﴿ إذا زلزلت الأرض زلزالها ﴾

اهتزاز الأرض أو ارتجافها من الأمور التى تثير الفزع الشديد فى نفوس الناس إن لم تصبهم بأى أضرار .

والزلزال عبارة عن ذبذبات عنفية تحدث فى سطح الكرة الأرضية والرجفات هى أيضاً نوع من الذبذبات الأرضية وإن كانت أقل شدة وعنفاً .

والزلازل من الظواهر الطبيعية المفاجئة ، ومن خواصها أنها لا تنذر الناس قبل وقوعها ، كما أنه من الصعب التنبؤ بها قبل وقوعها ؛ إذ نفاجىء بالزلازل وهى تضرب ضربتها على حين غرة أولاً تمضى دقيقة أو أكثر حتى يكون كل شىء قد انتهى ، ويتلفت الإنسان حوله فلا يجد سوى الدمار وحطام من الخراب .

وتسلك معظم الزلازل مسلكاً متشابهاً إلى حد ما ؛ حيث يبدأ نشاط الزلزال بصدور أصوات مختلطة خفيضة ، ولكن سُرعان ما تبدأ هذه الأصوات فى الزمجرة الشديدة والدوى الهائل بحيث يمكن أن يسمعها الناس بوضوح تام إلا أن من المؤسف أن هذه الزمجرة العالية لا تتضح إلا قبل وقوع الزلزال بنحو نصف دقيقة على الأكثر ، الأمر الذى لا يتيح للإنسان إمكانية مغادرة مسكنه على الإطلاق ، بل إنه غالباً ما تحدث الزلازل ليلاً والناس معظمهم نيام .

وقد يتسع النشاط الزلزالى ليشمل مساحات واسعة تصل إلى عدة آلاف من الكيلومترات المربعة .

ويتم سنوياً تسجيل ما يقرب من ٥٠٠,٠٠٠ هزة أرضية ، ولكن بعض هذه الهزات الأرضية تكون فى شكل رجفة خفيفة يصعب على الإنسان أن يحس بها إلا أن هناك مجموعة من الآلات الحساسة والدقيقة الخاصة

بتسجيل مختلف أنواع الهزات الأرضية ، كما أن هناك الهزات الأرضية التى تكون من الشدة إلى حد أن أوراق الأشجار قد ترتجف فوق أغصانها ، وهذه الهزات القوية قد تؤدى إلى مصرع الآلاف من البشر وذلك بالإضافة إلى التسبب فى انبعاج الطرق وانحناء مسارات السكك الحديدية وتدمير الكابلات الكهربية هذا إلى جانب تشقق وانهيار المبانى ، ومن المؤسف أن هذه الأحداث المروعة تجرى بسرعة فائقة وكأنها كابوس مزعج .

(بعد الزلزال فى شيلى)

(إعادة البناء بعد الزلزال)

وما أن يفيق أولئك الذين أسعدهم الحظ بالنجاة من هذه الضربة المدمرة المفاجئة ، ويبدءون فى إنقاذ ما يمكن إنقاذه من الناس الذين شاء حظهم العثر أن يدفنوا أحياءً تحت الأنقاض حتى يفاجئوا بنشوب الحرائق وتصاعد الدخان والغبار فى كل مكان وعادة ما يكون من الصعب جداً إخماد الحرائق فى مثل هذه الظروف نظراً لامتلاء الشوارع بالأنقاض التى تتكدس فى أكوام مرتفعة تملأ الطرقات وتعوق حركة الإنقاذ هذا بالإضافة إلى صعوبة الحصول على المياه اللازمة للإطفاء هذه الحرائق نتيجة للتواء أو تحطم أنابيب المياه وانفصالها عن مصادر المياه الرئيسية ؛ لذا سرعان ما تلتهم النار كل شىء وتأتى على المنشآت والمساكن ، وهكذا يتعاون كل من الزلزال والحريق فى نشر الدمار الذى يكون كاملاً فى بعض الأحيان ، بل ويمتد تأثير هذا الدمار ليشمل الوضع الاجتماعى والاقتصادى لمنطقة الزلزال هذا بالإضافة للآثار الجانبية مثل المجاعات والأمراض وغيرها من الأضرار الأخرى .

وقد يحدث الزلزال تحت سطح البحر فينشأ نتيجة لذلك نوع من الموجات البحرية الهائلة والتى تتسبب فى حدوث فيضانات خطيرة وأضرار بالغة .

(انبعاج الطرق بعد زلزال كاليفورنيا)

(موجة بحرية زلزالية تلتهم السفن)

ومن الصعب جداً التكهن بحدوث الزلزال ولو أن من الأمور الغريبة حقاً إن بعض الحيوانات والطيور يمكنها أن تشعر وتتنبأ بحدوث الزلزال قبل وقوعه لساعات وربما قبل وقوعه بأيام فى بعض الأحيان حيث يبدو عليها الاضطراب والهياج الغريب .

إلا أن هناك مناطق معينة من العالم ، أجمع العالم على أنها مناطق معرضة للزلازل ، وتتصل معظم هذه المناطق ببعضها البعض فى صورة أحزمة محددة ، ونادراً ما تحدث الزلازل خارج نطاق هذه الأحزمة الزلزالية ، وإذا تصادف وحدثت فإنها عادة ما تكون هزات معتدلة أو ارتجافات بسيطة ولا يكون أثرها أسوأ من الأثر الذى تحدثه حركة اهتزاز عربة نقل ضخمة ، ومثل هذا النوع يحدث فى انجلترا مثلاً وبصفة عامة مستمرة .

وقد تتسبب الهزة الأرضية فى ارتفاع أو انخفاض جزء من سطح الأرض مسافة عدة أمتار ، كما أن هذه الزلازل قد تستمر دقيقة كاملة أو تقتصر على بضع ثوان معدودة ، كذلك تختلف نتائج هذه الزلازل فقد ينتج عنها هدم المبانى الكبيرة أو تؤدى إلى مجرد سقوط بعض الألواح من أسقف المبانى .

(زحف والتواء خطوط السكك الحديدية بعد الزلزال)

الزلازل عند القدماء

منذ القدم وعلى مدى التاريخ كانت الزلازل مصدر رعب وانزعاج للبشر ، وكان الرومان القدماء يعتقدون أن الإله بوسيدون العملاق الضخم هو السبب فى اهتزاز الأرض عندما يغضب ويدوس الأرض بقدمه ، بينما يعتقد بعض الهندوس فى الهند أن العالم يقف على صفيحة فضية وأن هذه الصفيحة محمولة على ظهور الفيلة ، وتعتقد هذه الفئة أن الزلازل تحدث كنتيجة لحركة هؤلاء الفيلة .

أما الكريتيون القدماء فكانوا يقدمون القرابين من العجول حتى تهدأ الأرض وتستقر .. ومع كل ذلك قام زلزال شديد فدمر قصرهم العظيم الضخم فى كنوسوس .

أما القبائل السامية التى كانت تجوب صحارى الشرق الأوسط فكانت تعتقد أن الزلزال هو إشارة واضحة إلى غضب الآلهة ، لذا فقد كانوا يحاولون تهذيب أنفسهم من محاولة لكسب رضا الآلهة .

وهناك أسطورة رومانية تقول : إن الكرة الأرضية تقف مستندة على ثلاثة أعمدة : هى الإيمان والأمل والطهارة فإن حدث أن انهار أحد هذه الرموز الإنسانية نتيجة لما يقترفه بنو البشر من خطايا وذنوب فإن الأرض تهتز بهم .

