The Islamic University Journal (Series of Natural Studies and Engineering)
Vol.15, No. 1, pp 193 -217 , **2007**, ISSN 1726-6807, http// www.iugaza.edu.ps/ara/research

قابلية الإصابة والسلوك الزلزالي المتوقع للمباني في الضفة الغربية، فلسطين

د. جـلال نمـر الـدبيك

جامعة النجاح الوطنية- نابلس، فلسطين

بريد إلكتروني: seiscen@najah.edu

ملخص: تتلخص فكرة البحث في إجراء سيناريوهات زلزالية على بعض المناطق في المدن الفلسطينية كعينة عامة، وذلك من خلال تحديد حجم الأخطاء ونسبها في المباني، وبالتالي إيجاد حجم الانهيارات والأضرار المحتملة لأنماط المباني الدارجة ونسبها، وأنواعها عند تعرضها لهزات أرضية قوية أو قوية نسبيا. ويتخلل البحث استعراض لأهم الأنماط والتشكيلات المعمارية والإنشائية في المباني في فلسطين والتي لا تحقق متطلبات الأمان الزلزالي، وتناول البحث كذلك العلاقة بين قابلـيـة إصـابـة (Vulnerability) المباني بأنواعها المختلفة مع كل من الشدة الزلزالية ودرجات الأضرار والانهيارات المحتملة وفقا للمقياس الأوروبي EMS-98، واعتمادا على منهجية التقييم الاستطلاعي العام، تم إجراء تقييم ميداني سريع لعدد من المناطق في 7 مدن فلسطينية، وقد أظهرت النتائج ان قابلية الإصابة الزلزالية مرتفعة في العديد من المباني، وان هناك احتمالاً لتعرض بعض هذه المناطق لحصول أضرار و انهيارات كلية وجزئية كبيرة، بالإضافة إلى وجود احتمال كبير لتعطيل العديد من الطرق وإغلاقها في هذه المناطق، وكمحاولة للتحقق و لتدقيق نتائج التقييم الميداني العام، تم إجراء دراسة تقييميه لعدد محدود من المباني المستطلعة، وذلك باستخدام إحدى الطرق التي تعتمد على المنهجية النوعية في التقييم (Qualitative Method) ، حيث تم الاستعانة بالطريقة اليابانية للتقييم النوعي للمباني.

Vulnerability, and Expected Seismic Performance of Buildings in West Bank, Palestine

Absract there are different factors affecting the over all vulnerability of a structure in addition to its construction type. These factors are generally applicable to all types of structures. To emphasize the necessary data required for assigning the vulnerability classes for Palestinian buildings, seven , represents the almost the main regions in West Bank, were investigated by collecting information based on the site conditions, regularity and configuration structural and architectural elements of buildings, adjacency, edge material conditions ,etc.

For each city, two representative zones or more were selected for the investigation. The collected data and analysis were determined according to European Macroseismic scale 1998 (EMS) and calibrated by using Japanese qualitative method. The results showed that one third of the investigated buildings belong to seismic vulnerability of class A (Many buildings of class A will suffer heavy damage), whereas about 40 percent of the buildings indicate class B (Many buildings of class B will suffer moderate damage).

الكلمات المفتاحية: سيناريوهات زلزالية، الأنماط الإنشائية، قابلية الإصابة الزلزالية، الإنهيارات المحتملة، تقييم ميداني، فلسطين.

1- مقـــدمة :

تؤدي الكوارث الطبيعية بشكل عام، والزلازل بشكل خاص، إلى القضاء على أعداد كبيـرة مـن سكان الأرض، وتسبب الدمار للمنشآت والبنى التحتية، فالزلازل ظاهرة كونيـة لا يعلـم سـاعة حدوثها بالضبط إلا عالم الغيب "الله سبحانه وتعالى"، ولا يمكن منعها، ولكن يمكن التخفيف مـن مخاطرها من خلال اتخاذ الإجراءات اللازمة " قبل حصول الزلازل وأثناءها، وبعـدها"، وذلـك بالتخطيط والتصميم والتنفيذ والمتابعة، وبالتنسيق والتعاون المشترك على كافة المستويات، وبـين المؤسسات ذات العلاقة في الدولة " وذلك ابتداء من المـواطنين والمختصـين ووصـولا إلـى المسؤولين وأصحاب القرار"، وهذا بلا شك يتطلب وجود سياسة وطنيـة لا تقـل أهميـة عـن السياسات الوطـنية في الـمـجـالات الأخـرى [1] و [2]، فقد أظهرت الخسائر، التي ألحقتها الزلازل في كثير من مناطق العالم، في الأرواح أو الممتلكات " أن تأثيرها السلبي على اقتصـاد هذه الدول، وعلى خططها التنموية كان مدمراً [6] و[8] و [11] و[13]، ويمكن تلمس ذلك بعد سنوات وأحيانا بعد عشرات السنوات.

إن الزلازل بحد ذاتها، لا تقتل الإنسان، وأن من يفعل ذلك هو المبنـى أو الحرائـق والحـوادث الأخرى التي تحدثها أو تثيرها الزلازل (كالانزلاقات الأرضـية وانهيـار الشـوارع وخطـوط المواصلات والاتصالات ..... الخ)، من هنا تظهر أهمية هندسة الزلازل والتخصصات الأخرى في التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل.

وتكمن أهمية هذا النوع من الدراسات، في أهميته في إعداد خطـط السـيناريوهات الزلزاليـة، ومخططات الأخطار وإدارة الكوارث، وكذلك إعطاء تقديرات أولية تقريبية للخسـائر المتوقعـة، وتسليط الضوء على أنماط المباني الدارجة في فلسطين والمتوقع فشـلها فـي تحقيـق الأمـان الزلزالي، وبالتالي دعوة أصحاب القرار والمختصين إلى ضرورة أخـذ الإجـراءات اللازمـة لمعالجة الأخطار وتخفيفها بالنسبة للمباني القائمة، وعدم تكرار هذه الأخطاء في المباني الجديدة.

2. السلوك الزلزالي المتوقع لأنماط المباني الدارجة في فلسطين :

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، (تنويه: يشار إلى أن المباني العالية في قطاع غزة يتم تصميمها لمقاومة القوى الزلزالية و يتم مراجعة ذلك من قبل نقابة المهندسين

– مركز غزه) ومن خلال إجراء مقارنة سريعة للمنشآت القائمة مع متطلبات هندسة الزلازل وشروطها، تبين أن هناك نسبة كبيرة من الأنماط الإنشائية والمعمارية المستخدمة في فلسطين وبشكل خاص في مدن الضفة الغربية لا تلبي متطلبات الحد الأدنى، ولا يوجد التزام حتى بالتوصيات العامة الخاصة بتشكيل المنشآت لمقاومة أفعال الزلازل [1] و[3]، وعموماً يمكن إجمال أهم الملاحظات أو الأخطاء في تصميم بعض أنماط المباني الدارجة وتنفيذها في فلسطين بما يلي:

ـ البناء على الأراضي الجبلية شديدة الانحدار بدون إجراء التسويات اللازمة، وخصوصاً إذا كانت تربة التأسيس تتكون من الصخر الجيري المفكك (انظر شكل رقم 1).

