الـــزلازل

د. عبد الله محمد العمري

الزلازل عبارة عن إهتزازات في القشرة الأرضية تحدث بمشيئة الله ثم بسبب إنطلاق وتحرر الطاقة الناتجة عن إحتكاك الصخور وتحرك الطبقات الأرضية حول الصدوع الكبيرة . كما تحدث نتيجة لعدة أسباب أخرى منها : الثورات البركانية والإختراق المفاجيء للمواد المنصهرة في باطن الأرض للأجزاء الهشة من القشرة الأرضية ، والتفجيرات النووية تحت السطحية ، وسقوط النيازك كبيرة الحجم على سطح الأرض ، وانهيارات الكهوف الكبيرة تحت سطح الأرض ، وإنشاء السدود والبحيرات الصناعية ، وضخ المياه والمخلفات داخل الآبار .

تعد الزلازل أكثر الكوارث الطبيعية تأثيراً على الإنسان لحدوثها المفاجيء ولما ينجم عنها من خسائر كبيرة على الصعيدين البشرى والمادي . ويمكن تقسيم الآثار الزلزالية إلى نوعين هما الآثار الأولية وتتمثل في حدوث حركة أرضية عنيفة يصاحبها سقوط أو تصدع المباني الضخمة والجسور والسدود والأنفاق وغيرها من الإنشاءات الصلبة ، والآثار الثانوية وتتمثل في الحرائق وانهيار الأرض وموجات البحار « السنامية » (Tasuna-mi) التي يصل ارتفاعها أحياناً إلى ١٥ متر عند وصولها للشاطيء ، والفيضانات ، وهبوط الكتل الأرضية أو صعودها ، وحدوث تغيرات إقليمية في هيدرولوجيا المياه السطحية .

اتجه المؤرخون منذ القدم إلى الإهتمام بالزلازل وتسجيل مواقعها وتواريخ حدوثها ووصف أحداثها وتقدير شدتها والأضرار الناجمة عنها ، وتطور هذا الإهتمام حديثاً حتى أصبح علماً قائماً بذاته يسمى علم الزلازل (Earthquake Seismology) خاصة إذا علمنا أن الكرة الأرضية تتعرض سنوياً إلى حوالي مليون زلزال لا يشعر الناس بمعظمها إما لضعفها أو لحدوثها في مناطق غير مأهولة بالسكان .

ولإلقاء الضوء على ماهية الزلازل وأماكن تواجدها ، فإن هذا يتطلب إعطاء فكرة مبسطة عن التركيب الداخلي للأرض وعلاقتها بالعوامل المسببة للزلازل .

التركيب الداخلي للأرض

دلت الدراسات الجيوفيزيائية على أن التركيب الداخلي للأرض ، يبلغ نصف قطر الأرض ٦٣٧١ كم ، يتالف من أربع طبقات أساس هي : القشرة والوشاح واللب الخارجي واللب الداخلي ، وتلعب هذه الطبقات دوراً هاماً في مرور وانعكاس وانكسار الموجات الزلزالية نظراً لإختلاف كثافة الصخور وتركيبها المعدني، بالإضافة إلى اختلاف درجات الحرارة والضغط مع ازدياد العمق . ويمكن توضيح خصائص كل طبقة من طبقات الأرض كما يلي :-

● القشرة الأرضية

يتراوح سمك القشرة الأرضية (Earth Crust)، شكل (١) ، بين ٢٥كم إلى ٦٠كم تحت القارات ، وبين ٥كم إلى ١٠ كم تحت المحيطات ، وتتميز صخور القشرة الأرضية بكثافتها المنخفضة وبطبيعتها غير المتجانسة وذلك لإختلاف الظروف والبيئات التي تكونت

وهكذا تتفاوت القشرة الأ
الصخرى من صخور الجرانو
في المناطق القارية والمكون
صخور البازلت المكونة لق
وتخلو القارات من صخور ال
البركانية ومناطق الضعف
التى ترتفع فيها الصهارة عم
الأرض . بينما تخلو قيعان ا
صخور الجرانيت إلا من بع
البسيطة التى جرفتها مياه ا

● الوشاح

يقع الوشاح أو السن
القشرة الأرضية ، شكل (١)
٢٨٨٠كم ، ويتكون من ه
الكثافة يدخل في تركيبه
عنصرى الحديد والمغن
بعض علماء الأرض (ال
صخور البيريدوتيت (ite
في مناطق متفرقة من العا
وتركيا وايطاليا هى ج

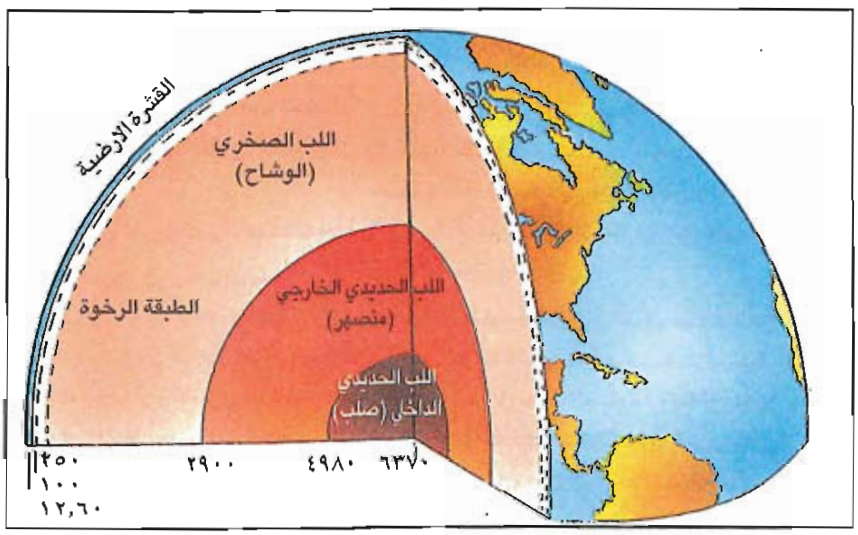
التى تتميز بلونها الداكن وكثافتها العالية ، وتتكون من البيروكسين والأوليفين اللذين تكونا تحت تأثير الحرارة والضغط الشديدين ، والتى تنتقل فيهما الموجات الزلزالية بنفس السرعة العالية التى تنتقل بها خلال صخور الوشاح .

