بسم الله الرحمن الرحيم

أضرار الزلازل

(الأساسيات الهندسية والدروس المستفادة)

تأليف

هاكونو موتوهيكو

ترجمة

دكتور مهندس محمد عوض بحر

كلية الهندسة - جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب. ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢١هـ (٢٠٠٠م)

هذه ترجمة مصرح بها لكتاب:

Earthquake Damage: The Mother of Earthquake Engineering
-Learning from the Observation of Earthquake Damage-
By: Hakuno Motohiko
Published by: Kajima Institute Publishing Co., Ltd. Tokyo.
107 Japan, 1st. ed. 1992.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

موتوهيكو، هاكونو

أضرار الزلازل- الأساسيات الهندسية والدروس المستفادة/ ترجمة محمد عوض بحر الرياض

٢٠٦ص، ٢١×٢٨ سم

ردمك ٠ - ٣٠٣ - ٣٧ - ٩٩٦٠

١- هندسة الزلازل ٢- المباني - مواصفات أ- بحر، محمد عوض (مترجم) ب- العنوان

ديوي ١٧٦٢، ٦٣٤ ٢١/٤٣٤٣

رقم الإيداع: ٢١/٤٣٤٣

ردمك: ٠ - ٣٠٣ - ٣٧ - ٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق على نشره بعد اطلاعه على تقارير المحكمين في اجتماعه الثامن للعام الدراسي ١٤٢٠/١٤٢١هـ الذي عُقد بتاريخ ١٣/٨/١٤٢٠هـ الموافق ٢١/١١/١٩٩٩ م

النشر العلمي والمطابع ١٤٢١هـ ٢٠٠٠م

إهداء المترجم

إلى أستاذي الأول والدي
اللهم اغفر له وارحمه وأدخله جنتك برحمتك
إلى القلب الرحيم والدتي
إلى رفيقة الحياة زوجتي
إلى المستقبل المشرق ..مؤمن ومي ومصطفى
اللهم اجعلهم ذرية صالحة مؤمنة
أهدي إليهم جميعاً هذا الجهد المتواضع

إهداء المؤلف

إلى عموم البشر، خصوصا النشء،
والمهتمين بهذا المجال :
لعل كتابي هذا يشجعكم على الاستمرار في العمل
من أجل عالم خالٍ من الكوارث الناجمة عن الزلازل.

تزكـــية(١)

من: د.أوكاموتو شيتزو*

Recommendation
From Dr. Okamoto Shunzo

أحيل الأستاذ هاكونو موتوهيكو (Hakuno Motohiko) إلى المعاش من معهد أبحاث الزلازل، جامعة طوكيو، في مارس١٩٩٢. وقد بذل الذين يحترمونه الجهد اللازم لنشر هذا الكتاب. ويشرح الكتاب هندسة الزلازل وعلمها باستخدام العديد من الصور الضوئية بطريقة تجعل عامة الناس يفهمون موضوعه ومحتوياته بسهولة.

ولأن اليابان تعانى العديد من الزلازل فإنه من الضروري أن يحاط عامة الناس علماً بالكثير من المعلومات عن الزلازل والأضرار الناجمة عنها. ويساعد ذلك على تقليل أضرار الزلازل وإنقاذ الناس وممتلكاتهم من شرها في المستقبل. وهذا العام (١٩٩٢) هو العام الثالث من العقد الدولي لتخفيف الكوارث الطبيعية (IDNDR) والذي تكاتفت فيه جهود الناس من كل أنحاء العالم لتقليل المخاطر الناجمة عن الكوارث الطبيعية. وقد تواكب هذا مع صدور كتاب الأستاذ هاكونو، ذي الخبرة العالية في هذا المجال.

لقد استمر الأستاذ هاكونو في سلك الدراسة والتعليم بعد تخرجه من قسم الهندسة المدنية - جامعة طوكيو. إنه نابغة ومتحمس لدراسة الظواهر الطبيعية؛ ومن أجل ذلك اقترح العديد من الأفكار، مثل النظام التجريبي (الشبيه بالحركي) بالتحكم آنيًا بالحاسوب، وكمثال لذلك، يستخدم الحاسوب مع أجهزة اختبار المواد لدراسة السلوك التحريكي للمنشآت المركبة وغير الخطية مثل الجسور والمباني. وكمثال ثانٍ، اقترح الأستاذ هاكونو طريقة لتحليل عملية انهيار الجسور والمنشآت ذات الانحدار، والتي تتميز بخواص مواد معقدة. ولقد أضاف حلولا للعديد من المشاكل ألمح بها .واختير كأستاذ بمعهد أبحاث الزلازل بسبب أفكاره المتميزة التي تستخدم لحل العديد من المشاكل بالإضافة إلى شخصيته اللطيفة. ولقد كتب الكثير من الأبحاث في مجال الزلازل والظواهر الأخرى؛ ولذا فقد رقّي رئيسا للمعهد وكان الرئيس الأول والوحيد القادم من تخصص الهندسة المدنية.

