زلزالية منطقة البحر الميت والأغوار وتخفيف مخاطر الزلازل

مؤتمر: سَنَة الغور "أريحا وشاطئاها: النهر والبحر"

د. جلال الدبيك، مركز التخطيط الحضري والحد من مخاطر الكوارث، جامعة النجاح الوطنية

ملخص:

تتفرد منطقة البحر الميت وغور الأردن بخصائصها، مما يجعل الخبراء يعتبرونها "مختبراً طبيعياً وحيد من نوعه على مستوى العالم"، وذلك لأهميتها البحثية في العديد من المجالات، وأهمها: المناخ، والتنوع الحيوي النباتي والحيواني، والمصادر الطبيعية، وطبيعتها الجيولوجية والزلزالية، وغيرها. وتعتبر هذه المنطقة جزءاً من حفرة الانهدام الآسيوي الإفريقي، وبالتالي فإنها منطقة نشطه زلزالياً، حيث تعرضت عبر العصور إلى العديد من الزلازل المدمرة. ومن وجهة نظر علم تقييم المخاطر لا ينجم ارتفاع مستويات المخاطر (الاضرار والخسائر) الناتجة عن التهديدات أو الأخطار الطبيعية وغير الطبيعية عن قوة الخطر نفسه (الزلزال) فحسب، إذ قد يعود ذلك بشكل رئيسي إلى نوعية المباني ومدى قابليتها للإصابة الزلزالية، إضاقة إلى ضعف الجاهزية للاستجابة للكوارث.

ولتسليط الضوء على أهمية وجود سياسة وطنية شاملة للتخفيف من مخاطر الزلازل في هذه المنطقة، ستستعرض ورقة العمل عدد من المواضيع، أهمها: حركة الصفائح التكتونية العربية والإفريقية، وأنظمة الصدوع الأرضية والبؤر الزلزالية النشطة في المنطقة، وأسباب حصول الزلازل ومقدار درجاتها، وقابلية الإصابة الزلزالية للمباني والمنشآت، وتأثير طبيعة التربة الموقع ونوعيتها. وتستعرض الورقة كذلك عدداً من نتائج الدراسات التي تم إجراؤها في المنطقة، وتوزيع محطات الرصد القائمة حالياً، ومشروع الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي الذي سيتم تنفيذه قريباً، ومشروع تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين (SASPARM). كما تتضمن عدداً من التوصيات، أبرزها: ضرورة مراعاة عوامل تأثير تربة الموقع، وإنتاج خرائط تفصيلية لاستخدامات الأراضي، وعمل مخططات تفصيلة للمخاطر وإدارة الكوارث.

1. مقـــدمة

إن أسوأ الكوراث الطبيعية التي شهدتها الكرة الأرضية كان سببها في الغالب الزلازل، فقد تؤثر على بقاع عديدة من الكرة الأرضية بصورة دورية ومنتظمة تقريباً، وقد تؤثر على مواقع أخرى بصورة مفاجئة مسببة في كلتا الحالتين الكوارث والدمار، مما جعل العلوم الهندسية تركز اهتمامها على دراسة تلك الزلازل وتحليلها وصولاً إلى إيجاد معايير وكودات بناء لتصميم وتنفيذ منشآت مقاومة لأفعال الزلازل.

وتُعرف الزلازل على أنها ظاهرة جيوفيزيائية بالغة التعقيد، تظهر كحركات عشوائية للقشرة الأرضية على شكل ارتعاش وتموج عنيفين، وذلك نتيجة لإطلاق كميات هائلة من الطاقة من باطن الأرض، وهذه الطاقة تتولد

نتيجة لحصول انكسارات أرضية في طبقات الأرض السطحية، وبالتالي تعرض هذه الطبقات وبشكل خاص في منطقة الصدوع الأرضية او بالقرب منها لإزاحات عمودية و/ اوأفقية بين صخور الأرض، وذلك نتيجة لتعرضها المستمر للتقلصات والضغوط الكبيرة، وبشكل عام، تتراوح الزلازل في شدتها من هزات خفيفة بسيطة الضرر، إلى هزات عنيفة تؤدي إلى تشقق سطح الأرض، وتكوين الحيود والانزلاقات الأرضية وتحطيم المباني والطرق وخطوط الكهرباء والمياه... الخ. ويتعاظم تأثير الهزات في الأراضي الضعيفة وخصوصاً في الرواسب الرملية والطينية حديثة التكوين.

