الزلازل و البراكين و آثارها الجيومورفولوجية

م.م.احمد ابراهيم عزيز

المديرية العامة لتربية محافظة كركوك.

الملخص

تهدف دراسة البحث الموسوم (**الزلازل والبراكين وآثارها الجيومورفولوجية**) إلى التعرف عن ماهية الزلازل والبراكين، واسباب حدوثهما والكشف عن الآثار الجيومورفولوجية التي تحدث أثناء الزلازل والبراكين وتأثيرها على الإنسان و بيئته ، وكذلك التوصل إلى عدد من الاستنتاجات والمقترحات التي تحد من تلك التأثيرات. وقد تبين من خلال الدراسة إن التأثيرات الجيومورفولوجية التي تحدث أثناء الزلازل والبراكين لا تقتصر في منطقة الحدوث فحسب بل تمتد إلى خارج حدود تلك المناطق، لتشكل خطراً على حياة الإنسان ،وتستقرأ الدراسة التأثيرات السلبية من خلال التعرف على بعض أهم الزلازل والبراكين المدمرة التي حدثت في العالم .

المقدمة؛

الأهمية:

يكمن اختيار البحث في المكانة التي تحتلها الزلازل والبراكين عالمياً من حيث الآثار التدميرية، وما تحتله من بعد زمني.

بالإضافة إلى استمرار تأثيرها الشديد على رفاه الإنسان وعلى البيئة فتعتبر آثارها من أخطر التحديات الإنمائية في عصرنا هذا. فعلى الرغم من أن حدوث الزلازل والبراكين متقطع منذ فترات زمنية بعيدة إلا أن تأثيرها لازال قائماً على المناطق التي تحدث فيها.

مشكلة البحث:

تتمحور مشكلة البحث حول مدى التأثيرات الجيومورفولوجية للزلازل والبراكين على حياة الإنسان وبيئته.

فرضية البحث:

يفترض البحث وجود آثار سلبية ذات تأثير على حياة الانسان وبيئته، وهذه التأثيرات هي نواتج للعمليات الجيومورفولوجية التي تصاحب الزلازل والبراكين.

الهدف:

يهدف البحث الحالي الى التعرف عن ماهية الزلازل والبراكين والعلاقة بينهما، وكذلك الكشف عن اسباب حدوث الزلازل والبراكين، وتناول تأثيراتها الجيومورفولوجية على الإنسان وبيئته ، ومحاولة الحد من تلك التأثيرات.

المنهج المتبع:

إن المناهج المتبعة في هذه الدراسة هي :

١- المنهج النظامي (الأصولي) ويقوم هذا المنهج على تناول ظاهرة معينة طبيعية كانت أم بشرية تتوزع على سطح الأرض أو في إقليم منه ، دون اعتبار للوحدات المساحية.
٢- منهج الاستنباط وهو استدلال النتائج من المقدمات مما يجعل صدق النتيجة محتوماً ما دامت المقدمات صادقة، وذلك لأن النتيجة تكون متضمنة في المقدمات ، والاستنباط يبرزها.

هيكلية البحث:

وتقوم الدراسة لهذا البحث على ثلاثة مباحث ؛

يتناول المبحث الأول؛ الزلازل والبراكين نظرة شاملة (تمهيد الزلازل والبراكين لغةً ، تركيب الأرض، العلاقة بين الزلازل والبراكين).

ويتناول المبحث الثاني؛ اسباب حدوث الزلازل والبراكين.

أما المبحث الثالث فقد درس؛ الآثار الجيومورفولوجية الناتجة عن الزلازل والبراكين.

المبحث الأول

الزلازل والبراكين نظرة شاملة

تمهيد

الزلازل والبراكين لغةً ؛

الزلازل ؛ لقد ورد ذكر الزلزال في القرآن الكريم اكثر من مرة وجاءت سورةً كاملة تحت إسم سورة الزلزلة قال عز وجل: {إِذَا زُلْزِلَتِ الأرض زِلْزَالَهَا} (الزلزلة: ١) ، زلزلت: أيْ تحرَّكتْ تحرُّكاً شديداً، واضطربتْ، وزُلزِلتْ زلزالَها العظيمَ، والكبيرَ، والأخيرَ، الذي ليس بعدَهُ زلزالٌ، وذلك عند قيامِ الساعةِ، وما هذه الزلازلُ إلا نماذجُ مصغرةٌ ومحدودةٌ [١] ،