---

* حاصل على وسام الاستحقاق الثقافي، عضو الأكاديمية اليابانية، أستاذ بالمعاش بجامعة طوكيو

ويستعان بالأستاذ هاكونو، كلما حدث زلزال كبير في اليابان أو في أجزاء أخرى من العالم، لزيارة المناطق المتضررة. وبالرغم من أن ذلك كان عبئا بدنيا قاسيا عليه إلا أن هذه الزيارات كانت فرصة جيدة له كعالم لملاحظة الأضرار الحقيقية التي تنشأ عن الزلازل. ويمكن القول بأنه لا يوجد عالم قام بفحص العديد من أضرار الزلازل كما فعل الأستاذ هاكونو. فالزيارات الكثيرة التي قام بها للمناطق المتضررة أدت إلى تقوية حساسيته لفهم الضرر الناتج عن الزلازل. وأدى فهمه الجيد لأضرار الزلازل و الهزات الأرضية إلى تزويد الناس بنصائح كافية لمعالجة الأضرار الناشئة عن الزلازل، وتشجيعهم على بذل الجهد اللازم لأعمال المعالجة. استفاد المعرفة منه صغار الباحثين أيضا، وذلك باكتساب أفكاره المفيدة. ولقد سمعت في وقتنا الحالي أن الأستاذ هاكونو سيقوم بنشر كتاب به العديد من الصور الضوئية للأضرار التي حدثت في العالم نتيجة الزلازل مصحوبة بشرح مبسط مع تعليقاته الشخصية. و لذلك فإنني منتظر استكمال هذا الكتاب الذي يبدو أنه سيكون شيقا.

تزكـــية (٢)

من: د.موجي كيـــو*

Recommendation
From Dr. Mogi Kiyoo

لقد سعدنا جدا في اليوم الذي سمعنا فيه من الأستاذ هاكونو عن نشر كتابه بعنوان "أضرار الزلازل : الأساسيات الهندسية والدروس المستفادة" ؛ لأننا كنا ننتظر كتابا مثله منذ زمن طويل. كنت زميلا لمدة طويلة مع الأستاذ هاكونو في معهد أبحاث الزلازل بطوكيو. وبالإضافة إلى الزلازل التي تحدث في اليابان، فعندما كانت تحدث زلازل كبيرة في الخارج كان يسرع في الحال لزيارة المنطقة لفحص الأضرار الناجمة عن تلك الزلازل. وعند عودته أتذكر أنه كان يشرح الأضرار باستخدام الشرائح بطريقة سهلة ومفهومة وواضحة. فتوضيحاته متميزة يسهل فهمها وقيّمة علميّا. ومن خلال إيضاحاته تعرفنا على الزلازل الرئيسة التي حدثت في أنحاء العالم. وعندما طلب مني إلقاء بعض المحاضرات، استعرت منه الشرائح ؛ لأنني كنت أندهش من طرائق عرضه أثناء حلقات المناقشة الشهرية بالمعهد. ولقد قام بتجميع مادة كبيرة عن أضرار الزلازل، و مما لا شك فيه أنه من المفيد جدا نشر تلك المواد المفيدة في كتاب الأستاذ هاكونو. فلقد تأمل ودرس الأضرار الزلزالية ولم تكن معايناته تقتصر على معرفة الحالة الحقيقية للموقع فقط، ولكن كان يعتبرها تجربة بحجم حقيقي تعطينا بيانات مهمة ومفيدة. وأتذكر أنه كان يتكلم دائما عن الضرر الزلزالي من هذا المنطلق. وبالطبع لدينا العديد من المشاكل التي يمكن حلها نظريّا، أو من خلال الاختبارات المعملية، ولكنني متأكد من أن هناك العديد من المشاكل التي تفوق توقعاتنا. ولذلك يعتمد الأساس الجوهري لهندسة الزلازل عند الأستاذ هاكونو علي معاينة آثار الكوارث الزلزالية ودراستها في الموقع.

يختص الزلزال في العادة بالعديد من الملامح، وبالتالي تكون الموضوعات ذات الاهتمام عديدة: فيزياء الأرض، جغرافية الأرض، هندسة الزلازل و علم الاجتماع.ولذلك يجب أن تكون هندسة الزلازل من فروع العلوم المتاحة بسهولة لكافة المهتمين بالموضوعات ذات العلاقة. ومن هذا المنطلق يحاول هذا الكتاب أن يخدم هذا الهدف. وأنصح ،بالإضافة إلى الباحثين في مجال هندسة الزلازل، كل المهتمين بالزلازل أن يقرأوا هذا الكتاب.

---

* رئيس اللجنة التنفيذية للتنبؤ بالزلازل، أستاذ بالمعاش بجامعة طوكيو، أستاذ بجامعة نيهون Nihon (اليابان)