2.أسباب حصول الزلازل Earthquake Causes

منذ القدم، حاول الإنسان معرفة أسباب حصول الهزات الأرضية، حيث أظهرت المراجع التاريخية القديمة أن الشعوب والأمم القديمة، التي عاشت فوق الكرة الأرضية، حاولت إعطاء تفسير لظاهرة الزلازل، إلا أن جميع هذه التفاسير لم تخرج عن إطار الأساطير والخرافات أحياناً، وقد أظهرت بعض المراجع العلمية العربية (ايلوش 1996، والسنوي 1997) إمكانية عودة التفسير العلمي لأسباب الزلازل لأول مرة إلى العلامة ابن سينا، حيث أعطى تفسيراً لأسباب حصول الزلازل فيه الكثير من الصحة. أما في العصر الحديث وتحديداً في بداية القرن التاسع عشر يعتبر العالم اولدهام (Oldham) والعالم ريد (Reid)، من أوائل من وضعوا الأسس الفيزيائية لتفسير عملية حدوث الزلازل. وبشكل عام، يمكن تصنيف المصادر الطبيعية المسببة للهزات الأرضية الى ما يلي:-

أ – أسباب طبيعية لا دخل للإنسان بها.

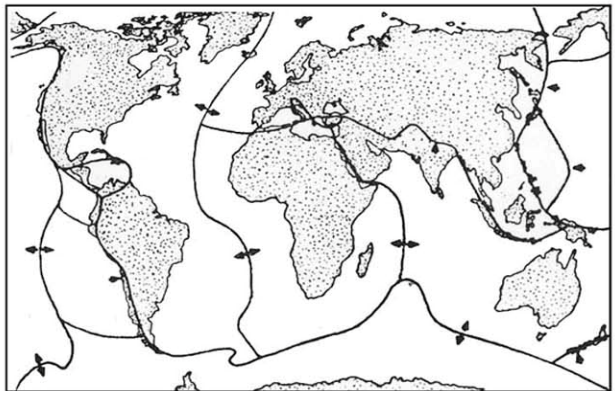
ويمكن أن تحدث الزلازل نتيجة لعدد من الظواهر الطبيعية منها: الزلازل التكتونية Tectonic Earthquakes، والزلازل البركانية Volcanic Earthquakes، والزلازل الانهيارية Collapse Earthquakes.

ب – أسباب غير طبيعية.

وهي الزلازل التي تنتج من نشاطات الإنسان (Man-Made Earthquakes) التي تخل باتزان القشرة الأرضية مثل: التفجيرات الكيماوية والنووية، والردميات والحفريات مثل البحيرات الصناعية الكبيرة والمحاجر العملاقة، واستخراج كميات كبيرة جداً من المياه الجوفية والسوائل، وحقن السوائل في بعض أماكن التنقيب او استخراج النفط.

وعموماً تنشأ الزلازل التكتونية نتيجة للحركة النسبية للصفائح المشكلة للقشرة الأرضية، حيث يبدأ تراكم الاجهادات الداخلية في الصخور الواقعة على حدود الصفائح المتحركة، وعندما تصبح قيم الاجهادات المتراكمة اكبر من قيمة الاجهادات القصوى التي يمكن ان تتحملها الصخور فإنّ ذلك يؤدي إلى تشكل صدوع (فوالق) عبر السطح الضعيف، وبسبب وجود اجهادات عالية حول التشققات تنتشر وتتكاثر التشققات، الأمر الذي يؤدي إلى حصول تحرك فجائي للصخور في منطقة التشققات، مما يؤدي إلى إطلاق كمية هائلة من الطاقة المتراكمة وبشكل فجائي محدثة زلزالاً في المنطقة. وتعتبر الهزات التكتونية أهم أنواع الهزات الأرضية الطبيعية، فهي تشكل 90 % من العدد الكلي للهزات المسجلة.

