كتاب الزلازل

رقم الإيداع لدى
دائرة المكتبة الوطنية
2024/3/1531

محمد صالح، عماد عبد الرحمن
عماد عبد الرحمن محمد صالح – كتاب الزلازل – عمان: دار فضاءات، 2024

* أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية.
* يتحمل المؤلف المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

ISBN: 978-9923-36-424-6

فضاءات للنشر والتوزيع

الطبعة الأولى: 2024

جميع الحقوق محفوظة بموجب اتفاق

عماد عبد الرحمن محمد صالح – كتاب الزلازل – العراق
دار فضاءات للنشر والتوزيع – المركز الرئيسي
عمان - شارع الملك حسين- مقابل سينما زهران
تلفاكس: 4650885 (6 - 962+) هاتف جوال: 911431- 777(962+)
ص.ب 20586 عمان 11118 الأردن
E.mail: Dar_fadaat@yahoo.com
Website:http://www.fadaat4publishing.net/

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال دون إذن خطي مسبق من الناشر

تصميم الغلاف: فضاءات للنشر والتوزيع
الصف الضوئي والإخراج الداخلي والطباعة: فضاءات للنشر والتوزيع

إن الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن رأي دار فضاءات للنشر والتوزيع.

كتاب الزلازل

الأستاذ الدكتور

عماد عبد الرحمن الهيتي

أستاذ الجيوفيزياء وعلم الزلازل- قسم الجيولوجيا التطبيقية

كلية العلوم/ جامعة الأنبار- جمهورية العراق

فضاءات
للنشر والتوزيع

سورة الزلزلة

﴿ بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ ﴾

﴿ إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا ﴿١﴾ وَأَخْرَجَتِ الْأَرْضُ أَثْقَالَهَا ﴿٢﴾ وَقَالَ
الْإِنسَانُ مَا لَهَا ﴿٣﴾ يَوْمَئِذٍ تُحَدِّثُ أَخْبَارَهَا ﴿٤﴾ بِأَنَّ رَبَّكَ أَوْحَىٰ لَهَا ﴿٥﴾ يَوْمَئِذٍ
يَصْدُرُ النَّاسُ أَشْتَاتًا لِّيُرَوْا أَعْمَالَهُمْ ﴿٦﴾ فَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ
﴿٧﴾ وَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُ ﴿٨﴾ ﴾

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى

أستاذي الذي أضاء دربي في علم الزلازل

الأستاذ الدكتور سهل السنوي

محبة وامتنانا ووفاءً

إلى

طلبتي الذين أشرفت على رسائلهم في علم الزلازل

اعتزازا ومحبة

إلى

ضحايا الزلازل

المحتويات

تمهيد 11

الفصل الأول: مفاهيم عامة 15

الفصل الثاني: تسجيل الزلازل 35

الفصل الثالث: موقع الزلزال وعمقه 55

الفصل الرابع: المقدار الزلزالي 67

الفصل الخامس: الشدة الزلزالية 77

الفصل السادس: حدوث الزلازل 87

الفصل السابع: التوزيع الجغرافي للهزات الأرضية 93

الفصل الثامن: تصنيف الهزات الأرضية 99

الفصل التاسع: الخطر الزلزالي العالمي والمخاطر الزلزالية العالمية 109

الفصل العاشر: التنبؤ بالزلازل 119

الفصل الحادي عشر: الاستعداد للهزات الأرضية وتخفيف آثارها 133

الفصل الثاني عشر: البناء المقاوم للزلازل 149

الخاتمة 169

المصادر 173

تمهيد

تمهيد

Preface

In the quiet of our daily life, the Earth often passes under our feet unnoticed, a firm foundation on which to build our world. However, underlying this seemingly quiet surface lays an unimaginable force - an earthquake. Throughout history, these seismic events have reshaped the landscape, shaken civilizations, and left indelible signs of human memory. This handbook aims to provide simple and easy-to-understand information about earthquakes and how to deal with them, without the need for a specialized scientific background. When we turn pages, we will reveal the mechanisms that trigger these shocks, look at the ways in which societies have sought to mitigate their destructive power, and gain insight into the resilience of the	في هدوء حياتنا اليومية، غالبًا ما تمرّ الأرض تحت أقدامنا دون أن يلاحظها أحد، وهو أساس ثابت نبني عليه عالمنا. ومع ذلك، يكمن تحت هذا السطح الذي يبدو هادئًا قوة لا يمكن تصورها – الزلزال. على مرّ التاريخ، أعادت هذه الأحداث الزلزالية تشكيل المناظر الطبيعية، وهزت الحضارات، وتركت علامات لا تمحى من ذاكرة الانسان. يهدف هذا الكتيب إلى تقديم معلومات بسيطة وسهلة الفهم حول الهزات الأرضية وكيفية التعامل معها، دون الحاجة إلى خلفية علمية متخصصة. عندما نقلب صفحات، سنكشف عن الآليات التي تثير هذه الهزات، ونبحث في الطرق التي سعت بها المجتمعات إلى التخفيف من قوتها المدمرة، واكتساب

individuals and communities who have faced this devastating disaster. May it serve as a reminder of our shared weakness and our shared responsibility to understand and coexist with the seismic forces that shape our life? We hope that this handbook will contribute to raising awareness and reducing concern about this natural phenomenon. **It is God's good luck** **Author** **25 September 2023**	نظرة ثاقبة على مرونة الأفراد والمجتمعات الذين واجهوا هذه الكارثة المدمرة. أتمنى أن يكون بمثابة تذكير بضعفنا المشترك ومسؤوليتنا المشتركة عن الفهم والتعايش مع القوى الزلزالية التي تشكل حياتنا. نأمل أن يُسهم هذا الكتيب في زيادة الوعي وتقليل القلق حيال هذه الظاهرة الطبيعية. ومن الله التوفيق المؤلف 25 أيلول2023

الفصل الأول

مفاهيم عامة

General Concepts

الفصل الأول

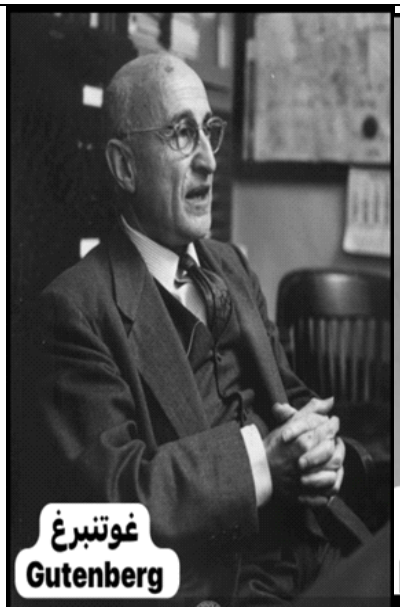
مفاهيم عامة

General Concepts

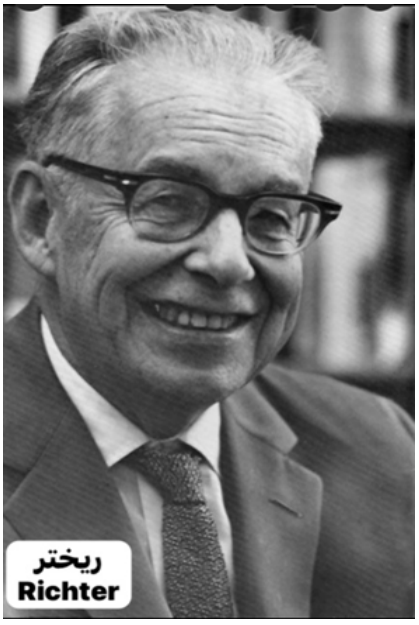
نستعرض في هذا الفصل المفاهيم العامة ذات الصلة بتسجيل ووصف وقياس الزلازل والاستعداد لها وتقييم مخاطرها والتقليل من آثارها بأسلوب مبسط يسهل فهمها من قبل غير المختصّين والجمهور العام.

الزلزال (الهزة الأرضية) هو اهتزاز مفاجئ للأرض ينجم عن التحرير المفاجئ لطاقة المرونة المخزونة في الصخور على امتداد مستويات الضعف (الكسور والصدوع)، الذي يولد بدوره موجات تسمى بموجات المرونة أو الموجات الزلزالية التي تنتقل في جميع الاتجاهات بعيدا من نقطة التمزق الأولي. يؤدي مرور هذه الموجات إلى اهتزاز الأرض.	**Earthquake** It is a sudden shaking of the Earth caused by the sudden release of the elastic energy stored in rocks along weakness planes (fractures and faults), which in turn generates waves called elastic waves or seismic waves that travel in all directions away from the initial rupture point. The Earth shakes when these waves pass.

Seismology Science dealing with earthquakes and related phenomena, including the study of the behavior of elastic waves generated from artificial sources (e.g. explosions) and the properties of the media in which such waves are travelled. Seismology took its modern form a little over a hundred years ago. The development of seismology in its modern form has contributed many scientists from different countries, perhaps the most famous of which frequents on the tongues of the ordinary audience is Charles Richter, in addition to Beno Gutenberg, Inge Lehman and others.	**علم الزلازل** العلم الذي يتعامل مع الزلازل والظواهر المصاحبة لها بما في ذلك دراسة سلوك موجات المرونة التي يتم توليدها من مصادر صناعية (التفجيرات مثلا) وخواص الأوساط التي تنتقل فيها هذه الموجات. أخذ علم الزلازل شكله الحديث قبل مئة سنة أو أكثر قليلا. ساهم في تطوير علم الزلازل بشكله الحديث العديد من العلماء من دول مختلفة لعل أشهرهم والذي يتداول اسمه على ألسنة الجمهور العادي هو شارلس ريختر بالإضافة إلى بينو غوتنبرغ وإنجي ليمان وآخرين.


غوتنبرغ
Gutenberg

ليمان
Lehman


ريختر
Richter

موجات المرونة (الزلزالية)

هي موجات تتولد طبيعيا من الزلزال أو صناعيا من الانفجار نتيجة تحول جزء من طاقة المرونة المحررة إلى طاقة ميكانيكية. تنتقل الموجات الزلزالية خلال باطن الأرض (الموجات الجسمية) أو على طول سطح الأرض أو بالقرب منه (الموجات السطحية). تنتقل الموجات الزلزالية بسرعة عدة كيلومترات في الثانية. تكون الموجات الزلزالية على نوعين هما:

- الموجات الجسمية
- الموجات السطحية

الموجات الجسمية

هي الموجات التي تنتقل في داخل الأرض، وتكون على نوعين هما:

(1) الموجة الأولية (الطولية)

هي أول موجة زلزالية يتمّ التقاطها بواسطة أجهزة قياس الزلازل. تنتقل في جميع الأوساط السائلة والصلبة. يُطلق عليها أيضًا اسم الموجات الانضغاطية أو الطولية،

Elastic (Seismic) Waves

They are waves naturally generated by the earthquake or artificially by the explosion as a result of the transformation of part of the elastic energy released into mechanical energy. Seismic waves travel through the Earth's or along or near the Earth's surface. Seismic waves travel at several kilometers per second. Seismic waves are on two types:

- Body Waves
- Surface Waves

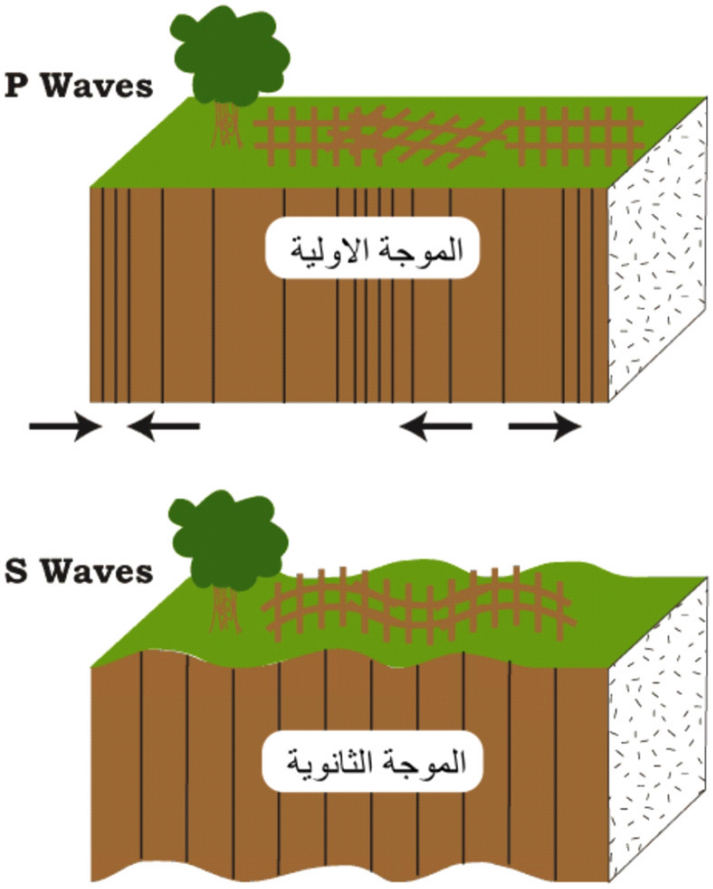
Body Waves

The waves are traveling inside the Earth, and are of two types:

1. Primary (longitudinal) Wave (P-Wave)

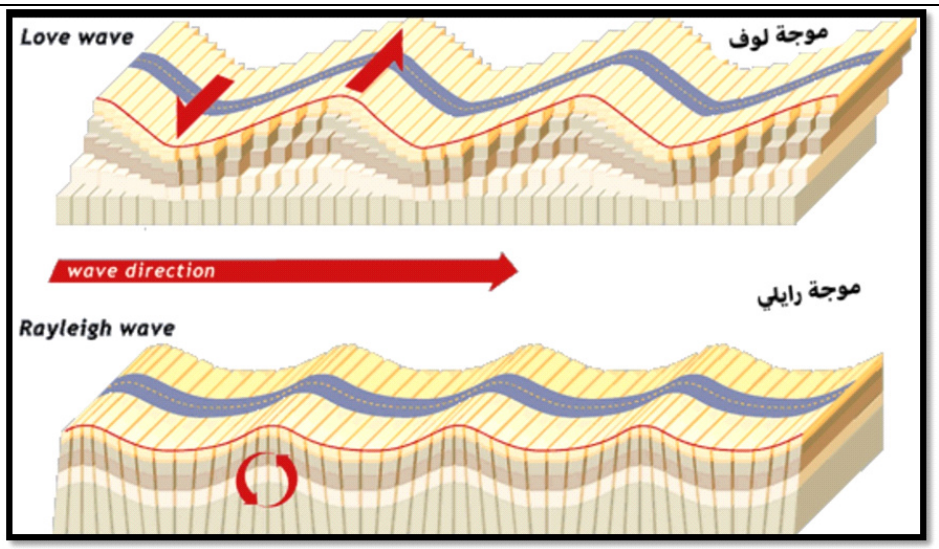
It is the first seismic wave detected by seismometers. It travels in all liquid and solid media. They are

also called compressive or longitudinal waves, and cause the medium particles to vibrate compression followed by rarefaction and so on and towards wave propagation and in a manner similar to acoustic waves moving back and forth as the waves move from source to receiver. P wave is the fastest seismic wave. (2) Secondary (Shear) wave (S-Wave) They are waves that travel in hard media and cause the particles of those media to vibrate vertically on the direction of the wave's propagation. The secondary wave is slower than the initial wave. Due to fluid intolerance to shear efforts, secondary waves do not travel in fluids such as water, molten rock or the Earth's outer core.	وتسبب تذبذب جسيمات الوسط بشكل تضاغط يتبعه تخلخل وهكذا وباتجاه انتقال الموجة وبأسلوب مشابه للموجات الصوتية التي تتحرك ذهابًا وإيابًا أثناء انتقال الموجات من المصدر إلى المستقبل. الموجة P هي أسرع الموجات الزلزالية. (2) الموجة الثانوية (القصية) هي موجات تنتقل في الأوساط الصلبة وتسبب تذبذب جسيمات تلك الأوساط باتجاه عمودي على اتجاه انتقال الموجة. تكون الموجة الثانوية أبطأ من الموجة الأولية. بسبب عدم تحمل السوائل لجهود القصّ، فإنَّ الموجات الثانوية لا تنتقل في السوائل مثل الماء أو الصخور المنصهرة أو اللبّ الخارجي للأرض.



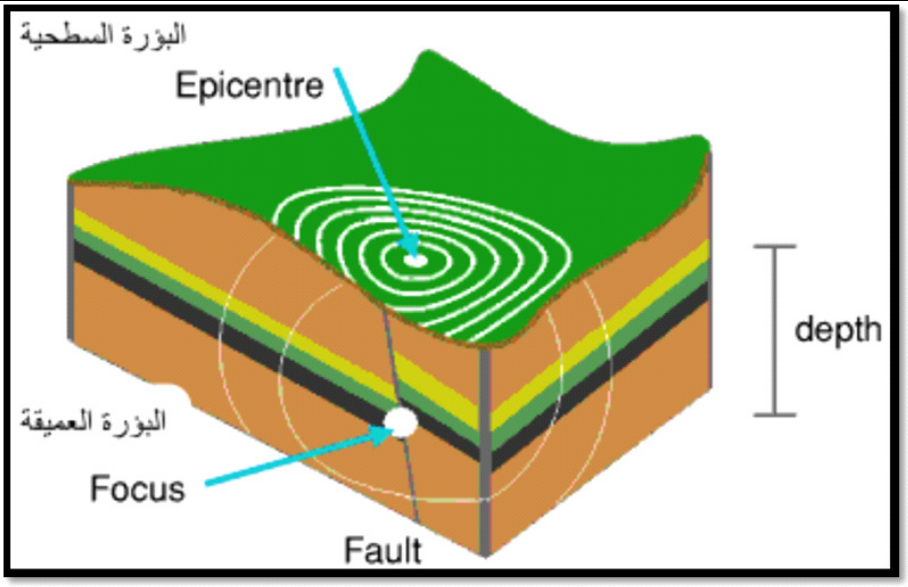
Surface Waves	**الموجات السطحية**
They are the waves that move near and over the surface of the Earth. Surface wave velocity is slower than body wave. There are two types of surface waves generated	هي الموجات التي تتحرك بالقرب من السطح الخارجي للأرض أو عليه بدلاً من التحرك خلال جوف الأرض. تكون سرعة الموجات السطحية أبطأ من الموجات الجسمية. هناك نوعان من الموجات

by the earthquake: (1) Love Waves They are the surface waves that move in a back and forth horizontal motion. (2) Rayleigh Waves They are the surface waves that carry energy along Earth's surface by elliptical particle motion which appears on the surface as a ripple effect.	السطحية التي يولدها الزلزال هما: (1) موجة رايلي هي الموجات السطحية التي تتحرك في حركة بيضاوية، وينتج عنها تذبذبٌ رأسيٌّ وأفقيٌّ في اتجاه انتشار الموجة. (2) موجة لوف هي الموجة السطحية التي تتحرك موازية لسطح الأرض وعمودية على اتجاه انتشار الموجة.



Epicenter	البؤرة السطحية للزلزال
It is the point on Earth's surface directly above the location (focus) of the earthquake below the surface. Hypocenter (Focus(It is the place where the elastic energy stored in the rocks is released and the earthquake begins inside the Earth. It is described its	البؤرة السطحية هي الموقع على سطح الأرض مباشرة فوق مكان بدء الزلزال (مكان تحرير طاقة المرونة المخزونة في الصخور). تحدّد البؤرة السطحية بدائرة العرض وخط الطول. البؤرة العميقة للزلزال البؤرة العميقة هي المكان (مكان تحرير طاقة المرونة المخزونة في الصخور) الذي يبدأ فيه الزلزال في داخل الأرض. تحدد البؤرة

depth.	العميقة بعمقها.



Earthquake Size Two scales are used to describe the size of an earthquake: one is a qualitative scale, a seismic intensity scale, and the other is a quantitative scale, a seismic magnitude scale. **Seismic Intensity Scale**	**حجم الزلزال** يُستخدم اثنان من المقاييس لوصف حجم الزلزال أحدهما مقياس وصفي وهو مقياس الشدة الزلزالية والآخر مقياس كمي وهو مقياس المقدار الزلزالي.

It is a qualitative measure of the amount of ground shaking an earthquake produces at a particular site, based on human observations of the effect on human structures and geologic features. The Modified Mercalli Intensity scale uses Roman numerals from I to XII.	**مقياس الشدة الزلزالية** الشدة عبارة عن رقم (مكتوب كرقم روماني، مثلا I,II, ...VI) يصف شدة الزلزال من حيث تأثيره على سطح الأرض وعلى البشر وممتلكاتهم. هناك العديد من مقاييس الشدة أشهرها مقياس ميركالي المعدل والمؤلف من 12 درجة. تكون أعلى شدة عند البؤرة السطحية للزلزال وتقل كلما ابتعدنا عنها.
Seismic Magnitude Scale It is a number that characterizes the size of an earthquake by recording ground shaking on a seismograph and correcting the distance to the epicenter of the earthquake. Magnitude is expressed in Arabic numbers on the Richter scale (1 to 9.)	**مقياس المقدار الزلزالي** المقدار هو رقم يصف حجم الطاقة المتحررة من الزلزال. يعتمد الحجم على قياس الحدّ الأقصى للحركة المسجلة (السعة) بواسطة جهاز الرصد الزلزالي. هناك العديد من مقاييس المقدار الزلزالي.
Seismometer Sensitive equipment that can detect waves emitted even from the lowest	**المرجاف** أداة حساسة يمكنها اكتشاف الموجات المنبعثة حتى من أقل الزلازل مقدارا.

amount of earthquakes.

Seismograph

It is an instrument that records vibrations of the Earth, especially earthquakes.

Seismogram

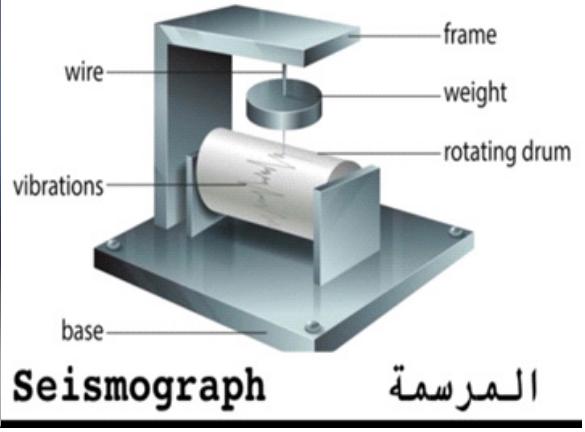
It is the record of earthquake ground motion recorded by a seismograph. Analog earthquake record (paper or electronic copy) and digital (computer) are used to determine the location and magnitude of the earthquake.

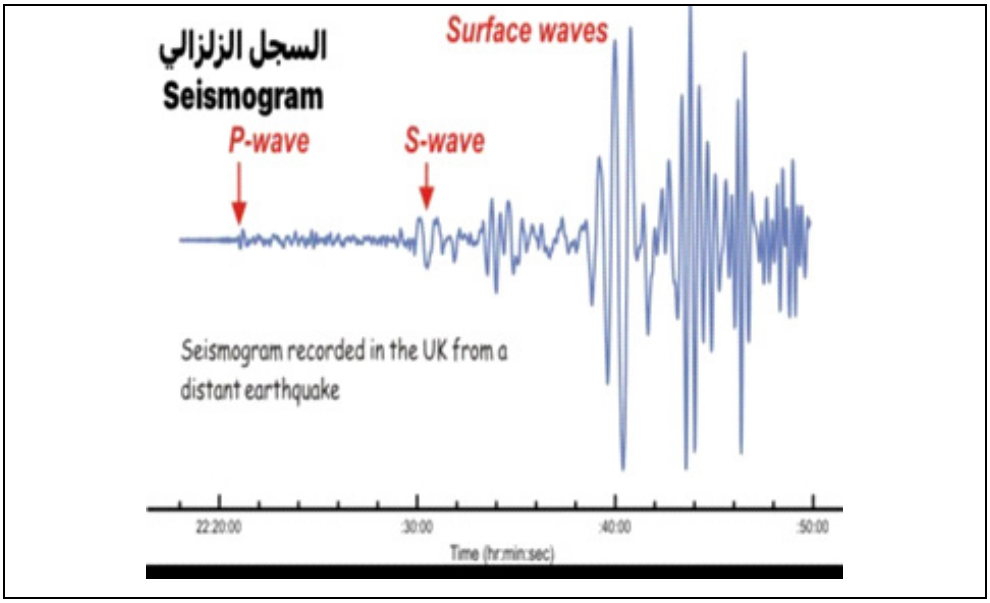
المرسمة

أداة تسجل اهتزازات الأرض وعلى وجه الخصوص الزلازل.

السجل الزلزالي

هو السجل في الوقت الفعلي للحركة الأرضية للزلازل المسجلة بواسطة جهاز المرسمة. يستخدم سجل الزلازل التناظري (نسخة ورقية أو إليكترونية) والرقمي الكمبيوتر لتعين موقع الزلزال ومقداره.