وقد ورد معنى هذه الزلزلة بكلمات مرادفة أُخرى في آياتٍ أُخر ، قَوْلُهُ تَعَالَى : { إِذَا رُجَّتِ الأَرْضُ رَجّاً } (الواقعة: ٤-٥)؛ أي زُلزِلَتِ الأرضُ ورُجّعَتْ وتحرَّكت حركةً شديدة حتى ينهدمَ كلُّ بناءٍ على وجهِ الأرض. قولهُ : { وَبُسَّتِ الْجِبَالُ بَسّاً } ؛ أي فُتَّتْ فَتّاً فصارت كالدَّقيق الْمَبْسُوسِ وهي المبلولُ ، والبَسِيسَةُ عند العرب الدقيقُ والسَّويقُ يُلَتُّ ويُتَّخذ زَاداً. قِيْلَ : إنَّ الجبالَ تصيرُ يومئذٍ كالدَّقيق أو السَّويق.

قَوْلُهُ تَعَالَى : { كَلاَّ إِذَا دُكَّتِ الأَرْضُ دَكّاً دَكّاً }(الفجر: ٢١) ؛ معناهُ : كَلاَّ مَا هكذا ينبغي أنْ يكون الأمرُ ، فلا تفعَلُوا ذلك ، وانزَجِروا عنه وارتَدِعوا ، و(كَلاَّ) كلمةُ رَدْعٍ وزجرٍ ، ثم أوعدَهم فقال تعالى { إِذَا دُكَّتِ الأَرْضُ } أي ستَذكُرون وتندمون إذا زُلزلتِ الأرض ، قصرت بعضها ببعضٍ حتى استَوت الأرضُ ، وصارت كالصَّخرة الملساءِ ، وتكسَّرَ كلُّ شيءٍ على ظهرِها.

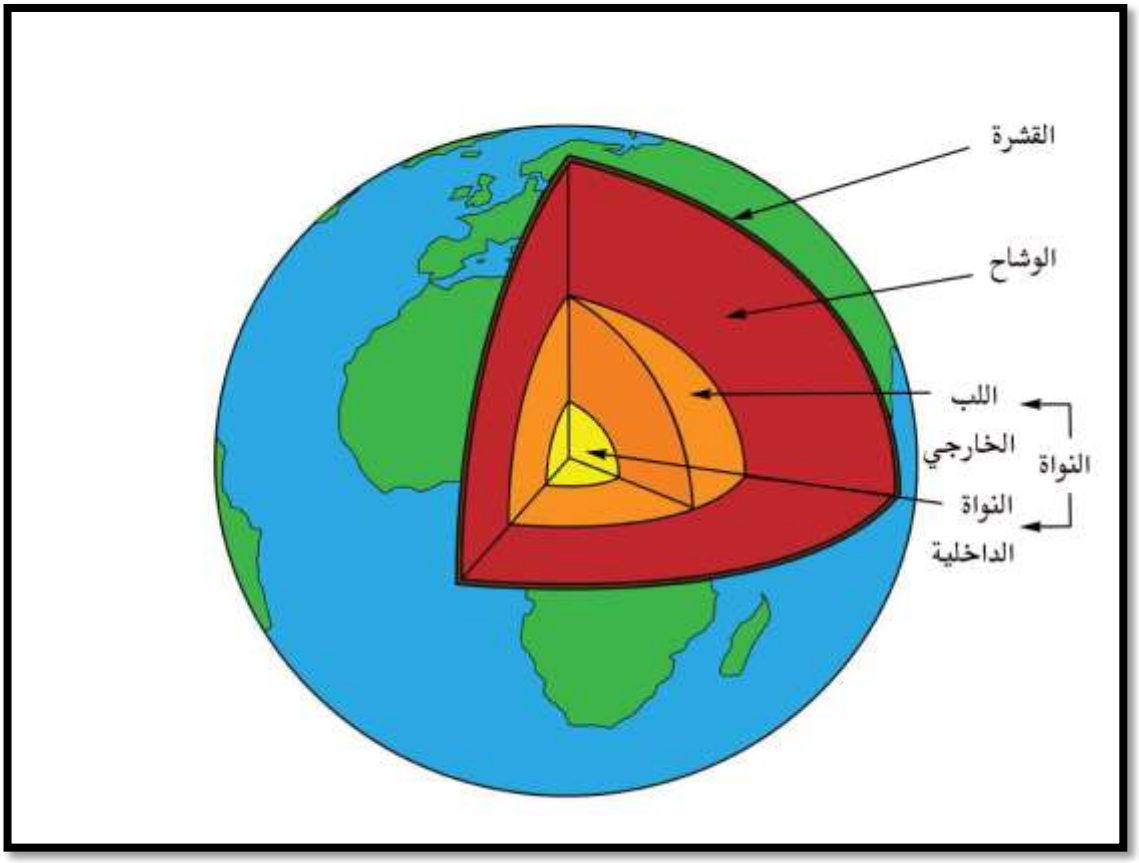
{ إِذَا زُلْزِلَتِ الأَرْضُ زِلْزَالَهَا } ؛ وذلكَ أنَّ رسولَ الله صلى الله عليه وسلم سُئل عن قيامِ السَّاعة متى يكونُ ، فأُنزلت هذه السُّورة لبيانِ أشراطِها وصفاتِها. والزَّلْزَلَةُ هي الحركةُ الشديدةُ ، ونظيرُ هذا قَوْلُهُ تَعَالَى : { إِذَا رُجَّتِ الأَرْضُ رَجّاً }(الواقعة : ٤) ، وذلك أنَّ الأرضَ تحركُ يومئذ حركةً شديدةً حتى يتقطَّعَ جميعُ ما فيها من بناءٍ وجبَل وشجَرٍ ، حتى يدخلَ فيها كلُّ ما على وجهِها [٢] .

