*طرق قياس الزلازل

لقد قامت عدة محاولات لقياس شدة الزلزل على أساس حجم التأثير وشكله وشدته على سطح الأرض ، ومن تلك المحاولات ما قام به العالم الايطالى ميركاللى عام ١٩٠٢ م حيث وضع مقياساً وصفياً لشدة الزلزل حسب القرب أو البعد عن بؤرة الزلزل والذى يستند إلى الضرر الناتج عن الزلزل و يسمى مقياس ميركالي المعدل و هو مقياس مغلق تتراوح قيمه بين ١ – ١٢ حيث تصف القيم المتدنية بساطة أو عدم حدوث ضرر في حين تعبر القيم المرتفعة عن أضرارٍ بالغة (انظر الجدول التالي) ، ومن ثم فإن هذا المقياس وصفي و قليل الجدوى من الناحية العلمية .

جدول رقم (١) مقياس ميركاللى لشدة الزلازل

م	مقياس ميركاللى	مقياس ريختر
١	لا يمكن الإحساس بالهزة إلا بجهاز	٢.٠
٢	يشعر بها أناس قليلون	٣.٥
٣	يشعر بها الناس داخل المنازل وكأن شاحنة ضخمة مرت بقربه	٤.٢
٤	يشعر بها الناس ويستيقظ النائم، ويهتز زجاج النوافذ	٤.٣
٥	يتكسر العديد من الزجاج والأواني	٤.٨
٦	يشعر الناس بالهزة جيدا وتتكسر الأشجار	٤.٩–٥.٤
٧	تقع وتتهدم المنازل القديمة والرديئة في بنائها	٥.٥–٦.١
٨	تتصدع المنازل قوية البناء وتنقلب السيارات	٦.٢
٩	تهتز المنازل القوية وتتصدع الأرض، وتتكسر أنابيب المياه، وتقع بعض المنازل	٦.٩
١٠	تتشقق الأرض، تتهدم الجسور والطرق المعبدة، تحدث انزلاقات أرضية	٧–٧.٣
١١	تتهدم معظم المباني وتقذف الأجسام إلى الفضاء	٧.٤–٨.١
١٢	تهدم شامل وكوارث رهيبة	٨.١–٨.٩

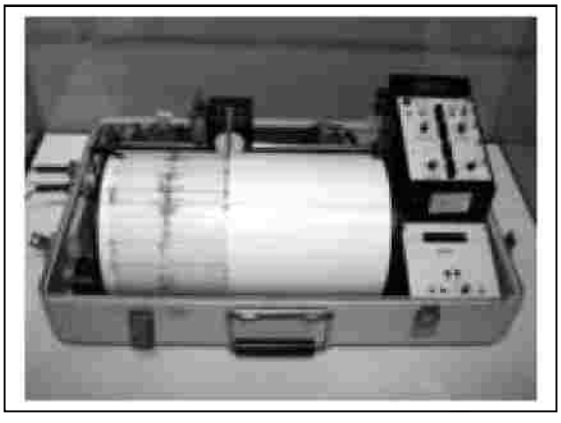
المصدر / ar.wikipedia.org

أما المقياس الثاني فهو يعبر عن حجم الزلزل Earthquake Magnitude و يعرف بمقياس ريختر و هو مقياس مفتوح تحدد قيمه اعتماداً على اللوغاريتم العشري للسعة العظمى للهزة الزلزالية مقاسةً كجزءٍ بالألف من المليمتر على بعد ١٠٠ كلم من المركز السطحي للزلزل ، وذلك من خلال جهاز قياس قوة الزلزل التي كانت عليها قشرة الأرض أثناء حدوثه (صورة رقم (٣) ، وقد صنف خطورة الزلازل إلي درجات (جدول (٢) وهي كالآتي : -