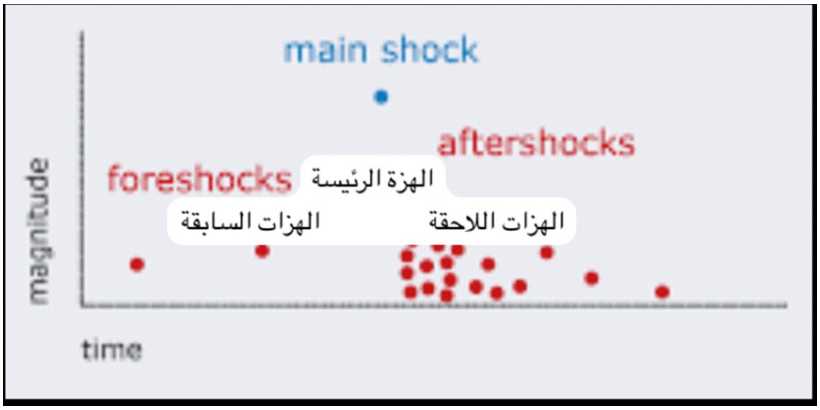




Seismic Station It is a site containing a seismometer and seismograph for routine monitoring of earthquakes. Seismic stations are now provided with modern means of communication to monitor the station's work and transfer its data.	**محطة زلزالية** هو موقع يحتوي على مرجاف ومرسمة للرصد الروتيني للهزات الأرضية. تزود المحطات الزلزالية الآن بوسائل الاتصال الحديثة لمتابعة عمل المحطة وتداول بياناتها.
Earthquake Sequence Earthquakes are not isolated events, they occur in sequence. Most often, each sequence of earthquake is dominated by a larger magnitude	**تعاقب الهزة الأرضية** الزلازل ليست أحداثًا معزولة، فهي تحدث في تعاقب أو تسلسل. في أغلب الأحيان، يهيمن على كلّ تسلسل حدث ذو مقدار

earthquake than all other earthquakes in the sequence (usually approximately one unit larger.(	أكبر من جميع الأحداث الأخرى في التسلسل (عادةً ما يكون أكبر بمقدار وحدة واحدة تقريبًا).
Main Shock It is the earthquake that possesses the largest seismic magnitude in the earthquake sequence, sometimes preceded by one or more earthquakes, and often followed by aftershocks.	**الهزة الرئيسة** هي الهزة التي تمتلك أكبر مقدار زلزالي في تسلسل الهزة، يسبقها أحيانًا هزة أو أكثر، وغالبًا ما يتبعه هزات ارتدادية.
Foreshock It is the earthquake that precedes a larger earthquake, or main shock, and originates along the same fault as the main shock. Not all main shocks have foreshocks.	**الهزة السابقة** هي الهزة أو الهزات التي تسبق الهزة الرئيسة في التعاقب. يكون مقدار هذه الهزة أقل من مقدار الهزة الرئيسة. ليست جميع الهزات الرئيسة تمتلك هزات سابقة.
Aftershock It is the earthquake that follows a larger earthquake, or main shock, and originates along the same fault as the main shock. Aftershocks can last for weeks, months or years.	**الهزة اللاحقة (الارتدادية)** هي الهزة أو الهزات التي تتبع الهزة الرئيسة في تعاقب الهزات. تمتلك هذه الهزات مقادير زلزالية أصغر من مقدار الهزة الرئيسة. يمكن أن تستمر الهزات الارتدادية

The larger magnitude main shock, followed by higher seismic magnitude and number aftershocks, lasts longer.	على مدار أسابيع أو شهور أو سنوات. كلّما امتلكت الهزة الرئيسة مقداراً زلزاليّاً أكبر تبعتها هزات ارتدادية أعلى مقدارا زلزاليا وأكثر عددا وتستمر لفترات أطول.



Seismicity Seismicity is the spatial and temporal distribution of earthquakes. Area seismicity is expressed in the form of maps, tables or so-called earthquakes catalogue.	**الزلزالية** هي التوزيع المكاني والزماني للهزات الأرضية. يعبر عن زلزالية منطقة بشكل خرائط وجداول أو ما يعرف بالفهرس الزلزالي.
Historical Seismicity Historical seismicity is study of the earthquakes that occurred before	**الزلزالية التأريخية** الزلزالية التأريخية هي دراسة الهزات

the beginning of the era of automated recording of earthquakes, specifically at the beginning of the twentieth century. **Paleoseismicity** Paleoseismicity is the study of earthquakes occurred over geological time that left traces or signals preserved in rocks.	الأرضية التي وقعت قبل بداية عصر التسجيل الآلي للزلازل، وبالتحديد في مطلع القرن العشرين. **الزلزالية القديمة** هي دراسة الهزات التي حدثت عبر الزمن الجيولوجي والتي تركت آثارا أو إشارات حفظت في الصخور.
Induced Seismicity Induced seismicity is the study of earthquakes that result from human activity that changes pressures and stress in the Earth's crust. Most induced earthquakes have low magnitude.	**الزلزالية المستحثة** الزلزالية المستحثة هي دراسة الزلازل التي تنتج عن النشاط البشري الذي يغير الضغوط والإجهاد في قشرة الأرض. معظم الزلازل المحتثة ذات مقدار زلزالي منخفض.

Seismic Hazard Seismic hazard include natural hazards associated with earthquakes that are likely to cause harm and affect people's normal activities. This includes surface	**الخطر الزلزالي** يشمل الخطر الزلزالي الأخطار الطبيعية المرتبطة بالزلازل التي من المحتمل أن تسبب ضررًا وتؤثر على الأنشطة الاعتيادية للناس. وهذا يشمل تصدع السطح، اهتزاز

faulting, ground vibration, land, soil liquefaction and tsunami. **Seismic Risk** It is a probability of exposure of human and engineering facilities to loss or damage from seismic hazards. **Tsunami** It is a Japanese term that refers to harbor waves and is commonly called seismic sea waves due to an undersea earthquake, underwater or coastal landslide, or volcanic eruption.	الأرض، الانزلاق الأرضي، تسييل التربة والتسونامي. **المخاطر الزلزالية** احتمالية تعرض الإنسان والمنشآت الهندسية إلى خسارة أو ضرر نتيجة لخطر زلزالي. **التسونامي** هو مصطلح ياباني يشير إلى موجات الميناء، وتسمى موجات البحر الزلزالية، عادة ما تكون ناتجة عن زلزال تحت سطح البحر أو انهيار أرضي تحت الماء أو عند الساحل أو ثوران بركاني.

Earthquakes Prediction Earthquake prediction is defined as the exact determination of the predicted earthquake's location, time and magnitude. From the definition, accurate prediction shows that three questions must be	**التنبؤ بالزلازل** يعرف التنبؤ بالزلازل بأنه التحديد الدقيق لموقع الزلزال المتوقع وزمن وقوعه وقوته. من التعريف، يتبين أنّ التنبؤ الدقيق يتطلب الإجابة عن ثلاثة أسئلة: أين يقع الزلزال؟ متى يقع الزلزال؟ ما هو مقدار الزلزال؟

answered: where is the earthquake? When is the earthquake? What is the earthquake magnitude?	

الفصل الثاني

تسجيل الزلازل

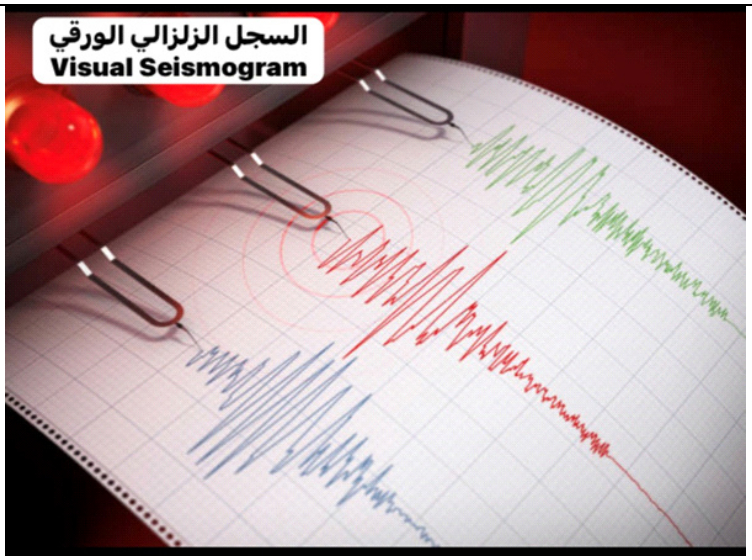
Earthquakes Recording

الفصل الثاني

تسجيل الزلازل

Earthquakes Recording

Earthquakes are recorded by a network of seismic stations. Each seismic station measures the Earth's movement at that location. The tool used to record and measure these vibrations is called seismograph. Traditional seismographs consist of a seismometer with a signal amplifier, and a display unit often printed using photographic or heat-sensitive paper. In these traditional seismographs, the Earth's movement is recorded in paper. In modern seismographs, the display is replaced or augmented with a digitizer and either local digital storage (e.g., CDs) or a telemetry system using radio, telephone or the Internet to send the digital data stream to a central recording and analysis site.	تسجل الزلازل بواسطة شبكة من المحطات الزلزالية. تقيس كلّ محطة زلزالية حركة الأرض في ذلك الموقع. الأداة المستخدمة لتسجيل وقياس هذه الاهتزازات تسمى المرسمة. تتكون المرسمات التقليدية من المرجاف مع مضخم للإشارة، ووحدة عرض مطبوعة غالبًا باستخدام ورق فوتوغرافي أو حساس للحرارة. في هذه المرسمات التقليدية تسجل الحركة الأرضية ورقيّا. في صور الزلازل الحديثة، يتم استبدال الشاشة أو تعزيزها بجهاز رقمي وإمّا تخزين رقمي (مثل الأقراص المدمجة) أو نظام قياس عن بعد باستخدام الراديو أو الهاتف أو الإنترنت لإرسال تدفق البيانات الرقمية إلى موقع تسجيل وتحليل مركزي.


السجل الزلزالي الورقي
Visual Seismogram

السجل الزلزالي الرقمي
Digital Seismogram

Seismic Network

The seismic network is defined as a group of stations that work together to collect and analyze data. Seismic stations that operate independently can be considered a network if the data from these stations are linked and processed together. Before 1960, there were generally individual seismic stations operating independently. Each station analyses its recordings and takes notes, which are usually sent to a central location. If there are several stations operating in a country or region, it is possible to talk about networks. In the 1960s, seismic networks began to operate and were mainly designed to record micro-earthquakes, and the distances between stations were from a few kilometers to a few hundred kilometers.

With the evolution of communication capabilities to cover the whole world, seismic networks

الشبكة الزلزالية

وتعرف الشبكة الزلزالية بأنها مجموعة من المحطات التي تعمل معا لجمع البيانات وتحليلها. يمكن اعتبار المحطات الزلزالية التي تعمل بشكل مستقل شبكة إذا تم ربط البيانات من هذه المحطات ومعالجتها سويا. قبل عام 1960، كانت هناك عمومًا محطات زلزالية فردية تعمل بشكل مستقل. تتولى كلّ محطة تحليل تسجيلاتها وتدوين ملاحظاتها، والتي عادة ما يتم إرسالها إلى موقع مركزي ما. وإذا كانت هناك عدة محطات تعمل في بلد أو منطقة، فمن الممكن الحديث عن الشبكات. في الستينيات، بدأت الشبكات الزلزالية في العمل وكانت شبكات مصمّمة بشكل رئيسي لتسجيل الزلازل الصغيرة، وكانت المسافات بين المحطات من بضعة كيلومترات إلى بضع مئات من الكيلومترات.

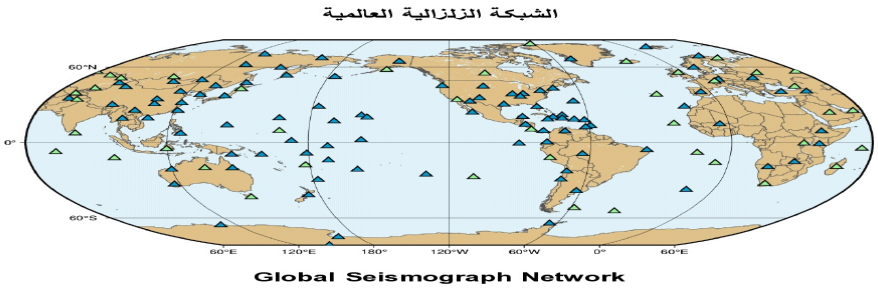
مع تطور قدرات الاتصال لتغطية العالم

can now be local, regional or global. The main elements of a modern seismic station are the vault, the seismometer, the digitizer, storage and communication. Seismic networks can be very small like mining networks locating micro-earthquakes to global networks recording data from the whole world. A special application of a seismic network is to make an early warning system, which should be able to make an alarm a few seconds after the occurrence of a strong earthquake and before the damaging wave front arrive to a town. The size of the network and its purpose will to a large extent determine the type of sensor to use. Micro-earthquakes can be recorded adequately with small seismometers, while global earthquake recording requires broad band seismometers. As communication and processing often determine network operation, physical communications, standards	بأسره، يمكن أن تكون الشبكات الزلزالية الآن محلية أو إقليمية أو عالمية. العناصر الرئيسية لمحطة الزلازل الحديثة هي القبو (السرداب) والمرجاف والمرقم والتخزين والاتصالات. يمكن أنْ تكون الشبكات الزلزالية صغيرة جدًّا مثل الشبكات الزلزالية التي تراقب النشاط الزلزالي عند مواقع التعدين التي تحدّد مواقع الزلازل الصغيرة للشبكات العالمية التي تسجل البيانات من العالم بأسره. التطبيق الخاص لشبكة الزلازل هو إنشاء نظام إنذار مبكر، والذي يجب أن يكون قادرًا على إطلاق إنذار قليلاً بعد ثوانٍ من وقوع زلزال قوي وقبل وصول جبهة الموجة المدمرة إلى إحدى المدن. يعتمد حجم الشبكة والغرض منها إلى حدّ كبير على نوع المرجاف الذي يجب استخدامه. يمكن تسجيل الزلازل الدقيقة بشكل كافٍ باستخدام مرجاف ذي فترة تذبذب قصيرة (تردد عالٍ)، بينما يتطلب تسجيل الزلازل العالمية مرجافاً

used and central processing software has become important elements of the network. For new networks, internet connections are almost mandatory, so stations will be connected by Ethernet. This is most often done with public networks through phone cables (ADSL) or mobile networks. When not available or too expensive, satellite connections are used. The data transmission must be able to send the data without errors and recover from transmission breaks of a few hours to some days. While commercial system can do that, the most reliable standard is the public SeedLink protocol. Central software is used to receive and record data in real time, require retransmission if needed, detect events and possibly automatically locate the events and determine magnitude. The most used systems are the public domain EarthWorm and SeisComp programs.	واسع النطاق (يسجل الحركات الأرضية ذات التردّدات العالية والتردّدات المنخفضة الناجمة عن الزلازل). نظرًا لأنَّ الاتصال والمعالجة يحدّدان غالبًا تشغيل الشبكة، أصبحت الاتصالات المادية والمعايير المستخدمة وبرامجيات المعالجة المركزية عناصر هامة في الشبكة. بالنسبة للشبكات الجديدة، تعد اتصالات الإنترنت إلزامية تقريبًا، لذلك سيتم توصيل المحطات بواسطة Ethernet. غالبًا ما يتم ذلك مع الشبكات العامة من خلال كابلات الهاتف (ADSL) أو شبكات الهاتف المحمول. عندما تكون غير متوفرة أو باهظة الثمن، يتم استخدام اتصالات الأقمار الصناعية. يتطلب نقل البيانات بدون أخطاء واستردادها من فواصل النقل لساعات قليلة إلى بضعة أيام توفر أنظمة لنقل تلك البيانات. بينما يمكن للنظام التجاري القيام بذلك، فإنّ المعيار الأكثر موثوقية هو بروتوكول SeedLink العام. توظف في الشبكات

The purpose of a seismic network is primarily to locate earthquakes and determine magnitude. The earthquake location generally requires three or more stations.	الزلزالية برمجيات المركزية الغرض منها هو تلقي البيانات وتسجيلها في الوقت الفعلي، والحاجة إلى إعادة إرسالها إذا لزم الأمر، وكشف الزلازل وربما تحديد موقعها ومقدارها تلقائيا. أكثر الأنظمة استخداماً هي برامج المجال العام EarthWorm وSeisComp.
Examples of Seismic Networks	الغرض من الشبكة الزلزالية هو في المقام الأول تحديد مواقع الزلازل وتحديد مقاديرها. يتطلب موقع الزلزال بشكل عام ثلاث محطات أو أكثر.
Global Networks	**أمثلة على الشبكات الزلزالية**
Global Seismograph Network (GSN)	**الشبكات العالمية**
The Global Seismographic Network is a permanent digital network of state-of-the-art seismological and geophysical sensors connected by a telecommunications network, serving as a multi-use scientific facility and societal resource for monitoring, research, and education. The IRIS/Global Seismic Network (GSN) is a typical example of a real time seismic network from many different agencies. This global system consists of more than 150 seismic broadband stations. The data	**الشبكة الزلزالية العالمية (GSN)** الشبكة الزلزالية العالمية هي شبكة رقمية دائمة لأحدث أجهزة الاستشعار الزلزالية والجيوفيزيائية التي تربطها شبكة اتصالات، وتعمل كمرفق علمي متعدد الاستخدامات ومصدر مجتمعي للرصد

is collected in real time at the Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) data management Center from where there is open access to real time and past data. The users then do not have to connect to the individual stations. This is by far the most important seismic network in the World. The Global Seismographic Network is a cooperative partnership between (IRIS) and the U.S. Geological Survey (USGS).	والبحث والتعليم. الشبكة العالمية لرصد الزلازل (GSN) هي مثال نموذجي لشبكة زلزالية في الوقت الحقيقي من العديد من الوكالات المختلفة. يتكون هذا النظام العالمي من أكثر من 150 محطة النطاق العريض (broad band) الزلزالية. يتمّ جمع البيانات في الوقت الفعلي في مركز إدارة البيانات IRIS حيث يوجد وصول مفتوح إلى البيانات في الوقت الفعلي وكذلك إلى البيانات السابقة. لا يحتاج المستخدمين إلى الاتصال بالمحطات الفردية. هذه إلى حدّ بعيد أهم شبكة زلزالية في العالم. الشبكة الزلزالية العالمية هي شراكة تعاونية بين المؤسسات البحثية المتحدة لعلم الزلازل IRIS وهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS).



نظام الرصد الدولي (IMS)

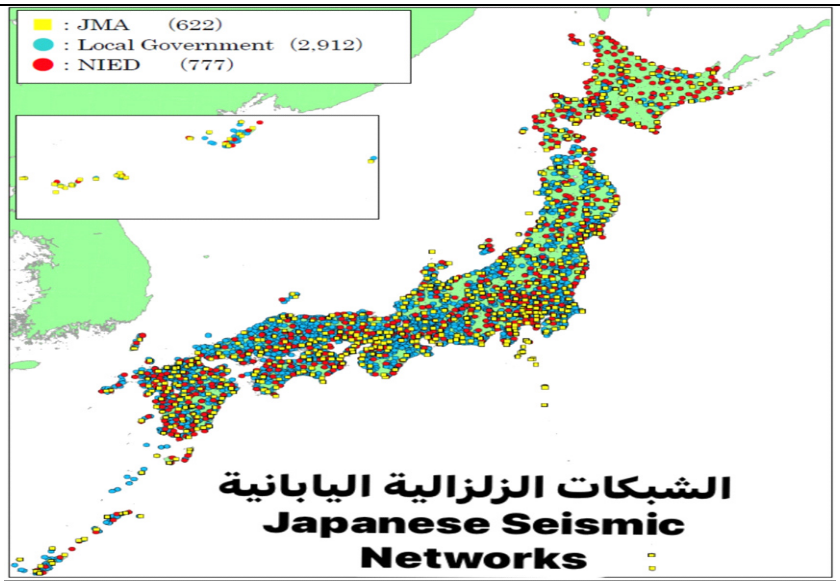
نظام الرصد الدولي، يهدف إلى مراقبة الالتزام بمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية. يتكون نظام الرصد الدولي من 276 محطة معتمدة العديد منها عبارة عن مصفوفات مع نقل البيانات في الوقت الحقيقي إلى مراكز البيانات الوطنية ومركز نظام الرصد الدولي في فيينا حيث تتم المعالجة الرئيسية. وتقدم هذه الأخيرة بيانات عند الطلب إلى مراكز البيانات الوطنية، ولكن ليس للجمهور.

International Monitoring System

International Monitoring System (IMS), has been set up aimed at monitoring the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT). The IMS consists of 276 certified stations of which many are arrays with real time data transmission to national data centers and the IMS center in Vienna where the main processing takes place. The latter provide data on request to the national data centers, but not to the public.

الشبكات الإقليمية والمحلية **الشبكات الزلزالية اليابانية** يتم تشغيلها بشكل رئيسي من قبل دائرة الأرصاد الجوية اليابانية والمعهد الوطني للبحوث لعلوم الأرض والوقاية من الكوارث (NIED). بالإضافة إلى هذه المؤسسات، هناك العديد من الشبكات التي يتم تشغيلها محليًا (2912 محطة) ولدى اليابان أكبر كثافة لمحطات الزلازل في أي بلد به عدة آلاف من المحطات. تتألف الشبكة Hi-net اليابانية من 800 محطة مزودة بأجهزة فترة التذبذب القصيرة و70	**Regional and Local Networks** **Japanese Seismic Networks** Japanese seismic networks are mainly operated by the Japan Meteorological service and the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED). In addition to these organizations there are many locally operated networks and Japan has the largest density of seismic stations of any country with several thousand stations. The Hi-net has about 800 SP stations in boreholes, the F-net has 70 BB

stations and K-net about 1000 accelerometers. A variety of methods is used for data transmission and detections, however it should be noted that the K-net works by sending the event triggered data to a central location so the network is not centrally controlled whereas the Hi-net and the F-net transmit real time data continuously. The JMA network consists of 622 stations. The Hi-net data are sent to the Japan Meteorological Agency (JMA) and used by the “Earthquake Early Warning” system, operated by JMA.	محطة مزودة بأجهزة النطاق الواسع التذبذب والشبكة K-net حوالي 1000 محطة لقياس التعجيل الناجم عن الهزات الأرضية. تستخدم مجموعة متنوعة من الطرق لنقل البيانات والكشف عنها. تتألف شبكة دائرة الأرصاد الجوية اليابانية من 622 محطة. يتم إرسال بيانات Hi-net إلى وكالة الأرصاد الجوية اليابانية وتستخدمها في نظام الإنذار المبكر"، الذي تديره الدائرة.



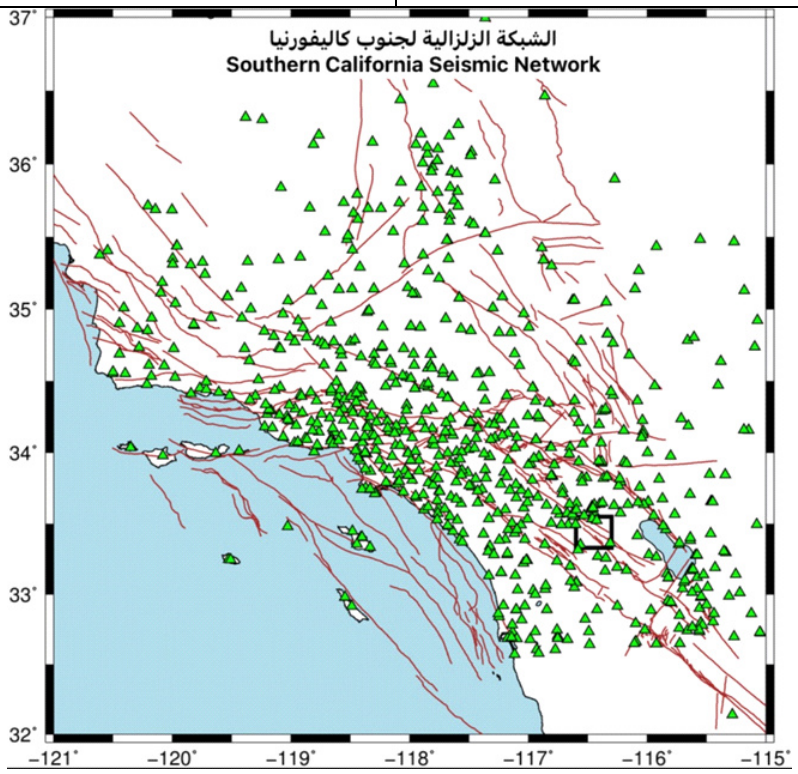
Southern California Seismic network (SCSN)

The SCSN is one of the larger and most automated networks in the world consisting of a mixture of different kinds of continuous systems using a large variety of equipment and communication means. It is interesting to note that, despite the high technological level, there are still 125 simple robust analog stations in the network. Due to the variety in communication methods, the network is very robust since it

الشبكة الزلزالية لجنوب كاليفورنيا

هي واحدة من أكبر الشبكات وأكثرها آلية في العالم وتتألف من خليط من الأنواع المختلفة من النظم المستمرة باستخدام مجموعة كبيرة ومتنوعة من المعدات ووسائل الاتصال. من المثير للاهتمام ملاحظة أنّه على الرغم من المستوى التكنولوجي العالي، لا تزال هناك 125 محطة تناظرية بسيطة عاملة في الشبكة. نظرًا للتنوع في طرق الاتصال، فإن الشبكة قوية جدًا لأنه من غير المحتمل أنْ تفشل جميع الطرق في نفس الوقت. الشبكة هي مشروع

unlikely that all methods will fail at the same time. The network is a cooperative project of the California Institute of Technology, Pasadena (CALTECH) and the U.S. Geological Survey. This network and the Northern California network have been early pioneers in setting up local networks.	تعاوني لمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، باسادينا (CALTECH) والمسح الجيولوجي الأمريكي. كانت هذه الشبكة وشبكة شمال كاليفورنيا رائدة في وقت مبكر في إنشاء الشبكات المحلية.



