



الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي (خطوط عامة)

Seismic Performance and Building Configuration (Conceptual Design)



جامعة النجاح الوطنية

مركز التخطيط الحضري والحد من مخاطر الكوارث

وحدة علوم الارض وهندسة الزلازل

An-Najah National University

Urban Planning and Disaster Risk Reduction Center



الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

Seismic Performance and Building Configuration

التصميم الزلزالي المفاهيمي Seismic Conceptual Design

يتم استخدام أكثر من طريقة في تصميم المباني لمقاومة الزلازل، ولكل طريقة منها مستوى معين لعامل الأمان الذي توفره، فالمباني العادية يمكن تصميمها زلزالياً باستخدام طرق التصميم الزلزالي العادية أو تلك التي تسمى المبسطة، في حين يتطلب تصميم المستشفيات والمباني الأخرى عالية الأهمية أو الحساسة، كمباني الدفاع المدني، والمباني العامة والحكومية، توفير مستويات متقدمة من الأمان. وبشكل عام يساهم التصميم الزلزالي العادي للمباني بزيادة سعر تكلفة المبنى بنسبة تتراوح بين 3% و 5%، في حين أن التصميم الزلزالي للمباني المهمة والحساسة قد يؤدي إلى زيادة التكلفة بنسبة تتراوح بين 10% و 15%.

وبناءً على أهمية المباني ومستويات عامل الأمان الذي تتطلبه، يتم تحقيق متطلبات التصميم، ويساهم إخضاع الهيئة المعمارية والإنشائية للمبنى لعدد من الضوابط والمعايير في تحسين سلوكها الزلزالي، وبالتالي تقليل قابلية إصابتها الزلزالية، وهذا ما يعرف هندسياً باسم التصميم المفاهيمي (Conceptual design)، وللإطلاع على أهم هذه الضوابط والمعايير انظر الرسومات التوضيحية الموضحة في الجداول وتفاصيل التسليح المرفقة في هذه النشرة، ولمزيد من الإيضاحات والتفاصيل يمكن الرجوع إلى كتاب الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي للمباني^١. وعموماً يمكن إجمال أهم الضوابط والمعايير بما يلي:

الانزلاقات الأرضية (Landslides)

- تجنب البناء على الأراضي شديدة الانحدار وخصوصاً تلك التي تتكون تربتها من صخر فكاك، أو ذات التركيب الجيولوجي القابل للانزلاقات، مثل التربة الطينية أو الكلسية أو الحورّية، علماً أن هذا النوع من الأراضي مرشح لإثارة المشاكل والانزلاقات حتى بدون هزات أرضية، وذلك نتيجة للاستخدام الخاطئ للأراضي والنتائج عن الحفر والقطع والبناء غير المناسب وغير المدروس هندسياً. ويوصى في هذا الصدد أن يتم إجراء تحليل لاستقرار المنحدرات (Slope stability analysis) في مثل هذا النوع من مواقع البناء، وذلك حتى يتم تحديد مستوى عامل الأمان قبل المباشرة بعملية حفر التربة والبناء عليها.

تأثير الموقع والتضخيم الزلزالي (Site effect and seismic amplifications factors)

- تجنب ظاهرة التضخيم الزلزالي (الرنين - Resonance)، وهو تساوي التردد الطبيعي للمبنى مع التردد الطبيعي لموقع البناء، وتجنب البناء ما أمكن على الأراضي التي يكون فيها معامل التضخيم الزلزالي كبير جداً (تنويه: لمعرفة كل من التردد الطبيعي وقيمة معامل التضخيم الزلزالي لموقع البناء هناك حاجة لوجود خرائط زلزالية تفصيلية أو من خلال إجراء دراسات زلزالية تجريبية للموقع).

١-الديك، جلال (٢٠١٠). التصميم المعماري للمباني المقاومة للزلازل (الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي للمباني). فلسطين: جامعة النجاح الوطنية.

تأمين صلابة عالية عند مسود أساسات العبنى (Ensure high rigidity at foundation level)

- تجنب حصول إجهادات إضافية معقدة في عناصر المبنى الإنشائية، وذلك من خلال تأمين صلابة (جساءة) كافية لقاعدة المبنى، وذلك باستخدام أساسات ذات صلابة عالية وبما يتلاءم مع نوعية التربة وطبيعتها، فمثلاً إذا كانت نوعية التربة تسمح باستخدام القواعد المنفصلة ففي هذه الحالة يجب توفير صلابة عالية لجسور الربط الأرضية (Tie Beams) الموجودة بين هذه القواعد.

وزن العبنى (Weight of building)

- تخفيف وزن المنشأ لأقصى حد ممكن، لأن القوى الزلزالية التي يتعرض لها المنشأ تزداد بزيادة وزنه.
- توفير التماثل والانتظام ما أمكن أثناء توزيع الكتل (الأوزان) الناتجة عن الأحمال الميتة (أوزان عناصر المبنى الإنشائية وغير الإنشائية) في المساقط الأفقية والرأسية للمبنى.

انتظام المساقط الأفقية والرأسية للعبنى (Regularity of horizontal and vertical plans)

- تحقيق التماثل والانتظام لأشكال المساقط الأفقية والرأسية للمباني، وإن تعذر تحقيق ذلك لأسباب معمارية، أو وظيفية، أو بسبب طبيعية شكل الأرض، فيمكن في هذه الحالة استخدام الفواصل الزلزالية، بمعنى تقسيم المبنى إلى أجزاء متماثلة ومنفصلة، أو تربيط المبنى وتكثيفه من خلال تزويده بجدران مسلحة في مناطق تركيز الإجهادات (المناطق الضعيفة أو الحرجة).

توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (Distribution of vertical structural elements)

- توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة والجدران الحاملة / المسلحة) بشكل متماثل حول المحورين X و Y (يفضل استخدام نظام الشبكيات في توزيع هذه العناصر)، وإن تعذر ذلك لأسباب معمارية أو وظيفية، فيجب في هذه الحالة العمل على أن لا تزيد الفروقات بين أبعاد البحور (Spans) المتتالية للعناصر الرأسية الإنشائية عن 25%.
- تأمين استمرارية العناصر الإنشائية (الأعمدة والجدران) والصلابات بشكل متماثل من الأسفل إلى الأعلى، ويسمح بحصول اختزال تدريجي لصلابة العناصر الإنشائية الرأسية، وذلك بما يتناسب مع اختزال مقاطعها كلما اتجهنا من أسفل إلى أعلى.

