قابلية الإصابة والسلوك الزلزالي المتوقع للمباني في فلسطين

"سيناريوهات زلزالية"

د.م. جلال نمر الدبيك
مدير مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل
جامعة النجاح الوطنية- نابلس، فلسطين

١- مقـــدمة Introduction

تؤدي الكوارث الطبيعية بشكل عام والزلازل بشكل خاص إلى القضاء على أعداد كبيرة من سكان الأرض وتسبب الدمار للمنشآت والبنى التحتية، فالزلازل ظاهرة كونية لا يعلم ساعة حدوثها بالضبط إلا عالم الغيب "الله سبحانه وتعالى" ولا 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 بين المؤسسات ذات العلاقة في الدولة من المواطنين والمختصين وصولاً إلى المؤسسات والوزارات، مما يتطلب سياسة وطنية لا تقل أهمية عن السياسات الوطنية في المجالات الأخرى (الدبيك، ١٩٩١)، فقد أظهرت الخسائر التي ألحقتها الزلازل في كثير من مناطق العالم في الأرواح أو الممتلكات أن تأثيرها السلبي على الاقتصاد وعلى الخطط التنموية كان مدمراً (EERI Reports)، ويمكن لمس ذلك بعد سنوات وأحياناً بعد عشرات السنوات.

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

تكمن أهمية هذا النوع من الدراسات في أهميته في إعطاء تقديرات أولية للخسائر المتوقعة، وتسليط الضوء على أنماط المباني الدارجة في فلسطين والمتوقع فشلها في تحقيق الأمان الزلزالي، وبالتالي دعوة أصحاب القرار والمختصين إلى ضرورة أخذ الإجراءات اللازمة.

٢- تصرف أنماط المباني الدارجة في فلسطين تحت تأثير الهزات الأرضية Seismic Behavior of Common Building Types in Palestine

يعتمد معظم المهندسين في فلسطين في تصميمهم للمباني على القوى الرأسية الناتجة عن الأحمال الميتة (الدائمة) والأحمال الحية (غير الدائمة) فقط، وقليل منهم من يأخذ بعين الاعتبار في التصميم والتنفيذ أثر القوى الزلزالية أو الرياح، ومن خلال إجراء مقارنة سريعة للمنشآت القائمة مع متطلبات وشروط هندسة الزلازل تبين أن هناك نسبة كبيرة من الأنماط الإنشائية والمعمارية المستخدمة في فلسطين لا تلبّي الحد الأدنى المطلوب، ولا يوجد التزام حتى بالتوصيات العامة الخاصة بتشكيل المنشآت لمقاومة أفعال الزلازل (الدبيك ١٩٩١ - ٢٠٠٠)، وعموماً يمكن إجمال أهم الأخطاء في تصميم وتنفيذ بعض أنماط المباني الدارجة في فلسطين بما يلي :

- استخدام الطابق الرخو (Soft Story)، وهو مثلاً أن يكون الطابق الأرضي أو بعض الطوابق الأخرى من الأعمدة فقط بدون جدران من الباطون أو الخرسانة المسلحة وبقية الطوابق العلوية أو السفلية مغلقة بالجدران العادية أو المسلحة.

- المبالغة في استخدام الأنظمة الكابولية / الطيرانات (Cantilever Systems) في المباني، وخصوصاً عندما تكون بحور (Spans) هذه الطيرانات كبيرة ومحملة بجدران ثقيلة.

- وجود أو تشكيل الأعمدة والجسور القصيرة في المباني مع عدم مراعاة أن هذه الأنظمة تكون عرضة للقوى القاصة الزلزالية.

- عدم تحقيق التماثل في المستويين الأفقي والرأسي للشكل والكتل وللعناصر الإنشائية.

- عدم استخدام الفواصل الزلزالية (Seismic Joints) بين المنشآت أو أجزاء المنشأ الواحد أو أحياناً عدم الالتزام بالعرض المطلوب لهذه الفواصل.

- تصميم مبانٍ بارتفاعات تزيد عن ٤ أو ٥ أضعاف عرضها بدون الأخذ بعين الاعتبارات لضوابط هندسة الزلازل في مثل هذا النوع من المباني.

- استخدام الحجر في البناء بدون تأمين ترابط وتماسك كاف بين الحجر والخرسانة، حيث من المتوقع فشل هذا النظام وخصوصاً في المباني العالية حيث سماكة الحجر ٥ سم فقط وسطحها الملامس للخرسانة يكون في الغالب ناعم وأملس.