Earthquakes Recording in Iraq	تسجيل الزلازل في العراق

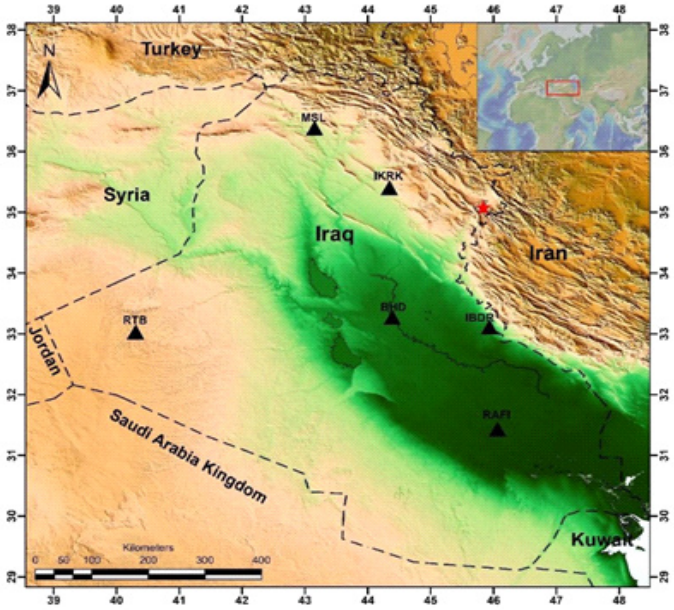
The idea of establishing an Iraqi seismic network dates back to 1968, when the seismologist Karnik of the University of Prague proposed establishing an observatory for the recording of earthquakes in Iraq. The Ministry of Higher Education and Scientific Research formed a team to study the feasibility of establishing an earthquake monitoring network in Iraq. A final report was submitted to the Ministry of Higher Education and Scientific Research in March 1972. In 1976, the Scientific Research Foundation requested the Ministry of Higher Education and Scientific Research to lend Dr. Sahil Alsinawi part-time services to establish the proposed earthquake observatory in Iraq. The seismic monitoring unit of the Scientific Research Institution (which subsequently became the Scientific Research Council) was established as an independent body dedicated to monitoring	تعود بداية التفكير بانشاء شبكة رصد زلزالي عراقية إلى عام 1968 حيث اقترح عالم الزلازل في كارنيك من جامعة براغ إنشاء مرصد لتسجيل الزلازل في العراق. شكّلت وزارة التعليم العالي والبحث العلمي فريقاً لدراسة جدوى إنشاء شبكة رصد الزلازل في العراق وتمّ رفع تقرير نهائي إلى وزارة التعليم العالي والبحث العلمي في مارس 1972. في عام 1976، طلبت مؤسسة البحث العلمي من وزارة التعليم العالي والبحث العلمي إعارة خدمات الدكتور سهل السنوي بدوام جزئي، لإنشاء مرصد الزلازل المقترح في العراق، وتمّ إنشاء وحدة الرصد الزلزالي بمؤسسة البحث العلمي (والتي أصبحت لاحقاً مجلس البحث العلمي) – كهيئة مستقلة مخصصة لرصد الزلازل. كانت الخطة الأصلية للشبكة أنْ يكون لها محطة مركزية في بغداد وأربع محطات ثانوية في كلّ من الموصل شمالاً، والسليمانية في الشمال الشرقي، والرطبة في الغرب الأوسط والبصرة جنوباً. وتمّ توفير

earthquakes. The network's original plan was to have a central station in Baghdad and four secondary stations in Mosul North, Sulymaniyah in the North-East, Rutb in the Midwest and Basra South. The equipment was provided during the direct construction of the central station (Baghdad seismic observatory), which was completed in the spring of 1979. The construction and operation of the rest of the stations were completed successively by the mid-1980s (with the exception of the Basra station, where selection of the site and specification of the devices faced several challenges). It was proposed to use seismometer initially designed to operate in the boreholes (to reduce the noise for the Basra University campus. Two seismic monitoring networks are now operating in Iraq:	الأجهزة أثناء المباشرة في بناء المحطة المركزية (مرصد بغداد الزلزالي) الذي اكتمل تأهيله وتشغيله في ربيع 1979. وتمّ استكمال بناء وتشغيل بقية المحطات تباعاً بحلول منتصف الثمانينات (باستثناء محطة البصرة التي واجه اختيار الموقع وتحديد مواصفات الأجهزة فيها عدة تحديات) حيث تمّ اقتراح استخدام لاقطات الزلازل المعدة للعمل في البئر في البداية (لتقليل الضوضاء ليقام في حرم جامعة البصرة. تعمل في العراق الآن شبكتان للرصد الزلزالي هما: - الشبكة الزلزالية العراقية (ISN) - الرصد الزلزالي العراقي (ISO)

−Iraqi Seismic Network (ISN) −Iraqi Seismic Observatory (ISO)	
Iraqi Seismic Network (ISN) The Iraqi seismic network began operating in the spring of 1979, completing the work of the Baghdad Central Station, followed by the completion of the construction and operation of the rest of the stations in the mid-1980s. The stations were equipped with sophisticated seismological systems that provide analog and digital seismic records. Data are transmitted directly from seismic stations via satellite to the central computer in the seismic observatory department of the General Authority for meteorological and seismological observatory. The seismic network currently consists of six stations throughout Iraq. This network was registered at the International	**الشبكة الزلزالية العراقية** بدأت الشبكة الزلزالية العراقية عملها في ربيع عام 1979 حيث اكتمل العمل بمحطة بغداد المركزية ثمّ تبعها استكمال إنشاء وتشغيل بقية المحطات في منتصف الثمانينيات من القرن الماضي. جهزت المحطات بمنظومات متطورة لرصد الزلازل توفر سجلات زلزالية تناظرية ورقمية. تنقل البيانات مباشرة من المحطات الزلزالية عبر الأقمار الصناعية إلى الحاسبة المركزية في قسم الرصد الزلزالي التابع إلى الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي. تتألف الشبكة الزلزالية حالياً من ستٍّ محطات موزعة على عموم العراق. سجلت هذه الشبكة في المركز الزلزالي العالمي ISC.

Seismic Center (ISC).	

الشبكة الزلزالية العراقية



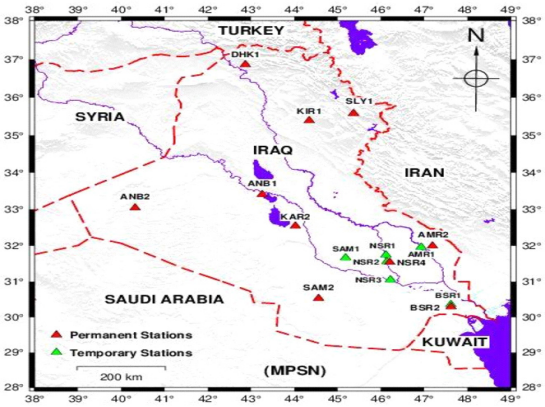
Iraqi Seismic Network (ISN)

Iraqi Seismic Observatory (ISO) The Iraqi seismic monitoring network was established with funding from the University of Arkansas at Little Rock (UALR) and the Lawrence Livermore National Laboratories (LLNL). The goal of this network is to study earthquakes in Iraq, as well as close the gap of seismic broadband	**شبكة الرصد الزلزالي العراقي** تمّ إنشاء شبكة الرصد الزلزالي العراقي بتمويل من قبل جامعة أركنساس في ليتل روك (UALR) ومختبرات لورانس ليفرمور الوطنية (LLNL). الهدف من وجود هذه الشبكة هو دراسة الزلازل في العراق، وكذلك سدّ فجوة محطات النطاق العريض

stations near the Zagros belt, the region's most seismic area. In 2014, six large-scale seismic stations were installed in Basra, Amarah, Nasiriyah, Karbala, Suleimaniyah and Dohuk. These stations were installed and hosted by Basra University. In the following years, a number of other stations were installed. The network is now consisting of 10 permanent stations and five temporary stations. This network is operated by the Seismological Laboratory of University of Basrah (SLUB) with the participation of Iraqi universities hosting the stations. The Iraqi seismic observatory network (ISO) is registered with the International Federation of Digital Seismograph Networks (FDSN) with a code of Mesopotamia (MP) and name of the Iraqi Seismic observatory (ISO). The network's data is available through Incorporated Research Institutions for	الزلزالي بالقرب من حزام زاغروس، وهو أكثر المناطق زلزالية في المنطقة. في عام 2014، تمّ تركيب ستّ محطات زلزالية عريضة النطاق في البصرة والعمارة والناصرية وكربلاء والسليمانية ودهوك. تمّ تركيب هذه المحطات واستضافتها من قبل جامعة البصرة. في السنوات التالية تمّ نصب عدد آخر من المحطات حيث تتألف الشبكة الآن من عشر محطات ثابتة وخمس محطات متنقلة. تدار هذه الشبكة من قبل المختبر الزلزالي في جامعة البصرة بمشاركة الجامعات العراقية التي تستضيف المحطات. شبكة الرصد الزلزالي العراقية مسجلة في الاتحاد العالمي للشبكات الزلزالية الرقمية (FDSN) بالرمز MP وبالاسم الرصد الزلزالي العراقي (ISO). بيانات الشبكة متوفرة من خلال مركز إدارة البيانات (IRISDMC) العائد إلى المؤسسات البحثية المتحدة لعلم الزلازل (IRIS)).

Seismology (IRIS) data management Center (IRISDMC).	

شبكة الرصد الزلزالي العراقي (ISO)



Iraqi Seismic Observatory (ISO)

الفصل الثالث

موقع الزلزال وعمقه

Epicenter Location and Hypocenter Depth

الفصل الثالث

موقع الزلزال وعمقه

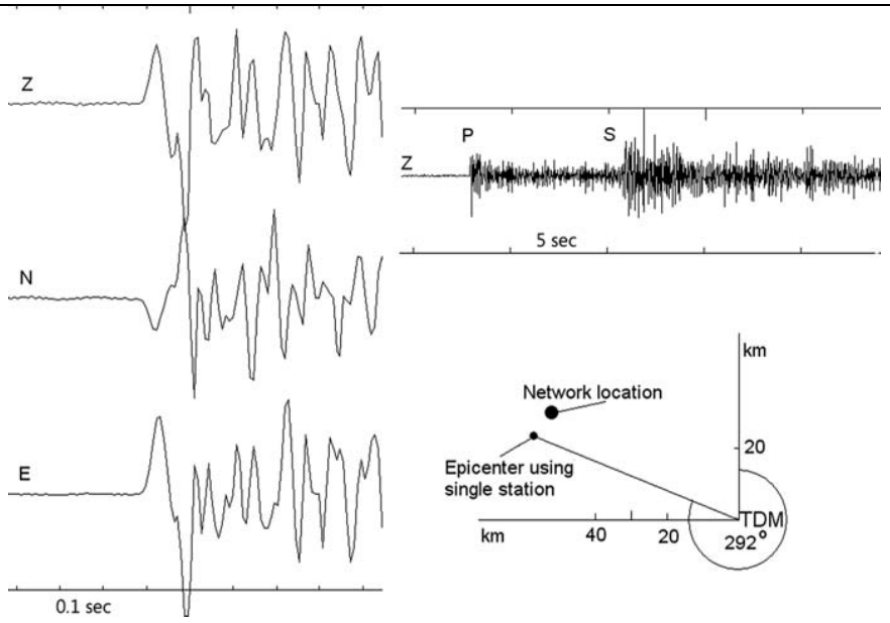
Epicenter Location and Hypocenter Depth

Determining the location of an earthquake is one of the most important tasks in practical seismology and most seismologists have been involved in this task from time to time. This chapter aims to describe the most common ways of locating an earthquake without going too far into mathematical details. The location and time of the earthquake is determined by the surface focus, the depth of the epicenter. The location of the surface focus determines the width circle, longitude and depth of the earthquake by distance from the Earth's surface. In chapter I, we reviewed the concepts of the epicenter and hypocenter. The	يمثل تحديد موقع الزلزال أحد أهم المهام في علم الزلازل العملي وقد شارك معظم علماء الزلازل في هذه المهمة من وقت لآخر. يهدف هذا الفصل إلى وصف عام للطرق الأكثر شيوعًا في تحديد موقع الزلزال دون الخوض كثيرا في التفاصيل الرياضية. يتم تحديد موقع الزلزال من خلال البؤرة السطحية وعمق البؤرة وزمن حدوثه. يحدد موقع البؤرة السطحية بدائرة العرض وخط الطول وعمق الزلزال بالمسافة من سطح الأرض. تطرقنا في الفصل الأول إلى مفهومي البؤرة الزلزالية السطحية والبؤرة الزلزالية العميقة. يطلق على المسافة السطحية من البؤرة السطحية للزلزال إلى محطات التسجيل تعبير المسافة البؤرية

surface distance from the epicenter to the recording stations is called the epicenteral distance, measured by kilometer for near earthquakes and degree (Δ) for distance earthquakes (each degree equals to 111.11 km).	السطحية وتقاس بالكيلومترات للزلازل القريبة وبالدرجات للزلازل البعيدة (كلّ درجة تساوي 111.11 كيلومتراً).

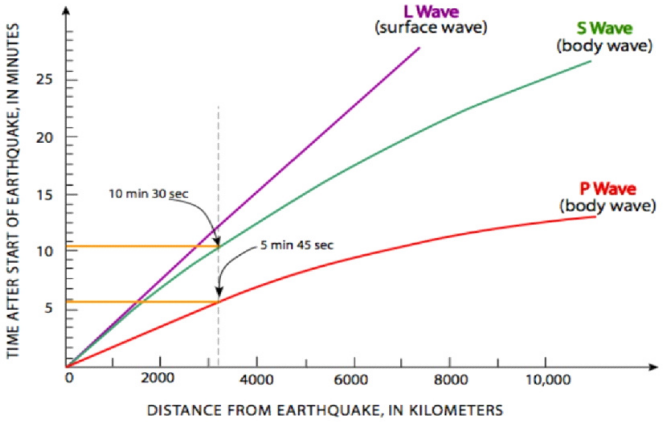
Single seismic station method It is possible to locate the earthquake using only one seismic record from a three-component seismic station. Since the P-waves are vertically and radially polarized, the vector of P-wave amplitude can be used to calculate the back azimuth to the epicenter. The radial component of P will be recorded on the 2 horizontal seismometers north and south and the ratio of the amplitudes AE/AN on the horizontal components can be used to calculate the back azimuth of arrival of P-wave. The	**طرق تحديد موقع الزلزال** بشكل عام، يتم تحديد البؤرة الزلزالية السطحية باستخدام العديد من أزمنة الوصول للموجات الزلزالية الأولية والثانوية وأطوارها (P, S, Pp ..) من محطات زلزالية مختلفة. هناك عدة طرق لتحديد موقع البؤرة الزلزالية السطحية. طريقة المحطة الواحدة من الممكن تحديد موقع الزلزال باستخدام سجل زلزالي واحد من محطة زلزالية تسجل الحركة الأرضية الناتجة عن الزلزال بثلاثة مركبات. نظرًا لأن الموجات الأولية تستقطب عموديا وشعاعيًا، يمكن استخدام متجه سعة الموجة الأولية لحساب

back azimuth is defined as the direction from the seismic station towards a seismic source, usually measured in degrees clock-wise from North. It is 180° off from the azimuth. The first arrival times of the p- wave of the three components are picked to calculate the epicentral distance.	السمت الخلفي إلى البؤرة السطحية للزلزال. يعرف السمت الخلفي بأنّه الاتجاه من المحطة الزلزالية نحو البؤرة الزلزالية السطحية، يقاس عادة بالدرجات باتجاه عقرب الساعة من الشمال. يكون السمت الخلفي على بعد 180 درجة من السمت. سوف تسجل المركبة الإشعاعية للموجة الأولية في مركبتين أفقيتين هما المركبة باتجاه شمال – جنوب وشرق – غرب وتستخدم نسبة السعة بين المركبة باتجاه شرق–غرب والمركبة باتجاه شمال – جنوب لحساب السمت الخلفي لوصول الموجة الأولية. يتمّ التقاط أزمنة الوصول الأول للموجة الأولية للمركبات الثلاث لحساب المسافة البؤرية السطحية.



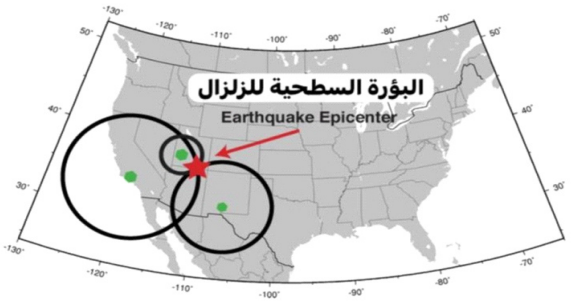
طريقة المحطات المتعددة	**Multiple Stations Location**
الحدّ الأدنى من المحطات اللازمة لتحديد موقع البؤرة السطحية للزلزال هو ثلاث محطات. لتحديد موقع الزلزال، نحتاج إلى قراءات دقيقة لأزمنة وصول الموجات الزلزالية الأولية والثانوية إلى المحطات الزلزالية. التوقيت المطلق الدقيق (مع دقة 0.01 ثانية) ضروري في علم الزلازل. بمعرفة الاختلاف في أزمنة وصول الموجتين، ومعرفة سرعتهما، نستطيع حساب المسافة البؤرية السطحية. يتمّ	Minimal number of stations needed to locate the position of an earthquake epicenter is three. To locate an earthquake we need precise readings of the times when P- and S-waves arrive at a number of seismic stations. Accurate absolute timing (with a precision of 0.01 s) is essential in seismology. Knowing the difference in the arrival times of the two waves, and knowing their velocity, we can calculate the epicentral distance. The epicentral

distance is calculated using distance - travel time curves. After calculating the epicentral distance of the earthquake for at least three stations, three circles are drawn in half diameters equal to the epicentral distance. The three circles intersection point represents the location of the earthquake epicenter. These circles rarely intersect at one point indicating errors in observations and/or we have erroneously assumed a surface focus	حساب المسافة البؤرية السطحية باستخدام منحنيات زمن الانتقال. بعد حساب المسافة البؤرية السطحية للزلزال لثلاث محطات على الأقل يتم رسم ثلاث دوائر بأنصاف أقطار تساوي المسافة البؤرية السطحية. تمثل نقطة تقاطع الدوائر الثلاث موقع البؤرة الزلزالية السطحية. نادرًا ما تتقاطع هذه الدوائر في نقطة واحدة مما يشير إلى أخطاء في الملاحظات و/ أو أننا افترضنا خطأً بؤرة سطحية.



منحني المسافة – زمن الأنتقال

Travel-Time Distance Curve



طريقة الدوائر لتحديد موقع الزلزال

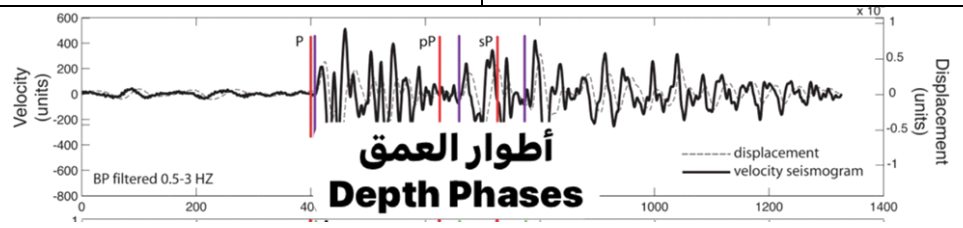
Location by the circle method

Computer Epicenter Location Method Manual methods of locating the surface seismic focus provide insight into the location problem, but in practice the computer is used	**طريقة تحديد موقع البؤرة السطحية باستخدام الحاسوب** توفر الطرق اليدوية لتحديد موقع البؤرة الزلزالية السطحية نظرة ثاقبة لمشكلة

to locate. There are many methods that employ a computer to determine the epicenter location, including a Grid Search Method and Iterative methods. Much software is available today to calculate the earthquake source parameters, including the epicenter location.	الموقع، ولكن عمليًّا يتمّ استخدام الحاسوب لتحديد الموقع. توجد العديد من الطرق التي توظف الحاسوب في تحديد موقع البؤرة الزلزالية الحقلية منها طريقة بحث الشبكة والطرق التكرارية لتحديد الموقع. تتوفر اليوم برمجيات عديدة تستخدم في حساب معاملات مصدر الزلزال ومنها موقع البؤرة السطحية للزلزال.
Hypocentral Depth Determination The hypocentral depth is the most difficult parameter to determine, particularly for regional events, due to the fact that the travel-time derivative with respect to depth changes very slowly as function of depth unless the station is very close to the epicenter. In other words, the depth can be moved up and down without much change in the travel time. The most accurate method of determining the focal depth of an	**عمق البؤرة الزلزالية** يمثل عمق بؤرة الزلزال معامل الزلزال الذي يصعب تحديده مقارنة مع المعاملات الأخرى مثل موقع البؤرة الزلزالية السطحية، ولا سيما بالنسبة للزلازل الإقليمية (المسافة البؤرية السطحية بين 1000 إلى 2000 كيلومتر)، نظرا لأنّ مشتقة زمن الانتقال المتعلقة بالعمق تتغير ببطء شديد كدالة للعمق ما لم تكن المحطة الزلزالية قريبة من بؤرة الزلزالية السطحية. بعبارة أخرى، إنَّ عمق الزلزال يتحرك إلى الأعلى وإلى الأسفل دون تغير كبير في زمن

earthquake is to read a depth phase recorded on the seismogram. The depth phase is the characteristic phase pP- (a P wave reflected from the surface of the Earth at a point relatively near the hypocenter). At distant seismograph stations, the pP follows the P wave by a time interval that changes slowly with distance but rapidly with depth. This time interval, pP-P (pP minus P), is used to compute depth-of-focus tables. Using the time difference of pP-P as read from the seismogram and the distance between the epicenter and the seismograph station, the depth of the earthquake can be determined from published travel-time curves or depth tables. Another seismic wave used to determine focal depth is the sP phase - an S wave reflected as a P wave from the Earth's surface at a point near the epicenter. This wave is recorded after the pP by about	الانتقال. الطريقة الأكثر دقة لتحديد العمق البؤري للزلزال هي قراءة أطوار العمق (pP, sP) المسجلة في السجل الزلزالي. طور العمق هو الطور المميز pP (موجة P تنعكس من سطح الأرض عند نقطة قريبة نسبيًا من بؤرة الزلزال). في محطات قياس الزلازل البعيدة، يتبع pP موجة P بفارق زمني يتغير ببطء مع المسافة ولكنه يتغير بسرعة مع العمق. هذه الفترة الزمنية، pP-P(P ناقص pP)، تستخدم لحساب جداول عمق بؤرة الزلزال. باستخدام الفرق الزمني لـ pP-P كما يُقرأ من سجل الزلازل والمسافة بين مركز الزلزال ومحطة التسجيل، يمكن تحديد عمق الزلزال من منحنيات زمن الانتقال المنشورة أو جداول العمق. طور زلزالي آخر يستخدم لتحديد العمق البؤري هو طور sP (موجة S تنعكس كموجة P من سطح الأرض عند نقطة بالقرب من الزلزال). يتم تسجيل هذه الموجة بعد pP بحوالي نصف الفاصل الزمني pP-P. يمكن تحديد عمق الزلزال

one-half of the pP-P time interval. The depth of an earthquake can be determined from the sP phase in the same manner as the pP phase by using the appropriate travel-time curves or depth tables for sP. If the pP and sP waves can be identified on the seismogram, an accurate focal depth can be determined.	من مرحلة sP بنفس طريقة مرحلة pP باستخدام منحنيات وقت السفر المناسبة أو جداول العمق لـ sP. إذا أمكن تحديد موجات pP و sP في السجل الزلزالي، فيمكن تحديد عمق البؤرة بدقة.



