تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين

Seismic Risk Mitigation in Palestine

د. جلال الدبيك

مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل

جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين

الملخص: استناداً لزلزالية المنطقة، ولموقعها وطبيعتها الجيولوجية، يحتمل ان تتعرض فلسطين والدول المجاورة لزلازل تتراوح درجتها القصوى بين 6 الى 7 درجات حسب مقياس ريختر، وبناءً على عوامل تأثير تربة الموقع، وبالاخذ بعين الاعتبار ارتفاع قابلية الاصابة الزلزالية لبعض انماط المباني الدارجة في فلسطين، يُتوقع ان تُحدث هذه الزلازل خسائر كبيرة في الارواح واضراراً وانهيارات كلية وجزئية في العديد من المباني ومنشآت البنى التحتية. وكخطوة مهمة لوضع خطة وطنية للتخفيف من مخاطر الزلازل في فلسطين، يستعرض البحث أسس ومنهجيات التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل.

يهدف البحث الى إعداد خارطة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي لفلسطين (Peak Ground Acceleration Map)، بالاضافة الى تسليط الضوء على عامل تأثير تربة الموقع وبشكل خاص الانزلاقات الأرضية، وأخذ فكرة عامة حول السلوك الزلزالي المتوقع لأنماط المباني الدارجة في فلسطين، حيث يتضمن البحث إجراء استطلاع ميداني عام وسريع، وذلك لتحديد نوعية التشكيلات المعمارية والانشائية في انماط المباني الدارجة محلياً، والتي لا تتفق مع متطلبات الحد الادنى للمباني المقاومة لافعال الزلازل. وللتخفيف من مخاطر الزلازل يخلص البحث الى مجموعة لكافة المستويات: للمواطنيين العاديين وللمختصين ولصناع القرار.

1. مقدمة

تُعرف الزلازل على أنها ظاهرة كونية بالغة التعقيد لا يعلم لحظة حصولها إلا عالم الغيب الله سبحانه وتعالى، ولا يمكن منعها، ولكن يمكن التخفيف من مخاطرها من خلال اتخاذ الاجراءات اللازمة"قبل وأثناء وبعد حصول الزلازل" وذلك بالتخطيط والتصميم والتنفيذ والمتابعة، وبالتنسيق والتعاون المشترك على كافة المستويات وبين المؤسسات ذات العلاقة في الدولة ، وهذا بدوره يتطلب سياسة وطنية لا تقل اهمية عن السياسات الوطنية في المجالات الأخري، فقد أظهرت الخسائر في الأرواح والممتلكات التي ألحقتها الزلازل في كثير من مناطق العالم أن تأثيرها ا لسلبي على اقتصاديات هذه الدول وعلى خططها التنموية كان مدمراً، ويمكن تلمس ذلك بعد سنوات وأحياناً بعد عشرات السنوات.

إن الزلازل بحد ذاتها لا تقتل الانسان، وإن من يفعل ذلك هو المبنى أو الحرائق والحوادث الأخرى التي يحدثها أو تثيرها الزلازل، كالانزلاقات الأرضية وانهيارات الطرق وخطوط المواصلات والاتصالات. الخ، من هنا تظهر أهمية هندسة الزلازل والتخصصات الأخرى، في التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل من خلال اعتماد ضوابط وإجراءات للتخفيف من مخاطرها.

2. أهمية الدراسة وأهدافها:

تعتمد شدة تأثير الزلازل على عدد من العوامل، أهمها:

- قوة أو مقدار درجة الزلزال (Earthquake Magnitude)
- عمق المركز البؤري (Hypocenter Distance)
- البعد عن المركز السطحي للزلزال (Epicenter Distance)
- جيولوجية المنطقة، ونظام الصدوع الأرضية
- نوعية تربة الموقع وطبيعتها
- نوعية وطبيعة المباني ومنشآت البنى التحتية
- وجود إدارة للكوارث وخطة وطنية للاستجابة للطوارىء، وهذا يعني وجود هيئات ومؤسسات حكومية وغير حكومية تعمل ضمن هيكلية واضحة وعمل مؤسسي.
- وجود وعي عند جميع المستويات وشرائح المجتمع حول إجراءات الوقاية والتهيئة للتخفيف من مخاطر الزلازل.

وبالأخذ بعين الاعتبار نتائج الدراسات التي تم اجراؤها في المنطقة [9] [1] ,[3] ,[4] ,[5] ,[7] ,[8] واخرون، والتي تبين من خلالها أن فلسطين والدول المجاورة قد تتعرض في المستقبل لزلازل قوية أو قوية نسبياً (زلازل تتراوح قوتها القصوى بين 6 و 7 درجات حسب مقياس ريختر) ، وبالاطلاع على العوامل التي تتحكم بشدة تأثير الزلازل" المذكورة اعلاه"، يتبين ان المخاطر(Risk) الزلزالية المتوقعة ستكون كبيرة وسينتج عنها خسائر واضحة في الأرواح والممتلكات، وحتى يتم تحديد حجم ومستوى هذه المخاطر، وبالتالي الوصول الى رقم إحصائي يمكن من خلاله وضع خطة وطنية شاملة للحد من مخاطر الزلازل، هناك حاجة ماسة لاعتماد منهجية التطوير ا لمستدام في عمليات التخطيط، بالاضافة الى ضرورة التعلم من تجارب وأخطاء الآخرين [6] ,[10] ,[11].

وكخطوة أولى اساسية في عملية التخطيط لمقاومة افعال الزلازل، يهدف البحث الى إعداد خارطة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي لفلسطين والمناطق المجاورة والمعروفة في المراجع الهندسية باسم PGA Map (Peak Ground Acceleration)، بالاضافة الى تسليط الضوء على أهمية عامل

تأثير الموقع كالانزلاقات الأرضية، ولأخذ فكرة عامة حول السلوك الزلزالي المتوقع لأنماط المباني الدارجة في فلسطين، سيتضمن البحث إجراء استطلاع ميداني عام وسريع، وذلك للاطلاع على نوعية التشكيلات المعمارية والانشائية في انماط المباني الدارجة محلياً، وبالتالي الاطلاع على الأخطاء التي ستساهم في زيادة احتمال تعرض هذه المنشآت للأضرار والانهيارات في حالة تعرض المنطقة لزلازل تتراوح قوتها القصوى بين 6-7 درجات حسب مقياس ريختر، علماً أنه سيتم لاحقاً وكخطوة ثانية، إجراء دراسات ميدانية أكثر تفصيلاً على المباني ومنشآت البنى التحتية، وذلك بهدف تحديد فئات قابلية الاصابة الزلزالية للمباني القائمة.

