تقييـــــــــــم الخطر الجيولوجي الزلزالي في مدن الشمال الجزائري

– دراسة حالة حي المركز القديم بمدينة عين الدفلى –

Evaluation of the Seismic geological risk in the cities of Northern Algeria - A case study: The old center in the City of Ain Defla -

[1] بن قداح وسيلة،
[1] كلية علوم الأرض بجامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا (الجزائر)، wassilarisque@gmail.com

تاريخ الإرسال: 2024/06/30 تاريخ النشر: جوان/2024

الملخص

تشير دراسات إدارة الكوارث في القرن الواحد والعشرين إلى قلة المخزون المعرفي والطرق البحثية والتقنيات المتطورة، التي يمكن استخدامها في المعالجة المثالية لتسيير خطر الكوارث والحد من تأثيراتها على المستوى المحلي. يبين هذا البحث ضرورة تبني التقنيات المتطورة على البرامج الحاسوبية والطرق الحسابية في تقييم الخطر الزلزالي، التي تأخذ في الحسبان البحث العلمي والتطوير التقني في تأمين المعالجة العملية لهذا الخطر، والتي مازالت في بلادنا تعتمد على الطرق التقليدية في مجابهته، وخصوصا أن الشمال الجزائري، يعتبر من المناطق الأكثر عرضة لهذا النوع من الكوارث لاسيما منطقة دراستنا، والتي صنفت ضمن المستوى الثاني من حيث الخطر. كخلاصة توصل هذا العمل إلى نتائج مهمة بخصوص إدارة الكوارث وهو أن عملية التقييم هذه تساعد أصحاب القرار على الفهم الدقيق للعلاقات بين الأسباب والنتائج، وبالتالي فهي تؤمن الدراسة التحليلية العملية والعلمية لهذه المخاطر قبل وخلال وقوعها، لكي يتم فهم تأثيرها وأبعادها وكيفية التجاوب بشكل أفضل مع آثارها الجسيمة.

الكلمات المفتاحية: إدارة الكوارث، الخطر الزلزالي، التقنيات والطرق البحثية، البرامج الحاسوبية، ...

Abstract

The literatures of disaster management in the 21st century denote to the lack of informatics supplies, research ways, and developed techniques which can be used in perfect treatment for disaster risk management and limit its impact on local region. This study states the importance of adapting the developed techniques that based on the mathematics methods for the evaluation and computational programs that take into the account the scientific research and the technical development in insuring the practical processing of disaster risk, especially the north of Algeria is considered the region most vulnerable to this disaster, so our study case which is classified in the second place in terms of the magnitude of the danger. As a conclusion this work is concluded to important results which these techniques help the decision makers to understand the relationship between the causes and results· these technologies secure the analytical scientific and practical study which is related to disaster before and through its incidence to understand their effects, dimensions and how to best respond to its serious effects ·

Key words: Disaster risk management, Techniques, methods of evaluation, north of Algeria…

المؤلف المرسل: بن قداح وسيلة ، الإيميل المهني: wassilarisque@gmail.com

I – المدخل

يواجه عالمنا المعاصر تحديات عديدة ومتنوعة، أهمها المخاطر الطبيعية الكبرى، التي تتنوع مصادرها وفقا لشدتها ونوعيتها وحجمها وكيفية تأثيرها على المكان الجغرافي، حيث تصيب مناطق مختلفة من العالم [1].

وأن عدم الإلمام بخصائص الكوارث وأسبابها من الأمور التي تتسبب في تفاقم آثارها واتساع رقعتها وأبعادها التدميرية، لأن ازدياد الخطر يحول الحادثة إلى مخاطرة لها أبعادها ومن ثم إلى كارثة[2] ، حيث تستدعي الضرورة وضع خطة لمعالجتها.

وتشير التقارير الدولية في سنة 2016 على «أن الكوارث الطبيعية تتسبب في خسائر تزيد عن 500 مليار دولار سنويا وتدفع نحو 26 مليون شخص إلى الفقر كل عام »[3].

لقد أثبتت التجارب والدراسات أن معظم التدمير والتخريب الناتج عن هذه الكوارث قد يحدث بسبب الجهل بالتعامل مع هذه المخاطر أو عدم التهيؤ لمواجهتها في أية لحظة لاسيما الخطر الزلزالي الذي ما هو إلا ظاهرة طبيعية مرتبطة بطبيعة الأرض وتكوينها الداخلي، أو يمثل اهتزاز أرضي سريع يعود إلى تحرك الصفائح الأرضية أو إلى نشاط بركاني أو نتيجة تراكم إجهادات داخلية جيولوجية[4]. ويعتبر الخطرالمصنف عالميا من حيث درجة الخسائر التي يخلفها[5]، سواء تعلق الأمر بالبشر أو المنشآت الذين يتعرضون لمختلف الأضرار.

وعليه فإن درجة التعرض للخطر هي عبارة عن مصطلح يستخدم كمؤشر للتعبير عن الاختلافات في طريقة تصرف المباني في مواجهة الهزات الأرضية[6]. وتتأثر قابلية الضرر بعدد من العوامل نذكر منها:

نوع البناء (إسمنتي، حجري، خشبي وطيني،...)، الجودة والإتقان في تنفيذ البناء، حالة على البناء والصيانة العامة، انتظام البناء وتناسقه وتجانسه، لدونة البناء ومدى قابلية البناء لامتصاص التشوهات، موقع البناء وعلاقته بالأبنية المحيطة به، التصميم المقاوم للزلازل، الشروط المحلية في موقع البناء، ...

وتستند عملية تقييم الهشاشة الزلزالية إلى طرق ومناهج لتحليلها على مستوى البنايات، ولقد تم تطويرها في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وفي أوروبا[7]. وما تجدر الإشارة إليه أن عملية التقدير هذه مرتبطة بكمية ونوع المعطيات المتاحة.

وتتزايد آثار الكوارث وتعاقبها باستمرار في شتى أنحاء العالم مثلما هو الحال ببعض الزلازل التي حدثت في عرض البحار والمحيطات، حيث تتشكل حوالي 69% منها في منطقة حزام حلقة النار (حول المحيط الهادي) وتمثل الشواطئ الغربية من أمريكا الشمالية والجنوبية واليابان والفلبين حتى تصل إلى أستراليا ونيوزيلندا[8]، والتي ألحقت أضرارا كبيرة بالمناطق البعيدة بمئات الكيلومترات.

وتتركز بالتالي الزلازل في مناطق الأحزمة الزلزالية، وتعرف أيضا بمناطق الألواح التكتونية وهي مناطق غير مستقرة جيولوجيا [9]، كما هو الحال في المنطقة العربية والتي تتعرض للهزات من حين لآخر.

وتعتبر الجزائر إحدى هذه المدن، حيث تعرضت ومازالت عرضة لمختلف الأخطار الزلزالية، إذ يعود تاريخ هذه الأحداث إلى مائة سنة الأخيرة مثل زلزال الأصنام سنة 1980، عين تموشنت 1998، ولا ننسى زلزال بومرداس المدمر سنة 2003 [10]، وهذه الكوارث في الواقع قد جعلت من بلادنا تحتل مرتبة متقدمة بسبب الخسائر الهائلة التي ألحقت بالبشر أو المنشآت والممتلكات.