بعض أنماط البناء الدارجة محليا

منطقة تعرضت لإنزلاقات أرضية

شكل (1) البناء على الأراضي الجبلية شديدة الانحدار

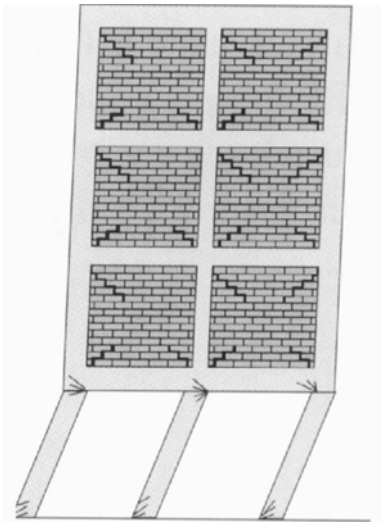
ـ البناء على أراضٍ يحتمل أن تتعرض للانزلاقات الأرضية وقت حدوث الزلازل، كالبـناء على الأراضي الصخرية الحورية شديدة الانحدار، وما يرافق ذلك من قطع وحفر يؤثر على جوار المبنى، ومما يضاعف خطورة هذا النوع من المشاكل، هو عدم اجـراء دراسـات تحليلية لاستقرار المنحدر وكذلك عدم وجود خرائط أو سياسات وطنية لاستخدام الأراضي (انظر شكل رقم 1).

ـ استخدام الطابق الرخو (Soft Story)، وهو أن يكون الطابق الأرضي، أو بعض الطوابق الاخرى من الاعمدة فقط بدون جدران وبقية الطوابق العلوية أو/ السفلية مغلقة بالـجدران العادية او المسلحة (انظر شكل رقم 2).

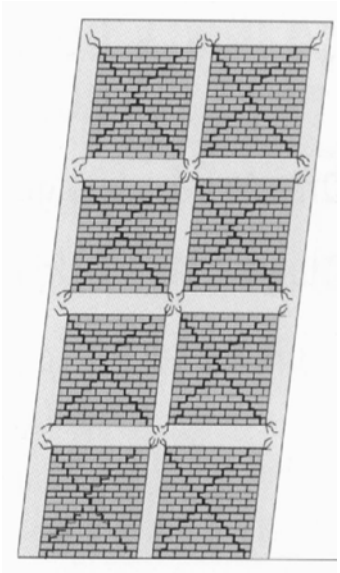
ـ وجود أو تشكيل الاعمدة والجسور القصيرة في المباني مع عدم مراعاة ان هذه التشكيلات الإنشائية تتأثر بشكل كبير بالقوى الزلزالية القاصة

انهيار طابق رخو
زلزال كوبي 1995

طابق رخو وعدم تماثل أفقي بالشكل



آلية سلوك الطابق الرخو



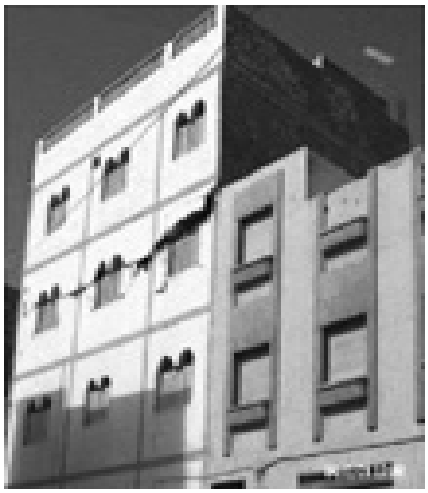
سلوك المبنى بدون طابق رخو

شكل (2) الطابق الرخو في المباني وآلية الانهيار

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

ـ عدم استخدام الفواصل الزلزالية (Seismic Joints) بين المنشآت، أو أجزاء المنشأ الواحـد، أو أحيانا عدم الالتزام بالعرض المطلوب لهذه الفواصل (انظر شكل رقم 3).

تلاصق مبنيين دون وجود عرض كافي للفاصل الزلزالي.



اصطدام مبنيين متجاورين (عرض الفاصل الزلزالي غير كافي) زلزال المغرب **2004**

شكل (3) عدم وجود عرض كافي للفواصل الزلزالية.

ـ المبالغة في استخدام الانظمة الكابولية/ الطيرانات (Cantliever Systems) في المبـانـي وخصوصا" عندما تكون بحور(Spans) هذه الطيرانات كبيرة ومحملة بـجـدران ثـقيلة (انظر الاشكال رقم 4 و 5).

ـ تصميم مباني بارتفاعات تزيد على 4 أو 5 اضعاف عرضها بدون الاخـذ بعـين الاعتبـارا لضوابط هندسة الزلازل في مثل هذا النوع من المباني (انظر شكل رقم 5).

ـ استخدام الحجر في البناء بدون تأمين ترابط وتماسك كافٍ بين الحجر والخرسـانة، حـيث تبلغ سماكة الحجر 5 سم تقريبا، ويكون سطحها الملامس للخرسانة، في الغالب أملـساً، وبالتالي من المتوقع انفصال وتساقط العديد من قطع الحجر في هذا النظام وخصـوصاً فـي المبـاني العالية.

شكل (4) المبالغة في استخدام الطيرانات خصوصا المحملة منها

شكل(5) مباني عالية النحافة

ـ الخلط بين انظمة الهياكل الخرسانية المسلحة والجدران المحمولـة، وانـظـمة الـجدران الخرسانية الحجرية المستخدمة.

ـ وجود أخطاء تنفيذية في تربيط الحديد وفي خط مساره وطرق صب الخرسانـة، واخـرى تتعلق بشاقولية العناصر الانشائية ونوعية المواد المستخدمة.

ـ عدم تأمين احاطة (Confinement) كافية للمناطق الحرجة، وخصوصا فـي مـنـاطـق المفاصل أو العقد (مناطق تقاطع الأعمدة مع الجسور/ الكمرات)، وكـذلك عـدم تحـقيـق تفاصيل التسليح اللازمة (انظر شكل رقم 6).

ـ عدم تأمين النوعية اللازمة للخرسانة وخصوصا" في العناصر الانشائية، وغالبا مـا يـكون

السبب الرئيسي لضعف الخرسانة هو أخطاء في التنفيذ، وعدم ايناع وسقاية الخرسانة بعد صبها، اما في المباني القديمة فهناك عوامل الاهتراء والتآكل والصدأ التـي تنـتج عـن عمـر المبنـى والظروف المحيطة، بالاضافة لعدم اجراء الصيانة الدورية اللازمة.

و يشار إلى أن العديد من المباني القائمة، تحتوي على واحدة أو اكثر من الملاحظات او الاخطاء المذكورة أعلاه وهذا ما ستؤكده الدراسة الميدانية.

زلزال الجزائر 2003

زلزال الجزائر 2003

شكل (6) انهيارات في المباني بسبب المفاصل (العقد) بين الأعمدة والجسور

3. قابليـــة الإصابـــة الزلزالية :

يستخدم مصطلح قابلية الإصابة (Vulnerability) الزلزالية للتعبير عن الاختلافات في طريـق 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 إن المباني، التي تعرضت لأضرار أقل، لها قابلية إصابة أقل من المباني التـي تعرضـت لأضرار أكبر، والعكس صحيح، وتعتمد قابلية المباني للإصابة على زلزالية المنطقـة، وطبيعـة تربة الموقع، بالإضافة إلى طبيعة النظام الإنشائي ونوعيته وتشكيله، وتوزيع عناصره المعمارية والإنشائية.

