التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل

د. جلال الدبيك
مدير مركز هندسة الزلازل
جامعة النجاح الوطنية

المقدمة

تُعرف الزلازل على أنها ظاهرة كونية بالغة التعقيد، لا يمكن منعها ولكن يمكن التخفيف من مخاطرها من خلال اتخاذ الإجراءات اللازمة "قبل وأثناء وبعد حصول الزلازل" وذلك بالتخطيط والتصميم والتنفيذ والمتابعة، وبالتنسيق والتعاون المشترك على كافة المستويات وبين المؤسسات ذات العلاقة في الدولة "من المواطنين والمختصين وصولاً إلى المؤسسات والوزارات" مما يتطلب ذلك إلى سياسة وطنية لا تقل أهمية عن السياسات الوطنية في المجالات الأخرى، فقد أظهرت الخسائر التي ألحقتها الزلازل في كثير من مناطق العالم "في الأرواح أو الممتلكات" أن تأثيرها السلبي على اقتصاد هذه الدول وعلى خططها التنموية كان مدمراً، ويمكن تلمس ذلك بعد سنوات وأحياناً بعض عشرات السنوات.

إن الزلازل بحد ذاتها لا تقتل الإنسان، وأن من يفعل ذلك هو المبنى أو الحرائق والحوادث الأخرى(التي يحدثها أو تثيرها) الزلازل (الانزلاقات الأرضية وانهيار الشوارع وخطوط المواصلات والاتصالات..الخ)، من هنا تظهر أهمية هندسة الزلازل والتخصصات الأخرى في التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل من خلال اعتماد ضوابط واجراءات للتخفيف من مخاطرها.

أثبتت المعلومات والمصادر التاريخية أن فلسطين والدول المجاورة تعرضت للعديد من الهزات الارضية المدمرة على مر التاريخ وقد لوحظ أنها تتكرر كل ٧٠ الى ٨٠ عام، وأحياناً كل قرن، وهذا التباعد الزمني في إمكانية حصولها جعل الاهتمام بالزلازل وتناقل أخبارها في المنطقة قليل وقد يكون معدوم أحياناً، فآخر زلزال مدمر حصل سنة ١٩٢٧ حيث امتدت آثاره التدميرية إلى كثير من المناطق الفلسطينية والأردنية وحتى جنوب لبنان، وبالرغم من أن التوقعات العلمية الحالية للمراصد الزلزالية في المنطقة إشارة إلى امكانية حدوث زلزال قد تتراوح قوته بين (٦-٦,٥) درجة على مقياس ريختر، ومركزه السطحي منطقة الأغوار (مدينة أريحا والبحر الميت)، شبيه بزلزال سنة ١٩٢٧ الا ان تجاوب المؤسسات المسئولة عن التخطيط لم تعطي الموضوع الاهتمام الكافي.

رغم التطور الهائل الذي شهده العالم في الوسائل العلمية وطرق الاستشعار إلا أنه يظل عاجزاً عن التحكم بالزلازل، فهي ظاهرة كونية لا يعلم وقت حدوثها بالضبط إلا عالم الغيب، ولا يستطيع أحد منعها، ولكن يمكن التخفيف من مخاطرها من خلال اتخاذ الإجراءات اللازمة على جميع المستويات والتخصصات ذات العلاقة، وهذا يتطلب وضع سياسات واستراتيجيات وطنية في المجالات التالية:

١- زيادة المعرفة لظاهرة الهزات الأرضية من خلال الاهتمام بمتابعة وتطوير علم الزلازل من خلال:-
- تحديد أماكن الفوالق والتصدعات الأرضية.
- تحديد العلاقة بين الشدة وحركة القشرة.
- دراسة تأثير التربة على تضخيم حركة الأمواج الزلزالية وتحديد مدى تجاوب المنشآت لها.
- تجنب ظاهرة الرنين في المنشآت (من خلال تجنب مطابقة أو تساوي تردد المبنى مع تردد تربة التأسيس).
- إعداد خرائط للحركات المحتملة للقشرة الأرضية.
- الاهتمام بظاهرة التميؤ Liquefaction التي تحصل عادة في التربة الرملية.
- الاهتمام بظاهرة الانزلاقات الأرضية Land Slides التي تحدثها الزلازل وذلك من خلال دراسة تأثير الموقع والتحقق من استقرار المنحدرات.

٢- زيادة وتطوير المعرفة في مجال قابلية حصول عيوب أو اعطاب في المباني Vulnerability of buildings وهذا

يتحقق من خلال:
- التخطيط لاستخدام الأراضي ووضع سياسة خاصة لذلك.
- اهمية البساطة في اختيار شكل المنشآت.
- تحقيق التماثل للعناصر الانشائية (الأعمدة والجدران الحاملة وجدران القص، وبعض أنواع الجدران المحمولة)، في المستويين الأفقي والرأسي.
- ضبط الاستخدامات العشوائية لبعض أنماط البناء الدارجة محلياً والتي لا تؤمن سلوك جيد لهذه المنشآت عند تعرضها للزلازل (انظر توصيات هندسة الزلازل لتصميم منشآت مقاومة للهزات الأرضية).
- اعتماد الكود الزلزالي في التصميم.

٣- زيادة المعرفة في آلية تدعيم واسناد الطوارىء (Emergency Support Functions)

وهذا يتطلب مشاركة أجهزة ومؤسسات الدولة ووزاراتها مثل: النقل والمواصلات والاشغال العامة والدفاع المدني والخدمات الطبية والصحية والتموين والطاقة ووسائل الاعلام وغيرها.