وتتميز صخور الجزء العلوي من طبقة الوشاح بأنها في حالة شبه سائلة نتيجة للحرارة العالية التى ترجع إلى وجود بعض المواد المشعة فيها ، ونظراً للضغط الشديد الواقع فوق تلك المنطقة فإن صخورها أصبحت في حالة لزجة ثقيلة القوام تنزلق عليها الصفائح التكتونية التى تحمل فوقها القارات والمحيطات مسببة ما يسمى بالزحف القاري (Continental Drift) الذي يعد أحد الأسباب الرئيسة لحدوث الزلازل في العالم .

وقد لاحظ عالم الجيوفيزياء **موهورفيكش** (Mohorvicic) عام ١٩٠٩م إزدياد سرعة الموجات الزلزالية وتغير الصفات المميزة لها عند انتقالها من الجزء السفلى لطبقة القشرة الأرضية (وسط منخفض الكثافة) إلى الجزء العلوى من طبقة الوشاح (وسط عال الكثافة) مما يدل على أن هناك وسطاً ذو كثافة عالية وطبيعة غير صلبة تماماً يفصل بين طبقتى القشرة الأرضية والوشاح ، وقد تم تسمية هذا الوسط باسم (Moho Discontinuity) تكريماً لهذا العالم . ويختلف عمق هذا الوسط من مكان لآخر دلالة على إختلاف سمك القشرة الأرضية تحت القارات عنها تحت المحيطات .

● اللـــب

يقع اللب (Core) ، شكل (١) ، على عمق ٢٩٠٠ كم من سطح الأرض ، ويتكون من جزئين هما : اللب الخارجي (Outer Core) ويبلغ سمكه ٢٠٨٠ كم ويتركب أساساً من عنصري الحديد والنيكل في الحالة السائلة ، واللب الداخلي (Inner Core) ويبلغ سمكه حوالى ١٢٩٠ كم ويتكون من مزيج من عنصري النيكل والحديد في الحالة الصلبة .

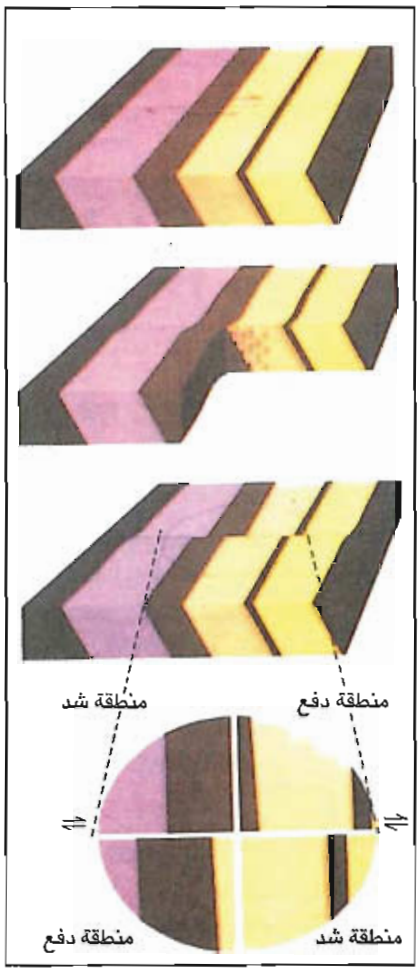


● شكل (١) التركيب الداخلي للأرض .

أسبـــاب الـــزلازل

أشار العالم **ريد** (Reid) عام ١٩٠٦م إلى أن نظرية الإرتداد المرن (Elastic Rebound) تعطى تفسيراً مقبولاً لأسباب حدوث الزلازل أثناء تكون الصدوع ، وتفترض هذه النظرية أن صخور القشرة الأرضية تتعرض إلى ضغوط وتشوهات على مدار السنين ينتج عنها قوى هائلة تتزايد مع الزمن ، وإذا زادت القوى الناتجة عن قوى الإحتكاك بين الصخور حدثت الإزاحة على جانبي الصدع ، شكل (٢) ، مسببة انطلاق الطاقة المحبوسة (على شكل زلزال) ، وذلك إما على هيئة حرارة أو موجات ارتدادية - يحاول بها الصخر الرجوع إلى وضعه الطبيعي .

