدوث أمواج بلغ ارتفاعها ١٠٠ قدم فمحت قرى بأكملها وقضت على عشرات الألوف من الناس ، وسمع صوت الانفجارات في جزر الفيليبين وأستراليا على بعد ٣٠٠٠ ميل ، وتصاعدت إلى طبقات الجو العليا سحب من الرماد البركاني من الصخور التي تفتتت وتمزقت من قاب كاراكاتو ، وحملتها الرياح حول



مولد جزيرة بوجوسلوف Bogosloff في الألوشيان

الأرض ، فسطع بها مغرب كل بلد من بلدان العالم بلون
قرمزي جميل مدة عام .

وإن مأساة كاراكاتو كانت أعنف انفجار طبيعي شهده
الإنسان في العصر الحديث ، ومع ذلك فيلوح أنه كان نتاج

انفجار أعظم عنفاً من قبل في العصور الغابرة ؛ وعلى أية حال فإن منطقة بوغاز سندا الحالية معرض دائماً للهزات الزلزالية والانفجارات البركانية ؛ وقد نشأت جزيرة بركانية جديدة سنة ١٩٤٩ فسموها (إياك كاراكاتو) أى ابنة (كاراكاتو) .
جزر ألوشيان (Aleutians) .

توجد نيران جوفية تحت مجموعة جزر ألوشيان التي يبلغ طولها ١٠٠٠ ميل ، وقد نشأت هذه الجزر بتأثيرات تكتونية ونشاط بركاني ، ولا يعرف إلا القليل عن التكوين الجيولوجي لهذه المجموعة ؛ والظاهر أن بروز هذه الجزيرة يدل على حدوث كسر عميق في قشرة الأرض ، وفي كثير من هذه الجزر براكين نائرة وأخرى خامدة ، وكثيراً ما تظهر جزيرة هناك ثم تختفي بعد عام أو أكثر . فالجزيرة الصغيرة المسماة « بوجوسلوف » منذ اكتشافها في سنة ١٧٩٦ تغير شكلها وموضعها مراراً ، واختفت ثم ظهرت ثانية ؛ وكانت في أول عهدها كتلة سوداء من الصخر منحوتة ومصورة بأشكال غريبة . ورواد البحار وصائدو العجول حين عثروا عليها في الضباب تخيلوا وجود قلعة فيها أوحصن ولم يبق منها إلا برجين في الوقت الحاضر ومجموعة من الصخور العالية تتردد بينها أصوات آلاف الطيور البحرية.

وكلما انفجر بركانها الأصلي - وقد حصل ذلك ٦ مرات على الأقل - خرجت من المياه الساخنة كتل صخرية جديدة تصعد منها أبخرة قد يرتفع بعضها مئات من الأقدام ؛ وكل مخروط بركاني يظهر يكون - كما يقول جهاار الإخصائى فى البراكين - مكافئاً لمخروط كومة عظيمة من الحمم البركانية تحت سطح البحر ارتفاعها ٦ آلاف قدم ، ومنتجعة على قاع بحر بيرنج (Bering) حيث يتمدد من جبال ألوشيان إلى أعماق البحر .

الباب السادس

الأمواج الزلزالية البحرية

لابد لنا أن نعرف الفرق بين الأمواج البحرية الزلزالية المسماة تستونامس (Tsunams) والأمواج البحرية العادية ، وهي التي تنتجها الرياح بفعل العواصف . فالأولى تنتجها الزلازل العنيفة التي تحدث تحت البحر والمحيط ، وهي أشد خطراً من الثانية .

منشأ الأمواج البحرية الزلزالية :

أغلب أمواج « تسي نامس » — وهذا اسمها باليابانية — تتولد في أعماق خنادق أو أخاديد أرضية بالمحيط ، فخنادق ألوشيان وإسكاما البحرية قد أحدثت أمواجاً أودت بحياة كثير من البشر ، فطبيعة هذا الخندق تجعله مركزاً لتوليد الزلازل ، لكونه مكاناً للاختلال صعب الاتزان ، ولانشاء قاع البحر والتوائه إلى أسفل .

الأمواج الزلزالية وتخريب الشواطئ :

ونرى في السجلات التاريخية القديمة والحالية أن الإنسان



أمواج المد من تأثير الزلازل البحرية في بحار الصين

كثيراً ما يذكر حوادث تخريب المنشآت الساحلية بهذه الأمواج الكبيرة التي ترتفع فجأة في البحر ، ففي إحدى التسجيلات القديمة نقرأ أن الأمواج ارتفعت بطول سواحل البحر الأبيض المتوسط الشرقية في سنة ٣٥٨ م ، ثم مرت على جزر وشواطئ منخفضة ، وتركت سفناً على أسطح منازل الإسكندرية ،

وسببت غرق آلاف من الناس . وبعده زلزال لشبونة — كما ذكر في « الزلازل التاريخية » سنة ١٧٥٥ — غشيت شاطئ كادرس (Codiz) موجة يقال إنها كانت أعلى من أكبر مد بنحو ٥٠ قدماً ، وإنها ظهرت بعد حدوث الزلزال بساعة ، ثم انتشرت الأمواج الناتجة عن هذا الاضطراب في المحيط الأطلسي حتى وصلت إلى جزر الهند الغربية في ٩,٥ من الساعات .

وفي سنة ١٨٦٨ هزت الزلازل منطقة يبلغ امتدادها ٣٠٠٠ ميل تقريباً على طول شواطئ أمريكا الجنوبية ، وبعده قليل انحسر البحر عن الشاطئ تاركاً السفن التي كانت راسية في مياه عمقها ٤٠ قدماً جانحة في الطين ، ثم ارتفع الماء في صورة موجة زلزالية كبيرة ، وحمل السفن مسافة $\frac{1}{4}$ ميل إلى الداخل .

