



مجلة الجامعة العربية الأمريكية للبحوث  
Journal of the Arab American University

مجلة علمية محكمة  
Refereed Scientific Journal

URL: <https://digitalcommons.aau.edu.jo/aaup/>



## تحليل جيوتاريخي للزلازل في فلسطين: التوزيع المكاني واستكشاف المخاطر للإسهام في

### صنع القرار

يعقوب القصاصفة\*

دائرة العلوم الإنسانية، كلية الآداب، جامعة بيت لحم، بيت لحم، فلسطين.

\*الباحث المراسل: [yacoubzeidan90@gmail.com](mailto:yacoubzeidan90@gmail.com)

Received: 22/11/2023.

Revised: 23/11/2023.

Accepted: 06/02/2024.

Published: 30/06/2025.

DOI: <https://doi.org/10.35517/AAUP-2025.V11.1.09>

#### الملخص

تتناول هذه الدراسة التطور التاريخي للزلازل التي حدثت في فلسطين منذ عام 760 ق.م وحتى عام 2023م، وذلك لفهم الطبيعة الزلزالية للمنطقة، ووضع صانع القرار في صورة الحدث، فتنبعت الدراسة حركة الصفائح الأرضية عبر العصور والأزمنة الجيولوجية المختلفة، وما نتج عنها من تغيير في جيولوجية فلسطين، ودورها في تشكل مورفولوجيتها الحالية، كما رصدت الدراسة أهم الصدوع ومدى حركتها ومعدل إزاحتها السنوي وذلك باستخدام المنهج الوصفي والتاريخي والتحليلي، بالاعتماد على التقارير والدراسات ذات العلاقة، وجاءت تتبع الحركات الزلزالية من النوع المتوسط والقوي والعنيف، وفي إطار زمني طويل مستهدفاً حساب المعدل الدوري لكل نوع من هذه الزلازل، وللتمكن من وضع السيناريوهات المحتملة لمستقبل المنطقة زلزالياً. توصلت الدراسة إلى أن حوض البحر الميت وشمال فلسطين على مسافة قريبة من المعدل الدوري لحدوث الزلازل العنيفة. وأن فترات رجوع النشاط الزلزالي في فلسطين تزداد بزيادة قوته الزلزالية والعكس صحيح، فالزلازل التي تزيد قوتها عن 6 درجات على مقياس ريختر احتاجت فترة رجوع تقدر بـ 39 عاماً، وأوصت الدراسة بتطوير العمل المشترك بين المؤسسات كافة، والتنبيه القبلي للمخاطر المحتملة وبناء خطة وطنية للتخفيف من الآثار المترتبة على مثل هذه الزلازل حال حدوثها.

**الكلمات المفتاحية:** جيوتاريخي، الزلازل، فلسطين، التوزيع المكاني، صنع القرار.

#### 1. المقدمة

يُعرف الزلزال بأنه عبارة عن اهتزازات مباعثة وقوية للقشرة الأرضية، تنتج بفعل التحرُّر المفاجئ للطاقة الكامنة في صخور القشرة الأرضية، وتنتشر هذه الطاقة من مصادرها أو من بؤرتها في الاتجاهات كافة، وبصفة عامة فإن كل اهتزاز طبيعي يحدث في سطح الأرض مهما كانت قوته يمكن اعتداده زلزالاً (محسوب، 1996). وتُعرف الزلازل - أيضاً - بأنها ظاهرة كونية بالغة التعقيد، لا يعلم لحظة حصولها إلا عالم الغيب، ولا يمكن منعها، ولكن يمكن قياسها والتخفيف من مخاطرها من خلال اتخاذ سلسلة من الإجراءات اللازمة "قبل حصول الزلزال، وفي أثناء حصولها، وبعده"، وذلك بالتخطيط والتصميم والتنفيذ والمتابعة، وبالتنسيق والتعاون المشترك على المستويات كافة، وبين المؤسسات ذات العلاقة في الدولة، وهذا بدوره يتطلب سياسة وطنية لا تقل أهمية عن السياسات الوطنية في المجالات الأخرى، فقد أظهرت الخسائر في الأرواح والممتلكات التي ألحقتها الزلازل في كثير من مناطق العالم، وآخرها زلزال تركيا وسوريا والذي راح ضحيته عشرات الآلاف، ودمار هائل في المباني والمنشآت، ضرورة العمل الجدي وتكثيف البحث العلمي وبناء الخطط والاستراتيجيات الوقائية (الدبيك، 1999). وتقع فلسطين على صدع البحر الميت والغور، وتعد جزءاً من حفرة الانهدام الأفرو آسيوي، وهي منطقة نشطة زلزالياً بحكم وقوعها على حواف الصفائح التكتونية، وهذا ما عرّض فلسطين وبلاد الشام إلى عديد من الزلازل المدمرة والتي تمت الإشارة إليها في عديد من الوثائق التاريخية، والتي تراكمت على مدى آلاف

السنين. ولفهم طبيعة هذه الحركات فلا بد لنا من تحليل هذه الزلازل من ناحية تاريخية وجغرافية وجيولوجية؛ لنكون تصوّراً أكثر وضوحاً، وعلى أسس علمية، وقد يفيدنا ذلك في فهم الطبيعة الجيولوجية للمنطقة، ويزيد من قدرتنا على التنبؤ ورسم السياسات والاستراتيجيات والسيناريوهات التي من شأنها التخفيف من حجم الكارثة (Zohar, 2016). وتعدّ الدراسة الحالية من الدراسات الجغرافية القليلة، التي تهدف إلى تقويم الوضع الزلزالي لفلسطين وجوارها الجغرافي، ورصد المخاطر التي قد تترتب عليها في المستقبل، فلا يزال الوعي بالمخاطر الناجمة عن الزلازل في فلسطين والجوار في مستوى المرحلة المبكرة.

**مشكلة الدراسة:** قلّة الدراسات العربية التي تتناول البعد الزمني للحركات الزلزالية في فلسطين، وضعف الوعي بالزلازل والآثار الناجمة عنها، فلا يزال الاهتمام بالموضوع غير كافٍ من الجهات المسؤولة وذات العلاقة.

**أهمية الدراسة وأهدافها:** ستنجح نتائج الدراسة تحديد المناطق الأكثر عرضة للزلازل في فلسطين وتقويم الخسائر السريعة في المستقبل على المستوى المحلي، ففهم تأثير الأضرار الناجمة عن الأحداث الماضية يحسن بشكل كبير من قدرتنا على التعامل مع الأحداث المستقبلية، ولأنّ الزلازل القوية في فلسطين أمر حتمي ولا مفر منه وقد يحدث عاجلاً أم آجلاً.

**منهجية الدراسة:** اتبعت الدراسة المنهج الوصفي والتاريخي والتحليلي الكمي عن طريق فحص التقارير وتحليلها للحركات الزلزالية العنيفة والمدمرة في فلسطين على مرّ التاريخ مع تحليل طبيعة هذه الحركات ودرجاتها منذ عام 760 قبل الميلاد، وذلك لتطوير منهجيات جديدة لتتبع ملامح الضّرر الذي يمكن أن يحدث بسبب الزلازل، كما تمّت دراسة حركة المنظومة الصدعية ونشاطها لعشر السنوات الماضية منذ عام 2013-2023م؛ لتشكيل صورة واضحة للنشاط التكتوني والحركة الزلزالية في فلسطين.

**حدود الدراسة:** اقتصرَت الدراسة على فلسطين وجوارها الجغرافي، أما الحدود الزمنية، فتناولت الدراسة البعد التاريخي لحدوث الزلازل من النوع القوي والعنيف في فلسطين منذ عام 760 قبل الميلاد إلى عام 2023م. والنشاط التكتوني لمنظومة الصدوع في فلسطين والجوار منذ عام 2013-2023م.

**أسئلة الدراسة:** ستحاول هذه الدراسة الإجابة عن مجموعة من التساؤلات وهي:

- 1) ما احتمالية تعرّض فلسطين لزلازل عنيف وقوي نسبياً في المستقبل؟
- 2) هل فلسطين مهيأة في حال التعرّض لهزة زلزالية عنيفة في المستقبل؟
- 3) ما نوع العلاقة بين عدد الهزّات الزلزالية وبين معدّلات تراجع الحافات الصدعية لمنظومة الصدوع في فلسطين وجوارها؟
- 4) ما نوع العلاقة بين معدّلات تراجع الحافات الصدعية وأعلى قوة زلزالية مسجلة على هذه الصدوع؟
- 5) ما هي طبيعة العلاقة بين النشاط الزلزالي لهذه الصدوع وبين أعلى قوة زلزالية سجلت عليها؟
- 6) ما نوع العلاقة بين الفترة الزمنية لرجوع نشاط زلزالي ذي قوة زلزالية محددة، وبين قوّة الزلازل وشدّته في فلسطين؟

## 2. الإطار النظري والدراسات السابقة

اعتمدت الدراسة الحالية على الدراسات السابقة والوثائق التاريخية التي تناولت موضوع الزلازل في فلسطين وبلاد الشام، واشتركت معها في التأكيد على الطبيعة الزلزالية لمنطقة الدراسة، فاجمعت الدراسات على أنّ فلسطين قد تتعرض لهزة زلزالية عنيفة عاجلاً أم آجلاً، ولكن معظم هذه الدراسات لم تبين الجدول الزمني للهزّات الأرضية العنيفة التي ضربت فلسطين بالشكل المفصل الذي اتبعته هذه الدراسة، فقد تمّ تتبع الهزّات الأرضية من النوع المتوسط والقوي والعنيف منذ عام 760 ق.م وحتى 2023م، وكذلك دراسة النشاط الزلزالي والتكتوني لمنظومة الصدوع في فلسطين والجوار خلال عشر السنوات السابقة، واشتركت في هذه المنهجية دراسة (الدبيك، 1999) التي اكتفت بذكر بعض أهم السنوات للزلازل القوية التي ضربت فلسطين، ودراسة (Zohar, 2016) التي تناولت تاريخ الزلازل في فلسطين منذ عام 760 ق.م إلى عام 1927م، ودراسة (الكيلاني وعراف، 2021) التي تناولت تاريخ الزلازل في فلسطين منذ عام 30م وإلى عام 1927م، وبتفصيل دقيق إلى حد كبير، ودراسة (الخالدي، 2005) التي تناولت زلازل بلاد الشام من القرن السابع إلى القرن التاسع عشر ميلادي، كما أسهمت دراسة (Sagy et al., 2019) و (Sharon et al., 2020) و (Sharon, 2020) في تحديد عديد من الصدوع الرئيسية في فلسطين وجوارها، والتي يتوقع الباحثون احتمالية عالية لتولد زلازل كبيرة أكثر من 6 درجات على مقياس ريختر، أما دراسة (Piatibratova&hamiel, 2021) فركزت على نسبة الإزاحة لصدعي جليوع والكرمل، وكذلك دراسة (عمر، 2022) التي ركزت على صدوع شمال فلسطين، وتحديد صدع طبريا واليمونة وسرغايا ومنطقة صدع اللاذقية وكلس والقوس القبرصي، مهمة بذلك عدداً كبيراً من الصدوع في المنطقة، أما دراسات (الدبيك، 1999) و (الدبيك، 2014) و (Monteiro et al., 2016) (Al-Dabbeek & El-Kelani, 2008) فركزت على تقويم المخاطر الزلزالية وآليات تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين ومشروع (SASPARM). كما ركزت دراسة كل من (أبو كركي، 1999) و (أبو سليم، 2018) على النشاط الزلزالي لصدع البحر الميت وتأثيره في المملكة الأردنية. أما دراسة (Tsapanos, 2008) فركزت على تقويم النشاط الزلزالي وتأثيره في اليونان من خلال تحليل تاريخي للزلازل فيها وفي جوارها الجغرافي منذ عام 500 ق.م وحتى عام 300م، باستخدام نموذج غامبل الإحصائي. ومن أهم نتائجها أنّ اليونان تأتي في المرتبة الأولى في

أوروبا من حيث تعرّضها للزلازل، وتعدّ منطقة ذات نشاط زلزالي مرتفع، وأكّدت على أهمية النمذجة في الحصول على احتمالات طويلة المدى لحدوث الأحداث الزلزالية في فترة زمنية معينة. كما ركزت دراسة (Koravos et al., 2006) على تقويم المخاطر الزلزالية للجزر اليابانية والمناطق المحيطة بها، ومن أهم نتائجها أنّ هناك احتمالية عالية لحدوث زلزال عنيف، تفوق شدته 7 درجات على مقياس ريختر، خلال فترة زمنية مقدارها من 10 إلى 50 عاماً، وتحديداً في منطقة التقاء صفيحة المحيط الهادئ مع الصفيحة الأوراسية. إنّ ما يميز هذه الدراسة من غيرها من الدراسات السابقة، أنّها من الدراسات الجغرافية القليلة التي تناولت موضوع الزلازل في فلسطين، والتي ركزت على الأبعاد الجغرافية لفهم طبيعية هذه المنطقة من خلال تتبع مراحل تشكيلها الجيولوجي والجيومورفولوجي عبر العصور والأزمنة الجيولوجية المختلفة وطبيعتها التكتونية، ورصد أهم الصدوع ومدى حركتها السنوي وتأثيرها الجغرافي، إلى جانب ذلك فتم احتساب معدل احتمالية حدوث الزلازل من النوع العنيف والقوي، ووضع السيناريوهات لما يمكن أن يحدث في المستقبل بناءً على قاعدة بيانات واسعة ودقيقة.