ويستطيع كل من يشعر بالزلزال تحديد درجة شدته في مكان وجوده مباشرة باستخدام مشـاهداته، وبالرجوع إلى وصف درجات مقاييس الشدة مـثل مقـياس مـيـركـالـي المـعـدل MM (Modified Mercalli)أو مقياس MSK (Medvedev Sponbeuer Karink)، أما مقيـاس ريختر M (Magnitude) فيعتمد على قياس مقدار الطاقة المتحررة من بؤرة الزلزال، وذلك من خلال الاستعانة بأجهزة رصد الزلازل، وبمعادلات رياضية خاصة، وتمثل درجته مقياساً للمقدار، أو القوة، وعموما" تستخدم المراجع العلمية عند وصفها لدرجات الزلازل كل مـــن درجـــات الـشـدة MM أو المقدار M.

1.3 تصنيف الأضرار والانهيارات :

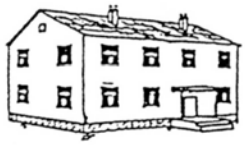
تتأثر درجة انهيار أو أعطاب المباني تحت تأثير القوى الزلزالية بعدد من العوامل، وتصنف هذه الاضرار بدورها حسب المقياس الأوروبي (European Macroseismic Scale) [7] الـى خمـس درجات، ولتسهيل وصف الأضرار، وبالتالي تحديد درجتها، تم تصنيف المبـاني الـى مجموعتين: مجموعة المباني الخرسانية المسلحة، والمجموعة الثانية خـــاصة بالمبـاني غيـر المـسلحة (Masonry Buildings)، ولأخذ فكرة عن درجات الأضرار في العناصر الإنشائية وغير الإنشائية وفق المقياس EMS – 98 انظرالأشكال(7و8).

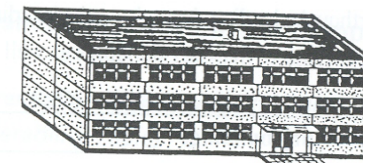
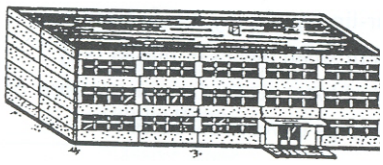
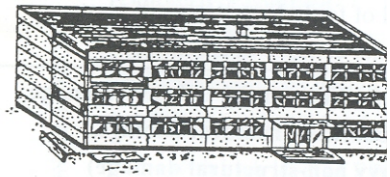
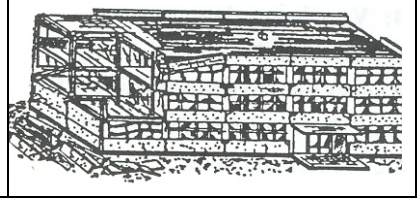
1.4 أنواع المباني وفئات قابلية الإصابة :

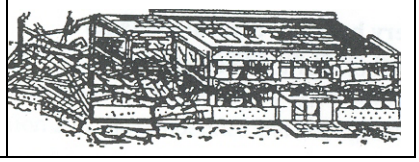
برهنت نتائج دراسات قابلية الإصابة للمناطق التي تـعـرضـت لـهـزات أرضـيـة [7] و[8] إلى وجود علاقة واضحة بين كل من نوع المباني ونمطها (Building Types)، وفئـات قابلية الإصابة(Vulnerability Classes)، وقد تم تصنيف المباني وفق المقياس EMS-98 إلى 6 فئـات (من A إلى F، انظر شكل رقم 9)، ويظهر من الجدول، بشكل واضـح، أن قابليـة

الإصابة تتأثر بنوع البناء ونمطه، بالإضافة إلى نوع الأنظمة الإنشائية والمواد المستخدمة، وتتأثر كذلك بتصميم المنشآت وتنفيذها وفق ضوابط و متطلبات هندسة الزلازل.

شكل (7) درجات الأضرار والانهيارات وفقا للمقياس الأوروبي EMS-98

تصنيف االإنهيار في مباني الطوب (المباني غير المسلحة) Classification of damage to masonry building	
ضرر من الدرجة الأولى: (Damage of grade (1ضرر مهمل إلى سطحي يمكن تجاهله . (لا أضرار في العناصر الإنشائية وبسيطة في العناصر غير الإنشائية) تشققات شعرية في عدد قليل من جدا من الجدران، سقوط قطع صغيرة من القصارة. في حالات نادرة تسقط الحجارة غير المثبتة (الضعيفة) من الأماكن العالية.	
ضرر من الدرجة الثانية: (Damage of grade 2) ضرر متوسط . (سطحي في العناصر الإنشائية ومتوسط في العناصر غير الإنشائية) تشققات في عدد من الجدران، سقوط قطع كبيرة من القصارة بشكل واضح، تدمير جزئي للمداخن فوق السطح.	
ضرر من الدرجة الثالثة: (Damage of grade 3) الضرر كبير/شديد (متوسط في العناصر الإنشائية وقوي وشديد في العناصر غير الإنشائية)، تشققات كبيرة ممتدة في معظم الجدران، يظهر انفصال بين السطح والجدران. تدمير كلي للمداخن فوق السطح. سقوط بعض العناصر غير الإنشائية غير المربوطة جيدا كالقواطع.	
ضرر من الدرجة الرابعة: (Damage of grade 4) ضرر شديد جدا. في العناصر الإنشائية وشديد جدا في العناصر غير الإنشائية) سقوط خطير للجدران، سقوط جزئي للعناصر غير الإنشائية من أسقف وبلاطات.	
ضرر من الدرجة الخامسة: (Damage of grade 5) انهيار وهدم. (انهيار شديد جدا في العناصر الإنشائية) سقوط و انهيار كلي أو قريب من الكلي.	

تصنيف الانهيار في المباني المسلحة Classification of damage to buildings of reinforced concrete	
	**أضرار من الدرجة الأولى (Grade1):** مهمل إلى سطحي يمكن تجاهله (لا أضرار في العناصر الإنشائية) تشققات بسيطة في القصارة والقواطع و الجدران المستخدمة كتقسيمات داخلية
	**أضرار من الدرجة الثانية (Grade 2):** (بسيط يمكن إهماله في العناصر الإنشائية). تشققات في الأعمدة و الجسور و الجدران الحاملة. تشققات في القواطع و سقوط القصارة، سقوط المونة عند مناطق الالتقاء بين الجدران و الإطارات.
	**أضرار من الدرجة الثالثة (Grade 3):** (متوسط في العناصر الإنشائية وشديد في العناصر غير الإنشائية). تشققات في الأعمدة وفي مناطق التقاء الجسور مع الأعمدة أو عند التقاء جدارين. سقوط أو تشقق الغطاء الخرساني بسبب انحناء الحديد، تشققات كبيرة في القواطع و الجدران، سقوط للجدران غير المسلحة و غير المربوطة بجدران أخرى.
	**أضرار من الدرجة الرابعة (Grade 4):** (شديد في العناصر الإنشائية، وشديد جداً في العناصر غير الإنشائية) تشققات كبيرة في العناصر الإنشائية. هدم وانهيار تام لعدد قليل من الأعمدة أو بعض البلاطات المنفردة.

	**أضرار من الدرجة الخامسة (Grade 5):** (انهيارات و أضرار كبيرة جداً في العناصر الإنشائية) انهيار الأسقف أو انهيار أجزاء من المبنى. انهيار كلي أو شبه كلي.