انسحاب البحر أول نذير باقتراب الموجات الزلزالية كما حدث على شواطئ هاواي سنة ١٩٤٦ .

ويعدّ انسحاب البحر من موقعه العادي مندرأً بوقوع حادث أو اقتراب أمواج البحر الزلزالية ؛ وقد ارتاع المواطنون على شواطئ هاواي في أول أبريل سنة ١٩٤٦ عندما هدا فجأة

صوت الأمواج المتكسرة ، وأعقبه سكون غريب ، ولم يدركوا أن انسحاب الأمواج المتكسرة من الشعاب المرجانية والمياه الضحلة الشاطئية كان استجابة من البحر لزوال حدث على المنحدرات الوعرة لخدق عميق عند جزيرة « يونياك » في سلسلة ألوشيان التي تبعد أكثر من ٢٠٠٠ ميل ، وأن الماء سيرتفع بعد لحظات ؛ وقد حدث أن ارتفعت مياه المحيط ٢٥ قدماً أو أكثر فوق مستويات المد العادية ، ويقول أحد الذين شاهدوا ذلك : « زحفت الأمواج التسونامية بسرعة شديدة نحو الشاطئ مصحوبة بضوضاء كبيرة ، ثم انسحب الماء من الشاطئ فكشف الشعاب المرجانية والمستويات الطينية الساحلية ، وبلغ انسحابه ٥٠٠ قدم من الخط الساحلي المعتاد ، ثم طفا الماء بعد ذلك سريعاً مضطرباً محدثاً صغيراً عالياً وزجاجة وصلباً ، وفي أماكن متعددة جرفت المنازل إلى البحر ، وفي بعض المناطق جرفت الصخور الكبيرة وكتل المسلح إلى أعلى الشعاب المرجانية ، واكتسح البحر الناس وأمتعتهم ، بيد أن بعضهم أنقذ بعد ذلك بواسطة سفن وعائمات أسقطتها الطائرات .

أما في عرض المحيط فبلغ ارتفاع الأمواج الناتجة عن زلزال ألوشيان نحو مترين ، ولم يكن من المستطاع مشاهدتها من

السفن ، إلا أن طولها كان هائلا ، فبلغ ٩٠ ميلا بين كل قمتين متتاليتين . وقد وصلت الأمواج إلى سلسلة هاواي في أقل من ٥ ساعات ، وكانت سرعتها ٤٧٠ ميلا في الساعة . وقد سجل وصول تلك الأمواج الزلزالية في طول شواطئ المحيط الهادى الشرقية وفي النصف الجنوبى من الكرة الأرضية حتى فلباريزو وشيلى على مسافة تبعد ٨٠٦٦ ميلا من مركز الزلزال ، وقد قطعها الأمواج في ١٨ ساعة . . .

وكان لهذا الحادث الخاص بفعل الأمواج البحرية الزلزالية نتيجة واحدة ميزته عن الحوادث السابقة له ، إذ جعل الناس يظنون أننا الآن قد نستطيع أن نعرف ما فيه الكفاية عن مثل هذه الأمواج وعن مسلكها ، فنستطيع تصميم جهاز تحذير يذهب بالرعب الناشئ عن الشئ غير المتوقع . وقد تعاون المختصون بالزلازل مع إخصائى المد والجزر ، فأمكن وضع نظام عملى لحماية جزر هاواي ، وذلك بإنشاء شبكة من محطات مزودة بآلات خاصة مودعة في المحيط الهادى من « كودياك » إلى « باجو باجو » ومن « بالبوا » إلى « بالو » .

وهناك طريقة - للتحذير مبنية على إصدار تحذير صوتى جديد في المحيطات الخاصة برصد الزلازل التابعة لمصلحة

الشواطئ والأرصاد بالولايات المتحدة ، يلفت النظر إلى أن هناك زلزالا حدث ، فإذا وجد أن مركز الزلزال في المحيط ، وأن حدوث مثل تلك الأمواج البحرية متوقع أرسل تحذيراً إلى مراقبة قياس المد ليراقب المختصون مقاييسهم الآلية للاستدلال على مرور الأمواج . فإذا أعلن المختصون بالزلازل في هنولولو أن زلزالا حدث تحت سطح البحر ، وأن أمواجه قد سجلتها فعلا محطات معينة ، فإنهم يستطيعون تقدير الوقت الذي ستصل فيه الأمواج إلى أى منطقة من مركز الزلزال ، وعندئذ يمكنهم إصدار تحذيرات لاسلكية إلى الشواطئ التي ستتعرض لتلك الأمواج المشتومة المتسابقة على الشر والدمار . وهكذا لأول مرة في التاريخ تنال الجهود لمنع هذه الأمواج من الانقضاض المفاجيء على الشواطئ المسكونة . وإن كان هذا لا يمنع تلك الموجات الزلزالية من حدوث تخريب في بعض الشواطئ ، لأنها تحدث مفاجأة كما تحدث بسرعة كبيرة ، وعلى هذا فمن الصعب معرفة خط سير تلك الموجات . . . نسأل الله عز وجل أن يقي عالمنا شر تلك الزلازل والهزات الأرضية العنيفة .