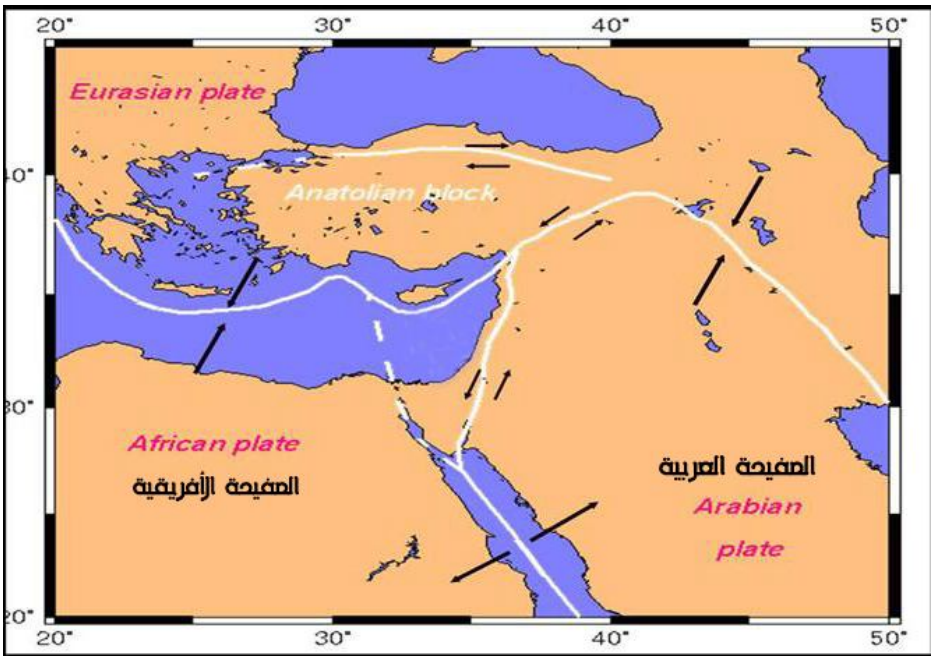
بسبب حركة الصفائح القشرية (Crustal Movements)، استنتج العلماء أن قارات الكرة الأرضية الحالية كانت قبل 200 مليون سنة متلاصقة على شكل قارة عملاقة واحدة أطلق عليها اسم البانجي (Panangea)، ونتيجة للحركة المستمرة لغلاف الصهاري، ومع مرور عشرات أو مئات الملايين من السنين، انقسمت البانجي بشكل تدريجي إلى عدة قطع، وصولاً إلى وضعها الحالي. ويعتقد بأن الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية (شكل1) ستبقى عامل تغيير في بنية القشرة الأرضية، فتصادم صفيحتين، أو تباعدهما أو حركتهما الجانبية، بالنسبة لبعضها البعض، أثرت وما زالت تؤثر في تضاريس الأرض مكونةً الوديان والاخاديد في منطقة التباعد (تباعد الصفائح)، والجبال والسلاسل الجبلية في منطقة التصادم. ومن الامثلة على تصادم الصفائح، وتكوين السلاسل الجبلية، تكوين سلسلة جبال طوروس وزاغروس في كل من تركيا وايران والناشئة عن اصطدام الصفيحة العربية مع الصفيحة الايرانية (صفيحة اوراسيا)، انظر الشكل (2)، ومن الجدير بالذكر أنه بسبب هذه الحركة للصفيحة العربية، فإن ابتعادها عن الصفيحة الأفريقية يؤدي إلى حصول اتساع في عرض البحر الأحمر قيمته 2 سم سنوياً في مناطقه الجنوبية، وبالاعتماد على الحركة النسبية للصفائح، ولتكوين القارات يعتقد أن البحر الأحمر لم يكن موجوداً قبل عشرات الملايين من السنين.



شكل (1): اتجاه الحركة النسبية لصفائح القشرة الأرضية ومواقع الصدوع القارية (Pop I, 1985)

3. النشاط الزلزالي في فلسطين Seismicity of Palestine

تعتبر حفرة الانهدام في منطقتنا، امتداداً لحفرة الانهدام الاقليمية Rift Valley، التي تمتد من خليج عدن في البحر الاحمر حتى خليج العقبة، ثم تستمر في وادي عربة والبحر الميت وحول نهر الأردن



شكل (2): اتجاه حركة الصفيحة العربية (DESERT Team, 2004)

وبحيرة طبريا، حتى تصل الى أنطاكيا في تركيا، وتؤدي الحركة المستمرة في الصفيحة العربية الى ابتعادها عن الصفيحة الافريقية بالاتجاه الشمالي الشرقي، واصطدامها بصفيحة الأناضول انظرالشكل (2) وتتحرك في الوقت ذاته في اتجاهات أفقية وعمودية على طول حفرة الانهدام التي تفصلها عن صفيحة فلسطين- سيناء المتفرعة عن الصفيحة الافريقية، وبسبب نوعية الصدوع في منطقة البحر الميت والاغوار (صدوع تحويلية Transform faults) انظر الاشكال (2) و (3)، تتحرك فلسطين مبتعدة عن الاردن بحركة نسبيه تحويلية بأتجاه الجنوب بمعدل 5 – 7 مم سنوياً.