الفصل الرابع

المقدار الزلزالي

Earthquake Magnitude

الفصل الرابع

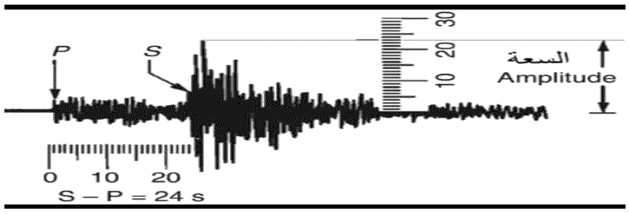
المقدار الزلزالي

Earthquake Magnitude

In addition to the site epicenter location and the hypocenter depth, the magnitude (size) of the earthquake is another factor describing the earthquake. When an earthquake occurs, the first question from the press is about its magnitude and the second about the location. The magnitude is the released energy size at the hypocenter (earthquake focus). Seismic calculation is a fundamental and necessary task for any seismic network, both globally and locally. The ground motion amplitude is measured from the seismogram (Figure). We also need to know the epicentral distance (the distance between the epicentre and the recording station) to take into account the phenomenon of	بالإضافة إلى موقع البؤرة السطحية للزلزال وعمق البؤرة، فإنّ مقدار (قوة) الزلزال هو معامل آخر يصف الزلزال. عندما يحدث زلزال، السؤال الأول من الصحافة هو حول مقداره والثاني حول الموقع. يتناسب المقدار الزلزالي مع حجم الطاقة المتحررة عند بؤرة الزلزال. حساب المقدار الزلزالي هو مهمة أساسية وضرورية لأيّ شبكة زلزالية، على الصعيدين العالمي والمحلي. يتمُّ حساب المقدار من سعات الحركة الأرضية كما يتم قياسها من السجل الزلزالي. تحتاج أيضًا إلى معرفة المسافة البؤرية السطحية (المسافة بين بؤرة الزلزال ومحطة التسجيل) لأخذ ظاهرة التوهين (تناقص سعات الموجات الزلزالية مع المسافة) في الاعتبار. هناك عدة مقاييس مختلفة للمقدار الزلزالي

attenuation (decreasing seismic wave amplitude with distance). There are several different magnitude scales, and depending on the seismic network and distance to the earthquake, one or several scales can be used. Due to local variability in attenuation and localized amplification of the seismic signal as well as in the station's location with respect to the source radiation pattern, significant variations in measured amplitude may occur, resulting in significant variations in the calculation of magnitude between station and station.	قيد الاستخدام، واعتمادًا على الشبكة والمسافة إلى الزلزال، يمكن استخدام واحد أو عدة مقاييس. وبسبب التباين المحلي في التوهين والتضخيم الموضعي للإشارة الزلزالية وكذلك في موقع المحطة فيما يتعلق بنمط الإشعاع المصدر، قد تحدث اختلافات كبيرة في السعات المقيسة، مما يؤدي إلى تباين كبير في حساب المقدار الزلزالي بين محطة وأخرى. وبالتالي، فإنّ حساب الحجم ليس علمًا دقيقًا وفي الساعات الأولى التي تلي الزلزال، يتم إعادة حساب المقدار في كثير من الأحيان عدة مرات.

Measuring of ground motion amplitude on seismogram



قياس سعة الحركة الأرضية على السجل الزلزالي

مقاييس المقدار

تتناسب مقاييس المقدار المختلفة مع المسافة البؤرية السطحية والمقدار المختلفين. بالنسبة للزلازل العالمية التي تقع على مسافة بؤرية سطحية تزيد عن 2000 كيلومتر، حددت مقاييس المقدار بمعاملات متفق عليها دوليا، في حين أن معاملات مقاييس الحجم للزلازل المحلية والإقليمية ستكون متباينة إقليميا بسبب الاختلافات في التوهين المحلي (انخفاض سعة الموجات الزلزالية مع المسافة) والانتشار الهندسي.

مقياس المقدار المحلي (مقياس ريختر)

تمّ تطوير فكرة مقياس لوغاريتمي لمقدار الهزات الأرضية لأول مرة بواسطة تشارلز ريختر في ثلاثينيات القرن الماضي لقياس حجم الزلازل التي حدثت في جنوب كاليفورنيا باستخدام بيانات عالية التردد نسبيًا من محطات زلزالية قريبة. تمت الإشارة إلى مقياس المقدار هذا بالرمز ML،

Magnitude Scales

The different magnitude scales are commensurate with the epicentral distance and magnitude. For global earthquakes located at an epicentral distance of more than 2,000 kilometers, magnitude scales were determined by internationally agreed transactions, while magnitude scale for local and regional earthquakes would be regionally variable due to variations in local attenuation (decreasing of seismic wave amplitude with distance) and geometric spreading.

Local Magnitude ML (Richter Magnitude)

Charles Richter initially proposed the concept of a logarithmic earthquake magnitude scale in the 1930s as a means of estimating the size of earthquakes that occurred in southern California using relatively high-frequency data from local

seismic stations. This magnitude scale was known as ML, where L referred for local. This was the initial value of the Richter magnitude. Local magnitude ML is used for events with magnitude less than 6–7 and distances less than 1,500 km.

Coda (Duration) Magnitude Mc (MD)

The coda magnitude, also known as duration magnitude, is the simplest magnitude to employ for local earthquakes. The coda length (t_{coda}) is sometimes described as the duration in seconds that the earthquake recording took from the P to the end of the signal, which is a point at which the S-coda signal could no longer be made out over the background noise. Coda magnitude Mc is used for events with magnitude less than 5 and distance less than 1,500 km.

يشير الحرف L إلى تعبير محلي. هذا ما كان سيعرف في النهاية باسم مقياس ريختر. يستخدم هذا المقياس للهزات التي يقل مقدارها عن 6-7 ومسافتها البؤرية السطحية عن 1500 كيلومتر.

مقدار قفلة (فترة) الهزة

مقياس المقدار الأبسط الذي يستخدم للهزات المحلية هو مقياس مقدار القفلة (المدة). أحد التعاريف الشائعة لطول القفلة هو الفترة الكلية (ثانية) من تسجيل الزلزال من بداية الموجة الأولية P إلى النقطة التي عندها تكون سعة الموجة الثانوية S تحت مستوى الضوضاء. يستخدم هذا المقياس للهزات التي يقل مقدارها عن 5 ومسافتها البؤرية السطحية عن 1500 كيلومتر.

Body Wave Magnitude mb The mb magnitude is one of the most widely used magnitudes for earthquakes recorded at teleseismic distances. The mb magnitude is calculated from the maximum amplitude in the P-wave train recorded on a short period seismograph. Body wave magnitude mb is used for teleseismic events of magnitudes less than 7 and distances 2000–11000 kms.	**مقياس مقدار الموجة الزلزالية الجسمية mb** مقياس مقدار الموجة الجسمية هو من أكثر مقاييس المقادير استخدامًا للزلازل المسجلة على مسافات بؤرية سطحية بعيدة. يتم حساب مقدار الموجة الجسمية من قياس أقصى سعة في سلسلة الموجة الأولية P المسجلة في محطة زلزالية ذات فترة تذبذب قصيرة. يستخدم هذا المقياس للهزات الأرضية البعيدة التي تتراوح المسافة البؤرية السطحية لها بين 2000 –11000 كيلومتر ومقادير أقل من 7.
Broad Band BodyWave Magnitude mB The body wave magnitude mB is the original body wave magnitude proposed by Gutenberg (forties and fifties of the last century) and mb can be considered a derivative of mB. mB is generally a better magnitude to use than mb since it does not saturate until above	**مقياس مقدار الموجة الجسمية الواسعة النطاق mB** مقدار الموجة الجسمية واسعة النطاق mB هو مقدار الموجة الجسمية الأصلي الذي اقترحه غوتنبرغ في أربعينيات وخمسينيات القرن الماضي، ويمكن اعتبار مقياس الموجة الجسمية mb مشتقّاً منه. بشكل عام مقياس

magnitude 8 and is instrument independent. mB is used for the earthquakes of epicentral distance ranges from 2000 to 11000 kms.	مقدار الموجة الجسمية الواسعة النطاق mB أفضل من مقياس الموجة الجسمية mb بسبب أنّه لا يعاني من مشكلة التشبع لحدّ المقدار 8 ولا يعتمد على جهاز التسجيل. يستخدم للهزات الأرضية التي تتراوح المسافة البؤرية السطحية لها بين 2000 – 11000 كيلومتر.
Surface Wave Magnitude Ms The first surface-wave magnitude scale was developed by Gutenberg based on mostly teleseismic recordings of surface waves with oceanic travel path at distances > 2000 km. The surface wave magnitude scale of earthquakes with an epicentral distance of 2,000-17,000 km and a hypocentral depth of less than 60 km is used.	**مقياس مقدار الموجة السطحية Ms** تم تطوير أول مقياس لحجم الموجة السطحية بواسطة العالم غوتنبرغ اعتمادا على سعة وفترة الموجات الزلزالية السطحية مع مسار انتقال محيطي عند مسافات بؤرية سطحية تزيد عن 2000 كيلومتر. يستخدم مقياس مقدار الموجة السطحية للهزات الأرضية التي تتراوح المسافة البؤرية لها بين 2000 – 17000 كيلومتر وعمق البؤرة الزلزالية أقل من 60 كيلومتراً.
Broad Band Surface Wave Magnitude MS This measure is based on measuring the ratio between the maximum amplitude to the maximum period of the surface wave recorded in a broadband vertical channel. This scale is used	

for shallow earthquakes with a hypocentral depth of less than 60 km and the epicentral distance of 200 to 17,000 km.

Moment Magnitude MW

The moment magnitude (Mw) is the preferred scale of the magnitude of the earthquake that takes into account the hardness of the rock, the average slip at the rupture plane, the area of the rupture plan as well as the maximum motion (amplitude) recorded by the seismometer. The moment magnitude (Mw) can be determined for earthquakes of any size using P or S-waves.

مقياس مقدار الموجة السطحية واسعة النطاق MS

يعتمد هذا المقياس على قياس النسبة بين السعة القصوى إلى فترة تذبذب القصوى للموجة السطحية المسجلة في مركبة عمودية واسعة النطاق. يستخدم هذا المقياس للهزات الأرضية الضحلة التي يقلّ عمقها عن 60 كيلومتراً والمسافة البؤرية السطحية لها تتراوح بين 200 إلى 17000 كيلومتر.

مقياس مقدار العزم Mw

مقياس مقدار العزم (Mw) هو المقياس المفضل لحجم الزلزال الذي يأخذ في الاعتبار صلابة الصخر، متوسط الانزلاق على مستوى التمزق، ومساحة مستوى التمزق بالإضافة إلى الحركة القصوى (السعة) المسجلة بواسطة جهاز قياس الزلازل. يمكن تحديد مقدار العزم لأية هزة وبأي مقدار باستخدام الموجات الأولية P والموجات الثانوية S.

الفصل الخامس

الشدة الزلزالية

Earthquake Intensity

الفصل الخامس

الشدة الزلزالية

Earthquake Intensity

تعرف الشدة الزلزالية بأنها تأثيرات الاهتزاز الناجم عن الهزة الأرضية على الإنسان والحيوان والأشياء والبيئة المحيطة. تجمع البيانات المتعلقة بهذه التأثيرات من خلال الزيارات الحقلية إلى المناطق المتأثرة بالهزة و/ أو بإرسال استبيانات إلى ساكني تلك المناطق تتضمن مجموعة من الأسئلة التي تتعلق بوصف الهزة وآثارها. يتسبب الزلزال في العديد من شدة الاهتزاز المختلفة في منطقة مركز الزلزال حيث يحدث. لذا فإنّ شدة الزلزال ستختلف حسب المسافة من مركز الزلزال حيث تقل الشدة كلما ابتعدنا عن مركز الزلزال. في بعض الأحيان توصف شدة الزلزال بأقصى قيمة لها.	Earthquake intensity is defined as the effects of shaking caused by the earthquake on humans, animals, objects and the surrounding environment. Data on these effects are collected through field trips to areas affected by the earthquake and/or by questionnaires sent to the inhabitants of those areas containing a set of questions relating to the description the earthquake and its effects (Figure). The earthquake causes much different shaking intensity in the epicentre area where it occurs. So the magnitude of the earthquake will vary depending on the distance from the epicentre where the lower the intensity of the earthquake as we move away from the epicentre. Sometimes the earthquake intensity

is described as its maximum value.	

أخي المواطن الكريم وصفك الدقيق للهزة يساعدنا في التحديد المبكر لحجم الأضرار ولرسم خارطة الشدة الزلزالية فلا تبخل علينا بمعلوماتك ونكون شاكرين لك إذا زودتنا بصور موقعية أوفديو توثق الحدث

1- هل شعرت بالهزة ..... اذكر الوقت ... : ... : ... ، إذكر فترة تعرضك للهزة.... ؟

2- حدد موقعك في المدينة .....القضاء.....

3- طبيعة الارض ترابية .....، صخرية.....، أهوار ....، منحدرة....

4- اذكر نوع البناية كونكريت ...، طابوق ... ، طين ...، خشب ...، كرفان ...

5- عمر البناء حديث ....، قديم ....

6- عدد الطوابق في بنايتك .....،في أي طابق كنت ..... ؟

7- هل شعر أحد غيرك بالهزة في المنزل او منطقتك ؟

8- هل أيقظتك الهزة من النوم .... ؟

9- هل شعرت بالخوف ..... وهل هربت خارج المنزل ....؟

10- هل شعرت بالدوار... وهل سقطت أرضا ....؟

11- هل سمعت قرقعة الشبابيك والأبواب أوصرير البناية .... ؟

12- هل سمعت ضجيج الأرض كصوت رعد ....،هل شممت رائحة غريبة.... ؟

13- هل لاحظت اهتزاز الأشجار والمركبات....،أو تأرجح المراوح السقفية.....، ما إتجاه هذا التأرجح....؟

14- هل لاحظت تحرك الاثاث .... أو الاثاث السميك ....، ما إتجاه حركة الأثاث ...؟

15- هل تكسر زجاج النوافذ ....أوسقطت أشياء من فوق الرفوف .... ؟

16- هل حدث تشقق بالجدران ..... أو اللبخ ....،هل سقط احد الدور ....، ما عددها.... ؟

17- هل شاهدت تدحرج صخورمن سفح الجبل ....، أو تصاعد غبار من الجبل ...

18- هل شاهدت تشققات أوصدوع في الأرض ...، سصحية ....، عميقة ....، ما إتجاهها.....؟

19- هل هناك بنايات عالية مضطجعة ....، بنايات مدمرة....؟

20- هل يوجد جرحى....، ماعددهم.....، هل يوجد قتلى ....، ماددهم.....؟

نموذج الأستبيان

Questionaires Form

Earthquake Intensity Scale

Many earthquake intensity scales were introduced depending on the description of the effects of the earthquake in an area. The effects of vibration caused by the earthquake are divided into several degrees depending on the severity of the effect from the lowest to the maximum effect and the Roman

مقياس الشدة الزلزالية

قدمت العديد من مقاييس الشدة الزلزالية اعتماداً على وصف الآثار التي تحدثها الهزة الأرضية في منطقة ما. قسمت آثار الاهتزاز الناجم عن الهزة الأرضية إلى عدة درجات اعتمادًا على شدة التأثير ابتداء من التأثير الأدنى إلى التأثير الأقصى واستخدم الرقم الروماني لهذا الغرض، حيث يعطى للتأثير

figure is used for this purpose, given to the lowest i and maximum xii effect. The Mercalli scale consists of 12 degrees (Table.(	الأدنى الدرجة **i** وللتأثير الأقصى **xii** . يمثل مقياس ميركالي المعدل أكثر مقاييس الشدة الزلزالية شيوعاً. يتألف مقياس ميركالي من 12 درجة.

مقياس ميركالي المعدل للشدة

Modified Mercalli Intensity Scale

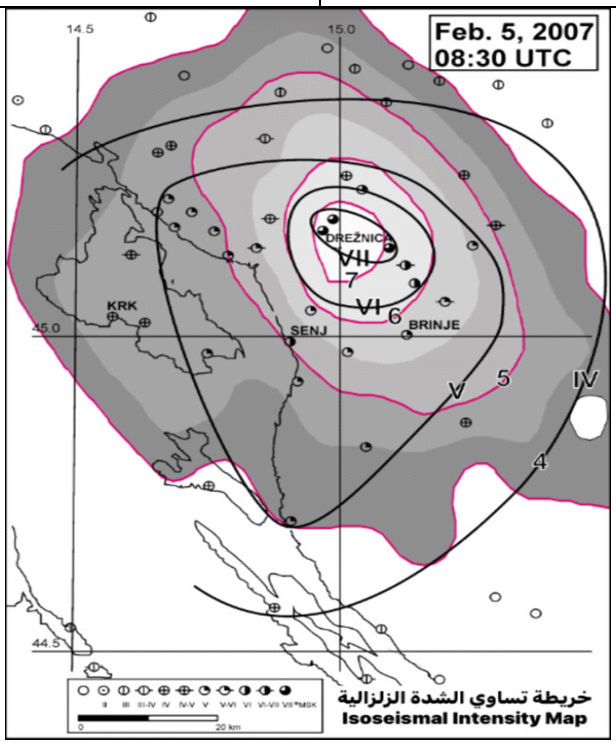
الدرجة **Grade**	الوصف **Description**	مقدار ريختر **ML**
I	يتم اكتشافه فقط بواسطة الأجهزة الحساسة **Detected only by sensitive instruments**	1.5
II	يشعر به عدد قليل من الأشخاص أثناء الراحة، خاصة في الطوابق العليا؛ قد تتأرجح الأشياء المعلقة بدقة **Felt by few persons at rest, especially on the upper floors; precisely suspended objects may swing**	2
III	يتم الشعور بها بالداخل بشكل ملحوظ، ولكن لم يتم التعرف عليها دائمًا على أنها هزّة؛ صخور السيارات الواقفة قليلاً، اهتزاز الناجم عن مرور شاحنة **Felt noticeably indoors, but not always recognized as earthquake; standing autos rock slightly, vibration like passing truck**	2.5
IV	الشعور بها بالداخل من قبل الكثيرين، في الهواء الطلق من قبل قلة، في الليل قد يستيقظ البعض؛ الأطباق والنوافذ	3

	والأبواب المضطربة؛ صخور السيارات بشكل ملحوظ **Felt indoors by many, outdoors by few , at night some may awaken; dishes, windows, doors disturbed; autos rock noticeably**	
V	يشعر بها معظم الناس؛ وتكسر بعض الأطباق والنوافذ والجص؛ اضطراب الأجسام الطويلة **Felt by most people; some breakage of dishes , windows, and plaster; disturbance of tall objects**	4 – 3.5
VI	يشعر الكثيرون بالخوف والجري في الهواء الطلق؛ سقوط الجص والمداخن، دمار قليل **Felt by all, many frightened and run outdoors; falling plaster and chimneys, damage small**	4.5
VII	الجميع ينطلق إلى خارج الأبنية؛ ويختلف الضرر الذي يلحق بالمباني باختلاف نوعية البناء؛ يشعر بها سائقو السيارات **Everybody runs outdoor; damage to buildings varies depending on quality of construction; noticed by drivers of autos**	5
VIII	ترمى الجدران خارج الهياكل؛ وسقوط الجدران والآثار والمداخن؛ وقذف الرمل والطين؛ اضطراب سائقي السيارات **Panel walls thrown out of frames; fall of walls, monuments, chimneys; sand and mud ejected; drivers of autos disturbed**	5.5
IX	انحراف المباني عن الأساسات، وتصدعت، وألقيت من السطح؛ والأرض متصدعة؛ تحطمت أنابيب تحت الأرض	6.5 – 6

	Buildings shifted off foundations, cracked, thrown out of plumb; ground cracked; underground pipes broken	
X	تدمير معظم البناء والهياكل؛ تشقق الأرض، وانحناء القضبان، والانهيارات الأرضية **Most masonry and frame structures destroyed; ground cracked, rails bent, landslides**	7 – 6.5
XI	تبقى القليل من التراكيب قائمة؛ تدمير الجسور، والشقوق في الأرض، وتكسير الأنابيب، والانهيارات الأرضية، وانحناء القضبان **Few structures remain standing; bridges destroyed, fissures in ground, pipes broken, landslides, rails bent**	7.5
XII	دمار كلّي، والأمواج التي شوهدت على سطح الأرض، وخطوط الرؤية والمستوى مشوهة، والأشياء ترمى في الهواء **Damage total, waves seen on ground surface, lines of sight and level distorted, objects thrown up in air**	8

Isoseismal Intensity Map	**خريطة تساوي الشدة الزلزالية**
This type of map displays lines equal to seismic intensity in the region that was occurred by an earthquake and measured using a modified Mercalli scale or any other intensity scales. The isoseismal map provides a measure of the size of the areas felt by the earthquake with	يعرض هذا النوع من الخرائط خطوط تساوي الشدة الزلزالية في المنطقة التي تعرضت لهزة أرضية والمقيسة باستخدام مقياس ميركالي المعدل أو أيٍّ من مقاييس الشدة الأخرى. توفر خريطة تساوي الشدة الزلزالية مقياسًا لحجم المناطق التي

different intensity. This is an indirect measure of the magnitude or energy released by the earthquake. Isoseismal intensity maps are currently used to assess the severity of earthquakes that occurred before instrumental records were available, and to compare these historical and recent seismic events. The figure shows isoseismal intensity map of an earthquake.	شعر بها الزلزال بشدات مختلفة؛ وهذا مقياس غير مباشر لحجم أو الطاقة التي يطلقها الزلزال. يتم استخدام خرائط تساوي الشدة الزلزالية حاليًا لتقييم شدة الزلازل التي حدثت قبل توفر السجلات الآلية، وللمقارنة بين هذه الأحداث التاريخية والأحداث الزلزالية الحديثة. يوضح الشكل خريطة تساوي الشدة الزلزالية لهزة ما.



What is the Difference between Earthquake Magnitude and Intensity?	ما الفرق بين الشدة الزلزالية والمقدار الزلزالي؟
From a scientific standpoint, the magnitude scale is based on seismic records while the intensity scale is based on observable data which can be subjective. Thus, the magnitude scale is considered scientifically more objective and therefore more accurate. There is an empirical relationship between earthquake magnitude and earthquake intensity.	من وجهة نظر علمية، يعتمد مقياس المقدار على السجلات الزلزالية بينما يعتمد مقياس الشدة على بيانات قابلة للرصد يمكن أن تكون ذاتية. وبالتالي، فإنَّ مقياس المقدار يعتبر علميًا أكثر موضوعية وبالتالي أكثر دقّة. كلّ هزة أرضية تمتلك مقدارا واحدا وعدة قيم للشدة. توجد علاقة تجريبية بين المقدار الزلزالي والشدة الزلزالية.