شكل (8): درجات الأضرار و الانهيارات وفقاً للمقياس الأوروبي EMS-98

نوع المبنى	النظام الإنشائي	فئات قابلية الإصابة Vulnerability Class A	B	C	D	E	F
مبانى من الطوب (masonry)	مباني من الحجارة (دبش قطع غير مصقولة) Rubble stone, Fieldstone	○					
	مباني طينية (من اللبن) adobe (earth brick)	○⊣					
	مباني من الحجارة البسيطة (أشكالها غير معقدة) simple stone	⊢○					
	مباني من الحجارة الكبيرة قوية متماسكة massive stone		⊢○⊣				
	مباني غير مسلحة (حجارة مصنعة) unreinforced, with manufactured stone units.	⊢○⊣					
	مباني غير مسلحة (لكن البلاطات مسلحة) unreinforced, with RC floors		⊢○⊣				
	مباني من الطوب المسلح reinforced or confined			⊢○⊣			
مبانى من الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete RC)	إطارات غير مصممة لمقاومة الزلازل frame without ERD	⊢┈○⊣					
	إطارات مصممة تصميم متوسط لمقاومة الزلازل frame with moderate level of ERD		⊢┈○⊣				
	إطارات مصممة تصميم جيد لمقاومة الزلازل frame with high level of ERD			⊢┈○			
	جدران مسلحة غير مصممة لمقاومة الزلازل walls without ERD		⊢○⊣				
	جدران مسلحة مصممة تصميم متوسط لمقاومة الزلازل walls with moderate level of ERD			⊢○⊣			
	جدران مسلحة مصممة تصميم جيد لمقاومة الزلازل walls with high level of ERD				⊢○⊣		
Steel	منشآت معدنية steel structures			⊢┈○			
Wood	منشآت خشبية timber structures		⊢┈○⊣				

○ تشير إلى فئة قابلية الإصابة التي يقع فيها المبنى ——⊣ احتمالية انتقال المبنى إلى الفئة الأخرى

┈┈ احتمالية أقل لانتقال المبنى إلى الفئة الأخرى ERD : التصميم المقاوم للزلازل

(Earthquake Resistant Design)

شكل (9) أنواع المباني وفئات قابلية الإصابة وفقاً للمقياس EMS98

3.3 الشدة الزلزالية وفئات قابلية الإصابة ودرجات الانهيار :

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

3.4 الدرجة الثامنة : مصدعة :

أ ـ معظم الناس يجدون صعوبة في الوقوف حتى خارج الابنية.

ب ـ ينقلب الأثاث وتسقط الأشياء مثل التلفاز والطابعات.. الخ على الأرض،
وتتحرك الشواهد وقد تنقلب أو تلتوي.. و يمكن مشاهدة التموجـات علـى الأرض الضـعيفة أو الرخوة جدا".

ج ـ العديد من أبنية الفئة A تعاني من درجة أضـرار مقـدارها 4 (Damage of grade4)، والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة 5.

ـ العديد من أبنية الفئة B تعاني من درجة أضرار مقـ ـدارها 3 (Damage of grade3)، و القليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة 4.

ـ العديد من أبنية الفئة C تعاني من درجة أضرار مـقـدارهـا 2(Damage of grade 2)، والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة 3.

ـ بعض أبنية الفئة D تتعرض لاضرار من الدرجة 2 (Damage of grade 2).

3.5 الدرجة التاسعة: عالية التصدع :

أ) ذعر عام، يقع الناس قسرا على الأرض.

ب) يسقط أو يتهشم العديد من الأضرحة والأعمدة، و يمكن مشاهدة التـموجات على الأرض الضعيفة.

ج) العديد من أبنية الفئة A تعاني من درجة أضرار مقدارها 5 (Damage of grade 5).

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

ـ العديد من أبنية الفئة C تعاني من درجة أضرار مقدارها 3 والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة 4.

ـ العديد من أبنية الفئة D تعاني من درجة أضرار مقدارها 2 والقليل منها يتعرض لأضرار من الدرجة 3.

ـ بعض أبينة الفئة E تتعرض لأضرار من الدرجة 2.

ويشـ ـار إلى أن الدلالة الكمية النسبية لكل من: معظم، وعديد، وقليل، تساوي تقريبـا حسـب EMS-98 :60-100% و 20-60 % و 10-20% على التوالي.

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

4. التقييم الزلزالي للمباني وقابلية الإصابة :

تعتمد فلسفة تخفيف المخاطر الزلزالية على اتخاذ عدد من الإجراءات وتنفيذها قبل حصول الزلازل وأثناءه وبعده، ويعتبر التقييم الزلزالي للمنشآت القائمة من أهم نتائج السيناريوهات الزلزالية التي يتم إجراؤها على المدن، أو على أحياء مختارة في هذه المدن، وتكمن أهمية إجراء هذا النوع من الدراسات في إعطاء المختصين واصحاب القرار تقديرات تقريبية للخسائر المتوقعة، وبالتالي اتخاذ الاجراءات اللازمة على كافة الاصعدة والمستويات للتخفيف من الاخطار، وذلك من خلال وضع خطط وطنية لتطوير الجاهزية على المدى الزمني القصير والمتوسط والبعيد.

3.2 الاستطلاع الميداني وقابلية الإصابة :

هدفت هذه الدراسة إلى وضع أسلوب جديد لتقدير الأخطار، وتقييم مدى تعرض المباني والمنشآت للزلزال، ويتم تحديد مستويات هذا التعرض عن طريق تصنيف المباني إلى فئات قابلية الإصـابة (Vulnerability Classes)، ويعتمد هذا الأسلوب لتصنيف المباني على نوع النظام الإنشـائي للمبنى باعتباره العامل الرئيسي، وعلى تحديد قابلية الإصابة لكل عنصر أو نمط مـن الأنمـاط الإنشائية والمعمارية التي تم توضيحها في البند الثاني (السلوك الزلزالي لأنماط المباني الدارجـة في فلسطين)، ومن ثم تحديد قابلية الإصابة الزلزالية للمبنى ككل.

أ - طريقة أخذ العينة:

إن الأخطاء في السلوك الزلزالي للمباني سواء كانت ذات طبيعية إنشائية، أو معمارية، موجـودة بشكل متكرر في المباني الدارجة محلياً، ولها تأثير خطير على المباني عند تعرضها للـزلازل،

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 هذه الأخطاء ونسبها، وبالتالي تحديد مدى قابلية الإصابة، واحتمال التعرض للخطر عند حدوث الزلازل، ولأخذ هذه العينة هناك طريقتان:

- **الطريقة الأولى :** أخذ نسبه عشوائية وفقا 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 البناء الإنشائي والمعماري، وهذا، بشكل عام، نادراً 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، 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، التي تتشابه في النمط والموقع والزلزالية مع المنطقة أو المناطق التي تم استطلاعها ميدانياً.