الباب السابع

الزلازل خلال العصور الجيولوجية

يقول الأستاذ النمساوى الكبير (Prof. Dr. Suess) فى كتابه العظيم « وجه الأرض » إن الكرة الأرضية فى تاريخها الجيولوجى الطويل تعرضت حسب نظرية « السيال والسيما » المشهورة إلى دورات (Cycles) أو هزات أو تقلصات أرضية عنيفة كانت تتمكث فى بعض العصور مدة كبيرة ، وفى بعضها مدة قصيرة ؛ ويقول إن هذا جاء نتيجة تمدد السياما (Sima) أو الماجما الأرضية نتيجة للمواد الإشعاعية (Radioactive) الموجودة فى باطنها . وقال إن هذه الدورات أو الهزات العنيفة التى شكلت معظم الجبال التى تكون وجه الأرض الحالى كانت على أشدها منذ عصر ما قبل الكمبرى (Pre Cambrian) حتى عصر البليوسين الجيولوجى ، وإن هذه الحركات الزلزالية كانت على أشدها فى الفترة التالية لمولد الكرة الأرضية عندما كانت قشرة الأرض لم تكتمل بعد من حيث التطور الجيولوجى . ويوافقه على ذلك الأستاذ الكبير (Dr. Von Stübel) الألمانى ،

والأستاذ هوج (Haug) الفرنسي . وفي الحقيقة أن كلام الأستاذ سويس (Suess) على جانب عظيم من الأهمية ، إذ أننا نستدل من دراسة الصخور والمعادن والحفريات الطباقية على أن هناك عصوراً من الهدوء وعصوراً من الثوران الزلزالي والبركاني (Revolutions) في سجل التاريخ الجيولوجي لأرضنا العجوز على حد تعبيره . والدليل على ذلك أننا نعثر في كل عصر من العصور على أنواع من الصخور البركانية والطفوح يدل وجودها على حدوث نشاط تكتوني تابع لهذا العصر الجيولوجي ، كما أن وجود الحفريات يساعد على معرفة تلك العصور المضطربة (الدورات الزلزالية) وذلك بمقارنة الطبقات الصخرية بعضها ببعض . أما المعادن فلها قيمة هامة جداً هي الأخرى ، إذ أن بعض المعادن والعروق المعدنية لا يمكن أن توجد عبثاً في بعض الجهات إلا إذا كانت هناك عوامل تسببت في حدوثها . فمن المعروف أن لبعض المعادن بلورات خاصة نتيجة للبرودة ، وأنها تصلبت بفعل حركات قشرة الأرض ، وأن بعضها الآخر تعرض لضغط وحرارة شديدة ، وهكذا . . . ويعتقد الأستاذ روزنبوخ (Rosenbuch) أن دراسة المعادن لها أهمية عظيمة في معرفة طبيعة العروق وقشرة الأرض ؛ ويقول

الأستاذ زيركل (Zirkel) إن الصخور البركانية تدلنا على مدى الثوران الطبيعي الذي حدث خلال العصور القديمة الجيولوجية التي مضت في مختلف الجهات في العالم ، وذلك بعد دراسته للبازلت (Basalt) . أما الأستاذ (Vogelsng) الجيولوجي الألماني ، والأستاذ جوزيف باريل (Barrell) الأمريكي فيعتقدان أن الصخور الرسوبية (Sedimentary rocks) هي أكثر الصخور التي تدلنا على حدوث تلك الثورانات الزلزالية والبركانية ، إذ أن الطبقات الرسوبية (Strata) يظهر فيها بوضوح أثر العوامل التكتونية لانحباس الحفريات ودفنها حية فيها فجأة ، ويظهر أن آراءهما صحيحة إلى حد كبير ، إذ يمكننا بهذه الطريقة ، وبالمقارنة ، معرفة عصور الهدوء النسبي وعصور الاضطراب وعدم استقرار قشرة الأرض . ويقول الأستاذ باريل (Barrell) إن « الركامات الرسوبية سجل عظيم من الحجر مكتوب عليه موجات التغيرات العظيمة التي حدثت خلال تلك العصور الجيولوجية السحيقة » ؛ وبالإضافة إلى معرفة عصور الاضطراب والهدوء نعرف أيضاً توزيع اليابس والماء في تلك العصور ، لأن الرواسب بعضها بحري وبعضها قاري ، وبعضها الآخر نهري وهكذا . . . فيمكننا

معرفة البيئة الطبيعية أو الجغرافية القديمة التي تكونت فيها تلك الرواسب منذ العصر الكمبرى وما قبله (Pre Cambrian) حتى العصر التاريخي .

هل للزلازل فائدة ؟

لعل هذا السؤال يحير الكثيرين من الناس الذين يعتقدون أن الهزات الزلزالية ما هي إلا أداة للهدم والتخريب والشر ، ولكن الحقيقة غير ذلك ، فإن هذه الهزات الزلزالية - كما يعتقد الأستاذ الطبيعي الألماني (Von Beck) - لها بعض الفوائد ، إذ أنها هي التي تشكل سطح الأرض وهي التي ترفع الجبال ، وتعمل الالتواءات ، وتقرب العروق المعدنية من سطح الأرض وتحدث الاضطرابات التكتونية والبركانية التي تخرج ما في باطن الأرض من معادن ثمينة إلى سطحها ، فالزلازل تظهر المعادن وتشكل طبيعة سطح الأرض ، وهذه سنة الطبيعة ، ولا بد إذن من حدوثها حفظاً للتوازن الأرضي كما سبق أن ذكرنا في الباب الثاني .