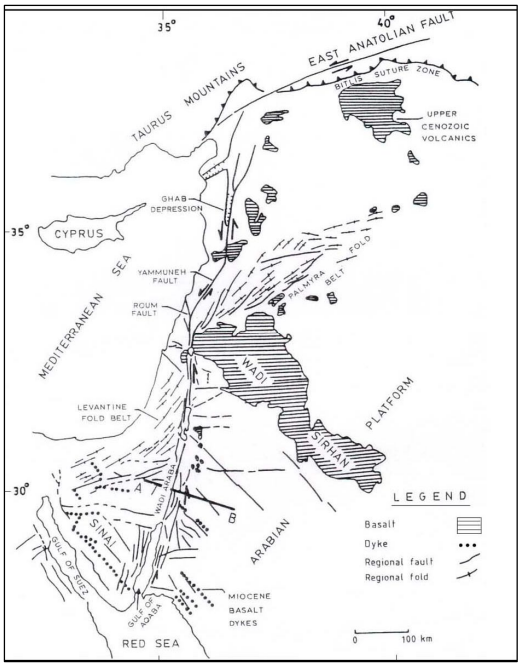
يتأثر النشاط الزلزالي، بشكل عام، بموقع الدول وتاريخ الزلازل في المنطقة، وتصنف مناطق الدولة عادة إلى مناطق شدة زلزالية محتملة، حيث يؤخذ بعين الاعتبار في هذا التصنيف أثر الصدوع الجيولوجية، وأثر طول هذه الصدوع (انظر الشكل 3)، بالاضافة إلى تاريخ الحوادث الزلزالية التي ضربت المنطقة عبر العصور. وتشير المعلومات التاريخية إلى ان فلسطين، والمناطق المجاورة، تعرضت للعديد من الهزات الأرضية المدمرة

عبر العصور (انظر الشكل 4)، وتبعاً للمصادر (السنوي 1997، وابو دية 1986 وعز الدين 1987 والاتابكي 1992، وحمودة 1990، والموسوعة الفلسطينية 1984 و Hussein 1999 Malkawi واخرون) ، يمكن ذكر اهم هذه الحوادث:

- دمار مدينة أريحا وسقوط جدارها الحصين عدة مرات (17مرة)، وذلك خلال الحقبة التاريخية من 3000 ق.م الى 2300 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:

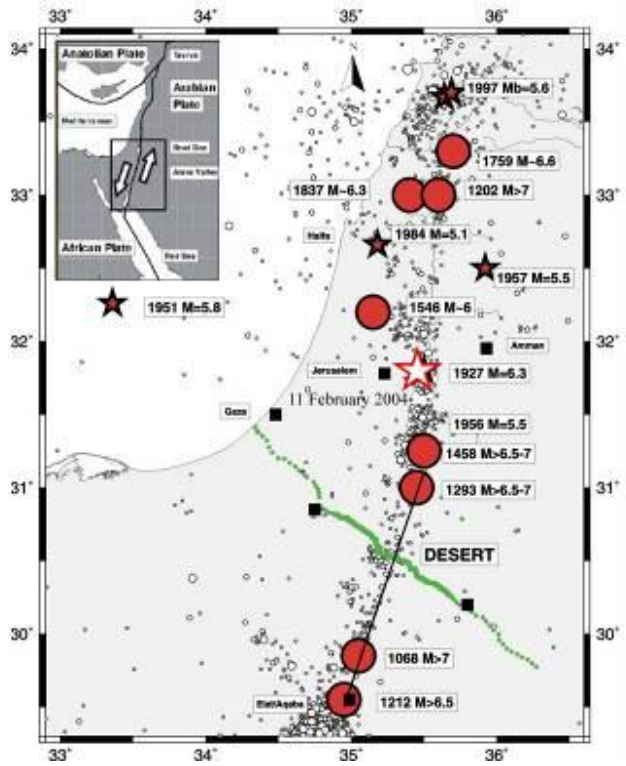
الزلازل التي حصلت في الأعوام: 1068-1202-1212-1339-1402-1546-1656-1666-1759-1834-1837-1854-1859-1872-1873-1896-1900-1903-1923-1927-1954- 1995.