وقد نادت تعاليم بعض الأديان منذ قديم الأزل بأن حدوث الزلازل فى

منطقة من المناطق إنما هو إشارة إلى وجوب تطهر أهل هذه المنطقة مما علق بهم من دنس وشر .

وقد حاول بعض الفلاسفة الإغريق القدماء أن يفسروا ظاهرة الزلازل تفسيراً علمياً حيث ذكر الفيلسوف الإغريقى طاليس [٦٤٠ ــ ٥٤٦ ق . م] إن الأرض تطفو فوق الماء الأمر الذى يفسر كثرة اندفاع ينابيع الماء أثناء وعقب حدوث الزلزال .

أما الفيلسوف الإغريقى أناكسا جوراس [٥٠٠ ــ ٤٢٨ ق . م] ؛ فقد افترض أن الزلازل تحدث نتيجة لتشقق المقاطع الأرضية وانهيارها كما استنتج أن الزلازل تحدث بسبب تأجج النيران فى باطن الأرض مما يؤدى إلى اهتزاز وتذبذب القشرة الأرضية الهشة وانهيارها كما ذكر أن سلسلة الأحداث التى تلى معظم الزلازل ترجع إلى انهيار كتل جبلية ضخمة من قلب الجبال إلى داخل الأرض فتغوص فى أعماقها وتستقر هناك .

أما ديموقريطس الذى عاصر نفس الفترة الزمنية ، فقد تخيل أن وقوع الزلازل له صلة بما يتساقط من مياه الأمطار أو بعملية تسرب المياه من البحيرات والبحار ولعله بذلك قد اقترب من الحقيقة إلى حد ما ؛ إذ يحدث أن تقع الزلازل بمثل هذه الطريقة فى بعض الأحيان .

أما الفيلسوف الكبير أرسطو الذى عاش فى القرن الرابع قبل الميلاد فقد تصور نظرية تعتبر من أشهر نظريات الزلازل التى ظلت سائدة لفترة طويلة حيث عكف على دراسة الحقيقة التى تقول : إن معظم الزلازل يسبقها سكون وجو خانق فى الهواء الجوى وعلل ذلك بأنه يُحدث ــ وفى ظروف معينة ــ اندفاع لكل كميات الهواء الموجودة فى أحد المناطق إلى باطن الأرض وهناك تختلط هذه الكميات بكميات الهواء والغاز المحبوسة بالداخل فيؤدى ذلك إلى اندفاعها عبر الكهوف الداخلية للأرض باحثة عن منفذٍ لها ، وتبدأ هذه الرياح العاتية فى الاندفاع والتزاحم مع الصخور القابعة فى باطن الأرض مما يؤدى إلى حدوث الزلزال .

أما الشاعر الرومانى أوفيد [٤٣ ق . م ـ ١٧ بعد الميلاد] فكان يعتقد أن سبب الزلزال يرجع إلى اقتراب الشمس من الأرض إلى حد كبير ، مما يؤدى إلى اهتزاز الأرض فى محاولة لدرء حرارة الشمس الحارقة .

هذا وقد اقترنت ظاهرة الزلازل بشتى أنواع الخرافات والظواهر الطبيعية الخارقة فكان البعض يعتقد أن الزلازل تقذف بالأبخرة السامة المسببة لأمراض بغيضة وكانوا يتناولون بعض أنواع الأدوية على سبيل الوقاية من شرورها ، كما كانوا يقتلون الآثمون منهم كوسيلة للتكفير اعتقاداً منهم أن هؤلاء الأشرار هم السبب فى وقوع الزلازل .

وكم رويت القصص والأساطير التى تصف انشقاق الأرضى الهائل وابتلاعها لما كان يوجد فوق سطحها من حضارات كاملة ضخمة .

وتعتبر الصين من أكثر الدول التى عانت من ظاهرة الزلازل لذا فإن أقدم سجل للزلازل ، ربما يكون ذلك الزلزال الذى وقع عام ١٨٣١ ق . م . وورد ذكره ضمن تقارير سياسية دوّنها الصينيون القدماء ، ثم بدأ الصينيون فى تدوين تقارير منظمة عن الزلازل بعد الزلزال الذى حدث فى عام ١١٧٧ ق . م ، حيث يوجد سجل دقيقة للنشاط الزلزالى الذى حدث فى منطقة وديان نهرى فين ووى فى شمال الصين منذ عام ٤٦٦ ق . م . وكان أول زلزال ضخم تم تسجيله فى عام ٧ بعد الميلاد وقد دمر هذا الزلزال مدينة هسين الصينية بالكامل .

أما زلزال شين سو الذى وقع فى عام ١٥٥٦ بعد الميلاد فيعتبر من أضخم الكوارث التى وقعت وتسبب فى أعلى رقم للضحايا على مدى التاريخ حيث أدى إلى مصرع ما يقرب من ٨٣٠,٠٠٠ شخص إلى جانب تدمير منطقة تمتد إلى حوالى ٨٠٠ كيلومتر .

كذلك اشتهرت منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط بمجموعه من الزلازل القديمة المدمرة حيث ذكرت المخطوطات التى وجدت فى العراق وسوريا وبعض المدن الأخرى الواقعة فى سواحل البحر الأبيض المتوسط أن بعض الحكام

عجزوا عن دفع الضرائب المقررة عليهم بسبب الزلازل التى دمرت مدنهم .

كذلك وقع زلزال مدمر فى مدينة سانتورين بجزيرة كريت خلال عام ١٤٨٠ ق . م . وقد بدأت الحضارة التى كانت تزدهر فى هذه المنطقة فى التدهور عقب سلسلة من الزلازل المتتالية خلال قرنين من الزمان مما أدى إلى انهيار الحضارة فى كريت تماماً .

كذلك يعتبر الزلزال الذى وقع فى ٢١ من مايو عام ٣٦٥ بعد الميلاد من أكثر الزلازل القديمة تدميراً حيث انتشر الدمار خلال مساحة بلغت حوالى مليون ونصف كيلومتر مربع تقريباً فى شرق حوض البحر الأبيض المتوسط طوقت كل من إيطاليا واليونان وفلسطين وشمال أفريقيا وقد أتى الزلزال على كل المدن الساحلية فى هذه الدول التى هاجمتها موجات بحرية زلزالية ، أما ميناء الأسكندرية المصرى فقد دمرته الموجات البحرية الزلزالية وتسببت فى غرق ٥٠٠٠ شخص كذلك مدينة كوريوم القديمة فى جنوب قبرص فقد دكها الزلزال تماماً .

أما الحضارة الرومانية القديمة فقد ظل جزء منها مدفوناً تحت الأنقاض ولعدة قرون متتالية إلى أن اكتشفها بعض علماء الآثار الذين كانوا يقومون بالتنقيب فى هذه المنطقة ، وقد عثر هؤلاء العلماء على آثار فنية جيدة الحفظ إلى جانب عظام آدمية وحيوانية وقد أوضحت الدراسات فى هذه المنطقة أن هذا الزلزال كان بالغ الشدة وتسبب فى نشر دمار كامل وحصار الناس والحيوانات بين خوائط المبانى التى تحطمت فجأة .