والدورات الزلزالية - كما يسميها السير آرثر هولمز (Holmes)

في كتابه العظيم « عمر الأرض » - استدل عليها من دراسة الصخور الرسوبية الطباقية ، أى التى تكون طبقات ؛ وكان أول من عرف هذه الدورات الإخوة روجرز (Rogers)، حيث لاحظوا التغيرات الكثيرة التى تعرضت لها جبال الأبالاش خلال العصور الجيولوجية السحيقة ، وهى جبال تنتمى إلى الالتواءات المعروفة باسم الالتواءات الكاليدونية والالتواءات الهرسينية . ويعتقد بعض العلماء أن الطبقات الرسوبية فى هذه الالتواءات بلغت ٨ أميال ، ثم تعرضت لعوامل التعرية التى أضعفتها . أما السير آرثر هولز فيعتقد أن هذه الدورات الزلزالية التى صحبتها حركات التواء فى قشرة الأرض (Orogenesis) كونت الجبال العظيمة الارتفاع على فترات سحيقة كالهملايا والقوقاز بآسيا ، والبرانس والألب بأوربا ، وجبال روكى والأنديز بأمريكا الشمالية والجنوبية . فقد تبين له من دراسة المواد المشعة (Radioactive matter) والصخور القديمة كالجرانيت والجنيس أن هذه الدورات - أو الثورانات الزلزالية كما يسميها - صحيحة ويؤيده فى ذلك الأساتذة جليديتش (Gleditsch) وهيلبراند (Hillebrand) وهما من كبار علماء الجيولوجيا ؛ وهذه الحركات الالتوائية - كما يلاحظ - كانت على هيئة سلاسل متصلة

بعضها ببعض . ومن الغريب حقاً أن هذة الجبال التى ارتفعت إلى أكثر من ٢٩,٠٠٠ قدم كانت فى العصور الجيولوجية أحواضاً بحرية تتجمع فيها الرواسب البحرية من الكتل القارية المتاخمة لها ، وقد ثبت ذلك علمياً بواسطة الحفريات البحرية الكثيرة التى وجدت داخل هذه الصخور ، ولا سيما فى تلك الصخور الرسوبية التى تتكون من طبقات بعضها فوق بعض وهذه الصخور الرسوبية هى التى يوجد بها البترول الذى تكون نتيجة للضغط والحرارة على الكائنات البحرية الصغيرة التى كانت تعيش فى تلك البحار ، فقد عملت الثورات الزلزالية على الالتواء فى قشرة الأرض وبدون سابق إنذار ، فأنحسبت تلك الحيوانات والنباتات ، وتحولت بواسطة العصر (Squeeze) إلى سائل أسود سرعان ما تسرب فى مسام الصخور ، وهذا السائل الأسود هو البترول ، فكأن الحركات الزلزالية لها الفضل أيضاً فى حدوث البترول وفقاً لنظرية فون إنجلر (Dr. Von Engler) عن تكوين البترول ، وهى ما تعرف بالنظرية العضوية (Organic theory) ، أى التى ترجع البترول إلى أصل حيوانى ونباتى ، وهى النظرية المسلم بها فى الوقت الحاضر ، ويجدر بنا أن نعرف المزيد عن هذه البحار أو الأحواض العظيمة التى

كانت موجودة في العصور الجيولوجية ، وقد أطلق الأستاذ هال (Hall) اسم « جيوسينكلين (Geosyncline) على تلك الأحواض العظيمة ؛ وهذه الأحواض العظيمة ترسب بها الرواسب على مدى ملايين الملايين من السنين ، وتعتبر هذه المناطق ضعيفة بالنسبة لما يجاورها من الكتل الصلبة القديمة ذات الصخور النارية والبلوتونية ، ومن ثم كانت أول حركة زلزالية أو تكتونية تحدث تكون في هذه المنطقة الضعيفة المعرضة لحركات قشرة الأرض . وعلى هذا الأساس كانت هذه الأحواض نواة السلاسل الالتوائية العظيمة التي حدثت في العالم ، كما أن العروق والطفوح البركانية (dykes) تكثرت بها .

ومن أشهر الأمثلة على هذه الأحواض القديمة في العصور الجيولوجية بحريتيثس (Tethys) العظيم الذي تحول في عصر الميوسن (Miocene) النائر إلى سلاسل من الجبال الالتوائية ارتفعت إلى أعلى ، وهذه السلاسل لم ترتفع مرة واحدة أو على دفعة واحدة ، ولكنها كانت ترتفع ثم تنخفض ، ثم ترتفع في فترات أخرى من هذا العصر النائر ، وكانت مصحوبة بسدود (Dykes) وطبقات من اللافا البركانية في بعض المناطق ، كما هو الحال في جهات آسيا وحوض البحر الأبيض المتوسط . والبحر الأبيض

المتوسط هو الباقي من بحر تيتس العظيم كما يقول الأستاذ الجغرافي البريطاني الكبير جريجورى (Gregory) .

الدورات الزلزالية :

تمكن الأستاذ سيدر هولم (Sederholm) الفنلندى من معرفة الدورات الزلزالية التى قال بها الأستاذ هولمز بعد دراسته لصخور المنطقة القديمة جداً فى فنلندا ، وهى المعروفة «بفينوسكانديا» (Fennoscandia) أو الدرع البلطى (Baltic shield) ؛ وقد خرج من دراسته للصخور النارية المتبلورة التابعة لعصر ما قبل الكمبرى إلى أن هناك حركات زلزالية (Orogenic cycles) قد أثرت فى طبيعة الصخور لا سيما فى الجرانيت (Granit) ، والميجماتيت (Migmatite) ، والبيجماتيت (Pegmatite) .