أما اهم المدن والبلدات التي تأثرت بهذه الزلازل فكانت طبرية، وصفد، وعكا، وحيفا، ويافا، والقدس، ونابلس، وأريحا، والناصرة، وغزة، ومنطقة البحر الميت ووادي الأردن، بالاضافة الى منطقة أم الرشراش (خليج العقبة). ويلاحظ أن معظم المدن الفلسطينية قد تأثرت بالزلازل التي حصلت، والتي تم توثيقها خلال الألف سنة الماضية، وللتذكير لم تتأثر جميع المدن التي تم ذكرها بجميع الزلازل التي حصلت بنفس الدرجة، وذلك لاعتماد شدة التأثير على عدة عوامل، أهمها موقع المدينة بالنسبة لمركز الزلزال، وقوة الزلازل فمثلاً، في حالة كان مركز الزلازل منطقة أريحا والبحر الميت، يكون تأثير شدة الزلزال على منطقة أريحا ووادي الأردن، والمنطقة الممتدة من نابلس الى القدس أشد من المناطق الأخرى (الدبيك 1999).



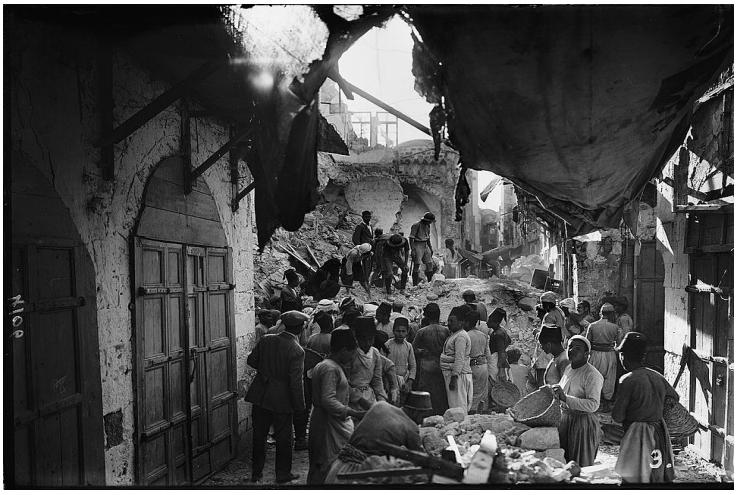
شكل (3): الخارطة التكتونية لفلسطين والأردن و المناطق المجاورة

ومن أهم الزلازل التي ضربت فلسطين، خلال القرنين الماضيين، زلزال الأول من كانون الثاني سنة 1837، وكان مركزه قرب مدينة صفد، وقد انتشر اثره في المنطقة كلها وتجاوز عدد ضحاياه خمسة آلاف شخص،



شكل (4): النشاط الزلزالي والبؤر الزلزالية في منطقة البحر الميت والاغوار. (مشروع DESERT)

وأدى الى حصول دمار في عدد من القرى في منطقة طبريا (ابو ديه 1986). ومن الزلازل المعروفة التي حصلت خلال القرن العشرين الزلزال الذي حصل في 1927/7/11 انظر الشكل (5) ويشار الى ان أثر الزلزال امتد حتى جنوب لبنان، وسبب مقتل 350 نسمة وتحطيم 800 منزل في منطقة نابلس، وقد تم تقدير قوته بـ 6.2 درجات على مقياس ريختر.



شكل (5): انهيارات في مباني في البلدة القديمة – مدينة نابلس، زلزال 1927.

وبتاريخ 11 شباط من العام 2004 تعرضت فلسطين والدول المجاورة لزلزال، وكانت درجته 5.1 حسب مقياس ريختر، وان كانت قوة هذه الدرجة تصنف تقريباً بالخفيفة أو الضعيفة، إلا أنها قد أحدثت أضراراً وانهيارات في عدد من المباني (Al-Dabbeek and Kilani 2005)، وقد كان السبب الرئيسي لهذه الاضرار والانهيارات، هو تدني نوعية وسوء هذه المباني وليس قوة الزلزال.

وبخصوص احتمال تعرض كل من فلسطين والأردن لزلازل في المستقبل، أظهر العديد من الدراسات الزلزالية (Al-Tarazi 1992, Desert 2000, El-Isa 1987, Husein Malkawi and Fahmi 1999, USAID-MERC 2004, and others) انه وبالاستناد الى:

- طبيعة موقع المنطقة "حفرة الانهدام" ووجود الفوالق والتصدعات الأرضية فيها.
- والتاريخ الزلزالي للمنطقة والفترات الزمنية التي يتكرر فيها حصول الزلازل،
- وتسجيلات محطات الرصد، حيث اظهرت هذه التسجيلات وجود نشاط زلزالي في عدد من المواقع.