نحافة العبنى (Slenderness ratio of the buildings)

- تجنب استخدام المباني النحيفة أو النحيفة جداً (المبنى النحيف: المبنى الذي يزيد ارتفاع المبنى عن 4 أضعاف عرضه)، وإن تعذر تحقيق ذلك لأسباب لها علاقة بمساحة قطعة الأرض أو/ وشكلها، ففي هذه الحالة يصمم المبنى باعتباره برجاً، ويتم الالتزام بالتصميم الزلزالي الخاص بالمباني البرجية.

تجاور / تلاصق المباني (Adjacency of buildings)

- توفير مسافة كافية بين المباني المتلاصقة / المتجاورة وبين أجزاء المبنى الواحد، وذلك لتجنب تصادمهما (Pounding between adjacent buildings) عند تعرضها للحركات الاهتزازية، وتصمم وتتخذ هذه المسافة باعتبارها فاصل زلزالي (Seismic joint)، ويتم حساب عرض هذا الفاصل (ويرمز له عادة بالرمز d) وفقاً لشروط كود التصميم، حيث تعتمد قيمة d على ارتفاع المبنى وعرضه وارتفاع طوابقه ونوع نظامه الإنشائي المستخدم. ويجب الانتباه إلى أنه إذا وجدت في المبنى أنواع الفواصل الأخرى، كفواصل الهبوط والتمدد، فيجب أن يتم تنفيذها هي الأخرى وفقاً لمتطلبات الفاصل الزلزالي.

الطابق الرخو أو الضعيف (Soft story or weak story)

- تجنب استخدام أو تشكيل ظاهرة الطابق / أو الطوابق الرخوة (Soft story) أو الضعيفة (Weak story)، وهو أن يكون طابق أو أكثر في المبنى مكوناً من أعمدة فقط وبدون جدران، وبقيّة الطوابق تحتوي على أعمدة وجدران محمولة أو حاملة من الخرسانة المسلحة، وإن تعذر تجنب ذلك لأسباب معمارية أو وظيفية، مثلاً بسبب وجود طابق أو أكثر لمواقف السيارات أو أية استخدامات أخرى، فيمكن في هذه الحالة إضافة عدد مناسب ومحدود من الجدران وتوزيعها بشكل متماثل في المبنى وبما لا يعيق حركة المركبات أو الاستخدامات الأخرى للطابق.

أنظمة الطيرانات (Cantilever systems)

- تجنب استخدام أنظمة الطيرانات أو البروزات الكبيرة (Cantilever systems)، خصوصاً إذا كانت بحور (Spans) هذه الطيرانات كبيرة ومحملة بأحمال ميتة كبيرة، وإن تعذر تحقيق ذلك لأسباب وظيفية أو معمارية، فيجب في هذه الحالة الالتزام بطرق التصميم الإنشائي الخاصة بالطيرانات المحملة.

تشكيل الأعمدة القصيرة (Formation of short columns)

- الانتباه للأعمدة القصيرة أو لظاهرة تشكيل الأعمدة القصيرة (Formation of short columns)، وذلك لحساسية هذا النوع من الأعمدة للقوى القاصة الزلزالية، وفي حالة وجود أو تشكيل هذا النوع من الأعمدة لأسباب معمارية أو وظيفية، فإنه ينبغي تأمين مقاومة كافية للقوى القاصة الزلزالية، وهذا يتم عادة من خلال توفير الإحاطة المطلوبة (Required confinement) لمقاطع هذه الأعمدة، ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تكثيف ال«كانات» وزيادة عددها في المقطع الواحد للعمود أو / وزيادة قطر الكانات المستخدمة (استخدام قطر 10 مم بدل 8 مم)، إضافة إلى توفير نوعية عالية للخرسانة، ومن الأمثلة على ظاهرة تشكيل الأعمدة القصيرة: المنطقة أو الحيز الذي يفصل بين نافذتين متجاورتين متقاربتين في الجدار الواحد. أما وجود الأعمدة القصيرة فهي كثيرة، مثل: رقاب الأعمدة التي قد توجد أسفل مستوى الطابق الأرضي، والأعمدة أو الدعامات في طوابق السدد، وغيرها.

متطلبات لتصميم الإطارات الخرسانية المسلحة (Reinforced concrete frames requirements)

- عند استخدام الإطارات / الهياكل الخرسانية المسلحة (Reinforced concrete frames) يجب الالتزام بتحقيق العلاقة بين الأعمدة والجسور؛ وذلك بتصميم عمود قوي وجسر أقل قوة (Strong columns and weak beams)، أو ما يسمى علمياً العمود قوي والجسر الضعيف، وفي هذه الحالة هناك حاجة لاستخدام أشكال وأبعاد مناسبة للأعمدة واعتماد ضوابط خاصّة. ولتشكيل إطار خرساني يجب العمل ما أمكن على توفير ما يلي:
- جعل استطالة مقطع الأعمدة معاكساً لاستطالة المبنى وباتجاه استطالة الغرف، وأن تتناسب أبعاد هذه الاستطالة مع أبعاد استطالة كل من المبنى والغرف.
- استخدام الجسور الساقطة (Drop Beams) والعمل على تجنب أو تخفيف استخدام الجسور المسحورة، وأن لا يقل عرض هذه الجسور عن 25 سم، وأن لا يقل عرض العمود عن عرض الجسر.
- عدم المبالغة في قيمة معامل تسليح الحديد الطولي الموجود في الأعمدة (P_s)، والعمل ما أمكن لأن تكون هذه القيمة تساوي قيمة معامل الحد الأدنى ($P_s = 1\%$) أو قريبه منه.
- عدم المبالغة في قيمة معامل التسليح (P_s) الخاص بحديد التسليح الطولي المعرض للشد في الجسور، والعمل ما أمكن لأن تكون هذه القيمة في حدود قيمة معامل تسليح الحد الأدنى.

- تكثيف ال«كانات» في أطراف الأعمدة والجسور، والعمل ما أمكن لاستخدام كانات (أساور) بقطر 10 مم بدل 8 مم وبشكل خاص في الأعمدة، وأن تكون أطراف هذه الكانات معكوفة بزاوية 135 درجة بدل 90، وذلك لمنع فتحها أثناء تعرض المبنى لزلزال قوي (انظر تفاصيل التسليح المرفقة مع النشرة).
- تأمين استمرارية كانات الأعمدة في منطقة تقاطع الجسور مع الأعمدة، مع ضرورة تكثيفها.
- مراعاة كودات البناء فيما يتعلق بالإطارات (الهيكل)، حيث تقسم هذه الإطارات الخرسانية المسلحة المقاومة للعزوم إلى ثلاثة أنواع، هي: الإطارات الخاصة (Special Frames)، والإطارات المتوسطة (Intermediate Frames)، والإطارات العادية (Ordinary Frames)، ولكل نوع من هذه الإطارات سلوك زلزالي وتسليح خاصان به. ولمزيد من الإيضاحات حول حساب القوة الزلزالية الأفقية القاصة التي تتعرض لها المباني وفقاً لنوع الإطارات الخرسانية المسلحة فيها، إضافة إلى تفاصيل التسليح الخاصة بكل نوع، انظر إلى كود المباني المقاومة للزلازل 2005 أو 2008 (كودات البناء الوطني الأردنية)، أو كودات البناء الدولية الأخرى (UBC, IBC, ACI, etc).