أما مدينة انتيوك القديمة والتى تعرف الآن باسم أنطاكية فى تركيا فقد عانت كثيراً من الزلازل ومنذ إنشائها ، فقد تعرضت هذه المدينة للدمار الكامل على أثر زلزال وقع فى عام ١١٥ بعد الميلاد ، ونظراً لموقعها الحربى الاستراتيجى فى جنوب تركيا على الساحل بالقرب من سوريا ؛ لذا فقد أعيد إنشاء المدينة فى نفس المكان ولكن سوء الحظ لازم هذه المدينة وتعرضت للدمار تماماً مرة أخرى على أثر زلزال آخر وقع فى عام ٤٥٨ بعد الميلاد ، ومن الغريب أن

المدينة تم بناؤها وفى نفس الموقع أيضاً بالرغم من وضوح خطورة موقعها ، كما هاجمها زلزال ثالث آخر قضى على جزء كبير من المدينة إلى جانب مصرع ٣٠,٠٠٠ شخص ، ومن الغريب حقاً أن المدينة أقيمت مرة أخرى وفى نفس الموقع تماماً بل وأصبحت مركزاً دينياً شهيراً ولكنه لسوء الحظ لم يفارقها إذ تعرضت للدمار فى عام ٥٤٠ بعد الميلاد ولكن كان الدمار فى هذه المرة على يد الفارسيين .

كيف يحدث الزلزال ؟

لعلك الآن ياعزيزى القارىء تتساءل فى قلق عن الأسباب التى تؤدى إلى حدوث مثل هذه الاهتزازات الأرضية .

ولكن قبل أن نوضح فى بساطة وإيجاز بقدر الإمكان هذه الأسباب التى تكمن وراء حدوث الزلازل ، علينا أولاً أن نستعرض معاً بعض تكوينات سطح الكرة الأرضية ؛ لأن هذه الهزات ما هى إلا حركة مفاجئة تحدث للصخور أو بالقرب منها وذلك نتيجة لبعض العوامل المعينة .

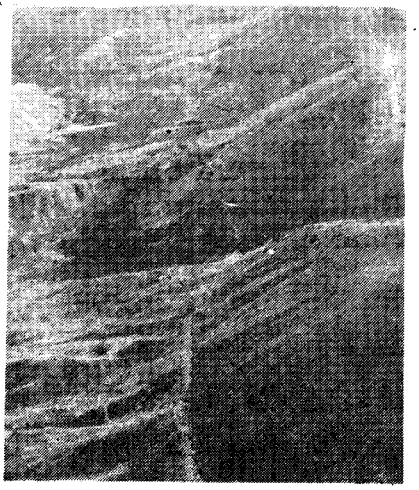
والأرض كما أوضح لنا العلماء المتخصصون تتكون من مجموعة من الطبقات الصخرية ، وإن الطبقة السطحية أو سطح الأرض وهى الجزء الذى نعيش عليه مكونة من طبقة من الصخور الصلبة القوية وأيضاً أجزاء من تربة هشة وتسمى هذه الطبقة السطحية باسم طبقة القشرة الأرضية وهذه الطبقة تمتد أيضاً من قاع المحيطات والبحار .

وتحت طبقة القشرة الأرضية توجد طبقة صخرية أخرى تسمى بطبقة الغلاف الأرضى ، وهذه الطبقة تتميز بأن صخورها ثقيلة وأكثر حرارة من طبقة القشرة الأرضية التى تعلوها .

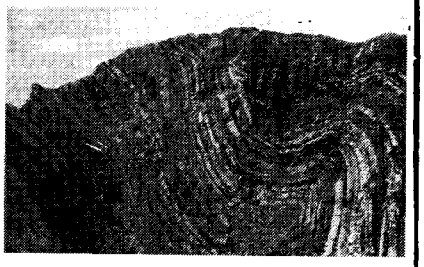
كذلك وجد العلماء أن تحت طبقة الغلاف الأرضى توجد أيضاً طبقتان من الصخور تكوّنان ما يسمى بجوف الأرض وهى طبقة تتميز بأن صخورها ذات كثافة شديدة ودرجة حرارة بالغة الارتفاع .

وبالرغم من أن معظم الصخور المكونة لطبقة القشرة الأرضية تعتبر صلبة وقوية إلا أنها أيضاً تميل إلى الانثناء إذا تعرضت لضغطها بل أنها قد تتحطم إذا زاد الضغط الذى تتعرض له هذه الصخور عن حدودها أو قابليتها للانثناء .

ويمكنك ملاحظة مواقع انثناء الصخور بسهولة لو أتيحت لك فرصة مشاهدة أحد جوانب جرف صخرى أو زيارة أحد المحاجر وهذه الأشكال من الانثناءات الصخرية تسمى صدوع ، والصدوع هى المواقع التى تعرضت لتحركات فى القشرة الأرضية وأدت إلى انثناء طبقات الصخور بها . أو انبعاج فى شكلها ثم تزايد الضغط على هذه الصخور فتصدعت فى محاولة للتغيير من وضعها حتى تتمكن من أن تتلائم مع الضغط الواقع عليها .



(خط فالق أويتر ـ نيوزيلندا)



(انثناءات صخرية ـ منطقة سيترهول فى دورسيت)

وتختلف الصدوع الأرضية من حيث الحركة ، فهناك الصدع الذى ينخفض أحد جانبيه عن الجانب الآخر وهذا النوع يعتبر من أكثر أنواع الصدوع انتشاراً ويسمى بالصدع العمودى .

كذلك يحدث العكس ويرتفع أحد جانبى الصدع عن الجانب الآخر كنتيجة للتضاغط الواقع عليه ، ويكون هذا الارتفاع إما رأسياً أو بشىء من الميل وهذا النوع من الصدوع الأرضية يعرف بالصدوع العكسية ، وقد تبلغ هذه الإزاحة لأعلى حد كبير كما حدث فى زلزال آلاسكا عام ١٩٦٤ حيث بلغت الإزاحة الرأسية للصدع ما يقرب من ١٥ متراً وشكلت فى أحد مواقع الصدع منحدراً شديداً .

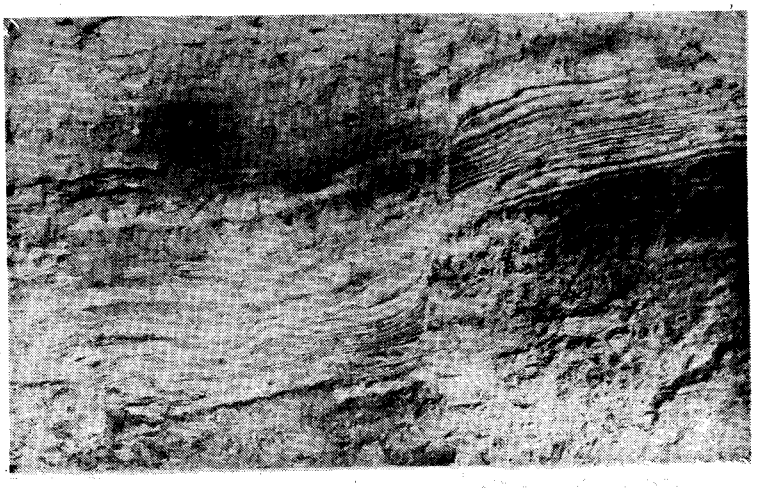
أما إذا كان سطح الصدع العكسى مستوياً تقريباً وكانت الحركة تبدو وكأنها أفقية عبر امتداد الصدع ، فإن الصدع فى هذه الحالة يسمى بالصدع الضاغط أو الدافع .

كذلك إذا تعرض الصدع الخليط من التحركات الأفقية والرأسية معاً يكون الصدع مركباً ، ويطلق عليه اسم الصدع المائل .