- الخلط في التصميم الإنشائي بين أنظمة الإطارات الخرسانية

المسلحة والجدران المحمولة، وأنظمة الجدران الخرسانية الحجرية المستخدمة.

- البناء على الأراضي الجبلية شديدة الانحدار بدون إجراء التسويات اللازمة، وخصوصاً إذا كانت تربة التأسيس تتكون من الصخر الجيري المفكك.

- البناء على أراضي يحتمل أن تتعرض للانزلاقات الأرضية وقت حدوث الزلازل (عدم وجود خرائط أو دراسات لاستخدام الأراضي).

- وجود أخطاء تنفيذية في تربيط الحديد وفي خط مساره وطرق صب الخرسانة، وأخرى تتعلق بشاقولية العناصر الإنشائية ونوعية المواد المستخدمة.

- عدم تأمين إحاطة (Confinement) كافية للمناطق الحرجة، وخصوصاً في مناطق المفاصل / العقد (مناطق تقاطع الأعمدة مع الجسور/ الكمرات).

يشار إلى أن العديد من المباني القائمة تحتوي على أكثر من خطأ في التشكيل الإنشائي والمعماري لعناصر المبنى وهذا ما ستؤكده الدراسة الميدانية.

٣- قابلية الإصابة الزلزالية

Seismic Vulnerability

يستخدم مصطلح قابلية الإصابة (Vulnerability) الزلزالية للتعبير عن الاختلافات في طريق التصرف التي تبديها المباني تجاه الهزات الأرضية، فعندما تتعرض مجموعتان من المباني لنفس الهزة الأرضية، وكانت النتيجة أن تصرفت إحدى المجموعات بطريقة أفضل من الأخرى، عندئذ نقول أن المباني التي تعرضت لأضرار أقل لها قابلية إصابة أقل من المباني التي تعرضت لأضرار أكبر، أي أن لها قابلية أكبر لمقاومة الزلازل، والعكس صحيح، وتعتمد قابلية المباني للإصابة على زلزالية المنطقة والنشاط الزلزالي بالإضافة إلى طبيعة ونوعية وتشكيل النظام الإنشائي وتوزيع عناصره المعمارية والإنشائية.

يستطيع كل من يشعر بالزلزال تحديد درجة شدته في مكان وجوده مباشرة باستخدام مشاهداته وبالرجوع إلى وصف درجات مقاييس الشدة مثل مقياس ميركالي المعدل (MM) أو مقياس (MSK - Medvedev Sponbeuer Karink) (أما مقياس ريختر (M) فيعتمد على قياس مقدار الطاقة المتحررة من بؤرة الزلزال وذلك من خلال الاستعانة بأجهزة رصد الزلازل وبمعادلات رياضية خاصة، وعموماً يتم وصف درجة الزلازل من خلال درجات الشدة أو القوة.

وعموماً تستخدم المراجع العلمية عند وضعها لدرجات الزلازل كل من درجات الشدة أو المقدار/ القوة.

٣- ١ تصنيف درجات الانهيار

Classification of Damage

تتأثر درجة أضرار/ أعطاب المباني تحت تأثير القوى الزلزالية بعدد من العوامل، وتصنف الأضرار حسب المقياس الأوروبي (EMS-98 European Macroseismic Scale- 98) إلى خمس درجات، ولتسهيل وصف هذه الأضرار، وبالتالي تحديد درجتها تم تصنيف المباني إلى مجموعتين: مجموعة المباني الخرسانية المسلحة والمجموعة الثانية خاصة بالمباني غير المسلحة (Masonry Buildings)، ولأخذ فكرة عن تصنيف درجات الانهيارات في العناصر الإنشائية وغير الإنشائية وفق المقياس ٩٨- EMS أنظر جدول رقم (١).

٣-٢ أنواع المباني وفئات قابلية الإصابة Types of Building and Vulnerability Classes

برهنت نتائج دراسات قابلية الإصابة للمناطق التي تعرضت لهزات أرضية (EERI 94 and EMS- 98) إلى وجود علاقة واضحة بين كل من نوع ونمط المباني وفئات قابلية الإصابة (Vulnerability Classes)، ولقد تم تصنيف المباني وفق المقياس EMS-98 إلى ٦ فئات (من A إلى F)، ويظهر بشكل واضح إن قابلية الإصابة تتأثر بنوع ونمط البناء بالإضافة إلى نوع الأنظمة الإنشائية والمواد المستخدمة، وتتأثر كذلك بتصميم المنشآت وفق متطلبات هندسة الزلازل .

