

جامعة الفيوم

كلية الهندسة

الاسم: محمد رمضان هاشم أحمد

الفرقة الثالثة قسم مدني

بحث بعنوان:

"الزلازل وكيفية مقاومتها في المباني"



للزلازل آثار خطيرة ومدمرة، فالزلازل ظاهرة كونية بالغة التعقيد لا يمكن منعها ولا يمكن التنبؤ بلحظة حدوثها، حيث تُعد الزلازل من أخطر الكوارث الطبيعية نتيجة حدوثها بشكل مفاجئ، والتي تؤدي غالباً لوقوع خسائر في الأرواح وتُخلف من ورائها دماراً واسعاً.

تعريف الزلازل:

الزلازل هي تحرك القشرة الخارجية للأرض، وهي ناتجة عن حركات سريعة ومفاجئة تحدث في طبقات الأرض نتيجة تغيرات وضغوطات داخلية وخارجية تتعلق بهذه الطبقات.

ما سبب حدوث الزلازل؟

إنَّ الكرة الأرضية مكوَّنة من عدَّة طبقات رئيسية متوضَّعة فوق بعضها البعض، ولكل طبقة وضعيَّة وخصائص فيزيائية تختلف حسب عمقها عن سطح الأرض وبعض العوامل الأخرى (الضغط ، الحرارة). والطبقات

العميقة هي طبقات منصهرة بفعل الحرارة والضغط في حين أنَّ القشرة الخارجية (الطبقة التي نعيش عليها) تمتاز بصلابتها، إلّا أنَّ الصفائح المكوّنة للغلاف الخارجي للأرض تتميز بعدم ثباتها بسبب طوافها فوق الطبقة الشبه ذائبة، وتتحرّك هذه الصفائح حركة نسبية فيما بينها تُقدَّر بحوالي 2-12 م في السنة وفي جميع الاتجاهات، وينتج عن هذه الحركة تصادم أو تباعد، وعندما تزيد الضغوط عن البنية التركيبية للصخور تتكسّر بشكلٍ مفاجئٍ مُطلقة طاقة عظيمة مُخترنة تُسبب الزلزال، وتُعتبر الزلازل من أكثر الكوارث الطبيعية دماراً.

وفي الحقيقة فإنّه على الرغم أنَّ معظم الزلازل تحدث على الأحزمة الزلزالية الواقعة فوق الطبقات النشطة على سطح الكرة الأرضية، إلّا أنّه لا يمكن اعتبار أي مكان آمن من وقوع الزلازل التي يُمكن أن تحدث في أي وقت من اليوم وفي أي يوم من السنة وفي أي مكان من العالم.

آثار الزلازل:

إنَّ شدة تأثير الزلازل تعتمد على عدّة عوامل، ومن أهمّها درجة قوّة الزلازل والمسافة من بؤرة الزلزال والبعد عن المركز السطحي وجيولوجيّة المنطقة وطبيعة التربة ونوعيّة المباني والمنشآت.

وفي الحقيقة فإنَّ اثار الزلازل تشمل :

- تغيّرات في تضاريس الأرض: حيث أنَّ الزلازل قد تتسبّب بحدوث تغيّرات في سطح الأرض مثل حالة انزياح الأرض الجانبية أو العمودية على طول امتداد الصدع، كما قد تتسبّب بحدوث انهيارات أرضية أو ارتفاع الأراضي في مناطق معينة.
- قد تؤدّي الزلازل التي تقع مراكزها السطحية في قاع البحار أو المحيطات إلى حدوث أمواج مائيّة ضخمة جدّاً، وتتشكّل هذه الأمواج نتيجةً للاهتزازات ويُطلق عليها اسم "التسونامي" وتعني أمواج الموانئ أو الخلجان وهي كلمة يابانية الأصل. و هنا نتذكر آثار زلزال عام 1946م الذي أدّى لهزّات في قعر المحيط الهادئ والتي اعتُبرت من أشدّ الأمواج دماراً في القرن الماضي، حيث اجتاحت شواطئ جزيرة هاواي وبلّغ ارتفاع الأمواج نحو 17 متراً، وترك خلفه دماراً كبيراً و ألحق أضراراً هائلة .