مقدمة المترجم

تعتبر الزلازل من أشد الظواهر والكوارث الطبيعية تأثيراً على الإنسان وممتلكاته ؛ بسبب ما ينجم عنها من إزهاق للأرواح وتدمير للمنشآت والمباني ، فضلاً عن تعطيل لمرافق المعيشة. ولقد كان بعض الناس في العالم العربي يعتقدون أن الأنشطة الزلزالية محدودة من حولنا ، ولكن الحقيقة عكس ذلك تماماً. فالأنشطة الزلزالية موجودة منذ قديم الزمان حسب ما ورد في السجلات التاريخية ، إلا أن الإحساس بها كان قليلاً لقلة الامتداد العمراني. ولكن مع التطور العمراني الذي شهدته أكثر بلاد المنطقة زاد الإحساس بالهزات الأرضية والتي نجم عنها في بعض الأحيان زلازل كارثية. ولذلك زاد الاهتمام في الآونة الأخيرة بالدراسات والبحوث في مجال علم الزلازل وفروعه المختلفة. ولقد كان هذا الكتاب للأستاذ هاكونو موتوهيكو "أضرار الزلازل" مناسباً ، حيث يتميز بنقل الخبرة اليابانية في تحليل أضرار الزلازل بأسلوب علمي شيق ومبسط يصلح للمتخصص ولغير المتخصص. ولقد ألف الكتاب باللغة اليابانية لأناس لهم ثقافة ودراية بمجاله ، فظهرت المعلومة في بعض أجزاء الكتاب مختصرة ، واستدعى ذلك مني عند الترجمة الاختيار الدقيق للكلمات العربية التي تؤدي المعنى المقصود بوضوح دون الإخلال بالمحتوى العلمي للكتاب. وعند الترجمة من اللغات المختلفة إلى العربية قد توجد بعض المعوقات التي تتطلب معرفة جيدة بلغة الكتاب الأصلية. فمثلاً الكلمة في اللغة اليابانية قد تستعمل كما هي لصيغة المفرد والجمع ويفهم ذلك من موضعها في السياق ، فنجد أن كلمة زلزال هي نفسها زلازل فكان واجباً أخذ ذلك في الاعتبار عند الترجمة إلى العربية. كما اهتم الكتاب بمجموعة من الوقفات أطلق عليها "استراحات" ، وفيها ينتهز المؤلف الفرصة لنقل معلومة أو أكثر عن المناطق التي قام بزيارتها ، وتعد هذه الطريقة سمة من السمات اليابانية لنقل المعرفة إلى القارئ.

يحتوي الكتاب على تسعة فصول معتمدة على الشرح والتحليل باستخدام الصور المعبّرة عن أضرار الزلازل في كلّ من اليابان ومناطق أخرى في العالم. فتناولت الفصول من الأول إلى الثالث مفهوم الزلازل ، وتناول الفصلان الرابع والخامس شرحا مفصلا لأضرار الزلازل على كلّ من الأراضي والمنشآت على الترتيب. وفي الفصل السادس قدم المؤلف شرحا للكوارث الأخرى الناجمة عن الزلازل. كما قام بشرح للأضرار الحديثة للزلازل في الفصل السابع. ثم تعرض في الفصل الثامن لإجراءات الوقاية من الزلازل. وأخيرا في الفصل التاسع قدم تصورا لمستقبل علم هندسة الزلازل ومتطلباته في كلّ من الدول النامية والدول المتقدمة.

ولا يفوتني في هذا المقام أن أشكر أ.د. تاموتسو ماتسوي (Tamotso Matsui) أستاذ ميكانيكا التربة وهندسة الأساسات في قسم الهندسة المدنية بكلية الهندسة-جامعة أوساكا (Osaka) في اليابان على مناقشاته المفيدة عند اختياري هذا الكتاب للترجمة. وأود أن أشكر د. عاصم عبد الفتاح نبوي بكلية علوم الحاسب والمعلومات بجامعة الملك سعود على ملاحظاته اللغوية القيمة. وأخيرا كل الشكر والتقدير لجامعة الملك سعود ومركز الترجمة على تشجيعهم المستمر لجهود الترجمة والتعريب، وكذلك إدارة النشر العلمي والمطابع بالجامعة على المجهود المتميز في تحرير وطبع الكتاب.

.....والله من وراء القصد.

المترجم

مقـدمة المـؤلف

يمكن وصف جوهر هندسة الزلازل من خلال توليفة المعاني المتنوعة التي تحويها الترجمة اليابانية للكلمة "Jishin-kougako" وهي تعني علم الاجتماع. فيتأسس علم هندسة الزلازل على ملاحظة الظواهر الطبيعية بعناية كافية، و يستلزم ذلك الميل إلى دراسة الذات الإنسانية (jishin باليابانية) وبيئتنا الطبيعية وترابطنا. وسيؤدي ذلك في التحليل النهائي إلى أن تصبح معرفتنا ومواقفنا تجاه بيئتنا من العوامل المهمة لتخفيف مخاطر الزلازل. فيجب علينا أن لا نستهين بها وأن ندرك بسلاسة كل إشارة ترسل إلينا من أي كارثة.

تعنى هندسة الزلازل بدراسة كيفية جعل أضرار الزلازل أقل ما يمكن. وعلى وجه الخصوص، فإن أضرار الزلازل لها العديد من الملامح كتحطيم المنشآت مثل المباني والجسور التي تعانى أضرارا بالغة من الزلازل ولذلك فإن استنباط طريقة لتصميم المنشآت لمجابهة الزلازل المستقبلية بأقل أضرار أو بدونها هو الهدف الرئيسي لاهتمامات علم هندسة الزلازل.