هناك علاقة بين درجة الشدة الزلزالية وقابلية الإصابة ودرجات الانهيار (Damage grades) ولتوضيح هذه العلاقة سيعتمد في الاستطلاع الميداني وتقييم المباني المقياس الأوروبي EMS-98.

٣-٣ الشدة الزلزالية وفئات قابلية الإصابة ودرجات الانهيار Seismic Intensity, Vulnerability Classes and Damage Grades

يعتمد مقياس ميركالي المعدل في تحديده لدرجة الشدة الزلزالية على شدة تأثيرها على كل من الإنسان والمنشآت، أما المقياس EMS-98 فيتميز في أنه يحدد العلاقة بين الشدة الزلزالية وفئات قابلية الاصابة، ولتوضيح ذلك يمكن الاستعانة بوصف الشدة الزلزالية وفق EMS-98 لثماني وتسع درجات والتي يمكن تلخيصها بما يلي:

الدرجة الثامنة : مصدعة

١) معظم الناس يجدون صعوبة في الوقوف حتى خارج الأبنية.

٢) ينقلب الأثاث وتسقط الأشياء مثل التلفاز والطابعات..... الخ على الأرض، تتحرك الشواهد وقد تنقلب أو تلتوي..... يمكن مشاهدة التموجات على الأرض الرخوة.

٥) - العديد من أبنية الفئة A تعاني من درجة أضرار مقدارها ٤ (Damage of Grade 4)، والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة ٥.

- العديد من أبنية الفئة B تعاني من درجة أضرار مقدارها ٣ (Damage of Grade 3)، والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة ٤.

- العديد من أبنية الفئة C تعاني من درجة أضرار مقدارها ٢(Damage of Grade 2)، والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة ٣.

- بعض أبنية الفئة D تتعرض لأضرار درجة ٢ (Damage of Grade 2).

الدرجة التاسعة : عالية التصدع

1) ذعر عام، يقع الناس قسراً على الأرض.

2) تسقط العديد من الأضرحة والأعمدة أو تتهشم، يمكن مشاهدة التموجات على الأرض الرخوة.

5) - العديد من أبنية الفئة A تعاني من درجة أضرار مقدارها 5 (damage of Grade5).

- العديد من أبنية الفئة B تعاني من درجة أضرار مقدارها 4 والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة 5.

وهكذا .....

يشار إلى أن الدلالة الكمية والنسبية لكل من معظم وعديد وقليل تساوي تقريباً حسب (100% - 60) EMS - 98 و (60% - 20) و (10% - 20) على التوالي.

من الجدير بالذكر أن درجات الشدة الزلزالية وفق المقياس EMS-98 تقسم إلى 12 درجة وهي شبيهة لحد ما بتصنيف درجات الشدة وفق مقياس ميركالي المعدل (MM) من حيث شدة تأثيرها على الإنسان والمنشآت، وهنا وللتذكير يجب عدم الخلط بين مقاييس شدة الزلزال المذكورة ومقياس مقدار الزلازل M حسب مقياس ريختر.

٤- التقييم الزلزالي للمباني وقابلية الإصابة

Seismic Evaluation and Building Vulnerability

تعتمد فلسفة تخفيف المخاطر الزلزالية على اتخاذ وتنفيذ عدد من الإجراءات قبل وأثناء وبعد حصول الزلازل، ويعتبر التقييم الزلزالي للمنشآت القائمة من أهم نتائج السيناريوهات الزلزالية التي يتم إجراؤها على التجمعات السكنية في المدن أو على أجزاء من المدن، وتكمن أهمية إجراء هذا النوع من الدراسات في إعطاء المختصين وأصحاب القرار تقديرات تقريبية للخسائر المتوقعة بالتالي أخذ الإجراءات اللازمة على كافة الأصعدة والمستويات للتخفيف من الأخطار.