الزلزال حركة فجائية وسريعة لطبقات الغلاف الصخري للأرض نتيجة للانطلاق الفجائي والكبير للطاقة المخزونة بداخل بعض الصخور المكونة لهذه الطبقات في صورة موجات تنتشر في جميع الاتجاهات وتسمى هذه الموجات بالموجات الزلزالية[٣] .

تركيب الأرض ؛ حتى مطلع القرن العشرين قرر العلماء أن كوكبنا يتكون من ثلاث طبقات رئيسية هي؛ القشرة، الوشاح، والنواة، ويمكن مقارنة هيكلية هذه الطبقات ببيضة مسلوقة[٤] ، وعلى أساس المعلومات المتوفرة حتى الآن، ينقسم جسم الكرة الأرضية الى النطاقات الآتية ؛

١- **النواة** ؛ في مركز الأرض تكمن النواة فائقة الكثافة ، يبلغ قطرها (٣٤٨٦ كم)[٥] ، وهي كتلة مركزية، وتتراوح حرارتها بين ٣٠٠٠-٤٠٠٠ درجة مئوية، وتنقسم الى نطاقين أحدهما داخلي شديد الصلابة ويعرف باسم النواة الداخلية، والثاني خارجي رخو أو مائل للسيولة ويعرف باسم النواة الخارجية[٦].وخلافاً للطبقات الخارجية للأرض مع التراكيب الصخرية، تتكون النواة من سبائك معدنية من الحديد و النيكل ، والنواة ذات كثافة أعلى حوالي ٥ مرات من الصخور التي نسير عليها على السطح [٧]. لاحظ شكل(١) وشكل(٢)