3. أسس التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل:

رغم التطور الهائل الذي شهده العالم في الوسائل التعليمية وطرق الاستشعار إلا أنه يظل عاجزاً عن التحكم بالزلازل، فمن المستحيل منعها أو حتى التوقع بموعد حصولها بالضبط، وللتخفيف من مخاطرها هناك حاجة ماسة لوضع سياسات واستراتيجيات وطنية في المجالات التالية:

أ. زيادة المعرفة بظاهرة الهزات الأرضية، وذلك من خلال الاهتمام بمتابعة وتطوير علم الزلازل، وهذا بدوره يتطلب ما يلي:

- تحديد أماكن الصدوع/ الفوالق (Faults) الأرضية وخصوصاً النشطة منها.
- تحديد العلاقة بين الشدة الزلزالية وحركة القشرة.
- انتاج وتطور خرائط الشدة الزلزالية (Isoseismal Maps)، وخرائط ذروة التسارع الزلزالي الأرضي (PGA Maps).
- دراسة تأثير تربة الموقع على تضخيم حركة الموجات الزلزالية وتحديد مدى تجاوب المنشآت لهذه الحركات، وهذا يعني تجنب ظاهرة التضخيم الزلزالي (الرنين) في المنشآت، وذلك من خلال تجنب مطابقة أو تساوي التردد الطبيعي للمبنى مع التردد الطبيعي لتربة التأسيس.
- إعداد خرائط للحركات المحتملة للقشرة الأرضية.
- الاهتمام بظاهرة التميؤ Liquefaction التي تحصل عادة في التربة الرملية المشبعة بالرطوبة إذا تعرضت لهزات أرضية قوية.
- تجنب مناطق الانزلاقات الأرضية Landslides المحتملة والتي تحدثها أو تثيرها الزلازل.

ب. زيادة المعرفة وتطويرها في مجال قابلية حصول عيوب أو أعطاب في المباني Vulnerability of buildings وهذا يمكن تحقيقه من خلال:

- التخطيط لاستخدام الأراضي ووضع سياسة خاصة لذلك.

- استخدام المباني المنتظمة والبسيطة في اشكال مساقطها الافقية والرأسية، و تحقيق التماثل في توزيع العناصر الانشائية الرأسية (الأعمدة والجدران).
- ضبط الاستخدامات العشوائية لبعض أنماط البناء الدارجة محلياً والتي لا تلبي الشروط والمواصفات العامة لهندسة الزلازل.
- اعتماد متطلبات الكود الزلزالية في عمليات تصميم وتنفيذ المنشآت.

ج. زيادة المعرفة في آلية تدعيم وإسناد الطوارئ:

وهذا يتطلب مشاركة أجهزة ومؤسسات الدولة ووزاراتها، مثل: النقل والمواصلات، والأشغال العامة والدفاع المدني، والداخلية، والخدمات الطبية والصحية، والاسكان، والتموينن والطاقة، ووسائل الاعلام، وغيرها، بالاضافة الى مشاركة المؤسسات والمنظمات غير الحكومية في جميع مراحل التخطيط والمواجهة وأخذ العبر (قبل واثناء وبعد الزلزال).

د. تدعيم وتطوير المعرفة في مجال إدارة المخاطر الزلزالية:

وهذا يمكن تحقيقه من خلال اعتماد وتطوير عدد من المتطلبات والاجراءات، أهمها:

- انتاج خرائط المخاطر Risk Maps لجميع المدن والتجمعات السكانية والصناعية في الدولة.
- توفير الاحتياجات والاجراءات الواجب اتخاذها لإدارة المخاطر، مثل: التخطيط للطوارئ، والتوعية الزلزالية، وإجراءات السلامة العامة ووسائلها.
- وضع آلية وأسس لتقييم المخاطر الزلزالية.

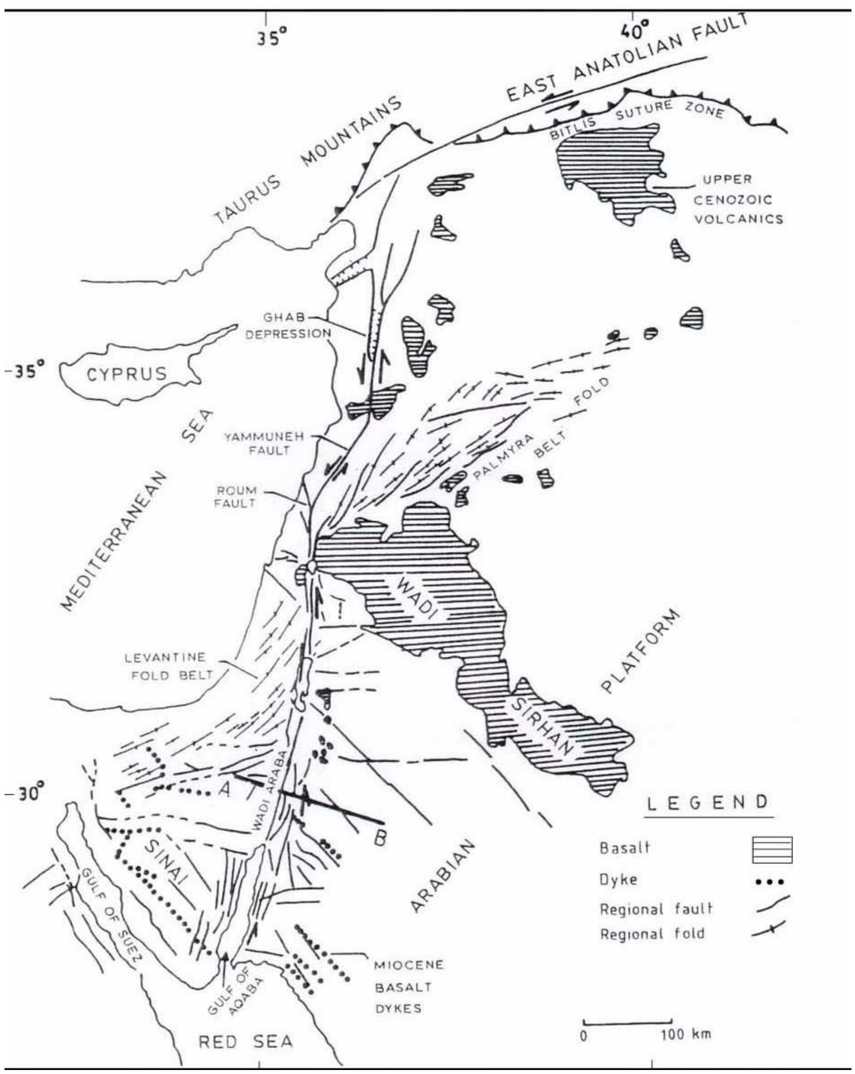
يلاحظ مما ذُكر أعلاه أن تخفيف مخاطر الزلازل يتطلب خطة وطنية شاملة يتم من خلالها اعتماد منهجية الحد من تأثير الكوارث كأولوية وطنية. وكخطوة مهمة لتحقيق أسس التخطيط المذكورة أعلاه، سيعالج البحث بشيء من التفصيل موضوع خارطة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي (PGA Map)، وسيتم إجراء دراسات أولية عامة لعوامل تأثير الموقع وللسلوك الزلزالي المتوقع لأنماط المباني الدارجة محلياً.