ومن بين المدن الجزائرية الأكثر تعرضا لخطر الزلازل، نذكر مدينة عين الدفلى، وهي من المدن المصنفة في المنطقة الزلزالية من الدرجة الثانية[11]، وسنركز الدراسة في هذا المقال على معرفة درجة هشاشة إحدى الأحياء القديمة المكونة للنسيج الحضري بالتركيز على المؤشرات

التي تحدد قابلية الضرر لمختلف مبانيها، لاسيما وأنها لم تحظى بدراسات سابقة كافية تعنى بحجم الخطر الزلزالي، وعليه تنبثق من هذه الدراسة التساؤل الجوهري التالي:

ماهي الوسائل والطرق المستخدمة لتحديد درجة هشاشة هذا الحي، ومنه فهم حجم التعرض ومدى تأثيره على النسيج الحضري، وتحديد العوامل التي زادت من حجم الخطر الزلزالي الذي تتعرض له المدينة، والخروج باقتراحات وتوصيات من شأنها حماية هذا النسيج بإعداد خريطة الأضرار؟

وللإجابة عن ذلك بات من الضروري جدا البحث عن طرق متطورة وأساليب عملية وسريعة لسد ثغرات هذه الإشكالية، والتي يتم معالجتها حاليا بالطرق التقليدية غير المناسبة مع التقدم العلمي والتكنولوجي، متبعين في ذلك على منهجية مبنية على الملاحظة والعمل الميداني والمقارنة.

يتطرق هذا البحث إلى التعريف بأهمية استخدام المعايير التي تفيد في عملية تحديد درجة الهشاشة الزلزالية ثم تعميمها على حالة الدراسة بإجراء مقاربات لها في مناطق أخرى من العالم.

II – المواد والطرائق Materials and Methods

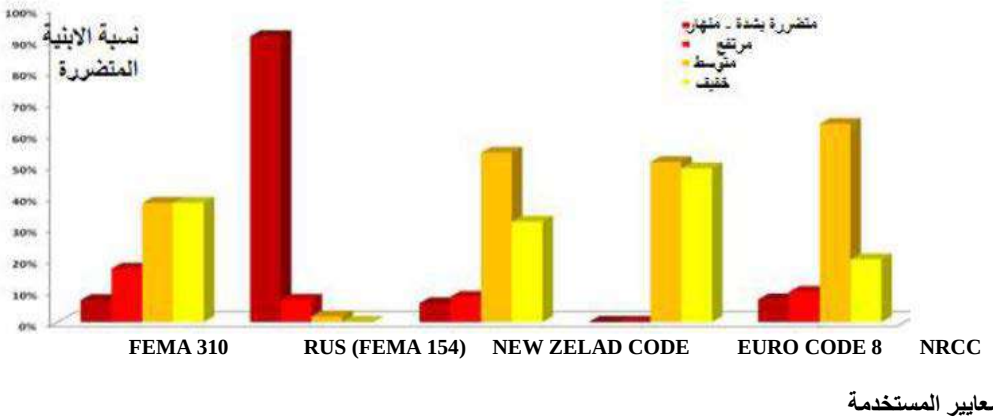
لقد وقع اختيار عملنا على موضوع تقييم الخطر الزلزالي في إحدى مدن الشمال الجزائري، وبالتحديد في حي المركز القديم بمدينة عين الدفلى، مركزين في ذلك على تقييم درجة الهشاشة الزلزالية باختيار الطريقة المناسبة ووضع خرائط تدعيمية لذلك.

ولتحقيق الهدف من الدراسة استعملت المواد والطرائق التالية:

1- تم البحث عن هذا الموضوع في المجلات العلمية ومن منشورات المؤتمرات، ومن شبكة المعلومات الدولية، التي تعتبر من المصادر الهامة المعتمد عليها من ناحية المنهجية، ولعل أهمها يتمثل في عمل هيوغو[12] ، والذي حدد أولويات في مواجهة الكوارث.

2- تقييم الهشاشة الزلزالية، والتي نعني بها تقدير لمستوى الخسائر الممكن حدوثها بصفة كبيرة حسب درجة عنف الهزة الزلزالية[13]، ولقد تم تحديد درجة الهشاشة الزلزالية حسب مقياس (EMS -98)، (European macro Seismic[14]) والذي يقدم تقييما مباشرا لتحديد درجة الضعف الزلزالي الخاصة .

3- الاستعانة بدراسة عن طرق تقييم قابلية الأضرار الناجمة عن الزلزال في بنغلاداش سنة 2011، والتي كان الهدف منها البحث عن الطريقة المناسبة لذلك بالاعتماد على معايير، ولقد تم استخدام العديد منها مثل: (CEMA, NZCODE, NRCC, EUROCODE8, FEMA310,154)، كما يوضحه الشكل الموالي:



شكل رقم (1): اختلاف نسبة الضرر المحتمل الحدوث حسب المعيار المستخدم
(Ghathory-Ashtiany (2011), P30)

4- الارتكاز على ثلاثة خطوات رئيسية يجب الالتزام بها ومعتمدة لدى أي مجتمع محلي لإعداد خريطة الأضرار والتي تمثل في الواقع أداة مرجعية لإدارة خطر الكارثة وهي كالتالي[15]:

أ- تقييم المناطق المعرضة للإصابة بالكارثة، وترتيبها حسب الأولوية.
ب- تحديد المناطق والمواقع التي تشكل مصدر خطر على المجتمع.
ج- إعداد خرائط مفصلة تظهر المخاطر المحتملة، المناطق المعرضة للخطر مثل: السكن العشوائي، المنحدرات، فئات المجتمع الضعيفة...
كما تم الاعتماد على بعض العوامل لتحديد درجة الهشاشة مثل (نوع البناء، التصميم

المقاوم للزلازل (ERD)، أثر الموقع، المخطط، الارتفاع، نوع التربة، الأعمدة القصيرة، ...

5- استخدام منهجية مبنية على تقنية (Système d'information Géographique SIG)، والتي تعتبر من أفضل الأساليب المتبعة لتنظيم المعلومات المكانية ضمن قواعد بيانات وربطها بمواقعها الجغرافية اعتمادا على إحداثياتها.

6- الاستدلال بخريطة تقسيم الجزائر إلى مناطق زلزالية وتوضيح أماكن الهشاشة، والذي يعتبر ذلك إطار مرجعي لتحديد مستوى منطقة الدراسة من مجال الخطر الكامن، لاسيما وأن الكثير من الدراسات أشارت لحدوث عدد من الزلازل المدمرة أدت إلى خراب ودمار عدة مدن في الشمال الجزائري عبر الزمن، لذلك من الواجب إعطاء موضوع البحث ما يستحقه من الاهتمام والجدية

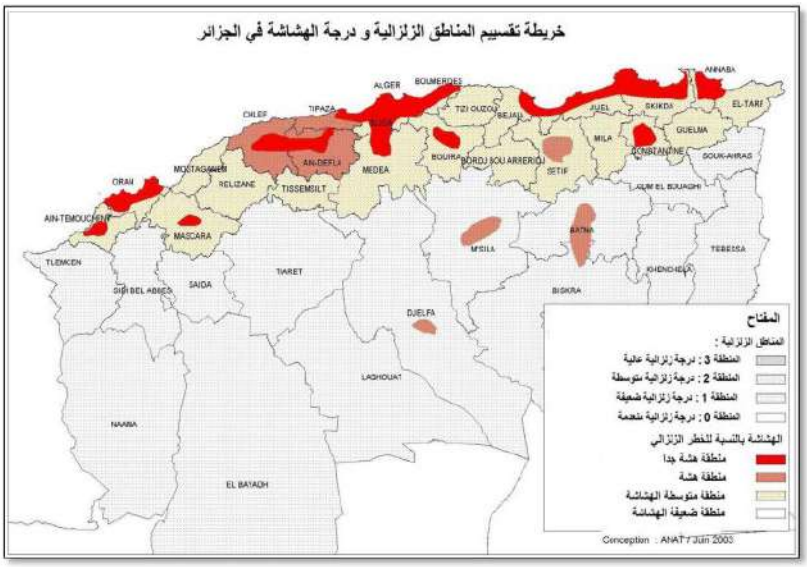
(أنظر الشكل رقم 2).