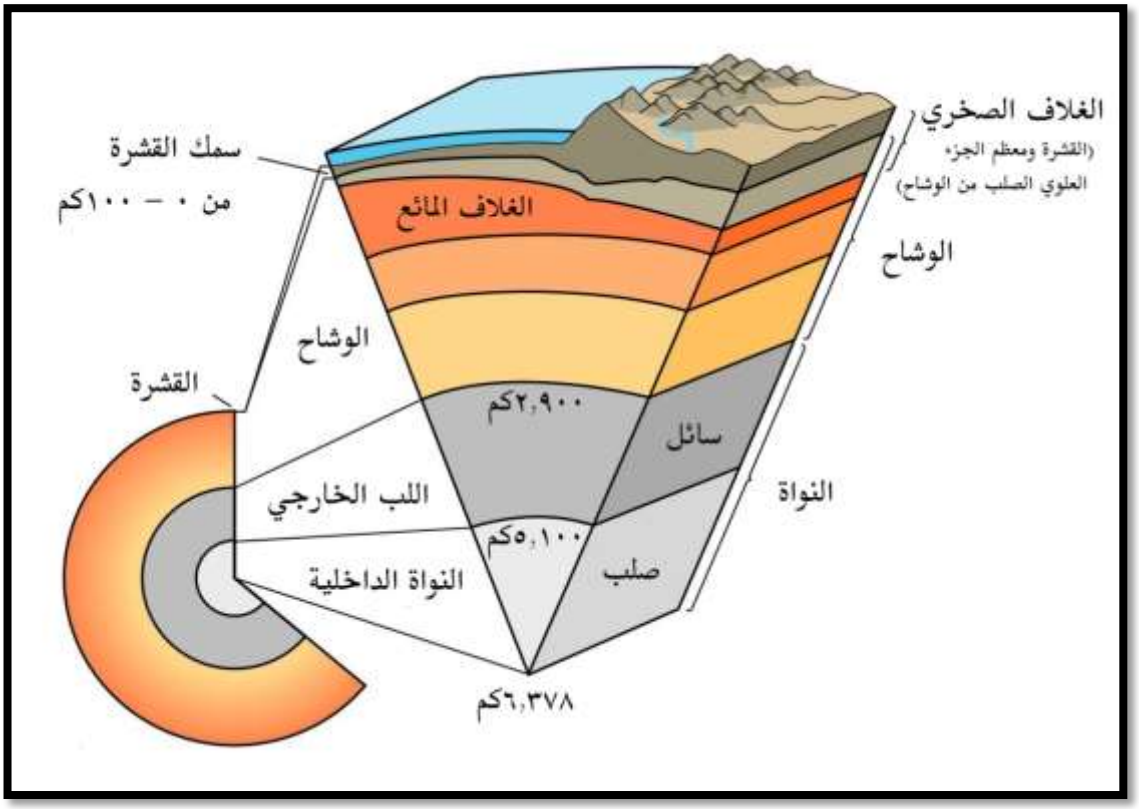
شكل (١) باطن الأرض



المصدر؛ شكل مترجم عن الشكل الأصلي ذو المصدر:

www.nationalgeographic.org/encyclopedia/mantle

شكل (٢) تركيب الأرض



المصدر؛ شكل مترجم عن الشكل الأصلي ذو المصدر:

www.nationalgeographic.org/encyclopedia/mantle

٢- **الوشاح** ؛ وهو الغطاء الذي يعلو النواة الخارجية ويعرف بـ(المانتل- Mantle) [٨]، وهو طبقة كثيفة من الصخور الساخنة شبه الصلبة يبلغ سمكه حوالي (٢٩٠٠كم) ويحتوي على المزيد من الحديد من المغنيسيوم والكالسيوم من القشرة، فهو اكثر سخونة وكثافة لأن درجة الحرارة والضغط داخل الأرض يزدادان بالعمق[٩]، وهو أسمك طبقات الكرة [١٠]. ويسمى الجزء العلوي من الوشاح بـ(الوشاح العلوي) ويمتد الوشاح العلوي من القشرة إلى عمق حوالي٤١٠كم، الوشاح العلوي في معظمه صلب، ولكن مناطقه اكثر مرونة تساهم في النشاط التكتوني، وغالباً ما يتم التعرف على جزأين من الوشاح وهما: الغلاف الصخري والغلاف المائع.

أ- **الغلاف الصخري**؛ وهو الجزء الصلب الخارجي من الأرض، يمتد إلى عمق حوالي١٠٠كم . ويشمل الغلاف الصخري كل من القشرة والجزء العلوي الهش من الوشاح. الغلاف الصخري هو الأروع والأكثر صلابة من طبقات الأرض. إن أكثر الخصائص المعروفة باسم الغلاف الصخري هي النشاط التكتوني.

ب- **الغلاف المائع**؛ وهو الطبقة الوسيطة وهي طبقة أكثر كثافة، وأضعف تحت القشرة ، وتقع بين حوالي ١٠٠ و ٤١٠كم تحت سطح الأرض، درجة الحرارة والضغط فيها عالية جداً وأن الصخور تلين وتذوب جزئياً لتصبح شبه منصهرة.

إن الحركة البطيئة جداً للصفائح الصخرية (العائمة) على الغلاف المائع هي سبب تحرك الصفائح، وهي عملية مرتبطة بالانجراف القاري والزلازل وتشكيل الجبال والبراكين. وفي الواقع ان الحمم البركانية التي تندلع من الشقوق البركانية هي في الواقع الطبقة الوسيطة نفسها (الغلاف المائع) التي ذابت في الصهارة [١١].

و الواقع ان الحركات التي تتعرض لها القشرة الخارجية للأرض ترتبط بما ينتاب طبقة المانتل من اضطرابات وخاصة الجزء العلوي لهذه الطبقة [١٢].

- والذي يفصله عن القشرة اطار ضيق وغير مستمر يسمى بحد (موهو) نسبة الى عالم الزلازل اليوغسلافي موهوروفيتش ،وهو السطح الذي تلتقي عنده القشرة بالوشاح (وهو لا يعتبر طبقة من الطبقات) [١٣].