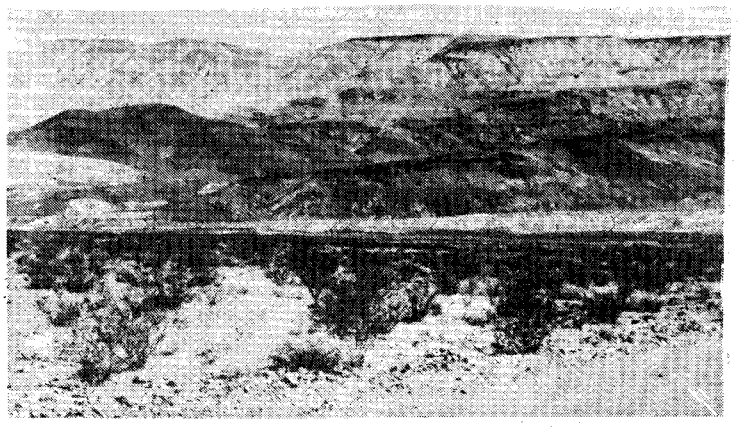
هذا ويتم تحديد نوع الصدع من خلال مقارنة ارتباط الصخور ببعضها البعض فى أحد جوانب الصدع بالنسبة لصخور الجانب الآخر .

وقد تحدث هذه الصدوع أيضاً عند أعماق سحيقة من القشرة الأرضية ودون أن تظهر آثارها على السطح .

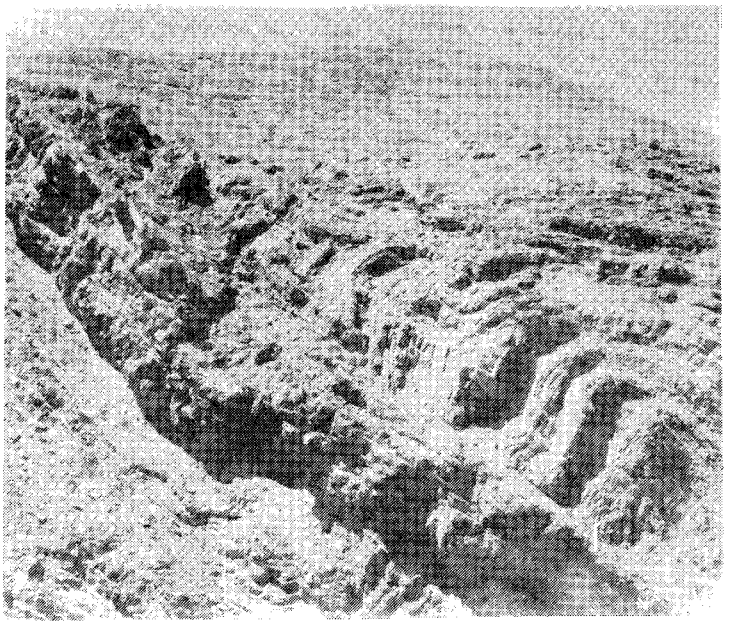
هذا ويلاحظ عقب هذه الحركات الأرضية حدوث تغيرات بالغة فى شكل القشرة الأرضية ، فالجبال مثلاً قد تميل أو تتحرك لأعلى وتزداد ارتفاعاً ، كذلك الجروف قد تتصدع وتهوى والمنحدرات قد تنزلق مما يؤدى إلى دفن قرى بأكملها ، وأيضاً الشقوق الأرضية قد تنفتح ويزداد بعضها اتساعاً ؛ كما قد تنبثق العيون المائية .



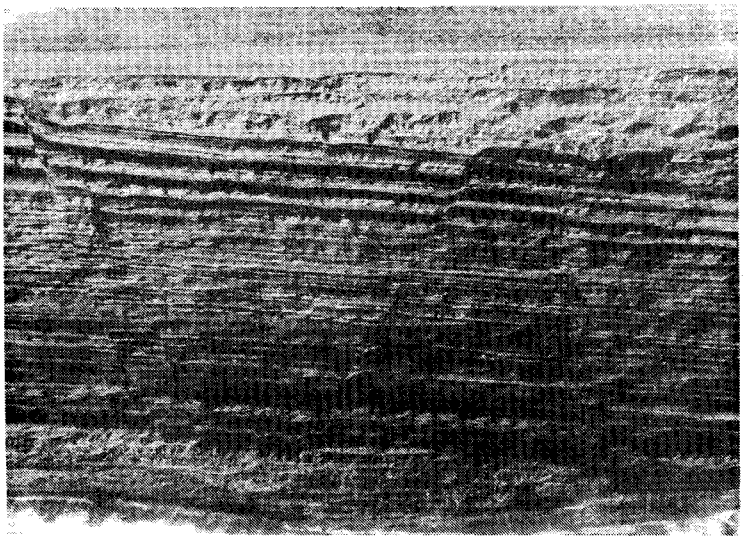
(صدع عادى)



(صدع متعرج)



(مجموعة صدوع ضاغطة فى إقليم أتاكما بشيلى)



(مجموعة صدوع عمودية وعكسية)

ومع مرور الوقت قد تتعرض كتلة من الأرض توحد بين صدعين من هذه الصدوع إلى ضغط هائل يؤدى إلى دفعها وتكوين جبال تسمى فى هذه جبال انكسارية مثل جبال فوساج فى فرنسا وأيضاً منطقة الغابة السوداء فى ألمانيا ، وقد يحدث العكس فى بعض الأحيان وتنزلق لأسفل كتلة من الأرض توجد بين صدعين فيؤدى ذلك إلى تكوين وادى أخدودى كما حدث بالنسبة للوادى الأخدودى الضخم والذى يمتد لما يقرب من ٦٥٠٠ كيلومتر عبر القارة الأفريقية .

كذلك يحدث فى بعض الأحيان أن تؤدى التحركات الهائلة للقشرة الأرضية إلى حدوث طيات لطبقات الصخور المكونة لها وهذه الطيات ينتج عنها ظهور تجاعيد صخرية هائلة فى شكل جبال تسمى الجبال المطوية ، ومعظم سلاسل الجبال الضخمة الموجودة فى العالم من هذا النوع مثل سلسلة جبال الهيمالايا وجبال الألب وجبال الأنديز .

وقد توصلت أبحاث العلماء المستمرة إلى أن سمك القشرة الأرضية يختلف من مكان لآخر وأن طبقة القشرة الأرضية قد تشققت وتكسرت إلى حوالى ١٥ قطعة أو شريحة ، وأن بعض هذه الشرائح تحمل القارات بينما البعض الآخر يشمل المحيطات .

وقد وجد أن هذه الشرائح الأرضية تتحرك فى حركة بطيئة ومستمرة بسبب حركة الصخور الساخنة الموجودة فى طبقة الغلاف الأرضى تحت القشرة ، وقد أدت هذه الحركة البطيئة إلى حدوث تغييرات بالغة فى شكل القشرة الأرضية عبر ملايين السنين ، حيث يعتقد أن القشرة الأرضية كانت فى شكل قارة واحدة ضخمة منذ أقدم العصور وقد أطلق العلماء على هذه القارة القديمة الضخمة اسم قارة « بانجايا » . وكنتيجة للحركة المستمرة البطيئة تحطمت هذه القارة الضخمة وتجزأت إلى هذه القارات السبع المنفصلة والتى نعرفها ونعيش على سطحها الآن .

ومن الغريب أن هذه الشرائح الأرضية لم تتوقف عن الحركة ولكنها لازالت تتحرك حركة بطيئة جداً .. وهذه الحركة البطيئة للشرائح والقارات هى السبب المباشر وراء حدوث الزلازل والبراكين على سطح الكرة الأرضية .