4. خرائط الأخطار الزلزالية:

لانتاج خرائط الأخطار الزلزالية (Earthquake Hazard Maps)، وأهمها خارطة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي PGA Map (Peak Ground Acceleration)، هناك حاجة لمعرفة (توفير) عدد من العوامل والمعايير، أهمها: أنظمة الصدوع الأرضية الموجودة في المنطقة، وزلزالية المنطقة وتاريخ الزلازل، والنشاط الزلزالي الذي تسجله أجهزة الرصد.

1.4 أنظمة الصدوع الأرضية الموجودة في المنطقة

تعد حفرة الانهدام في منطقتنا امتداداً لحفرة الانهدام الاقليمية Rift Valley، التي تمتد من خليج عدن في البحر الأحمر حتى خليج العقبة، ثم تستمر في وادي عربة والبحر الميت، وحول نهر الأردن وبحيرة طبريا، حتى تصل الى أنطاكيا في تركيا، حيث تلتقي مع الصدع الكبير الذي يمر في تركيا من الشرق الى الغرب، وتؤدي الحركة المستمرة في الصفيحة العربية (البلاطة العربية) الى ابتعادها عن الصفيحة الافريقية واصطدامها بصفيحة الأناضول. وتتحرك في الوقت ذاته في اتجاهات أفقية وعمودية على طول حفرة الانهدام التي تفصلها عن صفيحة فلسطين وسيناء، حيث أدت حركة الصفائح العنيفة إلى تشكيل صدوع (فوالق) عرضية والتواءات في فلسطين والأردن (شكل 1) ، ومن



شكل (1): الخارطة التكتونية لفلسطين و الأردن و المناطق المجاورة حفرة الانهدام والصدوع الأرضية [4]

الأمثلة على هذه الصدوع في فلسطين صدع الفارعة – الكرمل، وعادة ما تكون المناطق القريبة من هذه الصدوع الأكثر تأثراً بالشدة الزلزالية.

2.4 زلزالية المنطقة وتاريخ الزلازل:

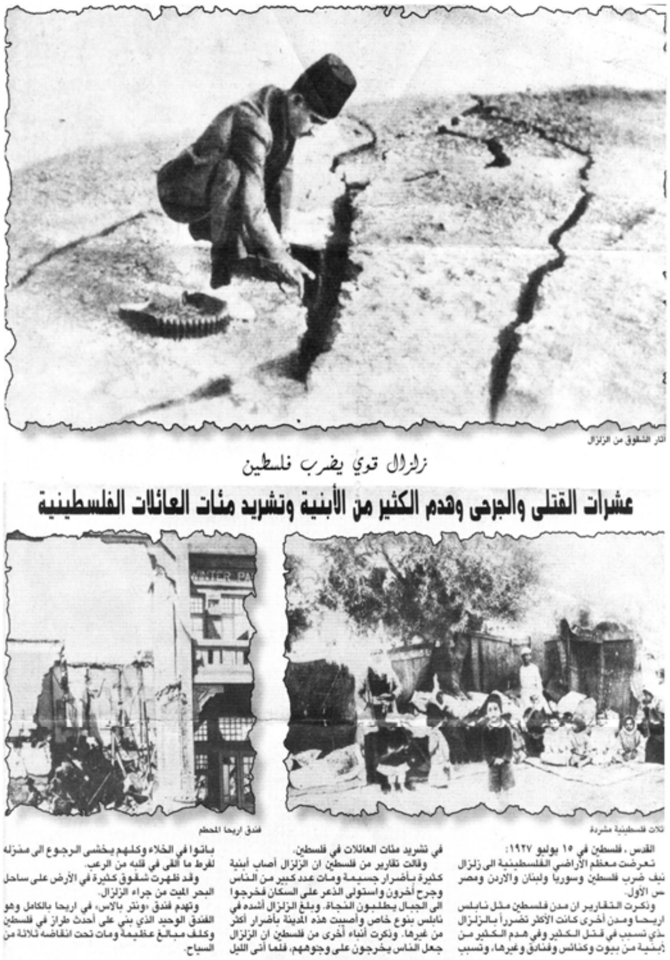
تشير المصادر التاريخية [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22] ، وآخرون إلى أن فلسطين والمناطق المجاورة تعرضت للعديد من الهزات الأرضية المدمرة عبر العصور، وتبعاً لهذه المصادر يمكن ذكر أهم الحوادث:

- دمار مدينة أريحا وسقوط جدارها الحصين عدة مرات (17 مرة) ، وذلك خلال الحقبة التاريخية من 3000 ق.م الى 230 ق.م
- دمار بيلا (طبقة فحل) الواقعة على الضفة الشرقية في جوار نهر الأردن عام 746م.
- الزلزال الذي دمر مدينة جرش قبل أكثر من ألف سنة
- وهناك تواريخ موثقة لحدوث زلازل تأثرت بها معظم المدن والمناطق الفلسطينية، أهمها الزلازل التي حصلت في الأعوام:

1068 – 1202 – 1212 – 1339 – 1402 – 1546 – 1656 – 1759 – 1834 – 1838 – 1845 – 1859 – 1872 – 1863 – 1896 – 1900 – 1903 – 1923 – 1927 – 1954 – 1995 – 1996.