الجدران الخارجية (External walls)

- الاهتمام بالجدران الخارجية الخرسانية والخرسانية المسلحة والجدران الخرسانية - الحجرية، وذلك من خلال تأمين تفاصيل التنفيذ المناسبة، وضرورة توفير التماثل في توزيع هذه الجدران، وذلك نظراً لتأثيرها الكبير والمميز على تصرف البناء تحت تأثير الزلازل.
- عمل تسليح حول فتحات النوافذ والأبواب والأسقف (انظر تفاصيل التسليح المرفقة مع النشرة).
- تأمين ترابط الحجر مع الخرسانة باستخدام الوسائل المناسبة، وذلك تجنباً لسقوطها في حالة حصول زلازل وخصوصاً في المباني التي يزيد ارتفاعها عن 4 طوابق.
- عدم استخدام الجدران الحجرية الخرسانية الحجر في المباني التي تزيد عن 10 طوابق.

العناصر غير الإنشائية (Non structural elements)

- ربط العناصر غير الإنشائية مع العناصر غير الإنشائية أو عزلها عن بعضها، وفي كلتا الحالتين يجب عدم السماح بانحياز أو تساقط العناصر غير الإنشائية كجدران قسّامات الطوب وخصوصاً في المباني المهمة والحساسة كالمستشفيات.
- تجنب مرور خطوط التمديدات الصحيّة وغيرها من خلال العناصر الإنشائية الرئيسية الأفقية والرأسيّة، وإعطاء الأولوية لاستخدام تشكيلات أو عناصر غير إنشائية خاصّة بهذه التمديدات، مثل استخدام نظام المناور.

الاطّاء الشائعة أثناء عملية تنفيذ (Common mistakes in local practices)

تجنب أخطاء التنفيذ، وأهمها:

١. ربط الكانات بشكل جيد حتى تبقى في مكانها أثناء عمليّة صب الباطون.
٢. تأمين أطوال كافية لحديد التشريك.
٣. ضبط خط مسار الحديد الطولي وخصوصاً في أطراف العناصر الإنشائية وفي مناطق التقاطعات.
٤. صب الخرسانة حسب المواصفات، بحيث يمنع صب الخرسانة من ارتفاعات تزيد عن 1.5 متر، وذلك لمنع تفككها (حصول ظاهرة الانفصال الحبيبي).
٥. تأمين الشاقوليّة (الوضع العامودي) للعناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة والجدران).
٦. رجّ الخرسانة بشكل مناسب وتجنب حصول ظاهرة التعشيش.

تنويه:

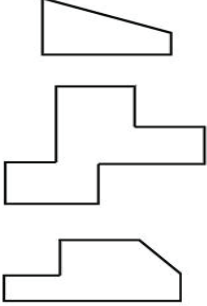
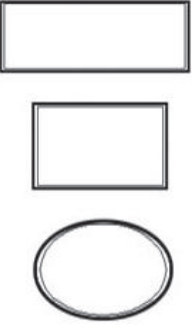
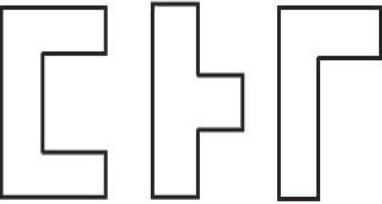
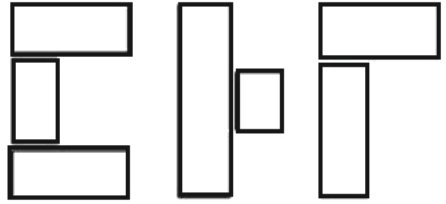


أظهرت نتائج دراسات اللجان العلمية أن أكثر من 50٪ من انهيارات المباني والمشآت التي أحدثتها الهزات الأرضية، كان سببها في الغالب أخطاء أثناء عمليات التنفيذ.

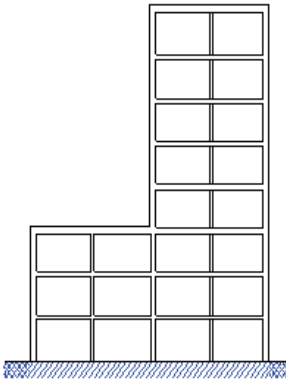
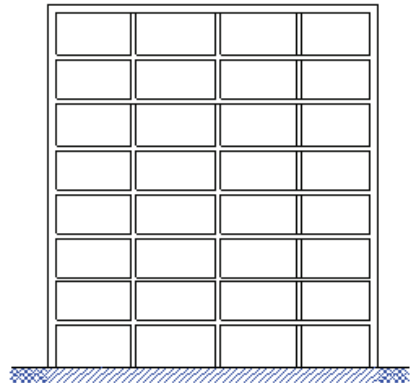
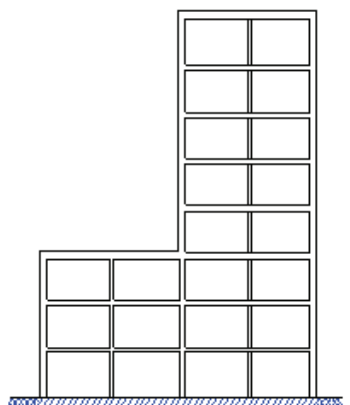
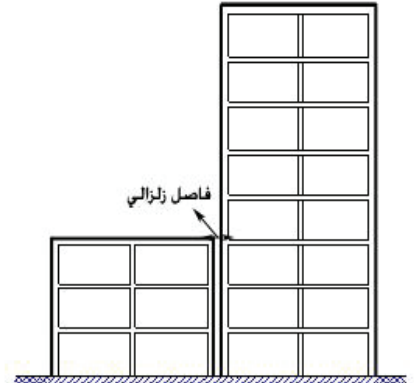
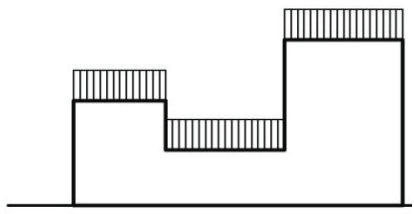
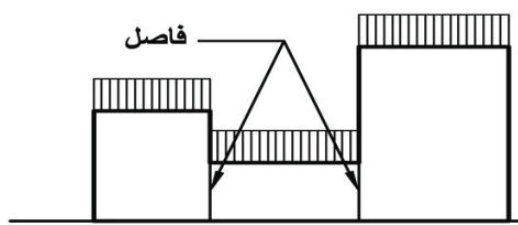
الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي

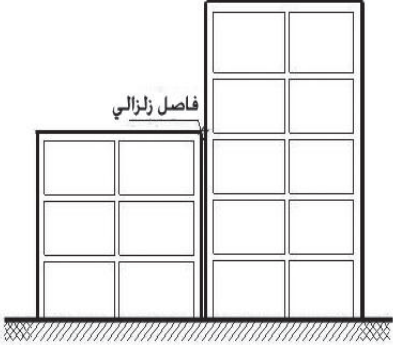
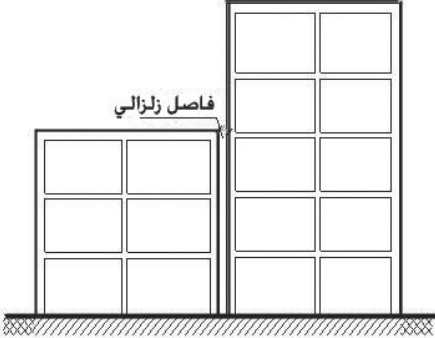
Seismic Performance and Building Configuration

Horizontal and Vertical Configuration of Buildings

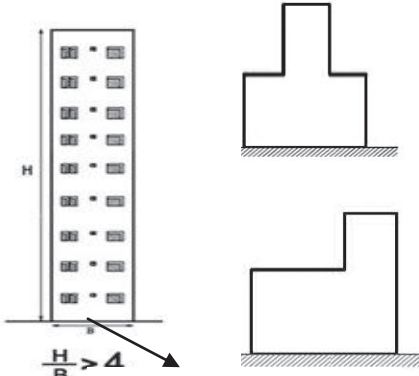
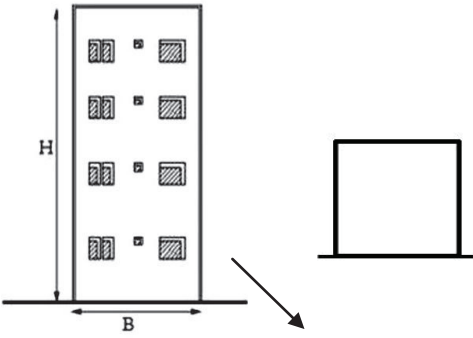
الهيئة الأفقية والرأسية للمباني

	<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
1	 <p>Irregular plans مساقط أفقية عشوائية</p>	 <p>Regular plans مساقط أفقية منتظمة</p>
2	 <p>Irregular plans عدم تماثل المساقط الأفقية للمباني</p>	 <p>Regular plans يمكن الحل في عمل فاصل زلزالي بعرض كاف أو تقوية منطقة الالتقاء</p>
3	 <p>Seismic joint alignment خط مسار الفاصل الزلزالي غير مستقيم</p>	 <p>Seismic joint alignment خط مسار فاصل زلزالي على شكل خط مستقيم</p>

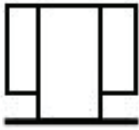

<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
<p>4</p>  <p>تراجع في الطوابق (Setback)</p>	 <p>انتظام بدون تراجع في الطوابق</p>
<p>5</p>  <p>عناصر المبنى وكتله متلاصقة (Setback)</p>	 <p>وجود فاصل زلزالي (seismic joint)</p>
<p>6</p> <p>Without seismic joints</p>  <p>بدون فواصل</p>	<p>With seismic joints</p>  <p>وضع فواصل بسبب اختلاف ارتفاعات المباني أو/ واختلاف الأنظمة الإنشائية</p>

<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
<p>7</p>  <p>عرض الفاصل الزلزالي غير مناسب ويمكن حصول تصادم بين الجزئين (المسافة صغيرة بين المبنيين أو جزئي المبني) seismic joints - not suitable</p>	 <p>عرض الفاصل الزلزالي مناسب (المسافة كافية بين المبنيين أو جزئي المبني) Suitable seismic joint</p>

• التناسب بين أبعاد المباني Proportion of building Size


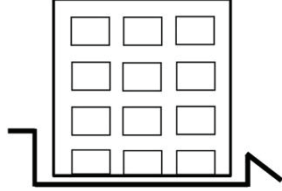
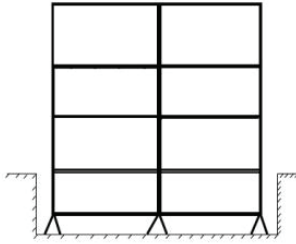
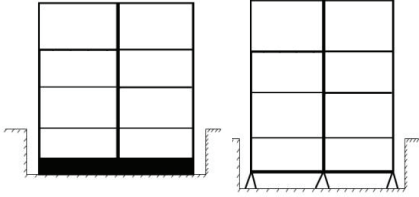
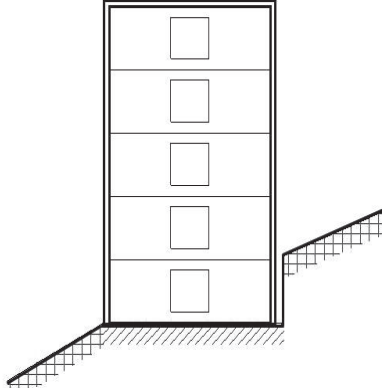
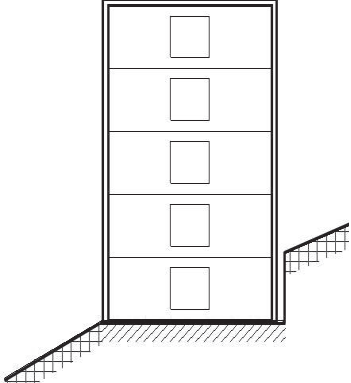
<p>8</p>  <p>نحافة عالية (مبنى برجى) $\frac{H}{B} > 4$</p>	 <p>نحافة مقبولة $\frac{H}{B} < 4$</p>
---	--