تتضمن الدراسة الميدانية استطلاع منطقتين أو أكثر (أجزاء كاملة و متواصلة في أحياء المدن قيد الدراسة) في المدن التي شملتها الدراسة وهي: القدس و نابلس و رام الله وبيت لحم والخليل وجنين وطولكرم وقلقيلية، وعموماً يندرج حجم هذه العينات في المدينة الواحدة ضمن ما يسمى دراسة عينات متوسطة العدد[16]، 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

تعتمد قابلية الإصابة الزلزالية للمباني بالدرجة الأولى على نوع الأنظمة الإنشائية المستخدمة في هذه المباني وطبيعتها، فاستنادا" إلى الأحداث الزلزالية والمراجع العلمية المختصة [6] و[7] و[8] و[9] و[10] و[11] و[12] و[13] و[14] فان المباني والمنشآت المنتظمة (Regular Buildings)، وان لم تصمم للزلازل، فان قابلية إصابتها

الزلزالية من المتوقع أن تكون كما يلي:

ـ المباني القديمة من الجدران الحجرية الحاملة غير المسلحة قابلية إصابتها الزلزالية تقدر بالفئة B.

- المباني الخرسانية الهيكلية(Reinforced concrete frame buildings) والمباني الهيكلية المكتفه (Braced buildings) قابلية إصابتها تقدر بالفئة C، فبالنسبة لمعظم أنماط المباني المستخدمة حاليا في فلسطين، والتي تتشكل أنظمتها الإنشائية من أعمدة وجسور، ويتخلل جدرانها الخارجية طبقة من الخرسانة مكسوه بالقطع الحجرية يمكن تصنيفها من هذه الفئة.

ـ مباني الجدران الخرسانية المسلحة قابلية إصابتها الزلزالية تقدر بالفئة D (والمقصود بهذا النوع من المباني، المباني المزودة بجدران قص Shear walls موزعة بشكل متماثل).

ولمزيد من المعلومات والتفاصيل حول العلاقة بين الأنظمة الإنشائية للمباني وقابلية إصابتها الزلزالية (انظر الشكل رقم 9).

وبناء على تأثير تصرف العناصر والتشكيلات الإنشائية والمعمارية على سلوك المنشأ واستقراره تم كذلك تحديد قابلية الإصابة لكل عنصر أو تشكيل إنشائي أو معماري على انفراد، فمثلا الطابق الرخو هو عبارة عن حالة عدم تماثل رأسي في الصلابة (rigidity)، وبسبب خطورة هذا المعامل (الطابق الرخو) تم إدراجه في جدول قابلية الإصابة كعامل منفصل حيث يمكن أن ترتفع بسببه قابلية إصابة المبنى من الفئة C إلى الفئةB أو حتى إلى الفئةA في حالة كون الطابق كبير الرخاوة، وهذا يحصل عادة بسبب الاختلاف الكبير في صلابة (Stiffness) العناصر الإنشائية الرأسية في الطوابق المتتالية (انظر شكل 2)، وحيث أن عدم التماثل الرأسي في الصلابة والمقاومة لا ينحصر في ظاهرة الطابق الرخو، فقد يكون عدم التماثل جزئياً: كأن تكون هناك تشكيلات إنشائية أو/ و معمارية مختلفة بين طوابق المبنى، وهذا سيؤدي إلى حصول اختلاف نسبي في صلابة الطوابق المتتالية (Variation in Stiffness)، ولهذا النوع من عدم التماثل، وخصوصاً في الحالات التي يكون الاختلاف في الصلابة بين الطوابق غير كبير، يمكن اعتماد الفئة B كتصنيف لقابلية الإصابة، وذلك على اعتبار أن معظم المباني القائمة غير مصممه لمقاومة الزلازل.

وفي عملية تحديد أثر التشكيل المعماري والإنشائي وغيرها من العوامل (العوامل الموجودة في البند2) على قابلية الإصابة الزلزالية للمبنى روعي أن تتضمن جداول التقييم الميداني على عمود، أو خانة لكل عامل على حدة، بحيث يمكن أن يظهر، من خلالها، مدى تأثير هذا العامل،

وقد استخدم لتحديد مدى أو حجم التأثير ثلاث مستويات، وهي: عـالي التـأثير (H)، ومتوسـط التأثير (M)، وقليل التأثير (L)، انظر الجدول (1)، فمن خلال تأثير كل عامل على انفـراد على قابلية الإصابة يمكن استخدام معلومات الاستطلاع الميداني الموجـودة فـي الجـدول (1)، لتحديد قابلية الإصابة الزلزالية للمبنى استنادا لنوع نظامه الإنشائي وطبيعته وكذلك بنـاء علـى العوامل الموجودة في هذا الجدول.

بعض العوامل كعدم التماثل الأفقي في الشكل، قد تؤدي إلى اعتماد أكثر من فئة لقابلية الإصـابة، فكلما ازداد عدم التماثل في المباني غير المصممة زلزاليا كانت القابلية للإصابة أكبر، وذلك لأن عدم التماثل الأفقي في الشكل يؤدي إلى حصول عدم تماثل أفقي في الصلابة وبالتـالي تعـرض المنشأ إلى عزوم التواء. وتجدر الإشارة هنا إلى أن عملية تحديد قابلية الإصابة للمباني وفقاً لهذه المنهجية هي عملية تقريبية، ولكنها تعطي مؤشراً عن حالة المنشآت وقابليتها للإصابة الزلزاليـة كمجموعة مبانٍ وليس لكل مبنى على حده.

وبالاستعانة بمنهجية المقياس EMS-98 وضوابطه وحيث إن العناصر والتشـكيلات الإنشـائية 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 وأخـرى، انظـر جدول (2)، ومن خلال المعلومات الموجودة في الجدول، يلاحظ ان قابلية الإصـابة الزلزاليـة لأنماط المباني الدارجة محليا مرتفعة، فمعظم المباني التي تم استطلاعها تراوحت قابلية إصابتها بين الفئة A و B والقليل منها من الفئةC، في حين كانت المباني من الفئة D محدودة جدا" وهذا يعود لطبيعة المباني ونوعيتها، وللمنهجية والطريقة المستخدمة ولخبرة المقيم، وكذلك اظهر التقييم انه لا يوجد فئات من نوع F وE في المباني التي تم استطلاعها، وذلك لكون هذه الفئات خاصـة بأنماط وتصاميم إنشائية زلزالية غير موجودة أصلا" في مباني المناطق المدروسـة ، وعمومـا" يتوقع بأن يكون وجود هذه الفئات في المباني في فلسطين محدوداً جدا".

ج. درجات الأضرار و الانهيارات المحتملة :

بالاستناد إلى أهم العوامل التي تؤثر على الشدة الزلزالية لخريطة التسارع الأرضـي الزلزالـي وتاريخ الزلازل، ومواقع المدن، وبعدها عن المراكز السطحية للزلازل المتوقعة، تم تحديد درجة الشدة الزلزالية المتوقعة لمعظم المدن الفلسطينية، فبناء على الأحداث الزلزالية التي تعرضت لها المنطقـة سـابقا" يتوقـع أن تتعـرض العديـد مـن المـدن الفلسـطينية "لاسـمح الله" لشـدة

