منها "الكابيتول" بأمريكا.. كيف تصمد هذه المباني عند حدوث الزلازل؟

الثلاثاء 7 فبراير 2023 09:14 م

اعتمد العلم الحديث – مؤخرًا – على بناء المباني بأسلوب حديث مقاوم للزلازل، حيث إن ذلك يقيها شر الزلزال والهزات الأرضية التي يمكن أن تتسبب في انهيارها، ويعمل على حمايتها بدرجات متفاوتة من الهزات الأرضية.

أساس من المطاط

وخلال زلزال هانشين الذي ضرب اليابان عام 1995، قتل نحو 6 آلاف شخص في المدينة الصناعية الساحلية وما حولها، إلا أن مبنى واحدًا في المدينة لم يتأثر بالزلزال العنيف.

هذا المبنى مملوك لشركة إنشاءات هندسية يابانية، جعلت أساساته من المطاط الخاص، في نسخة تجريبية وقتها، من تقنية بناء تسمى "تقنية عزل القاعدة".

وتقول صحيفة "نيويورك تايمز"، إن هذه التقنية باتت تستخدم الآن في نحو 9 آلاف مبنى في اليابان، ارتفاعًا من 20 مبنى فقط وقت زلزال هانشين، بينما زُودت آلاف المباني الأخرى بأجهزة امتصاص الصدمات، التي يمكن أن تقلل بشكل كبير من الأضرار وتمنع الانهيار.

وذكرت الصحيفة أن دولًا أخرى، مثل تشيلي والصين وإيطاليا والمكسيك وبيرو وتركيا ودول أخرى معرضة للزلازل، تبنت هذه التقنيات بدرجات متفاوتة.

غير أن هذه الابتكارات لا تُستخدم إلا بشكل محدود في الولايات المتحدة، مثل المقر الرئيس الجديد لشركة آبل في وادي السيليكون، بحسب الصحيفة.

ووفقًا للخبراء فإن عدم اعتماد هذه التقنيات ضيع فرصة لتوفير مليارات الدولارات من تكاليف إعادة الإعمار بعد الزلازل الكبيرة التي لا مفر منها، بحسب موقع "الحرة".

وخلصت دراسة فيدرالية أمريكية إلى أن إصلاح المباني بعد الزلزال يكلف أربعة أضعاف تكلفة بنائها بقوة أكبر في المقام الأول، وتخسر الولايات المتحدة ما يقدر بنحو 4 مليارات دولار عن كل عام تؤخر فيه قانون بناء أقوى للزلازل.

وتسبب الزلازل خسائر بشرية كبيرة، كما أن خسائرها المادية هائلة أيضًا، ويمكن أن يؤدي تعزيز المباني إلى تقليل كلا النوعين من الخسائر.

وقالت شركة النمذجة "فيريسك"، إن زلزال بقوة 6 درجات على مقياس ريختر ضرب الساحل الشمالي الشرقي لليابان عام 2022 تسبب في خسائر في الممتلكات المؤمن عليها تتراوح بين ملياري دولار وأربعة مليارات دولار.

وقدرت أن الخسائر التي تتراوح بين 400 و820 مليون دولار نجمت عن الأضرار التي لحقت بالممتلكات التجارية والصناعية، مستشهدة بتقارير تفيد بأن أكثر من 1000 مبنى تأثر في محافظتي فوكوشيما ومياجي.

وتؤثر خسائر الزلازل على البنى التحتية وعلى التنمية الاقتصادية بشكل كبير.

الأساسات المعزولة

وبحسب الخبراء، فإنه من المرجح أن تنجو المباني التي تستخدم عزل الأساس من زلزال قوي وتبقى آمنة للاستخدام.

ومن المباني الشهيرة حول العالم المبنية بهذه الطريقة مبنى الكابيتول في ولاية يوتاه، حيث صُمم لتحمل ما يصل إلى زلزال بقوة 7.3 درجة على مقياس ريختر.

المثبط الكتلي TMD

تستخدم هذه التقنية كتلة ثقيلة متأرجحة (مصنوعة عادة من الصلب) تعمل كبندول مركزي مصمم للتأرجح عكس الانحناء الذي يسببه الزلزال في المباني لمعادلة تأثير الهزة الأرضية.

وفي بعض الأحيان تكون الكتلة مصممة من خلال سائل يتحرك بنفس طريقة البندول (يميل في الاتجاه المعاكس للانحناء) لعكس التأثير الذي يسببه الزلزال.
ومبنى تايبيه 101 في تايوان مصمم وفق هذه الطريقة، بالإضافة إلى مبنى برج خليفة في الإمارات، بحسب موقع Re thinking the future.

الجسر المركزي

يربط جسر منزلق مصمم لامتصاص الصدمات مبنيين عاليي الطول عادة.
وصمم برج بترونـاس التوأم في ماليزيا الذي أنجز عام 1999 بهذه الطريقة، وهو أطول برج توأم في العالم على ارتفاع يبلغ 452 مترا.
ويرتبط البرجان الزجاجيان بجسر مركزي تم تصميمه للانزلاق داخل وخارج المبنى في كل مرة يبدو أن هناك أحمال جانبية كبيرة تؤثر على المبنى، كما يقول الموقع.
ويقول موقع CS engineers إن هناك خمس معايير رئيسية يجب مراعاتها لتصميم مباني تقاوم الزلازل.
أهم تلك العوامل بحسب الموقع هو الأساس المناسب، حيث يمكن أن يساعد إنشاء أساس مرن للمبنى على البقاء واقفا أثناء الزلزال.
وأورد الموقع اقتراحًا يقضي ببناء أساس مصنوع من الخرسانة المسلحة وشرائط متقاطعة فوق وسادة وسيطة من الرمل.

صرف المياه

ويقول الموقع إن المياه المتجمعة يمكن أن تخلق مضاعفات هيكلية، ويقترح بناء آليات تصريف للمياه المتجمعة لمساعدة الهياكل على تحمل الزلازل.

التعزيز الهيكلي

لدى المهندسين والمصممين طرق مختلفة لتقوية هيكل المبنى ضد الزلازل المحتملة، مما يؤدي إلى تصريف القوى الزلزالية وإعادة توجيهها.

البناء بمواد لينة

يمكن للمواد ذات الليونة العالية امتصاص كميات كبيرة من الطاقة دون أن تتحطم.
ويعتبر البناء بالطوب والخرسانة من المواد منخفضة الليونة، لكن مواد مثل الفولاذ المعدل والخرسانة المسلحة بشكل مبتكر بالألياف يمكن أن توفر ليونة مشابهة.
وبحسب الموقع أظهرت شركة هندسة مدنية كيف يمكن للناس في إندونيسيا بناء منازل مقاومة للزلازل بالكامل تقريبا من الخيزران.