جدول (٢) مقياس ريختر لقياس الزلزل

الدرجة	السرعة الأفقية سم/ث	آثار الزلزل (الهزات الأرضية)
٣	-	لا يحس بهاأحد ، إلا بعض الناس في ظروف خاصة جداً .
٣.٥	٢-٣	يحس بها بعض الناس فقط وخاصة الذين في الأدوار العليا، وتهتز الأشياء المعلقة تعليقاً حراً .
٤	٤-٧	يحس بها بوضوح داخل البيوت،وخاصة في الأدوار العليا ، ولكن كثير من الناس لا تعتقد أنه زلزل حيث يسبب اهتزازت كالتي يسببها المترو أو الترام أو الشاحنات الضخمة .
٤.٥	٧-١٥	أثناء النهار يحس بها الكثيرون في البيوت والكثير في الشوارع،ولا يحس بها في الليل إلا المستيقظون،وتهتز الأطباق والشبابيك والنجف، وتحدث الحوائط بعض أصوات التصدع، والإحساس به كما لو كان نتيجة اصطدام عربة نقل بالمبنى، وتهتز العربات الساكنة بوضوح .
٥	١٥-٣٠	يحس بها الجميع ويستيقظ بعض النائمين، وتسقط بعض صور الحائط وتتكسر بعض الأطباق،وتحدث شروخ بسيطة في الطبقات السطحية للجدران ،وتنقلب الأشياء غير المتزنة،وتهتز الأشجار وأعمدة النور بوضوح ، ويتوقف بندول الساعة .
٥.٥	٣٠-٧٠	يحس بها الجميع،ويفزع البعض ويفرون إلى الخارج المباني،وتتحرك قطع الأثاث الثقيلة،تحدث شروخ سطحيه وتتصدع المداخن،والمباني الضعيفة .
٦	٧٠-١٥٠	الجميع يهرعون خارج المباني،التصدع بسيط في المباني ذات التصميم الجيد،والتنفيذ السليم،والتصدع بسيط إلى متوسط في مباني الطوب الجديدة،والتصدع كبير في المباني الخرسانية السيئة أو مباني الطوب والحجر القديمة ، تنهار بعض المداخن،ويحس به قادة السيارات المتحركة
٦.٥	١٥٠-٣٠٠	التصدع بسيط في المنشآت المقاومة للزلازل،وتصدع واضح في المباني العادية مع انهيارات جزية،وتصدع كبير في المنشآت سيئة التنفيذ، انهيارات كبيرة في معظم جدران الطوب الدراجة محلياً،تنفصل باكية المباني عن الأعمدة والكمرات وتتحرك بعضها للخارج،تسقط التماثيل وبعض المآذن والمداخن والأسوار،تنقلب قطع الأثاث الثقيلة ، يتغير منسوب مياه الآبار ، يزعج السيارات المتحركة .
٧	٣٠٠ إلى ٧٠٠	التشقق واضح في المنشآت المقاومة للزلازل،والمنشآت الخرسانية تميل بشدة أو تنحني خارج مستوى الإطارات،تصدع كبير في الحوائط الحاملة الغير مسلحه وانهيارات كثيرة في المنشآت سيئة التنفيذ،تنفصل بعض المباني عن أساساتها وتتشقق التربة بوضوح وتقص بعض الخوازيق (الأوتاد الأرضية) .

٧.٥	٧٠٠ إلى ١٥٠٠	أغلب المباني من الحوائط الحاملة الغير مسلحه تدمر،وبعض المنشآت الخرسانية تدمر مع أساساتها،وتتشقق الأرض شقوقاً كبيرة وخطيرة،وتنحني قضبان السكك الحديدية،وتتزق جوانب الأنهار والترع تتحرك التربة الرملية،والطمى وتنكسر المواسير المدفونة تحت الأرض .
٨	١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠	تنهار كثير من المباني الخرسانية وتسقط الكبارى،وتحدث فواصل في الأرض،تبتلع الناس والعربات،وتنهار شبكات المياه والمجاري كلية،وتحدث انزلاقات في جوانب الأنهار والتربة اللينة،وتنحني قضبان السكك الحديدية بحيث لا تعد صالحة.
٨.٥	٣٠٠٠ إلى ٦٠٠٠	التدمير شامل ، موجات الزلازل ترى بوضوح على سطح الأرض ، خطوط الرؤية والأسطح المستوية تدمر ، تطير الأشياء الثقيلة في الهواء .



صورة رقم (٣) جهاز السيزموجراف لقياس الزلازل

وفي الوقت الحالي يوجد العديد من المقاييس المستخدمة كمؤشر على حجم الزلزال ، إذ يستخدم المقياس mo للتعبير عن سعة الأمواج P المسجلة باستخدام راسم الزلازل النظامي و في مراجع أخرى تدعى بـ mb و هو مقياس للأمواج الزلزلية الباطنية محسوباً على أساس الأمواج الاهتزازية التي تتراوح مدتها بين ٠.١ و ٣.٠ ثانية و على مسافة تزيد عن ٥ درجات جيوسنترية ، و بشكلٍ مشابه يستخدم مقياس الأمواج السطحية Ms باعتبار لوغارتم السعة العظمى لحركة الأرض بفعل الأمواج السطحية التي تبلغ مدتها ١٨-٢٢ ثانية و ذلك للزلازل التي تحدث على مسافات تتراوح بين ٢٠ و ١٦٠ درجة جيوسنترية من محطات الرصد و عمقها أقل من ٥٠ كيلومتر (عادةً لا تحسب لأعماق أكثر من ذلك) . كما يبدو أن مقياس السعة لا توجد له حدود دنيا أو عليا ، و راسمات الزلازل الحساسة تستطيع تسجيل زلازل بقيم سالبة ، و قد سجلت زلازل وصلت إلى ٩.٠ (زلزال سان فرانسيسكو ١٩٠٦ كانت درجته على مقياس ريختر ٨.٢٥) . ويستخدم حالياً مؤشر ميكانيكي يدل على حجم الزلزل يدعى بالعزم الزلزلي Seismic