### 3. تاريخ الزلازل في فلسطين

تمتدّ فلسطين جيولوجياً إلى حقبة ما قبل الكامبري، (الزمن الأركي)، وتواصل امتدادها عبر الأزمنة الجيولوجية اللاحقة، ابتداءً من الباليوزوي (الزمن الجيولوجي الأول)، حتى الزمن الجيولوجي الحديث (الزمن الرابع)، وتعدّ جيولوجية فلسطين امتداداً لجيولوجية شبه جزيرة سيناء، والأردن، وسوريا، ولبنان (مشتهي واللوح، 2015). فقد تعرّضت أرض فلسطين لعمليات خفض ورفع جيولوجي خلال حقبة الميزوزي الأوسط والسينوزوي الحديث، مكونة سهولها وجبالها، والأخدود الأفراسيوي بأقسامه المختلفة، فكان بها الحركات الألبية البانية للجبال ذات الالتواءات المتوازية والثنايا المقعّرة، وحركات الرفع، وحركات التصدع والانكسار، والتي رافقها تشكل نطاقات الضعف التكتوني الطويلة والعرضية المصاحبة للهزّات الأرضية العنيفة والنشاط الزلزالي الكبير (الكتري 2014؛ عباد، 1990). وتعرّضت فلسطين وبلاد الشام لعدد كبير من الزلازل خلال ثلاثة آلاف سنة الماضية، وتمّ رصدها والتعرّف إليها من خلال الوثائق والكتب التاريخية والمجالات والخرائط والدراسات والأبحاث، التي حاولت تجميع أكبر عدد ممكن من هذه الزلازل والتي أثّرت في هذه المنطقة الجغرافية. وسنحاول استعراض أكبر عدد ممكن من هذه الحركات الزلزالية وتصنيفها حسب شدّتها على مقياس ريختر بناءً على تقديرها في الدراسات السابقة، لنكوّن تصوّراً حول طبيعة هذه المنطقة، ومحاولة لوضع جدول زمني تقريبي لحدوث الهزّات الأرضية العنيفة. أنظر جدول (4) و(5) في الملاحق. لم نتمكن من خلال الجدول (5) رصد الدرجات المقدرة لجميع الزلازل، لذلك اكتفينا بوصف مقدار الدمار الذي تسببت به، ومن أهمّ المدن والبلدات التي تأثّرت بهذه الزلازل التاريخية كانت طبرياً، وصفد، وعكا، وحيفا، ويافا، والقدس، ونابلس، وأريحا، والناصرية، وغزة، وبيت لحم، والرملة ومنطقة البحر الميت ووادي الأردن، إلى جانب منطقة أمّ الرشراش (خليج العقبة). ويلاحظ أنّ معظم المدن الفلسطينية قد تأثّرت بالزلازل التي حصلت، والتي تمّ توثيقها خلال ثلاثة آلاف سنة خلت، وللتذكير لم تتأثر جميع المدن التي تمّ ذكرها بجميع الزلازل التي حصلت بالدرجة نفسها، وذلك لاعتماد شدة التأثير في عوامل تأثير الموقع المختلفة، والتي سيتمّ الحديث عنها لاحقاً في هذه الدراسة.

#### 3.1 فترات رجوع النشاط الزلزالي في فلسطين بناءً على السجل التاريخي خلال ثلاثة آلاف عام السابقة

يقصد بفترة رجوع النشاط الزلزالي، الفترة اللازمة لتكرار حدوث نشاط زلزالي ذي قوة زلزالية محددة (أبوسليم، 2018). وللتمكن من حساب فترات الرجوع ووضع تصوّر وسيناريو مستقبلي للنشاط الزلزالي للمنطقة، كان لا بدّ من الرجوع إلى السجل التاريخي للزلازل المسجلة والزلازل التاريخية التي تمّت دراستها وتحديدها من خلال الدراسات التاريخية والجغرافية السابقة لمنطقة الدراسة.

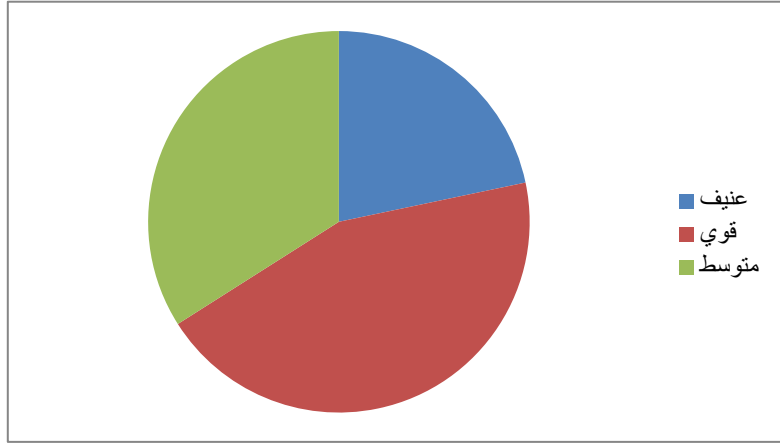
جدول 1: الزلازل التي تعرّضت لها فلسطين وجوارها منذ 760 ق.م والتي تفوق 5 ريختر وشدتها الزلزالية المقدرة

العدد	القدر الزلزالي	الشدّة الزلزالية	النسبة
23	عنيف	أكثر من 7	21.7
47	قوي	من 6 إلى 6.9	44.3
36	متوسط	من 5 إلى 5.9	34
106			%100

المصدر: إعداد الباحث بناءً على البيانات في الجدول (5) في الملاحق

نلاحظ من خلال الجدول (1) والجدول (5) في الملاحق والشكل (1) تعرّض فلسطين لأكثر من 106 هزّات زلزالية، وبدرجة من 5 إلى 7.5 على مقياس ريختر منذ عام 760 ق.م وحتى عام 2023م. 23 هزة زلزالية، منها تمّ تصنيفها على أنها عنيفة، وبنسبة 21.7%، و47 هزة زلزالية صنفّت على أنها هزّات قوية، وبنسبة 44.3%، و36 هزة زلزالية صنفّت من النوع المتوسط، وبنسبة 34%، علماً أنّ فلسطين وجوارها الجغرافي يتعرض إلى المئات من الهزّات الزلزالية الخفيفة سنوياً، والجزء الأكبر منها غير محسوس، وأقل من 5 ريختر، وهي جزء من الطبيعة التكتونية لهذه المنطقة. ولوضع سيناريو

لإمكانية تكرار الزلازل القوية والعنيفة في منطقتنا، فقد تمّ حساب الفترة الزمنية بين كل زلزال والذي يليه من فئته، وعمل معدلات تقريبية، وذلك كما يظهر في الجدول (2).



الشكل 1: تصنيف الزلازل في فلسطين وفقاً لشدتها الزلزالية المقدرة فوق 5 ريختر منذ عام 760 ق.م.  
المصدر: إعداد الباحث بتصريف عن البيانات في الجدول (1).

يُضح لنا من خلال الجدول (2)، أن هناك 70 هزة زلزالية قوية وعنيفة ضربت فلسطين، وأن الفترة الزمنية بين كل هزة زلزالية وأخرى من فئتها، ليست ثابتة، فهي متغيرة من حين إلى آخر. فالهزات الزلزالية من الفئة القوية والعنيفة تكررت خلال فترة زمنية، بلغت قرابة الشهر تارة، وتارة أخرى بلغت الفترة الزمنية الفاصلة لحدوث هزة زلزالية من الفئة نفسها، مئات السنين، وهذا يعني أنّ حجم التشتت عالٍ جداً، لذلك يصعب التكهّن بوقت محدّد لحدوث الزلازل، وعند حساب معدل الفرق بين سنوات تكرار حدوث الزلازل من الفئة القوية والعنيفة، أشار المعدل إلى أنّ احتمالية حدوث زلزال من هذه الفئة هو 39 سنة تقريباً. وعليه فإنّ فترات رجوع النشاط الزلزالي في فلسطين تختلف من حيث قوتها وشدتها، فقد لوحظ - من خلال دراسة معدل تكرار الهزات الأرضية خلال ثلاثة آلاف سنة الماضية - أنّ فترة رجوع نشاط زلزالي ذي قوة زلزالية محددة، مرتبط - بشكل كبير - بقوة الزلزال وشدته، فتزداد فترات الرجوع بزيادة قوته الزلزالية، والعكس صحيح، فالزلازل التي يزيد قوتها عن 6 وفقاً لمقياس ريختر، احتاجت فترة رجوع تقدر بـ 39 عاماً، كما يظهر في جدول (2).

بينما احتاجت الزلازل التي تقل قوتها عن 4 على مقياس ريختر، إلى فترة رجوع تقدر بأقل من عام، كما يظهر في جدول (3). وهذا يعني أنّه لا بدّ من التهيئة والتحصير لحدوث هزة أرضية في أي وقت، فوجود تفاوت في الفترات الزمنية اللازمة لحدوث نشاط زلزالي حسب قوته ومقدار شدته وتأثيره، يمنحنا تصوراً أكثر وضوحاً عن حجم الأخطار الزلزالية التي يمكن أن تتعرض لها فلسطين مستقبلاً. ولكن لا بدّ لنا أن نعي حقيقة، مفادها أنّ الدراسات العلمية لا تستطيع توقّع حدوث الزلازل بدقة، حتى لو كان الأمر قبل خمس دقائق من وقوعه، أو عشر دقائق، وأنّ أجهزة الرصد المتوافرة في فلسطين بسيطة، ولا يُقارن بما هو متوافر في دول الجوار. بالرغم من أنّ جامعة بيركلي في ولاية كاليفورنيا، أطلقت في سنة 2019، نظاماً يدعى TRUAA، ينبّه عند وقوع الهزة الأرضية الأولى، بما يسمح بنشر المعلومات بسرعة، على أمل أن يكون لدى أكبر عدد ممكن من السكان، الوقت للوصول إلى برّ الأمان، هذا النظام صار يمتلكه عدد صغير من الدول، ومنها اليابان وتايوان والاحتلال الإسرائيلي، بالرغم من ذلك كله فإنّ عديداً من خبراء الاحتلال الإسرائيلي ما زال يرى أنّ هذه التكنولوجيا المتطورة "لا يمكنها حتى الآن التنبؤ بدقة، بموقع الزلزال، أو توقيته، أو مقداره، وأنه لا يوجد نظام إنذار مبكر "يمكن أن يحل محل الحاجة إلى تعزيز المباني ضد الزلازل، والعمل على تدريب السكان بانتظام على التصرف في حالة حدوث زلزال (الشريف، 2023).

**3.2 عوامل تأثير الموقع والتحديات التي تواجهها فلسطين، في حال التعرّض إلى هزة زلزالية قوية أو عنيفة الشدة**  
لم تتأثر جميع المدن الفلسطينية التي تمّ ذكرها بجميع الزلازل التي حصلت بالدرجة نفسها، وذلك لاعتماد شدة التأثير على عوامل تأثير الموقع المختلفة، وأهمها: موقع المدينة بالنسبة لمركز الزلزال، وقوة الزلازل، فمثلاً، في حالة كان مركز الزلازل منطقة أريحا والبحر الميت، فيكون تأثير شدة الزلزال في منطقة أريحا ووادي الأردن، والمنطقة الممتدة من نابلس إلى القدس، أشدّ من المناطق الأخرى. والتضخيم الزلزالي Amplification والانزلاقات الأرضية Landslides حيث تحدث الانزلاقات الأرضية عادة في المناطق الجبلية المنحدرة، أو شديدة الانحدار، والتي تتكون تربتها السطحية من الحوّر والطين، كما هو الحال في سلسلة جبال فلسطين الوسطى والكرمل وجبال الجليل، وعادة تحدث هذه الانزلاقات، بسبب الاستخدام الخاطئ للأرض، كأعمال البناء والقطع والحفر، وتشكل الزلازل عاملاً محفزاً للانزلاقات في المناطق التي لها قابلية للانزلاق (الديبكي، 2008).

جدول 2: الفترة الزمنية الفاصلة بين كل زلزال والذي يليه من فنته (زلازل عنيفة، زلازل قوية) ضربت فلسطين

العدد	تاريخ الزلزال	الفرق الزمني بين الزلزال والذي يليه	العدد	تاريخ الزلزال	الفرق الزمني بين الزلزال والذي يليه	العدد	تاريخ الزلزال	الفرق الزمني بين الزلزال والذي يليه
1.	760 ق.م	729	.32	29-ايار1068م	15	.63	1837م	1
2.	31 ق.م	59	.33	1083م	22	.64	1838م	4
3.	30م	102	.34	1105م	9	.65	1842م	61
4.	132م	171	.35	1114م	43	.66	1903م	8
5.	303م	3	.36	1157م	11	.67	1911م	16
6.	306م	57	.37	1168م	2	.68	1927م	68
7.	363م	55	.38	1170م	29	.69	22-تشرين ثاني 1995م	قراية شهرين
8.	418م	1	.39	1199م	1	.70	22-كانون ثاني 1995م	
9.	419	51	.40	1200م	2		معدل الفارق	39 سنة تقريباً
10.	470م	30	.41	1202م	10			
11.	500م	2	.42	1212م	1			
12.	502م	49	.43	1213م	41			
13.	551م	14 تقريباً	.44	1254م	13			
14.	527م- 565م	14 تقريباً	.45	1267م	26			
15.	560م	99	.46	1293م	10			
16.	659م	88	.47	1303م	41			
17.	747م	2	.48	1344م	3			
18.	749م	8	.49	1347م	84			
19.	757م	17	.50	1431م	7			
20.	774م	6	.51	1438م	20			
21.	780م	73	.52	1458م	27			
22.	853م	6	.53	1485م	11			
23.	859م	143	.54	1496م	2			
24.	1002م	14	.55	1498م	47			
25.	1016م	17	.56	1545م	1			
26.	1033م	1	.57	1546م	42			
27.	1034م	2	.58	1588م	171			
28.	1036م	11	.59	20-تشرين الأول 1759م	قراية شهر			
29.	1047م	16	.60	25-تشرين الثاني 1759م	63			
30.	1063م	5	.61	1822م	12			
31.	18-آذار- 1068م	شهرين	.62	1834م	3			

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على البيانات في الجدول (5) في الملاحق.