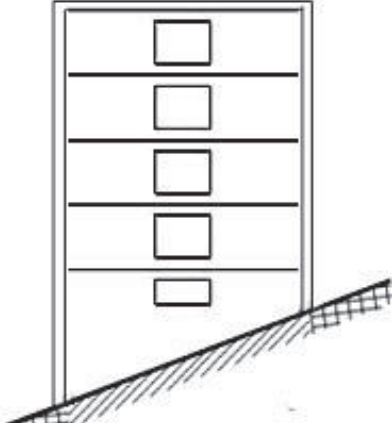
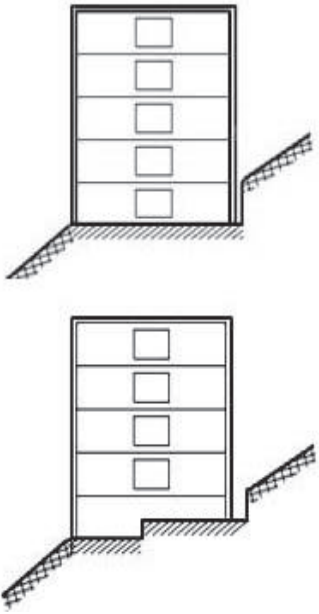
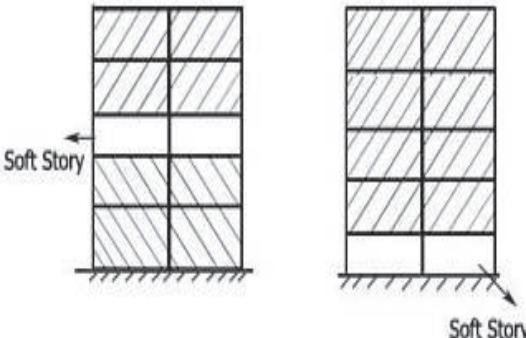
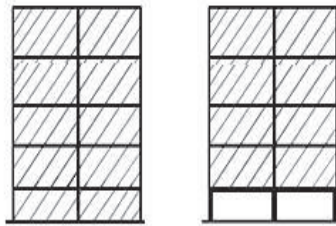
• البروزات المعمارية والطيرانات Cantilever Systems

<p>9</p>  <p>الطيرانات المحملة</p>	 <p>تجنب الطيرانات المحملة أو تدعيمها بنظام خاص</p>
---	---

• نوعية التربة وطبوغرافية الموقع وصلابة الأساسات



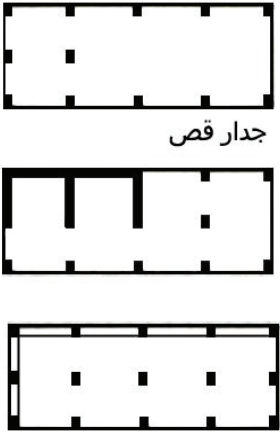
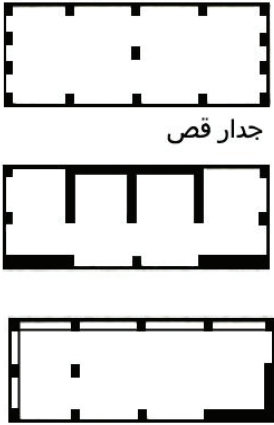
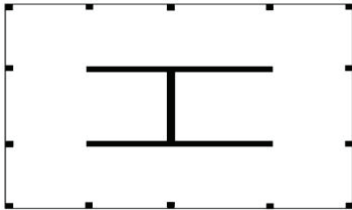
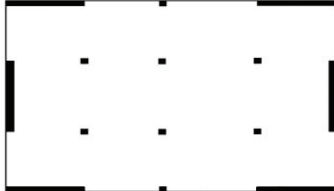
Site Condition and Rigidity of Building Foundations

	<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
10	 <p>البناء على الميول الجبلية بدون جرف يسبب اختلاف في صلابة الطابق الأرضي</p>	 <p>صلابة متساوية في الطابق الأرضي</p>
11	<p>صلابة ضعيفة عند مستوى الأساسات</p>  <p>قواعد منفصلة مع جسور ربط ضعيفه Weak tie beams with isolated foundations</p>	<p>صلابة قوية عند مستوى الأساسات</p>  <p>Rigid foundation استعمال القواعد المتصلة أو ربط القواعد المنفصلة بجسور ربط قوية أو استخدام الفرشة، وذلك بما يتناسب مع نوع التربة</p>
12	 <p>أرض شديدة الانحدار</p> <p>تربة الموقع طينية أو حورية Clay or marl lime stone</p>	 <p>أرض صخرية صلبة Hard rock الصخر متماسك وغير مفكك</p>

	<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزالياً (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
13	 <p>أرض منحدر - صخرية صلبة Site with slop and hard rock</p>	 <p>أرض منحدر صخرية صلبة Site with slop and hard rock</p>
<p>• الطابق الرخو Soft Story</p>		
14	 <p>تغيير مفاجئ في صلابته المبنى في المستوى الرأسي</p> <p>تشكيل ظاهرة الطابق الرخو في الطابق الأرضي (soft story)</p>	 <p>زيادة صلابة الطابق الأرضي من خلال إغلاق بعض الواجهات أو عمل إطارات خرسانية مسلحة صلبة جداً</p> <p>Adding few walls or using rigid frame in the ground floor</p>

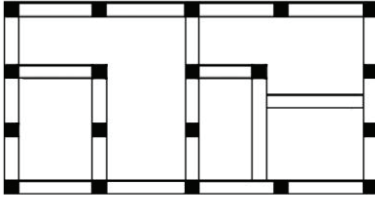
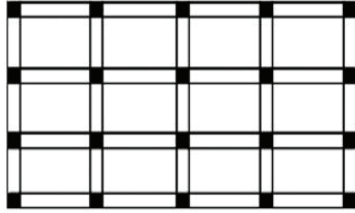
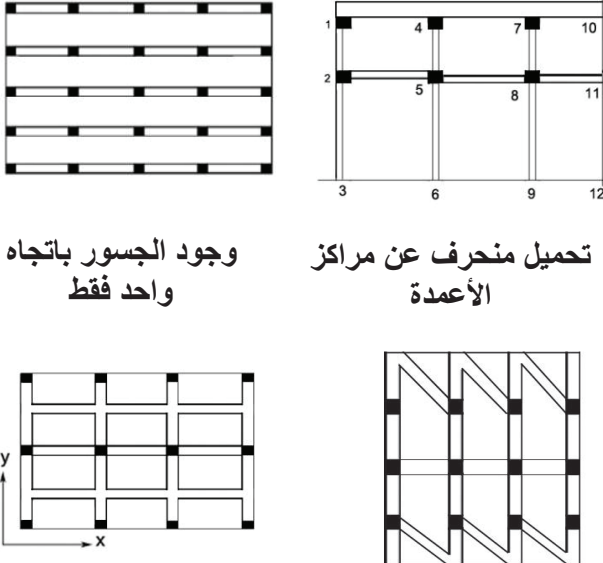
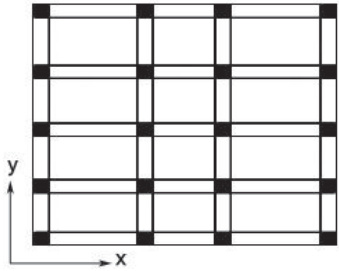
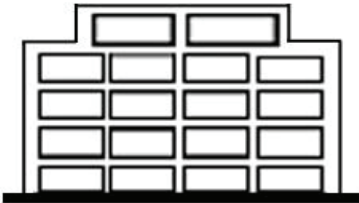
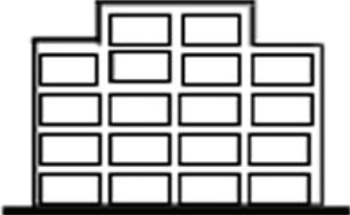
• توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