وفي عام ١٩٦٢م ظهرت نظرية الألواح التكتونية (Plate Tectonics) للعالم **ألفريد وجنر** (A. Wegener) التى تفترض أن الغلاف الصخري الصلب للأرض (Lithosphere) يتألف من عدة صفائح (Plates) صخرية يتراوح سمكها بين ٧٠كم و١٠٠ كم ، شكل (٣) ، وتتكون الصفائح من القشرة الأرضية وجزء صغير من الطبقة السائلة من الوشاح ، وتتحرك الصفائح التكتونية بالنسبة إلى بعضها البعض



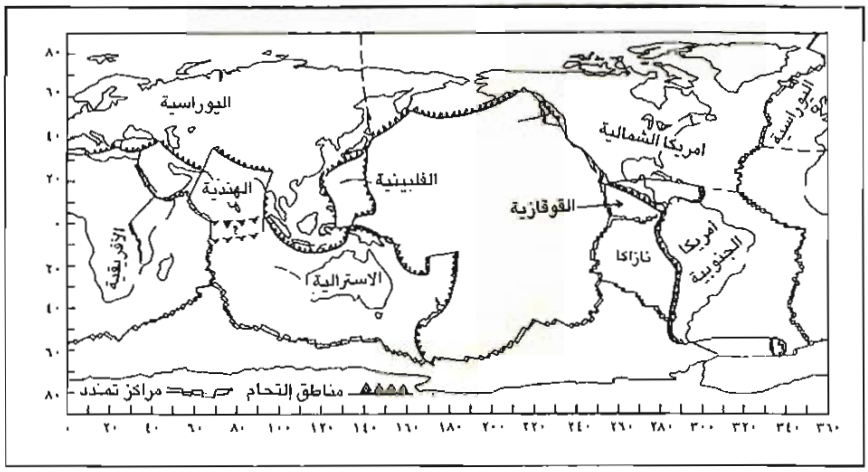
● شكل (٢) آلية حدوث الزلازل .

فوق المنطقة المنصهرة جزئياً من الوشاح العلوي والمعروفة بالـ (Asthenosphere) ، وتحدث الحركات التكتونية على طول الحدود الفاصلة بين الصفائح البنائية عند تحركها متقاربة أو متباعدة عن بعضها أو تنزلق إحداها بموازاة الأخرى مسببة اضطرابات في داخل الأرض تنعكس على القشرة الأرضية في صورة كسور واندفاعات بركانية وزلازل وحركات صعود وهبوط .

وبناءاً على نظرية الألواح التكتونية ، يمكن تقسيم حدود الصفائح طبقاً لحركة الصدوع واتجاهاتها ، شكل (٤) ، إلى ثلاثة أقسام رئيسة كما يلي : -

● مناطق تباعد الصفائح

تنشأ مناطق تباعد الصفائح (Divergence Zones) عن عملية شد ناتج بسبب تحرك صفيحتين في إتجاه معاكس عن بعضهما



● شكل (٣) الصفائح الأرضية ومناطق الإلتحام ومراكز التمدد.

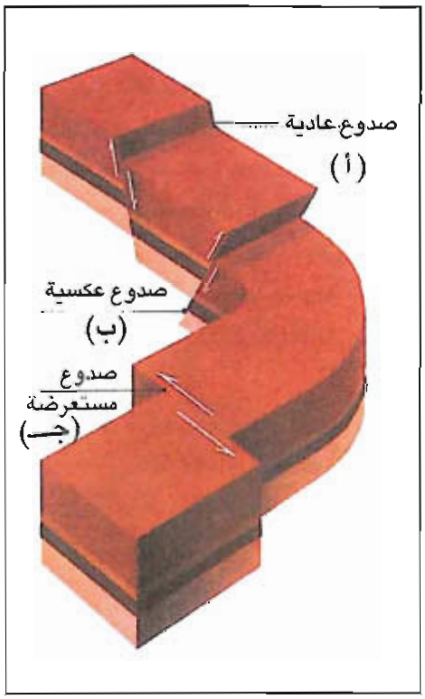
البعض مثل ابتعاد الصفيحة العربية عن الصفيحة الأفريقية وما نتج عن ذلك من نشأة أخدود البحر الأحمر. وكذلك سلاسل جبال وسط المحيط الأطلسي. وتتميز هذه المناطق بوجود الصدوع العادية (Normal Faults)، شكل (٤ ـ أ)، كما أن الزلازل التي تحدث بها ضحلة، ولا يزيد عمقها عن ٣٠كم.

● مناطق التقاء الصفائح

تنشأ مناطق التقاء الصفائح (Convergence Zones) عند تحرك صفيحتين باتجاه بعضهما البعض ليلتقيا معاً ويتصادما، ويحدث التصادم إما بين صفيحتين قاريتين أو بين صفيحتين إحداهما قارية والأخرى محيطية وتتميز هذه المناطق بوجود الصدوع العكسية (Reverse Faults)، شكل (٤ ـ ب)، ويمكن توضيح نوعي الإصطدام كما يلي :ـ

* **قاري قاري :** حيث تختلف كثافة الصخور نسبيا بين الصفيحتين، ويؤدي اصطدامهما معاً إلى تكوين منطقة من السلاسل الجبلية الضخمة والمرتفعة مثل جبال الهيمالايا في الهند، وزاكروس في إيران، وتحدث الزلازل في هذه المنطقة على أعماق متوسطة تتراوح بين ٦٠كم و ٣٠كم.

* **قاري ـ محيطي :** وهنا أيضاً تختلف كثافة الصخور بين الصفيحتين حيث تضغط إحداهما على الأخرى وتنحني الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة أسفل الصفيحة القارية الأقل كثافة، ويقطع طرف الصفيحة القارية أجزاء كبيرة من الصفيحة المحيطية عند نزولها إلى طبقة الستار مكونة سلاسل جبلية مرتفعة مثل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية والجزر الألوسية الممتدة حول منطقة آلاسكا. وتتميز زلازل هذه المنطقة بأنها من النوع العميق حيث يتراوح عمقها بين ٣٠٠ كم و ٦٥٠كم.