يحتمل أن تتعرض المنطقة في المستقبل القريب (بداية القرن الواحد والعشرين) الى زلزال معتدل الدرجة أو قوي نسبياً، بحيث من المتوقع أن تتروح درجته بين 6-6.5 درجة حسب مقياس ريختر، وتوقعت بعض الدراسات احتمال تجاوز هذه الدرجة الى 7 درجات، أما بخصوص المركز السطحي لهذا الزلزال، فقد رجح بعض الخبراء بأن يكون شمال البحر الميت، في حين توقع آخرون بأن يكون جنوب البحر الميت، أو في منطقة وادي عربه، واستناداً إلى الزمن الدوري يحصل زلزال قوي (قوي نسبيا) ويكون مركزه السطحي في هذه المناطق عادة كل 80 – 100عام، في حين يتكرر حصول الزلزال الذي مركزه السطحي في منطقة

بيسان او في شمال فلسطين كل 200 أو 250 سنة، وقد أظهرت بعض الدراسات أن مقدار درجته قد تصل الى 7 درجات أو أكثر، علماً أن آخر مرة حصل زلزال وكان مركزه السطحي في هذه المنطقة كان عام 1759، وقد أدى في حينه الى حصول خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات.

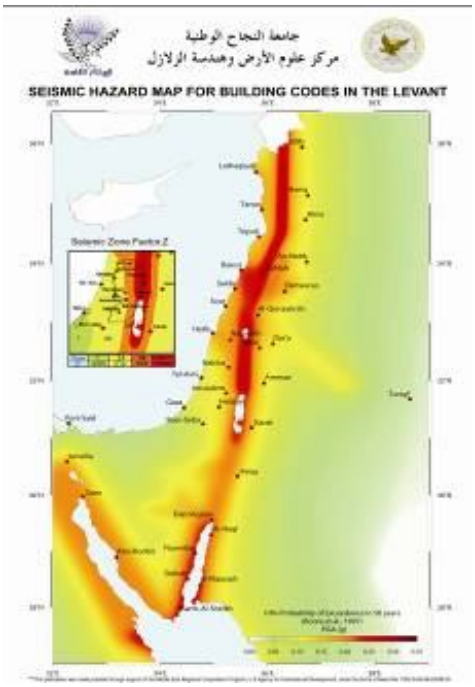
4. خارطة التسارع الزلزالي الارضي (PGA Map)

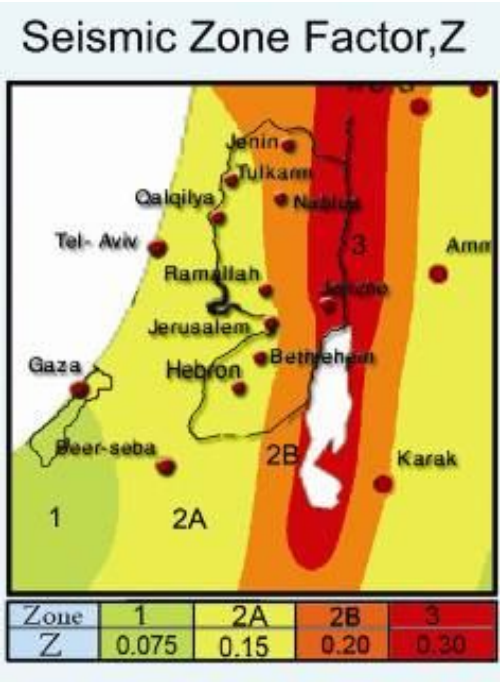
تعتبر الخرائط الزلزالية من أهم العوامل الرئيسية في تحديد سياسات استخدام الدول للأراضي، بالإضافة لضرورتها عند تصميم المنشآت لمقاومة الهزات الأرضية، وهذا ما جعل وحدة علوم الأرض وهندسة الزلازل في جامعة النجاح الوطنية، ومن خلال بعض المشاريع البحثية الدولية الى اعطاء الاولوية لعمل خارطة ذروة التسارع الارضي الزلزالي (PGA Map)، انظر الشكل (6)، ويظهر من هذه الخارطة ان منطقة البحر الميت والاغوار تصنف ضمن المنطقة الزلزالية الثالثة (Z = 0.3)، وهذا يعني ان التسارع الزلزالي الارضي على الصخر يمثل 30% من قيمة تسارع الجاذبية الارضية، وتعتبر هذه المنطقة الاخطر زلزالياً مقارنة مع المناطق الاخرى، وقد تم الاشارة الى هذه المنطقة باللون الاحمر.

5. تخفيف مخاطر الزلازل Seismic Risk Mitigation (نتائج وتوصيات)

بشكل عام، تعتمد شدة تأثير الزلازل على عدد من العوامل، أهمها:

- مقدار (قوة) الزلزال وعمق مركزه الجوفي.
- بعد المركز السطحي للزلزال عن المنطقة المتأثرة.
- طبيعة المنطقة الجيولوجية، فنوعية وطبيعة الموقع لها تأثير واضح على شكل الشدة الزلزالية للمناطق المتأثرة.
- نوعية وجودة البناء في المناطق المتأثرة، و نوعية النظام الإنشائي.