٣- **القشرة؛** الطبقة الخارجية، هي صلبة ورقيقة جداً مقارنة مع الاثنين الآخرين قشرة الأرض هشة ويمكن ان تنكسر مثل قشرة البيضة[١٤]، والقشرة هي أنحف تحت المحيطات، فيبلغ متوسط سمكها هناك ٥ كيلومترات فقط ، وأكثر سمكاً تحت سلاسل الجبال الكبيرة. القشرة القارية (القشرة التي تشكل القارات، بطبيعة الحال) هي أكثر تغيراً في السمك ولكن المتوسطات تبلغ حوالي ٣٠-٣٥ كم، وتحت السلاسل الجبلية الكبيرة، مثل جبال الهيمالايا ، تصل القشرة إلى سمك يصل إلى ١٠٠ كم[١٥]. فهي مختلفة السمك من منطقة الى أخرى، بحيث تبدو أدق ما تكون في قيعان المحيطات وخاصة المحيط الهادي، بينما يزداد سمكها في مناطق الجبال المرتفعة على القارات، ويتميز سطح القشرة بعدم انتظامه وذلك بما يتضمن من قارات وأحواض محيطية وأخاديد بحرية عميقة وقمم جبلية وغير ذلك من مظاهر عدم انتظام السطح[١٦]. ولأن القشرة هي في متناولنا، فقد تم دراستها جيولوجياً على نطاق واسع، وبالتالي فالمعلومات عن هيكلها وتكوينها معروفة أكثر بكثير من المعلومات حول هيكل وتكوين الوشاح والنواة. داخل القشرة، يتم إنشاء أنماط معقدة عندما يتم إعادة توزيع الصخور وإيداعها في طبقات من خلال العمليات الجيولوجية من اندلاع وتطفل الحمم، وتآكل، وتوطيد جزيئات الصخور، وتصلب وإعادة بلورة الصخور المسامية. من خلال عملية واسعة النطاق للصفائح التكتونية ، حوالي اثني عشر لوحة، التي تحتوي على مجموعات من القارات وأحواض المحيطات، قد تحركت على سطح الأرض من خلال الكثير من الزمن الجيولوجي. وتتميز حواف اللوحات بتركز الزلازل والبراكين حولها .وان تصادم اللوحات يمكن أن ينتج الجبال مثل جبال الهيمالايا، وهي أطول سلسلة في العالم.

وتشمل الألواح القشرة و جزءاً من الوشاح العلوي، وتتحرك فوق المنطقة الساخنة العائدة للوشاح العلوي، وهذه الحركة ذات معدلات بطيئة جداً تبلغ بضعة سنتيمترات في السنة، وهي أبطأ من المعدل الذي تنمو فيه الأظافر [١٧].

أما أنواع الزلازل فهي ؛

١- زلازل تكتونية ؛ وهي الأكثر شيوعاً وتمثل ٩٠% من الهزات الأرضية وتنشأ بشكل رئيسي من الضغوط الناتجة عن تحركات الصفائح المكونة للقشرة الأرضية[١٨].
٢- زلازل بركانية ؛ زلازل تكون مصاحبة للنشاط البركاني وتحدث نتيجة للتخلخل الحادث من تصاعد الغازات والحمم البركانية من جوف الأرض، وعادةً ما تحدث في أعماق المحيطات.
٣- زلازل مستحثة أو اصطناعية ؛ قد تنشأ الزلازل المستحثة عن نشاطات بشرية على المدى الطويل ولا سيما التفجيرات النووية تحت سطح الأرض ،كذلك الناتجة عن أعمال المحاجر و المناجم و الزلازل الناتجة عن حقن السوائل أو سحب النفط من باطن الأرض والخطر الرئيسي المتمثل في المنطقة العربية والناجم عن نشاطات الإنسان مثل ضخ النفط من الآبار. كذلك تنتج الزلازل

المستحثة عن بحيرات اصطناعية أو ردم مسطحات مائية بطريقة عشوائية وبناء السدود فوق الصدوع .

٤- زلازل انهيارية ؛ تنشأ هذه الزلازل من انهيار بعض الفجوات أو الكهوف الموجودة ضمن القشرة الأرضية وذلك نتيجة لذوبان الصخور الملحية أو الكلسية وذلك بفعل المياه الجوفية وهذا النوع من الزلازل قليل الحدوث للغاية ، وصدق الله العظيم حيث يقول في سورة البقرة ؛

(ثم قست قلوبكم من بعد ذلك فهي كالحجارة أو أشد قسوة وإن من الحجارة لما يتفجر منه الأنهار وإن منها لما يشقق فيخرج منه الماء وإن منها لما يهبط من خشية الله وما الله بغافل عما تعملون)[١٩] .