٤-١ الاستطلاع الميداني وقابلية الإصابة

Site and Building- Investigation and Vulnerability

هدفت هذه الدراسة إلى وضع أسلوب جديد لتقدير الأخطار وتقييم تعرض المناطق السكنية للزلزال، وتحديد مستويات هذا التعرض عن طريق تصنيف المباني إلى فئات قابلية الإصابة (Vulnerability Classes). ويعتمد هذا الأسلوب لتصنيف المباني على نوع النظام الإنشائي للمبنى باعتباره العامل الأساسي، وعلى تحديد قابلية الإصابة لكل عنصر أو نمط من الأنماط الإنشائية والمعمارية والتي تم توضيحها في البند الثاني (أنماط المباني الدارجة في فلسطين)، ومن ثم تحديد قابلية الإصابة للمبنى ككل.

أ - طريقة أخذ العينة :

إن الأخطاء في السلوك الزلزالي للمباني سواءً كانت ذات طبيعة إنشائية أو معمارية هي موجودة بشكل متكرر في المباني الدارجة محلياً، ولها تأثير خطير على المباني وقت وقوع الزلزال، ولذلك كان من الضروري وجود دراسات تبين نسبة الأخطاء في المباني الدارجة محلياً وبالتالي إعطاء تصور عن حجم الخطورة المحتملة في المباني لمنطقة بأكملها.

ولمعرفة نسب الأخطاء الدارجة في الأبنية المحلية لا بد من القيام بأخذ عينة نستطيع من خلالها تحديد حجم ونسبة هذه الأخطاء، وبالتالي تحديد مدى قابلية الإصابة واحتمال التعرض للخطر عند حدوث الزلازل، ولأخذ هذه العينة هناك طريقتان:

- **الطريقة الأولى** : أخذ نسبه عشوائية وفقاً لأسس إحصائية .

- **الطريقة الثانية :** إجراء الاستطلاع على منطقة كاملة أو أكثر من منطقة في المدينة الواحدة.

ومما لا شك فيه أن الطريقة الأولى تستخدم في حالة وجود منطقة لها نفس نمط ونموذج البناء الإنشائي والمعماري، وهذا بشكل عام نادر ما يتوفر في المنطقة الواحدة في المدن الفلسطينية، لذلك تم اعتماد الطريقة الثانية في أخذ العينة لأنها تعطي تصوراً أكبر لنسبة الخطورة الموجودة في المنطقة الواحدة، ولا يعني بالضرورة أن هذه الخطورة متواجدة بنفس النسبة لجميع المناطق والمدن الأخرى، وذلك بسبب الاختلاف في موقع وطبوغرافية وجيولوجية المناطق والمدن. **وتبقى هناك حاجة ماسة في المستقبل لعمل دراسات أكثر توسعاً تأخذ بعين الاعتبار جميع المناطق في المدينة الواحدة وجميع المدن في الدولة، ويمكن الاستفادة من هذه الدراسة باعتبار نتائجها تصلح لأن تستخدم كمؤشر للمناطق أو المدن الأخرى، والتي تتشابه في النمط والموقع والزلزالية مع المنطقة أو المناطق التي تم استطلاعها ميدانياً.**

تشمل الدراسة الميدانية استطلاع منطقة أو أكثر في المدن التي شملتها الدراسة وهي: القدس ونابلس ورام الله والخليل وجنين وطولكرم وقلقيلية، وعموماً يندرج حجم هذه العينات في المدينة الواحدة ضمن ما يسمى دراسة عينات متوسطة العدد. وقد تم التركيز في هذه الدراسة على الأنماط الإنشائية والمعمارية التي تتعارض مع متطلبات المباني المقاومة للزلازل (في حالة تم استخدام طرق التصميم العادية وليس الخاصة)، ولتسهيل عملية استطلاع

هذه المعايير في المباني تم تشكيل جداول خاصة لهذا الغرض.

ب - قابلية إصابة المباني

اعتماداً على خطورة تأثير تصرف العناصر والتشكيلات الإنشائية والمعمارية على تصرف واستقرار المنشأ تم في البداية تحديد قابلية الإصابة لكل عنصر أو تشكيل إنشائي أو معماري على انفراد، مثلاً: كعدم التماثل أو وجود الطابق الرخو، وهكذا.

