الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية
قسم علم الزلازل

تقييم الخطر الزلزالي في مدينة جبلة

إعداد

أحلام محمد خليل

رسالة مقدمة إلى المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزاليّة

للحصول على درجة الدكتوراه في علم الزلازل

إشراف

الدكتور محمد داود
استاذ مساعد في قسم الجيولوجيا
كليّة العلوم_جامعة دمشق

الدكتور رائد أحمد
باحث رئيسي
المركز الوطني للزلازل

دمشق 2020

الملخص

تُؤدي الكوارث الطبيعيّة كالزلازل لخسائر اجتماعيّة واقتصاديّة مباشرة وغير مباشرة، وهذه الخسائر تعتمد على شدة الحركة الأرضيّة واستجابة التربة السطحيّة وقدرة مقاومة المباني والشبكات الحيويّة لها. تساهم معالجة قاعدة البيانات الزلزاليّة من خلال إحصاء عدد الزلازل وقدورها واحتمال حدوثها في حساب معاملات الصدوع النشطة وتقدير التسارع الأرضي المحتمل وصولاً لوضع خرائط الحذر الزلزالي للصدوع المؤثّرة على منطقة الدراسة، كما تؤدي دراسة الخواص الديناميكيّة للتربة في تحديد الدور المسيطر ومعامل تضخيم التربة، بالإضافة إلى أهميّة دراسة الدور الطبيعي للمباني والوضع الراهن لها في تحديد المباني ذات قابليّة الإصابة العالية والتي قد تتأثّر بالقوى الزلزاليّة تحت تأثير ظاهرة الطنين. يمكن الاستفادة من هذه العوامل مجتمعة في وضع خرائط الخطر الزلزالي التي تشير إلى مواقع الضرر المحتمل في حال حدوث زلزالٍ ما.

تُعتبر مدينة جبلة الواقعة في الجزء الشمالي الغربي من سورية ذات أهميّة اقتصاديّة وزراعيّة وسياحيّة. تتأثر تكتونيّاً بمنظومة صدع البحر الميت وصدع اللاذقيّة_كلّس والقوس القبرصي حيث تأثّرت هذه المدينة بالعديد من الزلازل المدمرة التي وقعت في سورية عبر التاريخ ومنها ما أدى إلى تدمير المدينة بالكامل كزلزال الغاب عام 1408 قدره Ml=7.12 وزلزال قلعة المرقب عام 1796 قدره Ml=6.41.

جيولوجيّاً، تقع معظم المدينة على توضعات الرباعي النهريّة والبحريّة مع وجود تكشّف للنيوجين في شمال شرق المدينة. زلزاليّاً وبعد إسقاط موقع المدينة على خارطة الكود السوري (2015) فإنَّ المدينة تقع في المنطقة الزلزاليّة ذات التسارع 1.5g لدور 0.2 ثانية واحتمال تجاوز 10% وفقاً لتصنيف الكود السوري 2015.

تهدف هذه الرسالة إلى دراسة مدينة جبلة زلزاليّاً بشكل تفصيلي لتقدير الخسائر البشريّة والاقتصاديّة من خلال دراسة الحذر الزلزالي للصدوع المؤثّرة على المدينة والواقع الراهن للأبنية ودراسة التربة وتحديد خصائصها. أُستخدمت في هذه الدراسة الطريقة الاحتماليّة التي تُعتبر من أكثر الطرق استخداماً لدراسة الحذر الزلزالي وخصوصاً في المناطق ذات الزلزاليّة الضعيفة إلى المتوسطة التي لا يتوفر فيها سجل زلزالي للحركات الأرضيّة القويّة. باستخدام قاعدة البيانات الزلزاليّة المتوفرة في المركز الوطني للزلازل تمَّ حساب معاملات المصادر الزلزاليّة الخطيّة والمساحيّة المختارة للدراسة كمعاملات غوتنبرغ_ريختر والقدر الأعظمي ومعدّل الحدوث.