وهناك أجهزة عدة لقياس الزلازل على مر الأزمان لكن القياس الأكثر شيوعاً والمتبع الآن هو مقياس(ريختر) تم اختراع هذا المقياس سنة ١٩٣٥ من قبل تشارلز فرانسيس ريختر هو عالم زلازل وفيزيائي أمريكي، ويتكون هذا المقياس من درجات و وصف لتأثير الزلازل لاحظ جدول (١).

جدول (١) درجات مقياس ريختر[٢٠] .

مقياس ريختر	الوصف	تأثير الزلزال	تكرار حدوثه
أقل من ٢,٠	دقيق	زلازل دقيقة لا يمكن أن يحس بها إلا الحيوانات.	حوالي ٨,٠٠٠ يومياً
٢,٠ – ٢,٩	صغير جداً	لا يشعر به البشر ولكن الأجهزة ترصده.	حوالي ١,٠٠٠ يومياً
٣,٠ – ٣,٩		يشعر به البشر، لكن قلما يسبب ضرراً.	حوالي ٤٩,٠٠٠ سنوياً (تقديري)
٤,٠ – ٤,٩	خفيف	يشعر البشر بهزة مع تحرك الأشياء وظهور صوت للزلزال. لكنه لا يسبب ضرراً.	٦,٢٠٠ سنوياً (تقديري)
٥,٠ – ٥,٩	معتدل	المباني الضعيفة قد تتضرر بشكل كبير ولكن المباني القوية لا تتضرر كثيراً.	٨٠٠ سنوياً
٦,٠ – ٦,٩	قوي	يمكن أن يسبب ضرراً كبيراً حتى ١٦٠ كم عن نقطة حدوثه. (١٠٠ ميل).	١٢٠ سنوياً
٧,٠ – ٧,٩	كبير	يمكن أن يسبب أضراراً كبيرة على مساحة كبيرة.	١٨ سنوياً
٨,٠ – ٨,٩	عظيم	يمكن أن يسبب أضراراً كبيرة حتى مئات الأميال عن نقطة حدوثه.	١ مرة سنوياً
٩,٠ – ٩,٩		يمكن أن يسبب أضراراً كبيرة حتى آلاف الأميال عن نقطة حدوثه.	مرة لكل ٢٠ سنة
١٠,٠ فأكثر	خارق	لم يحدث إلى الآن.	نادر(غير معروف)

المصدر : ويكيبيديا الموسوعة الحرة / مقياس ريختر.

https://ar.wikipedia.org/wiki/ (٢٠١٧/٧/١٣)

البراكين ؛ أما البراكين فهي مفرد لكلمة البركان والذي يعرف بأنه هو فتحة على سطح الأرض يسمح لمواد أكثر سخونةً من المناطق المحيطة بها للخروج من المناطق الداخلية .عندما تخرج هذه المواد ، فإنها تسبب

الثوران . والانفجار يمكن أن يكون ثورة ، عندما تندفع المواد عالياً في السماء .أو يمكن أن يكون أكثر هدوءً، عندما تتدفق هذه المواد بلطف [٢١] . وهذه المواد تتكون من الغاز والرماد والصهارة (وهي الصخور الساخنة السائلة) . وإن كلمة "بركان" تأتي من الاسم الروماني " ڤولكانو" - إله النار عند الرومان [٢٢]، وتنقسم البراكين الى ثلاثة أنواع هي ؛

١- البراكين النشطة ؛ يمكن وصف "البركان النشط" بأنه هو الذي حالياً في حالة من الثورات المنتظمة ، و ربما ينفجر في الوقت الحالي، أو قد انفجر في العقود القليلة الماضية، أو يتوقع الجيولوجيون أن ينفجر مرة أخرى قريباً جداً.
٢- البراكين الخاملة ؛ هي البراكين القادرة على الانفجار، وربما تنفجر مرة أخرى في المستقبل، ولكنها لم تنفجر لفترة طويلة جداً.
٣- البراكين الخامدة ؛ هي البراكين التي أصبحت مقطوعة من إمدادات الصهارة[٢٣]