ولتحقيق هذا الهدف، سألت نفسي ماذا يجب أن أفعل؟..توصلت إلى نتيجة مهمة من خلال منهج المحاولة والخطأ الذي استخدمته على مدى أكثر من ثلاثين عاما منذ أن بدأت في عمل أبحاث على هذه المشكلة، وهو أن أقصر الطرائق وأكثرها فاعلية لتحقيق هذا الهدف، وهو إيجاد منشأ مقاوم للزلازل، تتأسس على الخطوط التالية:

يجب أولا دراسة كيفية حدوث الانهيار للمنشآت أثناء الزلازل. ومن ثم ابتكار طريقة يمكن تطبيقها على الانهيار الحادث من خلال محاكاته بطريقة مناسبة. وأخيرا، تختار المعاملات التي تحدد متانة النموذج المعد للاستخدام في المحاكاة لمنع الانهيار.

قمت بمعاينة أربعة عشر زلزالاً في اليابان ابتداء من زلزال ناجاأوكا(Nagaoka) ١٩٦١م بالإضافة إلى عشرة زلازل خارج اليابان ابتداء من زلزال بيرو ١٩٧٠م. ولقد تعلمت كثيرا من تلك المعاينات لأضرار الزلازل. ولاحظنا في بعض المناطق، أن العديد من الناس يعيشون في منازل مبنية من الطوب اللّبن، وهذا النوع من أسرع المباني في العالم تأثرا بالزلزال. ولهذا، فإن العدد الكبير من الناس من مستعملي هذه البيوت كانوا ضحايا لمرات عديدة كلما حدثت الزلازل الكبيرة. ومن أجل تلك الحالات، يجب عمل إجراءات الحماية بسرعة كلما أمكن. ومما يثير الدهشة أن نكتشف أن الزلازل ينشأ عنها أضرار بطرائق متنوعة معتمدة على البلاد والمناطق المتأثرة بها.

وبتقدم أنظمة الحاسوب عاماً بعد عام تقدمت تدريجيا طرائق التحليل المعتمدة على محاكاة العديد من الظواهر التي كانت مستحيلة من قبل مثل الانهيار الزلزالي.وأوجد ذلك تقدما تدريجيا في تعيين الأسباب المحتملة ومعرفة آلية الانهيار نتيجة للزلازل.

قمت منذ إحالتي إلى المعاش من جامعة طوكيو بتجميع المنهجية التي اتبعتها والنتائج التي حصلت عليها خلال سنوات دراستي البحثية في هذا المجال. ولقد كان هذا الكتاب حصيلة هذا المجهود. ولقد قصدت به توسعة مدى قراءة عدد كبير من الناس الذين ليس لديهم المعرفة الخاصة بهندسة الزلازل.

ويحتوي الكتاب على الصور الضوئية والمواد المجمعة أثناء المعاينات التي قمت بها لفحص أضرار الزلازل. ونوقشت نتائج أبحاثي في معظم أجزاء الكتاب، وكذلك استعمال الصور التي قمت بالتقاطها شخصيا. ومع ذلك، عندما قمت في آخر الأمر بتقييم قيمة البيانات المجمعة بدت كما لو كانت غير كافية. ولذلك استعنت بإضافة مواد أخرى، مبينا مصدر الحصول عليها في المراجع. وأود هنا أن أعبر عن خالص امتناني لكل الأفراد الذين سمحوا لي باستخدام المواد الخاصة بهم. كما لا يفوتني أن أشكر أيضا الأفراد والهيئات في كل أنحاء العالم الذين ساعدوني خلال ثلاثين عاماً من البحث ومعاينة أضرار الزلازل.

يهدف الكتاب أساسا إلى تقريب مفاهيم أساسيات هندسة الزلازل وخصائص أضرار الزلازل إلى الناس من خلال الأشكال والصور الفوتوغرافية تاركا بذلك شرح تفاصيل هندسة الزلازل للكتب الأخرى في هذا المجال. ولقد تخصصت أثناء دراستي الجامعية في الهندسة المدنية مما جعل معرفتي للتفاصيل الدقيقة للمباني محدودة، حيث تصمم المباني في اليابان بواسطة المعماريين. ومع ذلك، قمت باختبار المباني المنهارة خلال تلك الفترة من وجهة نظر المنشآت العامة.

وأخيرا، لم يكن تأليف هذا الكتاب ممكنا لولا تعاون د.كيميرو مجيرو (Dr. Kimiro Meguro) من معهد العلوم الصناعية بجامعة طوكيو.

المؤلف

توجد في الصفحات التالية قائمة للزلازل الرئيسية التي حدثت منذ عام ١٩٠٠م وسببت أضرارا وكذلك التي قمت باستقصائها.