الفصل السادس

حدوث الزلازل

Earthquakes Occurrence

الفصل السادس

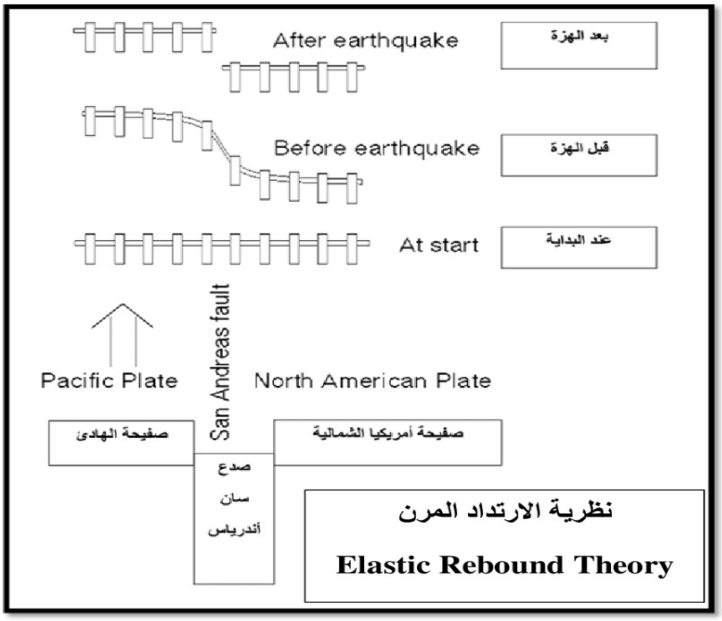
حدوث الزلازل

Earthquakes Occurrence

On the tongues of specialists, non-specialists and the general public, the question is: How does the earthquake happen? This question was answered after the San Francisco earthquake in USA in 1906. After the devastating 1906 San Francisco, California earthquake, a fault trace was discovered that could be followed along the ground in a more or less straight line for 270 miles. It was found that the earth on one side of the fault had slipped compared to the earth on the other side of the fault by up to 7 m. Up until this earthquake; it had generally been assumed that the forces leading to the occurrence of earthquakes must be close to the locations of the	يتوارد على ألسنة المختصين وغير المختصين والجمهور العام السؤال الآتي: كيف يحدث الزلزال؟ تمّت الإجابة على هذا السؤال بعد حدوث زلزال سان فرانسيسكو في الولايات المتحدة عام 1906. بعد زلزال سان فرانسيسكو المدمر عام 1906 بكاليفورنيا، تم اكتشاف أثر صدع (الصدع هو كسر في الأرض تحصل على امتداده حركة أو انزلاق) يمكن تتبعه على الأرض في خط مستقيم إلى حدّ ما لمسافة 270 ميلاً. وجد أنَّ الأرض على جانب واحد من الصدع قد انزلقت بمسافة 7 أمتار مقارنة بالأرض على الجانب الآخر من الصدع. لحد تأريخ وقوع هذا الزلزال، كان الاعتقاد بشكل عام أنّ القوى المؤدية إلى وقوع الزلازل يجب أنْ تكون قريبة من مواقع

earthquakes themselves.	الزلازل نفسها.
Elastic Rebound Theory Harry Fielding Reid, after studying the fault trace of the 1906 earthquake, postulated that the forces causing earthquakes were not close to the earthquake source but very distant. Reid's idea was that these distant forces cause a gradual buildup of stress in the earth over tens or hundreds or thousands of years, slowly distorting the earth underneath our feet. Eventually, a pre-existing weakness zones in the earth (fault or fault zone) cannot resist the strain any longer and fails catastrophically. This gradual accumulation and release of stress and strain is now referred to as the "elastic rebound theory" of earthquakes. Most earthquakes are the result of the sudden elastic rebound of previously stored energy. The figure shows the elastic	**نظرية الارتداد المرن** افترض العالم هاري فيلدينغ ريد، بعد دراسة أثر صدع زلزال عام 1906، أنّ القوى التي تسببت في الزلازل لم تكن قريبة من مصدر الزلزال ولكنها بعيدة جدًّا. كانت فكرة ريد تشير إلى أنّ هذه القوى البعيدة تسبب تراكمًا تدريجيًا للإجهاد في الأرض على مدى عشرات أو مئات أو آلاف السنين، مما يؤدي إلى تشويه بطيء للأرض تحت أقدامنا. في النهاية، لا يمكن لمناطق الضعف الموجودة مسبقًا في الأرض (الصدع أو نطاق الصدوع) أنْ تقاوم الإجهاد بعد الآن وتنزلق بشكل كارثي. يُشار إلى هذا التراكم التدريجي للإجهاد والتحرير المفاجئ له تسمية «نظرية الارتداد المرنة» للزلازل. معظم الزلازل هي نتيجة الارتداد المرن المفاجئ للطاقة المخزنة سابقًا. يوضح الشكل نظرية الارتداد المرن.

rebound theory.	



الفصل السابع

التوزيع الجغرافي للهزات الأرضية

Geographical Distribution of Earthquakes

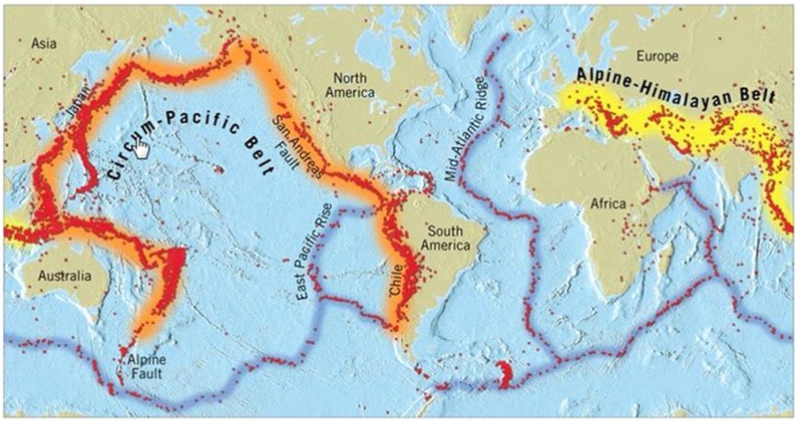
الفصل السابع

التوزيع الجغرافي للهزات الأرضية

Geographical Distribution of Earthquakes

تحدث الزلازل في أي مكان على الأرض وفي أي وقت وعند أعماق تمتد من سطح الأرض إلى حوالي 800 كم. يظهر السجل الزلزالي التأريخي والحديث أن الزلازل تحدث في نفس الأنماط العامة سنة بعد سنة. حوالي 95٪ من الطاقة المنبعثة من الزلازل تنشأ في عدد قليل من المناطق الضيقة نسبيًا، بينما 5٪ المتبقية تتوزع في مناطق بعيدة عن هذه المناطق. أظهرت خرائط توزيع البؤر الزلزالية للهزات التي ضربت وتضرب الأرض أنها تتركز في ثلاثة أحزمة كبيرة.	Earthquakes occur anywhere on Earth at any time and at depths from the Earth's surface to about 800 km. The historical and recent earthquakes record shows that earthquakes occur in the same general patterns year after year. About 95% of the energy emitted by earthquakes originates in a few relatively narrow areas, while the remaining 5% is distributed in areas far from these areas. Seismic epicenter distribution maps of earthquakes that occurred and occur showed that they were concentrated in three large belts (Figure.(

أحزمة الهزات الأرضية العالمية



Global Earthquakes Belts

أحزمة الهزات الأرضية العالمية: نطاق المحيط الهادئ (اللون القهوائي)، نطاق الألب-الهيمالايا (اللون الأصفر) ونطاق سلاسل وسط المحيط (اللون الأزرق).

نطاق المحيط الهادئ

يمثل هذا الحزام أكبر الأحزمة الزلزالية في العالم حيث تتحرر الطاقة الزلزالية الأعظم على امتداد هذا النطاق، وتحدث فيه حوالي 81٪ من أكبر الزلازل على كوكبنا. يسمى هذا النطاق بحلقة النار. يتضمن هذا النطاق مناطق نشطة زلزاليا مثل اليابان والفلبين وتشيلي. تقع مناطق الولايات المتحدة التي تعد جزءًا من الحزام المحيط

Circum-Pacific Belt

This belt represents the largest seismic belt in the world where the greatest seismic energy is released on this belt, with about 81% of the planet's largest earthquakes occurring. This belt is called a ring of fire. This belt includes seismically active areas such as Japan, the Philippines and Chile. Areas of the United States that are part of the Pacific Belt are adjacent

to California's San Andreas Fault and along Alaska's western coastal areas, including the Aleutian Islands. Number of violent earthquakes occurred in this belt, e.g., the 1960 Chile earthquake (M9.5) and the 1964 Alaska earthquake (M9.2). The majority of earthquakes occurring in this belt possess depths greater than 70km.

Alpine-Himalayan belt

This belt extends from Java to Sumatra across the Himalayas and the Mediterranean to the Atlantic Ocean. This belt includes seismically active areas in Turkey, Iran, Afghanistan and Pakistan, and Iraq, Syria, Jordan and Lebanon are affected by this belt. Most tremors in this range have shallow focal depths (less than 70km). This belt accounts for about 17 per cent of the world's largest earthquakes, including some of the most destructive, such as the in Pakistan

بالمحيط الهادئ بجوار صدع سان أندرياس بكاليفورنيا وعلى طول المناطق الساحلية الغربية لألاسكا، بما في ذلك جزر ألوشيان. من الزلازل العنيفة التي وقعت في هذا النطاق، زلزال تشيلي 1960 (M9.5) وزلزال ألاسكا 1964 (M9.2). تمتلك أغلبية الهزات التي تحدث في هذا النطاق أعماقًا تزيد عن 70 كم.

نطاق الألب – الهيمالايا

يمتدّ هذا النطاق من جاوة إلى سومطرة عبر جبال الهيمالايا والبحر المتوسط وحتى المحيط الأطلسي. يتضمن هذا النطاق مناطق نشطة زلزاليا في تركيا وإيران وأفغانستان وباكستان، ويتأثر العراق وسوريا والأردن ولبنان بهذا النطاق. تمتلك معظم الهزات التي تحدث في هذا النطاق أعماقا بؤرية ضحلة (أقل من 70 كم). يمثل هذا الحزام حوالي 17 في المائة من أكبر الزلازل في العالم، بما في ذلك بعض الزلازل الأكثر تدميراً، مثل هزة (M7.6

2005 (M7.6), which claimed more than 80,000 lives and Indonesia's earthquake 2004 (M9.1), which caused a tsunami that killed more than 230,000 people, and finally earthquakes in southern Turkey (M7.8 and M7.5) on 6 February 2023, which killed more than 50,000 people.

Mid – Ocean Ridge Belt

This belt extends for thousands of kilometers through the world's oceans. This zone coincides with the oceanic ridge system, which is an area of frequent but low-intensity seismic activity. Most of the mid-Atlantic mountain range is underwater and far from human activities, but Iceland, which lies directly above the mid-Atlantic Ocean, has experienced at least as large earthquakes as M6.9. The earthquakes in this belt have shallow focal depths (less than 70km).

2005) في باكستان التي أودت بحياة أكثر من 80000 وزلزال إندونيسيا 2004 (M9.1)، والذي تسبب في حدوث تسونامي أودى بحياة أكثر من 230000 شخص، وأخيرا زلازل جنوب تركيا (M7.8 و M7.5) في 6 شباط 2023 والذي أودت بحياة أكثر من 50000 شخص.

نطاق سلاسل وسط المحيط

يمتد هذا النطاق لآلاف الكيلومترات عبر محيطات العالم. تتزامن هذه المنطقة مع نظام سلاسل المحيط، وهي منطقة نشاط زلزالي متكرر ولكن منخفض الشدة الزلزالية. تقع معظم سلسلة جبال وسط الأطلسي تحت الماء وبعيدة عن الأنشطة البشرية، لكن أيسلندا، التي تقع مباشرة فوق منتصف المحيط الأطلسي، تعرضت لزلازل كبيرة مثل M6.9 على الأقل. تمتلك الهزات التي تحدث في هذا النطاق أعماقًا بؤرية ضحلة (أقل من 70 كم).

الفصل الثامن

تصنيف الهزات الأرضية

Earthquakes Classification

الفصل الثامن

تصنيف الهزات الأرضية

Earthquakes Classification

تصنيف الأشياء أو الظواهر مهم في أغلبية العلوم. جزء من تلك العلوم يهتم بتصنيف الأشياء والظواهر إلى فئات أو أصناف فرعية يمكن تقديم بيانات عامة بشأنها مع بعض الثقة. في علم الزلازل، غالبًا ما يحصل علماء الزلازل على معرفة جيدة جدًا لبعض خصائص الزلازل. وفقاً للاستخدام المقصود، تم تطوير تصنيفات الزلازل.

تصانيف الهزات الأرضية

تصنيف الهزات الأرضية على أساس المقدار:

تصنف الهزات الأرضية على أساس المقدار الزلزالي إلى الأصناف الآتية:

1. الهزات العظيمة (القوية) $M \geq 8$

In the majority of disciplines, classification of the objects or characteristics is crucial. Finding subclasses about which generalizations may be made with some assurance is a part of scientific study. Seismologists who study several earthquakes will frequently gain a thorough understanding of some of the earthquake features. According to their intended use, earthquake classifications were developed.

Earthquakes Classifications

Earthquakes Classification Based on Magnitude

- Great Earthquakes ($M \geq 8$)
- Large Earthquakes ($5 \leq M < 7$)
- Moderate Earthquakes ($5 \leq M < 7$)
- Small Earthquakes ($3 < M < 5$)

2. الهزات الكبيرة ($7 < M \leq 8$)

3. الهزات المتوسطة ($5 \leq 7 > M$)

4. الهزات الصغيرة ($3 < M < 5$)

5. الهزات الدقيقة ($1 \leq 3 > M$)

6. الهزات الدقيقة جدا ($1 > M$)

تصنيف الهزات الأرضية على أساس المسافة البؤرية السطحية

تصنف الهزات الأرضية على أساس المسافة بين البؤرة السطحية للزلزال ومحطة التسجيل (Δ^o)- درجة واحدة = 111.11كم- إلى الأصناف الآتية:

1.الهزات الأرضية المحلية ($\Delta < 10^o$)

2.الهزات الأرضية الأقليمية ($10^o > \Delta$ ^{o} $20^o>$)

3.الهزات البعيدة ($\Delta > 20^o$)

تصنيف الهزات الأرضية على أساس عمق البؤرة

تصنف الهزات الأرضية على أساس عمق البؤرة إلى الفئات الآتية:

- Microearthquakes ($1 \leq M < 3$)
- Ultra-Microearthquakes ($M < 1$)

Earthquakes Classification Based on Epicentral Distance (Δ^o)

Earthquakes are classified on the basis of the distance between the earthquake's epicenter and the recording station (Δ^o) - one degree = 111.11km - to the following classes:

- Local Earthquakes ($\Delta < 10^o$)
- Regional Earthquakes ($10^o < \Delta < 20^o$)
- Distant Earthquakes ($>20^o$)

Earthquakes Classification Based on Focal Depth

Earthquakes are classified by depth of focus into the following categories:

- Shallow Earthquakes (0 – 70)km

• Intermediate Earthquakes (70 - 300) km • Deep Earthquakes (> 300) km	1.الهزات الأرضية الضحلة (0 – 70) كيلومتر 2.الهزات الأرضية متوسطة العمق (70 – 300) كيلومتر. 3.الهزات الأرضية العميقة (أكبر من 300) كيلومتر
Classification of Earthquakes Based on Cause Earthquakes are classified on the basis of their cause of occurrence to the following classes:	**تصنيف الهزات الأرضية على أساس سبب حدوثها** تصنف الهزات الأرضية على أساس سبب حدوثها إلى الأصناف الآتية:
• **Tectonic Earthquakes** They are the earthquakes that occur as a result of tectonic plates slipping over each other. Tectonic earthquakes are the most widespread, and their magnitudes can be small or large. The majority of the massive planet destruction is attributed to this sort of earthquake. The tectonic earthquakes are always severe, and if their magnitudes are high, they can destroy an entire city in seconds.	1. الهزات الأرضية التكتونية هي الهزات التي تحدث نتيجة لانزلاق الصفائح التكتونية بعضها على البعض الآخر. الزلازل التكتونية هي الأكثر انتشارًا، ويمكن أن تكون مقاديرها صغيرة أو كبيرة. وهذا النوع من الهزات هو المسؤول عن معظم الدمار الشامل للكوكب. الهزات التي تسببها الزلازل التكتونية تكون دائمًا شديدة، وإذا كانت مقاديرها عالية، فيمكنها تدمير مدينة
• **Volcanic Earthquakes**	

They are the earthquakes that occur before, during and after the volcanic eruption. When compared to tectonic earthquakes, volcanic earthquakes are less frequent. There are two types of volcanic earthquakes: volcanic - tectonic earthquakes that happen after a volcano erupts, and earthquakes that happen while a volcano is erupting as a consequence of magma movement.	بأكملها في ثوانٍ. 2. الهزات الأرضية البركانية هي الهزات التي تحدث قبل وأثناء ثوران البركان. تكون الهزات البركانية أقل انتشارا مقارنة بالهزات التكتونية. تأتي الهزات البركانية في شكلين هما الهزات التكتونية البركانية التي تحدث بعد ثوران البركان، والهزات الأرضية البركانية التي تحدث أثناء ثوران البركان نتيجة لحركة الصهير.
• **Explosion Earthquakes** They are the earthquakes resulting from nuclear explosions, which are man-made and represent the most significant impact of modern nuclear warfare. During the 1930s, nuclear tests conducted by the United States destroyed many small towns and villages because of this dangerous act.	3. الهزات الأرضية الناجمة عن التفجيرات النووية هي الهزات الناتجة عن التفجيرات النووية، والتي يسببها الإنسان وتمثل أهم تأثير للحرب النووية الحديثة. خلال الثلاثينيات من القرن الماضي، دمرت التجارب النووية التي أجرتها الولايات المتحدة العديد من المدن والقرى الصغيرة بسبب هذا العمل الخطير.
• **Collapse Earthquakes** The amount of this type of tremor	

is generally smaller and commonly occurs near underground mines. Sometimes referred to as mine bursts. This type of earthquakes leads to the collapse of the mine roof, resulting in further earthquakes. Collapse earthquakes are widespread in small towns with underground mines.	4. الهزات الأرضية الانهيارية يكون مقدار هذا النوع من الهزات أصغر بشكل عام ويحدث بشكل شائع بالقرب من المناجم تحت الأرض. يشار إليها أحيانًا باسم نبضات المنجم. هذا النوع من الهزات يؤدي إلى انهيار سقف المنجم، مما يؤدي إلى مزيد من الهزات. تنتشر الهزات الانهيارية في المدن الصغيرة التي توجد فيها مناجم تحت الأرض.
• **Induced (Manmade) Earthquakes** They are earthquakes that partially or wholly caused by human activities. The most common human activities caused by induced earthquakes include: underground mining, water reservoir impoundment, oil and gas production, exploitation of geothermal energy, wastewater disposal, and storage of natural gas. it must be noted that the distinction between natural and induced earthquakes is a difficult task and it has not yet been agreed on clear	5. الهزات المحتثة (صناعة الإنسان) هي الهزات الأرضية الناجمة جزئيا أو كليا عن الأنشطة البشرية. تتضمن الأنشطة البشرية الأكثر شيوعاً والمسببة للهزات المحتثة: التعدين العميق، حجز خزان المياه، إنتاج النفط والغاز، استغلال طاقة الحرارة الأرضية، التخلص من مياه الصرف الصحي، وخزن الغاز الطبيعي. وهنا لا بدّ من الإشارة إلى أنّ التفريق بين الهزات الطبيعية والهزات المحتثة مهمة صعبة ولم يتم الاتفاق لحدّ الآن على وضع قواعد

rules and generally accepted scientific methods.

Classification of Earthquakes Based on Faulting Style

Earthquakes are classified on the basis of the faulting style from which the earthquake occurs to the following categories:

• Normal Faulting Earthquake (Graviquake(

The earthquakes occur along the normal fault.

• Reverse Faulting Earthquakes
The earthquakes occur along the reverse fault.

• Strike – Slip Faulting Earthquakes
The earthquakes occur along the strike - slip fault.

واضحة وطرق علمية مقبولة عموماً.

تصنيف الهزات الأرضية على أساس نوع التصدع

تصنف الهزات الأرضية على أساس نوع الصدع الذي تحصل على امتداده الهزة الأرضية إلى الفئات الآتية:

1. هزات التصدع الاعتيادي (هزات الجاذبية)

هي الهزات التي تحدث على امتداد الصدع الاعتيادي.

2. هزات التصدع المعكوس

هي الهزات التي تقع على امتداد مستوى صدع معكوس.

3. هزات تصدع الإزاحة المضربية

هي الهزات التي تحدث على امتداد مستويات صدوع الإزاحة المضربية.

وأخيرا، صنف عالم الزلازل الياباني شيمازاكي الهزات الأرضية إلى صنفين هما: الهزات الأرضية التي تقع عند حدود

Finally, Japanese seismologist Shimazaki classified earthquakes into two categories: interplate earthquakes that occur at the boundaries of the tectonic plates and intraplate earthquakes that happen far from the boundaries of the plates in the interior of plate or continent.	الصفائح التكتونية والهزات الأرضية التي تقع بعيدا عن حدود الصفائح في جوف الصفيحة أو القارة.

الفصل التاسع

الخطر الزلزالي العالمي

والمخاطر الزلزالية العالمية

Global Seismic Hazard and Risk

الفصل التاسع

الخطر الزلزالي العالمي والمخاطر الزلزالية العالمية

Global Seismic Hazard and Risk

الخطر الزلزالي العالمي	**Global Seismic Hazard**
يصف الخطر الزلزالي، مستوى اهتزازات الأرض المتوقعة على سطح الأرض بسبب الزلازل المحتملة في المستقبل. اهتزاز الأرض هو التأثير الأكثر صلة بالزلزال؛ ومع ذلك، قد يؤدي أيضًا إلى حدوث ظواهر ثانوية مثل تسونامي أو الانهيارات الأرضية أو سقوط الصخور. لا يمكن التنبؤ بدقة بموقع وتكرار الزلازل؛ ومع ذلك، بفضل التقييم القوي لمخاطر الزلازل، اكتسبنا فهمًا أفضل لعدد المرات ومدى شدة اهتزاز الأرض في المستقبل في موقع معين. كما أنّه يضع الأساس لتصميم تدابير التخفيف بكفاءة لجعل المجتمعات أكثر قدرة على الصمود أمام الزلازل في المستقبل.	The seismic hazard describes the level of vibration expected on the Earth's surface due to potential earthquakes in the future. Earth vibration is the most earthquake-related effect; however, it may also lead to secondary phenomena such as tsunami, landslides or rock falls. The location and frequency of earthquakes cannot be accurately predicted; however, with the help of a thorough evaluation of earthquake risk, we gained a better understanding of how often and how badly the Earth will vibrate in the future in a given location. It also lays the foundation for designing mitigation measures efficiently to make societies more

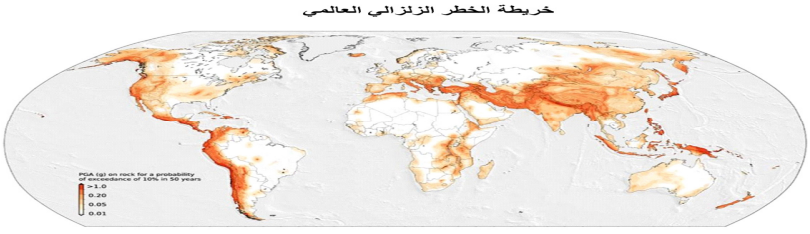
resilient to future earthquakes.

Seismic Hazard Assessment

Earthquake hazard assessment is based on knowledge of past earthquakes, geology and tectonics and takes into account various factors that may affect vibration strength at any given site. Figure below illustrates the global seismic hazard map by indicating the Earth's maximum acceleration of earthquake Earth movement (PGA), as part of the ground acceleration g) with a probability of exceeding 10% in 50 years (equivalent to 475 years, period of re-occurrence) on the rock

تقييم الخطر الزلزالي

يعتمد تقييم أخطار الزلازل على المعرفة بالزلازل الماضية والجيولوجيا والتكتونية ويأخذ في الاعتبار العوامل المختلفة التي قد تؤثر على قوة الاهتزاز في أي موقع معين. يوضح الشكل أدناه خريطة الأخطار الزلزالية العالمية بدلالة تعجيل الأرض الأقصى للحركة الأرضية الناجمة عن الزلزال (PGA، كجزء من التعجيل الأرضي g) لاحتمال تجاوز 10٪ في 50 سنة (ما يعادل 475 سنة، فترة إعادة الحدوث) على الصخرة.



Global Seismic Hazard Map

The global seismic hazard map

تُظهر خريطة الخطر الزلزالي العالمي أنَّ أعلى

الأخطار تتوافق مع حزام المحيط الهادي (الساحل الغربي لأمريكيا اللاتينية، اليابان، الفلبين، نيوزيلندا، بعض جزر المحيط الهادئ). تظهر أيضاً أعلى الأخطار متوافقة مع نطاق الألب- الهيمالايا (إيطاليا، اليونان، صربيا، تركيا، إيران، باكستان، أفغانستان، الهند وإندونيسيا). يقلّ الخطر الزلزالي كلما ابتعدنا عن الأحزمة الزلزالية وحدود الصفائح باتجاه جوفها. تظهر خريطة الخطر الزلزالي العالمي بشكل عام تعرض البلدان العربية إلى خطر زلزالي يتراوح بين الخطر القليل إلى الخطر المتوسط باستثناء نطاق صدع البحر الميت يظهر خطر زلزالي أعلى.

المخاطر الزلزالية العالمية

تعرف المخاطر الزلزالية بأنها التأثير المحتمل على البيئة المبنية ورفاهية الناس بسبب الزلازل المستقبلية. على الرغم من أنه من المعروف أي مناطق في العالم معرضة للزلازل، إلا أنه لا يمكن التنبؤ بدقة بموقع

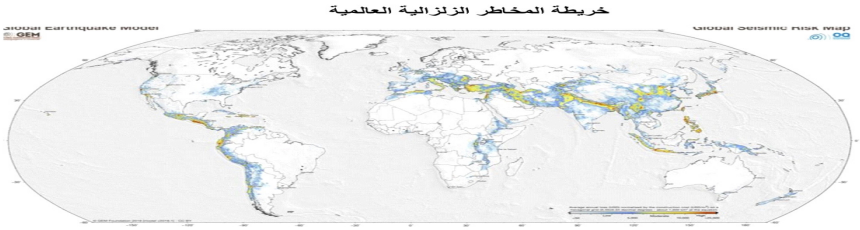
shows that the highest hazard is consistent with the Pacific Belt (west coast of Latin America, Japan, Philippines, New Zealand, some Pacific islands). The highest hazard also appears compatible with the alpine-Himalayan range (Italy, Greece, Serbia, Turkey, Iran, Pakistan, Afghanistan, India and Indonesia). The seismic hazard decreases as we move away from seismic belts and plate boundaries towards their interiors. The global seismic hazard map generally shows Arab countries' exposure to a seismic hazard ranging from small to medium hazard except for the Dead Sea Fault Zone showing a higher seismic hazard.