فئة قابلية الإصابة				معامل الأهمية (I)	تشكيل المدخل الرئيسي	وجود أنظمة الطيران	وجود أعمدة قصيرة	وجود طابق رخو	فواصل زلزالية	عدم تماثل عمودي	عدم تماثل أفقي	نسبة النحافة	حالة المبنى (المواد)	نوع التربة	إنحدار الموقع	التصميم الزلزالي	نوع البناء	عوامل / رمز المبنى	الرقم
A	B	C	D																
■				1.2	unsafe	H-W_H	M	H	-	M	L	8	G	S_C	M	Without	R.C-Mas	Nablus\Z213	٣٠١
		■		1	Safe	L-W_L	L	-	-	L	-	<3	E	S_B	-	Without	R.C-Mas	Nablus\Z214	٣٠٢
	■			1	unsafe	L-W_L	M	-	-	M	-	<3	G	S_B	-	Without	Masonry	Nablus\Z215	٣٠٣
■				1	Safe	M-W_M	L	L	d=2cm	H	M	<3	B	S_B	M	Without	Masonry	Nablus\Z216	٣٠٤
■				1	unsafe	-	L	-	d=1cm	M	-	<3	G	S_C	L	Without	Old Masonry	Nablus\Z217	٣٠٥
		■		1	Safe	-	L	-	-	-	L	<3	V.G	S_A	L	Without	R.C-Mas	Nablus\Z218	٣٠٦
	■			1	Safe	L-W_L	L	L	-	L	M	<3	V.G	S_A	L	Without	R.C-Mas	Nablus\Z219	٣٠٧
	■			1	unsafe	-	L	L	-	L	M	5	G	S_A	L	Without	R.C-Mas	Nablus\Z220	٣٠٨
■				1	Safe	H-W_H	L	L	d=2cm	L	H	<3	G	S_B	M	Without	R.C-Mas	Nablus\Z221	٣٠٩
■				1	Safe	M-W_L	-	-	-	L	L	<3	V.G	S_B	L	Without	Masonry	Nablus\Z222	٣١٠
	■			1	Safe	M-W_L	L	-	-	-	-	<3	G	S_B	L	Without	Masonry	Nablus\Z223	٣١١
	■			1	Safe	-	L	-	-	L	L	7	G	S_B	M	Without	R.C-Mas	Nablus\Z224	٣١٢
			■	1	Safe	-		-	-	-	-	<3	V.G	S_B	L	Without	R.C-Mas	Nablus\Z225	٣١٣
■				1	Safe	M-W_H	M	M	d=1cm	M	M	<3	V.G	S_B	M	Without	Masonry	Nablus\Z226	٣١٤
	■			1	Safe	-			-	-	-	<3	V.G	S_B	-	Without	Old Masonry	Nablus\Z227	٣١٥

L: Low
M: Moderate
H: High
W_L: Low weight
W_M: Moderate weight
W_H: Heavy weight
ERD: Earthquake Resistance Design

E: Excellent
V.G: Very Good
G: Good
B: Bad
V.B: Very Bad

I= 1, Normal, Residential Buildings.
I=1.2, Hazardous Buildings, Schools, Hospitals.
I= 1.5, Essential Buildings, Power- Generating stations,All structures with occupancy grater than 500 Persons.
(-): Not applied or no effect for the mentioned factor.

S_A: Hard Rock.
S_B: Rock.
S_C: Very dense soil and soft rock.
R.C.Mas: Reinforced concrete beams and columns with exterior decorative masonry walls.

جدول (1): التقييم الميداني السريع وقابلية الإصابة الزلزالية لأنماط المباني الدارجة محليا.

قابلية الإصابة والسلوك الزلزالي المتوقع للمباني في الضفة الغربية

جدول(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 والقدس	7%	22%	39%	23%	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

زلزالية تتراوح بين 7 إلى 8 درجات، في حين يمكن أن تتعرض مناطق أو أحياء بعض المـدن كأريحا ونابلس وصفد إلى شدة زلزالية تتراوح بـيـن 8 – 9 درجات، وبناء على نتائج قابلية الإصابة للمباني وللعلاقة بينها وبين كل من الشدة الزلزالية ودرجات الأضرار والانهيارات، تم تشكيل منحنيات لوصف العلاقة بين كل من نسبة الأضرار المحتملة ونوعها فـي المـدن قيـد الدراسة، وذلك لأكثر من شدة زلزالية، وللإطلاع على نسب درجات الأضـرار والانهيـارات المحتملة في بعض المدن الفلسطينية أنظر جدول (3).

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

المدينة	شدة زلزالية: 7 درجات			شدة زلزالية: 8 درجات			شدة زلزالية: 9 درجات		
	درجـ ـات الأضـ ـرار								
	5	4	3	5	4	3	5	4	3
نابلس				5.9%	21%	18%	**15.6%**	23%	15%
رام الله والقدس	-	-	-	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%	-	-	-

تنويه: جدول مقياس الشدة يتكون من 12 درجة، درجات الشدة المذكورة أعلاه لا تمثـل مقيـاس ريختر، يشارالى **ان** مقياس ريختر يستخدم للتعبير عن مقدار أو قوة الزلزال ودرجته القصـوى 9 درجات، وان سمي بالمقياس المفتوح.

د. التقييم باستخدام ضوابط ومؤشرات التقييم النوعي :

لمعايرة نتائج قابلية الإصابة الزلزالية التي تم الحصول عليها، تم إجراء تقييم زلزالي أكثر دقـة يعتمد على المنهجية النوعية (المقارنة بين المؤشر الزلزالي I_s ومؤشر الحماية E_T استنادا" إلى الطريقة اليابانية)، واجري هذا التقييم على 20 مبنى تم اختيارها بشكل عشـوائي مـن قائمـة المباني التي تم استطلاعها في كل من نابلس ورام الله وجنين، وباستخدام هذه الطريقـة يحكـم على المنشأ بأنه آمن زلزالياً، إذا تحقق الشرط التالي: $I_s > E_T$ ، أي إذا كانت المقدرة اكبـر مـن الحـاجـة (Capacity > demand)، واستناداً لهذه الطريقة يمكن إيجاد قيمة المؤشر الزلزالي لكل طابق، أو لكل هيكل على حده من خلال استخدام المعادلة التالية:

$$I_s = E_o\ G\ So\ T \qquad (1)$$

$$E_o = \Phi\ C\ F \qquad (2)$$

حيث :

E_o : the basic seismic index
G : the geological index
SD: the structural design index
T: the time index
Φ : the story index
C : the strength index
F : the ductility index

يمثل العامل G عامل تأثير الموقع، أو العامل الذي يصف تضخيم القوى الزلزالية بسبب طبيعة ونوعية تربة الموقع، وفي حالة عدم توفر معلومات عن تربة الموقع تكون قيمة G تساوي1.

ولتحديد قيمة المؤشر الزلزالي I_s وضبطه هناك ثلاثة مستـويـات لـخـطـوات وطـرق الـحـل (انظر الشكل 10)، ولإيجاد قيم العوامل والمؤشرات اللازمة لحساب المؤشر الزلزالي الأساسـي E_o يمكـن الاسـتعانة بـالكود اليابـاني الزلزالـي أو المصـدر [15].

