الزلازل

إعداد

أ.د / حسام جاد الرب
أستاذ ورئيس قسم الجغرافيا
كلية الآداب– جامعة أسيوط

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

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

أسباب حدوث الزلازل:

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

وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن الزلازل تحدث نتيجة لسببين هما:

١) حدوث تشقق وتكسر في القشرة الأرضية بسبب اضطراب التوازن فيها. ويختل توازن القشرة الأرضية نتيجة لاكتساح كميات هائلة من المواد الغازية بواسطة عوامل التعرية التي تنقلها وترسبها في البحار والمحيطات.

٢) تحركات المواد الصخرية المنصهرة خلال قشرة الأرض أو أسفلها.

وقد تبين من دراسة عدد كبير من الزلازل أن بؤرة أو مركز الزلزال تختلف من زلزال إلى آخر، وبناء عليه يمكن تقسيم الزلازل من حيث مركزها عن سطح الأرض إلى ثلاثة أنواع هي:

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

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

أنواع الزلازل:

تقسم الزلازل حسب القوى التي تسببها إلى الأنواع التالية:

١) **زلازل بركانية Volcanic Earthquakes:**

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

٢) **زلازل صدعية أو تكتونية Tectonic Earthquakes:**

وهي الزلازل الناشئة عن الحركات الصدعية في القشرة الأرضية حيث تنزلق الطبقات وتتحرك على طول أسطح الصدع. وعادة ما تكون على عقد يتراوح بين 6 إلى 21 كيلومترًا تحت السطح، ومن أمثلة هذه الزلازل ما حدث في مقاطعة شتاتونج في الصين سنة 1852م، حيث تصدعت القشرة الأرضية ووصلت إلى المجرى الأدنى لنهر هوانجهو، وبذلك انتقل مصبه إلى الشمال من مصبه القديم بنحو 450 كيلومترًا.

٣) **زلازل بلوتونية Pulutonic Earthquakes:**

سميت بهذا الاسم نسبة على بلوتو إله الأرض عند الإغريق ويوجد مركزها على عمق كبير من الأرض، حيث تحدث على عمق يتراوح ما بين 240 إلى 720 كيلومترًا، فقد سجلت زلازل على عمق 800 كم في نطاق بحر أوتسك **Okhotsk** في شرق آسيا.

مركز الزلازل:

وهو الموضع الذي تنشأ فيه الهزة الزلزالية، وهو عبارة عن مركز إشعاع لانطلاق الموجات. وقد لوحظ في كل زلزال

وجود منطقة يكون الزلزال فيها على أشده. وفي هذه المنطقة توجد نقطة مركزية تنتشر منها الهزات إلى جميع الاتجاهات أفقيًا، وبما أن العلماء يفترضون أن منشأ الزلزال مصدره أعماق القشرة الأرضية فقد أطلقوا على هذا المنشأ تسمية "المركز العميق **Hypocentre**" وأطلقوا على النقطة السطحية التي تنتشر منها الهزات على سطح الأرض تسمية "المركز السطحي **Epicentre**".

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

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

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

شدة الزلازل:

تقاس شدة الزلازل أو قوتها عن طريق جهاز رصد الزلازل والذي يطلق عليه اسم السيزموجراف **Seismograph**.

وتجدر الإشارة إلى أن العالم يتعرض سنويًا لمليون هزة أرضية صغيرة بمعدل هزتين في الدقيقة لكنها تمر دون أن تحدث أضرارًا تذكر. وقد بلغ عدد الهزات الأرضية المسجلة في كافة أنحاء العالم عام 1984م نحو 10350 هزة صغيرة وكبيرة، ويتراوح الرقم الاعتيادي بين 7 آلاف و 8 آلاف هزة سنوية. ويصل متوسط الزلازل التي تحدث أضرارًا أو كوارث ما بين اثنين أو ثلاثة سنويًا، ويقدرها البعض بعشرة زلازل سنويًا.