بالاستعانة بمنهجية وضوابط المقياس EMS-98 وحيث أن العناصر والتشكيلات الإنشائية والمعمارية في المبنى الواحد تحكم وتقرر تصرفه فقد تم اعتماد قابلية الإصابة للمباني من خلال نتائج قابلية الإصابة لعناصرها والأنظمة الإنشائية المستخدمة، ولتحديد النسبة المئوية لفئات قابلية الإصابة في المباني التي تم استطلاعها، ولمقارنة نسب هذه الفئات بين منطقة وأخرى انظر جدول "٢".

ج - درجات الانهيارات المحتملة ومنحنيات الانهيار

استناداً إلى نتائج قابلية الإصابة للمباني وللعلاقة بينها وبين كل من الشدة الزلزالية ودرجات الانهيار (البند ٣,٣ وجدول ٢)، تم تشكيل منحنيات لوصف العلاقة بين كل من نسبة الأضرار والانهيارات المحتملة ونوعها، وذلك لأكثر من شدة زلزالية وبالاستناد إلى الزلزالية المحتملة للمدن الفلسطينية (خارطة التسارع الأرضي الزلزالي وتاريخ الزلازل)، حيث تم تحديد درجة الشدة الزلزالية المتوقعة ومن ثم تم إيجاد درجات الأضرار والانهيارات المتوقعة لكل مدينة (أنظر جدول ٣).

ولإجراء معايرة لنتائج قابلية الإصابة الزلزالية التي تم الحصول عليها، تم إجراء تقييم زلزالي أكثر دقة يعتمد على المنهجية النوعية (المقارنة بين المؤشر الزلزالي الأساسي E. ومؤشر الحماية Et استناداً إلى الكود الزلزالي الياباني)، وأجري هذا التقييم على ١٤ مبنى أي ما يعادل ٢٪ من عدد العينات الكلية، وأظهرت نتائج هذا النوع من التقييم وجود تطابق مع نتائج قابلية الإصابة حسب المقياس EMS-98.

يشار إلى أن تحديد قيمة بعض المؤشرات اللازمة لتقييم السلوك الزلزالي للمباني حسب الطريقة اليابانية، تتطلب حساً وخبرة هندسية بأنماط وبآلية عمل هذه المباني، وبنفس الوقت هناك عوامل ومؤشرات يصعب تحديدها بدقة، وذلك لارتباطها بنوع وطبيعة النظام الإنشائي ومواد البناء المستخدمة، وهذا يتطلب لاحقاً تطوير طرق ذات منهجية نوعية، يتم من خلالها ضبط العوامل والمؤشرات التي تتعلق بالسلوك الإنشائي ومواد البناء، ومن الجدير بالذكر أنه عند تحديد قيم المؤشرات والعوامل اللازمة للتقييم، نوعي بأن استخدامها يندرج ضمن المنهجية العامة، وذلك للقناعة الأكيدة أن ما يصلح في اليابان، ليس بالضرورة أن يكون مناسباً لفلسطين، وكمرحلة أو خطوة ثانية لهذا البحث سيتم " إن شاء الله" إجراء دراسة تجريبية باستخدام أجهزة الدراسات الزلزالية الحقلية على مبان قائمة، وذلك بهدف تصنيف أنماط المباني الدارجة وإيجاد مؤشر الزمن الدوري (T) ومؤشر المطولية والجساءة لكل صنف، والاستفادة من نتائج الدراسات التجريبية في بناء معادلات تحليلية للمباني في فلسطين، وذلك كخطوة أساسية في عملية إخراج وإعداد كود التصميم الزلزالي للمباني في فلسطين.

٥ . النتائج والتوصيات

برهنت نتائج دراسات قابلية الإصابة للمناطق التي تعرضت لهزات أرضية إلى وجود علاقة واضحة بين كل من نوع ونمط المباني وفئات قابلية الإصابة، وبنفس الوقت تتأثر درجة انهيار المباني بالشدة الزلزالية وبفئات قابلية الإصابة.

من خلال الاستطلاع الميداني لتجمعات سكنية في كل من القدس ونابلس ورام الله وجنين وطولكرم وقلقيلية وبيت لحم والخليل تبين أن المدن الفلسطينية بشكل عام، وبسبب طبيعة وأنواع أنماط المباني المستخدمة، قد تتعرض "لا سمح الله" إلى خسائر كبيرة نتيجة الانهيارات الكلية والجزئية (درجات الانهيار من الفئة ٤+٥) والتي قد تحدث للمباني، وهذه النسبة بلا شك تعتبر كبيرة، إضافة إلى أن هناك احتمالا كبيراً بأن تغلق كثير الشوارع الرئيسية، وبالتالي إحداث إعاقة وإرباك في عمليات الإنقاذ وإسناد الطوارئ.