- وللزلازل آثار مدمرة أيضاً تطال البنى التحتية، حيث تتسبب الزلازل ذات الدرجة القويّة بالحاق أضرار كبيرة بالممتلكات والمنشآت والجسور والسدود والطرق وسكك الحديد، كما قد تتسبب الزلازل باشتعال الحرائق الذي قد يؤدي إلى تدمير مرافق الكهرباء والغاز.
- لعلّ من أهم وأبرز آثار الزلازل هو الخسائر البشريّة في الأرواح، ففي القرن الماضي كانت حصيلة القتلى بفعل الزلازل بين 1.6 مليون و 2.2 مليون شخص، وحصيلة الجرحى 10 أضعاف القتلى.

كيف يمكن التخفيف من اضرار الزلازل؟

- يقع على عاتق الدولة أن تجعل السلامة العامة لمواطنيها من أولى اهتماماتها وذلك من خلال نشر الوعي و تهيئة المواطنين، بالاعتماد على وسائل الإعلام المختلفة وخاصة الحديثة منها، وإقامة برامج توعويّة متخصصة في موضوع الزلازل وكيفية الوقاية من أضرارها و التجهّز في حال وقوعها.
- يتوجّب وضع خطط بناء حديثة لإنشاء مباني مقاومة للزلازل، والتشديد على ضرورة الالتزام بالتصميم والتنفيذ الزلزالي للمباني الجديدة.
- يجب الابتعاد عن استخدام الأراضي القابلة لحدوث انزلاقات أرضية ومناطق التضخيم الزلزالي وغيرها من العوامل.
- يجب نشر كتيّبات حول إرشادات السلامة العامة في حالة وقوع الزلازل، ونشر التوعية للطلاب في المدارس والجامعات حول كيفية التعامل معها.
- يجب إخضاع المهندسين والمخطّطين والمقاولين لدورات تعليميّة بشكل مستمر، وذلك للاطلاع على أحدث ما يتم الوصول إليه في مجال التصميم والتنفيذ الزلزالي للمنشآت.

هل يمكن التنبؤ بالزلازل قبل حدوثه؟

بتاريخ 29 أيار من عام 2019م تمّ نشر بحث قام به باحثون من جامعة أوريغون الأميركية والذي أعلن عن وصوله لرصد موجة زلزالية كبيرة قوتها سبع درجات بمقياس ريختر أو أكبر، وذلك قبل حدوث تلك الموجة بين 15 و20 ثانية.

حيث تمكّن الفريق من خلال فحص الزلازل الكبرى في قواعد بيانات أميركية وأوروبية وصينية خلال العقدين الماضيين، من إيجاد نمط واضح متشابه في البيانات يشير إلى تغيير يسبق التحوّلات الميكانيكية الأولى التي تتبعها موجات الزلازل الأكثر قسوة. وهذا النمط يمكن استخدامه لرفع دقّة أنظمة توقّع الزلازل في كل العالم، وبشكل خاص في حال تمّ تحسين قدرات التوصيل بين الأجهزة التي تلتقط الإشارات الأولى للزلازل وتلك التي تستقبلها ثمّ تعمّم المعلومة وتصدر التحذيرات.

وفي الحقيقة فقد أشار الباحثون إلى أنّه لا يمكن تحسين هذا التأخير في وصول المعلومة إلّا من خلال وضع مجسّات استشعار في قاع البحر لتسجيل التحرّكات الأولى لطبقات الأرض، وذلك يمكن أن يمنح أجهزة التنبؤ بالزلازل 20 دقيقة إضافية لإعلام كل الهيئات المختصة بقدوم تسونامي هائل. إلّا أنّ هذا العمل مكلف جدّاً.