● شكل (٤) انواع الصدوع.

● مناطق انزلاق أو زحف الصفائح

تنشأ مناطق إنزلاق أو زحف الصفائح على شكل صدوع مستعرضة (Transform Faults)، شكل (٤ ـ جـ)، تؤدي إلى إنزلاق أو زحف صفيحتين إحداهما بموازاة الأخرى، وتتحرك الصفيحتين متماستين على جانبي الصدع محدثة تكسيراً أو تشوها في الصخور قد ينتج عنه اندفاعات بركانية وزلازل. وتحدث الزلازل في هذه المنطقة على أعماق ضحلة قد تصل إلى ٢٠كم تقريباً، ومن أمثلة هذه المناطق خليج العقبة، وصدع سانت اندرياس بولاية كاليفورنيا الأمريكية.

أحزمة الزلازل

أثبتت الدراسات الزلزالية أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين حدود الصفائح التكتونية ومناطق النشاط الزلزالي، وعلى هذا الأساس أمكن تحديد ما يسمى بالأحزمة الزلزالية، شكل (٥)، ومن أهم هذه الأحزمة حزام حلقة النار حول المحيط الهادي (The Circum Pacific Belt)، ويشمل هذا الحزام الشواطيء الغربية من أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية واليابان والفلبين حتى يصل إلى أستراليا ونيوزيلندا مشكلاً حوالي ٦٨٪ من زلازل العالم، وتعد زلازل هذا الحزام أقوى أنواع الزلازل في العالم ومنها على سبيل المثال الزلازل التي حدثت في بيرو ١٩٧٠م، وشيلي ١٩٨٥م، واليابان ١٩٢٣م، والاسكا ١٩٦٤م، وأخيراً زلزال اليابان المدمر الذي حدث في ديسمبر عام ١٩٩٤م، وتعزى تسمية هذا الحزام بحلقة النار إلى أن الزلازل التي تحدث به غالباً مايصاحبها إنبثاق بركاني مثلما حدث في زلزال كولومبيا يوم ١٤ أكتوبر ١٩٩٢م، حيث إنبثقت في اليوم التالي لحدوث الزلازل حمم بركانية على جبال الأنديز.

وهناك حزام آخر لا يقل أهمية ويمتد من الصين شرقا ماراً بجبال الهملايا ثم ينحرف إلى الشمال الغربي ماراً بجبال زاجروس ثم القوقاز إلى تركيا وشمال إيطاليا، ويعرف هذا الحزام بحزام جبال الألب (Alpide Belt) ويضم حوالي ٢١٪ من زلازل العالم، شكل (٥).

وبالإضافة إلى هذين الحزامين هناك أحزمة زلزالية أقل خطورة تمتد في خطوط شبه مستقيمة في وسط المحيطين الأطلسي والهندي تتجه شمالاً حتى تصل إلى خليج عدن وأواسط البحر الأحمر، شكل (٥).

وقد تتواجد الزلازل أحياناً في مناطق ليس لها علاقة بالأحزمة الزلزالية، حيث توجد في داخل الصفيحة ويطلق عليها الـ (Intraplate Earthquakes)، ويمكن أن يكون هذا النوع من الزلازل مدمراً بسبب عدم توقعه كما حدث في زلزال القاهرة في أكتوبر ١٩٩٢م.

الموجات الزلزالية

يتولد عن حدوث الزلازل في نقطة ما من الأرض نوعان من الموجات الزلزالية المرنة ، شكل (٦) ، تنتشر في جميع الإتجاهات مبتعدة عن موقعه ، هما مايلي : ـ

● الموجات الداخلية

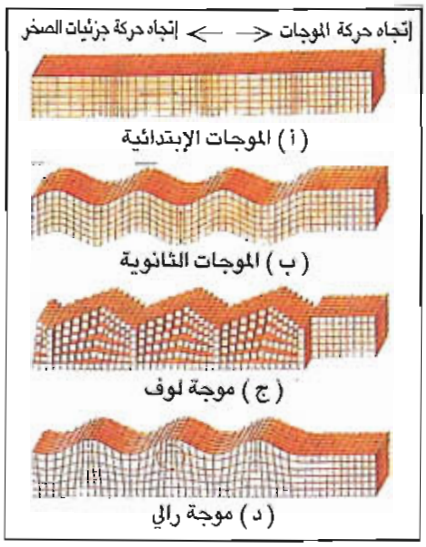
تُعرف الموجات الزلزالية الداخلية أو الجسمية (Body Waves) بأنها الموجات التي تنفذ من خلال جسم الأرض لتظهر في مناطق أخرى على سطحها ، وتنقسم الموجات الداخلية إلى نوعين هما : ـ

* **الموجات الإبتدائية** : وتسمى أيضاً بالموجات الأولية (Primary Waves - P) أو الموجات التضاغطية (Compressional Waves) ، شكل (٦ـ أ) . تنتشر هذه الموجات خلال الأجسام الصلبة والسائلة والغازية في صورة تضاغطات وتخلخلات متوالية ، وتتميز بأنها ذات ذبذبات قصيرة ، وسرعة عالية ، ولذا فإنها تصل إلى أجهزة رصد الزلازل قبل غيرها من الموجات الأخرى ، كما أنها عند وصولها إلى سطح الأرض ـ قادمة من العمق ـ يتحول جزء منها إلى موجات صوتية في الهواء يمكن للإنسان سماعها عند ذبذبات معينة (تزيد عن ١٥ ذبذبة في الثانية) .