عند مقارنة نتائج تقييم المباني وفق منهجية الاستطلاع الميداني العام والتي تم من خلالها تحديد قابلية الإصابة وفقاً للمقياس الأوروبي EMS-98 مع نتائج التقييم الزلزالي النوعي للمباني وفقاً للطريقة اليابانية، تبين أن هناك تطابقاً بشكل كبير في النتائج.

بناءً على نتائج الدراسة هناك حاجة ماسة للالتزام بإجراءات تخفيف الأخطار الزلزالية، وعليه يوصى بأن يلتزم المختصون وأصحاب القرار بما يلي:

- تجنب استخدام أنماط المباني غير الآمنة زلزالياً.
- تشريع قوانين خاصة لتحقيق متطلبات التصميم والتنفيذ الزلزالي للمباني، ووضع آلية للتنفيذ.
- تفعيل وضبط سياسة استخدام الأراضي.
- وضع خطط لتقوية وإصلاح المباني القائمة وتأهيلها لمقاومة الزلازل وهذا يتطلب وضع قوانين وسياسات وطنية.
- وضع خطط لإدارة الكوارث تتناسب مع طبيعة الحالة القائمة، وإنتاج خرائط الأخطار للمدن والتجمعات السكنية الفلسطينية.
- دعم الأبحاث العلمية المتعلقة بهندسة الزلازل، ودعم برامج التوعية والسلامة العامة.
- تدريس محتويات التوصيات المذكورة أعلاه في كليات الهندسة والكليات الأخرى ذات العلاقة.

جدول رقم (1) تصنيف درجات الانهيارات في العناصر الإنشائية وغير الإنشائية وفق المقياس EMS-98

المدينة	قابلية الإصابة				عدد المباني
	D	C	B	A	
نابلس	4.5%	18%	42%	35.5 %	700
القدس ورام الله	7%	22%	39%	32%	120
الخليل	---	---	34%	40%	120
جنين	0%	12%	43%	45%	100
قلقيلية	0%	21%	45%	34%	100
طولكرم	3%	19%	37%	41%	80
بيت لحم	---	---	39%	42%	100

جدول رقم (2) فئات قابلية الإصابة الزلزالية المتوقعة لأنماط المباني الدارجة في بعض المدن الفلسطينية

المدينة	قابلية الإصابة				عدد المباني التي تم استطلاعها
	D	C	B	A	
نابلس	3%	17%	41%	39 %	820
رام الله ، ابو ديس	7%	22%	39%	32%	120
الخليل	0%	26%	31%	43%	120
جنين	0%	12%	43%	45%	100
قلقيلية	0%	21%	45%	34%	100
طولكرم	3%	19%	37%	41%	80
بيت لحم	0%	19%	39%	42%	100

استناداً لمنهجية قابلية الإصابة الزلزالية التي تم اعتمادها في الاستطلاع الميداني للمباني، هناك صعوبة كبيرة في تحديد قابلية إصابة المباني من الفئة D .

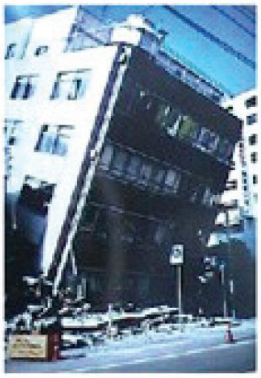
جدول رقم (3) درجات الأضرار والانهيارات المحتملة في بعض المناطق في المدن الفلسطينية

المدينة	شدة زلزالية: 7 درجات			شدة زلزالية: 8 درجات			شدة زلزالية: 9 درجات		
	درجـــات الأضـــــرار								
	5	4	3	5	4	3	5	4	3
نابلس	-	-	-	5.9%	21%	18%	15.6%	23%	15%
رام الله ، ابو ديس	-	-	-	4.8%	19%	19%	-	-	-
الخليل	-	-	-	6.5%	22%	17%	-	-	-
جنين	-	-	-	6.75%	24%	19%	-	-	-
قلقيلية	–	5.1%	20%	5.1%	20%	21%	-	-	-
طولكرم	-	6.15%	22%	6.15%	22%	18%	-	-	-
بيت لحم	-	-	-	6.3%	23%	19%	-	-	-