العلاقة بين الزلازل والبراكين ؛

يمكن الإشارةُ في سورةِ الزلزلة القصيرةِ ، إلى دراسةٍ طويلةٍ ومعقّدةٍ ومُكْلِفةٍ جداً توصَّل علماءُ الجيولوجيا من خلالها إلى أن هناك علاقةً متينةً مترابطةً بين الزلازلِ والبراكينِ، فمرةً يكونُ الزلزالُ بسببِ تحرُّكِ الكُتَلِ الملتهبةِ، وضغطِها على قشرةِ الأرضِ، فيكونُ الزلزالُ نتيجةَ هيجانِ الكتلِ المحمومةِ في باطنِ الأرضِ، ومرةً يكونُ الزلزالُ سبباً للبركانِ، على كلٍّ فهناك علاقةٌ مترابطةٌ بين الزلازلِ والبراكينِ، ثم اكتشفَ العلماءُ أنّ الحِمَمَ في باطنِ الأرضِ لها وزنٌ نوعيٌّ مرتفعٌ جداً، فلمّا قرأ أحدُهم هذه الآية: {إِذَا زُلْزِلَتِ الأرض زِلْزَالَهَا * وَأَخْرَجَتِ الأرض أَثْقَالَهَا} ، وقد وُصِفَ ما فيها بالأثقالِ، لأنَّ وزنَها النوعيَّ مرتفعٌ جداً ،أخَذَتْهُ الدَّهشةُ.

هذا الربطُ بين الزلازل والبراكينِ، في هذه السورةِ القصيرةِ إشارةٌ لطيفةٌ مِن الله عز وجل إلى أنَّ خالقَ الأكوانِ هو الذي أنزلَ القرآنَ، هذه حقيقةٌ صارخةٌ، وهو الذي خَلَقَ مئة ألفِ مليون مجرّةٍ، والذي خَلَقَ هذه المذنباتِ، وتلك الكازراتِ، وهذه الكواكبَ، وهذه النجومَ، فإنَّ خالقَ الأكوانِ هو الذي أنزلَ القرآنَ، فيجبُ أنْ تعلمَ مَن هو المرسِلُ، هذا خطابُ مَن؟ إنه خطابُ اللهِ خالقِ كلِّ شيءٍ، وفضلُ كلامِ اللهِ على خَلْقِه كفضلِ اللهِ على خَلْقِهِ[٢٤] .

ووفقاً لنظرية الصفائح التكتونية ، فالأرض كوكب نشط و يتكون سطحها من العديد من اللوحات الفردية التي تتحرك وتتفاعل، وتتغير باستمرار لإعادة تشكيل الطبقة الخارجية للأرض، وإن الزلازل والبراكين على حد سواء هي نتيجة لحركة اللوحات التكتونية[٢٥] . العلاقة بين الزلازل والبراكين وحدود لوحات التكتونية.

بعض الزلازل، ولكن ليس كلها، ترتبط بالبراكين، على سبيل المثال، تكون معظم الزلازل على طول حواف اللوحات التكتونية، وهذا هو المكان لمعظم البراكين أيضاً، ومع ذلك، فإن معظم الزلازل هي ناجمة عن التفاعل بين اللوحات لا عن حركة الصهارة.

وبعض الزلازل تحدث بسبب البركان مباشرة بسبب حركة الصهارة، فالصهارة تمارس الضغط على الصخور حتى تتشقق هذه الصخور .ثم تنتقل الصهارة في الشقوق ويبدأ حشد الضغط مرة أخرى، و في كل مرة تضغط الصهارة في شقوق الصخور ينشأ زلزال صغير، هذه الزلازل عادة ما تكون ضعيفة جداً بحيث لا يمكن الشعور بها تسمى (الهزة التوافقية) [٢٦] .