This seismic protection index E_T is a one level index and can be Estimated the following equation:

$$E_T = E_S G_G C \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1.3$$

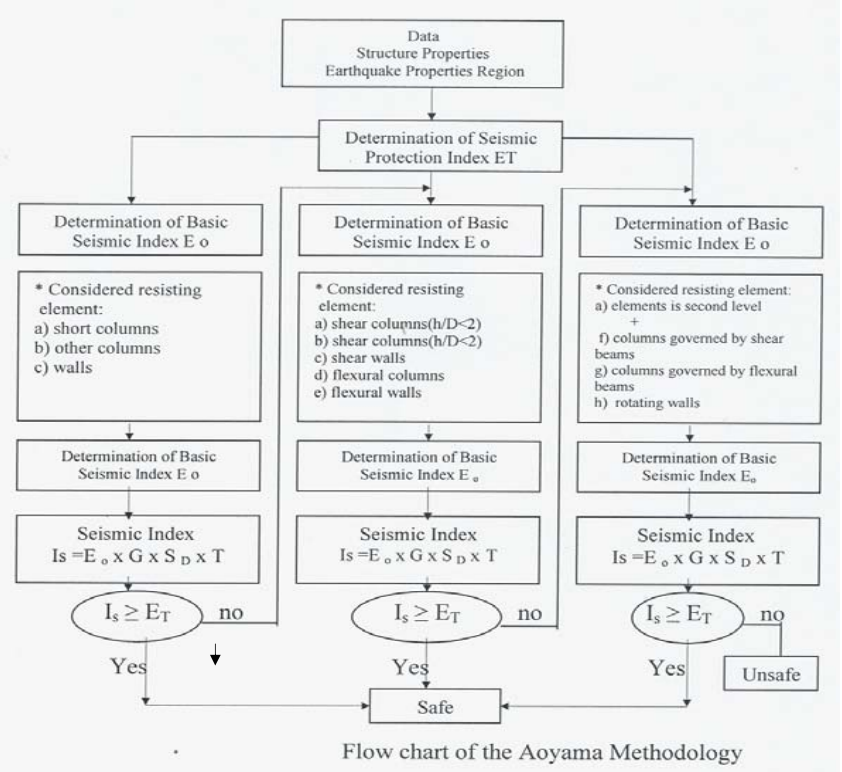
$$E_S = (C_R F) . (a_g \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1.4$$

$C_R .F = 3.15 \sqrt{\frac{T_g}{2T}} \leq 3.15$ for flexural yielding type buildings

$C_R.F = 2.90 \sqrt{\frac{T_g}{2T}} \leq 3.15$ for flexural yielding type buildings

Where

E_s : the basic seismic protection index
G_G : correction factor for topography
C_I : importance factor
C_R : strength ratio (strength divided by the mass and ground peak acceleration)
F : the ductility index
a_g/g : the ground peak acceleration divided by gravity acceleration
T_g : perdominant period of the ground
T : natural period of the building



Flow chart of the Aoyama Methodology

شكل (10) التقييم الزلزالي للمنشآت القائمة وفق الطريقة اليابانية للتقييم النوعي للمنشآت(Amr,1998)

أما قيمة مؤشر الحماية E_T فيمكن إيجاده باستخدام المعادلات التالية:

$$E_T = E_s\, G_G\, C_1 \qquad (3)$$

$$E_s = (C_R F).\ (a_g / g) \qquad (4)$$

وللتعرف إلى العوامل والمؤشرات اللازمة لحساب E_T ، انظر كود البناء الزلزالي الياباني أو المصدر [15]، حيث E_s يمثل قيمة مؤشر الحماية الزلزالي الأساسي، و GG معامل طبوغرافية الموقع، وI معامل الأهمية، وF مؤشر الممطولية، وCR معامل المقاومة.

ولمعايرة نتائج قابلية الإصابة الزلزالية لألف وستمائة مبنى تقريباً (انظر جدول رقم2) تم استطلاعها وفقاً للمعيار الأوروبي EMS-98، والمعايير التي يتضمنها الجدول (1)، تم بشكل عشوائي اختيار 20 مبنى من قائمة مدن نابلس ورام الله وجنين، وتم إيجاد المؤشر الزلزالي ومؤشر الحماية لكل مبنى من هذه المباني، فبالاستعانة بخريطة التسارع الزلزالي الأرضي لفلسطين، والصادرة عن مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل في جامعة النجاح الوطنية و[2] تم إيجاد النسبة a_g/g ، حيث قيمة هذا المعامل 0.15 لمدينة قلقيلية وطولكرم والخليل، و 0.20 لمدينة القدس ورام الله وجنين وبيت لحم (0.2 – 0.25) لمدينة نابلس، وقد أظهرت نتائج التقييم النوعي للمباني (انظر الجدول 4) وجود تقارب كبير مع نتائج الاستطلاع الميداني لقابلية الإصابة الزلزالية، فقابلية الإصابة لهذه المباني تندرج تحت الفئة A وB باستثناء مبنى واحد يندرج تحت الفئة C (جدول 4) ، ففي حين كان الفرق واضحاً بين كل من المؤشر الزلزالي ومؤشر الحماية للمباني B1 وB2 وB3 وB6 وB7 و B9(أي أن المباني لا تحقق الأمان الزلزالي)، كان الفرق بسيطاً في المبانيB5 وB8، وفي حالة تم التعامل مع التقييم وفق خطواته الثلاث (انظر الشكل 10)، هناك احتمال بأن يتحقق الأمان الزلزالي للمبنيB5 وB8، وبالإطلاع على نتائج تقييم المبنى B3 يلاحظ أنه تم تصنيف قابليته للإصابة من خلال تقييم الاستطلاع الميداني بالفئة C، وهذه الفئة عموماً توفر مستوى جيداً من الأمان الزلزالي، وبذلك تطابقت هذه النتيجة مع نتيجة التقييم النوعي.

ويشار إلى أن تحديد قيمة بعض المؤشرات اللازمة لتقييم السلوك الزلزالي للمباني حسب الطريقة اليابانية، التي يتضمنها الجدول (4) والشكل(10)، يتطلب حساً وخبرة هندسية بآلية عمل هذه المباني، وبنفس الوقت هناك عوامل ومؤشرات يصعب تحديدها بدقة، وذلك لارتباطها بنوع النظام الإنشائي وطبيعته ومواد البناء المستخدمة، وهذا يتطلب لاحقاً تطوير طرق ذات منهجية نوعية، يتم من خلالها، ضبط العوامل والمؤشرات التي تتعلق بالسلوك الإنشائي ومواد البناء.

قابلية الإصابة والسلوك الزلزالي المتوقع للمباني في الضفة الغربية

ومن الجدير بالذكر، أنه عند تحديد قيم المؤشرات والعوامل اللازمـة للتقيـيم، روعـي بـأن استخدامها يندرج ضمن المنهجية العامة، وذلك للقناعة الأكيدة أن ما يصلح في اليابـان، لـيس بالضرورة أن يكون مناسباً لفلسطين، وكمرحلة أو كخطوة ثانية لهذا البحث سيتم " إن شـاء الله" إجراء دراسة تجريبية باستخدام أجهزة الدراسات الزلزالية الحقلية على مبـانٍ قائمـة، وذلـك لتصنيف أنماط المباني الدارجة، وإيجاد مؤشر الزمن الدوري (T) ومؤشر الممطولية و الصلابة لكل صنف، وبالتالي الاستفادة من نتائج الدراسات التجريبية في بناء معادلات تحليليـة لأنمـاط المباني الدارجة في فلسطين.

