SYRIAN ARABE REPUBLIC

DAMASCUS UNIVERSITY

Higher Institute of Earthquake

Studies & Research (HIESR)

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

المعهد العالي للبحوث

والدراسات الزلزالية

أطروحة أعدت لنيل شهادة الدكتوراه في علم الزلازل

"مؤشرات الخطر الزلزالي وتأثيرها ضمن مدينة دمشق"

Seismic Risk Indexes and its effect within Damascus City

إعداد

أحمد منير محمد

الدكتور المشرف

د. محمد داود

أستاذ مساعد في قسم الجيولوجيا

كلية العلوم – جامعة دمشق

المشرف المشارك

د .م .هاله حسن

أستاذ مساعد في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية

المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية – جامعة دمشق

دمشق 2021

الملخص :

يشهد العالم اليوم تزايداً في الكوارث الطبيعية بشكل عام ، وبالزلازل بشكل خاص والتي تؤدي إلى خسائر بشرية و اقتصادية واجتماعية، و تعرضت مدينة دمشق لعدد من الزلازل خلال ال 2000 سنة الأخيرة، وصلت شدتها الى 12 درجة، واليوم تشهد دمشق توسعاً عمرانياً، وكثافة سكانية مرتفعة ما يترتب عليه في حال حدوث زلزال خسائر بشرية ومادية كبيرة، والوسيلة الوحيدة للتخفيف من الآثار المدمرة للزلازل هي دراسة الخصائص الزلزالية للمدينة عن طريق تحليل مؤشرات خطر الكوارث الزلزالية المحلية (LEDRI Local Earthquake Disaster Risk Index) للمناطق المختلفة ضمن دمشق والتي تعتبر منهجية جديدة للكشف عن نقاط الضعف ضمن المدينة في مواجهة المخاطر الزلزالية والتي تواجه مناطق مختلفة ضمن المدينة بأكملها والتي لا تعطينا قيم معاملات مؤشرات الخطر الزلزالي للمدينة باكملها فقط، بل سوف تقدم لنا تلك الطريقة معلومات هامة تتعلق بتحليل لمؤشرات الخطر الزلزالي بشكل تفصيلي للمناطق المختلفة داخل المدينة و تعتمد بصورة أساسية على مجموعة خطوات هامة تبدأ بدراسة النشاط الزلزالي ضمن دمشق والتي تلعب دوراً كبيراً في الاستجابة الديناميكية للمنشآت باستخدام الأحداث الزلزالية المسجلة في محطات الرصد الزلزالي في الشبكة الوطنية للزلازل، و دراسة تطور النشاط الزلزالي ضمن منطقة دمشق، وتحديد قدر الزلزال المحتمل حدوثه وتغير النشاط الزلزالي مع العمق والزمن والقدر حيث نسبة النشاط الزلزالي ازدادت مع الزمن خاصة خلال الفترة بين 2009– 2018، وذلك مرتبطاً بزيادة الإجهادات على طول نظام الصدوع المحيط بدمشق، وحساب معامل استقرار منحدر جبل قاسيون تحت تأثير الهزات الارضية بتطبيق طريقة الشرائح باستخدام برنامج (**Geo5**)، و حساب عامل استقرار المنحدر بدون وجود تأثير لتسارع الحركة الأرضية حيث يكون عامل الاستقرار (**1.74**)، ومن ثم إعادة الحسابات لتوازن المنحدر تحت تأثير التسارعات الأرضية مما يؤدي إلى انخفاض عامل الأمان إلى (**1.01**) ما يشير لعدم استقرار المنحدر في حال حدوث زلزال، وقد أكدت الدراسات الحديثة ارتباط زلزال دمشق المدمر عام 1759 بانزلاق حدث على طول صدع سرغايا، ويُعَدُ صدع دمشق أقرب الصدوع إلى حوض دمشق الرسوبي، وأحد الصدوع النشطة، ومصدراً زلزالياً مدمراً أيضاً، ومن المعروف أن درجة الدمار الزلزالي ترتبط بشكل مباشر بالخصائص الديناميكية

للأبنية فتم إجراء نمذجة لتسارع الحركة الارضية الناجم عن المصادر الزلزالية النشطة، باستخدام طريقة (**GK15**) وهي الطريقة المعتمدة من قبل هيئة المسح الجيولوجي الأميريكي، وحساب معاملات الحركة الأرضية في وسط مرن غير متجانس ناتج عن صدوع (سرغايا – اليمونة – دمشق)، وقد وجد من نتائج النمذجة أن توزع القيم العظمى للتسارع بلغت ذروتها في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة، حيث يوجد عدم تجانس بين بنية الحوض والوسط المحيط بها، وبلغت القيم الأقل في الجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة، وقد أظهرت الدراسات التي أجريت على المباني تحت تأثير الأحمال الزلزالية أن المشكلة الحقيقية، لا تكمن في الزلازل، بل تكمن في عدم جاهزيتنا لها، وقد تم إجراء تقييم للمباني ضمن مدينة دمشق، وذلك لمعرفة الخصائص العامة للأبنية من خلال الإطلاع على أنماط البناء الدارجة في دمشق وتحليل السلوك الزلزالي للمباني ومعرفة العيوب والمشاكل الهندسية الموجودة فيها. وفي دراستنا تم استطلاع **90** مبنى ضمن مدينة دمشق وذلك بين دمشق القديمة جنوباً وحتى سفوح جبل قاسيون شمالاً، و تحديد (الدور الأساسي) للمنشأت المدروسة و تحديد قابلية إصابة المباني للقوى الزلزالية حيث تبين أن أعلى قيم لقابلية الأصابة للأبنية التي تم تقييمها أخذت قيم تتراوح بين (**8 – 10**) وتتوضع في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة على سفوح جبل قاسيون في المنطقة الممتدة بين أحياء ركن الدين مروراً بالشيخ خالد وصولاً إلى المهاجرين، في حين إن الأبنية المتواجدة في دمشق القديمة أخذت قيماً لقابلية الإصابة تتراوح بين (**6 – 8**) وقد تم دراسة قابلية الإصابة البشرية وأماكن الخطر السكانية العالية في واحدة المساحة المستخدمة ومن خلال المقارنة بين مؤشرات الخطر الزلزالي للمواقع المدروسة ضمن مدينة دمشق تبين أن مؤشرات الخطر الأعلى كانت متركزة في المناطق الواقعة في سفوح جبل قاسيون مع قيمة تصل إلى (**80% – 85%**) بينما وصلت القيم في دمشق القديمة إلى (**55% – 60%**)، بينما وسط منطقة الدراسة كانت المناطق الأكثر أماناً بقيم تصل إلى (**45% – 50%**) .