* **الموجات الثانوية** : وتسمى أيضاً بموجات القص أو الإزاحة (Shear Waves) ، شكل (٦ـ ب) ، وتنتقل في الأجسام الصلبة فقط عن طريق الإهتزاز من جانب إلى آخر كأنها تقوم بقص الصخر أو إزاحته في إتجاه عمودي على اتجاه حركتها ، وهي ذات سرعات منخفضة ، وتصل إلى أجهزة الرصد بعد الموجات الأولية ولذا تسمى بالموجات الثانوية (Seeondary Waves - S) .

تستخدم الموجات الداخلية (الأولية والثانوية) في إعطاء صورة واضحة عن التركيب الداخلي للأرض ، وتحديد مركز الزلزال وبؤرته .

وتتوقف سرعة الموجات الأولية والثانوية على كثافة وخواص الصخور ، وعند حدوث الزلزال يلاحظ في البداية تأثير الموجة الأولية وينتج عنها إهتزاز الأشياء غير الثابتة مثل الأثاثات والأبواب والنوافذ يلي ذلك الموجة الثانوية التي تهز الأرض في الاتجاهين الأفقي والرأسي ، وينتج عنها أضرار في المباني والمنشآت.



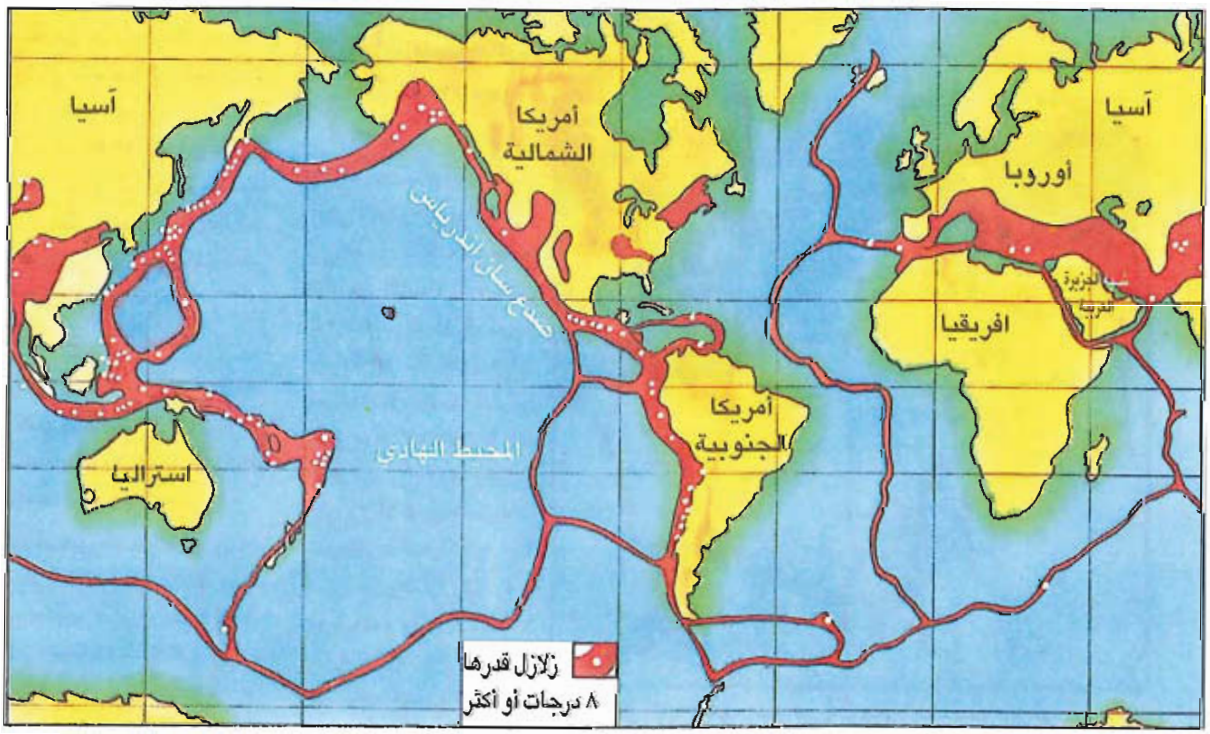
● شكل (٦) أنواع الموجات الزلزالية .

● الموجات السطحية

تعد الموجات السطحية (Surface Waves - L) الأكثر تدميراً ، وهي تنتقل على سطح الأرض دون أن تمر إلى جوفها ، وهي أبطأ أنواع الموجات الزلزالية وآخر مايتم التقاطه على أجهزة الرصد . وتقسم الموجات السطحية إلى نوعين هما :ـ

* **موجة لوف** : وتم تسميتها نسبة إلى العالم لوف (Love) الذي اكتشفها، وينتج عنها ذبذبات تشبه ذبذبات الموجة الثانوية ولكن في الاتجاه الأفقي فقط ، شكل (٦ ــ جـ) ، وهي تؤثر بصفة خاصة على أساسات المنشآت .

* **موجة رالي** : وتمت تسميتها نسبة إلى العالم السويدي (Rayleigh) الذي اكتشفها ، وهي تشبه أمواج البحر الدائرية ، شكل (٦ ـ د) ، في تحريكها للماء ، وتعمل هذه الموجة على تحريك



● شكل (٥) الأحزمة الزلزالية في العالم .