فالسُّخُور المارليّة في حال إشباعها بمياه المطر، من الممكن أن تُضعف من الأثر الزلزالي، فيصبح زلزال بقوة 4 على مقياس ريختر، يساوي - في أثره التدميري وزعزعة استقرار التربة - زلزالاً بقوة 6 على مقياس ريختر، كما أنّ التّضخيم والانزلاقات الأرضية المصاحبة لتلك الزلازل، تمثّل تضخيماً زلزالياً يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في التشكيل الجيومورفولوجي لمناطق الانتشار، وتكشف تلك التكوينات، إلى جانب عامل التميؤ، التّربة الرملية Liquefaction فالترربة الرملية المشبعة بالرطوبة، كما في المناطق الساحلية كمدينة حيفا ويافا وعكا وقيسارية والدّ والرملّة وغزة، عندما تتعرض للاهتزازات الأرضية، فيؤدّي إلى تميئها، وبالتالي هبوط المنشآت المقامة عليها وانهارها، أما بالنسبة للتّربة الطينية، فإنّ قابليتها للتغير الحجمي عالٍ جداً، وهذا - من شأنه - أن يزيد من التّضخيم الزلزالي في حال حدوث هزة زلزالية (الدييك، 2009). وخصوصاً في فصل الشتاء، إلى جانب أنّ الكثير من المدن الفلسطينية لا تمتلك شبكة مياه ومجاري متكاملة، فعدد من هذه التجمعات تقوم بتصريف مياه المجاري عن طريق الحُفر الامتصاصية في التّربة، وهذا ما يزيد من خطورة حدوث الإنزلاقات الأرضية، ويزيد من حجم التّضخيم الزلزالي في معظم مدن الضّفة الغربيّة وقطاع غزة، كما يتأثر السلوك الزلزالي للمنشآت بشكل كبير بالتّشكيل المعماري والإنشائي للمباني، فقد أظهرت الدّراسات أنّ المباني المنتظمة أو

شبه المنتظمة " في الشكل والكتل والصلابات" في كل من مساقطها الأفقية والرأسية، يكون تأثيرها بالزلازل محدوداً، وذلك بسبب مقدرتها على تأمين السلوك الزلزالي، وإن لم تصمّم هذه المباني لمقاومة أفعال الزلازل، وفي الوقت نفسه تسهم التصميم والتشكيلات المعمارية والإنشائية غير المنتظمة في أنماط المباني الدارجة محلياً في ارتفاع قابلية الإصابة الزلزالية لهذه المباني (الديب، 2007، ب). وتواجه المنطقة الفلسطينية قضايا مهمة، تتعلق بالعوامل الهيكلية والمجتمعية، ومنها الضعف الشديد، كنتيجة مباشرة لنسبة عالية من المباني الضعيفة، التي لا تمتثل لمتطلبات التصميم الزلزالي، مع احتمالية عالية للتلف والدمار. وعدم تنفيذ تدابير التخفيف من مخاطر الزلازل مع السياسات الوطنية والعامّة، ما يؤدي إلى عدم وجود رقابة فعالة على التصميم والبناء. وقد أدى الضعف إلى تفاقم العنصرين المذكورين أعلاه في القدرات المؤسسية العامة في إدارة الكوارث، بسبب عدم كفاية القدرات المهنية لكل من المهندسين وصناع القرار، ونقص وعي المواطنين بمسائل المخاطر الزلزالية (Monteiro et al., 2016). ويعتمد 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، وعوامل تأثير الموقع، فقد تبين أن هناك نسبة كبيرة من الأنماط الإنشائية والمعمارية المستخدمة في فلسطين، وبشكل خاص في مدن الضفة الغربية وقطاع غزة، لا تلبّي متطلبات الحد الأدنى، ولا يوجد التزام حتى بالتوصيات العامة الخاصة بتشكيل المنشآت لمقاومة أفعال الزلازل (الديب، 2007، أ). وهذا ما أكدت عليه نقية المهندسين الفلسطينيين ناديا حبش، أن نقابة المهندسين تتبني "كود الزلازل"، ولكن المشكلة تتعلق بالوعي بشكل عام، ففي كثير من الأحيان لا يتم الالتزام بالمواصفات الواردة في كود الزلازل خلال التنفيذ، وهذا ناتج عن الجهل، فيقوم المهندس بتصميم المبنى ويضع تصميمًا مقاومًا للزلازل، وخلال التنفيذ والبناء فإذا لم يكن هناك إشراف هندسي، فإن البناء قد يقوم بتغيير التصميم للتوفير على صاحب المبنى (غفري، 2023). وعموماً يمكن إجمال أهم الملاحظات على أنماط المباني الدارجة والتجمعات العمرانية السائدة في فلسطين بما يلي :- البناء على الأراضي الجبلية شديدة الانحدار من دون إجراء التسويات اللازمة، وخصوصاً إذا كانت تربة التأسيس تتكون من الصخر الجيري المفكك، كما هو الحال في المناطق الجبلية. أنظر شكل (2) (الديب، 2007، أ).

استخدام الطابق الرخو (Story Soft)، وهو أن يكون الطابق الأرضي، أو بعض الطوابق الأخرى من الأعمدة فقط من دون جدران، وبقية الطوابق العلوية أو السفلية مغلقة بالجدران العادية أو المسلحة. وهذه التشكيلات الإنشائية تتأثر بشكل كبير بالقوى الزلزالية القاصّة. (الديب، 2007، أ) المبالغة في استخدام الأنظمة الكابولية/الطيرانات (Systems Cantilever) في المباني، وخصوصاً عندما تكون بحور (Spans) هذه الطيرانات كبيرة ومحمّلة بجدران ثقيلة. تصميم مبانٍ بارتفاعات تزيد على 4 أضعاف عرضها أو 5 أضعاف، من دون الأخذ بعين الاعتبار، ضوابط هندسة الزلازل. استخدام الحجر في البناء من دون تأمين ترابط وتماسك كافٍ بين الحجر والخرسانة (الديب، 2007، أ). ووجود أخطاء تنفيذية في تربيط الحديد وفي خط مساره وطرق صب الخرسانة، وأخرى تتعلق بشاقولية العناصر الإنشائية ونوعية المواد المستخدمة. وعدم تأمين إحاطة (Confinement) كافية للمناطق الحرجة، وخصوصاً في مناطق المفاصل أو العقد (مناطق تقاطع الأعمدة مع الجسور/الكمرات)، وكذلك عدم تحقيق تفاصيل التسليح اللازمة (الديب، 2007، أ). وإزالة جدران، أو إحداث فتحات، في أبنية مسبقة البناء بهدف تغيير التصميم الداخلي لها، ما يؤدي إلى تأثير سلبي كبير في أداء الجملة الإنشائية المصمّمة. وإحداث أقبية، تحت البناء أو توسيعها، أو زيادة ارتفاعها بتفريغ أجزاء من التربة قد تصل، في بعض الأحيان، إلى ما دون الأساسات، ما يشكل خطراً كبيراً في حال حدوث هزة زلزالية (عابدين، 2005). ووجود عدد لا بأس به من المباني القديمة في نابلس وبيت لحم والقدس وأريحا، حدث فيها تصدّع بسبب زلزال عام 1927م وتمّ تدعيمها بمرباط ومشابك حديدية، وهذه المباني معرضة للدمار والتأثر السريع في حال تعرض المنطقة لزلزال عنيف أو قوي على غرار هزة عام 1927م (Zohar et al., 2014) أنظر شكل (3) وشكل (4).



الشكل 2: انهيار أرض في مدينة بيت جالا.  
المصدر: تصوير الباحث 2023-12-21



الشكل 3: مبنى تاريخي متضرر من زلزال عام 1927م. مدينة بيت جالا  
المصدر: تصوير الباحث 2023-12-21

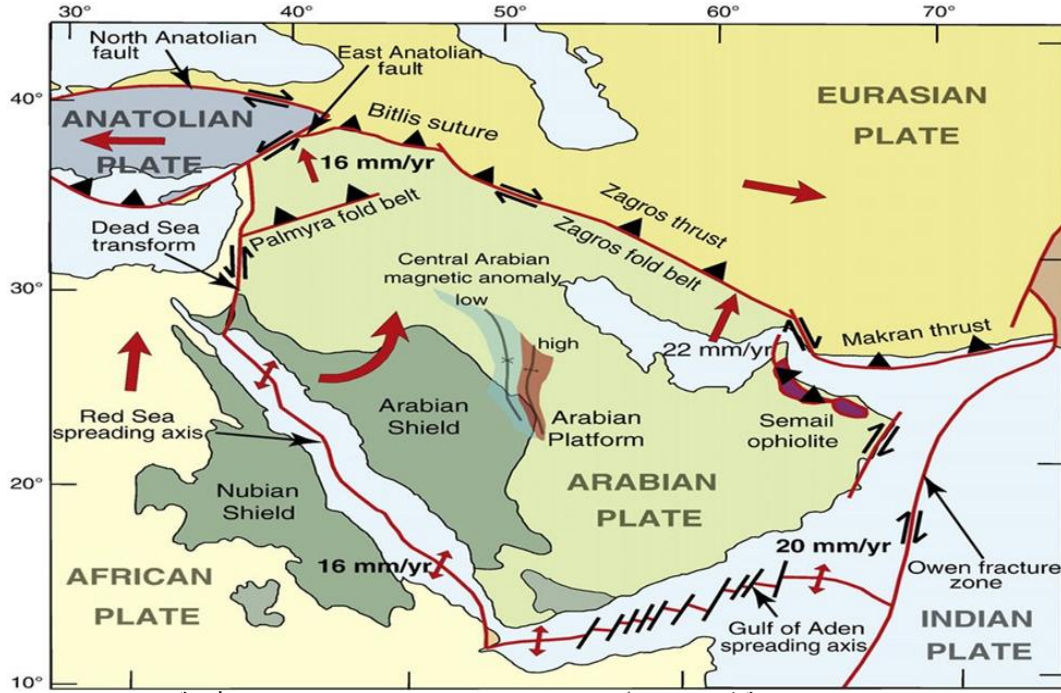


الشكل 4: مشابك حديدية لمبانٍ تاريخية في مدينة القدس ومدينة بيت لحم متأثرة بزلزال عام 1927م.  
المصدر: تصوير الباحث 2023-12-21.

انتشار ظاهرة البؤر الحضرية المشوهة، كما هو الحال في حاضرة كفر عقب، قضاء القدس، وحاضرة بئر عونة، مدينة بيت جالا، فتشكل هذه الحاضرات نمطاً عشوائياً ومشوهاً، بسبب غياب التخطيط الحضري والانتشار العشوائي والمكتظ للمباني وغياب الإشراف الهندسي الحكومي، وهذا ما يعرض هذه المنطقة لأن تكون مناطق منكوبة ومعزولة في حال الإصابة بالهزة الزلزالية العنيفة والقوية (حمائل، 2018). إلى جانب ذلك فإن المخيمات الفلسطينية تعاني من العشوائية والاحتفاظ الشديد وضعف التصميم، ما ينذر بدمار كبير وأضرار من النوع الهائل والجسيم (Al-Dabbeek & El-Kelani, 2008) كما أن ضعف التخطيط وتداخل المناطق الصناعية بالمناطق السكنية، من شأنه - أيضاً - مضاعفة الأخطار ومقاومة حجم الكارثة في حال حدوث هزة زلزالية قوية الشدة (عابدين، 2005)، من خلال ما سبق، يمكن القول: إن المدن الفلسطينية في الضفة الغربية وقطاع غزة، بسبب طبيعة المباني الموجودة، وأنواعها، قد تتعرض لخسائر كبيرة نتيجة للأضرار والانهيارات الجزئية والكلية في حال تعرضها لزلزال قوي أو شديد القوة، لا سمح الله، أما المدن الفلسطينية في الأراضي الفلسطينية المحتلة، مثل طبريا ويافا وعكا وبيسان وصفد، وبحسب خبراء الاحتلال الإسرائيلي، فإنها - أيضاً - ليست مستعدة لزلزال كبير، ذلك أن معظم المباني فيها بنيت على عجل في الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي، ولم تكن مصممة لتحمل الهزات الأرضية. وفي تقرير أعدته لجنة مختصة برئاسة عالم الزلازل أفي شابيرا، تم تسليمه إلى الكنيست في سنة 2013، قدر التقرير أن زلزالاً بقوة 7.5 درجة على مقياس ريختر سيقتل حوالي 7000 شخص، ويتسبب في 40 ألف إصابة، وتدمير آلاف المباني (الشريف، 2023).

### 3.3 الصفائح التكتونية في الشرق الأوسط والمناطق المجاورة، وحركتها من حيث السرعة والاتجاه

تتعرض منطقة شرق المتوسط وفلسطين - لما تتميز به من بنية جيولوجية، بسبب تحرك الصفائح التكتونية الرئيسية (الأفريقية والعربية والأوراسية) بأنماط مختلفة، كما هو موضح في الخارطة رقم (1) - إلى نشاط تكتوني مرتفع للغاية، بمرور الوقت، تسبب بالفعل في حدوث عديد من الكوارث الطبيعية، التي أدت - بدورها - إلى خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات (Monteiro et al., 2016).