7- تبني خريطة تحديد النطاق الجغرافي، والقطاعات العمرانية، والتي ارتكزت على حي من الأحياء القديمة لمدينة عين الدفلى، والتي ساعدتنا كثيرا في إعداد خريطة الهشاشة الزلزالية لمنطقة الدراسة والتي يدخل في خضمها العديد من العوامل التي تزيد من درجة هذه الهشاشة.

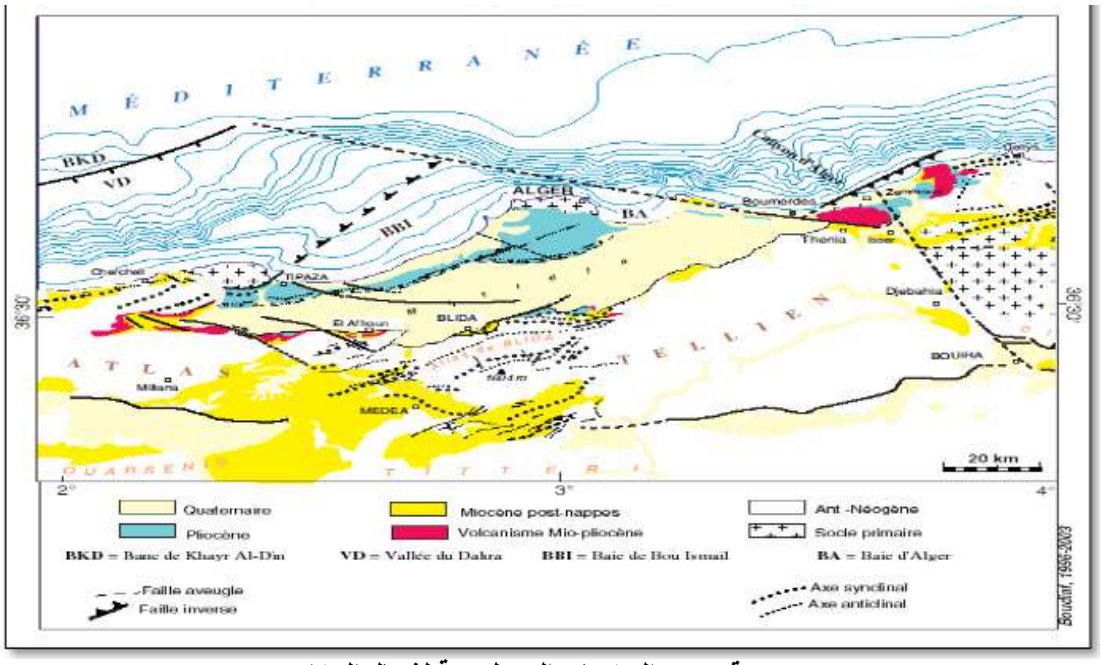
8- العمل بطريقة مؤشر الهشاشة الزلزالية، والذي يركز على دراسة معاملات خاصة بذلك، وهذا طبعا بالاستناد إلى تحليل وثيقة تقييم البنايات في الملاحظة الميدانية، وهذا يدخل طبعا في تقييم الخطر الزلزالي بالمنطقة.

9- الاعتماد على المنهج الإحصائي أثناء الدراسة الميدانية، حيث أعددنا في خضمها وثيقة لتقييم مختلف مباني الحي (حالة البناية، نوعها، مستوى البناء،)، والذي ساعدنا ذلك في تقدير النسب المئوية لمباني الحي وفق المعاملات التي حددتها طريقة مؤشر الهشاشة المعتمد عليها في هذا العمل، ونشير في هذا الصدد أن العمل الميداني ليعد من أحد التقنيات المناسبة التي تقرب الباحث من الخطر وإمكانية اكتشاف درجة الهشاشة بطريقة مباشرة.

10- الاعتماد على خريطة طبوغرافية منطقة الدراسة والخريطة الجيولوجية لشمال الجزائر كونهما أداتان مهمتان في زيادة أثر الهزات الأرضية **(لاحظ الشكل رقم3).**



شكل رقم (2): تقسيم المناطق الزلزالية ودرجة الهشاشة في الجزائر(16)



شكل رقم (3): التركيبات الجيولوجية لشمال الجزائر (17)

III – النتائج Results

يختص موضوع بحثنا بدراسة تقييم الهشاشة الزلزالية للمنشآت القائمة في إحدى الأحياء المركزية لبعض المدن الجزائرية المعنية بالخطر حتى نتمكن من رسم الصورة الحالية لهذا الحي، لتتحدد فيما بعد استراتجيات التدخل من قبل أصحاب القرار بغية التخفيف منه، والتي عادة ما نجدها تنفذ قبل حدوث الزلازل في المدن أو أجزاء منها بشكل عام، ويسمح بالتالي بإعطاء تقديرات أولية للخسائر المتوقعة ومنه يساهم في وضع الخطط الوطنية على المدى الزمني القصير، المتوسط والبعيد.

وبناء على الأدوات والمواد المنتهجة في هذه الدراسة توصلنا إلى:

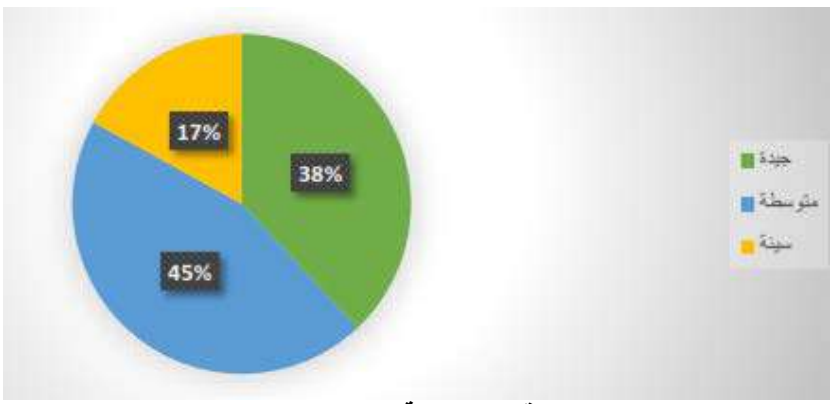
1- لقد وقع اختيار عملنا على حي من الأحياء المركزية القديمة بمدينة عين الدفلى، والذي نجده يشغل موقع استراتيجي هام كونه يتوسط القطاع الحضري للمدينة ويعتبر بمثابة القلب النابض لها، إلا أنه يعرف اختلالات مجالية تزيد من تعرضه لمختلف الأخطار لاسيما الخطر الزلزالي لأنه

يشكل جزءا لا يتجزأ من المدينة ككل، وهذا ما أثبته **الشكل رقم (2)** المبين أعلاه، حيث من المتوقع أن تكون الأضرار والخسائر الزلزالية في مدينة عين الدفلى كبيرة لموقعها على الشريط الداخلي الحساس، إذ يعتبر نشطا زلزاليا لوقوعها في الحدود بين الصفيحة الإفريقية و الأوراسية وهي بالتالي من المدن المصنفة في المنطقة الثانية من حيث الدرجة الزلزالية [18].