الشدة الزلزالية	القدر الزلزالي	التـــأثـيـرات الناتجة
٢ ـ ٣	٣	إهتزاز الأشياء المعلقة .
٤ ـ ٥	٤	أضرار محلية ويشعر بها من بداخل المباني .
٦ ـ ٧	٥	بعض الاضرار في المباني ويشعر بها الجميع .
٧ ـ ٨	٦	أضرار في المناطق الآهلة بالسكان وتحطم المباني العادية .
٩ ـ ١٠	٧	تحطيم المباني ، وتشققات كبيرة ، وانحناء قضبان السكك الحديدية .
١١ ـ ١٢	٨	دمار كامل ، وتحطم الجسور .

● جدول (١) العلاقة بين الشدة الزلزالية والقدر الزلزالي والتأثيرات الناتجة .

الأشيـاء في المستـويين الأفقي والـرأسي في اتجاه عمودي على اتجاه الموجة .

قيـــاس الـــزلازل

يمكن تحديد حجم الزلزال و مدى خطورته بمعرفة عاملين هما :ـ

● شـدة الـزلـزال

شدة الزلزال (Earthquake Intensity) عبارة عن تسجيل للظـــواهـــر التى تصـف درجـــة إحســاس الناس بـالإهتزازات ، ومـدى الدمـار الـذي تحدثه ، وقـد كـانت هناك عـدة محاولات لقياس شـدة الزلازل اعتماداً على حجم تـأثيرها ونـوعها . ومن تلـك المحاولات مـاقـام به عـالم البراكين الإيطـالي **ميركـالي** (Mercalli) ، عـام ١٨٨٧ م ، من وضعه مقياساً وصفيـاً مكوناً من ثمان درجات تكون الشدة الزلـزالية فيه مختلفة حسب القـرب والبعد عن بـؤرة الزلـزال ، حيث تكـون شدة الـزلزال في المنـاطق الـواقعة فـوق البؤرة أعلى منها في المنـاطق البعيدة عن البؤرة ، و قد قـام **ميركالي** عـام ١٩٣١م بتطويـر هـذا المقياس إلى ١٢ درجة كـما قـام برسم خطـوط مناسيب (Contours) تمثل الشدة الزلـزالية لكل منطقـة ، وتـربط المنـاطق التي حـدث لها نفس التشويه (Deformations) .

● القـدر الزلـزالـي

القـدر الـزلـزالي (Earthquake Magnitude) عبارة عن مقياس كمي يستخـدم في المقارنة بين الزلازل في كافة أنحاء العالم ولا يعتمد على كثافة السكان أو نوع المنشآت أو حجم الأضرار.

بـدأ إستخدام مقيـاس القـدر الزلـزالي على المستوى العـالمي عام ١٩٣١م بـوساطـة العالم الياباني **واداتي** (Wadati) ، وفي عام ١٩٣٦م قـام العـالم **ريختر** (Richter) بكـاليفـورنيـا بتطوير المقياس اعتماداً على سعة (Amplitude) مـوجـــة الـزلـــزال التي تقـــاس بـــالـــراصـد (بـــالسيـــزمـــومتر) (Seismometer) . ونظـراً للإختـلاف الكبير في اتساع موجـة الزلـزال فقد استخدم ريختر المقياس اللوغـاريثمي للموجة ، وعـرَّف القـدر الـزلـزالي بـانـه عبـارة عن رقم لوغـاريثمي عشري اشتق من معرفـة سعة أكبر حـركـة أرضيـة أمكن تتبعها بـواسطـة جهـاز الرصد على بعد ١٠٠ كم من مركز الزلزال .

ونظراً للاختلاف البـؤري للزلازل ، ودرجة زلزالية المنطقة ، وزمن وصول الموجات ، واتجاه حركـة المراصد ، فقـــد أمكـن تطويـر أكثر من مقيـاس للزلازل نذكـــر منهـــا على سبيل المثال مقـــيـاس قـــدر زلازل الموجـــات الداخـلـيـة (Body waves Magnitude - Mb) الذي يعتمـد على قياس أكبر سعة للمـوجة (P) التى لا تتأثر ببعد مـركـز الزلازل ، ومقيـاس قـدر زلازل الموجـة السطحيـة (Surface waves Magnitude - Ms) . وتوضح المعادلة التاليـة العلاقة بين مقياس قدر زلازل الموجـات الـداخلية ومقيـاس قـدر زلازل الموجات السطحية وذلك كما يلي : ـ

$$mb = 2,94 + 0,55\ Ms$$

ولا يـوجد في مقيـاس ريختر حـد أعلى أو حـد أدنى للقـدر الزلـزالي ، ولو أن أقصى درجـة سجلهـا المقياس كانت ٨,٩ . يعني تزايد القدر الـزلزالي درجة واحدة على مقيـاس ريختر تضاعف في حـركة الأرض عشر مرات وانطلاق طـاقة أكبر بـــ ٣٠ مـرة ، وهكـذا فإن زلزالاً قدره ٦ درجات سيطلق طاقـة أكبر بـ ٣٠ مـرة من زلـــزال قـدره ٥ درجـات ، وأكبر بـــ ٩٠٠ مـرة من زلـــزال قـدره ٤ درجـات حسب العـلاقـة التالية : ـ

لوغاريثم الطاقة = ١١,٤ + ١,٥ (القدر الزلزالي)

ويرتبط هـذا القدر عكسياً مع عـدد الزلازل التي تحدث في العالم سنوياً ، فالزلازل ذات القدر الـزلزالي المرتفع يكـون عـددها قليل في السنـة ، بينما الزلازل ذات القدر المنخفـض تحدث يومياً تقريباً .