Global Seismic Risk

Seismic risks are defined as the potential impact on the built environment and people's well-being due to future earthquakes.

Although any regions of the world are known to be prone to earthquakes, the location, frequency and impact of future earthquakes cannot be accurately predicted. However, effective mitigation measures derived from earthquake risk assessments provide a means of proactively reducing their effects and thus reducing economic and human losses. In order to identify earthquake risks, information is needed on the density of buildings and persons (exposure), the fragility of the built environment, and robust assessments of earthquake hazards, including the impact of local soil conditions.	وتكرار وتأثير الزلازل المستقبلية. ومع ذلك، فإنّ تدابير التخفيف الفعالة المستمدة من تقييمات مخاطر الزلازل توفر وسيلة لتقليل آثارها بشكل استباقي، وبالتالي تقليل الخسائر الاقتصادية والبشرية. من أجل تحديد مخاطر الزلازل، هناك حاجة إلى معلومات عن كثافة المباني والأشخاص (التعرض)، وهشاشة البيئة المبنية، وتقييمات قوية لأخطار الزلازل، بما في ذلك تأثير ظروف التربة المحلية.
Seismic Risk Assessment Four factors should be combined to assess the risk of earthquakes. Assessing seismic risk requires a comprehensive understanding of	**تقييم المخاطر الزلزالية** يجب الجمع بين أربعة عوامل لتقييم مخاطر الزلازل. أولاً، يتطلب تعريف مخاطر الزلازل فهماً شاملاً لخطر الزلزال. يعتمد تقييم خطر الزلازل على المعرفة بالزلازل السابقة والجيولوجيا والتكتونية، ويأخذ في الاعتبار العوامل المختلفة التي قد تؤثر على قوة الاهتزاز في أي مواقع معينة، مثل المعلومات عن ظروف التربة المحلية. هذه العوامل مجتمعة مع قيمة وشاغلي المباني

seismic hazard. Assessment of seismic risk is based on knowledge of previous earthquakes, geology and tectonics, and takes into account various factors that may affect vibration strength in any particular locations, such as information on local soil conditions. Combined with the value and susceptibility of buildings ("exposure"), these factors enable us to assess the seismic risk to any particular location in the world. Figure () shows the global seismic risk map in terms of annual loss rate (in dollars). The brown color reflects the high annual loss rate and the yellow color of the medium and blue loss rate over the low loss rate. The Pacific and Alpine-Himalayan ranges from low to high annual loss rates.	("التعرض") وقابلية تعرضهم، تمكننا من تقدير مخاطر الزلازل لأي موقع معين في العالم. يوضح الشكل أدناه خريطة المخاطر الزلزالية العالمية بدلالة معدل الخسارة السنوي (بالدولار). يعبر اللون البنيّ عن معدل الخسارة السنوي المرتفع، واللون الأصفر عن معدل الخسارة المتوسط، والأزرق عن معدل الخسارة المنخفض. يظهر نطاقا المحيط الهادئ والألب-الهيمالايا معدل خسارة سنوي يتراوح من المنخفض مروراً بالمتوسط وحتى المرتفع.



Global Seismic Risk Map

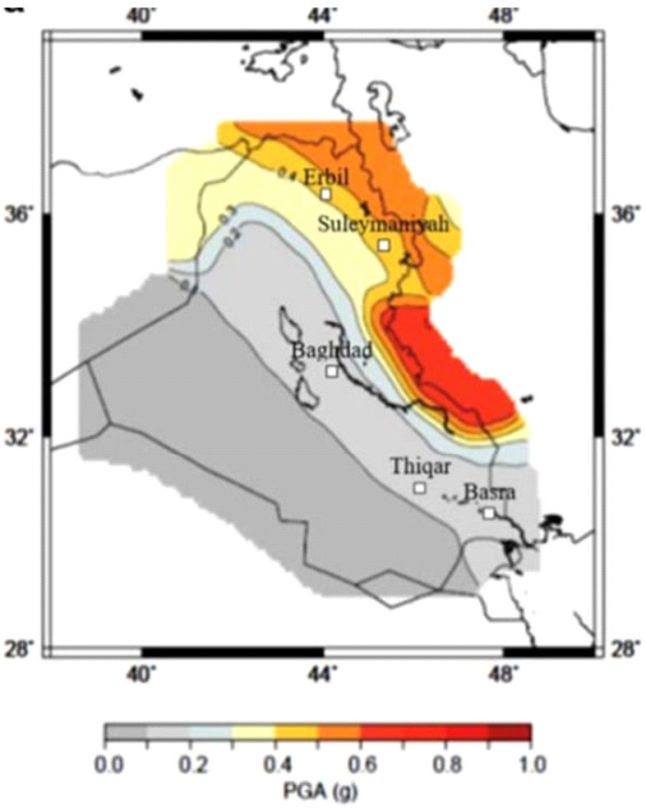
الأخطار الزلزالية في العراق

يوضح الشكل أدناه خريطة الأخطار الزلزالية في العراق بدلالة تعجيل الأرض الأقصى (PGA ، كجزء من التعجيل الأرضي g) لاحتمال تجاوز 2٪ في 50 سنة (ما يعادل 2475 سنة، فترة إعادة الحدوث). يظهر الشكل أنّ الأخطار الزلزالية الأعلى تقع في مدينتي السليمانية وأربيل. إضافة إلى أنّ المراكز الحضرية القريبة من صدع بدرة –العمارة قد تتعرض إلى خطر زلزالي مرتفع.

Seismic Hazard of Iraq

Figure () illustrates Iraq's seismic hazard map in terms of peak ground acceleration (PGA, as part of the ground acceleration g) for a probability of exceeding 2% in 50 years (equivalent to 2,475 years, period of re-occurrence). The figure shows that the higher seismic hazards are located in the cities of Sulaymaniyah and Erbil. In addition, urban centers near the Badra-Amara fault may be exposed to a high seismic risk.

خريطة الأخطار الزلزالية في العراق



Seismic Hazard Map of Iraq

الفصل العاشر

التنبؤ بالزلازل

Earthquakes Prediction

الفصل العاشر

التنبؤ بالزلازل

Earthquakes Prediction

Earthquake prediction is defined as the exact determination of the predicted earthquake's location, time and magnitude. The definition shows that accurate prediction requires answering three questions: • Where does the earthquake occur? • When does the earthquake occur? • How much is the earthquake magnitude? Fortunately for man, earthquakes do not spread everywhere in our planet, but are concentrated in locations called seismic belts, the Pacific Ocean belt (ring of fire), the Alpine-Himalayan belt and the Mid-ocean ridges belt. This means that we can answer the first	يعرف التنبؤ بالزلازل بأنه التحديد الدقيق لموقع الزلزال المتوقع وزمن وقوعه وقوته. من التعريف يتبيّن أنّ التنبُّؤ الدقيق يتطلب الإجابة عن ثلاثة أسئلة: 1. أين يقع الزلزال؟ 2. متى يقع الزلزال؟ 3. ما مقدار الزلزال؟ لحسن حظ الإنسان فإنّ الزلازل لا تنتشر في كلّ مكان من كوكبنا، وإنما تتركز في مواقع تسمى الأنطقة الزلزالية، وهي نطاق المحيط الهادئ (حلقة النار) ونطاق الألب – الهيمالايا ونطاق سلاسل وسط المحيط. وهذا يعني أننا نستطيع الإجابة عن السؤال الأول المتعلق بمكان حدوث الزلازل ولكن في أي موقع في النطاق لا يمكن توقعه. السؤال الأهم الذي تصعب الإجابة عنه، هو التحديد الدقيق لزمن حدوث

question about where earthquakes occur, but at what location in the zone is unpredictable. The most important question that is difficult to answer is the exact determination of the earthquake's time. Human beings have not yet been able to answer this question. Answering the question of how much magnitude is expected to occur is possible if seismologists have a precise record (catalogue) of earthquakes occurring in the study area covering a period of time of several hundred years, using statistical analysis, specifically probability theory. Seismologists know that the return period of an earthquake decreases with decreasing of the earthquake magnitude. The recurrence of an earthquake by M 5 takes less time than an earthquake by M6, which means that the number of earthquakes is inversely	الزلزال. لم يتمكن الإنسان حتى الآن من الإجابة عن هذا السؤال. الإجابة عن السؤال المتعلق بالمقدار الزلزالي المتوقع حدوثه ممكنة إذا توافر لعلماء الزلازل سجل (كتالوج) دقيق للزلازل التي حدثت في منطقة الدراسة يغطي فترة زمنية تمتد عدة مئات من السنين، وباستخدام التحليل الإحصائي، وبالتحديد نظرية الاحتمالات. من المعروف لدى علماء الزلازل أنّ الفترة الزمنية لتكرار حدوث الزلزال تقلّ كلّما كان المقدار الزلزالي أقل. تكرار حدوث زلزال بمقدار زلزالي 5 يستغرق فترة زمنية أقل من زلزال بمقدار زلزالي 6 وهذا يعني أنّ عدد الزلازل يتناسب عكسيّا مع المقدار الزلزالي. مما تقدم يتضح أننا بعيدون عن معرفة زمن وقوع الزلازل وهو الأهم في موضوع التنبؤ. لم يمنع هذا من البدء في كثير من البلدان وبعد عدد من الكوارث الزلزالية بتأسيس منظمات ومؤسسات علمية تهتم بالتنبؤ بالزلازل. تعد بلدان مثل الصين

commensurate with the earthquake magnitude.

It is clear from the foregoing that we far from know when earthquakes occurred, which is most important in the subject of prediction. This has not prevented many countries from starting, after a number of seismic disasters, with the establishment of scientific organizations and institutions concerned with earthquake prediction. Countries such as China, Japan, Russia and America are leading in this area. China considered the topic of seismic activity surveillance and earthquake prediction a national popular task. China established a central administration, for earthquakes, and then many departments and stations in the provinces and cities of China suffering from earthquakes. These institutions' tasks are to record and analyze all physical, chemical, geological and geophysical

واليابان وروسيا وأمريكيا رائدة في هذا المجال. اعتبرت الصين موضوع مراقبة نشاط الزلازل والتنبؤ بالزلازل مهمة شعبية وطنية. أسست الصين إدارة مركزية، للزلازل، ثم إدارات ومحطات كثيرة في المقاطعات والمدن الصينية التي تعاني من الزلازل. تتلخّص مهمات هذه المؤسسات بتسجيل كلّ الظواهر الفيزيائية والكيميائية والجيولوجية والجيوفيزيائية وتحليلها، ومراقبة السلوك غير الطبيعي للحيوانات.

النذر الزلزالية

النذر الزلزالية هي الإشارات التي تسبق حدوث الزلزال. تمثل هذه الإشارات تغيرا في بعض الخواص والظواهر الفيزيائية والكيميائية والجيولوجية والهايدرولوجية والجيوفيزيائية بالإضافة إلى السلوك غير الطبيعي لبعض الحيوانات. هناك العديد من النذر الزلزالية التي تسبق حدوث الزلازل والتي سوف نستعرضها باختصار. دلّت عمليات الرصد والمراقبة أنّ الهزة

phenomena, and to observe the abnormal behavior of animals. **Earthquake Precursory** Earthquake Precursory are the signals that precede the earthquake. These signals represent a change in certain properties and physical, chemical, geological, hydrological and geophysical phenomena as well as abnormal behavior of certain animals. There are many seismic precursory that precedes earthquakes that we will briefly review. The Observation and monitoring indicated that the main shock was preceded by shocks called foreshocks. Increasing the numbers and magnitude of foreshock may herald a major shock. Scientists recorded a change in the speed of longitudinal seismic waves (p-waves) preceding the earthquake. Other precursory are changes in the Earth's magnetic, attractive, electric	الرئيسة تسبقها هزات تسمى بالهزات السابقة. إنَّ زيادة أعداد الهزات السابقة ومقاديرها الزلزالية قد تنذر بحدوث هزة كبيرة. سجّل العلماء تغيرا في سرع الموجات الزلزالية الطولية يسبق حدوث الهزة الأرضية. من النذر الأخرى التغيرات التي تحصل في المجال المغناطيسي والجذبي والكهربائي والكهرومغناطيسي للأرض قبيل وقوع الزلزال. تبين لعدد من علماء الزلازل أنّ موجات صوتية تنشأ قبل حدوث الزلزال يمكن أنْ تنذر بحدوثه. لكي تلتقط هذه الأصوات، يدفن جهاز التقاط الأصوات داخل الأرض بعمق محدّد، وربما يوضع في بئر مملوءة بالماء. من النذر الأخرى التغير في ارتفاع وميل سطح الأرض الذي يسبق حدوث الزلزال. ويتم تسجيل ذلك بواسطة أجهزة قياس معينة عالية الحساسية. وتستعمل هذه الطريقة في اليابان كثيرا، وتستخدم الآن أشعة ليزر في قياس ارتفاع وميل سطح الأرض.

and electromagnetic field prior to the earthquake.

A number of seismologists have found that sound waves that arise prior to an earthquake can forecast an earthquake. In order to capture these sounds, the sounds capture device is buried inside the ground with specific depth, and may be placed in a well filled with water. Another precursory is the change in the elevation and inclination of the Earth's surface preceding the earthquake. This is recorded by certain high-sensitivity measuring devices. This method is frequently used in Japan, and lasers are now used to measure the height and inclination of the Earth's surface.

Scientists in some seismic areas recorded a change in the concentration of radon gas preceding the earthquake, so the change in the concentration of radon gas counted one of the

سجل العلماء في بعض المناطق الزلزالية تغيرا في تركيز غاز الرادون يسبق حدوث الزلزال، لذلك عد تغير تركيز غاز الرادون أحد النذر الزلزالية. تمثل التغيرات التي تحصل في الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه السطحية والجوفية نذيرا بقرب حدوث زلزال. فعلى سبيل المثال، سجلت تغيرات في مستوى الماء الجوفي وفي درجة حرارة الماء الجوفي سبقت وقوع زلزال معين. لوحظ كذلك وجود تغيرات في آبار النفط والغاز.

وهنا لا بدّ من التنويه بأنَّ أيّة ظاهرة فيزيائية كانت أو جيولوجية أو كيميائية لا تعدّ نذيرا زلزاليا إلا إذا كانت تتعرض للتغير قبيل حدوث الزلزال.

هل تستطيع الحيوانات التنبؤ بالزلازل؟

منذ القدم يعلم الناس أنَّ الحيوانات تمتلك وسائل إحساس خاصة تشعر بحدوث الزلازل قبل وقوعها بفترة قصيرة جدا.

seismic precursory. Changes in the physical and chemical properties of surface and groundwater are a forecaster of a near earthquake. For example, changes in the level of groundwater and in the temperature of groundwater were recorded prior to a particular earthquake. Changes in oil and gas wells were also observed.

Here, it must be noted that any physical, geological or chemical phenomenon is a seismic warning only if it is subject to change prior to the earthquake.

Can animals predict earthquakes?

Since the long time ago, people know that animals possess special sensory means that feel earthquakes occurring very shortly before they occur. Seismologists in seismic countries are therefore interested in monitoring animals' behavior

لذلك يهتم علماء الزلازل في البلدان الزلزالية بمراقبة تصرفات الحيوانات داخل المنازل أو في الحظائر أو في حدائق الحيوانات. من المعروف أنّ الأبقار والخيول والقرود والكلاب والقطط تعاني من الاضطراب قبيل وقوع الزلزال ببضع ساعات. وأكثر الحيوانات اضطراباً تلك التي تعيش في باطن الأرض كالثعابين والفئران وسواها، إذ إنّها تهرب من جحورها خائفة. يفسر تصرف هذه الحيوانات بظهور أمواج كهرومغناطيسية قبيل وقوع الزلزال تستقبلها هذه الحيوانات فتؤثر على جهازها العصبي فتنفعل بشدة.

حالة تنبؤ ناجحة

مكّنت الخبرات والتجارب التي اكتسبها علماء الزلازل من التنبؤ بوقوع عدد من الزلازل، بعضها أصاب وأغلبها خاب. خير مثال على تنبؤ ناجح بوقوع زلزال، هو ما جرى في نهاية عام 1973. تجمعت في أحد مراكز الرصد الزلزالي في الصين

within homes, in barns or in zoos. Cows, horses, monkeys, dogs and cats are known to suffer from disturbance a few hours before the earthquake. The most disturbed animals live in the Earth's subsoil, such as snakes, mice and others, as they escape their burrows in fear. These animals' behavior is explained by the emergence of electromagnetic waves prior to the earthquake, which are received by these animals, affecting their nervous system and acting very strongly.

Successful Prediction Case

The experiences and experts gained by seismologists have made it possible to predict a number of earthquakes, some of which have succeeded and are mostly failed. The best example of a successful prediction of an earthquake was at the end of 1973. Information transmitted by the population and

معلومات نقلها السكان ومختصون في الجيوفيزياء، كلّها تشير إلى وجود ظواهر طبيعية غير مألوفة، وهذه الظواهر هي:

- تبدل في مستوى الماء الجوفي في الآبار.
- ارتفاع وانخفاض في خط الشاطئ في شبه جزيرة لياودون.
- ظهور تذبذبات واضحة في المجال المغناطيسي الأرضي.

وهكذا تمّ في مطلع عام 1974 تحديد المناطق المرشحة لوقوع الزلازل، ولقد شملت هذه المناطق مدنا مهمة مثل أينكوي وهايجين ولياويان. في الأول والثاني من شهر شباط عام 1974، لاحظ مراقبو أجهزة الرصد الزلزالي وجود الكثير من الهزات الأرضية الخفيفة، وقرروا أنها هزات سابقة لهزة أرضية أقوى مدمرة قريبة الحدوث. في منتصف اليوم الرابع من شهر شباط لوحظ اندفاع أعداد كبيرة من الثعابين من باطن الأرض إلى الحقول الباردة المغطاة بالثلوج. ونتيجة لذلك أعلن الاستعداد العام في المنطقة وأمر الناس

geophysicists has been gathered at one of China's seismic observation centers, all of which indicate the existence of unusual natural phenomena: 1. Change in the underground water level in the wells 2. Elevation and decrease in the beach line on the Liaodon peninsula. 3. Apparent oscillations appear in the Earth's magnetic field. Thus, in early 1974, earthquake candidate areas were identified, including important cities such as Ainqui, Haijin and Liaoyan. On 1 and 2 February 1974, seismic observers observed many light earthquakes and determined them to be foreshocks of the most destructive earthquakes near occurrence. In the middle of the fourth day of February, large	بإخلاء منازلهم، وأطلق سراح الحيوانات المنزلية، وأبعدت السيارات عن مواقع تجمعها، ووضع العجزة والمرضى في أماكن مقاومة ومحمية مهيأة لمثل هذه الظروف. مرت بضعُ ساعات عصيبة وثقيلة، ينتظر فيها الناس المجهول بخوف. وفي الساعة السابعة والدقيقة 36 مساءً زلزلت المنطقة، وكان هذا الزلزال قويّاً حيث بلغ مقداره الزلزالي 7.3، وهدم لأي أكثر الأماكن تضررا 90٪ من البيوت، وتضررت السدود والجسور والقنوات. كانت الوفيات محدودة نسبيا، ولم تزد على بضع مئات، ولولا توقع الزلزال لبلغ القتلى الآلاف، بسبب كثافة السكان العالية. **حالات تنبؤ غير ناجحة** تعد التجربة السابقة، التجربة الناجحة الوحيدة لعلماء الزلازل في الصين والعالم في التعرف على الموعد التقريبي لوقوع الزلزال وتفادي خسائر كبيرة. بجانب هذه التجربة الناجحة، أصاب الإخفاق تجارب أخرى

numbers of snakes were observed rushing from the ground to cold snow-covered fields. As a result, public readiness was declared in the area, people were ordered to evacuate their homes and household animals were released, cars were removed from their gathering sites, and disabled and sick people were placed in resilient and protected spaces equipped for such conditions. It's been a few hard and heavy hours, when the unknown people wait with fear. At 7: 36 p.m., the region was shaken strongly with an earthquake of M7 3, demolishing any of the places most affected by 90% houses, and damaging dams, bridges and canals. Deaths were relatively limited, not exceeding a few hundred, and if the earthquake had not been predicted, thousands would have been killed, due to high population density.	في الصين وفي بلدان أخرى. فعلى سبيل المثال، أخفق علماء الزلازل الصينيون بالتنبؤ بزلزال 26 تموز عام 1976 والذي كان مقداره 7 وتسبب في دمار كبير ووفاة أعداد كبيرة من الناس. في الاتحاد السوفيتي السابق، توقع العلماء حدوث زلزال في وادي فرغانة، ولكنه لم يحدث هناك، بل على بعد 400 كم. والشيء نفسه حدث في اليمن، إذ تنبأ بعض المختصين بحدوث زلزال قوي بعد زلزال ذمار عام 1982، مما دفع الناس للخروج من بيوتهم في العاصمة صنعاء. ولكن لم يحدث أي زلزال ذي معنى، بل مجرد سلسلة من الهزات الضعيفة. وهناك حالات أخرى في اليابان وفي أمريكيا أخفق فيها العلماء بتوقع حدوث زلزال. مما تقدم يتبين لنا أنّ مسألة التنبؤ بحدوث الزلزال مسألة ليست بهذه السهولة، فإنْ صدق التنبؤ مرة، فسيجافيه الصدق مرات كثيرة، وذلك لأنّ ظروف نشوء الزلزال شديدة التعقيد، فكثير منها يجري في أعماق

Unsuccessful Prediction Cases The previous case is the only successful case of seismologists in China and the world in identifying the approximate date of the earthquake and avoiding significant losses. Besides this successful case, the failures have hit other case in China and other countries. For example, Chinese seismologists failed to predict the July 26 earthquake in 1976, which was 7 and caused significant destruction and death of large numbers of people. In the former Soviet Union, scientists predicted an earthquake in the Farghana Valley, but not there, but 400 km away. The same happened in Yemen, when some specialists predicted a strong earthquake after the 1982 earthquake of Dhamar, prompting people to move out of their homes in the capital, Sana 'a. But there was no meaningful earthquake, but	الأرض السحيقة ويصعب رصدها وتتبعها، كما يصعب تحليلها وإعطاء صورة واضحة عنها لإصدار الإنذار في الوقت المناسب.

only a series of weak tremors. There are other cases in Japan and in America where scientists have failed to predict an earthquake. The foregoing shows us that the earthquake prediction is not so easy. Being genuine once, it will be difficult to be honest many times, because the earthquake's conditions are so complex, many of them taking place deep inside the deep Earth and difficult to monitor and track, they are difficult to analyze and give a clear picture of them for timely issuance of the forecasting.	

الفصل الحادي عشر

الاستعداد للهزات الأرضية وتخفيف آثارها

Preparedness and Mitigation of Earthquakes

الفصل الحادي عشر

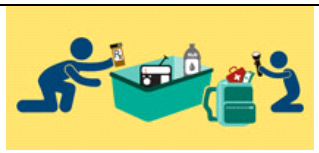
الاستعداد للهزات الأرضية وتخفيف آثارها

Preparedness and Mitigation of Earthquakes

بما أننا لا يمكن أن نمنع وقوع الزلازل ولا نستطيع التنبؤ بوقت ومكان الزلزال ومقداره، لا بدّ من الاستعداد لها ووضع خطة للسلامة من الزلازل من أجل التخفيف من آثارها. تتضمن السلامة من الزلازل الاستعداد ومعرفة ما يجب القيام به. يعد ممارسة السلامة من الزلازل في المنزل وإنشاء مجموعة أدوات السلامة من الكوارث قبل الزلزال التالي أمرًا بالغ الأهمية لسلامة عائلتك. تكون خطة السلامة من الزلازل على ثلاث مراحل. تتضمن كلّ مرحلة عددا من الخطوات، ويعتمد نجاح كلّ من المرحلتين الثانية والثالثة على المرحلة الأولى.	Since we cannot prevent earthquakes and cannot predict the time, location and magnitude of an earthquake, we must prepare for them and develop an earthquake safety plan to mitigate their effects. Earthquake safety involves preparing and knowing what to do. Practicing earthquake safety at home and creating a disaster safety kit before the next earthquake is crucial for your family's safety. The earthquake safety plan is in three stages. Each stage involves a number of steps, and the success of both stages 2 and 3 depends on stage 1.