شكل رقم (4): حدود منطقة الدراسة (19)

2- بما أن الدراسة تعالج مدى قابلية حدوث الضرر الزلزالي لمختلف مباني حي منطقة الدراسة، فقد لاحظنا ارتفاع نسبة المباني والبنى التحتية الضعيفة والتي لا تتوافق مع متطلبات مقاومة الزلازل وخصوصا مع اتساع ظاهرة السكن العشوائي في المدينة ونقصد هنا المباني التي تبدو في حالة سيئة، والتي تحتل نسبة **17%** من إجمالي مباني الحي- **لاحظ الشكل التالي-**

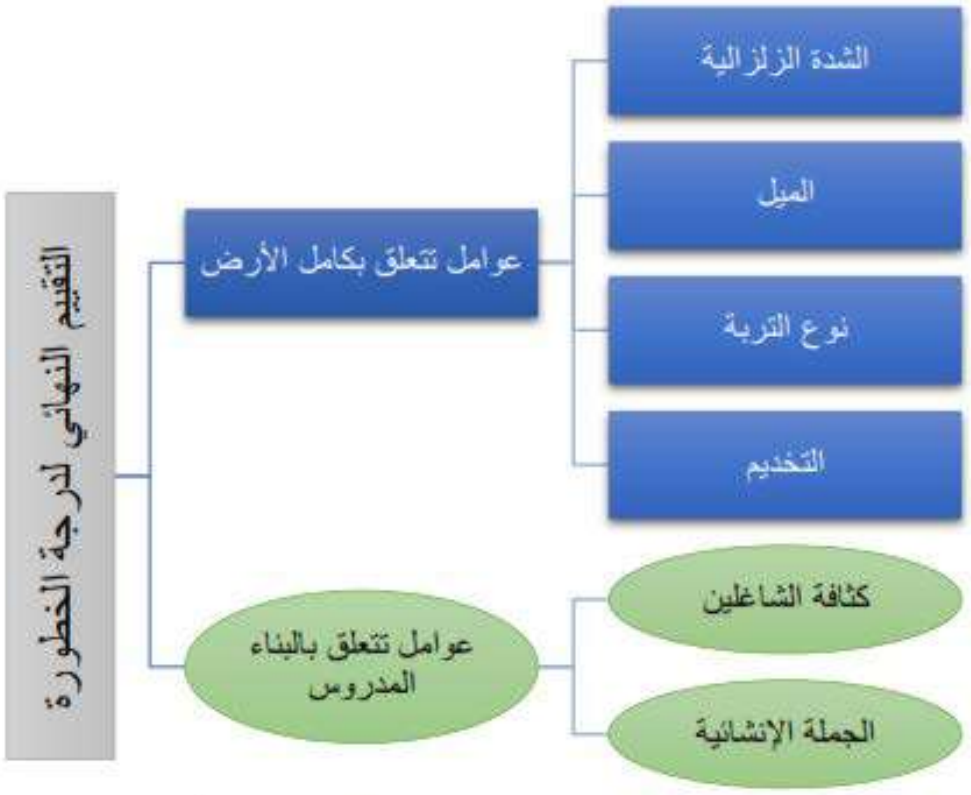


شكل رقم (5): حالة المباني بالحي
(من إعداد المؤلف بناء على نتائج الدراسة الميدانية 2021

3- تم تصنيف مستوى الخطر حسب ما حددته معطيات الدراسة النظرية إلى نطاقين بارزين:

الأول: متعلق بأرض البناء ومجموعة عوامل الخطر المرتبطة بها بشكل أساسي، ويمكن أن يترجم هذا النطاق بخريطة رقمية لكامل المنطقة المدروسة، تجمع العوامل المختلفة التي تساهم في تكوين الخطر الزلزالي كل بحسب وزنه ومدى تأثيره.

الثاني: يتعلق بمخطط الاستجابة أي يرتبط بالبناء نفسه وجودة تنفيذه.
ويتفاعل النطاقين في الحقيقة لإنتاج خريطة الأضرار باستخدام المطابقة المكانية في أنظمة المعلومات الجغرافية. يبين الشكل رقم **(6)** مخططا لسير العمل في الدراسة العملية المقدمة، والذي نتوصل من خلاله للنتائج النهائية لهذا البحث.



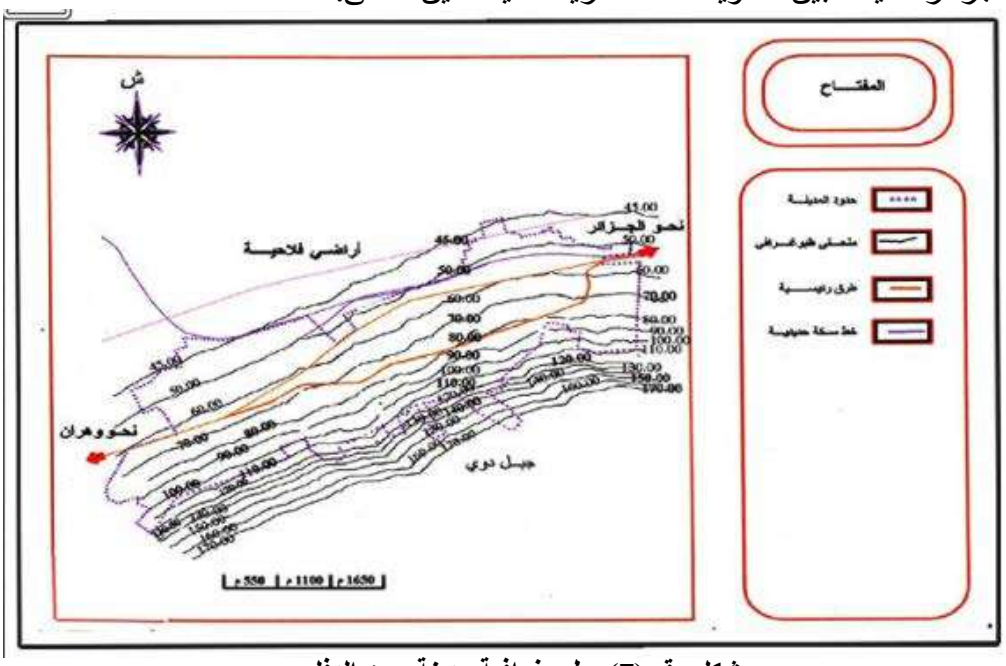
شكل رقم (6): تحليل العوامل المحددة لدرجة الخطورة الزلزالية
(من استنتاج المؤلف بناء على طرق تقدير الهشاشة الزلزالية)

4- اعتمادا على طريقة مؤشر الهشاشة المحدد في هذه الدراسة، فقد حددنا العوامل المؤثرة في تفاقم قابلية حدوث الضرر للمباني، وهذا طبعا بالاستناد إلى تحليل وثيقة الدراسة الميدانية، وتوصلنا إلى النتائج المهمة التالية:

✦ تلعب حدة التضاريس وشدة الانحدارات دورا بارزا في زيادة أثر الهزات الأرضية، لكن يبقى الحي المدروس بعيد عن هذه التأثيرات لوقوعه في الجهة الشمالية للمدينة والتي تتميز بانحداراتها الضعيفة **(لاحظ الشكل رقم7).**

✦أما فيما يخص الطبيعة الجيولوجية للمنطقة، فنجدها عبارة عن نوع من أنواع الصخور

المتحولة من الزمن الرابع بها نتوءات من الغرانيت وهذا النوع في الواقع يلعب دور الدعامة للبناية ومنه يساهم في استقرارها، كما هو موضح في خريطة التركيبة الجيولوجية لشمال الجزائر، حيث تبين التكوينات الصخرية لمدينة عين الدفلى.