و هنـاك ارتباطـاً نسبياً بين القـدر الزلـزالي والشدة الزلزالية ، فكلما زادت الشدة في منطقة ما فإن هـذا يعني أن القـدر الزلـزالي مـرتفع حسب المعادلة التقريبية التالية : ـ

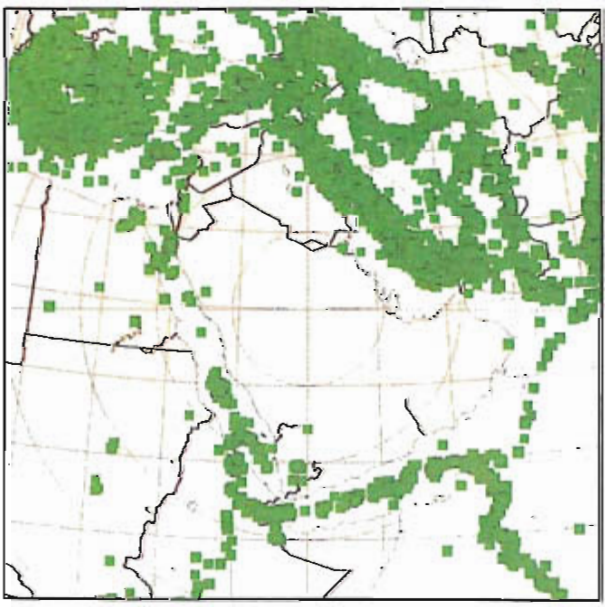
الشدة الزلزالية = ٨,١٦ + ١,٤٥ (القدر الزلزالي) – ٢,٤٦ (لوغاريثم المسافة البؤرية).

ويـوضـح الجدول (١) العـلاقة بين الشـدة الزلزالية والقدر الزلزالي والتأثير الناتج عنهما .

زلزالية شبه الجزيرة العربية

تعرف الزلـزالية (Seismicity) بأنها معدل حـدوث الزلازل في منطقـة ما بـالنسبـة لوحـدة الزمن (غـالباً سنة) ، ويعتقـد البعض أن شبه الجزيرة العـربية خالية من أي نشـاط زلزالي أو بـركاني على مـر العصور ، ولكن في الحقيقـة أن الـــواقع هـــو العكس ، حيـث دلت الـدراســـات والسجلات التـاريخية على أن المنطقـة سبق وأن تعرضت لبعض الهزات الأرضية والبراكين .

تتركز معظم النشـاطات الـزلزاليـة في شبه الجزيـرة العـربيـة على امتـداد أخـدود البحـر الأحمر، شكل (٧) ، الـذي تكـوَّن عند انفصـال



● شكل (٧) زلزالية (أكبر من ٤ درجات) شبه الجزيرة العربية من عام١٩٦٦ إلى ١٩٩٤م) .

الصفيحة العربية عن الإفريقية واتجاهها نحو الشمال الشرقي لتتصادم مع الصفيحة القارية الإيرانية ، لينتج عن ذلك تكون أخدود البحر الميت وخليج العقبة الذي يربط جبال زاجروس مع البحر الأحمر مكوناً حزاماً زلزالياً نشطاً يصل طوله إلى ١٠٠٠ كم تقريباً ، ونتيجة لهذا الإنفصال نشأ ما يسمى بمثلث عفار الذي يمثل نقطة التقاء ثلاثة أذرعة زلزالية نشطة (Triple Junction) .

وبالرجوع إلى السجلات الزلزالية التاريخية والحديثة فقد أمكن تسجيل أكثر من ٢٥٨٦ حدث زلزالي بقدر يتراوح ما بين ٣,١ و ٦,٧ درجة على مقياس ريختر خلال الفترة مابين عامي ٦٢٧م ــ ١٩٨٩م ، معظمها في منطقة حدود الصفيحة العربية ، (شكل ٧) .

وقد تعرضت المنطقة قديماً في الأعوام ١٧٥٩م ، ١٨٢٢م ، ١٨٣٧م إلى هزات عنيفة نتج عنها وفاة أكثر من ٣٠,٠٠٠ نسمة ، وكذلك زلزال المدينة المنورة عام ١٢٥٦م الذي يعتقد أنه من أصل بركاني ، وقد غطت الحمم البركانية فيه مساحات شاسعة .

وقد أمكن حديثاً خلال الفترة من ١٩٨٣م إلى ١٩٩٤م رصد ١٣٦ زلزالاً بقدر يتراوح ما بين ٤ إلى ٦ درجات في منطقة خليج العقبة فقط .

بالإضافة إلى ذلك يتركز النشاط الزلزالي في الجزء الجنوبي الغربي من الجزيرة العربية ومثال زلزال ذمار باليمن عام ١٩٨٢م ، وكان مقداره ٦ درجات على قياس ريختر ، وتسبب في وفاة ١٢٠٠ شخص ، وتدمير ١٥٠٠ قرية ، وتشريد أكثر من نصف مليون مواطن .