وهذه الدورات حدثت على الوجه الآتى :

١ - نورفيجوساميان (Norwegosamian)

٢ - سفيكوفينيان (Svecofenian)

٣ - جوثوكارييليان (Gothkarelian)

وهذه هى أقدم الدورات الزلزالية التى عرفها العالم ، فهى تابعة لعصر ما قبل الكمبرى والكمبرى الجيولوجى ، وتقدر

مدتها بما يقرب من ١٠١٥ مليون سنة إلى ٨٢٥ مليون سنة .
ولذلك فهي تسمى بالحركات الأولى « أو الزلازل الأولى » في
تاريخ الكرة الأرضية . وتظهر هذه الدورات في صخور جنوب
إفريقية ومنطقة كاتنجا أيضاً ، وكذلك في لبرادور والدرع
اللورنسي بأريكا الشمالية (Laurentian shield) ثم تأتي
الحركات أو الدورات الزلزالية الأخرى المسماة بالدورات
الكليدونية (Caledonian) وهي ترجع إلى فترة تتراوح ما بين
٥٠٠ مليون سنة و ٣١٠ مليون سنة ، وقد حدثت في أواخر
العصر الكمبري وأوائل الديفوني (Devonian) ؛ ومن نتائجها
جبال كثيرة في أسكتلندا أو جنوب النرويج وفي الأبالاش
في أمريكا الشمالية . ثم تأتي الدورات الهرسينية (Hercynian) وهي
ترجع إلى فترة يقاربها هولز بفترة تروح بين ٣١٠ مليون سنة
و ١٩٠ مليون سنة ؛ وإلى هذه الحركات الباطنية ترجع جبال
وسط أوروبا وألمانيا وتشيكوسلوفاكيا وفرنسا ، وقد حدثت هذه
الحركات من العصر الديفوني حتى العصر المسمى البرمي (Permian)
ثم حدثت حركات زلزالية تسمى بالحركات الألبية
(Alpine) في عصر الميوسين ، وتقدر ب ١٩٠ مليون سنة ،
وتتنمى إلى هذه الحركات الحزر اليابانية وجبال أندونيسيا

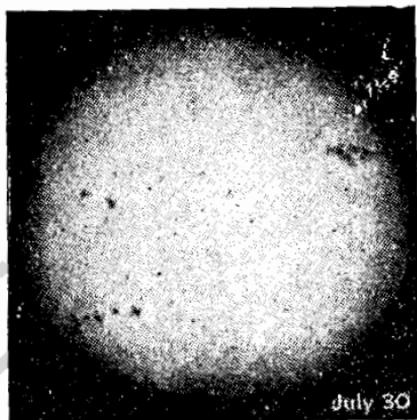
ومرتفعات روكي وألسكا وجزر ألوشيان وجبال الأنديز ، وكذلك مرتفعات الهملايا في وسط آسيا وجبال إيران وأفغانستان وكردستان وتركيا والجبال المحيطة بحوض البحر المتوسط في اليونان وإيطاليا ويوجوسلافيا وإسبانيا والمغرب والجزائر وتونس ولبنان وجزر الهند الغربية وجبال الألب والبرانس ومرتفعات التاي ويايلونوي وستاتفوي بالاتحاد السوفيتي ، وجبال كاسكيد بكندا ، ومرتفعات نيوزيلنדה . وتعتبر هذه الحركات أحدث الحركات في قشرة الأرض ولذلك تعتبر هذه الجهات من الحلقات النارية الموجودة بقشرة الأرض والمعرضة للهزات الزلزالية من آن لآخر ، والتي تكثر بها أيضاً البراكين والفوالق والانكسارات والشقوق (Fractures) والعيوب الأرضية (Faults) .

ولا بد للقارئ أن يلاحظ أن هذه الجهات بها أعلى جبال العالم ولا بد له أن يتصور أيضاً أن ارتفاعها عند ما ظهرت منذ مليون سنة كان ثلاثة أمثال ارتفاعها الحالي ، ولكن عوامل التعرية عملت على تآكلها ، ولا يزال الجغرافيون يعتبرونها في دور الشباب بالنسبة لتلك الجبال التابعة للدورات القديمة كالكليدونية والهرسينية وغيرها .

الباب الثامن

البقع الشمسية والهزات الزلزالية

نحن نعرف أن شمسنا العظيمة أكبر من الكرة الأرضية بمليون و ٣٠٠,٠٠٠ مرة ، وهذه الشمس تتكون من غازات أهمها الهيدروجين والهليوم ، وهي مصدر الحياة والحرارة على سطح كرتنا الأرضية ، ومن ثم كان لها شأن عظيم في الطبيعة الجيوفيزيكية لكونها الأرضي ، وهناك ما يعرف باسم ظاهرة البقع الشمسية وهي عبارة عن بقع صغيرة أو كبيرة قائمة تظهر على سطح الشمس الغازي اللامع من آن لآخر ، وتكثر أحياناً وتقل أحياناً أخرى ، وقد عكف كثير من علماء الفلك على دراستها لما لها من أهمية وعلاقة بالظواهر الطبيعية على سطح الأرض كأنوار الفجر القطبي « الأورورا » (Aurora) والزلازل والهزات الأرضية وانفجار البراكين والأعاصير المكهربة وغيرها.. ومن هؤلاء العلماء الفلكيين الأساتذة سيكي (Seccki) وزولنر (Zollner) وشواب (Schwab) وهرشل (Herschel) وهيجنز (Higgins) ويونج (Young) وإسكيا باريلي (Schiaparrelli) . وقد تبين هؤلاء



البقع الشمسية عند ما حدثت في ٣٠ يوليو سنة ١٩٤٦
(حسب المرصد البحري الأمريكى)

العلماء من دراستهم للبقع الشمسية أنها عبارة عن مناطق من سطح الشمس تكثر بها الأعاصير الاستوائية كما على سطح الكرة الأرضية ، ولكنها تفوقها في المساحة والقوة بملايين المرات ، وتشع هذه البقع الشمسية كثيراً من الكهارب والإلكترونات . وبعض هذه البقع يستمر أسابيع وبعضها الآخر لا يتعدى يوماً واحداً ، ومنها ما يبلغ قطره ٣٠ ألف ميل ومنها ما يبلغ أكثر من ذلك ، وقد لوحظ عام ١٨٥٨ أن هناك بقعة شمسية يبلغ قطرها ١٤٣ ألف ميل ، أى أنها أكبر من قطر الأرض بـ ١٨٠

مرة وبعض العلماء أمثال الأستاذ دي لاريه (Dela Rue) يعتقد أن البقع ليست أعاصير شمسية هائلة ولكنها مناطق مجوفة من سطح الشمس ، ولكن هذا الرأي غير مقبول من العلماء حتى الوقت الحالى .