شكل رقم (7): طبوغرافية مدينة عين الدفلى (19)

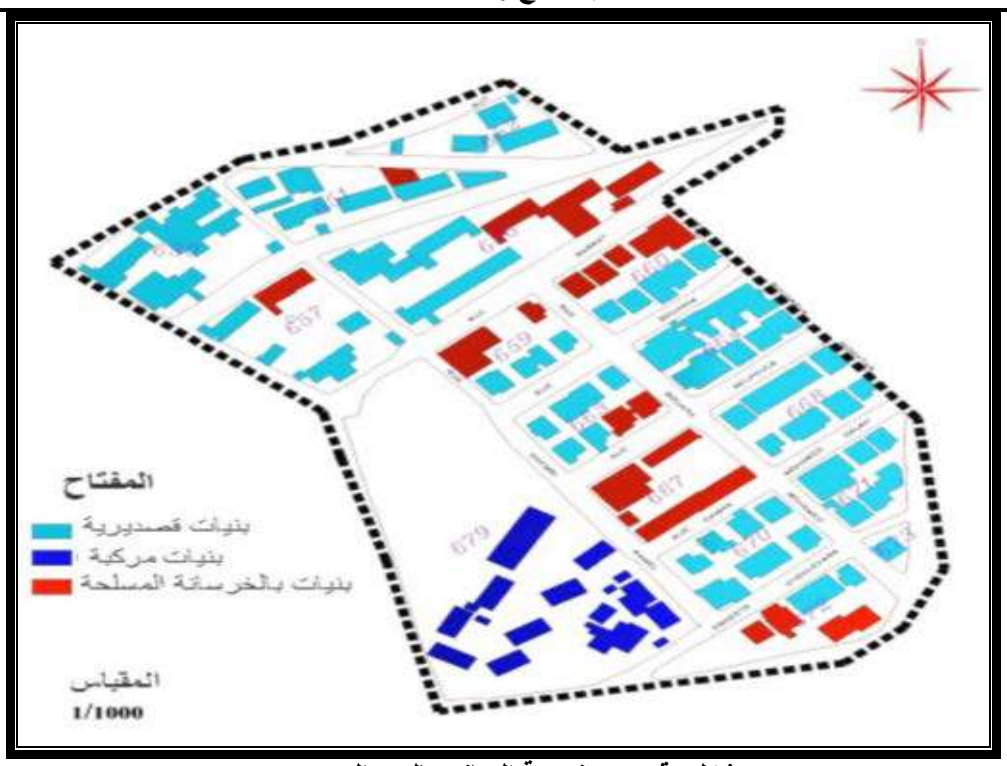
✦ تأتي في مقدمة المعاملات التي اعتمدنا إليها في التقييم الزلزالي **علو المباني**، والذي وجدنا أنهكلما زاد إلا وزادت معه درجة هشاشة البنايات وبالتحديد الارتفاع الذي يفوق **5** طوابق وهذا بشكل عام، ومن خلال تحليل وثيقة الاستمارة البيانية، فقد اتضح أن البنايات العالية لا تشكل سوى **1%** من مجموعها.

ومنه يمكن القول أن المجال المدروس لا يتأثر كثيرا بمعيار ارتفاع المباني، على عكس معامل **نوعية البناء**، حيث وجد أن حوالي **79%** من مساكن الحي عبارة عن بنايات قصديرية، التي تعتبر أكثر هشاشة في مقاومة خطر الزلازل.

ونفس القول ينطبق على معيار سنة البناء، حيث أثبتت الدراسة أن معظم البنايات بمنطقة الدراسة غير خاضعة للمعايير المضادة للزلازل سواء ما بني قبل 1988أو ما بعد 2003.

✦ أما فيما يتعلق بمعامل **حالة المباني**، فقد وجدنا بأن المنطقة المدروسة لا تتأثر بهذا المؤشر لأن معظم البنايات في حالة جيدة ومتوسطة.

✦ حتى بالنسبة لمؤشر **انتظامية المباني**، فقد وجد أن غالبية البنايات في الحي هي منتظمة الشكل ومنه فهي من نوع البنايات الأكثر مقاومة لخطر الزلازل مقارنة بالشبه المنتظمة أو الغير منتظمة.



شكل رقم (8): نوعية المباني بالحي المدروس
(من إعداد المؤلف بناء على المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير 2012 والدراسة الميدانية 2021)

✦ مؤشر **<u>تموضع المباني</u>** هو من بين المؤشرات المدروسة كذلك لقياس هذه الهشاشة، والذي يحدد وضعية البناية بالنسبة للبنايات المجاورة: منعزلة، ملتصقة في الجانب أو محصورة في الوسط، وعليه تكون البنايات المنعزلة أقل هشاشة وأكثر مقاومة لإمكانية التعرض للخطر عكس البنايات المحدودة بالجانب أو واقعة في المنتصف (محدودة من الجهتين)، فتتعرض إلى ظاهرة الطرق(Martellement)، وهذا ما يزيد من درجة هشاشة هذا الصنف.

وعليه فقد أوضحت الدراسة أن أغلبية مباني هذا الحي متطرفة ومنعزلة بالنسبة لبعضها البعض ومنه فهي لا تتأثر بهذا العامل.

✦ وبناء على كل هذه النتائج المتحصل عليها، ومن خلال تحليل **339** وثيقة تقييم البنايات وبالاعتماد على الخريطة الأصلية المأخوذة من Google Earth وبرنامج Arc Gis، فقد أمكننا ذلك من إنجاز خريطة الأضرار أو الهشاشة الزلزالية لحي المركز القديم بعد حساب مؤشر الهشاشة، وتوصلنا إلى أن **33** بناية هي مصنفة في الخانة الحمراء ذات درجة هشاشة مرتفعة، وهي عبارة عن بنايات قصديرية واقعة في جنوب منطقة الدراسة.

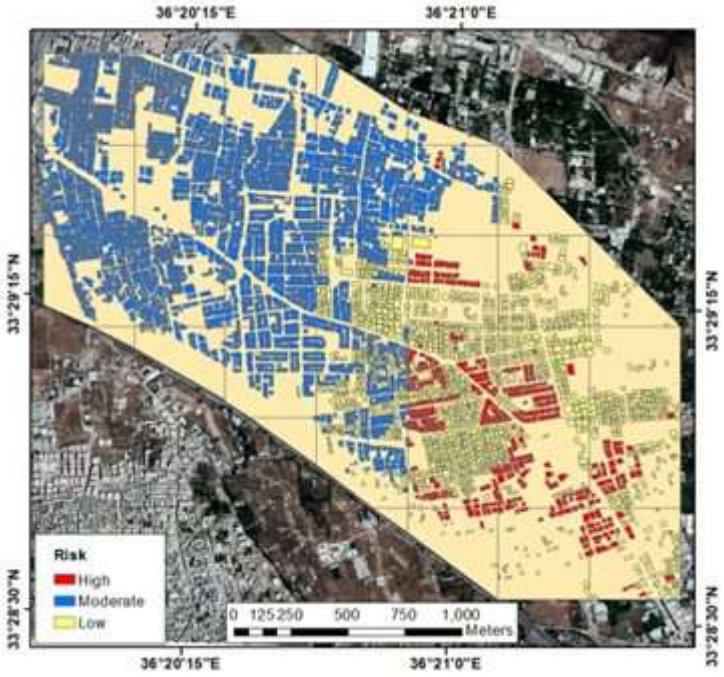
بالإضافة إلى عمارتين ذات حالة سيئة مما زاد في درجة هشاشتها و**79** بناية مصنفة في الخانة البرتقالية أي درجة هشاشتها أقل من سابقتها وشملت هذه الخانة أغلب العمارات في المنطقة وهذا لأنها بنيت في الفترة قبل 1988، وهذا العامل هو في الحقيقة ما زاد في درجة هشاشتها، مقارنة بالخانة الخضراء، التي قدر عدد البنايات المصنفة فيها بـ ـــــ19 بناية أغلبها في حالة جيدة، ولقد بنيت بعد سنة 2003 وهي منتظمة الشكل وذات درجة هشاشة ضعيفة.