الزلازل التي سببت أضراراً رئيسية في اليابان خلال القرن العشرين

اسم الزلزال وموقعه	تاريخ وقوعه يوم/شهر/سنة	القدر الزلزالي (مق)	عدد الموتى (بالفرد)
شمال مقاطعة مياجي Northern Miyagi Prefecture	١٩٠٠/٥/١٢	٧,٠٠	١١
خارج شرق مقاطعة أوموري Off East of Aomori Prefecture	٠١/٨/١٠-٩	٧,٤-٧,٢	١٨
جي أيبو، آكي-نادا، بحر آكي Geiyo, Aki-Nada, Sea of Aki	٠٥/٦/٢	٧,٢	١١
انيكاوا، شرق مقاطعة شيجا Anekawa, Eastern Shiga Prefecture	٠٩/٨/١٤	٦,٨	٤١
كيكا يجيما، بحر أمامي أوشيما Kikajima, Sea of Amamioshima	١١/٦/١٥	٨,٠	١٢
ساكورا جيما، وسط مقاطعة كاجوشيما Sakurajima, Central Kagoshima Prefecture	١٤/١/١٢	٧,١	٣٥
سنهوكو، جنوب مقاطعة أكيتا Senhoku, Southern Akita Prefecture	١٤/٣/١٥	٧,١	٩٤
شيمابارا Shimabara	٢٢/١٢/٨	٦,٩	٣٠
كانتو، كانتو العظيم Kanto, Great Kanto	٢٣/٩/١	٧,٩	١٤٢٨٠٧
تنزاوا، غرب مقاطعة كاناجاوا Tanzawa, Western Kanagawa Prefecture	٢٤/١/١٥	٧,٣	١٩
تاجيما، شمال مقاطعة هيوجو Tajima, Northern Hyogo Prefecture	٢٥/٥/٢٣	٦,٨	٤٢٨
كيتا-تانجو، شمال كيوتو Kita-Tango, Northern Kyoto	٢٧/٣/٧	٧,٣	٢٩٢٥
كيتا-إيزو، شرق مقاطعة شيزوكا Kita-Izu, Eastern Shizuoka Prefecture	٣٠/١١/٢٦	٧,٣	٢٧٢
نيشي-سايتاما، غرب مقاطعة سايتاما Nishi-Saitama, Western Saitama Prefecture	٣١/٩/٢١	٦,٩	١٦
سانريكو-أوكي(تسونامي) Sanriku-Oki (-Tsunami)	٣٣/٣/٣	٨,١	٣٠٠٨
شيزوكا، وسط مقاطعة شيزوكا Shizuoka, Central Shizuoka Prefecture	٣٥/٧/١١	٦,٤	٩
كاواوتشي-ياماتو، شمال شرق نارا Kawachi-Yamato, Northeastern Nara	١٩٣٦/٢/٢١	٦,٤	٩
فوكوشيما-كن-أوكى، خارج مقاطعة فوكوشيما Fukushima-Ken-Oki, Off Fukushima	٣٨/١١/٥	٧,٥	١(٤زلازل< مق ٧)
أوجا-هانتوو، بالقرب من ساحل أكيتا Oga-Hanto, Near Coast of Akita	٣٩/٥/١	٦,٨	٢٧
شاكوتان-هانتوو-أوكي، خارج شاكوتان Shakotan-Hanto-Oki, Off Shakotan	٤٠/٨/٢	٧,٥	١٠

(يتبع) الزلازل التي سببت أضراراً رئيسية في اليابان خلال القرن العشرين

اسم الزلزال وموقعه	تاريخ وقوعه يوم/شهر/سنة	القدر الزلزالي (مق)	عدد الموتى (بالفرد)
ناجانوما، شمال مقاطعة ناجانو Naganuma, Northern Nagano Prefecture	٤١/٧/١٥	٦.١	٥
هيوجا-نادا، خارج مقاطعة ميازاكي Hyuga-Nada, Off Miyazaki Prefecture	٤١/١١/١٩	٧.٢	٢
توتوري، شرق مقاطعة توتوري Tottori, Eastern Tottori Prefecture	٤٣/٩/١٠	٧.٢	١٠٨٣
تونانكي، شرق نانكي، خارج مقاطعة ميه Tonankai, East-Nankai, Off Mie Prefecture	٤٤/١٢/٧	٧.٢	٩٩٨
ميكاوا، جنوب مقاطعة أيتشي Mikawa, Southern Aichi Prefecture	٤٥/١/١٣	٧.١	١٩٦١-٢٣٠٦
نانكاى-اتشدوا، خارج شبه جزيرة كيي Nankai (-do), Off Kii Peninsula	٤٦/١٢/٢١	٨.٠	١٣٣٠
فوكوي، وسط مقاطعة فوكوي Fukui, Central Fukui Prefecture	٤٨/٦/٢٨	٧.١	٣٨٩٥
إيماإتشي، وسط مقاطعة توتشيجي Imaichi, Central Tochigi Prefecture	٤٩/١٢/٢٦	٦.٢-٦.٤	١٠
توكاتشي-أوكي، خارج توكاتشي Tokachi-Oki, Off Tokachi	٥٢/٣/٤	٨.٢	٢٨
دايشوجي، خارج غرب مقاطعة إيشيكاوا Daishoji, Off West of Ishikawa Prefecture	٥٢/٣/٧	٦.٥	٧
يوشينو، غرب مقاطعة نارا Yoshino, Western Nara Prefecture	٥٢/٧/١٨	٦.٨	٩
بوسوا-أوكي، خارج شبه جزيرة بوسوا Boso-Oki, Off Boso Peninsula	١٩٥٣/١١/٢٦	٧.٤	لا يوجد
★ناجاأوكا، وسط مقاطعة نيجاتا Nagaoka, Central Niigata Prefecture	٦١/٢/٢	٥.٢	٥
هيوجا-نادا، خارج مقاطعة ميازاكي Hyuga-Nada, Off Miyazazaki Prefecture	٦١/٢/٢٧	٧.٠	٢
كيتا-مينوه، شرق مقاطعة فوكوي Kita-Mino, Eastern Fukui Prefecture	٦١/٨/١٩	٧.٠	٨
شمال مقاطعة مياجي Northern Miyagi Prefecture	٦٢/٤/٣٠	٦.٥	٣
★ أكيتا-كن-أوكي، خارج مقاطعة أكيتا Akita-Ken-Oki, Off Akita Prefecture	٦٤/٥/٧	٦.٩	لا يوجد
★نيجاتا، خارج جنوب أواشيما Niigata, Off South of Awashima	٦٤/٦/١٦	٧.٥	٢٦
شيزوكا، وسط مقاطعة شيزوكا Shizuoka, Central Shizuoka Prefecture	٦٥/٤/٢٠	٦.١	٢