ومن الزلازل المعروفة التي حصلت خلال القرن العشرين الزلزال الذي حصل في 1927/7/11 انظر الشكل (2) ، ويشار إلى أن أثر الزلزال امتد حتى جنوب لبنان، وسبب مقتل 350 نسمة في فلسطين، وتحطيم 800 منزل في منطقة نابلس (المصادر 18 و19 و20 و21 و22) ، وقد تم تقدير قوته لاحقاً بـ 6.2 درجات على مقياس ريختر، واستناداً لدرجات الاضرار والخسائر التي أحدثها الزلزال في العديد من المناطق في فلسطين، وبناء على تصنيف فئات الشدة الدارجة وفقاً لمقياس ميركالي المعدل، كانت درجة شدة تأثير الزلزال حسب ما هو موضح في الشكل (3) .

وتمكنت الأجهزة المتوافرة حالياً من تسجيل الهزات الأرضية التي لا يستطيع أن يشعر بها الانسان. واستناداً للدراسات الزلزالية التي أجراها عدد من الخبراء في المنطقة [1], [3], [4], [5], [7], [8], [9] واخرون، توفر للمؤسسات والمراكز العلمية جداول تفصيلية بالزلازل التي تعرضت لها المنطقة (Catalogue of Earthquakes)، وبشكل عام تحتوي هذه الجداول على عدد من المعلومات المهمة، أهمها: تاريخ حصول الزلزال، وأحداثياته، وعمقه، ودرجته (مقداره) ، بالإضافة الى مصدر هذه المعلومات.



آثار الشقوق من الزلزال

زلزال قوي يضرب فلسطين

عشرات القتلى والجرحى وهدم الكثير من الأبنية وتشريد مئات العائلات الفلسطينية

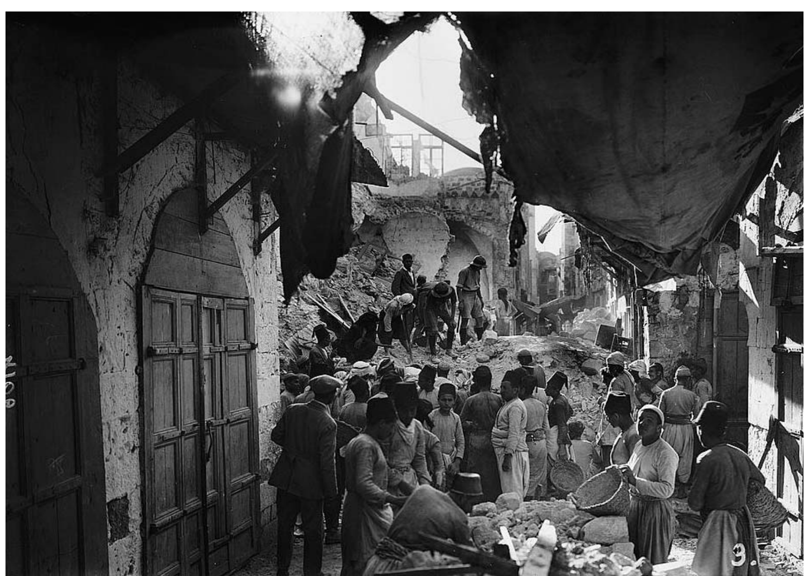
ثلاث فلسطينية مشردة

فندق اريحا المحطم

القدس ، فلسطين في ١٥ يوليو ١٩٢٧:
تعرضت معظم الأراضي الفلسطينية الى زلزال نيف ضرب فلسطين وسوريا ولبنان والاردن ومصر س الأول.
وذكرت التقارير ان مدن فلسطين مثل نابلس اريحا ومدن أخرى كانت الأكثر تضرراً بالزلزال ذي تسبب في قتل الكثير وفي هدم الكثير من أبنية من بيوت وكنائس وفنادق وغيرها، وتسبب في تشريد مئات العائلات في فلسطين.
وقالت تقارير من فلسطين ان الزلزال أصاب أبنية كثيرة بأضرار جسيمة ومات عدد كبير من الناس وجرح آخرون واستولى الذعر على السكان فخرجوا الى الجبال يطلبون النجاة. وبلغ الزلزال أشده في نابلس بنوع خاص وأصيبت هذه المدينة بأضرار أكثر من غيرها. وذكرت أنباء أخرى من فلسطين ان الزلزال جعل الناس يخرجون على وجوههم. فلما أتى الليل باتوا في الخلاء وكلهم يخشى الرجوع الى منزله لفرط ما ألقى في قلبه من الرعب.
وقد ظهرت شقوق كثيرة في الأرض على ساحل البحر الميت من جراء الزلزال.
وتهدم فندق «ونتر بالاس» في اريحا بالكامل وهو الفندق الوحيد الذي بني على أحدث طراز في فلسطين وكلف مبالغ عظيمة ومات تحت انقاضه ثلاثة من السياح.

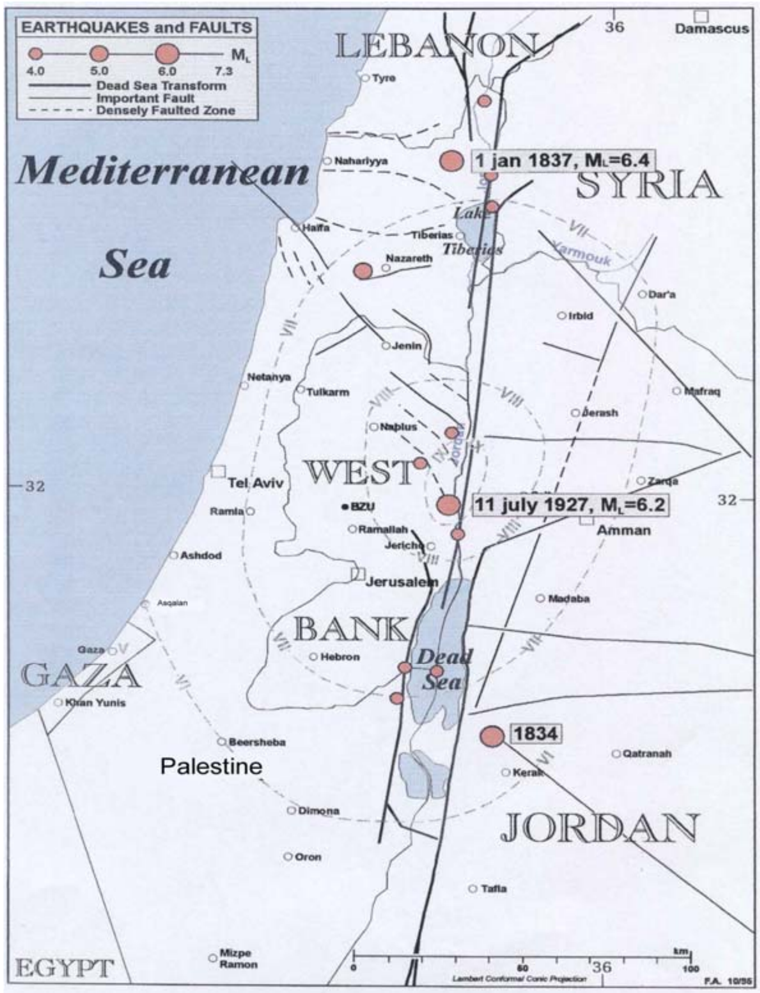
أريحا

القدس



نابلس

شكل (2): مشاهد لاضرار وانهيارات ووثيقة تاريخية حول زلزال 1927 (المصادر 21 و22)