الشكل 5: الصفائح التكتونية في الشرق الأوسط والمناطق المجاورة، وحركتها من حيث السرعة والاتجاه، المصدر: (Stern & Johnson, 2010)

ولفهم هذه الحركة فلا بد من دراسة طبيعة هذه الصفائح، ورصد حركتها عبر التاريخ، لقد انفصلت الصفائح العربية عن إفريقيا منذ حوالي 25 مليون سنة، ما أدى إلى انحدار بحر تيثيس في الجهة الشمالية الشرقية (Stern & Johnson, 2010). كما أدى التصدع في إفريقيا والجزيرة العربية إلى انفتاح البحر الأحمر وخليج عدن، على حدود الصفائح على الجانبين الجنوبي الغربي والجنوبي على التوالي، وبلغ معدل انفتاح البحر الأحمر وتوسعه حوالي 10 مم / سنة، ويُعتقد أن خليج عدن يبتعد باتجاه الغرب بمعدل 3 مم / سنة تقريباً (vita, 2001). ومع استمرار انفتاح البحر الأحمر، اصطدمت الصفائح العربية في الجهة الشمالية الشرقية بالصفائح الأوراسية، مشكلة بذلك سلسلة جبال زاغروس (Hessami et al., 2006). أما صدع البحر الميت على حدود الصفائح العربية في الغرب، فتحرك ما يقارب من 107 كيلومترات من الإزاحة الجانبية اليسرى منذ منتصف العصر الميوسيني، وبمعدل إزاحة ما يقارب 6-10 مم / سنة (vita, 2001). أما حدود الصفائح من جهة الشرق، فاصطدمت عند منطقة كسر أوين في الصفائح الهندية (Stern & Johnson, 2010). ومن خلال ما سبق يتوقع العلماء، في حال استمرار هذه الحركة التباعدية للصفائح القارية على حدود حفرة الانهدام الإفروآسيوي، أن يتشكل محيط في مكان البحر الأحمر، وفي مثل حجم المحيط الأطلسي في نحو 150 مليون سنة تقريباً (الوليبي، 2019). أما بالنسبة لفلسطين فتشكل ما يُعرف جيولوجياً بصفائح فلسطين- سينا، والتي تربطها علاقة تكتونية بالصفائح العربية في جزئها الشمالي الغربي، والذي أثبتت الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية أن الصفائح العربية في حركة دائمة ومستمرة في اتجاه شمال شرق بالنسبة إلى صفائح فلسطين بمعدل إزاحة سنوية مقدارها 1 سم، نتيجة للتوسع الحاصل في قعر البحر الأحمر الذي يمثل حركة انفرجاجة تباعدية في أرضيته، نتج عنها منطقة تصادم بين الصفائح العربية مع جبال زاغروس في إيران وطوروس في تركيا. كما تولد عنها تشكل انهزام البحر الميت بطول حوالي 1100 كم، ومصحوباً بانزلاق الصفائح العربية شمال شرق بإزاحة جانبية تقدر بحوالي 107 كم، فالحركات المتجاورة لكليهما كانت سبباً في حدوث زلازل متباعدة زمنياً من ناحية، ومتفاوتة الشدة من ناحية ثانية (الكيلاني وعراف، 2021).

#### 3.4 الصدوع الرئيسية في فلسطين وجوارها الجغرافي، ومعدل تراجع حافاتها الصدعية التقريبي السنوي، ونشاطها التكتوني

الصدوع الرئيسية المرتبطة بصدع البحر الميت والتي تشكل مصدراً محتملاً للزلازل المتوسطة إلى القوية، تتضمن هذه المجموعة فالق حاصبيا في لبنان ومنطقة الفوالق في الهوامش الغربية والشرقية لصدع البحر الميت، والصدوع المحيطة بحوض الحولة، وصدع الكرمل، وصدع أم الرشراش على خليج العقبة. تبين الدراسات أن معدلات الانزلاق المقدره لمناطق التصدع هذه منخفضة نسبياً، بالرغم من أن هذه الصدوع نشطة ولكنها ليست بالضرورة الأكثر نشاطاً ضمن نظام معين، لكنها قد تكون جزءاً من زلزال كبير قد يصيب المنطقة (Sagy et al., 2019).

بلغ عدد الهزات الزلزالية المسجلة على هذه الصدوع حوالي 349 هزة زلزالية، شدتها تفوق 2.5 ريختر منذ عام 2013 وحتى عام 2023م، بناءً على تسجيلات مرصد الزلازل الإسرائيلي، وأن صدوع حوض الحولة وطبريا رصدت أعلى نشاط زلزالي بواقع 56 هزة زلزالية خلال العشر السنوات الماضية، يتلوا صدع داكار في البحر الأحمر، بواقع 55 هزة زلزالية،

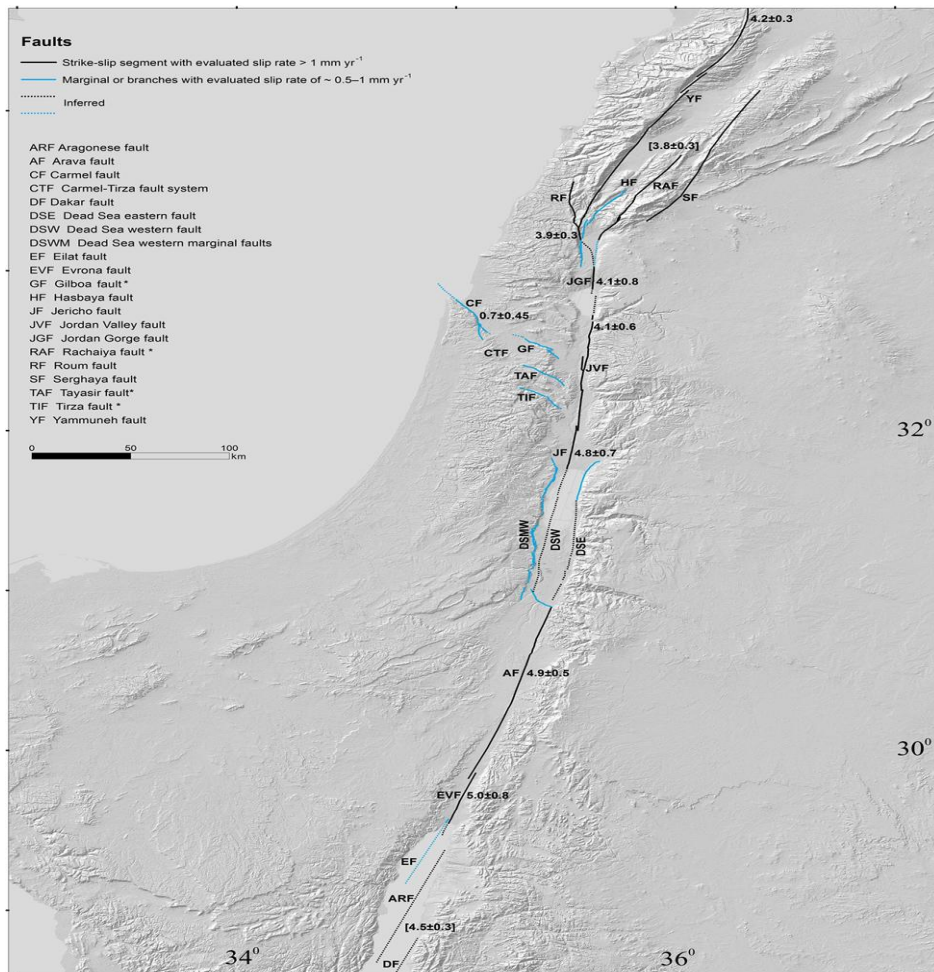
أما صدوع البحر الأحمر وخليج العقبة مجتمعة، فرصد عليها أكبر عدد من الهزات الزلزالية، بواقع 112 هزة زلزالية، لذلك تعدُّ الأكثر نشاطاً واستمرارية في الحركة الزلزالية ضمن حفرة الإنهدام الإفروآسيوي على حدود فلسطين التاريخية، لآخر عشر سنوات، حيث سجل صدع الأراغونيسي وصدع دكار في البحر الأحمر أكبر قوة زلزالية بلغت 5.5-5 على مقياس ريختر على التوالي، ويعزى هذا النشاط الزلزالي وهذه القوة إلى عدم استقرارية البناء الجيولوجي للطبقات الصخرية في تلك المنطقة، ما ينجم عنه زيادة طردية في الطاقة المتحررة من هذه الطبقات الصخرية غير المستقرة مقارنة بالسنوات السابقة. وقد أدى هذا النشاط التكتوني إلى تحرير كميات هائلة من الطاقة، تخرنت مرة أخرى في صخور القشرة الأرضية على امتداد حفرة الانهدام، ما قد يكون له أثر سلبي في منطقتي البحر الميت ووادي الأردن، التي تمر بحالة من الركود الزلزالي، مقارنة بنشاطها الطبيعي، من حيث عدد الاهتزازات في منتصف التسعينيات من القرن الماضي. فقد تميَّز النشاط الزلزالي في هذه المنطقة خلال العشر السنوات الماضية (2013-2023م) بالانخفاض الملحوظ في قوة هزاته الأرضية، التي بلغت أكبر قوة للزلازل في منطقة البحر الميت ووادي الأردن 3.8-3.6 ريختر على التوالي، ويمكن أن يعزى ذلك إلى تحرر الطاقة الكامنة في التكوينات الصخرية غير المستقرة في منطقة البحر الميت ووادي الأردن خلال العقود السابقة. أما وادي عربية، فرصد عليه 51 هزة زلزالية للفترة نفسها، إلا أن هذه الزلازل لم يكن لها تأثير كبير في المنطقة؛ لضعف قوتها الزلزالية التي لم تتجاوز 4.2 على مقياس ريختر، ويمكن أن يعزى نشاطه لقربه من النشاط الزلزالي لمنظومة صدوع خليج العقبة والبحر الأحمر. ولمعرفة المزيد حول خصائص هذه المنظومة الصدعية، فتم دراسة طبيعة العلاقة الإحصائية بين عدد الهزات الزلزالية وبين معدلات تراجع الحافات الصدعية لكل صدع، وبين معدلات تراجع الحافة الصدعية وأعلى قوة للزلازل على هذه الصدوع، وتم حساب معامل الارتباط بين النشاط الزلزالي لهذه الصدوع وبين أعلى قوة زلزالية سجلت على كل صدع في الجدول (3).

جدول 3: الصدوع الرئيسية في فلسطين وجوارها الجغرافي ومعدل تراجع حافات الصدعية التقريبي السنوي، ونشاطها التكتوني

الصدوع الأساسية	معدل تقريبي لتراجع الحافات الصدعية الحركة السنوية م/سنة	النشاط الزلزالي منذ عام 2013-2023 (عدد الهزات التي قوتها أكثر من 2.5 ريختر)	أعلى قوة زلزالية على الصدع وفق مقياس ريختر 2013-2023م
1- صدع خليج العقبة (EF) Gulf of Elat zone	4.5 م تقريباً	18	3.5
2- وادي عربية (AF) Araba fault	4.9 م تقريباً	51	4.2
3- حوض البحر الميت (DSF) Dead sea fault	≤ 1 م	44	3.8
4- وادي الأردن (JVF) Jordan valley fault	5 م تقريباً	22	3.6
5- صدع جليوع (GF) Gilboa fault	0.7 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
6- صدع الكرمل (CF) Carmel fault	0.5 ملم تقريباً	22	2.8
7- حوض الحولة (Hula basin fault)	0.4 م تقريباً	56	4.6
8- صدع الروم (RF) Roum fault	1.05-0.86 م تقريباً	23	3.7
9- صدع سرغايا (SF) Serghaya fault	1.4 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
10- صدع اليمونة (YF) Yammuneh fault	2.8 م تقريباً	41	4.1
11- صدع وادي الجرافي والمسمى بالعبيرية بناحل باران (Girafi valley fault)	الإزاحة بضعة أمتار منذ الرباعي وهي ضئيلة جداً وغير ملحوظة.	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
12- صدع راشايا (RAF) Rachaiya fault	3.9 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
13- صدع أفرونا (EVF) Evrona fault	5 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
14- صدع جبل عامل (Jabal Amil)	3.9 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
15- صدع أراغونيسي (AF) Aragonese fault	4.5 م تقريباً	39	5.5
16- صدع أريحا (JF) Jericho fault	4.8 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
17- صدع تياسير (TAF) Tayasir fault	1-0.5 م تقريباً	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	-
18- صدع وادي الفارعة (Wadi Al Far'a fault or Tirza fault (TIF)	1-0.5 م تقريباً	22	2.8

5	55	4.5 مم تقريباً	Dakar fault (DF) صدع داكار
-	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	4.1 مم تقريباً	Jordan Gorge fault (JGF) صدع الأخدود الأردني
3.1	1	الإزاحة بضعة أمتار منذ الرباعي وهي ضئيلة جداً وغير ملحوظة.	Thamad fault صدع التمد
-	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	الإزاحة بضعة أمتار منذ الرباعي وهي ضئيلة جداً وغير ملحوظة.	Nafha fault صدع نفحة
-	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	الإزاحة بضعة أمتار منذ الرباعي وهي ضئيلة جداً وغير ملحوظة.	M.Ramon fault صدع رأس الرمان
-	لم يسجل أي هزة تفوق 2.5 ريختر	الإزاحة بضعة أمتار منذ الرباعي.	Wadi Zin صدع وادي الزين
	349 هزة زلزالية أكثر من 2.5 ريختر		مجموع الهزات على هذه الصدوع منذ عام 2023-2013م.
علاقة طردية ضعيفة	0.207317673	←	معامل ارتباط بيرسون بين حركة الصدوع والنشاط الزلزالي منذ عام 2023-2013م.
علاقة طردية ضعيفة	0.202257821	←	معامل ارتباط بيرسون بين حركة الصدوع وأعلى قوة زلزالية سجلت على كل صدع منذ عام 2023-2013م.
علاقة طردية قوية	0.901600793	←	معامل ارتباط بيرسون بين معدل تكرار الهزات الزلزالية لكل صدع وبين أعلى قوة زلزالية سجلت على هذه الصدوع منذ عام 2023-2013م.