أما الأستاذ الألماني فوجل (Dr. Vogel) فيقول إن الإشعاعات الناتجة من هذه البقع سببها تحطم ذرات الهيدروجين وتحوله إلى هليوم ؛ وقد أثبت ذلك بدراسته للطيف الشمسى . وقد اتفق رأى العلماء الفلكيين فى الوقت الحالى على أن درجة حرارة هذه البقع هى 4500°م فقط ، فى حين أن درجة حرارة سطح الشمس هى 6000°م .

نظرية ولف (Wolf) :

وهناك نظرية علمية هامة تقول إن هناك علاقة وثيقة بين الاضطرابات الشمسية والإشعاع الناتج عنها إلى جو كرتنا الأرضية ، وبين الظواهر الزلزالية والبركانية وغيرها من الظواهر الطبيعية العنيفة على الأرض . ويقول الدكتور ولف (Wolf) من برلين إن هذه البقع لها نهاية تقل فيها ثم تكثر من جديد ، وحدد لها مدة ١١ سنة - وفى بعض الأحيان ٩ سنوات . ويعتقد

أنه في خلال هذه المدة تكون هناك نهاية عظمى للبقع ونهاية صغرى ، وأن لها التأثيرات على المواصلات اللاسلكية والمغناطيسية والكهربية الجوية ، فتكثر مشاهدة الشفق القطبي والأعاصير العنيفة في سنين الزيادة (Maxima) أو سنين البقع الشمسية ، وكذلك الحركات الزلزالية وتفجر البراكين والظواهر الشاذة .

ويوافق على ذلك الأستاذ الروسي شستينوف (Chestenov) من موسكو ، فيقول إن أسباب الاضطرابات الجيوفيزيكية التي على سطح الأرض تتعلق بوصول موجات الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس ، وخاصة في سنين البقع الشمسية ، حيث تزيد الحساسية والكهارب ، وهذه الموجات الخفية تسير بسرعة فائقة قدرها ١٨٦,٠٠٠ ميل في الثانية ، أي تقطع المسافة بين الشمس والأرض في ٦٠ ساعة ؛ ويقول أيضاً إن الشمس تدور كل ٢٧ يوماً تقريباً ومن ثم تتكرر هذه الاضطرابات الأرضية .

ولإي أويد آراء الأساتذة ولف الألماني وشيستينوف الروسي في هذه النظرية الشمسية ، وذلك لأن آراءهما صحيحة إلى حد كبير وتتفق مع ما لاحظته خلال المدة الواقعة بين عامي ١٩٤٦ و ١٩٤٩ ، وهي سنين الزيادة فعلا في النشاط الإشعاعي

الشمسى والبقع الشمسية ، فلاحظت أن هناك نشاطاً مماثلاً في الظواهر الطبيعية الأرضية الخاصة مثل حركات زلزالية وهزات أرضية عنيفة وموجات مد في البحار وانفجار بعض البراكين وكثرة الأعاصير المكهربة وظواهر طبيعية شاذة وفيضانات في جهات ، يقابلها جفاف في جهات ، وكثرة النيازك والشهب ، وشدة البرودة وشدة الحرارة عن معدلاتها المألوفة ووجود الذبذبات المناخية في الطقس .

وقد لاحظت عدة حوادث ومظاهر حدثت بالفعل بعد رؤيتي للبقع الشمسية بثلاثة أيام أو أكثر ، وهنا يصح أن أذكر بعض ملاحظته في خلال المدة بين أعوام ١٩٤٦ و ١٩٤٧ ، ١٩٤٨ ، ١٩٤٩ ، حتى عام ١٩٥٠ .

فعندما ما حدثت بقع شمسية يوم ٢٥ سبتمبر سنة ١٩٤٦ — حسب ما جاء في بيان إذاعة مرصد جبل ولسون المشهور بأمريكا — انقطعت المواصلات اللاسلكية والتلغرافية في الولايات المتحدة ، وثار يوم ١ أكتوبر سنة ١٩٤٦ بركان سترمبولي ((Stromboli)) الموجود في جزر ليباري (Lipari) بالبحر الأبيض المتوسط بإيطاليا والمسمى (ببارومتر البحر المتوسط) ، فقد انفجر هذا البركان الذي يبلغ ارتفاعه ٢٥٠٠ قدم

عن سطح البحر ، واستمر ثورانه أكثر من ٣٠ ساعة صب فيها طفوحه البازلتية في البحر ، ثم جاء يوم ٢ أكتوبر فحدث زلزال قرب جزيرة كريت وعلى بعد نحو ٦٤٠ كيلومتراً شمالى غرب مرصد حلوان .