وعلى الرغم من أنّ الأبحاث والجهود العلمية حول العالم سائرة بشكل بطيء في مجال تطوير طرق موثوقة للتنبؤ بالزلازل، إلّا أنّ النتائج تستحق هذه الجهود. فتحقيق مثل هذا الإنجاز سوف يقي العديد من الأشخاص حول العالم من أخطار الزلازل كما سيساهم في إنقاذ حياة الآلاف أو الملايين من الأرواح وتخفيض حجم الأضرار المادية التي يمكن أن يسببها أيضاً.

هل يعني حدوث زلزال ضعيف أنّ زلزالاً كبيراً سوف يليه؟

بالطبع لا يعني حدوث زلزال صغير في منطقة ما أنّ هنالك زلزالاً كبيراً سوف يحدث بعده باستثناء بعض الحالات النادرة التي سبق فيها زلزال كبير حدوث بعض الهزات الارتدادية. وقد حدثت آلاف الهزات في مناطق متعدّدة من العالم خلال فترات معيّنة إلّا أنّ هذه المناطق لم تواجه زلزال كبير إلّا في مرّات محدودة.

مقياس ريختر:

وهو جهاز اخترعه العالم شارلز فرانسيس ريختر لحساب الطاقة المحررة عن تحرك القشرة الأرضية وشدة الزلزال، ويقوم هذا المقياس بتسجيل وقياس التغيرات من اهتزازات عمودية وأفقية وتسجيل وقت حدوث الهزة وزمنها (الوقت الذي استغرقتة) وبالتالي فإن شدة الزلزال والآثار الناتجة عنه تختلف حسب درجة الشدة المسجلة على هذا المقياس وهي على النحو التالي:

- أقل من 3.5: عادة لا يشعر بها الإنسان إلا أنه يتم تسجيلها على المقاييس الزلزالية.
- بين 3.5 و 5.4: عادة يتم الشعور بها ولكن تتسبب في إحداث أضرار خفيفة.
- بين 5.4 و 6.00: تسبب أضراراً خفيفة للأبنية المصممة بشكل جيد ولكن يمكن أن تحدث أضراراً جسيمة في الأبنية الضعيفة أو القديمة وضمن دائرة قطرها 10 كم.
- بين 6.1 و 6.9: تتسبب في تدمير كبير لمنطقة ضمن دائرة تمتد لمسافة 100 كم.
- بين 7.0 و 7.9: يُعتبر زلزالاً كبيراً يتسبب في أضرار بالغة وعلى مساحات شاسعة لأكثر من 100 كم.

كيفية انشاء مباني مقاومة للزلازل؟

لقد بينت التجارب والنتائج المستخلصة من الزلازل الحديثة أن المنشآت المصممة والمنفذة بالشكل الصحيح قادرة على مقاومة زلازل عنيفة دون انهيار إلا أن معظم هذه المنشآت خاصة القديمة منها يمكن أن تتعرض إلى أضرار خطيرة أو انهيار مسبب إلى إزهاق أرواح السكان.^[1] كما أكدت الدراسات التي أجريت حول أداء المنشأ أثناء وقوع الزلازل أن الجمل الانشائية التي تمتلك قدرة كافية على مقاومة القوى الجانبية ويجب أن يكون لها أيضاً مطاوعة كافية أي قدرة المحافظة على سلامتها عند زيادة الاجهادات من أجل حماية السكان.

كما أكدت الدراسات التي أجريت حول أداء المنشأ أثناء وقوع هذه الزلازل. أن الجمل الانشائية التي تمتلك قدرة كافية حتى مقاومة القوى الجانبية يجب أن يكون لها أيضاً مطاوعة كافية، أو القدرة على المحافظة على سلامتها عند زيادة الاجهادات من أجل حماية السكان.