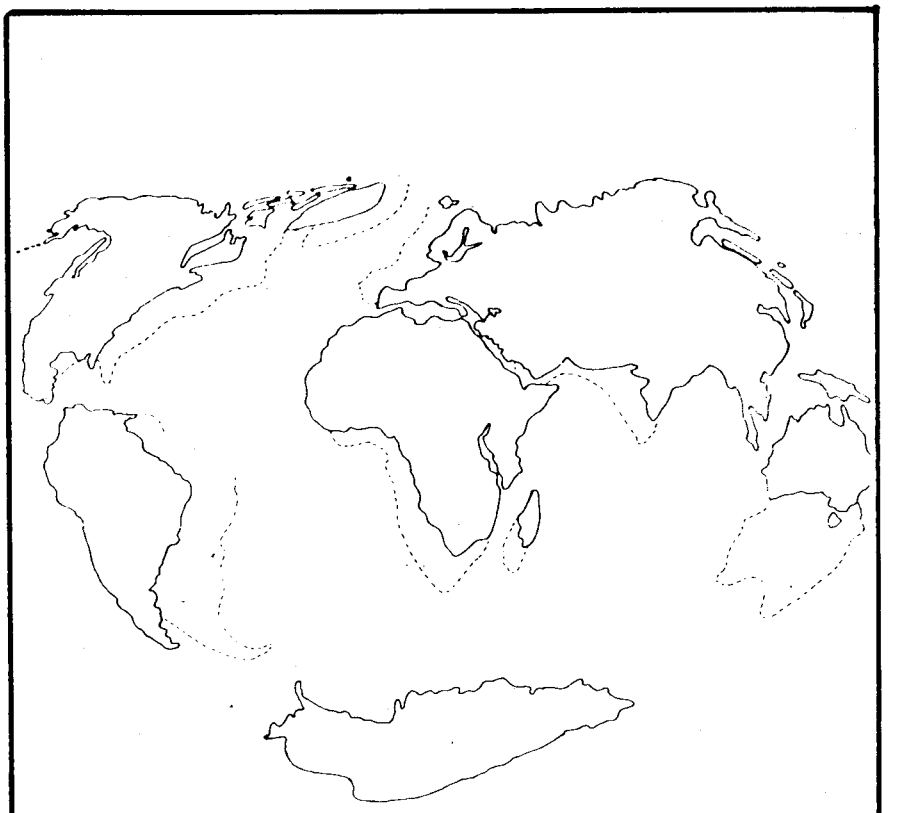
ولازالت هذه الحركة البطيئة تلعب دوراً هاماً حيث أدت إلى ابتعاد أمريكا الشمالية عن أوروبا تدريجياً فقد ثبت زيادة اتساع المحيط الأطلنطى بما يساوى ٣ سم تقريباً ، وهذا التباعد بين أمريكا الشمالية وأوروبا يرجع إلى وجود فجوة فى تاج المحيط الأطلنطى بين شريحتى هاتين القارتين حيث تتسلل الصخور السائلة ذات الحرارة المرتفعة من الغلاف الأرضى تملأ هذه الفجوة فى قاع المحيط وعندما تتجمد هذه الصخور السائلة فإنها تكون شريطاً جديداً من القشرة الأرضية فى قاع المحيط .

كذلك قد يحدث العكس وتسقط قطعة من القشرة الأرضية إلى منطقة الغلاف الأرضى مثلما حدث فى الجزء الشرقى من المحيط الهادى حيث انجذب شريط ضيق من القشرة الأرضية وسقط داخل طبقة الغلاف الأرضى ، وهذا الفقدان فى القشرة الأرضية تعوضه بعض التكوينات الجديدة فى مناطق أخرى من المحيط الهادى والأطلنطى .

كذلك قد يؤدى اصطدام شريحتين من الشرائح الأرضية إلى دفع الطيات وتكوين الجبال المطوية ، كما حدث بالنسبة لجبال الهيمالايا والتى تعتبر من أعلى جبال العالم حيث تكونت نتيجةً لتصادم شريحة الهند وآسيا منذ ملايين السنين ، وقد أثبت العلماء ذلك من خلال تلك الحفريات البحرية التى وجدت بين الصخور المكونة لقمم جبال الهيمالايا .

مما يوضح أن هذه الصخور كانت فى يوم من الأيام موجودة تحت سطح البحر .

وقد يحدث أن تهتز شريحتان أرضيتان مما يؤدى إلى انزلاق إحداهما وتحركها مبتعدة عن الشريحة الأخرى وعادة ما يحدث هذا التباعد عبر مسار أحد الصدوع ، ويصاحب هذا الانزلاق حركة اهتزاز أو ارتجاج وتسمى هذه



(موقع القارات فى المستقبل)

الحركات الاهتزازية التى تحدث فى القشرة الأرضية بالهزة أو الرجفة الأرضية ، لذا فإن الزلازل تحدث بصفة عامة عند مواقع التقاء الشرائح الأرضية .

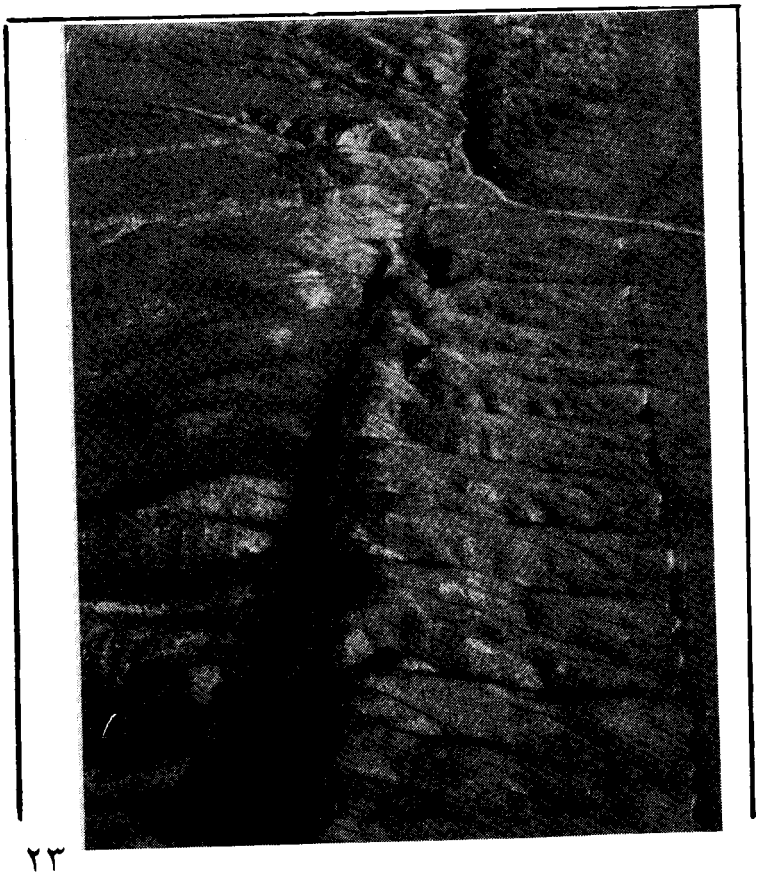
وقد تبين أن معظم الصدوع التى توجد بين الشرائح الأرضية تكون فى المحيطات والبحار أو من أشهر الصدوع فى العالم صدع عظيم وشهير يدعى صدع سان أندرياس ، ويعتبر هذا الصدع من أكثر الصدوع نشاطاً فى الكرة الأرضية ، وقد تناوله العلماء بالدراسة المستفيضة .