المصدر: (Sharon et al.,2020; Piatibratova&hamiel,2021; Sagy et al., 2019; Sharon,2020); Sharon et al.,2023; Geological Survey of Israel) بتصرف الباحث.

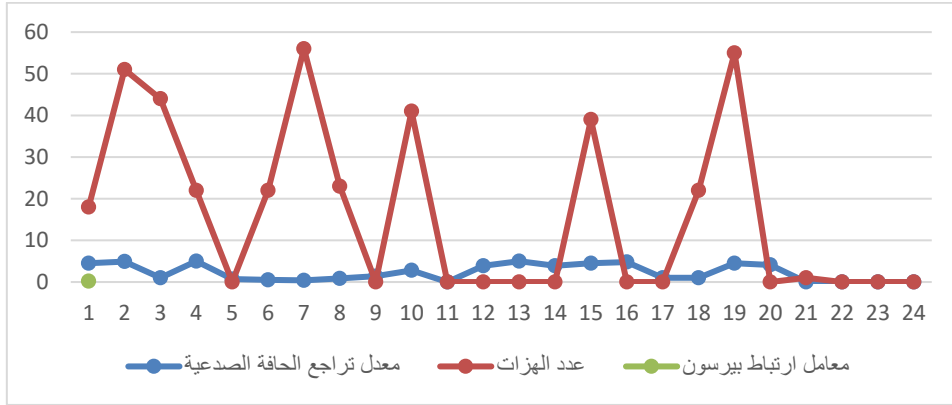


الشكل 6: الصدوع الرئيسية في فلسطين وجوارها الجغرافي مع معدلات تراجع حافاتها الصدعية التقريبية السنوية، المصدر: (Sharon et al.,2020).

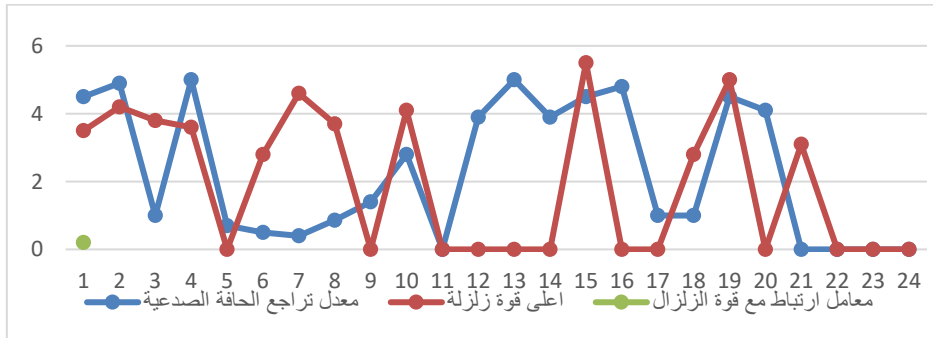
ولقياس حجم علاقتهم بالنشاط الزلزالي للمنطقة، فتم إجراء الاختبار الإحصائي لمعامل الارتباط بيرسون وفقاً للمعادلة الحسابية التالية:

$$(1) \quad r = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

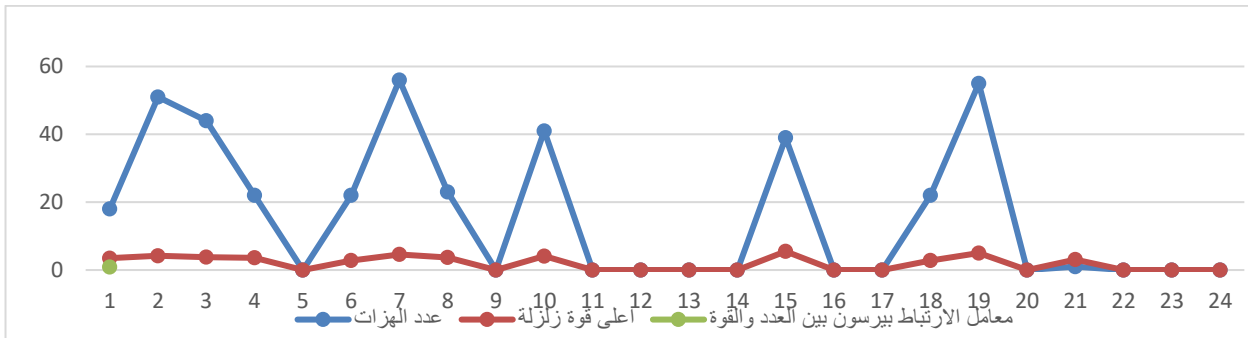
X يرمز للمتغير الأول، Y يرمز للمتغير الثاني، N يرمز لعدد القيم، X يرمز لمجموع قيم المتغير الأول، Y يرمز لمجموع قيم المتغير الثاني، XY يرمز لمجموع حاصل ضرب قيم المتغير الأول في قيم المتغير الثاني، 2X يرمز لمجموع تربيعات قيم المتغير الأول، 2 Y يرمز لمجموع تربيعات قيم المتغير الثاني (المؤسسة العربية للعلوم ونشر الأبحاث، 2023).



الشكل 7: معامل ارتباط بيرسون بين معدل تراجع الحافات الصدعية والنشاط الزلزالي منذ عام 2013-2023م. المصدر: إعداد الباحث بتصريف عن البيانات الواردة في جدول (3)



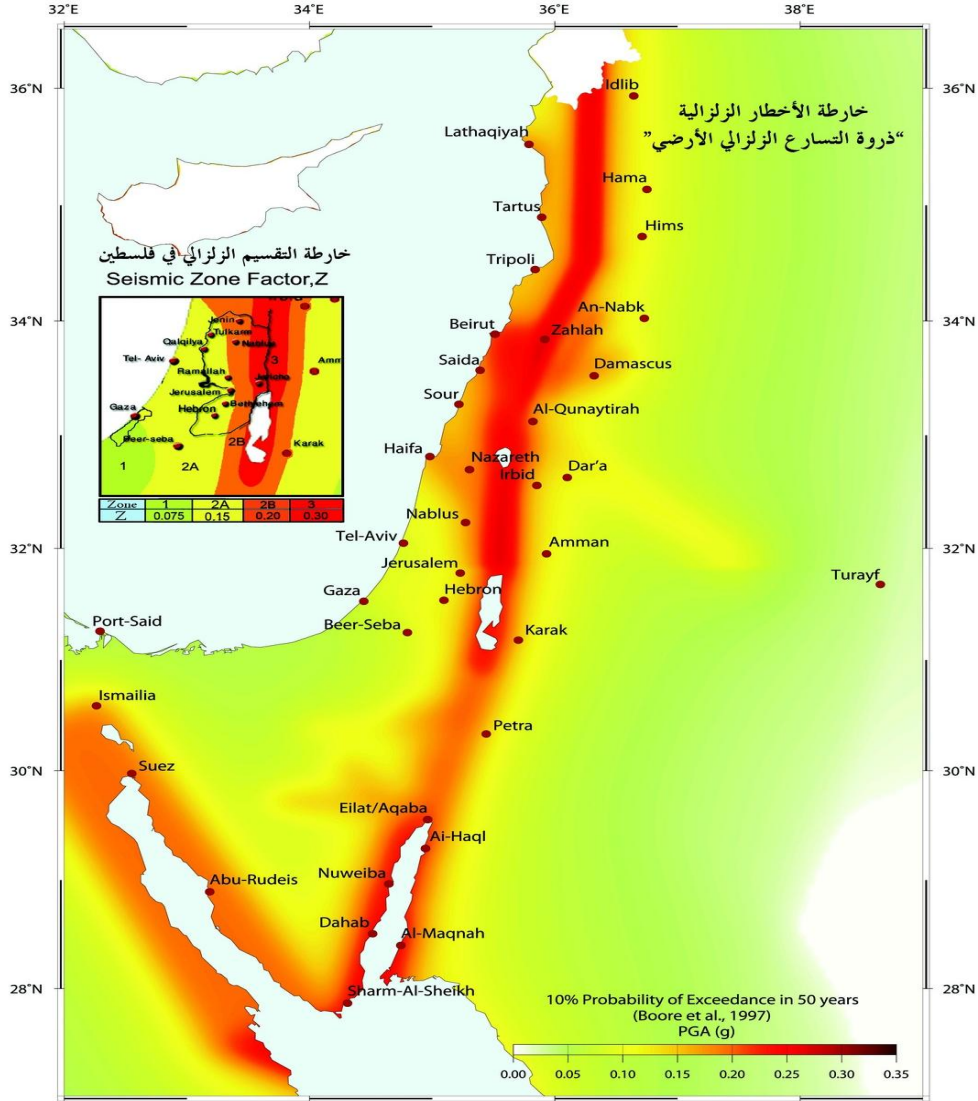
الشكل 8: معامل ارتباط بيرسون بين حركة الصدوع وأعلى قوة زلزالية سجلت على كل صدع منذ عام 2013-2023م. المصدر: إعداد الباحث بتصريف عن البيانات الواردة في جدول (3)



الشكل 9: معامل ارتباط بيرسون بين معدل تكرار الهزات الزلزالية لكل صدع وبين أعلى قوة زلزالية سجلت على هذه الصدوع منذ 2013-2023م. المصدر: إعداد الباحث بتصريف عن البيانات الواردة في جدول (3)

وقد بلغت معامل الارتباط بين معدلات تراجع الحافات الصدعية وعدد الهزات الزلزالية لكل منها 0.207317673 وهذا يعني أن هناك علاقة طردية ضعيفة بين معدلات تراجع الحافات الصدعية وبين عدد الزلازل (النشاط الزلزالي) لهذه الصدوع، كما تم حساب العلاقة بين معدلات تراجع الحافات الصدعية مع أعلى درجة قوة اهتزاز سجلت على هذه الصدوع

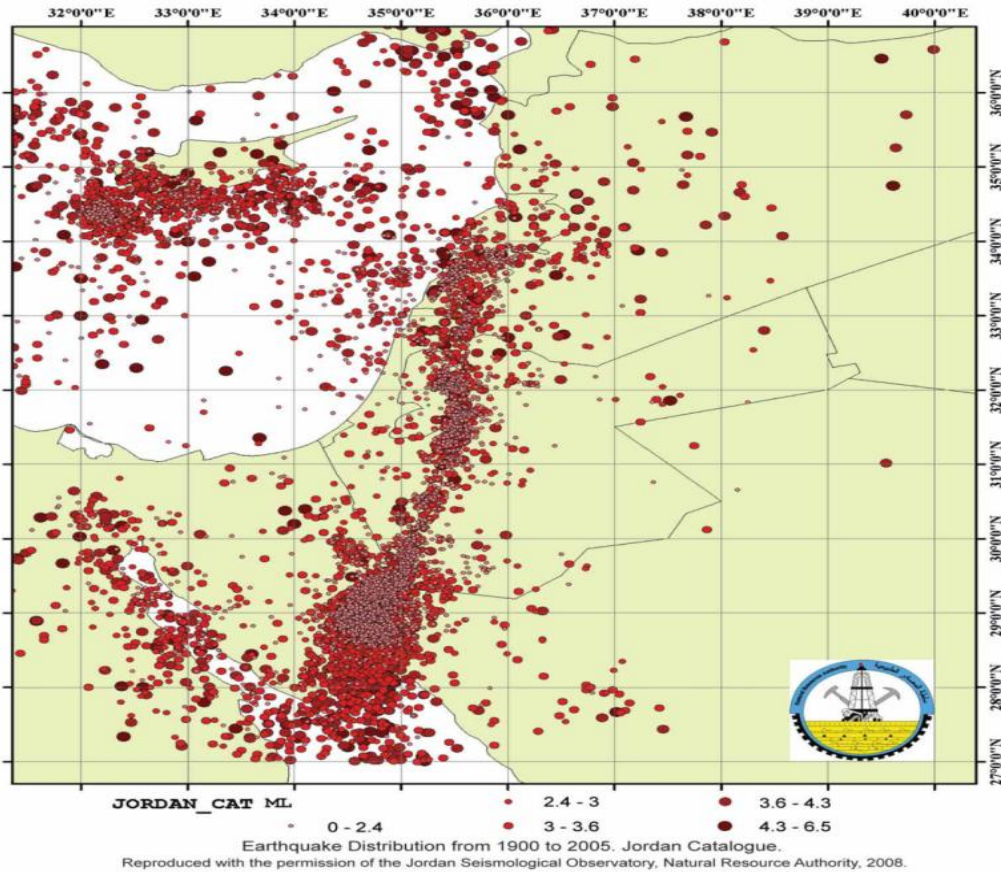
خلال العشر السنوات السابقة، وكانت النتيجة 0.202257821. وهذا يعني أنّ هناك علاقة طردية ضعيفة بين معدل تراجع الحافات الصدعية وبين قوة الزلازل على هذه المنظومة الصدعية، وعند احتساب العلاقة بين معدل تكرار الهزات الزلزالية على كل صدع من هذه الصدوع وبين أعلى قوة زلزالية، فتم تسجيلها على كل صدع، وبينت النتائج أنّ هناك علاقة طردية قوية بلغت 0.901600793 على معامل ارتباط بيرسون، أي أنّ قوة الزلازل وشدها في فلسطين مرتبطة ارتباطاً وثيقاً وطردياً بالنشاط التكتوني لهذه الصدوع، والتي تشكل مناطق ضعف تكتوني على امتداد حفرة الإنهدام الأفروآسيوي وتشكل عاملاً جيومورفولوجياً، يزيد من حدة تأثير الهزات الأرضية الزلزالية التي تتأثر بها فلسطين، نتيجة لحركة الصفحة العربية.