توقع الزلازل

عانت البشرية ــ ولا تزال تعاني ــ من كوارث الزلازل التي يذهب ضحيتها آلاف البشر إضافة إلى الخسائر المادية الجسيمة ، وتعد عملية توقع الزلازل أمراً في غاية الصعوبة ـ وقد تصل إلى درجة المستحيل ــ على الرغم من بعض المحاولات الناجحة في بعض الدول المتقدمة . ومن أمثلة ذلك توقع علماء الزلازل في الصين في شهر فبراير عام ١٩٧٥م لزلزال قبل حدوثه بحوالي ٢٤ ساعة ، إلا إنه حدث زلزال مدمر في نفس المنطقة عام ١٩٧٦م لم يتم توقعه وذهب ضحيته ٦٥٠ ألف شخص . كما نجح العلماء السوفيت في تحديد وقت زلزال حدث في أدى فيرجاتا عام ١٩٧٨م .

ويتمثل التوقع الكامل لحدوث الزلازل في معرفة ثلاثة عناصر أساس هي مكان ، وزمان ، وقدر الزلزال . فبالنسبة لمكان الزلزال وقدره فقد توصل العلماء إلى تحديد أكثر الأماكن تعرضاً للزلازل على الكرة الأرضية ، وقدر هذه الزلازل على وجه التقريب . حيث يتم الإستفادة من هذه المعلومات في اختيار أنسب الأماكن لإقامة المشروعات العمرانية والصناعية بعيداً عن أماكن الخطر الزلزالي .

أما بالنسبة لزمن الزلزال وهو أهم العناصر ، فعلى الرغم من وجود بعض الظواهر المختلفة التي قد تدل على قرب وقوع الزلزال في منطقة ما إلا أنها ليست قاعدة ثابتة يعتمد عليها في تحديد وقت حدوثه ، فقد يحدث بعد يوم أو شهر أو أكثر وقد لا يحدث مع وجود هذه الظواهر . ومن أهم الظواهر التي قد يصاحبها حدوث هزات أرضية (زلازل) مايلي : ـ

١ ـ تغيرات في سرعة الموجات الزلزالية .

٢ ـ اختلاف مستوى المياه الجوفية في الآبار قبل حدوث الزلازل .

٣ ـ تشوهات في سطح الأرض في المناطق القريبة من البؤرة .

٤ ـ انطلاق غاز الرادون (Radon) من الآبار على امتداد الصدوع .

٥ ـ تغير في درجة التوصيل الكهربائي للصخور وتغير في المجال المغناطيسي الأرضي .

٦ ــ ازدياد نشاط الهزات الأولية قبل حدوث الزلزال .

٧ ـ السلوك الشاذ لبعض الحيوانات مثل هروب الفئران والثعابين من الجحور ، وقفز الأسماك فوق سطح الماء ، ورفع الأرانب آذانها ، ومداومة الحمام على الطيران وعدم العودة إلى أبراجه ، وخروج الماشية والخيول من أماكن معيشتها وغيرها .

ويوضح الجدول (٢) أشهر الزلازل المدمرة في هذا القرن (من عام ١٩٠٦م إلى عام ١٩٩٥) ، وجميعها لم يسبق توقعها .

﴿ ... والله غالب على أمره ولكن أكثر الناس لايعلمون ﴾، سورة يوسف (الآية ٢١) .

العام	المنطقة	القدر الزلزالي	عدد الضحايا
١٩٠٦م	سان فرانسيسكو	٨,٢٥	٧٠٠
١٩٠٦م	الاكوادور	٨,٩	الف
١٩٠٨م	إيطاليا ـ كالابريا	٧,٥	٥٨ الف
١٩٢٠م	الصين (كانو)	٨,٥	١٨٠ الف
١٩٢٣م	اليابان (كوانتو)	٨,٢	١٤٣ الف
١٩٣٢م	الصين (كانو)	٧,٦	٧٠ الف
١٩٣٥م	الهند (كوتا)	٧,٥	٦٠ الف
١٩٣٩م	الصين (خيلان)	٧,٧	٣٠ الف
١٩٣٩م	تركيا	٨,٠	٢٣ الف
١٩٤٨م	الاتحاد السوفيتي سابقاً	٧,٢	٢٠ الف
١٩٥٤م	الجزائر (الأصنام)	٨,٠	١,٤٠٠
١٩٦٠م	المغرب (أغادير)	٥,٩	١٤ الف
١٩٦٠م	تشيلي	٨,٥	٥,٧٠٠
١٩٦٤م	الاسكا	٨,٦	١٢١
١٩٦٨م	إيران	٧,٤	١١,٦٠٠
١٩٧٠م	بيرو	٧,٨	٦٦ الف
١٩٧١م	سان فرناندو ـ كاليفورنيا	٦,٥	٦٥ الف
١٩٧٢م	نيكاراجوا	٦,٢	٥ آلاف
١٩٧٦م	جواتيمالا	٧,٥	٢٣ الف
١٩٧٦م	الصين (تانغ شان)	٨,٠	٦٥٠ الف
١٩٧٨م	إيران	٧,٤	٢٠ الف
١٩٨٠م	الجزائر (الأصنام)	٧,٥	٣ آلاف
١٩٨٢م	اليمن	٥,٩	٢,٨٠٠
١٩٨٣م	تركيا	٦,٩	٢,٧٠٠
١٩٨٥م	المكسيك	٨,١	٥,٦٠٠
١٩٨٨م	أرمينيا	٦,٨	٢٥ الف
١٩٨٩م	لومامبرتيا ـ كاليفورنيا	٧,١	٦٣ الف
١٩٩٥م	كوبي ـ اليابان	٧,٢	٥,٠٧٢

● جدول (٢) أشهر الزلازل المدمرة في العالم (١٩٠٦م ـ ١٩٩٥م) .