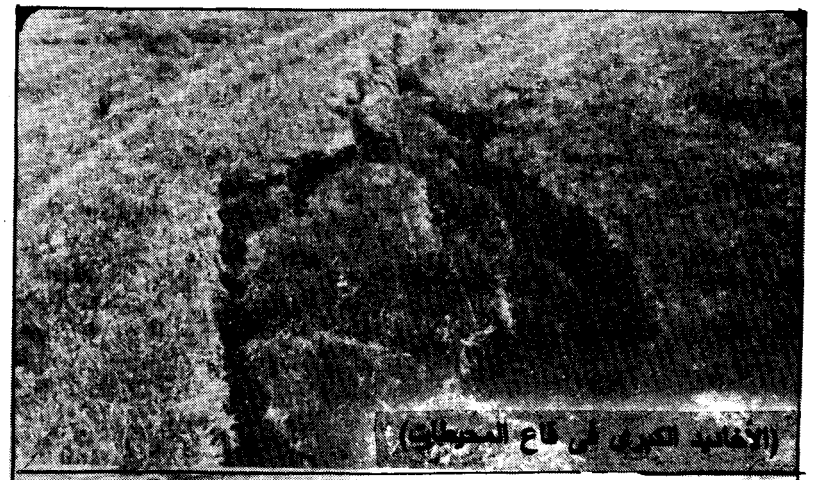
وهو شق ضخم يمتد من حدود المكسيك جنوباً وحتى الشمال عبر جنوب كاليفورنيا وبطول يبلغ حوالى ٩٢٥ كيلومتراً تقريباً وعرض ٣٢ متراً ، وهذا الصدع يمثل الحد الفاصل بين شريحة قارة أمريكا الشمالية وشريحة شمال المحيط

الهادى ، كما يفصل هذا الصدع جنوب غرب كاليفورنيا عن باقى أجزاء قارة أمريكا الشمالية وهذا الجزء من القارة يتحرك بما يحمل من شريحة أرضية فى اتجاه الشمال الغربى بمعدل يتراوح ما بين ٣,٥ ــ ٧ سم سنوياً .

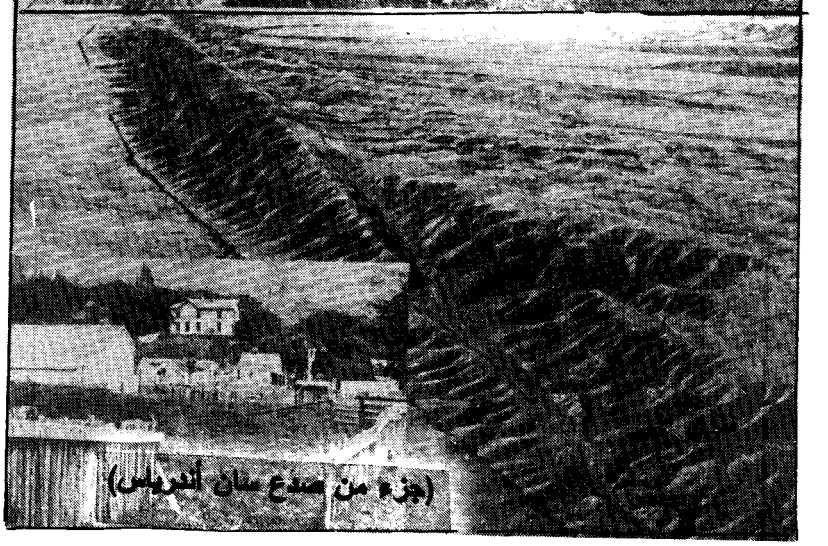
وهذه الحركة النسبية للشريحتين معاً تسمى بالحركة الجانبية اليمينية ، إذ أن الواقف على جانب إحدى الشريحتين يبدو له أن الشريحة الأخرى تتحرك إلى يمينه .

وتوضح الدراسات التى تتم على هذا الصدع أن هناك نقطتين إحداهما عند منطقة الطرف الجنوبى للصدع والأخرى فى الطرف الشمالى للصدع وتسمى منطقة الالتواء الكبير حيث تتعرض الشريحة الأرضية عند هاتين النقطتين لعمليات إعاقة شديدة وأثناء محاولة هذه الشرائح أن تحرر نفسها من هذا الالتواء تحدث تلك الهزات الزلزالية العنيفة .





(الأخاديد العميقة في قاع المحيط)



(جزء من صدع سان أندرياس)

وقد توصل الباحثون فى هذا المجال إلى أن هذا الجزء الموجود غرب صدع سان أندرياس كان يقع فى جنوب الحدود المكسيكية منذ حوالى ٣٠ مليون سنة ، ولو استمرت هذه الحركة لمدة ٣٠ مليون سنة أخرى فإننا سنجد جنوب غرب كاليفورنيا وقد وصل عند جنوب الحدود الكندية الحالية بالضبط .

وهناك صدوع أخرى جانبية عديدة ومتوازية مع صدع (سان أندرياس) مثل صدع مايوارد الذى يمتد عبر ضاحية سان فرانسيسكو وصدع نيوبورت انجلوود الذى تسبب فى وقوع زلزال مدينة لونج بيتش فى مارس عام ١٩٣٣ بالولايات المتحدة الأمريكية .

كما توجد أيضاً بعض الصدوع الأخرى المستعرض لصدع سان أندرياس مثل ذلك الصدع الضيق الذى تسبب فى زلزال منطقة سان فرناندو عام ١٩٧١ والذى بلغت شدته ٦,٦ درجة إلى شمال غرب مدينة لوس إنجيلوس بالولايات المتحدة الأمريكية ، كذلك هناك صدع يميل إلى الشرق ويسمى صدع جارلوك وكان هذا الصدع وراء وقوع زلزال فى ٢١ من يوليو عام ١٩٥٢ فى مقاطعة كيرن وقد بلغت شدة هذا الزلزال ٧,٧ درجة ، وحركة هذا الصدع تعتبر حركة جاذبية يسارية ، وتتعاون هذه الحركة مع حركة صدع سان أندرياس اليمينية فى تحريك منطقة صحراء موجاف فى اتجاه الشرق بالنسبة لولاية كاليفورنيا .

وتعتبر هذه الحركات المركبة لصدوع القشرة الأرضية هى المسئولة عن أغلب السمات الجيولوجية لمنطقة كاليفورنيا كما أن هذه الصدوع هى المسئولة عن تكرار وقوع الزلازل بهذه المنطقة حيث تعتبر ولاية كاليفورنيا منطقة زلزالية .

كما توجد بعض الصدوع الأخرى التى تنتشر فى أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية ؛ إذ أن هناك ما يقرب من ٣٩ ولاية أمريكية تندرج تحت مناطق ذات خطورة زلزالية متوسطة أو كبرى ، فنجد مثلاً أن المنطقة التى تشمل جنوب الأوريجون وجنوب أريزونا ونيومكسيكو تتكون من عدة سلاسل جبلية تحيط بها الصدوع العمودية ذات الزوايا الكبيرة حيث تفتت بها القشرة الأرضية وارتفعت لأعلى من مستوى ٩٠٠ متر إلى ١٥٠٠ متر عن مستوى منطقة الحوض مكونة بذلك سلسلة جبلية تمتد لحوالى ٨٠ كيلومتر .

أما سلسلة جبال تيتون الموجودة غرب منطقة يومنج فتعتبر واحدة من أكثر السلاسل الجبلية إثارة حيث ارتفع الجانب الشرقى فى تصدع وانخفض الجانب الغربى . كذلك جبال روكى الممتدة من المكسيك إلى كندا والتى تكونت بنفس الأسلوب .