ثم ظهرت البقع الشمسية مرة أخرى في ٢١ ديسمبر سنة ١٩٤٦ حسب ما أذاع راديو نيويورك ، وفي هذه المرة كانت تأثيراتها عنيفة ، فقد وقعت هزات أرضية عنيفة جداً تحت سطح المحيط الهادى على مسافة ٦٢ ميلا من ساحل اليابان فأثارت ٦ موجات هائلة من المد البحرى (الأمواج الزلزالية) طغت على المناطق الجنوبية والوسطى من الجزر اليابانية ، وقد شعر الأهالى بالهزات الزلزالية تجرى في الجبال والسهول وفي المدن والقرى الداخلية ، وتوغلت هذه الموجات البحرية الزلزالية مسافة ٥ أميال في الداخل كما وصلت تأثيراتها إلى البحر الداخلى لليابان ، وكان من نتائج هذا الزلزال المخيف أن دمر ٣٦٨٦ منزلاً و ٢١ مصنعاً و ١٤٠٠ قارب صيد ، وبلغ عدد القتلى ١٥٠٠ والمفقودين ٨٨٢٢ ؛ ثم حدثت هزات أرضية أخرى يوم ٢٣ ديسمبر سنة ١٩٤٦ أحدثت أضراراً في مقاطعة كاجاو ، وأصبح ٥٥٠,٠٠٠ بدون مأوى في مقاطعة (أوكاياما)

فى شبه الجزيرة المواجهة لجزيرة شيكوكو اليابانية .

وفى يوم ٢٤ فبراير سنة ١٩٤٧ جاء من معهد الطبيعيات الجغرافية بروما أن بركان إتنا (Etna) المشهور فى جزيرة صقلية والذى يبلغ ارتفاعه ١٠,٩٠٠ قدم ، وهو أكبر مخروط بركانى فى أوروبا كلها ثار لأول مرة منذ سنة ١٩٢٩ ، واستمر الدخان يندفع إلى أعلى وظهرت طفوحه البازلتية الحارة وهى تنزلق إلى الأرض المجاورة بسرعة ٢١٠ أقدام فى الساعة ، وعلى جبهة طولها ٤٥٠ قدماً ، وقد نتج من هذا الثوران الحديد فوهة أخرى داخل الفوهة القديمة ؛ وكان أول ما لوحظ سحب الدخان واللهب المتصاعدة من السفح الشمالى للبركان بين منطقتى تيمبوروسا (Timporosso) وكاسياتور (Cacciator)، وقد أخلت قريتى راندازو (Randazo) وبيكيارو من سكانهما بسبب الالافا والحمم المتدفقة .

ثم ظهرت البقع الشمسية مرة أخرى فى ٨ مارس سنة ١٩٤٧ حسب بيان الأستاذ مارشال الأمريكى من معهد فيلادلفيا ، وقد جاء فيه أن المواصلات اللاسلكية قد تعذرت فى كثير من جهات الكرة الأرضية نتيجة للاضطرابات المغناطيسية التى تجمعت من حدوث الإشعاع المنبعث منها ، وقد قدر اتساع

إحدى البقع من ٧٥,٠٠٠ ميل إلى ٨٠,٠٠٠ ميل ؛ وقد قيل وقتئذ إن هناك احتمالاً لحدوث اضطرابات طبيعية عنيفة على سطح الأرض .

ثم توالى الأعاصير والزوايع العاتية على العالم في هذا الشهر حتى فوجئ العالم بزلزال آخر في لوس أنجلوس (Los Angeles) وجنوب كاليفورنيا في ١٠ أبريل سنة ١٩٤٧ ، وقد تأثرت بهذه الهزات مدينة سان دييجو (San Diego) الساحلية وكذلك مدينة فينكس (Phoenix) بولاية أريزونا (Arizona) التي تبعد ٣٥٠ ميلاً عن لوس أنجلوس ؛ ثم جاء من بتافيا بجزيرة جاوة في نفس اليوم ، وهو ١٠ أبريل سنة ١٩٤٧ ، أن بركان كراكاتوا (Karakatoa) المشهور الواقع بين جزيرتي جاوة وسومطرا من جزر الهند الأندونيسية ، قد بدأ يستأنف نشاطه ، ولكن على نطاق ضيق لحسن الحظ . وكان هذا البركان قد ثار سنة ١٨٨٣ وسبب هلاك ٣٠ ألف شخص ، وأحدث موجة مد هائلة قيل إن قوتها قدرت بما يفوق القنبلة الذرية ١٠٠٠ مرة ! ...

وفي يوم ١٣ مايو سنة ١٩٤٧ حدث زلزال في جزر أيونيان ، وبلغ القتلى ٣ والجرحي ٣٠ ، وتهدمت بعض المنازل والكنائس في تلك الجزر الصغيرة .

وفي ١٣ يونية سنة ١٩٤٧ وقعت هزة أرضية في منطقة سان فرانسيسكو ، لكنها لم تكن عنيفة .

وفي ١٧ يونية سنة ١٩٤٧ اهتز الساحل الشرقى لجزيرة نيوزيلندة الشمالية اهتزازاً عنيفاً سبب هزات أرضية سقطت بسببها المداخن في مدينة توكوهام وتكسر زجاج النوافذ ومواسير المياه في خليج تولاجو .

وفي أواخر أغسطس سنة ١٩٤٧ جلا عن مدينة قسطنطينية بالجزائر أكثر من ٧٠ ألف نسمة ، وذلك على أثر زلزال عنيف جداً استهدفت له المدينة مدة يومين ، وتوفي ٣٠ وأصيب ٤٠٠ بإصابات بايعة ، ووصفته الدوائر العلمية في باريس بأنه زلزال مروع .

أما في سنة ١٩٤٩ فقد كانت البقع الشمسية في دور الزيادة أيضاً ، فقد أذاع مرصد جرينتش أن البقع الشمسية قد ظهرت في ٢٠ يناير سنة ١٩٤٩ ، وأن هناك بقعتين كبيرتين تؤثران على جو الكرة الأرضية .

ثم حدث زلزال في تركيا ، وخاصة في جنوبها ، فقد شعر الأهالي يوم ٦ فبراير سنة ١٩٤٩ باهتزازات زلزالية في إستانبول فتملكهم الخوف وبدأوا يجلون عن المدينة الكبيرة .