شكل (6): خارطة التسارع الزلزالي الارضي (PGA Map)

وبناءً على احتمال تعرض المنطقة لزلازل قوية نسبياً، وفي ظل إرتفاع قابلية الاصابة الزلزالية للمباني ولمنشآت البنى التحتية، وضعف قدرات المؤسسات الحكومية وغير الحكومية للاستجابة للطوارئ، يتوقع أن ينتج عن هذه الزلازل، مخاطر (Risks) وخسائر كبيرة في الارواح والممتلكات ، ويتوقع أن يمتد التأثير السلبي لهذه الزلازل، في حالة حدوثها، على المجتمع الفلسطيني ومؤسساته لسنوات طويلة. وللتخفيف أو للحد من مخاطر الكوارث الطبيعية بشكل عام ومخاطر الزلازل بشكل خاص، هناك حاجة لتأسيس إدارة للمخاطر على المستوى الوطني والمحلي، وضرورة تبني سياسات وطنية واضحة لاعتبار الكوارث أولوية وطنية قائمة على قاعدة مؤسساتيه صلبة للتنفيذ.

يمثل عدم إيلاء الاهتمام بالتخفيف من مخاطر الكوارث خطراً بحد ذاته، إذ يمكن أن يؤدي إلى تدهور خطير في الاقتصاد والنظم البيئية، وفقدان الثقة من قبل السكان والمستثمرين. ومن أجل التغلب على الاعتقاد السائد بأن ميزانية إدارة مخاطر الكوارث تتنافس مع الأولويات الأخرى وعلى الموارد الشحيحة، فإن الحد من المخاطر يجب أن يكون جزءا لا يتجزأ من التنمية المحلية، وبالتالي يجب النظر إلى تكلفة الحد من مخاطر الكوارث على أنها استثمار وليست تكلفة إضافية.

ومن الجدير بالذكر، أنه لا تكمن الخطورة بمقدار درجة الزلزال المتوقع (6 ال 7 درجات حسب مقياس ريختر) بل تكمن الخطورة في عدم جاهزية المجتمع بكامل فئاته ومؤسساته للتعامل مع الكوارث الطبيعية أو البشرية بشكل عام ومع الزلازل بشكل خاص. والمشكلة الحقيقية، لا تكمن في الزلزال نفسه، "فالزلزال لا يقتل، ومن يفعل ذلك هي المباني أو الحرائق أوالانزلاقات التي تثيرها الزلازل"، بل تكمن في عدم جاهزيتنا.

وعموماً يمكن تلخيص عدم الجاهزية والخلل الذي يعاني منه الافراد والمؤسسات، بما يلي:

- وجود انماط معمارية وإنشائية في المباني الدارجة محلياً لا تلبي المتطلبات العامة، او متطلبات الحد الأدنى للمباني المقاومة للزلازل.
- عدم وجود فعالة ادارة للكوارث واسناد الطوارىء.
- عدم وجود تخطيط او سياسة وطنية لاستخدام الاراضي، تأخذ بعين الاعتبار العامل الزلزالي والجيولوجي في الاستخدام، بحيث يتم من خلالها تجنب البناء فوق او قرب الصدوع الارضية الزلزالية، بالاضافة الى تجنب البناء فوق الأراضي الكلسية او الحورية المنحدرة او شديد الانحدار، وذلك بسبب قابليتها العالية للانزلاقات الارضية، وخصوصاً اذا ما تعرضت للرطوبة. ومن الجدير بالذكر انه حتى بدون وجود قوى زلزالية حصلت انزلاقات ارضية في عدد من المواقع المؤهولة في كل من فلسطين والأردن، وذلك بسبب الاستخدام والقطع والحفر الخاطىء في التربة .
- عدم وجود وعي لدى المواطنين بأسس وضوابط السلامة العامة بشكل عام وبأجراءات الوقاية والتهيئة للزلازل بشكل خاص.
- عدم وجود هيئات او مؤسسات تعني بمتابعة تصميم وتنفيذ المنشآت وفق متطلبات الاكواد الزلزالية.
- عدم وجود مخططات وخرائط للمخاطر المحتملة لكل من المدن والتجمعات السكنية.
- وغيرها من العوامل التي تعرض لها الباحث في العديد من الدراسات والابحاث وفعاليات التوعية العامة التي تم تنفيذها من قبل الباحث خلال السنوات الماضية.