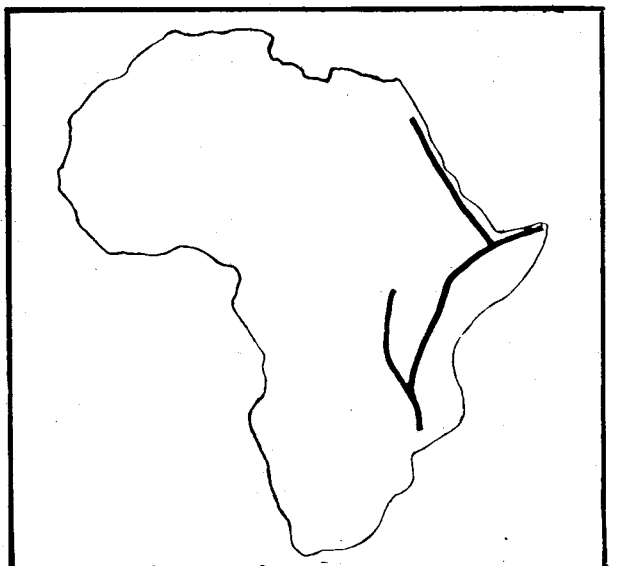
كذلك تعرضت مناطق أعلى نهر المسيسيبى وسهول نهر أوهيو للعديد من الهزات الأرضية .

كما يعتبر الجزء الشمالى الشرق من صدع « نيومدريد » وما يحيط به من صدوع أخرى السبب فى وقوع زلزالين شديدين وعدة هزات أرضية فى هذه المنطقة .

أما جبال الأبلاكيان والتى تكونت نتيجة عدة انهيارات وتصدعات وتشوهات أثناء عملية الترسيب فهى تعتبر مركزا للكثير من الزلازل التى وقعت قديماً وحديثاً .

كذلك وقعت زلازل عديدة شديدة على امتداد الساحل الشرقى للولايات المتحدة الأمريكية فى مدن بوسطن ونيويورك وشارلستون وبعض المناطق الأخرى .

هذا ويتوقع علماء الزلازل أن يحدث زلزال ضخم عند صدع سان أندرياس إذا حدث وتحرك هذا الصدع حركة اهتزازية كبرى لذلك هناك أبحاث ودراسات يقوم بها العلماء لخفض شدة الهزة الأرضية المتوقعة منها محاولة ضخ كميات كبيرة من المياه داخل المناجم القديمة الموجودة بالمنطقة حتى تؤدى هذه المياه إلى سهولة ويسر انزلاق الصخور فوق بعضها .



(امتداد الصدع الإفريقى العظيم)

كذلك يوجد الصدع الأفريقى الضخم والذى يطلق عليه وادى الأخدود الكبير وهو يبدأ من سوريا فى الشمال ، ويشمل البحر الميت ووادى الأودن ثم يتخلل أفريقيا ماراً بالبحر الأحمر ثم يمتد جنوباً إلى مصب نهر زامبيزى ويتضمن بحيرة رودلف وبحيرة نياسا وهناك فرع غرب بحيرة فيكتوريا يشمل بحيرة تنجانيقا وعدداً من البحيرات الصغيرة .

هذا وقد توصل علماء الجيولوجيا إلى أن الزلازل الحادة كثيرا ما تحدث نتيجة لتصادم شريحتين أرضيتين مع بعضهما البعض حيث تكون إحدى الشريحتين ثابتة إلى حد كبير بينما الشريحة الأخرى تحاول أن تتحرك كما فى حالة شريحة المحيط الهادى التى تحاول أن تتحرك نحو الشمال بمسافة قد تصل إلى حوالى ٥ سم سنوياً .

ومن أغرب ما سجل فى هذا المجال تلك الحركة الأرضية التى وصلت إلى مسافة ٥ أمتار خلال دقيقة واحدة فقط أثناء زلزال سان فرانسيسكو المدمر عام ١٩٠٦ .

كما لوحظ أيضاً أن الاهتزاز الناتج من الزلزال يكون أكثر عنفاً بالقرب من الصدع المسبب له .

وقد تمكن العلماء المختصون من فهم التقنية الميكانيكية للقوى التكتونية وهى تلك القوى التى تؤثر على شكل سطح الأرض وعلى حركة الشرائح كما تؤثر أيضاً على عمليات تكوين اليابسة والماء والجبال ... إلخ .

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على مظاهر زلزال سان فرانسيسكو عام ١٩٠٦ ونتائجه الكثير من المعلومات فيما يختص بمدى تأثير القوى التكتونية ، حيث لاحظ الجيولوجى مارى ريد أن الأسوار والطرق العريضة التى أقيمت على امتداد الصدع الأرضى فى سان أندرياس قد أزيحت من مواقعها الأصلية بما يساوى حوالى ٦,٥ متر ، بينما أوضحت تقارير المسح الجوى على امتداد الخمسين عاماً التى سبقت حدوث الزلزال أنه قد حدثت عمليات إزاحة على امتداد هذا الصدع الأرضى لمسافة بلغت حوالى ٣ أمتار .

ويرجع هذا التحرك إلى تأثير القوى التكتونية على جانبى النهر مما أدى إلى حدوث هذه الإزاحة ، وتبين أن الصخور فى هذه المنطقة ظلت مختزنة بداخلها كميات من طاقة التمدد أدت إلى انثنائها وانبعاجها ، ولكن مع مرور الوقت وازدياد ضغط هذه القوى حدث فى النهاية انهيار لتلك القوى التى تربط الصخور ببعضها البعض فى هذه المنطقة فحدث تفكك عند النقط الضعيفة ، وقد أدى استمرار عملية تفكك الصخور إلى تولد مستمر لقوى ضاغطة على امتداد الصدع تهدف إلى تبديد الإجهادات الكامنة داخل الصخور ، ويلاحظ صدور أصوات طقطقة تصاحب مثل هذه العمليات ؛ إذ أن الصخور تحاول فى مرونة أن ترتد إلى وضعها الأصلى ، وأثناء عملية الارتداد تحتك هذه الصخور ببعضها الأمر الذى ينتج عنه حرارة وذبذبات تنبعث فى شكل موجات تسمى بالموجات الزلزالية .

وتنطلق هذه الذبذبات من مركز الزلزال ، ومركز الزلزال هو النقطة التى يبدأ عندها الزلزال حيث تبلغ الهزات الأرضية حدها الأقصى فى الشدة .

وتنتقل هذه الموجات الزلزالية فى جميع الاتجاهات على سطح الكرة الأرضية وتنتشر بمد آلاف الكيلومترات ونقطة مركز الزلزال أو بؤرة الزلزال قد تكون قريبة من سطح الأرض أو ضاربة فى الأعماق حيث يعرف الزلزال فى هذه الحالة بأنه زلزال عميق البؤرة أو زلزال جوفى .

والصخور عادة لا تعود إلى وضعها الطبيعى مباشرة ، بل أن ذلك قد يستغرق عدة أيام أو ربما يتم خلال عدة سنوات ، وعندئذ تقل وتضعف شدة الطاقة الزلزالية المتولدة ، وهذه العملية البطيئة لتفريغ الطاقة الزلزالية المتولدة تسمى بالانزلاق الزلزالى .

وقد عجز العلماء حتى الآن عن الوصول إلى الأسباب التى تكمن وراء انطلاق هذه الطاقة الزلزالية تارة فى عنف وتارة أخرى بلا عنف ، إلا أنهم أرجعوا ذلك إلى سرعة حدوث انزلاق للشرائح الأرضية بمحاذاة بعضها البعض .