إن تأثير الزلازل على أي منشأ خرساني يتلخص في أنها تؤثر على هذا المنشأ بقوى أفقية متغيرة القيمة تبعاً لموقع المنشأ وقربه أو بعده من المناطق الساحلية أو من مراكز وبؤر مناطق الزلازل الرئيسية. وهذه القوى الأفقية تتعارض في مفهومها عن الإتزان للمنشأ عن نظيراتها من القوى الرأسية التي اعتاد المهندسين تصميم المنشأ على أساس مفعولها فقط وإهمال القوى الأفقية والتصميم على أساس هذه القوى.

التصميم الأفقي لمبنى

هو تحقيق دراسة إتزانه الداخلي والخارجي تحت تأثير قوى الزلازل.

الإتزان الداخلي للمنشأ

هو تحقيق كفاية المقاومة الداخلية للقطعات الخرسانية للمنشأ للقوى الداخلية من عزم الانحناء وقوى قص وقوى عمودية.

الإتزان الخارجي للمنشأ

هو تحقيق إتزان المبنى تحت تأثير عزم الالتواء وعزم انقلاب وكذلك تأثير التغير في إجهاد تحول التربة

التصميم الرأسي للمنشأ

هو تصميم المنشأ ليقاوم الأحمال الميتة من وزن البلاطة الخرسانية والأعمدة ووزن الأرضيات والحوائط...وليقاوم الأحمال الحية من اوزان الأثاث والمفروشات واوزان المستخدمين لهذا المبنى.

كيفية مقاومة المباني الهيكلية للزلازل!

1. أولاً اختيار النظام الإنشائي المناسب في حالة المباني ذات الارتفاعات المتوسطة والعادية.
 2. التصميم المعماري المناسب مع اختيار النظام الإنشائي المناسب.
 3. حساب ردود الأفعال الانتقالية المتولدة نتيجة الزلازل.
 4. تصميم القطاعات الحرجة للعناصر الإنشائية.
- أخذ بعين الاعتبار: نظام أعمدة خرسانية وكمرات محملة عليها؛ يتحمل هذا النظام مباني ذات إرتفاعات لا تزيد عن 14 طابق على حسب المنطقة الزلزالي

أسباب انهيار المباني!

إن الأسباب التي تؤدي إلى انهيار المباني بسبب الزلازل هو نقص الحديد أو ضعف الاسمنت ولا شك أن هذه العوامل تسهم بشكل ما في الانهيارات لكنها ليست على الغالب السبب الحقيقي..

الأسباب الحقيقية لانهيار المباني لا بد أن نبين عوامل الأمان التي تتخذ عند التصميم الإنشائي للمباني السكنية العادية:

- إن أول ما يفعله المهندس المصمم هو تقدير الحمولات الطابقية بدقة، وبما أن حمولات الوزن الذاتي ووزن البلاط وقواطع البلوك (الحمولات الميتة) تحسب بدقة فليس هناك مشكلة فيها.
- أما الحمولات الحية فتختلف حسب طبيعة استثمار المبنى.
- بعد الانتهاء من تحليل الحمولات (الميتة والحية) يحسب التصميم على أساس مقاومة البيتون..
- و هكذا تضمن عوامل الأمان في المباني من حيث تقدير حمولات مثالية عالية القيمة وتخفيض قيمة المقاومة للبيتون والحديد.

انهيار المباني!

لا شك أن المبنى المنفذ وفق التصميم يكون أكثر أماناً من المبنى الذي استنفذ فيه المنفذ خيارات الأمان فقام بتعديل أقطار الحديد وخفض نسبة الاسمنت في البيتون مما أضعف القيمة الإجمالية لمقاومة المبنى. لكن هذا نادراً ما يكون سبباً لانهيار المفاجئ.

تحصل الانهيارات المفاجئة نتيجة عدم الدراسة الوافية للتربة ونتيجة جهل المصمم لما تحت الأرض.. فهناك وسائل كثيرة لمعرفة باطن الأرض وهناك علم كامل يسمى علم (الجيوتكنيك) مختص بدراسة تربة الموقع قبل التنفيذ وتحديد مقاومة التربة.

-حساب أي منشأة يعتمد على حساب القوى المؤثرة فيها. بحيث تقاوم المنشأة هذه العوامل بنجاح ويجعلها مستقرة طول فترة حياتها المتوقعة للاستعمال.