Earthquake Safety Stages	مراحل السلامة من الزلازل
First: preparedness The next earthquake preparedness steps take a few hours to plan and organize supplies that will keep you safer. Below are the steps at this stage:	**أولاً: الاستعداد** تستغرق خطوات الاستعداد للزلازل القادمة بضع ساعات لوضع خطة وتنظيم الإمدادات التي ستبقيك أكثر أمانًا. ندرج في أدناه خطوات هذه المرحلة:

ايضاح	Steps	الخطوات
	1.**Secure your place** Secure your space by identifying hazards and securing moveable items.	1.أمن مكانك قم بتأمين مساحتك من خلال تحديد المخاطر وتأمين العناصر المنقولة.
	2.**Plan to be Safe** Plan to be safe by creating a disaster plan and deciding how you will communicate in an emergency.	2.خطط لتكون آمناً خطط لتكون آمنًا من خلال إنشاء خطة للكوارث وتحديد كيفية التواصل في حالة الطوارئ.

	3. **Organize Disaster Supplies** Organize disaster supplies in convenient locations	3. نظم تجهيزات الكوارث ضع تجهيزات الكوارث في المواقع الملائمة.
	4.**Minimize Financial Hardships** Minimize financial hardship by organizing important documents, strengthening your property, and considering insurance.	4. تقليل المصاعب المالية قلّل من الصعوبات المالية من خلال تنظيم المستندات المهمة، وتعزيز ممتلكاتك، والنظر في التأمين.

Secondly: Survival Survive when the earth shakes by practicing and performing Drop, Cover, and Hold On. Protect your head and neck by sheltering under heavy desks or tables. Stay away from windows and bookshelves. Do not move until all the shaking has ended, or an all-clear signal is given. This stage includes two steps:	ثانيا: البقاء على قيد الحياة البقاء على قيد الحياة عندما تهتز الأرض من خلال ممارسة وأداء السقوط والتغطية والانتظار. احْمِ رأسك ورقبتك بالاحتماء تحت مكاتب أو طاولات ثقيلة. ابتعد عن النوافذ ورفوف الكتب. لا تتحرك حتى ينتهي كلّ الاهتزاز، أو يتم إعطاء إشارة واضحة تمامًا. تتضمن هذه المرحلة خطوتين هما:

ايضاح	Steps	الخطوات
	1. **Drop, Cover, and Hold On** Drop, cover, and hold on when the earth shakes.	1. اسقط، غطِّ، وانتظر اسقط، غطِّ، وتمسك عندما تهتز الأرض.
	2. **Improve Safety** Improve safety after earthquakes by evacuating if necessary, helping the injured, and	2. تحسين السلامة تحسين السلامة بعد الزلازل عن طريق

	preventing further damage.	الإخلاء إذا لزم الأمر، ومساعدة المصابين، ومنع المزيد من الأضرار.
Thirdly: Recovery Once the earthquake is over and it is safe to move around, check to be sure everyone is safe and not injured. Start first aid for any injuries and/or get immediate medical attention. Be ready for aftershocks, which are normal following an earthquake. Then be prepared to protect your property by examining electrical wires, appliances chimneys, and utilities for damage. Check to see that sewage lines are intact and working.		ثالثا: التعافي بمجرد انتهاء الزلزال ويكون التحرك آمنًا، تأكد من سلامة الجميع وعدم إصابتهم. ابدأ الإسعافات الأولية لأي إصابات و/أو احصل على رعاية طبية فورية. كن مستعدًا للهزات اللاحقة (الارتدادية) الطبيعية بعد الزلزال. ثم كن مستعدًا لحماية ممتلكاتك من خلال فحص الأسلاك الكهربائية ومنظومة المياه والأجهزة والمرافق بحثًا عن الضرر. تحقق لمعرفة أنّ أنابيب الصرف الصحي سليمة وتعمل. راقب وتتبّع هذه المرحلة خطوة واحدة.

إعادة الاتصال والعودة استعادة الحياة اليومية من خلال إعادة الاتصال بالآخرين وإصلاح الأضرار وإعادة بناء المجتمع.	**Reconnect and Restore** Restore daily life by reconnecting with others, repairing damage, and rebuilding community.	

وصايا السلامة من الزلازل هناك العديد من الوصايا التي يوصى بها أثناء وقوع زلزال ما وبعده يتوجب اتباعها للتخفيف من آثار الزلزال على حياة الناس. وتكون الوصايا على نوعين هما: الوصايا عند بدء حدوث الزلزال والوصايا عند انتهاء الزلزال. ندرج في أدناه كلا النوعين من الوصايا:	**Earthquake Safety Tips** There are many tips recommended during and after an earthquake that must be followed to mitigate the effects of the earthquake on people's lives. The tips are two types: the tips when the earthquake begins and the tips when the shaking stops. Below are the two types of tips:
الوصايا عند وقوع الزلزال	**When the Earthquake begins**
قم بالسقوط والتغطية والتمسّك! اسقط على الأرض؛ احتمِ تحت مكتب متين أو	Drop, Cover and Hold On! Drop to the floor; take cover under a sturdy

desk, table or other furniture, and hold on to it. Be prepared to move with it. Hold the position until the ground shaking stops and it is safe to move. If that is not possible, seek cover against an interior wall and protect your head and neck with your arms.	طاولة أو أثاث آخر، وتمسك به. كن مستعدًا للتحرك معها. ابْقَ في موقعك حتى يتوقف اهتزاز الأرض ويكون التحرك آمنًا. إذا كان هذا غير ممكن، ابحث عن غطاء مقابل جدار داخلي واحمِ رأسك ورقبتك بذراعيك.
Avoid exterior walls, glass windows, heavy furniture, and overhead equipment or machinery.	تجنب الجدران الخارجية والنوافذ الزجاجية والأثاث الثقيل والمعدات أو المعلقة.
When in a multi-story building, move against an interior wall if you are not near a desk or table. Do not use the elevators.	عندما تكون في مبنى متعدد الطوابق، تحرك مقابل جدار داخلي إذا لم تكن بالقرب من مكتب أو طاولة. لا تستخدم المصاعد.
Remain alert for structural and nonstructural hazards (nonstructural hazards include furniture, ceiling systems, HVAC systems, chimneys, parapets, etc.(.	ابق متيقظًا للأخطار التركيبية وغير التركيبية (تشمل المخاطر غير التركيبية الأثاث، ونظم تحديد السقف، ونظم التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، والمداخن، والحواجز، وما إلى ذلك).
When in a crowded store or other public place, move away from	عندما تكون في متجر مزدحم أو مكان عام آخر، انتقل بعيدًا عن رفوف العرض التي

display shelves containing objects that could fall. Do not rush for the exit.	تحتوي على أشياء يمكن أن تسقط. لا تتسرع في الخروج.
When in a stadium or theater, get below the level of the back of a seat and cover your head and neck with your arms.	عندما تكون في ملعب أو مسرح، انزل إلى ما دون مستوى الجزء الخلفي من المقعد وقم بتغطية رأسك ورقبتك بذراعيك.
When outdoors, move to a clear area away from trees, signs, buildings, or overhead wires.	عندما تكون في الهواء الطلق، انتقل إلى منطقة خالية بعيدًا عن الأشجار أو اللافتات أو المباني أو الأسلاك العلوية.
When driving, pull over to the side of the road and stop. Avoid overpasses and power lines. Stay inside the vehicle until the shaking stops.	عند القيادة، خذ جانب الطريق وتوقف. تجنب الجسور الزائدة وخطوط الكهرباء. ابق داخل السيارة حتى يتوقف الاهتزاز.
When The Earthquake Stops	**الوصايا بعد وقوع الزلزال**
Account for all personnel and check for life-threatening injuries. Treat life-threatening injuries.	التأكد من جميع الأفراد والتحقق من وجود إصابات تهدد الحياة وعلاجها.
Remain alert for secondary hazards (these include: hazardous materials	ابق متيقظًا للمخاطر الثانوية (هذه تشمل: انسكابات المواد الخطرة والحرائق وانهيار

spills, fires, dam failures, rock falls, landslides, liquefaction, tsunami, etc.(.	السدود، سقوط الصخور، الانهيارات الأرضية، التسييل، تسونامي، إلخ).
Move response apparatus a safe distance away from buildings and overhead wires.	كن على مسافة آمنة من البنايات والأسلاك المعلقة، أسلاك الطاقة الكهربائية مثلا.
A safe distance is beyond the potential collapse zone of a given building (approximately 1.5 times the height of the building). Be aware that should a building collapse, there is the possibility of building elements – such as bricks, concrete masonry units (CMUs), etc. – being thrown further distances and with great force when the sides of the structure hit the ground when falling forward.	المسافة الآمنة يجب أن تتجاوز نطاق الانهيار المحتمل لمبنى معين (حوالي 1.5 ضعف ارتفاع المبنى). كن على علم بذلك إذا انهار مبنى، فهناك احتمال أن ترمى عناصر البناء (مثل الطوب، وحدات البناء الخرسانية، وما إلى ذلك) مسافات أبعد وبقوة كبيرة خصوصاً إذا ارتطمت جوانب هيكل البناء بالأرض عند السقوط إلى الأمام.
Inspect for and control for any hazards created by damaged utilities such as natural gas, propane, electricity or water.	فحص ومراقبة أية أخطار تعرضت لها المرافق المتضررة مثل الغاز الطبيعي والكهرباء أو الماء.

Be prepared for aftershocks that may be as strong, or stronger, than the initial shock.	كن مستعدًا للهزات الارتدادية التي ربما تكون قوية وحتى أقوى، من الهزة الرئيسة.
Conduct a windshield survey to assess potentially damaged areas.	إجراء مسح للزجاج الأمامي لتقييم الأجزاء المتضررة منه.

اعتبارات السلامة بعد وقوع الزلزال

وفقا لترتيب الأولويات، تكون أهداف السلامة من الزلازل لجميع الموظفين في منطقة الزلزال كالآتي:

Post-earthquake safety considerations	اعتبارات السلامة بعد وقوع الزلزال
Save Lives – The preservation of life is the top objective of emergency managers and first responder sand takes precedence over all other considerations.	إنقاذ الأرواح – الحفاظ على الحياة هو الهدف الأسمى لمديري الطوارئ وأول المستجيبين وله الأسبقية على جميع الاعتبارات الأخرى.
Protect Health and Safety – Measures should be taken to mitigate the incident's impact on public health and safety and emergency responders.	حماية الصحة والسلامة – يجب اتخاذ تدابير للتخفيف من تأثير الحادث على الصحة العامة والسلامة والمستجيبين للطوارئ.
Protect Property – All feasible efforts must be made to protect public	حماية الممتلكات – يجب بذل جميع الجهود الممكنة حماية الممتلكات والموارد

and private property and resources, including critical infrastructure from damage during and after the earthquake. **Fire-** Earthquakes can rupture natural gas lines, fuel lines, propane tanks, and hazardous material containers which can ignite and cause fires. In many cases underground water lines which supply hydrants may also be damaged. This may significantly limit the ability to extinguish fires. Tens to hundreds of fires can start and result in conflagrations. **Buildings**: Before entering damaged buildings, perform a safety evaluation on the building. Buildings can be especially hazardous given the potential for aftershocks to occur causing further damage or collapse of the building, falling hazards, and other unforeseen hazards. Considerable judgment must be applied when considering entry into	العامة والخاصة، بما في ذلك البنى التحتية الحيوية الناجمة عن الأضرار التي لحقت بها في أثناء الزلزال وبعدها. الحريق: الزلازل يمكن أن تمزق خطوط الغاز الطبيعي، وخزانات البروبان والمواد الخطرة، الحاويات التي يمكن أنْ تشتعل وتسبب الحرائق. في كثير من الحالات خطوط المياه الجوفية التي تزود صنابير المياه قد تتضرر أيضاً. قد يحدّ هذا بشكل كبير من القدرة على إخماد الحرائق. عشرات إلى مئات من النيران يمكن أن تبدأ وتؤدي إلى اندلاع حرائق. المباني: قبل دخول المباني المتضررة، نقوم بإجراء تقييم للسلامة في المبنى. يمكن أن تكون المباني خطرة بشكل خاص نظرًا لاحتمال حدوث الهزات الارتدادية مما يتسبب في مزيد من الضرر أو الانهيار للمبنى، وأخطار المواد المتساقطة، وغيرها من الأخطار غير المتوقعة. يجب تطبيق حكم جدير بالاعتبار عند النظر في دخول المباني المتضررة.

damaged buildings.	
Safety Zones around Buildings: Barricades should be set up around damaged buildings. A safe distance is at least 1.5 times the height of the building. Barricades will also be needed to block off streets and other unsafe areas. **Building Entry Considerations**: Entry into an apparently stable building should not be made until the exterior of the building has been inspected. It is strongly recommended that persons do not enter severely damaged buildings. Entry should only be made for qualified personnel. People entering damaged buildings are at risk because of possible aftershocks. **Search and Rescue Considerations**: Search for the injured and rescue of those trapped are among the most	مناطق الأمان حول المباني: يجب إقامة الحواجز حول المباني المتضررة. المسافة الآمنة لا تقل عن 1.5 ضعف ارتفاع المبنى. ستكون هناك حاجة أيضًا إلى حواجز لإغلاق الشوارع والمناطق الأخرى غير الآمنة. • اعتبارات دخول المبنى: لا ينبغي الدخول إلى مبنى مستقر على ما يبدو حتى يتم فحص الجزء الخارجي من المبنى. ويوصى بشدة بعدم دخول الأشخاص إلى المباني المتضررة بشدة. وينبغي ألا يتم الدخول إلا للأفراد المؤهلين. الأشخاص الذين يدخلون المباني المتضررة معرضون للخطر بسبب الهزات الارتدادية المحتملة. • اعتبارات البحث والإنقاذ: البحث عن الجرحى وإنقاذ المحاصرين من بين أهم أنشطة ما بعد الزلزال وأكثرها إلحاحًا. أولئك الذين يقومون بهذه

important and urgent post-earthquake activities. Those conducting these activities can themselves become victims. Search and rescue personnel, by nature, take higher risks. Those risks can be lessened if time spent in dangerous situations is kept to a minimum and if those involved take precautions. Always walk around the building as part of your assessment. Be aware of falling hazards, such as chimneys, parapets, building appendages, signage, or other building ornamentation. Unless you are on an entry rescue team, medical personnel and their apparatus should remain outside the collapse zone.	الأنشطة يمكن أن يصبحوا ضحايا. أفراد البحث والإنقاذ، بطبيعتهم، يتحملون مخاطر أكبر. يمكن تقليل هذه المخاطر إذا تم تقليل الوقت الذي يقضيه في المواقف الخطرة إلى الحدّ الأدنى وإذا اتخذ المعنيون الاحتياطات. تجول دائمًا في المبنى كجزء من تقييمك. كن على دراية بأخطار المواد المتساقطة، مثل المداخن أو الحواجز أو زوائد المباني أو اللافتات أو زخرفة المباني الأخرى. ما لم تكن في فريق إنقاذ الدخول، يجب أن يبقى الطاقم الطبي وأجهزتهم
Health and Safety: All personnel should take safety precautions which include wearingpersonal protective equipment (PPE) andrespirators to protect against airborne dust and asbestos. Earthquakes can raise large amounts of dust. Respirators or dust masks may be recommended to protect first responders, personnel	الصحة والسلامة: يجب على جميع الموظفين اتخاذ احتياطات السلامة التي تشمل ارتداء معدات الحماية الشخصية (PPE) وأجهزة التنفس للحماية من الغبار والأسبستوس المحمولين جواً. يمكن للزلازل أن تثير كميات كبيرة من الغبار. يمكن التوصية بأجهزة التنفس

working in the damaged areas, and the public, depending on the local hazards. Paper dust masks and household materials such as washcloths, bandannas, and handkerchiefs do not protect people from breathing in asbestos dust or Valley Fever spores. Be sure to have the correct equipment required to protect against the hazards present.	أو أقنعة الغبار لحماية المستجيبين الأوائل والموظفين العاملين في المناطق المتضررة والجمهور، اعتمادًا على المخاطر المحلية. لا تحمي أقنعة الغبار الورقية والمواد المنزلية مثل المناشف والعصابات والمناديل الناس من التنفس في غبار الأسبستوس أو جراثيم حمى الوادي. تأكد من وجود المعدات الصحيحة اللازمة للحماية من المخاطر الموجودة.
Environment: Potable water supplies may be disrupted by the earthquake. Until the water supply is confirmed to be safe, advise the public to use bottled water or boil their water.	البيئة: قد تتعطل إمدادات مياه الشرب بسبب الزلزال. حتى يتم التأكد من أنَّ إمدادات المياه آمنة، ينصح الجمهور باستخدام المياه المعبأة في زجاجات أو غلي مياههم.

الفصل الثاني عشر

البناء المقاوم للزلازل

Earthquake Resistant Building

الفصل الثاني عشر

البناء المقاوم للزلازل

Earthquake Resistant Building

Seismologists believe that human beings cannot prevent earthquakes or predict their location, time and magnitude. Seismologists agree that the earthquake is not the killer of humans, but the buildings inhabited by people are the killer. Hence the idea of designing buildings that resist the earthquake and remain resilient those are not completely destroyed but may be partially destroyed. The importance of designing earthquake-resistant buildings was first appreciated worldwide after the widespread collapse of buildings, damage and loss of life associated with the 1906 San Francisco earthquake. Earthquake resistant design consists	يرى المختصون بعلم الزلازل أنّ الإنسان ليس باستطاعته منع وقوع الزلازل ولا التنبؤ بمكانها وزمانها ومقدارها. ويتفق علماء الزلازل على أن الزلزال ليس هو القاتل للبشر وإنّما البنايات التي يسكنها الناس هي القاتل. من هنا برزت فكرة تصميم أبنية تقاوم الزلزال وتبقى صامدة لا تتعرض إلى الدمار الكامل وإنّما قد تتعرض لدمار جزئي. تم تقدير أهمية تصميم المباني المقاومة للزلازل لأول مرة في جميع أنحاء العالم بعد ملاحظة انهيار المباني وعلى نطاق واسع والأضرار وفقدان الأرواح المرتبط بزلزال مدينة سان فرانسيسكو عام 1906. يتضمن التصميم المقاوم للزلازل تقييم

of an evaluation of the earthquake excitation and the structure response to this excitation at a particular site in order to provide a structural system that will not collapse, that may prevent loss of life and will limit economic loss during an earthquake. Earthquake Engineering, the study of earthquake resistant design, is a relatively new discipline. As mentioned earlier, the idea of attention to earthquake-proof design has arisen and emerges after every seismic disaster that is devastating to man and his environment.	إثارة الزلزال واستجابة الهيكل (التركيب) لهذا الإثارة في موقع معين من أجل توفير نظام هيكلي لن ينهار، قد يمنع الخسائر في الأرواح وسيحدّ من الخسائر الاقتصادية خلال الزلزال. التخصص أو العلم الذي يهتم بدراسة التصميم المقاوم للزلزال هو الهندسة الزلزالية. كما أشرنا سابقا فإنّ فكرة الاهتمام بالتصميم المقاوم للزلازل برزت وتبرز بعد كلّ كارثة زلزالية مدمرة للإنسان وبيئته. ونلاحظ أيضا أنّ الدافع إلى تطوير وتحديث دساتير الزلازل لتنظيم وتوجيه التصميم المقاوم للزلازل غالبًا ما كان يلقى الاهتمام بعد حدوث زلازل مدمرة. على سبيل المثال، كان أول دستور زلزالي في إيطاليا تمّ تطويره في عام 1909 بعد زلزال مسينا عام 1908. تحتوي هذه المدونة على إرشادات حول تحديد موقع، والممارسات الجيدة في مجال التشييد، والحدّ من ارتفاعات المباني. إنّ رصد الأضرار التي لحقت بالمباني والهياكل الأساسية من الزلازل السابقة كان له أهمية قصوى
It can be observed that the trigger to developing and updating seismic codes for regulating and guiding earthquake resistant design has often been damaging earthquake events. For example, the first seismic code in Italy was developed in 1909 following the 1908 Messina Earthquake. This code contained guidance on siting of buildings,	

بالنسبة لنا فهم الأداء الزلزالي لمختلف أنواع البناء ومشاكلها وكيفية معالجة نقاط الضعف في البناء لتحسين مقاومتها في الأحداث المقبلة.

في أوائل القرن العشرين، كانت أحكام التصميم الزلزالي في جميع أنحاء العالم تشير إلى ضمان أنّ الهياكل يمكن أن تقاوم الأحمال الجانبية الصغيرة المسلطة أفقيًا والتي تساوي 10٪ من وزنها. تطورت المعرفة باستجابة المباني لأحمال الزلازل بشكل كبير منذ ذلك الحين، حيث أصبحت تسجيلات الحركة الأرضية للزلازل متاحة وفهمت طبيعة الحركة الأرضية بشكل أفضل، حيث تمّ إجراء التجارب وتطوير طرق تحليل أكثر تعقيدًا للهياكل التي سمحت بمزيد من الفهم للاستجابة الديناميكية للهياكل تحت إثارة الزلزال.

تأثيرات الهزة الأرضية على الأبنية

تستخدم العديد من معاملات الزلزال

good construction practice, and limited the heights of buildings. Observation of damage to structures and infrastructure from past earthquakes has been paramount to our understanding of the seismic performance of different construction types, their problems and how to introduce measures to improve their resistance in future events.

In the early twentieth century, seismic design provisions worldwide consisted in ensuring structures could resist small lateral loads of the order of 10% of their weight applied horizontally. Knowledge on the response of buildings to earthquake loads developed substantially since then, as earthquake ground motion recordings became available and the nature of ground motion was better understood, as experiments were carried out and more sophisticated analysis methods for structures developed that allowed further

understanding of the dynamic response of structures under earthquake excitation. Effects of earthquake on buildings Many earthquake parameters or measures are used to calculate the forces that the earthquake sheds on buildings. These parameters or measures include the following: • Acceleration (acceleration) of ground motion Acceleration is the rate of velocity change, measured by (g) at 980 cm/s^2 or 1.00g. For example, 0.001g can be felt by people and 0.02g causes their balance loss and 0.5g is very high but buildings can stay standing if the vibration duration is short and if the buildings possess enough damping. • Velocity of ground motion Velocity is the positioning rate (place), measured in centimeters per	لحساب القوى الي يسلطها الزلزال على البنايات. تتضمن هذه المعاملات أو المقاييس الآتي: • تعجيل (تسارع) الحركة الأرضية التعجيل هو معدل تغير السرعة، مقاسًا بـ(g) عند 980 سم/ ثانية^2 أو 1.00g. فعلى سبيل المثال 0.001g يمكن أن يشعر به الناس و0.02g يسبب فقدان توازنهم و0.5g مرتفع جدًا، ولكن يمكن للمباني البقاء صامدة إذا كانت مدة الاهتزاز قصيرة، وإذا كانت المباني تمتلك ما يكفي من عامل الإخماد. • سرعة الحركة الأرضية السرعة هي معدل تغير الموضع (المكان)، تقاس بالسنتيمترات في الثانية. • ازاحة الحركة الأرضية الإزاحة هي المسافة من نقطة الاستقرار (الراحة)، تقاس بالسنتيمترات. • مدة الاهتزاز المدة هي طول وقت استمرار الاهتزاز. • المقدار

second. • Displacement of ground motion Displacement is the distance from the point of stability (rest), measured in centimeters. • Duration of ground motion The duration is the length of the continuous vibration time. • Magnitude It is a measure of the size of energy liberated by the earthquake. Multiple earthquake magnitude scales are available. • Intensity Intensity is the amount of destruction caused by the earthquake locally, and depends on the distance from the epicenter, local soil conditions and construction type. The above seismic parameters or measures are used to calculate the forces that earthquakes pose to	مقياس لحجم الطاقة التي يحررها الزلزال. تتوفر مقاييس متعددة لمقدار الزلزال. • الشدة الزلزالية الشدة هي مقدار الدمار الذي يسببه الزلزال محليًا، ويعتمد على المسافة من البؤرة السطحية للزلزال، ظروف التربة المحلية ونوع البناء. تستخدم المعاملات أو المقاييس الزلزالية المذكورة أعلاه لحساب القوى التي تسلطها الزلازل على المباني. يولد الاهتزاز الأرضي (الدفع ذهابًا وإيابًا، جانبيًا، صعودًا وهبوطًا) قوى داخلية داخل المباني تسمى قوة القصور الذاتي والتي بدورها تسبب معظم الدمار الزلزالي. قوة القصور الذاتي هي كتلة الجسم مضروبة في التعجيل. كلما زادت الكتلة (وزن المبنى)، زادت قوى القصور الذاتي الداخلية المتولدة. عادة ما يكون البناء خفيف الوزن بكتلة أقل ميزة في التصميم الزلزالي، بعبارة أخرى أن واحدة من مزايا التصميم الزلزالي هي قلة وزن المبنى. تولد الكتلة

buildings. Ground vibration (back and forth, sideways, up and down) generates internal forces within buildings called inertial force which in turn cause most seismic destruction. The strength of inertia is the body mass multiplied by acceleration. The higher the mass (building weight), the greater the internal inertial forces generated. Lightweight construction with a less mass is considered in the seismic design, in other words that one of the considerations of seismic design is the weightlessness of the building. Larger mass generates larger side forces, increasing the likelihood of shafts being displaced, separated from the plumb, and/or bending under vertical load. Earthquakes generate waves that may be slow and long, or short and sudden. The length of the full cycle in the seconds is known as the wave period and is reversed frequency. All objects, including buildings, have a	الأكبر قوى جانبية أكبر، مما يزيد من احتمال إزاحة الأعمدة، وانفصالها من السطح، و/أو الانحناء تحت الحمل العمودي. تولد الزلازل موجات قد تكون بطيئة وطويلة، أو قصيرة ومفاجئة. طول الدورة الكاملة في الثواني يعرف بفترة الموجة وهي معكوس التردد. جميع الأجسام، بما في ذلك المباني، لها فترة اهتزاز طبيعية أو أساسية تهتز فيها إذا تعرضت لهزة. تعتبر فترة الاهتزاز الطبيعية أحد الاعتبارات الرئيسية للتصميم الزلزالي، على الرغم من أنّ الجوانب الأخرى لتصميم المبنى قد تساهم أيضًا بدرجة أقل في تدابير التخفيف من تأثير الهزة. إذا تزامنت فترة موجة الهزة الأرضية مع الفترة الطبيعية لاهتزاز المبنى، سوف تحصل ظاهرة الرنين وسيزداد اهتزاز المبنى أو «يتضخم» عدة مرات. تتناسب فترة الاهتزاز الطبيعية مع ارتفاع الأبنية، حيث تزداد مع ارتفاع المبنى، الشكل أدناه.

natural or fundamental vibration period in which they vibrate if they are shocked. A natural vibration period is a key consideration for seismic design, although other aspects of the building design may also contribute less to measures to mitigate the impact of the shock. If the earthquake wave period coincides with the natural period of vibration of the building, the resonance phenomenon will get and the building will become shaken or "enlarged" several times. The natural vibration period is commensurate with the height of the buildings, as it increases with the height of the building, Figure below.	