الأحزمة الزلزالية

من الصعب التكهن بحدوث الزلازل إلا أن دراسات العلماء المختصين أوضحت أن حوالى ٩٥٪ من طاقة الزلازل تتركز فى بعض المناطق فى شكل شرائط ضيقة تلتف حول الكرة الأرضية كالأحزمة .

وقد تبين أن أكثر المناطق تعرضاً للزلازل هى تلك المناطق التى تقع على حزام يمتد عبر الحافة الخارجية للمحيط الهادى بالإضافة لحزام آخر يمتد خلال المناطق الجبلية المطوية التى توجد بجوار البحر الأبيض المتوسط كما يمتد خلال إيران حتى يصل إلى الصين ماراً بجبال الهيمالايا .

كما أن هناك حزاماً متصلاً يمتد لآلاف الأميال عبر محيطات العالم ويتطابق هذا الحزام مع امتداد مجموعات الصدوع التى تتوسط المحيطات . بالإضافة لمناطق حدود الصدوع الأرضية مثل صدع شرق أفريقيا الذى يبلغ طوله ما يقرب من ٦٠٠٠ كيلومتر .

وقد اتضح أن ذلك الحزام الدائرى للنشاط الزلزالى بالميحط الهادى له نفس مسار الحزام النارى للبراكين نظراً لأن القوى التكتونية التى تسبب الزلازل هى أيضاً المسئولة عن حدوث النشاط البركانى وتقع أكثر المناطق تميزاً بشدة البراكين عند حدود الشرائح الأرضية وتشترك فى مجموعة من الأخاديد العميقة والبحيرات البركانية القوسية حيث تندس شريحة المحيط تحت الشريحة القارية .

هذا ويبدأ هذا الحزام الزلزالى الدائرى من نيوزيلندا ويمتد شمالاً ليشمل جزر تونجا وساموا وفيجى وجزر لويالتى وجزر نيوهيبريدز وسولمون ثم يمتد هذا الحزام بعد ذلك نحو الغرب ليضم بريطانيا الحديثة وجونيا الحديثة بالإضافة لجزر مولاكس ، ثم يتجه فرع من هذا الحزام غرباً عبر أندونيسيا بينما يتجه المسار الرئيسى لهذا الحزام نحو الشمال ليشمل الفلبين حيث يوجد صدع أرضى كذلك يضم هذا الحزام الزلزالى تايوان وجزر اليابان ، كذلك يوجد حزام زلزالى آخر يدخل تحت هذا الحزام ويمتد بمحاذاته ويضم مجموعة جزر

الماريانز ، وهى صنف من الجزر البركانية التى تتميز بتكوين خندق متسع وعلى أعماق تصل إلى حوالى ٩٠٠٠ متر . ثم يتجه هذا الحزام الزلزالى الدائرى نحو الشمال ليشمل جزر كوريل فى أعلى المحيط الهادى بالإضافة لجزر كتشاتكا والوتيان .

أما إذا تتبعنا الجانب الشرق للحزام الدائرى للمحيط الهادى فسنجد أنه يمر خلال جبال الإنديز فى وسط وجنوب أمريكا وتشيلى ، وبيرو وهى مناطق تشتهر بمجموعة من الزلازل التى تعتبر من أعنف الزلازل التى عرفتها البشرية ، ففى هذا القرن وحده وقع بأمريكا الوسطى والجنوبية مالا يقل عن ٢٤ زلزالاً شديداً بقوة ٧,٥ درجة أو أكثر فى بعض الأحيان ، وهذا الأمر يرجع إلى أن الشريحة الأرضية التى تحمل فوقها قارة أمريكا الجنوبية تقوم بدفع الشريحة الأرضية للمحيط الهادى لتتموج وتتعرج إلى أسفل محدثة بهذا متزايداً داخل أعماق القشرة الأرضية يؤدى إلى دفع بعض الصخور إلى أسفل بينما البعض الآخر يرفع إلى أعلى السطح مثل سلسلة جبال الأنديان ؛ لذا تتسبب مجموعة هذه القوى فى إحداث ضغوط شديدة داخل المنطقة كلها وبزيادة هذه الإجهادات تبدأ الزلازل فى الانطلاق الواحد تلو الآخر عبر الخط الساحلى .

أما الحزام الزلزالى الثانى فيمتد أيضاً خلال مناطق تعتبر من أكثر المناطق الزلزالية نشاطاً فى العالم حيث يمتد بطول ٤١٢٥ كيلومتراً عبر هضبة التبت وأجزاء كثيرة من الصين ، وقد تعرضت هذه المنطقة وعلى مدى عدة قرون

(مسار الأحزمة الزلزالية فى العالم)

طويلة مرت بمجموعة من الكوارث الزلزالية المدمرة تسببت فى مصرع الملايين من البشر ، ومنذ مطلع هذا القرن تم تسجيل مجموعة من الزلازل القوية بلغت شدتها ٨ درجات ، ويمتد هذا الحزام الزلزالى فى اتجاه الغرب خلال سلسلة جبال هندوكاشى بشمال أفغانستان ، وبالقرب من جمهورية تادز هيكستان الروسية يوجد مركز للنشاط الزلزالى ذو العمق المتوسط الذى يتراوح ما بين ١٦٥ إلى ٢٥٠ كيلومتراً وقد تعرضت هذه المنطقة خلال هذا القرن إلى ثلاثة زلازل وصلت شدة كل منها ٨ درجات وهذا الحزام الزلزالى يشتهر بنشاطه البالغ حيث تم تسجيل ما يقرب من ألفى زلزال بسيط سنوياً أما خلال عام ١٩٧٧ فقد تم تسجيل مالا يقل عن ٦ آلاف زلزال ، ومن هذا الموقع يمتد القوس الفارسى وفى انتشار واسع عبر جبال البامير والقوقاز وحتى تركيا .

أما الطرف الشرق للبحر الأبيض المتوسط حيث توجد مناطق تصادم للشرائح الأرضية فيعتبر مرتعاً خصباً للزلازل .

وقد تعرضت كل منطقة الشرق الأدنى للكثير من الزلازل منذ القدم والتى ورد ذكرها فى بعض الكتب الدينية القديمة إلى جانب باقى المنطقة المحيطة بالبحر الأبيضَ المتوسط التى تعرضت أيضاً لزلازل مدمرة على مدى التاريخ القديم .

وهناك مناطق معينة على سطح الكرة الأرضية تعرف بأنها مناطق مستقرة ، وقد تقع بها بعض الزلازل أيضاً ولكنها تكون أقل عرضه لتكرار حدوث هذه الزلازل ، ويمكن القول أن هذه المناطق المستقرة تتمتع بحماية تتكون من الصخور القديمة فى قلب القارات ، وهذه المناطق تشمل سكان نيافيا وجرين لاند وشرق كندا وأجزاء من شمال سيبيريا وروسيا والمنطقة العربية والأجزاء الجنوبية من شبه القارة الهندية وشبه جزيرة الهند الصينية ، وأيضاً معظم أمريكا الجنوبية فيما عدا منطقة جبال الأنديز وكذلك كل أفريقيا فيما عدا وادى الصدع وشمال غرب القارة ، هذا بالإضافة لأجزاء كثيرة فى استراليا ، وإذا حدث زلزال فى هذه المناطق المستقرة فإنه يرجع إلى وجود ضعف فى القشرة الأرضية بسبب بعض الأنشطة البركانية السابقة التى أدت إلى انطلاق بعض الضغوط الداخلية الحبيسة .