شكل (3): خارطة الشدة الزلزالية لزلزال 1927

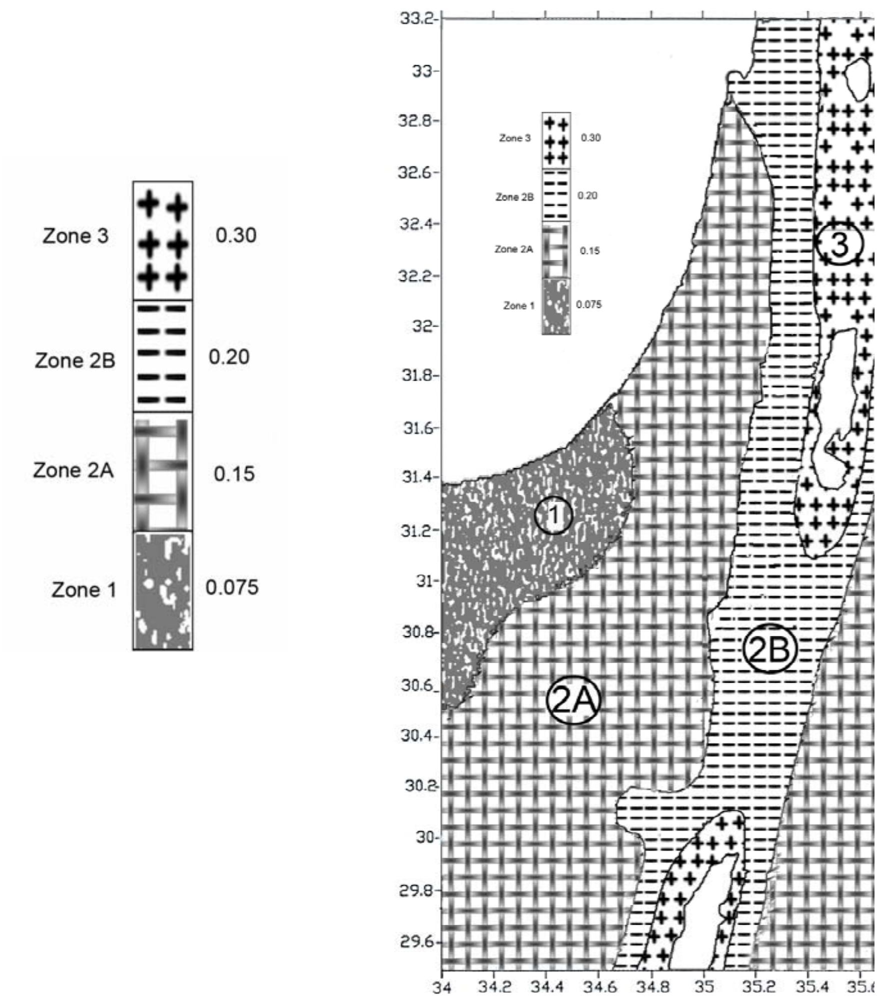
3.4 خارجة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي PGA Map

تعد خارطة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي والمعروفة في المراجع الهندسية باسم PGA Map أو خارطة زلزالية المناطق مهمة جداً في عمليات التخطيط على المستوى الوطني وعلى المستوى الاقليمي، بالاضافة الى أهميتها في عملية تصميم المنشآت لمقاومة أفعال الزلازل، وبالأخذ بعين الاعتبار للزلزالية التاريخية للمنطقة، و لموقع المنطقة، ولأنظمة الصدوع الأرضية وألية حركاتها المتوقعة (أنظر شكل 1) ، وبالاعتماد على خارطة الشدة الزلزالية I_o (MM) لزلزال 1927 (انظر شكل 3) ، وبالاستعانة بخارطة الشدة الزلزالية للاردن من المصادر [8] و [9]، ومن خلال استخدام النموذج المركب للتخميد الموضح رياضياً في العلاقة (1) ، والموضح بشكل تفصيلي في الدراسة [7]، (يعتمد هذا النموذج على كل من الزلازل التاريخية والزلازل المسجلة a combined attenuation (based on both historical and instrumental earthquake data) تم إنتـــاج خارطـــة ذروة التسارع الزلزالي الأراضي فلسطين والمناطق المجاورة (أنظر شكل 4).

$$PGA\,|_{I+H} = 383.75\, e^{1.03Ms}\,(R+25)^{-1.73} \qquad (1)$$

علماً ان قيمة المقدار الزلزالي M_s قد تم تقديرها من خلال استخدام علاقة Ambraseys [2] ، والتي تمثل العلاقة بين طول كسر الصدع ومقدار درجـــة الزلـــزال (Rupture length – Magnitude formula) ، حيث:

$$\text{Log } L = 0.699\, Ms - 3.24 \qquad (2)$$



Probabilistic seismic Z- Coefficient for 50 years exposures time at 10 percent probability of exceedance

شكل (4): خارطة ذروة التسارع الزلزالي الأرضي في فلسطين PGA Map

5. سياسة استخدام الأراضي والانزلاقات الأرضية:

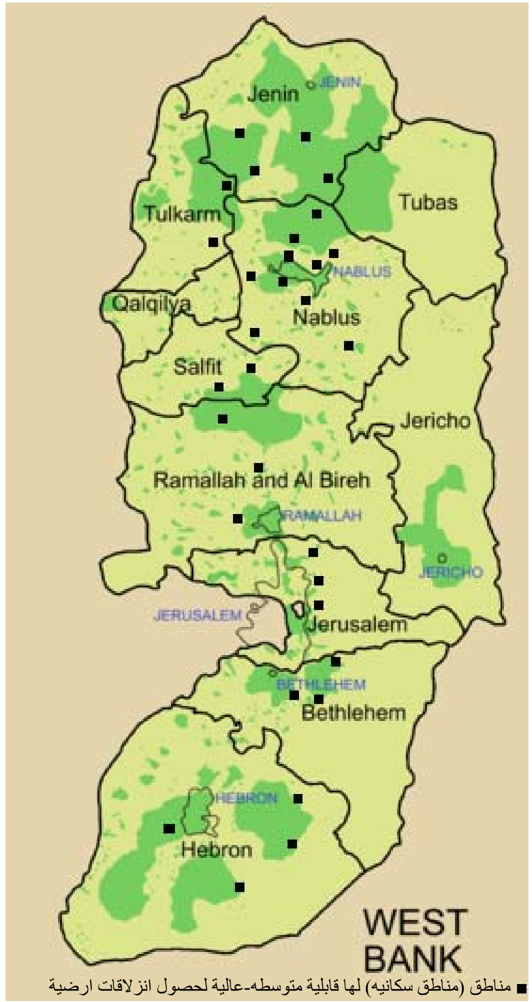
تعتمد الدول في سياسة استخدامها للأراضي على تصنيف وتقسيم أراضيها وفقاً لأسس ومعايير، أهمها: طوبغرافية وجيولوجية المناطق، وزلزالية المناطق، والامتداد العمراني والصناعي، والخطط المستقبلية التنموية، والأراضي الزراعية ذات الأهمية الخاصة، والعوامل البيئية، وغيرها. واستناداً لهذه الضوابط والأسس يتم تصنيف الأراضي إلى مناطق حماية، وتطوير محدود، وتطوير مراقب. وعادة يراعى في المناطق المخصصة للتطوير العمراني والصناعي، بأن تكون هذه المناطق غير معرضة للإنزلاقات والانهيارات الأرضية وبعيدة عن التصدعات الأرضية.

وقد أظهرت الأحداث الزلزالية أن جيولوجية المنطقة ونوعية موقع البناء لهما تأثيرات كبيرة على سلوك المباني ومقاومتها عند تعرضها للزلازل، فتربة الموقع يمكن أن تؤدي إلى حصول ما يلي:

- الانزلاقات الأرضية (Landslides)
- تميؤ في التربة الرملية المشبعة بالرطوبة(Liquefaction)
- تضخيم القوى الزلزالية التي تتعرض لها المباني (Amplification)

تعاني المناطق الفلسطينية لغاية الآن من عدم وجود خرائط لاستخدامات الأراضي تأخذ بعين الاعتبار العامل الجيولوجي والزلزالي، حيث لم تبد سلطات الاحتلال الإسرائيلي أي اهتمام في منطقة الامتداد العمراني والصناعي الفلسطيني، واعتبرت التخصصات التي تتعلق بعلوم الأرض من شأن الإسرائيليين فقط، ويمكن القول إن حركة وصلاحية المؤسسات الفلسطينية في المناطق التي تسيطر عليها "إسرائيل" محدودة جداً، فقد أظهرت الدراسات والاستطلاعات الميدانية التي أجراها الباحث عن وجود اكثر من ثلاثين منطقة (تجمعات) سكنية وصناعية فلسطينية مقامة على أراض لها قابلية للإنزلاقات (انظر الشكل 6) ، ومن المعروف ان الهزات الارضية القوية وخصوصاً اذا حصلت في فصل الشتاء تعمل على إثارة المناطق المنحدرة القابلة للانزلاقات. وللاطلاع على بعض حالات الانزلاقات الارضية التي حصلت في الضفة الغربية، يمكن أخذ الإنزلاقات الأرضية التي تعرضت لها منطقة الجبل الأبيض في مدينة نابلس كحالة دراسية [13].

تحدث الانزلاقات عادة عندما تتساوى أو تتجاوز قوة القص المؤثرة مع قوة تحمل التربة للقص، لذا تعد نوعية التربة والتركيب الجيولوجي، من أهم العوامل التي قد تؤدي لحصول الانزلاقات الأرضية في المناطق المنحدرة أو شديدة الانحدار، ويمكن أن يكون لحدوث هزات أرضية أو إحداث تغير في شكل واتزان المنطقة دوراً في هذه الانزلاقات.



شكل (5): مناطق قد تتعرض في المستقبل لانزلاقات الارضية

الانزلاقات الأرضية التي حصلت في مدينة نابلس / منطقة الجبل الأبيض

تعرض جزء كبير من المنطقة المسماة بالجبل الأبيض في مدينة نابلس في شهر آذار سنة 1997 الى انزلاقات أرضية (انظر الشكل 6) نتج عنها خسائر مادية كبيرة في المباني وفي خطوط الخدمات (الشوارع وخطوط الماء والكهرباء والاتصالات). وبعد إجراء الدراسات اللازمة جيولوجياً وجيوتقنياً [13] تبين أن الأسباب التي أدت لحصول الانزلاقات يمكن تلخيصها بما يلي:

– السبب الرئيسي هو طبيعة المنطقة، فهي تحتوي على تربة طينية كلسية (تتكون من صخور كلسية متماسكة بملاط من المواد الطينية والكلسية) تفقد الكثير من قوتها عند تسرب الماء اليها، فتصبح القوى التي تسبب الانزلاق وخاصة الناتجة عن تأثير الجانبية الأرضية أكبر من القوى المعاكسة لها، وذلك بسبب فقدان هذا النوع من التربة لجزء كبير من قوته.

– تعرضت المنطقة الى قطع كبير في الأرض قبل ثلاث سنوات من حصول الانزلاقات، وفي نفس الفترة الزمنية تقريباً تم بناء منزل في المنطقة العلوية للانحدار، وقد لوحظ في السنوات التي سبقت حصول الحادث (قبل الحادث بثلاث سنوات) ، أن الانزلاق بدأ يتطور ويزداد وذلك من خلال التشققات التي ظهرت في المنطقة العلوية المجاورة للمنزل، وكذلك ظهور شقوق وتصدعات في البناء نفسه.

– حصول هزات أرضية خفيفة في شهر آذار سنة 1997، ورغم أن تأثيرها قد يكون ثانوياً جداً، إلا أن حصولها مع وجود الأسباب التي سبق ذكرها قد أحدث قوى فجائية نتج عنها تسريع للانزلاقات.