فترات الاهتزاز الطبيعية (بالخط الأحمر) لأبنية بارتفاعات مختلفة.

Natural vibration periods (red font) for buildings at different heights.

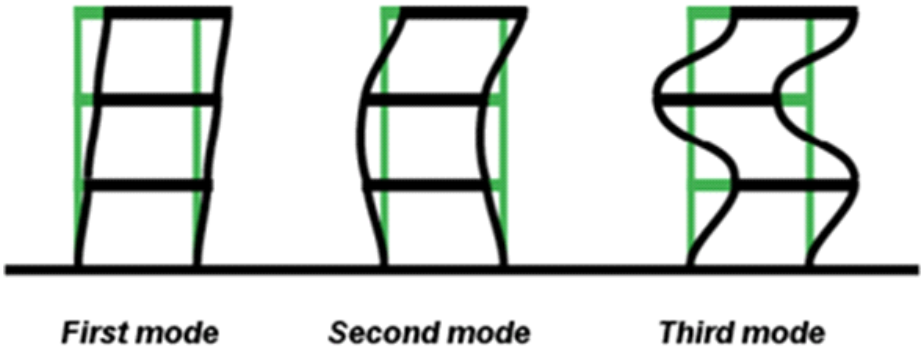
تتراوح فترة اهتزاز التربة بين 0.4 و 1.5 ثانية، والتربة الناعمة جدًا تبلغ 2.0 ثانية. تميل التربة الناعمة عمومًا إلى زيادة الاهتزاز بما يصل إلى 2 إلى 6 أضعاف مقارنة بالصخور. كما أنّ فترة التربة التي تتزامن مع الفترة الطبيعية للمبنى يمكن أنْ تضخم بشكل كبير تعجيل المبنى، وبالتالي تمثل فترة اهتزاز التربة معياراً تصميميّاً.

تتعرض الأبنية العالية إلى أنماط اهتزاز مختلفة، ولكن للأغراض الزلزالية (باستثناء المباني العالية جدًا) فإنّ الفترة

The soil natural period is 0.4 to 1.5 seconds, and the soil is very soft is 2.0 seconds. Soft soil generally tends to increase vibration by up to 2 to 6 times compared to rocks. The soil natural period that coincides with the natural period of the building can greatly magnify the building's acceleration and thus the soil vibration period represents a design standard.

Tall buildings are exposed to different vibration modes, but for seismic purposes (except for very

tall buildings) the fundamental period, or first mode is usually the most important, Figure below.	الأساسية، أو النمط الأول عادة ما يكون الأكثر أهمية، الشكل أدناه.



أنماط اهتزاز المباني الشاهقة. النمط الأول يسارا.

Vibration Modes of Tall Buildings

Seismic Design Parameters There are many parameters that affect and are influenced by the design of buildings. It is important that the design team understands these factors and deals with them wisely at the design stage. These parameters include: • **Torsion** The bodies and buildings have a mass center, a point where the body (building) can be balanced without	**معاملات التصميم الزلزالي** توجد العديد من المعاملات التي تؤثر وتتأثر بتصميم الأبنية. من المهم أنْ يفهم فريق التصميم هذه العوامل ويتعامل معها بحكمة في مرحلة التصميم. تتضمن هذه المعاملات الآتي: • الالتواء للأجسام والمباني مركز كتلة، وهي نقطة يمكن من خلالها موازنة الجسم (المبنى) دون حدوث دوران. إذا كانت الكتلة

rotation. If the mass is distributed on a regular basis, the geometric center of the Earth and the center of the mass may conform. Uneven mass distribution will place the mass center outside the geometrical center resulting in "twist" stress concentrations. A certain amount of twisting is inevitable in each building design. However, the analogous arrangement of blocks will lead to a balanced hardening against either direction and keep the twist within a manageable range.	موزعة بشكل منتظم، فقد يتوافق المركز الهندسي للأرض ومركز الكتلة. سيضع التوزيع الكتلي غير المتكافئ مركز الكتلة خارج المركز الهندسي مما يؤدي إلى تركيزات إجهاد «التواء». كمية معينة من الالتواء لا مفرّ منها في كلّ تصميم مبنى. ومع ذلك، فإنّ الترتيب المتماثل للكتل سيؤدي إلى تصلب متوازن ضدّ أيّ من الاتجاهين وسيبقي الالتواء ضمن نطاق يمكن التحكم فيه.
• **Damping** Damping is a rate at which natural vibration is absorbed. Buildings in general are poor resonators to dynamic shock and dissipate vibration by absorbing it.	• الإخماد الإخماد هو معدل امتصاص الاهتزاز الطبيعي. المباني بشكل عام هي صدى ضعيف للهزة الديناميكية وتبديد الاهتزاز عن طريق امتصاصه.
• **Ductility** Ductility is the characteristic of a material (such as steel) to bend, flex, or move, but fails only after considerable deformation has	• الليونة الليونة هي خاصية المادة (مثل الفولاذ) للانحناء أو الثني أو الحركة، ولكنها لا تنكسر إلا بعد حدوث تشوه كبير. المواد غير اللينة (مثل الخرسانة ضعيفة التسليح)

occurred. Non-ductile materials (such as poorly reinforced concrete) fail abruptly by crumbling. Good ductility can be achieved with carefully detailed joints.

- **Strength and Stiffness**

Strength is a property of a material to resist and bear applied forces within a safe limit. Stiffness of a material is a degree of resistance to deflection or drift (drift being a horizontal story-to-story relative displacement.(

- **Building Configuration**

This term defines a building's size and shape, and structural and nonstructural elements. Building configuration determines the way seismic forces are distributed within the structure, their relative magnitude, and problematic design concerns.

- **Regular Configuration Buildings**

تنكسر فجأة عن طريق الانهيار. يمكن تحقيق الليونة الجيدة من خلال مفاصل مفصلة بعناية.

- القوة والصلابة

القوة هي خاصية المادة لمقاومة وتحمل القوى المسلطة ضمن حدّ آمن. صلابة المادة هي درجة من المقاومة للانحراف أو الانجراف.

- تكوين المبنى

يحدّد هذا المصطلح حجم المبنى وشكله، والعناصر الهيكلية وغير الهيكلية. يحدّد تكوين المبنى طريقة توزيع القوى الزلزالية داخل الهيكل، وحجمها النسبي.

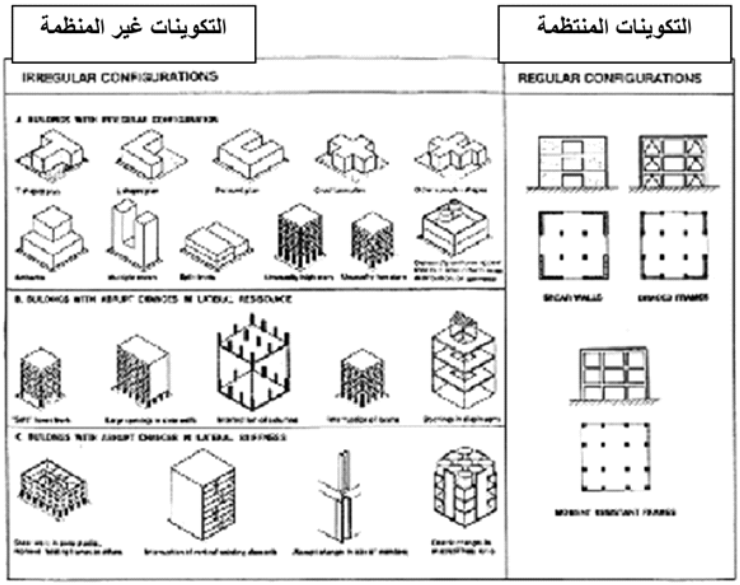
- مباني التكوين المنتظم

تحتوي مباني التكوين المنظمة على جدران قصّ أو هياكل مقاومة للعزم أو هياكل معززة.

- مباني التكوين غير المنتظم

هي تلك المباني التي تختلف عن التعريف «المنظم» ولديها تركيزات إجهاد إشكالية والتواء.

They have shear walls or moment-resistant frames or braced Frames. • **Irregular Configuration Buildings** Irregular Configuration buildings are those that differ from the "regular" definition and have problematic stress concentrations and torsion. Knowledge of the building's period, torsion, damping, ductility, strength, stiffness, and configuration can help one determine the most appropriate seismic design devices and mitigation strategies to employ. The figure below shows the regular and irregular configurations of buildings.	يمكن أنْ تساعد المعرفة بفترة المبنى، والالتواء، والتخميد، والمرونة، والقوة، والصلابة، والتكوين في تحديد أنسب أجهزة التصميم الزلزالي واستراتيجيات التخفيف لاستخدامها. يوضح الشكل أدناه التكوينات المنتظمة وغير المنتظمة للمباني.



تكوينات المباني

Buildings Configurations

طرق التصميم الزلزالي في اليابان

سوف نستعرض في أدناه طرق وأجهزة التصميم الزلزالي في اليابان لكفاءتها في التخفيف من تأثير الهزات الأرضية على الإنسان وبيئته في اليابان.

هيكل مقاوم للزلزال

هذا هو الهيكل الأكثر شيوعًا للمنازل المنفصلة في اليابان. يجب أن تتوافق جميع المباني التي تمّ بناؤها بعد عام 1981 مع

Seismic Design Methods in Japan

Below we will review Japan's seismic design methods and devices for their efficiency in mitigating the impact of earthquakes on humans and their environment in Japan.

Earthquake Resistant Structure

This is the most common structure for detached houses in Japan. All

معيار الهيكل الجديد المضاد للزلازل الذي يتطلب أنْ يكون للمباني هيكل مقاومة للزلازل. يسمح هيكل المقاومة الزلزالية لهياكل البناء الرئيسية (الأعمدة والجدران والأرضيات) بامتصاص الحركات الزلزالية. يمكن تقسيم المباني إلى هيكل صلب (تمّ تشييده بشكل صارم من أجل منع الانهيار) والهيكل المرن (الأجزاء الهيكلية الرئيسية التي تنحني بمرونة من أجل نشر قوة الحركات الزلزالية).

هيكل الإخماد

من أجل تقليل الحركة الزلزالية إلى الحدّ الأدنى، يتم بناء جدران إخماد تمتص الطاقة الزلزالية داخل المبنى. يمكن تقسيم هياكل الإخماد إلى نوع نشط، الذي يستخدم الطاقة مثل الكهرباء والنوع السلبي، الذي يستخدم القوى الطبيعية. بالمقارنة مع الهيكل المقاوم للزلازل، يمكن أنْ يقلّل هيكل الإخماد من الشدة الزلزالية بنسبة 70-80.

buildings built after 1981 must conform to the New Anti-seismic Structure Standard requiring buildings to have an earthquake resistance structure. Seismic resistance structure allows main building structures, namely, posts, walls and floors, to absorb seismic motions. Buildings can be divided into Rigid Structure (constructed rigidly in order to prevent collapse) and Flexible Structure (the main structural parts of which bow flexibly in order to spread the force of seismic motions).

Damping Structure

In order to minimize seismic motion, damping walls that absorb seismic energy are constructed within the building. Damping structures can be divided into the Active type, which uses energy such as electricity and the Passive type, which uses physical forces. Compared to earthquake resistant

structure, damping structure can reduce seismic intensity by 70-80%.

Seismic Isolation Structure

Commonly used for high-rise buildings as part of their foundation, this structure places quake-absorbing devices (isolators) such as laminated rubber that blocks seismic motions from reaching the building. Quake-absorbing devices include laminated rubber, lead, springs, dampers, ball bearings, etc. Furthermore, newly-invented construction methods use a combination of these materials. Seismic isolation structure can reduce seismic intensity down anywhere from ⅓ to ⅕ (less than half) when compared to earthquake resistant structure.

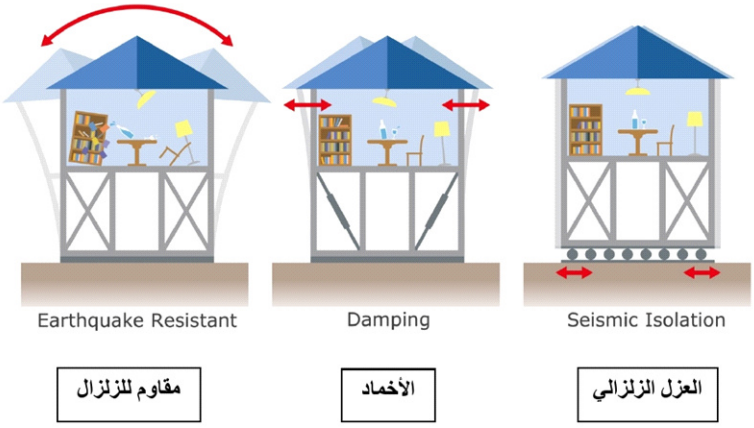
Generally, apartment and office buildings with damping or seismic isolation structures are more secure against earthquakes compared to those with more basic anti-seismic

هيكل العزل الزلزالي

يستخدم هذا الهيكل بشكل شائع للمباني الشاهقة كجزء من أساسها، ويضع أجهزة امتصاص الزلازل (العوازل) مثل المطاط المغلف الذي يمنع الحركات الزلزالية من الوصول إلى المبنى. تشمل الأجهزة الممتصة للزلازل المطاط المصفح والرصاص والينابيع والمثبطات ومحامل الكرة وما إلى ذلك. علاوة على ذلك، تستخدم طرق البناء الحديثة مزيجًا من هذه المواد. يمكن لهيكل العزل الزلزالي أن يقلل من الشدة الزلزالية في أي مكان من ⅓ إلى ⅕ (أقل من النصف) مقارنة بالهيكل المقاوم للزلازل.

بشكل عام، تعتبر المباني السكنية والمكاتب ذات هياكل الإخماد أو العزل الزلزالي أكثر أمانًا ضدّ الزلازل مقارنة بالهياكل الأساسية المضادة للزلازل، الشكل أدناه.

structures, Figure below.	



وسائل تخفيف تأثير الزلازل على المباني.

Types of Building Structures and Materials **Wooden Structure** Wood is the main material used in these buildings. With that structure, posts and beams serve as the core parts of a given building. Many detached houses in Japan are made of wood. **Steel Structure (S)**	**أنواع تراكيب ومواد البناء** **الهيكل الخشبي** الخشب هو المادة الرئيسية المستخدمة في هذه المباني. مع هذا الهيكل، تعمل الأعمدة والعوارض كأجزاء أساسية لمبنى معين. العديد من المنازل المنفصلة في اليابان مصنوعة من الخشب. الهيكل الفولاذي يشير هذا إلى المباني التي تستخدم المواد الفولاذية في إطارها بشكل أساسي.

This refers to buildings primarily using steel materials in their framework. Steel structures are especially suitable for large buildings.	الهياكل الفولاذية مناسبة بشكل خاص للمباني الكبيرة.
Reinforced Concrete Structure (RC) RC structure takes advantage of both reinforcing bars as well as a steel frame. With Reinforced Concrete structure, steel-made "reinforcing bars" with tolerance against stretching forces, strengthen the "concrete" which resists the compressive forces of the building's weight.	**هيكل الخرسانة المسلحة** تستخدم أطر البناء المجهزة بهيكل الخرسانة المسلحة، الخرسانة مع قضبان تقوية حديدية بالداخل. يستفيد هيكل RC من كلّ من قضبان التعزيز بالإضافة إلى إطار فولاذي. مع هيكل الخرسانة المسلحة، «قضبان التسليح» الفولاذية الصنع والتي تتحمل قوى التمدّد، تقوي «الخرسانة» التي تقاوم القوى الضاغطة لوزن المبنى. جنباً إلى جنب مع الإطارات الحديدية.
Steel Reinforced Concrete Structure (SRC) Along with iron frames, buildings with this framework primarily employ concrete with iron reinforcing bars inside. This structure, often referred as "SRC	**هيكل الخرسانة المسلحة الفولاذية** المباني مع هذا الإطار تستخدم في المقام الأول الخرسانة مع قضبان تقوية الحديد في الداخل. يستخدم هذا الهيكل كلاً من الفولاذ والخرسانة المسلحة. تمتلئ أعمدة وعوارض الحديد، التي يتم دعمها بشكل

structure," utilizes both steel and reinforced concrete. Iron poles and beams, which are further supported by iron reinforcing bars, are later filled with concrete. This structure is often applied for high-rise buildings because it provides excellent seismic resistance and is also solid and durable	أكبر بقضبان التقوية الحديدية، لاحقًا بالخرسانة. غالبًا ما يستخدم هذا الهيكل للمباني الشاهقة لأنه يوفر مقاومة زلزالية ممتازة وهو أيضًا صلب ودائم.

الخاتمة

الخاتمة

Conclusion

In conclusion, we would like to draw attention to the fact that earthquakes occurred in the past and occurred in the present and will occur in the future, that man cannot prevent earthquakes and cannot predict the location, time of their occurrence and magnitude. Since most human casualties are caused by the collapse of buildings, their effects must be mitigated by the preparedness for the earthquake disaster. We must focus on developing a disaster preparedness plan that is implemented jointly by the ordinary citizen and all governmental and non-governmental institutions of society, in other words, preparedness for the earthquake disaster is a national task.	في الختام، نود التنبيه إلى حقيقة أن الهزات الأرضية حدثت في الماضي وتحدث في الحاضر وستحدث في المستقبل، وأن الإنسان لا يستطيع منع حدوث الزلازل ولا التنبؤ بموقع حدوثها وزمن وقوعها ومقدارها. ولما كان أغلب الضحايا البشرية ناجمة عن انهيار المباني لا بدّ من التخفيف من آثارها من خلال الاستعداد لكارثة الزلازل. يجب أنْ نركّز على وضع خطة للاستعداد للكارثة يشارك في تنفيذها المواطن العادي وجميع مؤسسات المجتمع الحكومية وغير الحكومية، بعبارة أخرى يكون الاستعداد لكارثة الزلزال مهمة وطنية. إنّ التصميم المقاوم للهزات الأرضية هو السبيل الوحيد في الوقت الحاضر لتقليل الخسائر البشرية والمادية إلى أدنى حدّ. نودّ أنْ نشدّد مرة أخرى على

أهمية تحضيرنا لمواجهة الهزات الأرضية والحفاظ على سلامتنا وسلامة من نحب في حالة وقوعها. يجب أن نفهم أنّ التوعية واتخاذ الإجراءات البسيطة يمكن أنْ تحدَّ من الأضرار والمخاطر. لا تتردّدوا في مشاركة هذه المعلومات مع أحبائكم وأصدقائكم لنعمل جميعًا معًا على تعزيز السلامة والاستعداد في مجتمعنا. الحفاظ على السلامة يعني الحفاظ على الحياة والممتلكات، ونتمنى لكم دوام السلامة والاستقرار.	Earthquake-resistant design is the only way at present to minimize human and material losses. We would like to stress once again the importance of our preparation to confront the earthquakes and to preserve our safety and the safety of those we love if they occur. We must understand that raising awareness and taking simple actions can reduce damage and risks. Do not hesitate to share this information with your loved ones and friends so that we all work together to promote safety and preparedness in our community. Maintaining safety means maintaining life and property, we wish you lasting safety and stability.

المصادر

المصادر

المصادر العربية	المصادر الإنكليزية
الهيتي، عماد عبد الرحمن وكاظم، عبد الوهاب نايف – علم الزلازل في التراث العربي والإسلامي – وثائق الندوة القطرية التاسعة للتراث العلمي العربي، أيار 1993 –جامعة بغداد. الهيتي، عماد عبد الرحمن - التنبؤ بالزلازل: النجاح والإخفاق- مجلة الفيصل – العدد 292، يناير 2001. الهيتي، عماد عبد الرحمن – وصف الزلازل في الكتابات العربية القديمة- مجلة الفيصل -العدد315، نوفمبر 2002. السنوي، سهل عبد الله (1997) أساسيات علم الزلازل. مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء/ الجمهورية اليمنية، 324 صفحة.	**Abdulnaby, W., Onur, T., Gök, R. Shakir, A. M., Mahdi, H., Al-Shukri, H., Numan, N.M.S., Abd, N. A., Chlaib, H. K., Ameen, T. H., and Ramthan, A.** (2020) Probabilistic seismic hazard assessment for Iraq. J Seismol. https://doi.org/10.1007/s10950-020-09919-2. **Al-Heety**, E. (2020) New updated classification of shallow earthquakes based on faulting style. Iraqi Journal of Science 61, 103-111. **Havskov**, **J. and Ottemöller, L**. (2010) Routine Data Processing in Earthquake Seismology. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 339P. **Havskov, J. and Alguacil, G. (2016).** Seismic Networks. In: Instrumentation in Earthquake Seismology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21314-9_8. **Pagani, M.,Garcia-Pelaez, J., Gee, R., Johnson, K., Poggi, V., Styron,R.,Weatherill,G.,Simionato, M.,Vigano,D.,Danciu,L.,Monelli, D. (2018).** Global Earthquake Model (GEM) Seismic Hazard Map (version 2018.1 - December 2018),

DOI: https://doi.org/10.13117/GEM-GLOBAL-SEISMIC-HAZARD-MAP-2018.1

Silva, V., Amo-Oduro, D, Calderon, A., Dabbeek, J., Despotaki, V., Martins, L., Rao, A., Simionato, M., Viganò, D., Yepes, C., Acevedo, A., Horspool, N., Crowley, H., Jaiswal,K.,Journeay, M., Pittore, M. (2018). Global Earthquake Model (GEM) Seismic Risk Map (version 2018.1). DOI: 10.13117/GEM-GLOBAL-SEISMIC-RISK-MAP-2018.1

Sucuog˘lu, H. and Akkar, S. (2014) Basic Earthquake Engineering. Springer International Publishing Switzerland, 285P.

Websites

- http://www. usgs.gov
- Western States Seismic Policy Council (WSSPC) Earthquake Emergency Handbook for First Responders and Incident Commanders. http:// www.wsspc.org .Accessed 15/09/2023.
- Gabor, Lorant, Seismic Design Principles. http://www.wbdg.org .Accessed 18/08/2023.
- Earthquake Resistance of

Buildings in Japan - Structure types (seismic isolation and damping). http://www.plazahomes.co.jp . Accessed 15/09/2023.	

السيرة الشخصية

الاسم : عماد عبد الرحمن الهيتي

تأريخ ومكان الولادة: 1959- هيت – العراق

الخلفية الدراسية: بكالوريوس علوم/ جيولوجيا- ماجستير جيوفيزياء- دكتوراه جيوفيزياء

الموقع: أستاذ الجيوفيزياء وعلم الزلازل/ قسم الجيولوجيا التطبيقية / كلية العلوم / جامعة الأنبار/ العراق

المساحة البحثية: الجيوفيزياء وعلم الزلازل

المنشورات: 66 بحثا وثلاثة كتب

Biography

Name: Emad AbdulRahman Al-Heety

Date and place of Birth: 1959, Iraq

Educational Background :B.Sc. Geology, M.Sc. Geophysics, PhD, Geophysics - University of Baghdad

Position : Professor of geophysics /Department of Applied Geology, University of Anbar

Research Area: Geophysics, Seismology.

Publications: 66 papers and three books

Earthquakes Handbook

Prof. Dr.

Emad AbdulRahman Al-Heety
Prof. of Geophysics and Seismology
Department of Applied Geology
College of Science
University of Anbar
Republic of Iraq