يجب أن يكون المهندس واعياً لمشكلات المنطقة من جميع النواحي.. نوع التربة والتضاريس.. المناخ.. الزلازل ومتوسط تواجدها ومعدلاتها... الخ.

تقوية المباني ومعالجتها لمقاومة الزلازل!

المعالجة والإصلاح

هي إعادة تأمين المقاومة الأساسية اللازمة للعناصر الإنشائية للمنشأ المتضرر غير الإنشائية وتحافظ العناصر الإنشائية التي تم إصلاحها بشكل جيد على نفس مقاومتها تقريباً قبل أن تتضرر.

التقوية أو التدعيم

هي تعديل وتصحيح مقاومة وصلابة العناصر الإنشائية منفردة أو الجملة الإنشائية ككل وذلك لتحسين أداء المنشأ ضد الزلازل اللاحقة، وتشمل التقوية غالباً زيادة مقاومة العناصر المنفردة أو مطاوعتها أو إضافة عناصر إنشائية جديدة لزيادة مقاومة المنشأ للقوى الجانبية بشكل جيد، وقد تستسلم التقوية أحياناً جعل العناصر الإنشائية المختارة أقل مقاومة ومطاوعة، وذلك لتحسين العمل المتبادل للعناصر الإنشائية ومنع الانهيار المبكر لعنصر مجاور أضعف.

اضرار الزلازل

إجراء تقييم أولي لكل منشأ من قبل فرق بحث متخصصة فور وقوع زلزال مدمر وذلك كي يتم وبشكل سريع تحديد المستوى العام لدمار المنشأ هو امر مهم. الرجاء من الجميع عند حدوث هذه الكارثة الطبيعية ان يلزموا اجراءات السلامة تعتبر عملية البحث الأولي التي تأتي بعد عملية التقييم الأولي تقييما مستقلا وأكثر شمولية، يتم إعداده من قبل مهندس مصمم يبدأ بعملية التحديد التفصيلي لطبيعة ودرجة الدمار والحاجة إلى اتخاذ إجراءات الطوارئ أو التدعيم، أما المرحلة الثانية فتتطلب البحث التفصيلي للأضرار بحيث يمكن تصميم وع تفاصيل اجراءات الإصلاح والتقوية بعد التحريات الأولية للبدء بالإجراءات الطارئة للحماية المؤقتة وذلك بالتدعيم الفوري للأبنية التي تضررت بشكل بالغ ولكنها لم تنهار عند وقوع الزلزال.

تهدف الحماية المؤقتة إلى تأمين المقاومة أو التدعيم المؤقت للعناصر والوصلات المتضررة التي تتوقف عليها سلامة الجمل ككل. ويجب أن تؤمن إجراءات الحماية المؤقتة لسلامة الناس في المناطق المجاورة.

- يجب أن يقرر القيام بالتدعيم في حال وجود خطر بل يجب الأمر بهدم المنشآت التي يهددها الخطر.
- إن الإجراء الأول في عملية الحماية المؤقتة هو تأمين تدعيم العناصر الشاقولية من أعمدة وجدران حاملة منهارة أو متضررة جدا، وتكون الحاجة إلى ضرورة تأمين التدعيم الشاقولي ضمن الطابق واضحة عندما يكون العنصر الشاقولي متضررا.
- يجب على المصمم أن يقدر الأضرار بشكل نموذجي مستفيدا من معطيات التحريات التي تم توثيقها ثم وضع إجراءات الإصلاح والتقوية التي تحسن تجاوب المنشأ في الزلازل اللاحقة عن طريق تجنب الشذوذات في المسقط الأفقي والتغيرات المفاجئة في القساوة بين البلاطات.
- ينصح بتقييم نتائج تقوية العناصر المضافة إلى المنشأ بحذر، وذلك للتأكد من أنها لن تؤدي إلى زيادة الأضرار في زلزال لاحق.