تضمَّن العمل الحقلي تنفيذ 48 نقطة قياس للضجيج الزلزالي في المدينة لاشتقاق الدور المسيطر ومعامل تضخيم التربة وذلك بتطبيق تحويل فورييه والنسبة الطيفيّة وبناء خرائط لهما. كما تمَّ قياس دور اهتزاز 42 مبنى سكني وحكومي يتراوح ارتفاعها بين 6–32 متر وعدد الطوابق بين 2–9 طابق، ودراسة الوضع الراهن لتلك المباني لتقدير قابليّة الإصابة الزلزاليّة لها.

بنتيجة دراسة الحذر الزلزالي تبيَّن أنَّ قيم التسارع الأرضي تزداد باتجاه الشمال والجنوب الشرقي من المدينة. دلّت نتائج العمل الحقلي على التربة والخرائط المستنتجة أنَّ قيم الدور المسيطر تتراوح بين 0.34–2.5 ثانية حيث تزداد من الشرق باتجاه الغرب. ويتراوح معامل التضخيم بين 1.1–3.7 باستثناء الموقعين P45 وP48 كان التضخيم 5 و6.2 على التوالي.

فيما يتعلق بالأبنية فتدل قياسات دور الاهتزاز للمباني أنَّ قيم الدور الطبيعي تتراوح بين 0.09–0.45 ثانية لنماذج الأبنية المختارة. استخدمت نتائج القياس الحقلي في استنباط معادلات تربط بين الدور الطبيعي وفق المركبة الطوليّة والعرضيّة للمبنى مع عدد الطوابق والارتفاع الطابقي.

لتقييم الوضع الراهن للمباني تمَّ إعداد استمارة خاصة بتقييم قابليّة الإصابة تتضمن مجموعة من المعايير وهي نوع الإشغال والارتفاع والانتظاميّة والعمر والموقع والحالة الراهنة للمبنى، ثمَّ تطبيق معادلة التوزين الخاصّة بها، بالنتيجة تبيّن أنَّ معامل قابليّة إصابة المباني المدروسة يتراوح بين 0.3–0.6.

تمَّ استخدام تقنيّة التسلسل الهرمي (AHP) لمعالجة الشرائح المتعدّدة لدراسة الخطر الزلزالي كشريحة التسارع الناتجة عن دراسة الحذر الزلزالي والدور المسيطر ومعامل تضخيم التربة وشريحة الدور الطبيعي لنماذج من المباني وتقييم الوضع الراهن لها وتمَّت معالجتها باستخدام تطبيقات GIS.

تُظهر النتائج المستخلصة من دراسة الخطر الزلزالي أنَّ الخسائر البشريّة المحتملة تتركز في كل من أحياء العزي والدريبة والتضامن وجادة العاديّات، وهذا يتوافق مع النتائج الحقليّة وكون هذه الأحياء قديمة وغير منظمة وهي مكتظة بالسكان والمباني متلاصقة. تتراوح قيم الخسائر البشريّة المحتملة بين 59–78% في هذه الأحياء. أمّا القيم العالية للخسائر الاقتصاديّة المحتملة فتتراوح بين 53–69% وتتركز في حي النقعة ووسط المدينة حيث الدوائر الحكوميّة كالمدارس وغيرها والأسواق والعمارة وحي العزي لكون المباني قديمة والسكن عشوائي.

تُوضّح نتائج هذه الدراسة أماكن الخطر المتوقع ووضع الأبنية الراهنة والتي تُعتبَر ذات أهميّة كبيرة لتخفيف الخسائر الاقتصاديّة والبشريّة المحتملة، لذا من الضروري الاستفادة منها قي الجهات الرسميّة الحكوميّة المحليّة ذات الصلة والمهتمة بالتخطيط والتصميم وإدارة الكوارث الطبيعيّة مستقبلاً.

الكلمات المفتاحيّة: الخطر الزلزالي، الحذر الزلزالي، الدور المسيطر للموقع، معامل التضخيم، الدور الطبيعي للمباني، مدينة جبلة، المنطقة الساحليّة.

Abstract

Natural disasters such as earthquakes cause direct and indirect social and economic losses. These losses depend on the intensity of the ground motion, the response of the topsoil and the tolerance of buildings and vital networks. The seismic database was processed by count the number and magnitude and probability of earthquakes contributes to the calculation of the active fault coefficients and the estimation of the potential ground acceleration to map the seismic hazard of the faults that affect the study area. Studying seismic soil properties contributes in determining the predominant period of soil and amplification factor of seismic forces, in addition, studying the natural period and the current situation of buildings leads to identify sites with high vulnerability buildings to seismic forces with the possibility of resonance. Taken together, these factors can be used to develop seismic risk maps that indicate the locations of potential damage when an earthquake happens.