الكلمات المفتاحية : الخطر الزلزالي ، معامل استقرار المنحدرات ، قابلية إصابة الأبنية .

Abstract

The world today is witnessing an increase in natural disasters in general, and earthquakes in particular, which lead to human, economic and social losses, and the city of Damascus has been subjected to a number of earthquakes during the last 2000 years, the intensity of which reached 12 degrees, and today Damascus is witnessing an urban expansion, and a high population density The consequences in the event of an earthquake are great human and material losses, and the only way to mitigate the devastating effects of earthquakes is to study the seismic characteristics of the city by Analysis of the LEDRI Local Earthquake Disaster Risk Index for the different areas within Damascus, which is a new methodology for detecting weaknesses within the city in the face of seismic risks that face different areas within the entire city, which does not give us the values of the seismic risk indicators coefficients for the entire city only Rather, this method will provide us with important information related to the analysis of seismic hazard indicators In detail for the different areas within the city, it depends mainly on a set of important steps that start with the study of the seismic activity within Damascus, which plays a major role in the dynamic response of the facilities using the seismic events recorded in the seismic monitoring stations in the national earthquake network, and the study of the development of seismic activity within the Damascus region, Determining the magnitude of the likely earthquake and the change in seismic activity with depth, time and magnitude, where the proportion of seismic activity increased with time, especially during the period between 2009-2018, and this is linked to the increase in stresses along the fault system The area around Damascus, and calculating the stability coefficient of the slope of Mount Qasioun under the influence of earthquakes by applying the slide method using the (Geo5) program, and calculating the stability factor of the slope without the effect of ground motion acceleration where the stability factor is (1.74), and then recalculating the balance of the slope under the influence of accelerations The ground level, which leads to a decrease in the safety factor to (1.01), which indicates the instability of the slope in the event of an earthquake. Recent studies have confirmed the connection of the devastating Damascus earthquake in 1759 with a slip that occurred along the Sargaya fault. The Damascus fault is the closest fault to the Damascus sedimentary basin, and one of the faults It is known that the degree of seismic damage is directly related to the dynamic properties of the buildings, so a modeling of the ground motion acceleration caused by On active seismic sources, using the (GK15) method, which is the method approved by

the US Geological Survey, and calculating the ground motion coefficients in a heterogeneous elastic medium resulting from faults (Sergaya - Yamuna - Damascus), and it was found from the modeling results that the distribution of the maximum values of acceleration It reached its peak in the northwestern part of the study area, where there is a heterogeneity between the basin structure and the surrounding medium, and the lowest values were in the southeastern part of the study area. Studies conducted on buildings under the influence of seismic loads showed that the problem the truth is, it does not lie in the earthquakes, but rather lies in our lack of preparation for them. An assessment of the buildings was conducted within the city of Damascus, in order to know the general characteristics of the buildings by looking at the building patterns common in Damascus and analyzing the seismic behavior Buildings and knowing the defects and engineering problems in them. In our study, 90 buildings were surveyed within the city of Damascus, between Old Damascus in the south and the slopes of Mount Qasioun in the north, and the (basic role) of the studied facilities was determined and the vulnerability of buildings to seismic forces was determined, as it was found that the highest values of vulnerability for the evaluated buildings took values ranging from (8-10) It is located in the northern part of the study area on the slopes of Mount Qasioun in the extended area Between the neighborhoods of Rukn al-Din through Sheikh Khaled and up to al-Muhajireen, while the buildings in Old Damascus took values of susceptibility to infection ranging from (6-8). The study of human susceptibility and high population risk places in one area used and through comparison between risk indicators The seismicity of the studied sites within the city of Damascus showed that the highest danger indicators were concentrated in the areas located in the slopes of Mount Qasioun with a value of (80% - 85%), while the values in Old Damascus reached (55% - 60%), while the center of the study area The safest areas were with values up to (45% - 50%).

Key words: Seismic Risk, Stability, Vulnerability.

SYRIAN ARABE REPUBLIC

DAMASCUS UNIVERSITY

Higher Institute of Earthquake

Studies & Research (HIESR)

الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

المعهد العالي للبحوث

والدراسات الزلزالية

Seismic Risk Indexes and its effect within Damascus City

Prepared by

Ahmad Moneer Mohamed

Supervised by

Principal Supervisor

Dr. Mohamed Daoud

Co-Supervisor

Dr. Hala Hassan

Damascus 2021