وتعد مقاييس شدة الزلازل مقاييس وصفية، وذلك على الرغم من أنها تستخدم الأرقام الحسابية في تقدير شدة الزلازل وعلى الرغم من أن هذه المقاييس تعطي فكرة جيدة عن أثر الزلازل، إلا أنها لا تبين بصورة دقيقة حجم الزلزال نفسه، ذلك أن مدى تدمير المنشآت وتخريبها كما يعتمد على قدرة الزلزال فأنه يعتمد أيضًا على البعد عن المركز السطحي للزلزال، وعمق بؤرة الزلازل والتركيب الجيولوجي، وصفات التربة والصخور التي تمر فيها الموجات الزلزالية، وطبيعة المباني والمنشآت، والتنفيذ والمواد المستخدمة في البناء. هذا بالإضافة إلى الخبرة الشخصية للراصد نفسه (وهو الشخص الذي يقوم بتقدير شدة الزلزال في موقعه).

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

ويعد زلزال نيو مكسيكو العاصمة المكسيكية من أهم الزلازل الحديثة، وقد قدر عدد القتلى 5 آلاف نسمة وحوالي 9 آلاف جريح عدا المفقودين والمشردين. وخلال عام 1976م حدث زلزال في جوانيمالا وادى إلى وفاة 23

ألف شخص وجرح 77 ألف وشرد ما يزيد على مليون شخص، وبلغت قدرته 7.5 درجة بمقياس ريختر. وأدت الهزة الأرضية التي ضربت منطقة أرمينيا السوفيتية إلى وفاة 24 ألف شخص خلال عام 1988م، ويوم السبت 27 من شهر مايو عام 2006م ضرب زلزال كبيرة بقوة 6.7 درجة بمقياس ريختر جزيرة جاوة الإندونيسية وقد بلغ عدد القتلى 6234 نسمة و20 ألف جريح وشرد أكثر من 200 ألف شخص.

قام الكاتب بعمل حصر للزلازل المدمرة التي تعرض لها العالم عام 2005م، وذلك بالاستعانة بشبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) ونشرات الأخبار العالمية وعلى رأسها اليورونيوز **Euronews** وجد أن عدد هذه الهزات قد بلغ 10 هزات معظمها في القارة الآسيوية في جنوب وجنوب شرق وجنوب غرب آسيا وأكثر الدول تضررًا هي إندونيسيا وإيران. وفي عام 2007م تعرضت كل من باكستان وإيران لهزات أرضية بعضها مدمر. وقد توفي في هذا الزلزال في مجموعة دول جنوب شرقي اسيا نحو 275 ألف نسمة

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

وتعد محاولة عالم الزلازل بينو جوتنبرج **Beno Gutenberg**، وتشارلز ريشتر(ريختر) وقد اشتهر في الإعلام العربي باسم مقياس ريختر **Charles F.Richter** (وكلاهما من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (**CIT**) من أهم تلك المحاولات، وكان الهدف منها إيجاد مقياس مطلق لشدة الزلازل مبني على طاقتها.

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

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

الموجات الزلزالية Earthquakes:

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

1. **الموجات الأولية Primary Waves:**

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

2. **الموجات الثانوية Secondary Waves:**

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

3. **الموجات الطويلة Long Waves:**

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

التوزيع الجغرافي للزلازل في العالم :

وأهم المناطق التي تتركز فيها الزلازل في العالم هي:

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

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

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

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

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

وأحيانا ما يحدث بعض الزلازل بسبب الاستعمال الخاطئ للإنسان لمظاهر الطبيعة التي خلقها الله سبحانه وتعالى، ومحاولة تغيير هذه المظاهر مثال التجارب النووية تحت سطح الأرض، وحقن السوائل بالآبار العميقة، وتحميل القشرة الأرضية من خلال إقامة السدود وظهور البحيرات الصناعية التي تقوم بعمل ضغط وتحميل على القشرة الأرضية، وكثيرًا ما يحدث خلل في عملية التوازن الأرضي مما يؤدي إلى حدوث بعض الزلازل.

الآثار الناتجة عن الزلازل:

ينجم عن حدوث الزلازل العديد من الكوارث والتي أهمها:

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