Moment Mo و هو معيار يتعلق بالذراع الزوجيّة للقوى المسببة للانزلاق على الفالق المؤدي لحدوث الزلزال ، و يمكن حسابه إما من الأمواج الزلزالية المسجلة أو من القياس الحقلي لحجم تصدع الفالق ، و بالتالي فإن العزم الزلزالي يشكل مقياس أكثر انتظاماً لحجم الزلزال ، كما يوجد أيضاً مقياس استخدم مؤخراً يدعى بدرجة العزم Moment Magnitude Mw و هو متناسب مع عزم الزلزال و يتعلق بحاصل ضرب مساحة صدع الزلزال بانزلاق الصدع الوسطي على تلك المساحة بمعامل القص لصخور الصدع ، و قيم Mw تتقارب مع قيم Ms (eq.4eco.com) .

* التنبؤ بالزلازل

لم يتمكن العلماء حتى يومنا هذا من اكتشاف طريقة دقيقة للتنبؤ بحدوث الزلازل لأن مثل هذه الطريقة لو وجدت لتجنبت البشرية الآثار المدمرة للزلازل ، غير أن العلماء انطلقوا من المؤشرات السابقة لحدوث الزلازل مباشرة في وضع بعض الطرق للتنبؤ بحدوث الزلازل ، ومن تلك المؤشرات نذكر الآتي :

١- التغيرات في مستوى المياه الجوفية تحت سطح الأرض حيث لوحظ أن مستوى الماء في الآبار والينابيع يتغير بشكل مفاجئ ارتفاعاً أو انخفاضاً عن مستواه الاعتيادي كما انه يصبح عكراً Cloudy وذو درجة حرارة أعلى من الدرجة العادية .

٢- تغير مستوى مياه البحر والمحيطات وارتفاع الأمواج المائية لعشرات الأمتار .

٣- حدوث تغيرات بالخصائص الفيزيائية للقشرة الأرضية كالمغناطيسية والجاذبية حيث لوحظ أن المغناطيس يفقد قوته على الجذب بشكل مؤقت خلال الهزة الأرضية وهذه الظاهرة تعزز نظرية حدوث تغيير في مجال الكهرومغناطيس للأرض Earth Electronic Field.

٤- انبعاث الغازات من جوف الأرض مثل غاز الرادون .

٥- حصول هزات أرضية خفيفة (٢-٢.٥) درجة حسب مقياس ريختر وبشكل يومي تقريبا وهو ما لا يشعر به الإنسان بل يسجل من قبل المراصد الزلزالية علماً أن حدوث مثل هذه الزلازل الضعيفة بأوقات متباعدة مفيدة حيث تمتص الاجهادات المسلطة على الفوالق الأرضية مانعة لتجمع اجهادات كبيرة تؤدي إلى حدوث زلزال قوي .. وهذا ما

حدث في تركيا قبل الهزة الأرضية المدمرة في أغسطس ١٩٩٩ حيث تم تسجيل هزات ضعيفة يومية استمرت لمدة تقارب الشهر قبل حدوث الهزة المدمرة .

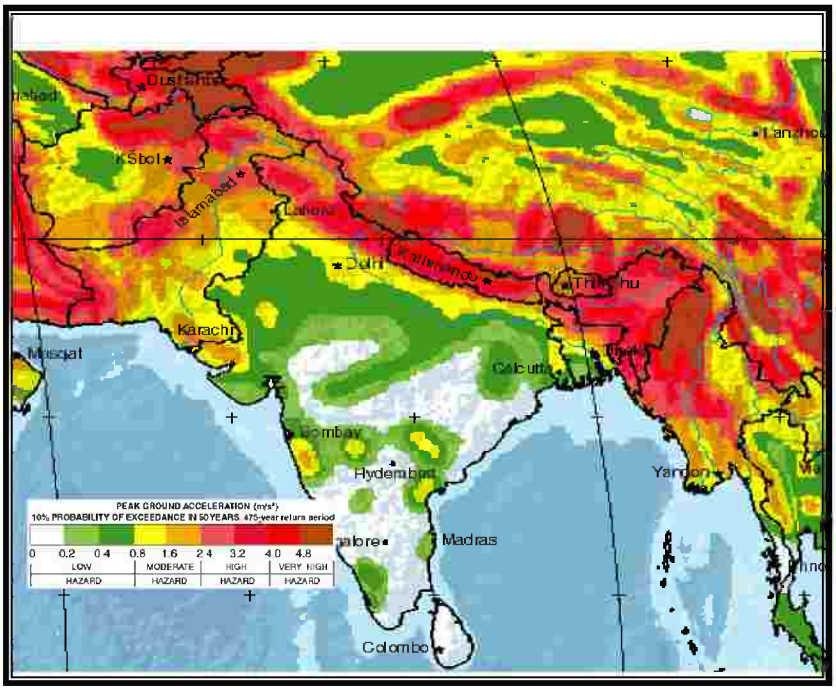
٦- متابعة تصرفات بعض الحيوانات (الكلاب وبعض الطيور والحيوانات البحرية) مثل الحركات العشوائية للفئران حيث لوحظ في أحد المختبرات العلمية التي كانت تحتوي على عدد من الفئران الهادئة اضطرابها بشكل مفاجئ ومحاولتها الخروج من أقفاصها ولمدة تزيد عن (٥) دقائق قبل حدوث زلزل قوته (٥.٢) مقياس ريختر مما أدى إلى اهتزاز المبنى بشكل عنيف **(علاء التميمى ،٢٠٠٠)** .