جدول (4) التقييم باستخدام المنهجية النوعية ـ المؤشر الزلزالي ومؤشر الحماية وفقاً للطريقة اليابانية

I_s	Q	C	F	T_T	S_D	G	Build
0.21	1	1.2	0.45	0.7	0.7	0.8	B1
0.21	1	1.25	0.45	0.7	0.8	0.67	B2
0.28	1	1	0.45	0.7	0.9	1	B3
0.27	1.25	1.5	0.5	0.6	0.6	0.8	B4
0.34	1.25	1.25	0.55	0.7	0.7	0.8	B5
0.28	1.25	1.5	0.5	0.5	0.6	1	B6
0.40	1	1.25	0.55	0.8	0.8	0.9	B7
0.42	1	1.2	0.55	0.9	0.7	1	B8
0.37	1	1.35	0.55	0.8	0.7	0.9	B9

V_{ul}	E_{val}	E_T	A_g g	T	T_T	C_I	G_G	Build
A	No	0.38	0.12	0.2	0.5	1	1	B1
A	No	0.38	0.12	0.3	0.6	1	1	B2
C	Y	0.29	0.12	0.25	0.3	1	1	B3
A	No	0.51	0.24	0.4	0.3	1	1.2	B4
B	No*	0.40	0.24	0.9	0.3	1	1.3	B5
A	No	0.46	0.24	0.5	0.3	1	1.2	B6
B	No	0.53	0.24	0.5	0.4	1	1.1	B7
B	No*	0.436	0.24	0.45	0.4	1	1	B8
A	No	0.54	0.24	0.35	0.35	1	1.1	B9

E_{va}: التقييم الزلزالي وفق الطريقة اليابانية (Amr, 1998 and Mario 1994)

V_{ul}: فئات قابلية الإصابة للمباني وفق الاستطلاع الميداني

***No:** هناك احتمال لتحقيق الأمان الزلزالي في حالة تم تطبيق المستوى الثاني والثالـث من إجراءات التقييم **الموضحة** في ا لشكل(10).

5. النتائج والتوصيات

برهنت نتائج دراسات قابلية الإصابة للمناطق التي تعرضت لهزات أرضية إلى وجـود علاقـة واضحة بين كل من نوع المباني ونمطها وفئات قابلية الإصابة، وبنفس الوقـت تتـأثر درجـة الأضرار و الانهيار في المباني بالشدة الزلزالية وبفئات قابلية الإصابة.

ومن خلال الاستطلاع الميداني لتجمعات سكنية في كل من القدس ونابلس، ورام الله، وجنـين، وطولكرم، وقلقيلية، وبيت لحم، والخليل تبين أن المدن الفلسطينية، بشكل عام، وبسبب طبيعيـة وأنواع أنماط المباني المستخدمة، قد تتعرض " لا سمح الله" إلى خسائر كبيرة نتيجة للأضـرار والانهيارات الكلية والجزئيـة (أضرار وانهيارات من الدرجة 3 و 4 و5) والتي قـد تحـدث للمباني في حالة تعرضها لزلازل قوية أو قوية نسبيا"، وهذه النسبة بلا شك، تعتبر كبيرة، إضافة إلى أن هناك احتمالاً كبيراً بأن تتعرض العديد من الطرق إلى الإغلاق والإعاقة، وبالتالي أحداث إعاقة و إرباك في عمليات الإنقاذ وإسناد الطوارئ.

وعند مقارنة نتائج تقييم المباني وفق منهجية الاستطلاع الميداني العام التي تم من خلالها تحديد فئات قابلية الإصابة الزلزالية وفقا للمقياس الأوروبي EMS-98، مع نتائج التقيـيم الزلزالـي النوعي للمباني، تبين أن هناك تطابقاً في النتائج.

وبناء على نتائج الدراسة، فإن هناك حاجة ماسة للالتزام بإجراءات تخفيف المخاطر الزلزاليـة، وعليه يوصى بضرورة التزام كل من المختصين و أصحاب القرار بعدد من الإجراءات، أهمها:

- تجنب استخدام أنماط المباني غير الآمنة زلزالية.
- تشريع قوانين خاصة لتحقيق متطلبات التصميم والتنفيذ الزلزالي للمبانـي، ووضع آلية للتنفيذ.
- ضبط سياسة استخدام الأراضي.
- وضع خطط لتقوية المباني وإصلاحها، وتأهيلها لمقاومة الزلازل، وذلك ضمن قوانين وسياسات وطنية خاصة.
- وضع خطط لإدارة الكوارث تتناسب مع طبيعية الحالة القائمة، وإنتاج خرائط الأخطار للمـدن والتجمعات السكنية الفلسطينية.
- دعم الأبحاث العلمية المتعلقة بهندسة الزلازل، ودعم برامج التوعية والسلامة العامة.
- ضرورة اخذ العبر من الأحداث الزلزالية التي تحصل في العالم، والتركيز على إجراء دورات التعليم المستمر للمهندسين في مواضيع التوصيات المذكورة أعلاه

مراجع البحث

1- مراجع باللغة العربية :

1. جلال الدبيك، 2000 - "انماط المباني الدارجة محلياً والزلازل" مجلة المهندس الفلسـطيني العدد 45، ص100-103
2. جلال الدبيك، 1999 - "تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين"، الحلقة الدراسـية الرابعـة لمجالس البحث العلمي العرب، اليمن.

2- المراجع باللغة الانجليزية :

3. AL – Dabbeek, j., 2000- *Expected Seismic performance of Palestinian Common Buildings*, Expert Meeting on Earthquake Engineering and Seismic Retrofit (UNESCO, Beirut,) Nov. 2000.
4. AL – Dabbeek, j., and abdel Hakeem, J., 2003- *Earthquake Scenarios,* "Vulnerability and Expected Seismic Performance of Buildings and lifelines in Palestine," living with Risk, Expert Workshop, Cairo, Egypt, Dec.2003.
5. Amr, W. S., 1998- *Seismic Evaluation of Existing s*tructures, Lectures Notes for the Training Course on Seismic Retrofit and Upgrading Fundamentals, UNESCO Regional office, Cairo.
6. Fournier D' Albe, E.M., 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.
7. 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.
8. Earthquake Engineering Research Institute (EERI), 1994- Ad Hoc committee on Seismic Performance, 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.
9. Earthquake Engineering Research Institute (EERI), 1999- Special Earthquake Report, Learning from Earthquake. "The Athens, Greece Earthquake of September 7, 1999". Volume 33, Number 11.
10. Earthquake Engineering Research Institute (EERI), 1996, Learning from Earthquake," Post -Earthquake Investigation Field Guide", Publication No. 96-1.

11. Earthquake Engineering Research Institute (EERI), 2003-The Boumerdes Algeria, Earthquake May 21, 2003, learning from Earthquake, Reconnaissance Report, Oct 2003.
12. Hanson, R.D., 1996- The evaluation of reinforced concrete members damaged by earthquake, Earthquake Spectra, 12 (3), 457-478.
13. Lang, K., and Bachmann, H., 2004- Seismic Vulnerability of Existing Buildings: A case study of the city of Basel, Earthquake Spectra (EERI), Volume 20, No.1, Feb.2004.
14. Oliveria, C., 2003, Seismic Vulnerability of Historical Constructions, Bulletin of Earthquake Engineering, European Association for Earthquake Engineering, Vol. 1, No.1 2003.
15. Mario P., 1994- International Handbook of Earthquake Engineering, First Edition by Chapman and Hall, N Y 10119, 331-341.
16. Peter S., and Marjanal L., 1988- Estimation of Expected seismic Vulnerability, UNESCO INEEC, Omega scientific, U.K., 47-62.
17. 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.