الشكل 10: ذروة التسارع الزلزالي الأرضي والمناطق الأكثر عرضة للخطر الزلزالي في فلسطين والجوار. المصدر: (مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل جامعة النجاح الوطنية، 2023)

وتتوزع مناطق الضعف التكتوني هذه على طول حفرة الإنهدام الأفروآسيوي، بدءاً بمنطقة أصبع الجليل وسهل الحولة وحوض بحيرة طبريا، ووادي الأردن شمالاً، مروراً بالبحر الميت ووادي عربية، وصولاً إلى خليج العقبة جنوباً. وتمثل هذه المناطق بؤراً زلزالية تنشط فيها الهزات الأرضية الزلزالية، إذا ما تعرضت تكويناتها الصخرية لاهتزازات عنيفة. ولا يقتصر النشاط الزلزالي في فلسطين على حفرة الإنهدام، فهناك بؤر زلزالية فرعية نشطة، تنتشر في جميع أنحاء فلسطين، كما يظهر في الخارطة رقم (4)، وتظهر هذه البؤر بوضوح على امتداد الصدوع الجانبية لحفرة الإنهدام، وتعدّ هذه الصدوع أحد أهم العوامل الجيومورفولوجية التي تعمل على تقسيم الصخور القشرة الأرضية إلى وحدات صخرية غير مستقرة، ذات أحجام مختلفة، تنشط عليها الانزلاقات العمودية والأفقية، وهي تمثل مستويات الضعف في القشرة الأرضية والمخارج الأساسية للسهير الموجود في باطن الأرض (أبو سليم، 2018). وتنظم الصدوع الجانبية على امتداد حفرة الإنهدام في عدة اتجاهات: 1- صدوع شمال فلسطين وتشمل صدع اليمونة وصدع سرغايا وصدع راشايا وصدع الروم وصدع جبل عامل، وحوض طبريا، وحوض الحولة، وصدع الأخدود الأردني، والصدوع ذات الامتداد الأفقي باتجاه شرقي-غربي، وتتمثل

بصدع جلبوع وصدع الكرمل وصدع تياسير وصدع وادي الفارعة. 2- صدوع شرقي فلسطين، وتتمثل في صدع وادي الأردن في الغور الأوسط، وصدع أريحا وصدوع البحر الميت الشرقية والغربية في الغور الجنوبي وحوض البحر الميت. 3- صدوع جنوب فلسطين وتتمثل في أ- وادي عربة والنقب، فيتخللها صدع وادي عربة وصدع أفرونا ذات الامتداد الراسي باتجاه الشمال، أما الانكسارات العرضية ذات الامتداد الشرقي الغربي، فتتمثل في صدع وادي الجرافي، وصدع نفحة، وصدع التمد وصدع رأس الرمان وصدع وادي الزين. ب- خليج العقبة، فيتخلله صدع إيالات وصدع داكار وصدع أراغونيسي وصدع تيران (Piatibratova&hamiel,2021; Sharon et Sagy et al., 2019; Sharon,2020; al.,2020). كما تأثرت هذه المنظومة الصدعية بالأنظمة الصدعية الرئيسية المجاورة لها عبر تاريخها الجيولوجي، كصدع السويس GOS والقوس القبرصي Cyprian Arc ونظام القوس السوري SAS، منذ العصر الطباشيري العلوي، خضعت المنطقة لضغط نظام القوس السوري (SAS) syrian arc system، ما أدى إلى تشكيل سلسلة من الطيات المتناظرة، والصدوع، وبدأت عمليات الارتفاع الإقليمي من نهاية العصر الأيوسيني، وتعرضت المنطقة بشكل متقطع لعمليات التجوية، وبعدها انكسرت الصفيحة الأفريقية العربية على طول حفرة الإنهدام في خليج عدن والبحر الأحمر خلال العصر الميوسيني، ما أدى إلى حدوث صدع السويس GOS Gulf of Sues (GOS) وصدع البحر الميت التحويلي (DST) Dead Sea transform fault، اللذين يفصلان صفيحة سيناء الفرعية عن الصفيحتين الإفريقية والعربية. ومع ذلك، فقد أظهر صدع السويس علامات طفيفة نسبياً من التغيرات منذ نهاية العصر الميوسيني في أقصى شرق البحر المتوسط، أما القوس القبرصي cyprian arc فيتركز على طول المنطقة القبرصية المتقاربة في البحر المتوسط، والذي يشكل خطراً محتملاً على المناطق الساحلية لفلسطين وبلاد الشام، لا يمكن إهماله (Sawires et al., 2021; Sharon et al., 2020). مما سبق يمكن القول: إن فلسطين محاطة بصدوع زلزالية إقليمية، يتفرع عنها عديد من الصدوع الفرعية، مشكلة بذلك منابع زلزالية غير بسيطة ولا يمكن إهمالها.



الشكل 11: توزيع الزلازل منذ عام 1900م إلى عام 2005م فلسطين وجوارها الجغرافي.  
المصدر: (سلطة المصادر الطبيعية، 2008)

من خلال ما سبق نستنتج أنّ صدع البحر الميت التحويلي وما يرتبط به من منظومة صدوع، أنظر جدول (3) وخارطة رقم (3) و(4) هي المنظومة الأهم؛ لما لها من علاقة بالوضع الزلزالي في فلسطين خاصة، وبلاد الشام عامة، فهي التي تحدد الملامح الرئيسية لزلزالية هذه المنطقة؛ كونها مصدر الخطر الزلزالي الرئيسي فيها، ولا ينافسها في هذا السبّاق من وقت لآخر إلا منظومة الصدوع الساحلية شرقي البحر المتوسط، إلى جانب تلك الممتدة مابين خليج الإسكندرون وجزيرة قبرص، وهي منظومة ذات تأثير زلزالي محتمل في مناطق بلاد الشام الساحلية. أما المناطق الداخلية، فتبقى عرضة لتأثيرات زلزالية نادرة

نسبياً، إلا أنه لا يمكن إهمالها كلياً (أبو كركي، 1999). فقد أظهرت الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية دلائل جوهريّة على وجود انزلاق جانبي للصفحة العربية مقارنة مع صفيحة فلسطين- سيناء بطول (105) كم تقريباً، امتداد صدع البحر الميت، وبمعدل من 1 مم إلى 2 سم في العام، ما يتسبب في تنشيط العمليات الجيومورفولوجية و التكتونية على امتداد منطقة البحر الميت - ووادي الأردن لتشكل منطقة البحر الميت ووادي الأردن والصدوع الجانبيّة على امتداد صدع البحر الميت وصولاً إلى خليج العقبة، بؤراً زلزالية، تنشيط عليها الهزّات الأرضية الزلزاليّة، وتبلغ الأعماق البؤرية للزلازل التي تحدث على امتداد المنطقة ما بين (5-30) كم، أي أنها تحدث ضمن صخور القاعدة والقشرة الأرضية، كما يعزى هذا النشاط الملحوظ للحركات الاهتزازية في هذه المنطقة؛ لعدم استقرارية البناء الجيولوجي، وتأثرها بسلسلة من عمليات الهبوط التكتوني في منطقة البحر الميت (أبوسليم، 2018). يمكننا القول: إنّ الحركات الأرضية الحالية تؤثر في الصدع التحويلي للبحر الميت ومنظومة الصدوع المرتبطة به، ما ينتج عنها تراكم للاجهادات والضغوط التكتونية على هذه الصدوع وتترجم على فترات بحركات زلزالية، وعادة ما تكون المناطق القريبة من هذه الصدوع الأكثر تأثراً بالشدة الزلزالية.

#### 4. النتائج

تلخصت دراسة إلى النتائج التّالية:

- 1- صدع البحر الميت التحويلي ومنظومة الصدوع المرتبطة بها على امتداد (حفرة الانهدام الافروآسيوي) في فلسطين، هي الأهم لما له من علاقة بالوضع الزلزالي في فلسطين، فهي التي تحدّد الملامح الرّئيسة لزلزالية هذه المنطقة؛ كونها مصدر الخطر الزلزالي الرّئيس فيها. فتتأثر فلسطين بالحركة التكتونية لقراية 24 صدعاً رئيساً، وهي المسؤول المباشر عن الحركات الاهتزازية فيها وفي جوارها الجغرافي.
- 2- صدوع البحر الأحمر وخليج العقبة مجتمعة، رصد عليها أكبر عدد من الهزات الزلزالية بواقع 112 هزة زلزالية، لذلك تعد الأكثر نشاطاً واستمرارية في الحركة الزلزالية ضمن حفرة الانهدام الافروآسيوي على حدود فلسطين التاريخية لآخر عشر سنوات ماضية 2013-2023م
- 3- بلغ معدّل تراجع الحافات الصّعدية لمنظومة صدوع البحر الميت الرئيسية، من 0.4 مم في السنة، إلى حوالي 5مم في السنة تقريباً.
- 4- تعرضت فلسطين تقريباً لأكثر من 106 هزات زلزالية، وبدرجة 5 إلى 7.5 على مقياس ريختر، 70 هزة زلزالية منها من الفئة القوية والعنيفة. حيث بلغت النسبة الأكبر من الزلازل التي تأثرت بها فلسطين من النوع القوي بواقع 44.3% من نسبة الزلازل التي شدتها أكثر من 5 على مقياس ريختر منذ عام 760 ق.م. وإلى عام 2023م.
- 5- تزداد فترات رجوع النشاط الزلزالي في فلسطين بزيادة قوته الزلزاليّة والعكس صحيح، فالزلازل التي يزيد قوتها عن 6 وفقاً لمقياس ريختر، احتاجت فترة رجوع تقدر بـ 39 عاماً. بينما احتاجت الزلازل التي تقل قوتها عن 4 على مقياس ريختر إلى فترة رجوع تقدر بأقل من عام.
- 6- إنّنا قريبيون من المعدل الدوري لحدوث الزلازل القوية والعنيفة في فلسطين.
- 7- إنّ قوة الزلازل وشدتها في فلسطين مرتبطة ارتباطاً وثيقاً وطردياً بالنشاط التكتوني لمنظومة الصدوع فيها.
- 8- هناك نسبة كبيرة من الأنماط الإنشائية والمعمارية المستخدمة في فلسطين وبشكل خاص في مدن الضفة الغربية وقطاع غزة، لا تلبي متطلبات الحد الأدنى، ولا يوجد التزام حتى بالتوصيات العامة الخاصة بتشكيل المنشآت لمقاومة أفعال الزلازل.

#### 5. التّوصيات

- بناءً على ما تمّ التّوصّل إليه من نتائج، تمخضت عنها مجموعة من التوصيات والمقترحات الموجهة إلى مخططي المدن والمتخصصين في الزلازل وأصحاب القرار، وهي على التّحو الآتي:
- 1- إلزامية الإشراف الهندسي، وضرورة العمل بأسرع وقت، بالشّراكة مع نقابة المهندسين والبلديات بخصوص ضرورة تبني الإشراف الإلزامي، والقيام بدوريات مشتركة بين نقابة المهندسين والبلديات، للتفتيش على إلزامية الإشراف والتأكد من وجوده، لضبط الموضوع، وتنفيذ التصاميم المقاومة للزلازل، مع ضرورة عمل دورات إجبارية ومجانية للمهندسين الإنشائيين، وتكثيفها، خاصة باستعمال الكود الزلزالي.
  - 2- إطلاق مشروع وطني لرسم خرائط المخاطر لكل محافظة من محافظات الوطن، خاصة مع النمو الواضح لاستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في فلسطين، ووجود متخصصين في هذا المجال، والتي سترفع مستوى المعرفة والوعي النابع من الخوف، خاصة من سكان المناطق الخطرة، لعدم الإهمال في كل ما يتعلّق بالإنشاءات، والتنبيه القبلي لهذا الخطر.
  - 3- حل إشكالية الطابق الرّخو؛ أي الطابق على أعمدة، لاستخدامه لمواقف السيارات، وهذا الطابق خطر جداً، ويفترض أن يكون تنسيق ما بين الحكم المحلي والنقابة لحل هذه الإشكالية.

- 4- تشجيع الابتكار، والتكنولوجيا اليوم أصبحت منفتحة على كل العلوم، وبالتالي يمكن تخصيص جوائز وطنية للمبتكرين من طلبة الجامعات والباحثين لأية أجهزة أو أنظمة تنبؤية للزلازل في فلسطين، أو أية ابتكارات نحو تقليل المخاطر الناجمة، فالعقول الفلسطينية يمكنها فعل ذلك.
- 5- تطوير خطة عمل وطنية مشتركة بالشراكة مع الجامعات، ومجالس الحكم المحلية، ونقابة المهندسين والدفاع المدني، والعلماء والخبراء في مجال الزلازل والكوارث الطبيعية، لرسم السياسات ووضع الخطط وتبادل الخبرات، للتخفيف من المخاطر والعواقب في حال حدوث الكارثة.