٧- تغير المجال الكهربائى الجوى فى منطقة الزلزل قبل حدوثه بفعل انطلاق جزيئات الهواء والجسيمات الموجبة الشحنة الموجودة فى مسارات القشرة الأرضية نتيجة للضغط الشديد الذى تتعرض له الصخور.

وعلى الرغم من وجود المؤشرات السابقة تبقى الزلازل هي الأصعب تنبؤاً بل إن بعض العلماء يعتبر التنبؤ بها مستحيلا ، ففي المقاله التى جاءت تحت عنوان " الزلازل يستحيل تنبؤها " والتى نشرت في مجلة العلوم الأمريكية كان رأي الباحث روبرت جيلر قاطعاً في هذه المسألة ، حيث دعا جيلر مع ثلاثة باحثين كبار مختصين في فيزياء جوف الأرض إلى وضع حد لبحوث التنبؤ الزلازل عندما رأوا أن هدا المجال العلمي محكوم علية بالفشل ، ولم يكن ذلك بالنسبة لبعض علماء الجيولوجيا مفاجئاً وذلك لأن الزلزل حركاتة الأرضية غادرة دوماً ، فالعلماء ومحطات الإنذار يمكنها تتبع العناصر المكونة للأعاصير والزوابع و السيول وحتى الانفجارات البركانية ، إلا أن تنبؤات حدوث الزلازل تبقى دائما غامضة فهي تضرب وتختفي بسرعة .

ولا يدعو معارضوا التنبؤ إلى إنهاء بحوث الزلازل بحد ذاتها فهم لا يعترضون قطعاً علي استعمال العلم في استشراق المستقبل ، ولكنهم يفضلون استخدام التقديرات بعيدة المدى للاحتمالات الزلزلية ، من خلال قياسات لحركة الأرض على طول الصدوع والسجلات التاريخية للزلازل والأدلة المتصلة بالانهيارات الأرضية القديمة والأشجار المدفونة ، ولكن هناك بعض الباحثين يحاولون بلوغ تنبؤات قصيرة المدى تتراوح بين ساعات أو أشهر سلفاً ، والفكرة من وراء ذلك هو معرفة ما إذا كان الزلزل يصدر إنذارا تحذيريا يمكن من خلاله تلافي الأخطار والكوارث التي تنتج عنه .

والمشكلة هي أن التنبؤ بالزلازل مهمة بالغة التعقيد ، فالعلماء يمكنهم أن يقيسوا موجات الزلازل الكهرومغناطيسيه والضغوط وحركة الصخور وتبادلها ، ولكن بطريقة غير مباشرة تتغير القراءات فيما بعد بسبب تعرض الطبقات الأرضية للتشوه ، بالاضافة إلى ذلك تعتبر الزلازل أساساً نادرة الحدوث وتضرب بطريقة غادرة مفاجئة من حيث المكان والزمان . ولكن عموماً تعد منطقة شرق وجنوب شرق أسيا من أكثر المناطق التي تتعرض لموجات زلزلية شكل (٥) .



شكل (٥) أحزمة مواقع الزلازل بجنوب شرق أسيا

ففي عام ١٩٧٥م وبعد موجه غير عادية من الزلازل الصغيرة هزت مدينة هايتشنغ في الصين حذرت سلطات المدينة السكان في الوقت المناسب ثم دمر الزلزال القوي ٩٠% من المباني وزعزعها وكانت مدمرة بدرجة إلى القول بأن التنبؤ بحجم الخسائر كان مستحيلاً ، إلا انه لم يكن من المتوقع أن يصل التدمير الى مدينة تانغشان فى منطقة شاندونغ التي لا تبعد عن هايتشنغ سوى ٤٥٠ كيلو متراً فقتل رع سكانها وسوى بمبانيها الأرض .