• Distribution of vertical structural elements

	(No) غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية Undesirable and Vulnerable seismically	(Yes) مرغوب ومفضل زلزاليا Desirable and preferred seismically
15	 <p>فرق كبير في الصلابات بين المستويين X و Y</p>	 <p>تمائل في الصلابة في المستويين الأفقيين</p>
16	 <p>توزيع غير متماثل للعناصر الإنشائية الرأسية يزيد من عزم الالتواء</p>	 <p>توزيع متماثل للعناصر الإنشائية الرأسية -تقليل أثر عزم الالتواء الدوراني-</p>
17	 <p>توزيع أوتركيز جدران القص في وسط المبنى يحد من قدرة المبنى لمقاومة عزم الالتواء</p>	 <p>توزيع جيد لجدران القص في أطراف المبنى يقلل أثر عزم الالتواء</p>

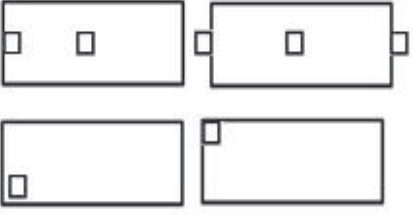
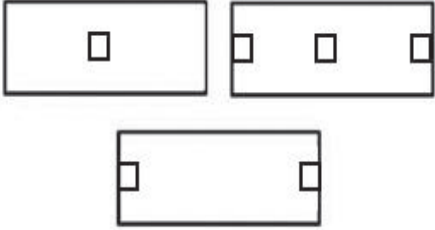
• توزيع العناصر الإنشائية الرأسية (الأعمدة وجدران القص)

Distribution of vertical structural elements

	<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزالياً (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
18	 <p>عشوائية توزيع العناصر الإنشائية</p>	 <p>توزيع منظم ومتماثل</p>
19	 <p>وجود الجسور باتجاه واحد فقط تحميل منحرف عن مراكز الأعمدة</p> <p>سلوك غير منظم للإطارات بالاتجاه x</p>	 <p>اتباع نظام الشبكات في توزيع الإطارات والجسور والأعمدة بالاتجاهين x و y يضمن سلوكاً سليماً لها عند تعرض المبنى للزلازل</p>
20	 <p>عدم استمرار الأعمدة العلوية على محاور الأعمدة السفلية</p>	 <p>تأمين استمرارية منتظمة للأعمدة على محاور مستمرة من الأساسات وحتى آخر طابق</p>

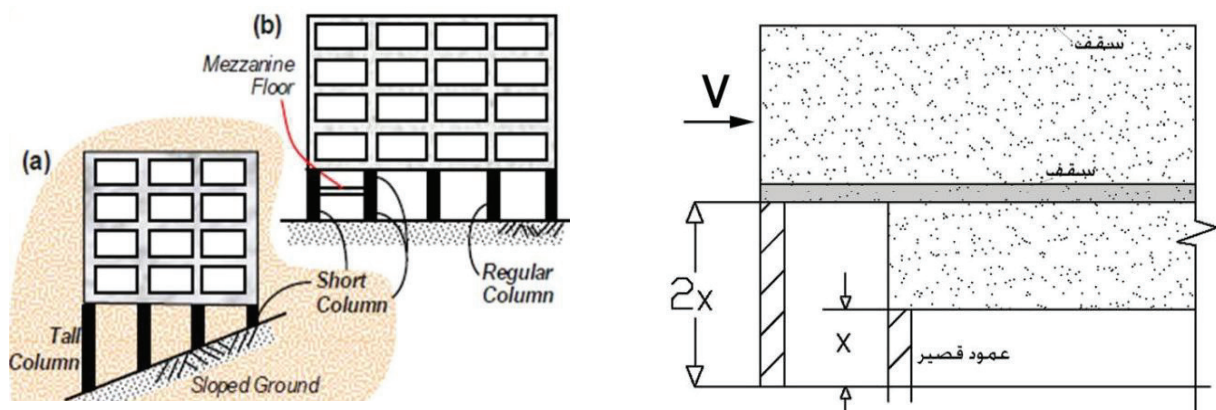
Location of staircase and elevators

• مكان بيت الدرج والمصاعد

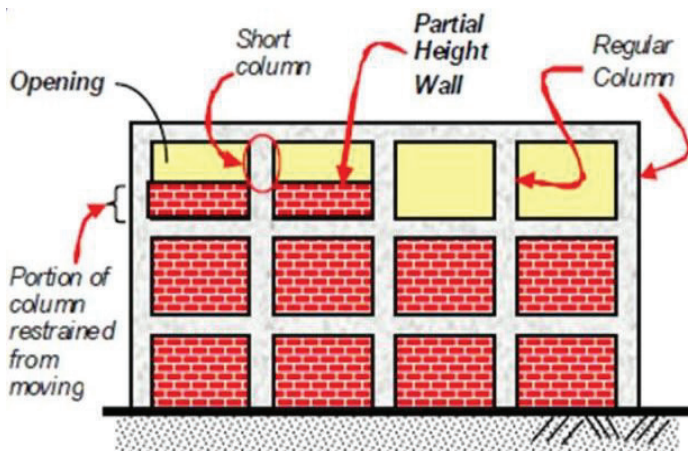
	<p>غير مرغوب، وله قابلية للإصابة الزلزالية (No) Undesirable and Vulnerable seismically</p>	<p>مرغوب ومفضل زلزاليا (Yes) Desirable and preferred seismically</p>
21	 <p>توزيع غير متماثل</p>	 <p>توزيع متماثل للعناصر لمكان بيت الدرج</p>