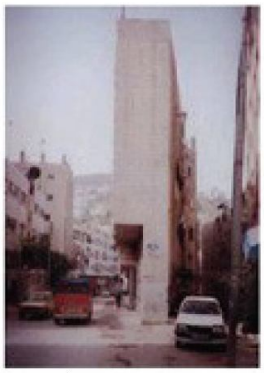
الطابق الأرضي عبارة عن طابق رخو

انهيار بسبب وجود رخاوة وضعف في الطوابق الوسطية

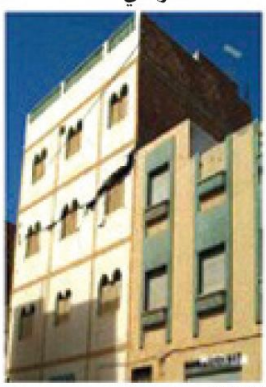
انهيار بسبب وجود رخاوة في الطابق الأرضي



انهيار بسبب وجود رخاوة في الطابق الأرضي



نسبة نحافة المبنى عالية جداً بالاضافة الى وجود طيرانات محملة



المغرب 2004 : اصطدام المبنيين بسبب عدم وجود عرض كاف للفاصل الزلزالي

زلزال الجزائر 2003

زلزال الجزائر 2003

نمط من أنماط المباني الدارجة محلياً

زلزال تركيا 1999

زلزال سان فرناندو 1971

References

Amr W.Sadek, 1998, Seismic Evaluation of Existing structures, Lectures Notes

for the Training Cource on Seismic Retrofit and Upgarding Fundamentals,

Unesco Regional office, Cairo.

Joe Maffei and others, 2000, Evaluation of Earthquake-Damaged concrete and

Masonry Wall Biuldings, Earthquake Spectra, 16 (1), 263-283.

E.M Fournier D' Albe, 1988: The Assessment of Seismic Risk, Edited by

A.Koridze, Secretary of UNESCO International Network of Earthquake

Engineering Center, Omega scientific, U.K., 31-46.

European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98) working Group M.S., European

Seismological Commission Luxembourg Cahiers du Center European de

Geodynamique at de Seismologie, Vo 1. 15.

Earthquake Engineering Research Institute (EERI) Ad Hoc committee on

Seismic Performance, 1994, Expected Seismic Performance of Buildings.

Earthquake Engineering Research Institute (EERI), Report 1996, "Scenario for a

Magnitude 7.0 Earthquake on the Hayward Fault", EERI Publication No.

HF-96.

Earthquake Engineering Research Institute (EERI), Special Earthquake Report,

Learning from Earthquake Nov. 1999. "The A thens, Greece Earthquake of

September 7, 1999". Volume 33, Number 11.

Earthquake Engineering Research Institute (EERI), 1996, Learning from

Earthquake, " Post -Earthquake Investigation Field Guide", Publication

No. 96-1.

Hanson, R.D., 1996, The evaluation of reinforced concrete members damaged

by earthquake, Earthquake Spectra, 12 (3), 457-478.

Mario Paz, 1994, International Handbook of Earthquake Engineering, First

Edition by Chapman and Hall, N Y 10119, 331-341.

Peter S., and Marjanal L., 1988, Estimation of Expected seismic Vulnerability.

UNESCO INEEC, Omega scientific, U.K., 47-62.

U.S. Geological Survey Circular 1193, 2000, Implications for Earthquake Risk

Reduction in the United States from the Kocaeli, Turkey, Earthquake of

August 17, 1999.

المراجع باللغة العربية

١ـ جلال الدبيك، ٢٠٠٠ "انماط المباني الدارجة محلياً والزلازل" مجلة المهندس الفلسطيني العدد ٤٥، ١٠٠-١٠٣

٢ـ جلال الدبيك، ١٩٩١ "تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين"، الحلقة الدراسية الرابعة لمجالس البحث العلمي العرب.

٣ ـ مشاريع بكالوريوس هندسة مدنية، ٢٠٠٠، "قابلية الإصابة للمباني الدارجة محلياً"، ذويب خ. وأسعد د. وحسين م. ويونس ع. والحسن و. عريقات ت. كلية الهندسة جامعة النجاح الوطنية، إشراف د. جلال الدبيك.