(يتبع) الزلازل التي سببت أضراراً رئيسية في اليابان خلال القرن العشرين

اسم الزلزال وموقعه	تاريخ وقوعه يوم/شهر/سنة	القدر الزلزالي (مق)	عدد الموتى (بالفرد)
يوناجوني جيما-كينكاي، بالقرب من تايوان Yonagunijima-Kinkai, Near Taiwan	٦٦/٣/١٣	٧,٨	٢
★ إيبينو، شمال مقاطعة ناجوشيما Ebino, Northern Nagoshima Prefecture	٦٨/٢/٢٢	٦,١-٥,٦	٣
★توكاتشي-أوكي، خارج توكاتشي Tokachi-Oki, Off Tokachi	٦٨/٥/١٦	٧,٩	٥٢
★ جفو-كن-تشوبو، وسط مقاطعة جفو Gifu-Ken-Chubu, Central Gifu Prefecture	٦٩/٩/٩	٦,٦	لا يوجد
★نيمورو-هانتو-أوكي، خارج شبه جزيرة نيمورو Nemuro-Hanto-Oki, Off Nemuro Peninsula	٧٣/٦/١٧	٧,٤	لا يوجد
★إيزو-هانتو-أوكي، خارج شبه جزيرة إيزو Izu-Hanto-Oki, Off Izu Peninsula	٧٤/٥/٩	٦,٩	٣٠
★ أويتا-كن-تشوبو، وسط مقاطعة أويتا Oita-Ken-Chubu, Central Oita Prefecture	٧٥/٤/٢١	٦,٤	لا يوجد
★إيزو-أوشيما-كينكاي، بالقرب من إيزو-أوشيما Izu-Oshima-Kinkai, Near Izu-Oshima	١٩٧٨/١/١٤	٧,٠	٢٦
★ مياجي-كن-أوكي، خارج مقاطعة مياجي Miyagi-Ken Oki, Off Miyagi Prefecture	٧٨/٦/١٢	٧,٤	٢٨
★أوراكوا-أوكي، خارج أوراكوا Urakawa-Oki, Off Urakawa	٨٢/٣/٢١	٧,١	لا يوجد
نيهون كاى (بحر اليابان)-تشوبو، خارج مقاطعة أكيتا Nihon-Kai-Chubu, Off Akita Prefecture	٨٣/٥/٢٦	٧,٧	١٠٤
★ناجانوا-كن-سيبو، غرب مقاطعة ناجانو Nagano-Ken-Siebu, Western Nagano	٨٤/٩/١٤	٦,٨	٢٩
★ تشيبا-كن-توهو-أوكي، خارج مقاطعة تشيبا Chiba-Ken-Toho-Oki, Off Chiba	٨٧/١٢/١٧	٦,٧	٢

★ زلازل قام بمعاينتها د. هاكونو.

الزلازل التي سببت أضراراً رئيسية في العالم خلال القرن العشرين*

(*هذا الجدول لا يحتوي على الزلازل التي حدثت باليابان)