• Formation of short columns

• تشكيل الأعمدة القصيرة



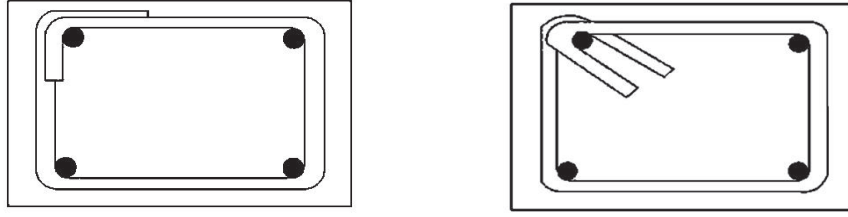
يتعرض العمود X لقوى زلزالية مقدارها 8 أضعاف القوى الزلزالية التي يتعرض لها العمود X2



انهيارات الأعمدة القصيرة تحت تأثير القوى الزلزالية الأفقية

Failures and damages due to formations of short columns and lack of required confinements

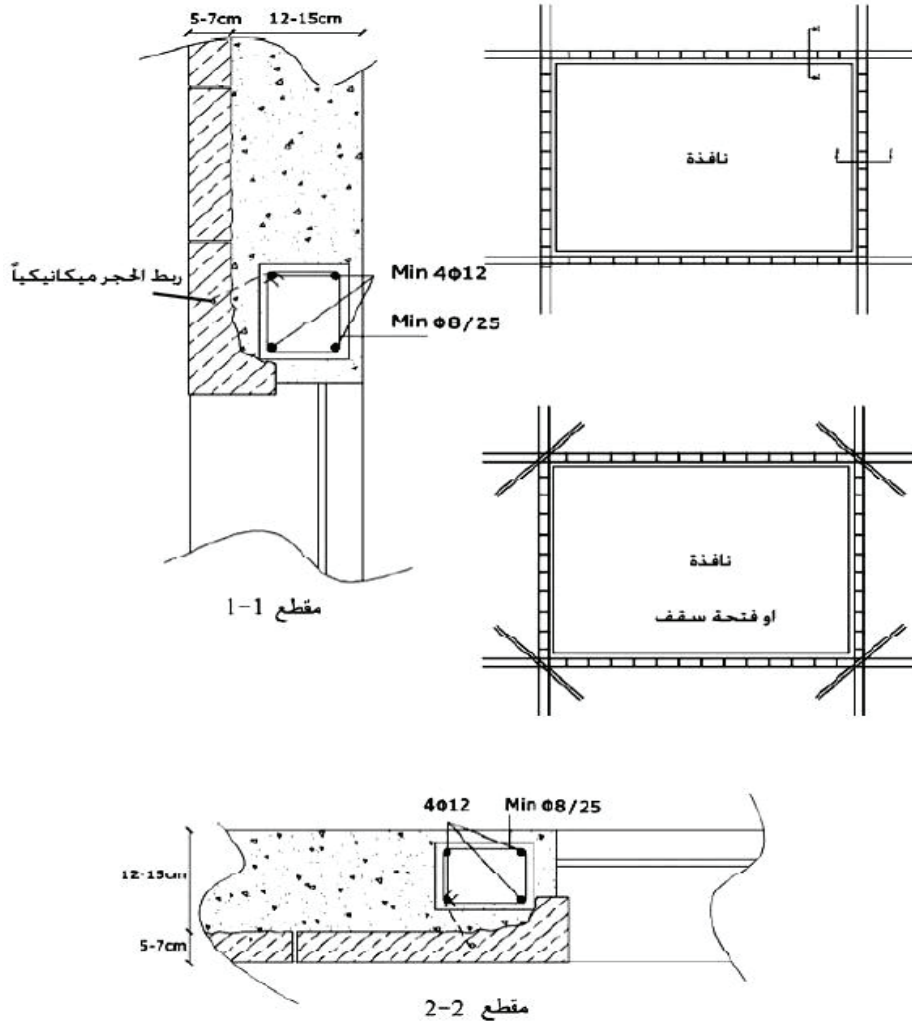
• كانات/ أساور الأعمدة والجسور (Confinement requirements)



لتأمين الإحاطة المطلوبة (التسليح العرضي المطلوب)، إضافة لزيادة قطر حديد التسليح العرضي يتم تكثيف الكانات ووضع أكثر من كانة في المقطع الواحد للعنصر الإنشائي، وبما يتناسب مع شكل هذا العنصر.

التسليح حول فتحات النوافذ والأبواب والفتحات الموجودة في الأسقف

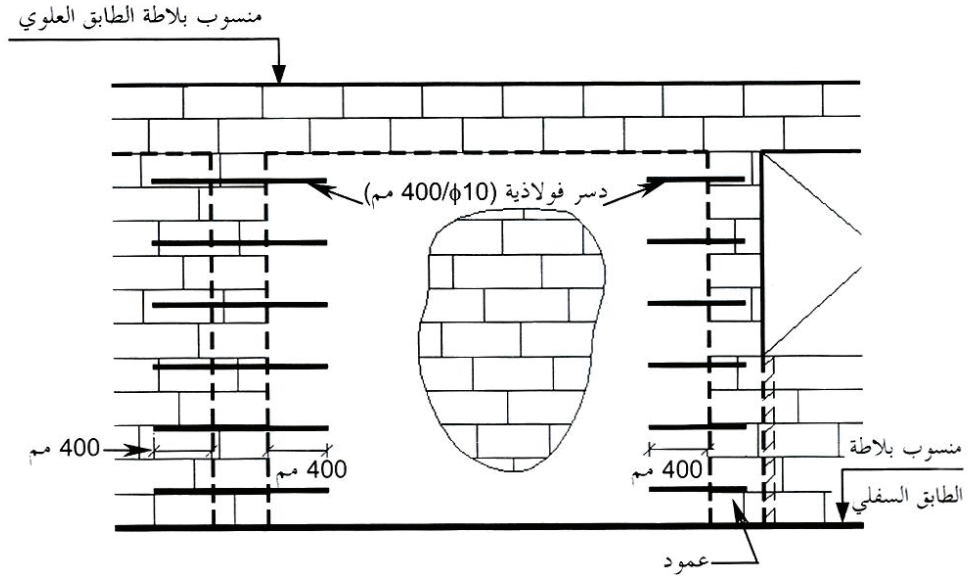
Reinforcement details around the openings