وللتخفيف من مخاطر الزلازل تم خلال الفترة 2000 – 2014 تنفيذ العديد من الدراسات والمشاريع البحثية، وبوشر في تأسيس نواة لشبكة وطنية فلسطينية لرصد الزلازل حيث تم انشاء محطة في منطقة العوجا، وخلال العام 2014 سيتم الانتهاء من تأسيس عددمن المحطات في المناطق التالية: نابلس وسلفيت وجنين وفي جنوب الضفة الغربية، وفي العام 2012 بوشر في تنفيذ مشروع تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين

(SASPARM)، ولمزيد من التفاصيل حول هذا المشروع والفعاليات التي تم تنفيذها للخفيف من مخاطر الكوارث في فلسطين، يمكن الاطلاع على موقع المشروع الالكتروني (www.sasparm.ps) .

المراجع:

- 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.
- Al-Dabbeek, J., and El-Kelani, R., (2005),"Dead Sea Earthquake of 11 February 2004, ML 5.2: Post Earthquake Damage Assessment in the West Bank, Palestine," the International Earthquake Engineering Conference, Nov. 2005, Jordan.
- AL–Tarazi, E., (1992), "Investigation and Assessment of Seismic Hazard in Jordan and its Vicinity": Ph. D. Thesis, Ruhr – Universitat, Bochum, Germany.
- DESERT Team, (2004), "The crustal structure of the Dead Sea Transform": eophysics, J. Int. 156, 655 – 681.
- Husein Malkawi, A., Numayr K. and Barakat S., (1999), "The Aqaba Earthquake of November 22, 1995, EERI", Earthquake Spectra, Volume 15 No. 3 August 1999.
- Husein Malkawi, A. I. and Fahmi, Kh. J., (1999), "Locally derived earthquake ground motion attenuation relations for Jordan and conterminous areas": Quarterly Journal of Engineering Geology, 29, 309 – 319 November.
- 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, 138, 235 – 253.
- Jordan Seismological Observatory **JSO**, (1988 – 2005), "Earthquakes in Jordan and adjacent areas": NRA, Jordan, Seis. Obs. Bull, No. 19 – 37.
- Pop, I., Negoita, A., and others (1985). "Inginerie Seismica", Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti.

- أبو دية، 1986" عيوب الأبنية" الطبعة الأولى، المطبعة الوطنية، عمان.
- الدبيك جلال، (2007)، "قابلية الإصابة والسلوك الزلزالي المتوقع للمباني في الضفة الغربية، فلسطين" مجلة الجامعة الإسلامية- غزة، المجلد الخامس عشر، العدد الأول، يناير 2007.
- الدبيك جلال، (2007)، " الزلازل وجاهزيتنا"، الطبعة الأولى، عمادة البحث العلمي، جامعة النجاح الوطنية.
- الدبيك جلال،(1999)، " تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين" الحلقة الدراسة الرابعة لمجالس البحث العلمي العرب، اليمن.
- عز الدين محمد كمال (1987)، دراسة وتحقيق حول " كشف الصلصة عن وصف الزلزالية" لجلال الدين السيوطي، الطبعة الأولى، عالم الكتب، بيروت.

- أيلوش محمد،(1996) " أساسيات علوم الزلازل والهندسة الزلزالية"، الطبعة الأولى، ايداع ع-1996/1/94 دمشق، سوريا.
- الأتابكي، جمال الدين أبي المحاسن يوسف بن تغري بردي، 813-874 هـ: النجوم الزاهرة في ملوك مصر والقاهرة. قدم له وعلق: محمد حسين شمس الدين، ط 1، دار الكتب العلمية، بيروت 1992.
- الموسوعة الفلسطينية، (1984)، القسم العام، أربع مجلدات، ط 1، ب.د، دمشق.
- السنوي سهل،(1997) " أساسيات علم الزلازل"، الطبعة الأولى، صنعاء، اليمن.

حمودة، أحمد عبد الرحمن وآخرون،(1990) موسوعة المدن الفلسطينية، ط1، دار الثقافة م.ت.ف.

- وثائق مكتبة بلدية نابلس، موضوع الزلازل، رقم الموضوع (21)، الملف رقم (7): مشروع الإسكان (1928-1945)، عدد أوراق الملف (178).
- سجلات بلدية نابلس، موضوع السجل: ضبط مقررات المجلس البلدي 1925-1927 رقم الموضوع (27)، رقم السجل (5)، عدد أوراق السجل (207).