#### الإقرارات

- تضارب المصالح: يقر الباحث بأنه لا يوجد أي تضارب مصالح مالي أو شخصي يؤثر على محتوى هذا البحث.
- توافر البيانات: البيانات المستخدمة والمحللة في هذا البحث متاحة لدى الباحثين ويمكن توفيرها عند الطلب.
- مصدر التمويل: لم يتلق هذا البحث أي تمويل من أي جهة رسمية أو خاصة.

## 6. قائمة المصادر والمراجع

### 6.1 المراجع بالعربية

- أبو سليم، علي. (2018). النشاط الزلزالي في الأردن (دراسة جغرافية تحليلية): مجلة العلوم الإنسانية، جامعة البحرين، العدد 32، ص 306-330.
- أبو كركي، نجيب. (1999). تمحيص المعطيات الخاصة بموقع زلزال فلسطين 11-7-1927، عمان: جامعة اليرموك.
- حمائل، قمر. (2018). التحولات الحضرية في كفر عقب منذ عام 1993 بين تحديات الواقع وآفاق المستقبل، رسالة ماجستير، بيرزيت، فلسطين: جامعة بيرزيت.
- الخالدي، خالد ونونس. (2005). الزلازل في بلاد الشام (من القرن الأول إلى القرن الثالث عشر الهجري = القرن السابع إلى القرن التاسع عشر الميلادي): مجلة الجامعة الإسلامية (سلسلة الدراسات الإنسانية) المجلد الثالث عشر – العدد الأول، ص: 67-92، يناير 2005.
- الديب، جلال نمر. (1999). تخفيف مخاطر الزلزال في فلسطين، نابلس، فلسطين: جامعة النجاح الوطنية.
- الديب، جلال نمر. (2007). قابلية الإصابة والسلوك الزلزالي المتوقع للمباني في الضفة الغربية، نابلس فلسطين: مجلة الجامعة الإسلامية، المجلد 15، رقم 1 ص 193-217.
- الديب، جلال نمر. (2007). حساب القوى الزلزالية الأفقية المكافئة التي تتعرض لها المباني، القدس: مجلة المهندس الفلسطيني، العدد 52.
- الديب، جلال نمر. (2008). عامل تأثير الموقع، القدس: مجلة المهندس الفلسطيني، العدد 53.
- الديب، جلال نمر. (2009). الزلازل وتخفيف مخاطرها: عمادة البحث العلمي، جامعة النجاح الوطنية فلسطين.
- الديب، جلال نمر. (2014). زلزالية منطقة البحر الميت والأغوار وتخفيف مخاطر الزلزال، نابلس، فلسطين: جامعة النجاح الوطنية.
- سلطة المصادر الطبيعية. (2008). توزيع الزلازل منذ عام 1900م إلى عام 2005م الأردن وجوارها: عمان، الأردن.
- الشريف، ماهر. (2023). الاتنين الأسود والمخاطر على فلسطين والدول المحيطة: مؤسسة الدراسات الفلسطينية. تم الاسترجاع بتاريخ 3-8-2023. <https://www.palestine-studies.org/ar/node/1653638>
- عابدين، ياسر. (2005). المعايير المعمارية لقياس استعداد مدينة دمشق لمواجهة الزلازل: مجلة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد 21. العدد الأول 2005، ص 229-287.
- عباد، عبد القادر. (1990). تربة فلسطين، الموسوعة الفلسطينية، القسم الثاني الدراسات الخاصة، المجلد الأول، الدراسات الجغرافية، بيروت.
- عمر، خالد. (2022). دراسة النشاط الزلزالي لمنظومة صدع البحر الميت من العام 1981 حتى 2020: مجلة دمشق للعلوم الأساسية، المجلد 38. العدد الأول 2022، ص 87-105.
- غفري، محمد 2023 "الترا فلسطين" يحاور خبير جيولوجيا: ماذا تخبئ الزلازل الخفيفة التي تضرب فلسطين؟ مقابلات. <https://ultrapal.ultrasawt.com>
- غفري، محمد. (2023). "الترا فلسطين" يحاور خبير جيولوجيا: ماذا تخبئ الزلازل الخفيفة التي تضرب فلسطين؟ تم الاسترجاع بتاريخ 26-2-2023.
- الكتري، بحري. (2014). جغرافيا فلسطين دراسة طبيعية- جيومورفولوجية- بشرية – اقتصادية – سياسة، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- الكيلاني، رضوان، عراف، شكري نخلة. (2021). الزلازل التاريخية في منطقة انهزام البحر الميت: مجلة البحوث الجغرافية العدد (33) ص 119-174.
- اللو، منصور ومشتهي، عبد العظيم. (2015). جغرافيا فلسطين الطبيعية، غزة: جامعة الازهر.
- محسوب، محمد صبري. (1996). الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثة: دار الفكر العربي.
- مركز علوم الأرض وهندسة الزلازل. (2023). الأخطار الزلزالية ذروة التسارع الزلزالي الأرضي، نابلس: جامعة النجاح الوطنية، فلسطين، تم الاسترجاع بتاريخ 16-6-2023.
- <https://www.najah.edu/ar/updrc/earth-sciences-and-seismic-engineering-unit/seismic-hazard-map>

المؤسسة العربية للعلوم ونشر الأبحاث. (2023). معامل ارتباط بيرسون مقدمة سريعة. تم الاسترجاع بتاريخ 27-10-2023. <https://blog.ajsrp.com>  
الوليحي، عبد الناصر. (2019). مدخل إلى الجغرافية الطبيعية والبشرية، الرياض: شركة آفاق للنشر والتوزيع ط 8.

## 6.2 رومنة المراجع العربية

- Abbad, Abdel Qader. (1990). Soil of Palestine - The Palestinian Encyclopedia (In Arabic), Part II, Special Studies - Volume I, Geographic Studies, Beirut.
- Abidine, Yasser. (2005). The Architectural Standards to Measure Damascus City's Tendency in Facing Earth Quakes (In Arabic): Damascus Journal of Basic Sciences, Volume 21, Issue 1, pp. 229-287.
- Abu Karaki, Najib. (1999). Location of the earthquake of Palestine 11-7-1927: A critical assessment (In Arabic), Jordan: Yarmouk University.
- Abu Salim, Ali. (2018). Seismic Activity in Jordan (Analytical Geographical Study) (In Arabic): Journal of Humanities, University of Bahrain, Issue 32, pp. 306-330.
- Al-Dabik, Jalal Nimr (2009). Earthquakes and Risk Mitigation (In Arabic): Research Deanship, An-Najah National University, Palestine.
- Al-Dabik, Jalal Nimr. (1999). Mitigating Earthquake Risks in Palestine (In Arabic), Nablus, Palestine: An-Najah National University.
- Al-Dabik, Jalal Nimr. (2007). Calculation of Equivalent Horizontal Seismic Forces on Buildings (In Arabic), Jerusalem: Palestinian Engineer Journal, Issue 52.
- Al-Dabik, Jalal Nimr. (2007). Vulnerability and Expected Seismic Behavior of Buildings in the West Bank (In Arabic), Nablus, Palestine: Islamic University Journal, Volume 15, Number 1, pp. 193-217.
- Al-Dabik, Jalal Nimr. (2008). The Site Effect Factor (In Arabic), Jerusalem: Palestinian Engineer Journal, Issue 53.
- Al-Dabik, Jalal Nimr. (2014). Seismicity of the Dead Sea and Jordan Valley Region and Mitigating Earthquake Risks (In Arabic), Nablus, Palestine: An-Najah National University.
- Al-Katry, Bahri. (2014). Geography of Palestine: A Study in Natural, Geomorphological, Human, Economic, and Political Geography (In Arabic), Amman: Safa Publishing and Distribution.
- Al-Khalidi, Khaled Younes. (2005). Earthquakes in Al Sham Area in the Period from (the First Hijri Century to the Forth Hijri Century; The Seventh Georgian Century to the Nineteenth Georgian Centurey) (In Arabic): Islamic University Journal (Human Studies Series), Volume 13, Issue 1, pp. 67-92, January 2005.
- Al-Kilani, Radwan, Araf, Shukri Naklah. (2021). Historical Earthquakes in the Dead Sea Depression Region (In Arabic): Journal of Geographic Research, Issue 33, pp. 119-174.
- Al-Louh, Mansour, and Mushtahi, Abdul Azim. (2015). Geography of Natural Palestine (In Arabic), Gaza: Al-Azhar University.
- Al-Sharif, Maher. (2023). Black Monday and Risks to Palestine and Surrounding Countries (In Arabic): Palestinian Studies Foundation. Retrieved on 8-3-2023. Link to the article <https://www.palestine-studies.org/ar/node/1653638>
- Al-Walai, Abdul Nasser. (2019). Introduction to Physical and Human Geography (In Arabic), Riyadh: Afāq Publishing and Distribution, 8th Edition.
- Arab Institute for Science and Publication of Research. (2023). Pearson Correlation Coefficients - A Quick Introduction (In Arabic). Retrieved on 27-10-2023. Link to the article
- Earth Sciences and Seismic Engineering Center. (2023). Seismic Hazards - Peak Ground Acceleration (In Arabic), Nablus: An-Najah National University, Palestine. Retrieved on 16-6-2023. Link to the seismic hazard map <https://www.najah.edu/ar/updrc/earth-sciences-and-seismic-engineering-unit/seismic-hazard-map/>
- Ghafari, Mohamed. (2023). "Ultra Palestine" Interviews Geological Expert: What Do the Light Earthquakes Hitting Palestine Hold (In Arabic). Retrieved on 26-2-2023. Link to the interview. <https://ultrapal.ultrasawt.com/> النتر-فلسطين-يحاو-خبير-جيولوجيا-ماذا-تخبئ-الزلازل-الخفيفة-التي-تضرب-فلسطين؟/محمّد-غفري/مقابلات.
- Hamael, Qamar. (2018). Urban Transformations In Kufur Aqab Since 1993: Current Challenges and Future Prospects (In Arabic), Master's Thesis, Birzeit, Palestine: Birzeit University.

- Mahsoub, Mohamed Sabry. (1996). Physical Geography: Foundations and Modern Concepts (In Arabic), Dar elfekr alarabi.
- Natural Resources Authority. (2008). Distribution of Earthquakes from 1900 to 2005 in Jordan and Its Vicinity (In Arabic): Amman, Jordan.
- Omar, Khaled. (2022). Study of seismic activity of the Dead Sea Fault System (DSFS) from 1981 to 2020(In Arabic): Damascus Journal of Basic Sciences, Volume 38, Issue 1, pp. 87-105.

### 6.3 المراجع الأجنبية

- Al-Dabbeek, jalal, & El-Kelani, Radwan. (2008). Rapid Assessment of Seismic Vulnerability in Palestinian Refugee Camps: Journal of Applied Sciences 8 (8): 1371-1382, 2008 ISSN 1812-5654.
- Ambraseys, NN., & Jackson, JA. (1998). Faulting associated with this torical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region. Geophys j Int 133:390-406.
- Dae`ron, M., Klinger, Y., Tapponnier, P., Elias, E., Jacques, A., & Sursock, A. (2005). Sources of the large A.D. 1202 and 1759 Near East earthquakes, Geological Society of America; v. 33; no. 7; p. 529–532.
- Geological Survey of Israel, (2023) (Retrieved March 5,2023)
- Hessami, K., Nilforoushan, F., & Talbot, CJ. (2006). Active deformation within the zagros mountains deduced from GPS measurements. Journal of the Geological Society 163:143-8.  
<https://eq.gsi.gov.il/heb/earthquake/ageEarthquakes.php>
- KORAVOS, GEORGE Ch., TSAPANOS, THEODOROS M., & M. BEJAICHUND. (2006). Probabilistic Seismic Hazard Assessment for Japan. Pure appl. geophys. 163 (2006) 137–151.
- Monteiro, Ricardo., Ceresa, Paola., Cerchiello, Vania., Dabeek, Jamal., DiMeo, Antonella., & Borzi Barbara. (2016). TOWARDS INTEGRATED SEISMIC RISK ASSESSMENT IN PALESTINE – APPLICATION TO THE CITY OF NABLUS, ECCOMAS Congress 2016 VII European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering Crete Island, Greece.
- Piatibratova, Oksana., & Hamiel, Yariv. (2021). Spatial Variations of Slip and Creep Rates Along the Southern and Central Dead Sea Fault and the Carmel–Gilboa Fault System Journal of: Geophysical Research: Solid Earth Volume126, Issue9.
- Sagy, amir., Sharon, matti., karzon, Itay., marco, Shmuel., rozensaft, marselo., pytratova, Oksana., &hamiel, Yariv. (2019). Map of the main seismic of Israel:explanation pages,Geological survey of Israel,Jerusalem.
- Sawires, Rashad., Peláez, José A., Sparacino, Federica., Radwan, Ali M., Rashwan, Mohamed., & Palano, Mimmo. (2021). Seismic and Geodetic Crustal Moment-Rates Comparison: New Insights on the Seismic Hazard of Egypt. Applied Sciences: Volume 11 Issue 17.
- Sharon, Matty. (2020). Mapping and characterising active tectonic sources in Israel and adjacent areas: Geological survey of Israel, Jerusalem.
- Sharon, Matty., Sagy, Amir., Kurzon, Ittai., Marco, Shmuel., & Rosensaf, Marcelo. (2020). Assessment of seismic sources and capable faults through hierarchic tectonic criteria: implications for seismic hazard in the Levant, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 20, 125–148, 2020.
- Stern, RJ., & Johnson, P.(2010). Continental lithosphere of the arabian plate; a geologic, petrologic, and geophysical synthesis. Earth-Sci Rev 101(1-2):29-67.
- Tsapanos, Theodoros M. (2008). Seismicity and Seismic Hazard Assessment in Greece. Springer Science + Business Media B.V. 2008.
- Vita-Finzi, C.(2001). Neotectonics at the arabian plate margins. J Struct Geol 23(2-3):521-30.
- Zohar, motti. (2016). Damage patterns of earth quakes in israel and its vicinity: Evaluation according to the historical sources, Hebrew University of Jerusalem.
- Zohar, Motti., Rubin, Rehav., Salamon, Amos. (2014). Earthquake Damage and Repair: New Evidence from Jerusalem on the 1927 Jericho Earthquake, Seismological Research Letters: Volume 85, Number 4.