وبناءً على معرفة الأسباب، وبعد تنفيذ الدراسات [13]، بوشر بإعداد الحلول وعمل المخططات اللازمة لاعادة تأهيل المنطقة التي تأثرت بالانزلاقات، ويمكن تلخيص أهم النتائج التي خرجت بها الدراسة بالآتي:

– عدم اعتماد سياسة لاستخدام الأراضي يعرض الكثير من المناطق وخصوصاً المناطق ذات الانحدار الكبير والتركيب المشابهه لمنطقة الجبل الأبيض لحصول انزلاقات وانهيارات طبيعية، أو تحت تأثير هزات أرضية قوية نسبياً. لذلك يجب العمل بأسرع وقت على اعتماد خرائط خاصة لضبط سياسة استخدام الأراضي مع الأخذ بعين الاعتبار العوامل الجيولوجية والزلزالية للمناطق، بجانب العوامل الأخرى التي تستند اليها سياسة استخدام الأراضي.

– أهمية إلزام فحوصات التربة، إضافة الى دراسة قابليتها للانزلاقات من خلال أجراء دراسة تحليلية لاستقرار الانحدار، (Slope Stability Analysis) في التربة الطينية والحورية.

– الاشراف الهندسي على عمليات الحفر والقطع والردم والبناء.

شكل (6): انزلاقات أرضية في منطقة الجبل الأبيض – مدينة نابلس، 1997

6. تصرف أنماط المباني الدارجة في فلسطين تحت تأثير الهزات الأرضية

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 [14]. ومن خلال التقييم الأولي للمنشآت القائمة تبين أن هناك نسبة كبيرة من الأنماط الإنشائية والمعمارية المستخدمة في فلسطين لا تلبي متطلبات الحد الأدنى أو حتى التوصيات العامة لهندسة الزلازل.

ويمكن تلخيص أهم الأخطاء أو الملاحظات في المباني الدارجة في فلسطين بالآتي:

– استخدام الطابق الرخو (Soft story)، وهو أن يكون الطابق الأرضي أو بعض الطوابق الأخرى من الأعمدة فقط بدون جدران، وبقية الطوابق العلوية مغلقة بالجدران العادية أو المسلحة.

– المبالغة في استخدام أنظمة الطيرانات وخصوصاً المحملة بجدران خارجية ثقيلة.

– تشكيل الأعمدة والجسور القصيرة في المباني وعدم مراعاة أن هذه الأنظمة تكون عرضة للقوى القاصة الزلزالية، وبالتالي الحاجة الى استخدام التسليح العرضي بشكل كثيف في هذه العناصر .

– الافراط في عدم الانتظام والتماثل في أشكال المباني وفي توزيع العناصر الإنشائية والكتل في المستويين الأفقي والرأسي لهذه الميباني.

– عدم استخدام الفواصل الزلزالية بين المنشآت (أو أجزاء المنشأ الواحد) ، أو أحياناً عدم الالتزام بالعرض المطلوب لهذه الفواصل.

– تصميم مباني بارتفاعات تزيد عن 4 أو 5 أضعاف عرضها بدون الأخذ بعين الاعتبارات ضوابط هندسة الزلازل في مثل هذا النوع من المباني.

– استخدام الجدران الحجرية في البناء بدون تأمين ترابط وتماسك كاف بين الحجر وخرسانة التصفيح، مما قد يؤدي الى تساقط جزء من القطع الحجرية في حالة تعرض هذا النوع من المباني لهزات ارضية قوية.

– البناء على أراض شديدة الانحدار.

– أخطاء تنفيذية في تربيط الحديد وفي خط مساره، بالاضافة الى وجود أخطاء في عملية صب الخرسانة.

يشار إلى أن كثيراً من المباني القائمة تحتوي على أكثر من خطأ، وأثناء الاستطلاعات الميدانية تم اكتشاف عشرة أخطاء أو أكثر في مبنى واحد.

7. نتائج وتوصيات

أثبتت نتائج الدراسة العلمية أن فلسطين والدول المجاورة تعرضت للعديد من الهزات الأرضية المدمرة على مر التاريخ، ولوحظ أن بعضها يتكرر كل 80 – 100 عام تقريباً، والبعض الاخر كل 200–250 عام أو أكثر وذلك حسب المواقع السطحية لهذه الزلازل، وهذا التباعد الزمني في تكرار حصولها جعل الاهتمام بالزلازل وتناقل أخبارها بين الناس في المنطقة محدوداً، فبناء على زلزالية المنطقة، وموقعها وطبيعتها الجيولوجية، يحتمل ان تتعرض فلسطين والدول المجاورة لزلازل تتراوح درجتها القصوى حسب مقياس ريختر بين 6 الى 7 درجات، واستناداً لعوامل تأثير تربة الموقع، وبالاخذ بعين الاعتبار لارتفاع قابلية الاصابة الزلزالية لانماط المباني الدارجة في فلسطين، يتوقع أن تُحدث الزلازل المتوقعة خسائر كبيرة في الارواح بالاضافة الى حصول أضرار وانهيارات كلية وجزئية في العديد من المباني ومنشآت البنى التحتية. فعلى الرغم من وجود توقع علمي لاحتمال تعرض المنطقة لزلزال معتدل أو قوي نسبياً في المستقبل القريب، إلا أن الاهتمام والتخطيط لتخفيف المخاطر لا يزال دون المستوى المطلوب، وبالنظر الى ما قد تحدثه الزلازل المتوقعة من خسائر في الأرواح والممتلكات، وانعكاسات ذلك على الاقتصاد الوطني، الضعيف أصلاُ، يصبح من الضروري، تبني سياسة وطنية للتخفيف من هذه المخاطر.

وبناءً على هذه النتائج، واستناداً لضعف جاهزية الانسان والمؤسسات الفلسطينية ذات العلاقة، باشر الباحث ومن خلال موقعه في مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل، بالعمل والتحرك على جميع المستويات ذات العلاقة، ابتداءً من المواطنين ومروراً بالمختصين ووصولاً إلى صناع القرار ، وقد اشتملت الفعاليات التي تم تنفيذها، على الآتي: إصدار نشرات عامة للمواطنين وأخرى علمية للمهندسين، وتزويد المؤسسات والوزارات ذات العلاقة بتقارير علمية حول زلزالية المنطقة والسلوك الزلزالي المتوقع للمنشآت في فلسطين، وبوشر كذلك بعمل دورات هندسية "تصميم مباني مقاومة للزلازل" في المحافظات الفلسطينية وذلك وفقاً لخطة وتنسيق كامل مع نقابة المهندسين، إضافة الى إقامة الندوات وورشات العمل والحلقات العلمية، ولتعبئة وتثقيف المواطنين بكيفية تخفيف المخاطر الزلزالية استخدمت وسائل الإعلام كالصحف والمجلات ومحطات الاذاعة والتلفاز، ولأهمية دور الشباب في التغيير تم إدخال مقرر تدريسي اختياري (مقرر هندسي لغير المهندسين) لجميع الكليات في جامعة النجاح الوطنية، عنوانه "الزلازل وتخفيف مخاطرها".