وفي يولية سنة ١٩٤٩ حدثت انفجارات بركانية عنيفة مصحوبة بأصوات كالرعد تحت الأرض في مدغشقر ، واستمرت الالفا البركانية تهدد القرى حتى اضطر الأهالى إلى النجاة بأنفسهم بالصعود إلى الجهات المرتفعة خوفاً من الطوفان ؛ وكانت أكثر المناطق التى تعرضت لها جزيرة مدغشقر هى المناطق الساحلية حيث كانت الهزات الزلزالية مصحوبة بالثوران البركانى .

وفي ٦ أكتوبر سنة ١٩٤٩ حدثت هزة أرضية عنيفة لها صوت واضح كصوت الرعد فى مدينة (Meshed) « مشهد » الإيرانية بإقليم خوراسان ذهب ضحيتها ٢٠٠ قتيل وآلاف من الجرحى ؛ وكذلك حدثت زلازل فى التركستان الروسية راح ضحيتها آلاف من القتلى والجرحى ؛ وقد سجل سيسموجراف جامعة نوردهام الأمريكية (Nordham) هذا الزلزال المروع فى وسط آسيا .

وقد جاء أيضاً من جزيرة جاوة فى ١٦ أكتوبر سنة ١٩٤٩ أن بركان سلامات (Salamat) الواقع فى جزيرة جاوة الوسطى أخذ يقذف من جوفه الحمم والأبخرة الفوسفورية الكثيفة .
ومما يذكر بهذه المناسبة أن عدد ضحايا الانفجارات

البركانية فى الجزر الأندونيسية منذ عام ١٨٠٠ بلغ ١٣٠ ألف نسمة .

وفى ١٤ مارس سنة ١٩٥٠ جاء من مرصد نوردهام بنيويورك أن آلات السيسموجراف سجلت هزتان أرضيتان عنيفتان إلى الجنوب بالقرب من الحدود المتاخمة لجمهورية إكوادور وبيرو ، ثم تابعت الهزات الزلزالية والثورات البركانية والظواهر الشاذة الطبيعية خلال عام ١٩٥٠ ، مع أنه كان من المفروض أن تنتهى هذه الظواهر الحارقة للعادة والظواهر العنيفة فى عام ١٩٤٩ .

من كل هذا يتضح مدى علاقة البقع الشمسية بحدوث الهزات الزلزالية على سطح الأرض وارتباط الظاهرتين ؛ وهناك جمهرة من العلماء المعاصرين يؤيدون هذه النظرية ، وعلى رأسهم الأستاذ الأمريكى روبرت ماكموث (R. Macmoth) والسيرسمارت (Sir Smart) والدكتور بروكس (Dr. Brooks) والأستاذ طومسون (Tomphson) والأستاذ جولى (Goly) والأستاذ مارشال (Marshall) وهمفرى (Humphrey) .

وإنى أعتقد أن هذه النظرية خرجت من الحيز النظرى وأصبحت حقيقة واقعة واضحة فى الوقت الحالى .

المراجع

1. Hershel's Astronomy
3. Illustrations Dr. Hutton.
4. Principles of Geology Lyell
5. Keith's handbook of Astronomy.
6. The Earth Jeffery's.
7. Youngs lectures on physical science.
8. Danbeny's Volcanoes.
9. Considerations on Volcanoes Scrope.
10. Iceland Sir George Machanzie.
11. The Sun Dr. Young.
12. Spectral Analysis Dr. Lockyer.
13. Physical surface of the Earth Joly
14. Physical Geology Dunbar
15. Igneors rocks and the depth of the earth. Daly.
16. Meyers Xonwertation Lexicon zum (Erdbeben).
17. Geomorphologie Lobak.
18. Das Antlitz der Erde Suess.
19. Traité de Geologie Haug (I) Vol.
20. College Physiography Tarr & Martin.
21. L'Evolution du Monde et de La Humanité.
22. The Age of the Earth.
23. Volcanic studies Anderson.
24. Radioactivity & Geology.

25. The world we live in Barnett (Life.)
26. Sir Davy's consolation in Travel.
27. Earthquakes and mountain building.
28. Alregé de Géologie Lappareat.
29. Humboldt Personal Manatives.
30. Cosmos Vol I von Humboldt.
31. Cause and Phenomena of Earthquakes Michell.
32. Ibid Vol. II.
33. History of Chili Molina.
34. Voyage to South American Vol. II.
35. Earthquakes Dynamics Mallet.
36. Pallas travels in southern Russian.
37. History of Earthquakes.
38. Ibid Dolmieu.
39. Journal of naturalist.
40. Pinkerton's voyages and travels.
41. Istoria de Fenomeni del Tremoto Nell 1783.
42. Neue Allgem. Geogr. Ephemer.
43. Macgregor Travels in America.
44. Long's Exped to the rocky mountain.
45. Raffless Java Vol. I.
46. Reine um di Erde Dr. Meyen.
47. Philosphical Transaction.
48. Der Mensch und die Erde Kraemer.
49. Géographie Seis mologique (Montessus de Ballore)
50. Earthquakes Dutton
51. „ Hobbs.
52. Characteristics of Volcanoes

53. Volcanoes Judd.
54. Hawaian Volcanoes Dutton.
55. Mont Peléc and the tragedy of the martinique
Hulprin.
56. Volcanoes of North America Russell.
57. Mount Shasta Diller.
58. Mountains Geikie.
59. Earth Sculpture.
60. Element of Geology Morton.
61. Aspects of the Earth Shaler.
62. Text book of Geology.
63. Geographical Essays Davis.
64. Japanese Earthquakes Heck Nastis Manual.
65. The Age of the Earth Holmes.

١٩٩٢ / ٩٠٣٩	رقم الإيداع
ISBN 977-02-3870-8	الترقيم الدولي

١ / ٩٢ / ٢٩٩

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)