Jablah city, located in the northwestern part of Syria, is of economic, agricultural and tourism importance. Tectonically, affected by Dead Sea fault system and Latakia-Killis fault and Cyprus Arc, The city is affected by many destroyed earthquakes in Syria throughout history, which led to the destruction of the entire city as Al-Ghab earthquake in 1408 (Ml=7.21) and Marqab Castle earthquake in 1796 (Ml=6.41). Geologically, the city is located on the fluvial and marine quaternary deposits. In the seismic region with high acceleration 1.5g for 0.2 sec and 10% exceedance rate according to the Syrian Code 2015 classification.

The goal of this thesis is to study the city seismically in detail by study the seismic hazard of the faults affecting the city. The probabilistic method was used in this study, which is considered one of the most commonly used methods for studying seismic hazard, especially in areas with low to moderate seismicity where there is no seismic record of strong ground motions. Using the seismic database available at the National Earthquake Center, the coefficients of the linear and areal seismic sources that were selected for the study were calculated such as the Gutenberg_Richter parameters, maximum magnitude and rate of occurance.

The field work involved the implementation of 47 points of seismic noise measurements in the city to derive the predominant period and amplification factor of soil by apply Fourier transformation and spectral ratio and map them. The natural period of 42 residential and government buildings ranging from 6-32 meters and the number of floors between 2-9 floors was measured

and the current status of these buildings was studied to assess the vulnerability of their response to seismic forces.
As a result of the seismic hazard, it was found that the values of the ground acceleration are increasing towards the north and southeast of the city.
The results of field work on the soil and inferred maps indicated that the predominant period values ranged from 0.34-2.5 seconds as it increased from east to west, and the amplification factor values ranged from 1.1-3.7 except two sites P45 and P48 were 5 and 6.2, respectively.
For buildings, natural period measurements of buildings indicate that the values range from 0.09-0.45 seconds for the selected building. The results of the field measurement were used to devise emperical equations linking the natural period on the longitudinal and transversal components of the building with the number of floors and the height.
To assess the current status of the buildings, an evaluation form of vulnerability building was prepared, which includes a set of criteria, namely occupancy type, height, regularity, age, location and current status of the building and then applied its own weighting equation .As a result, the vulnerability coefficient of the studied buildings to seismic forces ranged from 0.3-0.6.
The multiple criteria method was used to treat multiple layers to study seismic risk such as the acceleration layer resulting from the study of seismic hazard, the predominant period and amplification factor of soil and the natural period of the types of buildings and assessing their current status were processed in the GIS program.
The results of the seismic risk assessment show that the potential human casualties are concentrated in the neighborhoods of al-'Izzi, al-Drayba, al-Tadamon and al-Adiyat Avenue from Jablah city. Potential casualties range from 59-78% in these neighborhoods.
The high values of potential economic losses vary between 53-69% and are concentrated in the Naqaa neighborhood, and the center of the city where government departments and schools, markets, Al-Amara and al-Azi district.
The results of this study expects high damage sets and the status of existing buildings, which are considered to be of great importance to mitigate potential economic and human losses, and therefore need to be utilized by relevant local government agencies concerned with future planning, design and management of natural disasters.
Keywords: seismic risk, seismic hazard, site predominant period, amplification factor, natural period of buildings, damage factor, Jablah city, coastal zone.

Syrian Arab Republic
Damascus University
Higher Institute of Earthquake Studies & Research
Department of Seismology

Seismic Risk Assessment in Jablah City

By

Ahlam Mohamad Khalil

Thesis Submitted in the Fulfillment of the Requirements for the Doctorate Degree of Seismology Science

To
The Higher Institute of Earthquake Studies & Research

Supervised by

D. Mohamad Daoud
Assoc. Prof. Geology Department
Scientiest Faculty-Damascus University

D. Raed Ahmad
Principal researchaer
National Earthquake Center