وللتخفيف من المخاطر الزلزالية المتوقعة على المستوى الوطني، يجب العمل على تحقيق التوصيات الآتية:

- عمل خرائط لاستخدامات الأراضي تأخذ بعين الاعتبار العوامل الجيولوجية والزلزالية بجانب العوامل والضوابط الأخرى التي تعتمد عليها عادة سياسة استخدام الأراضي.
- الاهتمام بالدراسات الزلزالية، وعمل خرائط زلزالية تفصيلية للأقاليم والمدن.
- ضرورة اعتماد مقرر التصميم الزلزالي للمنشآت مقرراً اجبارياً في التعليم الجامعي.
- الاهتمام بالتعليم المستمر للمهندسين.
- الالتزام بضوابط وتوصيات هندسة الزلازل في تصميم المنشآت وتنفيذها، ووضع آلية للمتابعة يشرف على تنفيذها المؤسسات ذات العلاقة.
- الاهتمام بالتوعية الزلزالية والسلامة العامة.
- الاهتمام بإدارة الكوارث على مستوى جميع المؤسسات والوزارات ذات العلاقة.
- التنسيق والتعاون بين المؤسسات والمراكز والمعاهد العلمية الفلسطينية والعربية لتطوير دراسات رصد الزلازل وتصميم المنشآت لمقاومة أفعال الزلازل، وذلك وفقاً لمواصفات وكودات تتلاءم مع أنماط البناء ومواد البناء المستخدمة.

ولتحقيق البنود المذكورة أعلاه هناك حاجة لإقامة تعاون وتنسيق بين المؤسسات ذات العلاقة في الدولة الواحدة من جهة، وبين الدول العربية من جهة اخرى.

المراجع

References

1. AL–Tarazi, E., (1992), "Investigation and Assessment of Seismic Hazard in Jordan and its Vicinity": Ph. D. Thesis, Ruhr – Universitat, Bochum, Germany.

2. Ambraseys, N., 1988, Engineering Seismology: Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 17.

3. Abou-Karaki, N., 1987. Synthese et Carte Sismotectonoque des Pays de Bordure orient de la Mediterranee: Sismicite du psysteme de Faills du Jourdain-Mermorte. PhD thesis, IPGS, University Strassburg.

4. Barazangi, M., (1983), “A summary of the seismotectonics of the Arab region”, In Assessment of earthquake risk in the Arab region, K. Cidinsky & Rouhban (Editors), UNESCO Publication, 43- 58.

5. El–Isa, Z., Mechi, J., Prodehl, c. Makris, J. and Rihm, R., (1987), "A Crustal Structure Study of Jordan derived from seismic refraction data: Tectonophysics, Vol. 138, pp. 235 – 253.

6. Fournier d'Albe, E., (1988), "The Assessment of Seismic Risk,” Edited by Koridze, A.: Seismic Risk assessment and Design of Building Structures, (UNESCO), Omega Scientific, England, , U.K., 31-46.

7. Fahmi, K., Malkawi, H., and Al Zoubi, O., 1996, Seismic Engineering Ground Motion Maps for Jordan Employing Local Attenuation Relation; Environmental and Engineering Geoscience, Vol. 2, No. 1, Spring 1996, pp23-33.

8. Malkawi, H., Fahmi, K., 1995, Locally derived earthquake ground motion attenuation relations for Jordan and vicinity, in The International Conference on Earthquake Engineering, Amman, Jordan, 9-11 October, pp. 1-16.

9. Malkawi, H., Al-Homoud, A., and Liang, Y., 1995, Seismic Hazard Mapping of Jordan: Quarterly Journal of Engineering Geology, 28, pp. 75-81

10. Earthquake Engineering Research Institute (1996). "Scenario for a Magnitude 7.0 Earthquake on the Hayward Fault": Report, EERI Publication No. HF-96.

11. Earthquake Engineering Research Institute (EERI), 1996, Construction, Quality, Education and Seismic Safety, Oakland.

12. EERI, 1998, Incentives and Impediments to Improve the Seismic Performance of Building, Special Report.

13. الدبيك جلال، جردانه عصام، الجوهري عبد الحكيم، 1998، "الدراسات والفحوصات الهندسية ومعالجة الانزلاقات في منطقة الجبل الأبيض ــ نابلس"، ندوة الفحوصات الهندسية وتطور الصناعة الإنشائية، كتاب أبحاث الندوة صفحة 163 – 192، فلسطين.

14. الدبيك جلال، 1999، **"التخطيط لمقاومة أفعال الزلازل"** مجلة المهندس الفلسطيني العدد 43.

15. أبو ديه أيوب، 1986، "عيوب الأبنية" الطبعة الأولى ، الأردن.

16. الاتابكي، جمال الدين ابي المحاسن يوسف بن تغري بردي، 813 ــ 874 هـ: النجوم الزاهرة في ملوك مصر والقاهرة. قدم له وعلق: محمد حسين شمس الدين، طـ 1، دار الكتب العلمية، بيروت 1992.

17. الحوت، بيان نويهض، 1991، فلسطين، القضية ــ الشعب الحضارة، التاريخ السياسي من عهد الكنعانيين حتى القرن العشرين 1917، ط 1 دار الاستقلال للدراسات والنشر، بيروت.

18. النمر، احسان، 1975، تاريخ جبل نابلس والبلقاء، 4 أجزاء، ب.ط، جمعية عمال المطابع التعاونية، نابلس.

19. الموسوعة الفلسطينية، 1984، القسم العام، أربع مجلدات، ط1، ب. د، دمشق.

20. حمودة، احمد عبد الرحمن وآخرون، 1990، موسوعة المدن الفلسطينية، ط1، دار الثقافة م.ت.ف.

21. عز الدين محمد كمال، 1987، دراسة حول كتاب كشف الصلصلة عن وصف الزلزلة لجلال الدين السيوطي، عالم الكتب، الطبعة الأولى.

22. وثائق مكتبة بلدية نابلس، موضوع الزلزال، رقم الموضوع(21) ، الملف رقم(7): مشروع الاسكان (1928 – 1945) ، عدد اوراق الملف (178).

23. سجلات بلدية نابلس، موضوع السجل: ضبط مقررات المجلس البلدي 1925 – 1927 رقم الموضوع (27) ، رقم السجل (5) ، عدد أوراق السجل (207).