اسم الزلزال أوموقعه	تاريخ وقوعه يوم/شهر/سنة	القدر الزلزالي (مق)	عدد الموتى (بالفرد)
كانجرا، الهند Kangra-India	١٩٠٥/٤/٤	٧,٥	١٩٠٠٠-١٤٠٠٠
فالبرايزو، شيلى Valparaiso-Chile	٠٦/٨/١٦	٨,١	٢٠٠٠٠-١٥٠٠
أفغانستان-منطقة تادزيك الحدودية Afghanistan-Tadzhik Border Region	٠٧/١٠/٢١	٧,٢	١٢٠٠٠
ميسينا، جنوب إيطاليا Messina, Southern Italy	٠٨/١٢/٢٨	٧,٠	١١٠٠٠٠-٥٨٠٠٠
أفيتسانو، وسط إيطاليا Avezzano, Central Italy	١٥/١/١٣	٦,٩	٣٥٠٠٠-٣٠٠٠٠
ننجسيا، الصين Ningsia, China	٢٠/١٢/١٦	٨,٦	٢٣٠٠٠٠-١٠٠٠٠٠
كانسو، الصين Kansu, China	٢٧/٥/٢٣	٧,٧	٢٠٠٠٠٠-٤٠٠٠
سينكينج، الصين Sinkiang, China	٣١/٨/١١	٧,٩	١٠٠٠٠
سيزشوان، الصين Szechwan, China	٣٣/٨/٢٥	٧,٣	٩٣٠٠
الهند-منطقة حدود نيبال India-Nepal Border Region	٣٤/١/١٥	٨,٣	١١٠٠٠-٧٠٠٠
كيوتا، باكستان Quetta, Chile	٣٥/٥/٣١	٧,٦	٦٠٠٠٠-٣٠٠٠٠
شيلان، شيلى Chillan, Chile	٣٩/١/٢٤	٧,٨	٣٣٠٠٠-٢٥٠٠٠
إيرزنكان، تركيا Erzincan, Turkey	٣٩/١٢/٢٧	٧,٨	٤٠٠٠٠-٢٣٠٠٠
وسط تركيا Central Turkey	١٩٤٣/١١/٢٧	٧,٦	٥٠٠٠-٤٠٠٠
سان خوان، الأرجنتين San Juan, Argentina	٤٤/١/١٥	٧,٢	٨٠٠٠-٢٩٠٠
خارج سواحل باكستان Off Coast of Pakistan	٤٥/١١/٢٨	٨,٢	٤٠٠٠
تركمان، روسيا Turkmen, Russia	٤٨/١٠/٥	٧,٣	٢٠٠٠٠
خائط- تاجيك، روسيا Khait, Tadzhik, Russia	٤٩/٧/١٠	٧,٦	١٢٠٠٠
أمبادو، الإكوادور Ambado, Ecuador	٤٩/٨/٥	٦,٨	٦٥٠٠-٥٠٠٠٠
آسام-منطقة الحدود بين الهند و الصين Assam, India-China Border Region	٥٠/٨/١٥	٨,٦	٤٠٠٠-٥٠٠
أغادير، المغرب Agadir, Morocco	٦٠/٢/٢٩	٥,٨	١٣٠٠٠-١٠٠٠٠
خارج ساحل وسط شيلى، شيلي Chile, Off Coast of Central Chile	٦٠/٥/٢٢	٨,٣	١٠٠٠٠-١٧٠٠
غرب إيران/ Western Iran	٦٢/٩/١	٧,٢	١٢٠٠٠
داشت-إيه-بايان Dasht-e-Bayaz, Iran	٦٨/٨/٣١	٧,١	١٥٠٠٠-١٢٠٠٠

(يتبع) الزلازل التي سببت أضراراً رئيسية في العالم خلال القرن العشرين*

(*هذا الجدول لا يحتوي على الزلازل التي حدثت باليابان)

اسم الزلزال وموقعه	تاريخ وقوعه يوم/شهر/سنة	القدر الزلزالي (مق)	عدد الموتى (بالفرد)
يُنّان-الصين Yunnan, China	٧٠/١/٥	٧,٥	١٦٠٠٠
★أنكاش-بيرو Ancash, Peru	٧٠/٥/٣١	٧,٦	٧٠٠٠٠-٤٠٠٠٠
جنوب إيران Southern Iran	٧٢/٤/١٠	٧,٠	١٧٠٠٠-٥٣٠٠
ماناجوا، نيكاراجوا Managua, Nicaragwa	١٩٧٢/١٢/٢٣	٦,٠	١٨٠٠٠-٥٠٠٠
يُنّان، الصين Yunnan , China	٧٤/٥/١١	٦,٨	٢٠٠٠٠-١٠٠٠
شمال باكستان Northern Pakistan	٧٤/١٢/٢٨	٦,٠	٥٣٠٠-٧٠٠
غواتيمالا Guatemala	٧٦/٢/٤	٧,٥	٢٣٠٠٠
★فريولي، شمال إيطاليا Friuli, Northern Italy	٧٦/٥/٦	٦,٥	١٠٠٠-٩٢٩
غرب إيريا، إندونيسيا Western of Iria, Indonesia	٧٦/٦/٢٦	٧,١	٩٠٠٠-٥٠٠٠
تنجشان، شمال شرق الصين Tangshan, Northeastern China	٧٦/٧/٢٨	٧,٦	٢٤٣٠٠٠
ميندناو، جزر الفليبين Mindanao, Philippines	٧٦/٨/١٧	٧,٧	٨٠٠٠-٥٠٠٠
فان، شرق تركيا Van, Eastern Turkey	٧٦/١١/٢٤	٧,٣	١٠٠٠٠-٣٦٠٠
★فرنسيا، رومانيا Vrancea, Romania	٧٧/٣/٤	٧,٢	١٦٠٠-١٥٠٠
تاباس، إيران Tabas, Iran	٧٨/٩/١٦	٧,٨	٢٠٠٠٠-١٥٠٠٠
★منتنغرو، يوغوسلافيا Montenegro, Yugoslavia	٧٩/٤/١٥	٧,٣	١٥٦
الأصنام، الجزائر El Asnam, Algeria	٨٠/١٠/١٠	٧,٧	٣٥٠٠
★كامبانو-لوسانوا، جنوب إيطاليا Campano-Lucano, Southern Italy	٨٠/١١/٢٣	٧,٢	٤٦٨٠-٢٩٢٨
شمال اليمن Northern Yemen	٨٢/١٢/١٣	٥,٨	٥٠٠٠-٢٠٠٠
★شيلي-بالقرب من ساحل وسط شيلي Chile, Near Coast of Central Chile	٨٥/٣/٣	٧,٨	-١٧٧
★ميكهوكان، المكسيك Michoacan, Mexico	١٩٨٥/٩/١٩	٨,١	٢٠٠٠٠-٦٠٠٠
السلفادور El Salvador	٨٦/١٠/١٠	٥,٤	-١٠٠٠
★الإكوادور، حدود الإكوادور-كولومبيا Ecuador, Ecuador-Colombia Border	٨٧/٣/٦	٧,٠	-٥٠٠٠
أرمنيا، روسيا Armenia, Russia	٨٨/١٢/٧	٧,٠	٥٠٠٠٠-٣٠٠٠٠