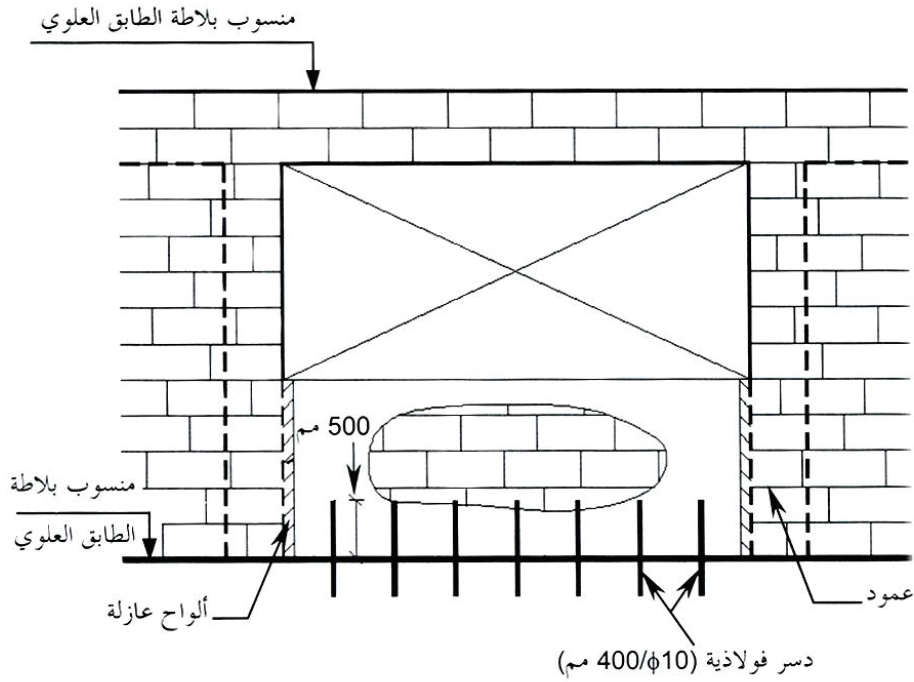
المرجع: كتاب الهيئة المعمارية والإنشائية للمباني المقاومة للزلازل، د. جلال الديبك 2010

ربط الجدران الحجرية- الخرسانية مع العناصر الإنشائية (النظام الإنشائي)

Fastening the masonry- concrete walls with the structural elements



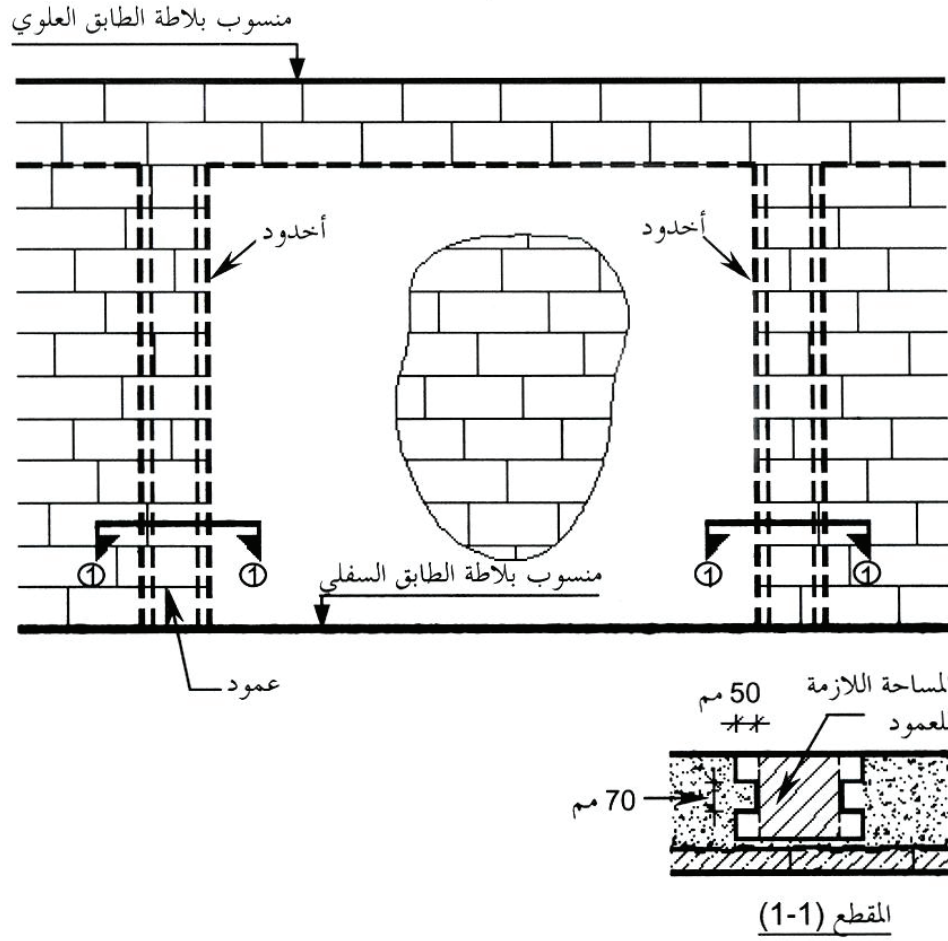
تفصيلة تبين الدسر الفولاذية المستخدمة لربط الأعمدة مع الجدار الحجري



تفصيلة للجدار الحجري المصنّف بالخرسانة في مناطق الفتحات

المرجع: كودة المباني المقاومة للزلازل - الكود الأردني (2005-2008)

تنويه: تربط الجدران الحجرية- الخرسانية مع عناصر النظام الإنشائي للمبنى (الأعمدة أو الجسور)، ويمكن استخدام دسر قطر 8 مم أو 10 مم، ويمكن أن يتم ربط الجدار مع الأعمدة والأسقف (الجسور)



(ج) تفصيلة للأخدود في مناطق التقاء الأعمدة مع الجدار الحجري

المرجع: كودة المباني المقاومة للزلازل - الكود الأردني

المراجع References :

- التصميم المعماري للمباني لمقاومة الزلازل -الهيئة المعمارية والإنشائية والسلوك الزلزالي للمباني، كتاب منهجي، د.جلال الديك (2010).
- كودة المباني المقاومة للزلازل - الكود الأردني، 2005 و 2008.
- نشرات التصميم الزلزالي السريع للمباني العادية، الصادرة عن مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل، ونقابة المهندسين ، 1996 و 1999.