## 7. الملاحق

جدول 4: شدة الزلازل المقدرة وتصنيفها حسب مقياس ريختر للزلازل

شدة الزلزال	حجم الضرر	القدر الزلزالي
4-4.9 ريختر	نشعر به	1-خفيف
5-5.9 ريختر	يحدث أضراراً خفيفة في المباني والبنية التحتية.	2-متوسط
6-6.9 ريختر	يحدث أضراراً قوية خصوصاً في المناطق المكتظة سكانياً.	3-قوي
7-7.9 ريختر	زلزال عنيف يتسبب في أضرار كبيرة.	4-عنيف
8 ريختر فما فوق	دمار هائل ويؤثر على المناطق المجاورة للبويرة الزلزالية.	5-هائل

المصدر: (Ambraseys&amp;Jackson, 1998)

جدول 5: التاريخ الزلزالي لفلسطين وجوارها الجغرافي منذ عام 760 ق.م الى عام 2023م

رقم	التاريخ	المناطق التي ضربها الزلزال	الشدة الزلزالية المقدرة بناءً على الدراسات السابقة	القوة الزلزالية المقدر بناءً على الدراسات السابقة	رقم	التاريخ	المناطق التي ضربها الزلزال	الشدة الزلزالية المقدرة بناءً على الدراسات السابقة	القوة الزلزالية المقدر بناءً على الدراسات السابقة
1	760-750 قبل الميلاد	القدس وصحراء القدس	7.3	عنيف	54	1254م	الناصره	سبب ضرر للمباني.	قوي
2	31 قبل الميلاد	صحراء القدس	6.7	قوي	55	1267م	نهر الأردن	أغلقت النهر بانهيار طبقة من صخر حور اللسان.	قوي
3	30م	القدس وجوارها	شعر بها السكان	قوي	56	11-كانون الثاني 1293م	اللدا-الرملة- غزة.	6.6	قوي
4	67م	مدينة القدس وجوارها	شعر بها السكان	متوسط	57	1303م	صفد وعكا	دمار في المباني.	قوي
5	132م	القدس وجوارها	شعر بها السكان وسببت دماراً.	قوي	58	1344م	غزة ومصر	دمار في المباني وخسائر في الأرواح.	قوي
6	2 نيسان- 303 ميلادي	صور	7.1	عنيف	59	1347م	جنين - الرملة	دمر جنين والرملة.	قوي
7	306م	الجليل	شعر بها السكان وسببت دماراً.	قوي	60	1431م	القدس وجوارها	سقطت قبة كنيسة القيامة.	قوي
8	18-19 ايار- 363	حيفا - يافا-بيسان -طبريا- نابلس.	6.7	قوي	61	1438م	القدس	دمر بعض المباني في القدس.	قوي
9	418م	فلسطين	6.5	قوي	62	16-تشرين الثاني 145م 8	الرملة- اللد-الخليل القدس.	6.5	قوي
10	419م	طبريا-الجليل	سببت دماراً.	قوي	63	1485م	القدس	دمار المباني.	قوي
11	470م	فلسطين	سببت دماراً.	قوي	64	1496م	القدس والخليل	دمار في المباني.	قوي
12	501م	عكا وشمال فلسطين	دمر مدينة عكا تدميراً.	عنيف	65	1498م	غزة	هدم العديد من المنازل.	قوي
13	22-اب- 502م	صور- عكا	7	عنيف	66	1545م	القدس-بيت لحم.	أضراراً في المباني.	قوي

14	9-تموز 551م	صرفند - صور	7.5	عنيف	67	14-كانون الثاني-1546م	الخليل-أريحا-القدس، نابلس-بيت لحم.	6.6	قوي
15	527م -565م عهد الإمبراطور جوستنيان	قيساريا	دمار قيساريا.	قوي	68	4-كانون ثاني-1588م	أم الرشراش - سانت كاترينا	6.7	قوي
16	560م	جنين	دمار كنيسة مار جور جيوس في جنين.	قوي	69	23-آذار-1643م	القدس	5.5	متوسط
17	18-آذار 633م	فلسطين وبلاد الشام	شعر بها السكان.	متوسط	70	30-تشرين أول 1759م	عكا -جسر بنات يعقوب-الناصره-صفد-طبريا.	6.5	قوي
18	أيلول-634	القدس-فلسطين	5.5	متوسط	71	25-تشرين الثاني 1759م	الحولة-دير حنا-صفد - نابلس عكا-حاصبيا - قيساريا-مرج عيون-طبريا-حيفا-الرامة.	7.3	عنيف
19	7-تموز-659	أريحا - نهر الأردن	6.6	قوي	72	آذار 1817م	القدس	5.5	متوسط
20	صيف عام 660م	فلسطين	شعر بها السكان	متوسط	73	1819م	صفد	شعر به السكان.	متوسط
21	712م	القدس	شعر بها السكان	متوسط	74	1822م	من بيروت الى القدس	دمار في طبريا وقرية الشجرة والرينة.	عنيف
22	729م	طبريا	شعر بها السكان	متوسط	75	26-آيار-1834م	البحر الميت-القدس-بيت لحم.	6.3	قوي
23	11-أيلول 747م	القدس - طبريا	7.5	عنيف	76	1-كانون الثاني 1837م	النيضية-قانا-جش-مارون الراس-بنت جبيل-بانياس-طبريا-حاصبيا-الحولة-صور-يافا-حيفا-كفر كنا-الناصره.	7.1	عنيف
24	749م	نهر الأردن- طبريا-بيسان.	7.2	عنيف	77	1838م	يافا	دمار في البيوت.	قوي
25	9-آذار-757م	القدس-فلسطين.	6	قوي	78	1839م	فلسطين	5.5	متوسط
26	774م	القدس-فلسطين	سببت دماراً.	قوي	79	1842م	يافا	دمار في البيوت.	قوي
27	780م	القدس-فلسطين	سببت دماراً.	قوي	80	1858م	عكا صور صيدا	شعر به الناس.	متوسط
28	حزيران 853م	طبريا	سببت دماراً.	قوي	81	1902م	الناصره	دمار في البيوت.	متوسط
29	859م	السهل الساحلي- مدينة القدس	سببت دماراً.	عنيف	82	1903م	رام الله	تصدع المباني.	عنيف
30	1002م	فلسطين و الشام	سببت دماراً.	عنيف	83	1911م	اللد	دمار في المباني وخسائر في الأرواح.	عنيف
31	10-حزيران 1016م	معظم فلسطين ومنها يافا.	سببت دماراً.	قوي	84	11-تموز-1927م	نابلس-القدس-أريحا-رام الله بيت لحم.	6.25	قوي
32	5-كانون الأول 1033م	أريحا-الرملة-بانياس عسقلان-القدس-عكا-غزة-نابلس-الخليل.	6.8	قوي	85	18-كانون الأول 1956م	البحر الميت	5.5	متوسط
33	16-تشرين الثاني 1034م	غور الأردن	شعر بها السكان وسببت دماراً.	قوي	86	8-تشرين أول 1970م	البحر الميت	5	متوسط
34	1036م	القدس	شعر بها السكان	قوي	87	3-شباط-1983م	أم الرشراش خليج العقبة	5.1	متوسط

35	1047م	الرملة	وسبيت دماراً. سببت دماراً.	قوي	88	24-أب- 1984م	الفاوعة-الكرمل (نابلس وحيفا)	5.3	متوسط
36	أب 1063م	عكا-صور	6.7	قوي	89	31-كانون الاول 1985م	وادي عربة	5.3	متوسط
37	18-أذار 1068م	فلسطين- أم الرشراش.	7.3	عنيف	90	3-أب- 1993م	خليج العقبة البحر الأحمر	5.6	متوسط
38	29- أيار 1068م	الرملة	6	قوي	91	3-تشرين ثاني- 1993م	البحر الأحمر	5.3	متوسط
39	أيار 1083م	نابلس	دمار نابلس لم يبق فيها سوى حارة السمرة.	عنيف	92	8-تشرين الثاني 1993م	البحر الأحمر	5	متوسط
40	1105م	القدس وجوارها	سببت دماراً.	قوي	93	22-تشرين ثاني 1995م	خليج العقبة البحر الأحمر صدع داكار	5.5	متوسط
41	1113م	عكا وأرجاء فلسطين	شعر به السكان.	متوسط	94	22-تشرين الثاني 1995م	خليج العقبة صدع الأراغونيسي	6.4	قوي
42	1114م	عكا وشمال فلسطين	شعر بها السكان وسببت دماراً.	قوي	95	11-كانون الاول 1995م	خليج العقبة صدع داكار	5.4	متوسط
43	26-حزيران 1117م	القدس	5.5	متوسط	96	22-كانون الثاني 1995م	خليج العقبة-فلسطين- مصر -السعودية الأردن.	7.2	عنيف
44	12-أب 1157م	القدس	7.2	عنيف	97	3-كانون الثاني 1996م	خليج العقبة صدع الأراغونيسي	5.2	متوسط
45	18-أذار- 1168م	الرملة والقدس وبيت لحم	دمر الرملة تدميراً شاملاً.	عنيف	98	21-شباط 1996م	خليج العقبة صدع الأراغونيسي	5.3	متوسط
46	1169م	الناصره	سبب ضرراً كبيراً لكنيسه البشارة.	قوي	99	26-شباط 1996م	خليج العقبة صدع الأراغونيسي	5.6	متوسط
47	29- تموز 1170م	بانياس	7.3	عنيف	10 0	26- أذار 1997م	جنوب لبنان شمال فلسطين صدع الروم	5.2	متوسط
48	1199م	نابلس - صفد	تدمير نابلس وصفد.	عنيف	10 1	10-أيار 1997م	البحر الأحمر	5.3	متوسط
49	1200م	نابلس	تدمير نابلس.	عنيف	10 2	11-شباط 2004م	البحر الميت	5.1	متوسط
50	20-أيار- 1202م	عكا-نابلس- بانياس-صور- القدس.	7.2	عنيف	10 3	2-شباط 2006م	البحر الأحمر	5	متوسط
51	1-أيار- 1212م	الكرك-أم الرشراش-سانت كاترين	6.7	قوي	10 4	27- حزيران 2015م	خليج العقبة صدع الأراغونيسي	5.5	متوسط
52	1213م	العديد من مدن فلسطين	دمر عدة مدن لم يلحق	قوي	10 5	16-أيار 2016م	خليج العقبة	5.2	متوسط

						ضرر بالقدس.			
متوسط	5.2	البحر الأحمر	-16 حزيران 2020م	10 6	متوسط	شعر بها السكان.	صفا	1250م	53

المصدر: (Zohar, 2016; Dae'ron .M et al., 2005; Geological Survey of Israel , 2023; الكيلاني و عراف، 2021; الخالدي، 2005)

# Geo-Historical Analysis of Earthquakes in Palestine: Spatial Distribution and Risk Exploration to Enhance Contribution to Decision-Making

Yacoub Al-Qasasfeh\*

Department of Human Sciences, Faculty of Arts, University of Bethlehem, Bethlehem, Palestine.

\*Corresponding author: [yacoubzeidan90@gmail.com](mailto:yacoubzeidan90@gmail.com)

Received: 22/11/2023.

Revised: 23/11/2023.

Accepted: 06/02/2024.

Published: 30/06/2025.

DOI: <https://doi.org/10.35517/AAUP-2025.V11.1.09>

## Abstract

This study examines the historical evolution of earthquakes in Palestine from 760 BCE to 2023 CE. The aim is to comprehend and provide insights for decision-makers regarding the seismic nature of the region. The study traces the movement of tectonic plates across various geological eras, analyzing the resulting changes in the geology of Palestine and their role in shaping its current morphology. Using a descriptive, historical, and analytical approach, the study relies on relevant reports and studies. The seismic movements, including medium, strong, and violent earthquakes, were tracked over an extended period. The study calculated the periodic average for each type of earthquake and aimed to develop possible scenarios for the region's seismic future. The findings suggest that the Dead Sea Basin and northern Palestine are in close proximity to the periodic average for violent earthquakes. The study indicates that the return periods of seismic activity in Palestine increase with the seismic intensity. Earthquakes with a magnitude exceeding 6 on the Richter scale required a return period estimated at 39 years. The study recommends the collaborative development of institutions, early awareness of potential risks, and the creation of a national plan to mitigate the consequences of such earthquakes when they occur.

**Keywords:** Geo-historical, Earthquakes, Palestine, Spatial Distribution, Decision-Making.