(يتبع) الزلازل التي سببت أضراراً رئيسية في العالم خلال القرن العشرين*

(*هذا الجدول لا يحتوي على الزلازل التي حدثت باليابان)

اسم الزلزال أوموقعه	تاريخ وقوعه يوم/شهر/سنة	القدر الزلزالي (مق)	عدد الموتى (بالفرد)
★لومابريتا، كاليفورنيا Loma Prieta, California	٨٩/١٠/١٧	٧.١	٦٢
منجيل، شمال أيران Manjil, Northern Iran	٩٠/٦/٢١	٧.٧	٤٠٠٠٠-٣٠٠٠٠
★لبوزون، جزر الفليبين Luzon, Philippines	٩٠/٧/١٦	٧.٨	١٦٢١
حدود باكستان مع أفغانستان Pakistan-Afghanistan Border	٩١/٢/١	٦.٨	١٠٠٠
ايرزنكان، تركيا Erzincan, Turkey	٩٢/٣/١٣	٦.٩	٦٠٠

★ زلازل قام بمعاينتها د. هاكونو.

المحتويات

تزكيـــة (١) ..... ز
تزكيـــة (٢) ..... ط
مقدمة المترجم ..... ك
مقدمة المؤلف ..... م
الفصل الأول: ما هـــو الزلزال؟ ١
(١ , ١) البؤرة والمركز السطحي ١
(٢ , ١) مقياس قَدْر الزلازل وشدتها ١
(٣ , ١) سوابق الهزة ،و الهزة الرئيسية ، وتوابع الهزة، وأسراب الزلزال ٦
الفصل الثاني: أســـباب الزلازل ٧
(١ , ٢) المناطق التي تكون فيها الزلازل متكررة ٧
(٢ , ٢) أسباب الزلازل ١١
الفصل الثالث: حركة الموجة الزلزالية ٢١
(١ , ٣) أنواع الموجات الزلزالية وخصائصها ٢١
(٢ , ٣) انعكاس الموجات الزلزالية وانكسارها ٢٤
(٣ , ٣) تأثيرات الموقع على الحركة الزلزالية ٢٦
الفصل الرابع: أضرار الزلازل على سطح الأرض ٣٥
(١ , ٤) تفتت التربة والصخر ٣٥
(٢ , ٤) التميع ٥٦
الفصل الخامس: أضرار الزلازل على المنشآت ٦٩
(١ , ٥) اهتزاز المنشآت بفعل الزلازل ٦٩
(٢ , ٥) الأضرار بمنشآت الهندسة المدنية ٧١
(١ , ٢ , ٥) أضرار بالجسور ٧١
(٢ , ٢ , ٥) أضرار بالسدود ٧٨

(٣ , ٢ , ٥) أضرار بالأنفاق ٨١
(٤ , ٢ , ٥) أضرار بالجسور الترابية ٨٣
(٣ , ٥) الأضرار بالمباني ٨٩
(١ , ٣ , ٥) أضرار بالمباني الخشبية ٨٩
(٢ , ٣ , ٥) أضرار بالمباني الحجرية ٩٢
(٣ , ٣ , ٥) أضرار بمنشآت الخرسانة المسلحة ١٠١
(٤ , ٣ , ٥) أضرار بمنشآت الهياكل المعدنية ١١٤
الفصل السادس: الكوارث الأخرى الناجمة عن الزلازل ١١٧
(١ , ٦) الحرائق ١١٧
(٢ , ٦) الموجات التسونامية (موجات زلزالية بالمحيطات) ١٢٨
الفصل السابع: الأضرار الحديثة للزلازل ١٣٥
(١ , ٧) الأعطال الوظيفية والخسائر الاقتصادية ١٣٥
(٢ , ٧) اختلال نظم مرافق المعيشة ١٣٩
(٣ , ٧) التأثير الضار للمعلومات المشوشة ١٤٢
الفصل الثامن: الوقاية من أضرار الزلازل ١٤٩
(١ , ٨) عام ١٤٩
(٢ , ٨) التنبؤ بالزلازل ١٥٠
(٣ , ٨) إجراءات الوقاية من أضرار الزلازل ١٥١
الفصل التاسع: مستقبل هندسة الزلازل ١٥٥
ماذا بعد ١٥٧
ثبت المصطلحات : ١٥٩
أولا : عربي - إنجليزي ١٥٩
ثانياً : إنجليزي - عربي ١٦٧
كشاف الموضوعات ١٧٥