شكل رقم (9): درجة الهشاشة الزلزالية بحي المركز القديم بمدينة عين الدفلى
(من إعداد المؤلف بالاعتماد على نتائج الدراسة الميدانية)

VI – المناقشة Discussion

❖ اعتمدنا في هذا العمل على نتائج الدراسة الميدانية بالأخذ بعين الاعتبار العديد من المعاملات التي حددتها إحدى طرق تقييم الخطر الزلزالي وهي طريقة مؤشر الهشاشة الزلزالية، وتم دراسة عن تقييم المخاطر الزلزالية في مدينة جرمانا باستخدام النظم الجغرافية للباحث عبد المطلب الشلبي (2021) [21]، بإثبات وتثمين ما اعتمدنا فيه من معايير المستخدمة في التقييم الزلزالي، كمعايير الطبيعة الأرضية من تضاريس ومختلف التكوينات إضافة إلى معايير المباني والكثافة السكانية، وأظهرت النتائج درجات خطر مرتفعة على أجزاء واسعة من المدينة وخصوصا في المنطقة العشوائية والمناطق الحاوية على المباني ذات الارتفاع الطابقي 6 و7 و8 [22]، وأوصت هذه الدراسة بضرورة تنظيم المناطق العشوائية وأن تؤخذ بعين الاعتبار معيار التربة عند منح تراخيص البناء وإعداد مخططات التنمية لمناطق التوسع، بالإضافة إلى التقيد بضوابط واشتراطات البناء وهذا ما هدفنا إليه طبعا من خلال بحثنا.



شكل رقم (10): درجة خطورة المباني بمدينة جرمانا

(عبد المطلب الشلبي(2021)، تقييم المخاطر الزلزالية في مدينة جرمانا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، مجلد37، العدد 2، ص 7)

❖ كذلك دراسة المخاطر الزلزالية لحرة الشاقة أو حرة ليونير، وبالتحديد في مدينة العيص غرب المملكة العربية السعودية، والتي أعدها الباحث هاني محمود علي زهران (2018)، باستخدام نتائج المسوحات الجيوفيزيائية والزلزالية كمدخلات في حساب المخاطر الزلزالية بالاعتماد على طريقة كورنل وماجوير، لاسيما وأن الكود البناء السعودي الصادر في عام 2007، لم يضع في الاعتبار النشاط الزلزالي في حرة الشاقة كمصدر زلزالي عند حساب خرائط المخاطر الزلزالية لغرب المملكة[23].

وعليه فقد تم تقييم المخاطر الزلزالية باستخدام طريقة مونت كارلو بناء على سيناريوهات الكارثة المتوقعة[24].

وتشير نتائج دراسة المخاطر الزلزالية الاحتمالية لمدينة العيص إلى أن هناك درجة من الخطورة يجب وضعها في الاعتبار بناء على الطرق المشار إليها ولا يمكن الاستدلال بالكود السعودي للبناء لعام 2007، لأنه من وجهة نظري يعتبر متناقض مع أهداف هذه الدراسة، والتي أثمن ما اعتمدت عليه من طرق في تحديد المخاطر الزلزالية، وبناء على ذلك نجد أن خريطة الهشاشة الزلزالية في هذه المنطقة معبرة بصدق عن واقع درجة قابلية الضرر للخطر الزلزالي.

❖ في الحقيقة إن مؤشر الهشاشة الزلزالية الذي اعتمدنا عليه في بحثنا هذا ليعد من أحد الأساليب الناجعة في التقليل من آثار المخاطر الزلزالية مثلما تبنته الدراسات السابقة والمصادر الهامة، ومن أبرزها نجد عمل هيوغو[25]، الذي تضمنت متطلباته خمس أولويات في بناء قدرة الأمم والمجتمعات على مواجهة الكوارث وهي:

- **الحكومي:** أي ضمان الحد من خطر الكوارث وهي أولوية وطنية ومحلية ذات أساس مؤسسي للتنفيذ.
- **تحديد المخاطر**: بمعنى تحديد وتقييم ورصد خطر الكوارث وتعزيز الإنذار المبكر.
- **المعرفة:** استخدام المعرفة والابتكار والتعليم لبناء ثقافة للسلامة والتأقلم على جميع المستويات.
- الحد من عوامل الخطر الكامنة في مختلف القطاعات (الصحة، البيئة، البناء، ...)
- تعزيز الاستعداد للكوارث من أجل الاستجابة الفعالة.

❖ كما أثبتت التجارب أن الدول التي عملت على وضع استراتيجيات وخطط الاستعداد لمواجهة

خطر الكارثة، قد تصرفت في أوقات الكوارث بهدوء وثقة عالية كما هو الحال في تشيلي، وبالتالي كان نصيبها من الخسائر أقل بكثير مقارنة مع هايتي، التي لم تعمل بمنهجية التهيئة والاستعداد المسبق.

تشـــــــــيلي	هايـــــــتي	مكان الزلزال
فبراير2010	جانفي 2010	التاريخ
8.8	7	القوة
521	220.000	الخسائر البشرية

جدول رقم (1): مقارنة الخسائر حسب المنهجية المتبعة لإدارة الكوارث (26)

❖ وما تجدر الإشارة إليه أنه توجد عدة طرق لتقييم قابلية الضرر للخطر الزلزالي، وهذا ما قامت بهدراسة في بنغلاداش سنة 2011، حيث توصلت إلى استخدام أدوات صنع القرار بمعايير متعددة، حسب طريقة (Multiple Criteria Decision Methods) (MCDM)، حيث تم تمثيل هذه المعايير بكودات خاصة والتي بينت اختلاف درجة الضرر الخاصة بالأبنية حسب **الشكل رقم (1)** المبين أعلاه.

ونشير في هذا السياق أنه قام الباحث (GHAFORY) سنة 2011 مع آخرين بدراسة عن مخاطر الزلازل في مدينة مشهد الإيرانية، وكانت أهم نتائج البحث كالتالي[27]:

1- التخفيف من مخاطر الزلازل.
2- إعادة التطوير والتعديل والتحديث لبنى القابلة للتعرض للمخاطر (البنى التحتية للمناطق المأهولة.
3- تطوير استراتيجيات التأهب والتخفيف من مخاطر الزلازل.
4- تقدير الخسائر والأضرار الناتجة عن الزلازل.

❖ وفي إطار سياسة التقليص من الخطر الزلزالي، فإن إحدى الوسائل المفضلة تتمثل في وضع أدوات تحليلية، من بينها دراسة قابلية المباني للتصدع (هشاشتها) وتقييم الخطر الزلزالي، وهذا ما أوضحه عمل الباحثان بلعزوقي محمد ومزوار نورالدين حول التهيئة الحضرية والخطر الزلزالي[28]، حيث نجدهما قد ركزا على منهجية التقييم الزلزالي، التي تستلزم إتباع مجموعة من المراحل وهي:

- دراسة الاحتمالات الزلزالية للمدينة المعنية،
- التقسيم الزلزالي الدقيق للموقع،
- إحصاء السكان وتوزيعهم جغرافيا وكذلك مختلف أصناف البناء وفترات إعمارها،
- تحليل معطيات السكان والسكن وكذلك مختلف أصناف البناء وفترات إنجازها يسمح بعزل المقاييس التي تهم الدراسة المعنية.