٤- تدعيم وتطوير المعرفة في مجال

انهيار الجدران الخارجية

ادارة المخاطر الزلزالية (Earthquake Risk Management) وذلك باعتماد وتطوير:
- خرائط الايزوسايسمال Isoseismal Maps (الخرائط التي توضح مقدار التسارع الأرضي)، والتي يمكن من خلالها معرفة مقدار التسارع الأرضي المحتمل في حالة حصول زلازل، وذلك لكل منطقة من مناطق الدولة.
- الاحتياجات والاجراءات الواجب اتخاذها لإدارة المخاطر مثل التخطيط للطوارىء، والتربية والتوعية الزلزالية، واجراءات ووسائل السلامة العامة
- الية وأسس تقييم المخاطر الزلزالية.

يشار هنا إلى أن الاجراءات الواجب اتخاذها لتخفيف اثار الكوارث الطبيعية عموماً والزلازل بشكل خاص، ليست اجراءات وقائية فورية وعلى مستوى فئة معينة من المختصين أو المواطنين بل على مستوى الجميع ابتداء بالمواطن البسيط وانتهاء بالتخصصات ذات العلاقة من مؤسسات ووزارات، وهي كذلك اجراءات يجب تأمينها قبل واثناء وبعد حصول الزلازل، ومن خلال الاطلاع على الأسس الأربعة التي تعتمد عليها الدول للتخطيط لمقاومة أفعال الزلازل والكوارث الطبيعية الأخرى يلاحظ أن تحقيق السلامة العامة للمواطنين وللاقتصاد الوطني وخطط التنمية تتطلب مشاركة جماعية وتخطيط سليم لبنود هذه الأسس.

ولأهمية المهندس المدني والمعماري في الدرجة الأولى في تصميم المنشآت لمقاومة الهزات الأرضية أرى أنه من المناسب توضيح وتلخيص أهم التوصيات والضوابط الهندسية لتصميم المنشآت لمقاومة الهزات الأرضية:
- الاهتمام بالموقع وتربة التأسيس وعدم البناء في المناطق المعرضة لانزلاقات

ارضية او البناء فوق التشققات والتصدعات الأرضية، وذلك من خلال عمل فحص للتربة والاستعانة بالدراسات الجيوفيزيائية في بعض الحالات.

- الاشراف الهندسي على عملية الحفر لتجنب الحفر والقطع غير المناسب وخصوصا في الأرض المنحدرة ذات الطبيعة الطينية أو الحورية (مثال: ما حصل في منطقة الجبل الأبيض في نابلس).
- توزيع عناصر المقاومة الرأسية (الأعمدة وجدران القص) على شكل شبيكات (باتجاه المحاور Y و X).
- تحقيق التماثل في المستويين الأفقي والرأسي للكتل والجساءات (العناصر الانشائية)، قدر الإمكان، أي تطابق مركز الكتلة مع مركز الجساءة، وان تعذر ذلك لأسباب معمارية يجب الأخذ بعين الاعتبار لتأثير عزم الالتواء الذي تحدثه القوى الزلزالية القاصة مع الانحراف المركزي الناتج لعدم تطابق المركزين.
- تجنب استخدام الطيران والبلكونات المعلقة (الكابولي) و خصوصاً ذات البحور الكبيرة والمحملة بجدران.
- تجنب استخدام الطابق الرخو (Soft Story)، سواء في الطابق الأرضي أو اي طوابق اخرى.
- تجنب استخدام الأعمدة والجسور القصيرة، وفي حالة تعذر ذلك لأسباب معمارية يراعى أخذ المتطلبات وعمل اللازم في التصميم والتنفيذ.
- استخدام جدران القص في الأماكن المناسبة مع مراعاة تحقيق التماثل في توزيعها على المخطط.
- عدم زيادة نسبة حديد التسليح الطولي عن الحد المسموح به (يفضل الاقتراب من الحد الأدنى للتسليح)، مع تأمين الممطولية (Ductility) الضرورية للمنشأ.
- الاهتمام بتكثيف الكانات في أطراف الأعمدة والجسور وربطها جيداً لضمان عدم فكها أثناء عملية صب الخرسانة.
- تأمين نوعية جيدة للخرسانة (مقاومة جيدة للخرسانة) في عملية التصميم وضمان تحقيق هذه النوعية أثناء التنفيذ، من خلال الاهتمام بصب ورج الخرسانة (يمنع صب الخرسانة عن ارتفاع يزيد عن ١.٥ متر، وذلك حتى لا تتفكك وتنفصل محتويات الخرسانة).
- الاهتمام بتنفيذ الشاقولية للأعمدة والجدران والعناصر الانشائية الأخرى وذلك لتجنب الانحرافات المركزية في العناصر الانشائية.
- الاهتمام بالتنفيذ الجيد لخط مسار حديد التسليح وذلك أثناء مروره من طابق الى آخر، وبين الجسور أو بين عمود وجسر.
- الاهتمام بالمفصل (منطقة تقاطع الجسور والأعمدة)، بحيث يتم الحصول على نوعية جيدة للخرسانة، مع الحرص على ابقاء كانات او اساور الأعمدة مستمرة في منطقة المفصل.
- تأمين تماسك وربط كافي للحجر مع الخرسانة والتروي والتفكير بشكل جيد قبل استخدام المباني الحجرية في حالة المباني التي تزيد عن ٥ طوابق.
- الاهتمام بالجدران الفاصلة (جدران الطوب) ومعرفة آلية عملها وطريقة ربطها بشكل مناسب مع الأعمدة والجسور.

في الأعداد القادمة ان شاء الله سيتم تناول احد المواضيع المذكورة اعلاه بالتفصيل.

انهيار المبنى كلياً