ويتم إحصاء الطرقات وكل الشبكات الحيوية (ماء، غاز، كهرباء ،...) لكل صنف من هذه المنشآت فتستخرج مؤشرات قابليتهم للتصدع، فيحسب عندئذ الخطر الزلزالي والنتيجة تكون على شكل توزيع الأضرار المقدرة من انهيارات ومتضررات كبيرة.

هذه السيناريوهات للكارثة الزلزالية، تساعد على إنشاء لدينا فكرة واقعية عن جوانب المدينة بعد الحدث على أساس الضرر، وهنا يطرح التساؤل التالي:

- كيف يمكن التعامل مع الكارثة الزلزالية؟

وعليه، فإن إعداد خرائط الأضرار يمكننا من التوصل إلى النتيجتين الضروريتين التاليتين [29]:

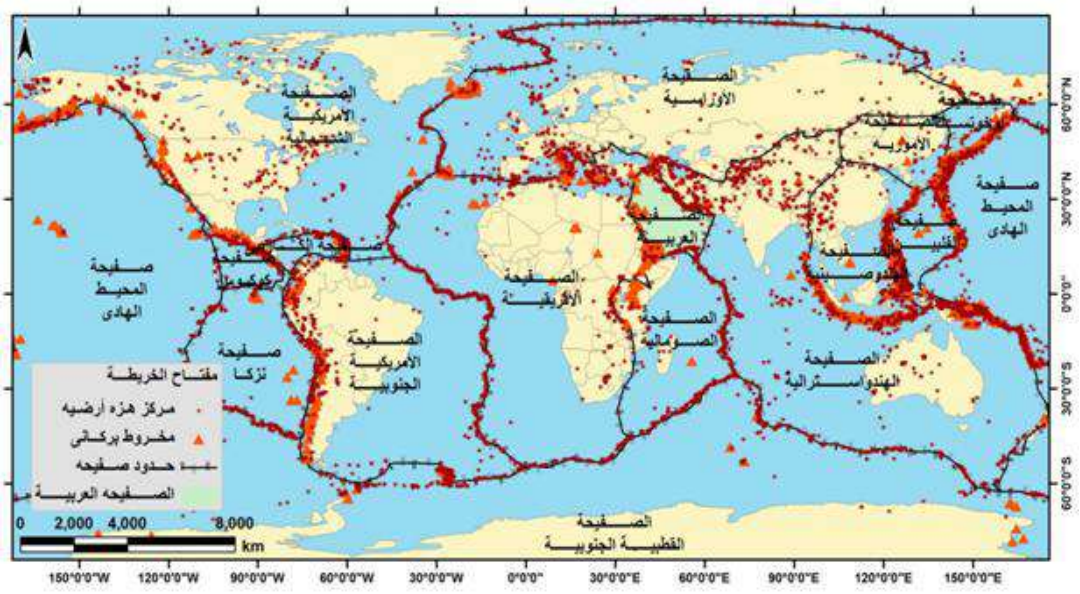
* التقليص من حدة المخاطر من خلال الامتثال للمعايير الزلزالية وتعزيز الهياكل الإستراتيجية الحساسة.
* توجيه التنمية وإقامة السكان في المناطق ذات احتمالات زلزالية منخفضة.

❖ وحسب دراسة عن الزلازل التي قام بإنجازها الباحث فتحي حسين دردار(2009)، فقد أكدت ضرورة التحصن لمواجهة الكوارث الطبيعية وخاصة كارثة الزلازل، بحيث يجب أخذ الاحتياط والاستعداد لمواجهة هذا الخطر قبل وقوعها وليس بعد[30]،لاسيما وأنه قد حدثت زلازل خطيرة في مناطق مختلفة من بقاع العالم.

ولابد الأخذ في الحسبان جملة من المؤشرات الطبيعية للقيام بالتنبؤ لها، رغم أنها تبقى مرتبطة بقدرة الله عز وجل، إذ لا يعلم المخلوق أكثر من خالقه مهما بلغت درجة بحثه وعلمه.

إلا أنه لا يمكن إهمال الدراسات المتعلقة بالزلازل والاحتياطات المتخذة، فلقد تركزت معظم الأبحاث حول التغيرات الحاصلة على الأرض أو في جوفها وقياس تلك التغيرات في مرحلة ما قبل الاهتزاز.

ومن وجهة نظري أن التنبؤ الدقيق بوقوع الزلازل يقتضي مجموعة من المؤشرات المسجلة بمجملها والآتي ذكرها، على الرغم من عدم وجود نظام عالمي فعال ونهائي لذلك، إلا أنه يمكن إنشاء مثل هذا النظام بفضل التقنية المتطورة والتعاون العالمي في هذا المجال، وبموجبه يتم تحديد المناطق الزلزالية النشطة، والتي يتوقع فيها تعاظم علامات الزلازل، كما توضحه محتويات الشكل التالي:



شكل رقم (11): الأحزمة الزلزالية ومناطق الخطر الزلزالي [31]

ومن هذه المؤشرات ما هو طبيعي محض[32] وتتمثل في:

- تغير سطح الأرض، بمعنى تغير مناسيب سطح الأرض والمستنبطة من تغير مناسيب نقاط الارتفاع المأخوذة من المسح الجيولوجي لفترات مختلفة، كما أن تقنية الاستشعار عن بعد أصبحت تمكن من إجراء هذه المقارنات خلال أوقات أقصر وبجهد يسير،
- تغير سرعة الأمواج الزلزالية لاسيما الابتدائية منها، والتي قد تتناقص إلى عدة أشهر ثم تبدأ في الزيادة من جديد إلى أن تصل إلى المعدل قبيل الهزة الكبرى،
- أحجام الفجوات أو الشقوق المتكونة حديثا على طول الصدوع النشطة، والتي تعتبر من مؤشرات قرب الزلزال نتيجة حركة الصفائح المتجاورة،
- التغير المفاجئ في مستوى سطح البحر، والذي يعد من أحد المؤشرات لاحتمال وقوع هزة أرضية في المنطقة التي يتغير عندها هذا المستوى.

وفي الواقع تبقى هذه الدراسات كإطار مرجعي لابد من العمل بحيثياته، وهذا طبعا للتخفيف من حدة آثار الخطر الجيولوجي والذي تتخبط في كنفه معظم المدن الجزائرية الواقعة في الشمال ومن بينها مدينة عين الدفلى، والتي تعتبر من ضمن المناطق المصنفة في المستوى الثاني من حيث درجة خطورة التعرض لاسيما وأن عملية التدخل مازالت تقليدية أي أنها تجسد بعد الكارثة، وعليه فلا بد من الاعتماد على مايلي[33]:

* القيام بدراسات جيولوجية تتعلق بالوضع البنيوي والبنائي للمنطقة المدروسة (الموقع، الصدوع ونموذجها، نوعية الصخور وتطبقها ومدى قابليتها للانهيار والانزلاق).
* دراسات تخص التربة، تتعلق بنوعها وتكوينها وخصائصها، وسمكها وانحدار السطح الذي ترتكز عليه.
* دراسات زلزالية، والتي تتمثل في تحديد درجة احتمال وقوع الزلازل وشدتها، وربطها مع مواقع الصدوع فيها، وذلك بناء على الدراسات التاريخية للزلازل، وبؤر الزلازل التي حدثت فيها.

الخلاصـــــــــــة

إن الكوارث الطبيعية على اختلاف أنواعها لا تزال تشكل مصدر قلق رئيسي لجميع المجتمعات البشرية، من جانب وقوعها والآثار التي تسببها، حيث تشكل عقبات حقيقية أمام تنميتها.

والجزائر شأنها شأن العديد من هذه البلدان، والتي تدفع ثمنا باهضا لهذه الكوارث المدمرة وعلى رأسها الخطر الجيولوجي الزلزالي، الذي تتعرض له أكثر منطقة الأطلس التلي في الشمال الجزائري وبالتحديد مدينة عين الدفلى، ولقد تم تركيز بحثنا هذا على دراسة تقييم هذا الخطر بحي المركز القديم على مستوى بناياته من حيث درجة قابلية الضرر بالأخذ بمرجعية الأساليب المتخذة في هذا المجال على المستوى العالمي، وعليه فمن خلال هذه الدراسة استنبطنا مجموعة من النتائج والتوصيات، يمكن إيجازها في الخلاصة التالية:

- تم في هذا البحث إجراء دراسة ميدانية تحليلية أخذت بعين الاعتبار معظم العوامل الطبيعية المكانية والبشرية والعمرانية المتداخلة بعمق في الكارثة الزلزالية، لاسيما وأن مجال الدراسة يصنف حسب خطورة تعرضه للخطر ضمن المنطقة الثانية على مستوى الجزائر، معتمدين في ذلك على أساليب لمعالجة كلا من عوامل الخطورة وفقا لطبيعة وطرق تمثيله.
- تم التوصل بناء على تشكيل بنك للمعطيات على مستوى منطقة الدراسة إلى رسم خريطة للهشاشة الزلزالية، والتي تظهر الأضرار على الأبنية في تلك المنطقة، وذلك من خلال دمج العوامل المختلفة وصولا إلى خريطة تركيبية، والتي أقترح أن تكون أساسا لتخطيط عمليات الإغاثة والاستجابات السريعة في حال حصول هذه الكارثة.
- ومن خلال نتائج هذه الدراسة فإنني أقترح مستقبلا الاعتماد على هذا النوع من خرائط الأضرار المحتملة لصياغة استراتيجيات العمل لمواجهة الكارثة واقتراح الفعاليات الفورية المناسبة من نقاط إخلاء ومراكز طبية وفعاليات الأسبوع الأول من حدوث الكارثة كالمخيمات ومراكز الإيواء والأسبوع الثاني كإصلاح الأبنية المتضررة إصلاحات أولية وما شابه ذلك، ...
- ونظرا لهذه النتائج وأهميتها أوصي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة من التقنيات الحديثة، والتي تعتبر من أحد الأساليب التحليلية لتقييم وطرح الحلول البديلة والكفيلة لرفع الأداء والتقليل من التكلفة الناجمة عن الخطر الزلزالي، وفي نظري هذا يمكن أن تتخذ هذه الوسيلة من الناحية العملية أو التطبيقية كمنصة داعمة لاتخاذ القرار، لما توفره من خيارات رسمية ووصفية ومكانية توجه باتجاه القرار الأمثل، ولأن هذه النظم تمثل البيئة المناسبة لدمج كافة الإحصاءات المتحصل عليها ميدانيا وفق أسس علمية صحيحة.

قائمة الإحالات باللغة العربية

1-أسامة حسين شعبان (2009)، الأخطار والكوارث البيئية، دار الفجر للنشر والتوزيع، مصر، ص16
4- نادية فريد عبد الرحمن (1991)، عجائب وغرائب الزلازل، الموسوعة الصغيرة، مكتبة ابن سينا، مصر **ص 15**
5- صدقة بن سعيد صدقة فقيه (2009)، الكوارث والأزمات بين الأحداث والنتائج، أمانة العاصمة المقدسة، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، ص 34
6- محمد توفيق أبو العلا، عادل رفقي عوض (2003)، هندسة المدن وعلوم البيئة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ص 138
7- فتحي حسين دردار(2009)، الزلازل، دار الأمل، الجزائر، ص 17
8- عباس بن كيفان الحارثي (2022)، قسم الجيولوجيا الهندسية والبيئة، كلية علوم الأرض، جامعة الملك عبد العزيز، مقرر المخاطر الجيولوجية، ص 4
9- فاطمة محمد السوالفة(2008)، كتاب علوم الأرض، دار الصفاء لنشر والتوزيع، الأردن، ص 7
10- خلف حسين علي الديلمي(2009)، الكوارث الطبيعية والحد من آثارها، دار الصفاء للنشر والتوزيع، الأردن، ص 29
11- العقيد بن شعبان السبتي، محاضرة الأخطار الكبرى بالجزائر من الموقع/http: // slide player.fr Slide/15016118 ، تم الإطلاع عليها في سبتمبر2021، بتصرف من الباحثة.
15- خلف حسين علي الديلمي(2009)، مرجع سابق، ص 45
17- محمد الهادي لعروق أطلس الجزائر والعالم 2013، دار الهدى للنشر والتوزيع، الجزائر، ص 33
19- بلدية عين الدفلى (2012) المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير لمدينة عين الدفلى، ص 23
20- بلدية عين الدفلى (2012)، مرجع سابق، ص 29
21- عبد المطلب الشلبي (2021)، تقييم المخاطر الزلزالية في مدينة جرمانا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية، مجلد37، العدد 2، ص 5
22-عبد المطلب الشلبي (2021)، مرجع سابق، ص 8
23-هاني محمود علي الزهران (2018)، تقييم الخطر الزلزالي في حرة ليونير غرب السعودية، أطروحة الدكتوراه في علوم الأرض، جامعة الملك سعود، ص114
24-هاني محمود علي الزهران (2018)، مرجع سابق، ص 121
26- طارق الجمال (2010)، إستراتيجية إدارة المخاطر، الفكر للطباعة سوريا، ص22
30- فتحي حسين دردار(2009)، مرجع سابق، ص 90
31- محمد صبري محسوب (2009)، الأخطار والكوارث الطبيعية، الحدث والمواجهة، الطبعة الأولى، دار الفكر العربي، القاهرة ، ص4

Références :

2- BADDARI .K, DJEDDI.M (2002), Les Séismes et leur prévision, OPU, Alger, P1

3- HENRI de CHOULDENS(2011), Les risques majeurs (Naturels et Technologiques)**,** édition Institut des risques majeurs, P58 (3)

12- NURUL ALAM (2011), Application of MCDM Tools to identify the suitable building vulnerability Assessement Technique for seismic Loss Modeling, P26

13-Al. KHASWNETH, A. SHAMEL, (2011), Awadeh.M, Seismic risk Assesesment for Akba city – Jordan research, Royal Scientific Society, Yarmouk University, P36

14- EMS 98- Echelle macroséismique européenne (2001), sous la direction de G. Grünthal, édition française, Conseil de L'Europe: Cahier du centre européen de géodynamique et de séismologie

16-MATET (2007), Rapport sur l'état de l'environnement, Alger, P 57

18-BOUAOUD MOHAMED (2011), l'évaluation de la vulnérabilité du risque sismique dans la ville de Constantine, P46

25- UN-ISDR(2005), Hyogo Framework for action 2005- 15, Building the resilience of Nations and Communities to disasters,2005, P43

27- GHAFORY – ASHTIANY (2011), Developement of Mashhad Earthquake risk Model, SP Insurance risk management, Institute and Iranian Earthquake Engineering Association, Duputy Mayor of Mashhad Municipality in Planning and development Holy City of Mashhad, Iran,P 65

28-THOURET .J-C (1996), Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales, Cahiers Sciences Humaines, Volume 32, Nº2, P 12

29- LE RAY.J (2006), Gérer les risqué, Pourquoi ? Comment ? AFNOR, Paris, P 158

32- XAVIER LARROWY- JAUBE PAULE OULIAC(2004), Risque et Urbanisme, Le Moniteur, Paris 194

33- DAUPHINE. A(2005), Risques et catastrophes, observer, Spatialiser, Comprendre, Gérer, édition Armand Colin, P 209