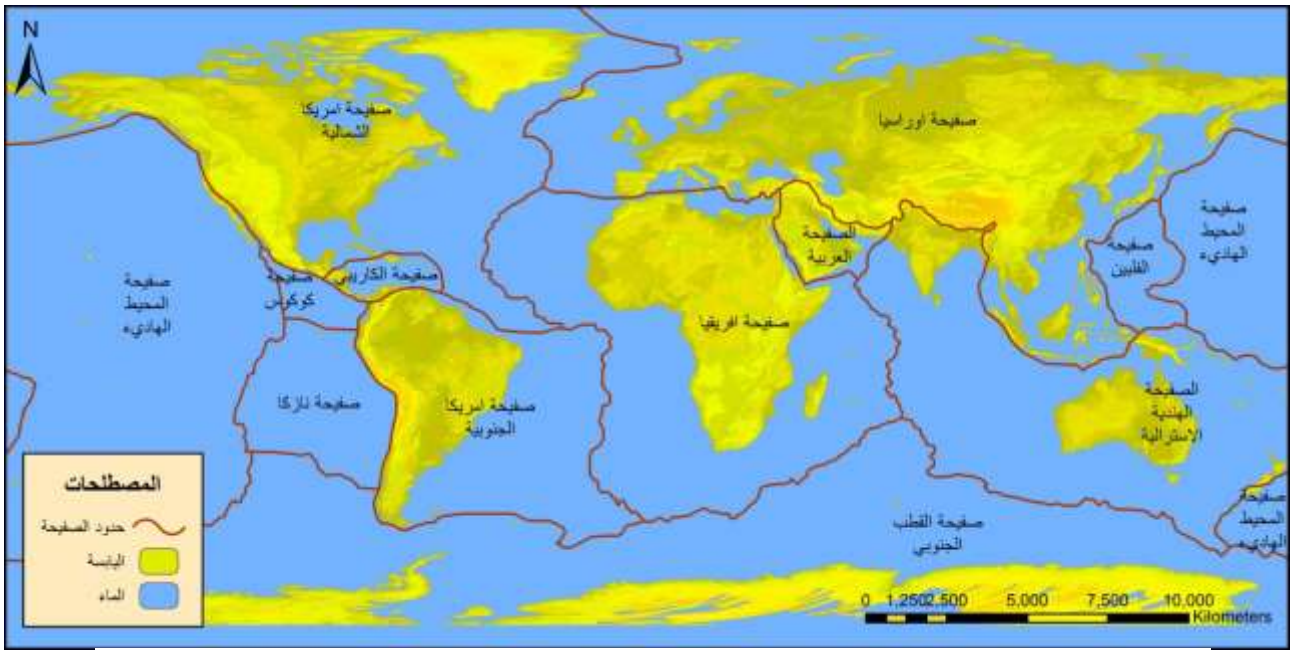
المبحث الثاني

اسباب حدوث الزلازل والبراكين

وفقاً لنظرية الصفائح التكتونية يعتقد الجيولوجيون ان القارات كانت قبل ٢٠٠ مليون سنة قارة واحدة كبيرة اسمها بانجيا .ثم شكل الصدع الرئيسي على طول بحر تثس كتلة قارية شمالية(لوراسيا)،وكتلة قارية جنوبية(غوندوانالاند). ثم تسببت حركات الصفائح في انفصال أمريكا الشمالية وأوراسيا عن طريق الصدفة مع فصل أمريكا الجنوبية وأفريقيا والهند، وكانت استراليا وأنتاركتيكا هما الأخيرتان المنفصلتان. بعد ذلك سميت الصفائح الرئيسية تبعاً للميزة الجغرافية المهيمنة عليها مثل صفائح أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية [٢٧].

والشيءُ الآخرُ، أنّك لو أردْتَ أن تصِفَ الأرضَ بِصِفةٍ شاملةٍ جامعةٍ مانعةٍ لم تَقْدِرْ، وقد وَصَفَها اللهُ بوصفٍ جامعٍ مانعٍ فقال: {والأرض ذَاتِ الصدع} .إنّ القاراتِ كانت متَّصلةً فتصدَّعَتْ، لأنّ الصُّخور تتصدَّعُ، والأحجارَ تتصدَّعُ، بل إنّ أدقَّ الجزئيّاتِ تتصدَّعُ، فإذا ذهبْتَ لِتَصِفَ الأرضَ بصِفَةٍ ثابتةٍ منذ أنْ خَلَقَها اللهُ، وحتى نهايةِ الحياةِ قلت: إنَّها تتصدّع: {والسمآء ذَاتِ الرجع * والأرض ذَاتِ الصدع} ، فكيف هو الصَّدْعُ إذاً؟[٢٨]. وفقاً للنظرية ينقسم الغلاف الصخري للأرض إلى مجموعة من الصفائح، وتتكون هذه الصفائح من نوعين ؛ صفائح قارية وصفائح محيطية . وهي ثمانية صفائح رئيسية (أمريكا الشمالية والجنوبية ، الأطلسي، نازكا، أوراسيا، أفريقيا، أنتاركتيكا، والهندية-الأسترالية) والعديد من لوحات أصغر (على سبيل المثال، الجزيرة العربية، سكوتيا، خوان دي فوكا) هذه الصفائح متحركة، والحركة فيها ثابتة، فحركتها بطيئة تقاس بمعدلات السنتيمترات لكل عام، و أدت تحركات الصفائح على مدى ملايين السنين الى فتح وإغلاق المحيطات وتشكيل و تفكيك القارات[٢٩] . لاحظ خارطة (١) .

خارطة (١) ؛ التوزيع الجغرافي للصفائح القارية والمحيطية.



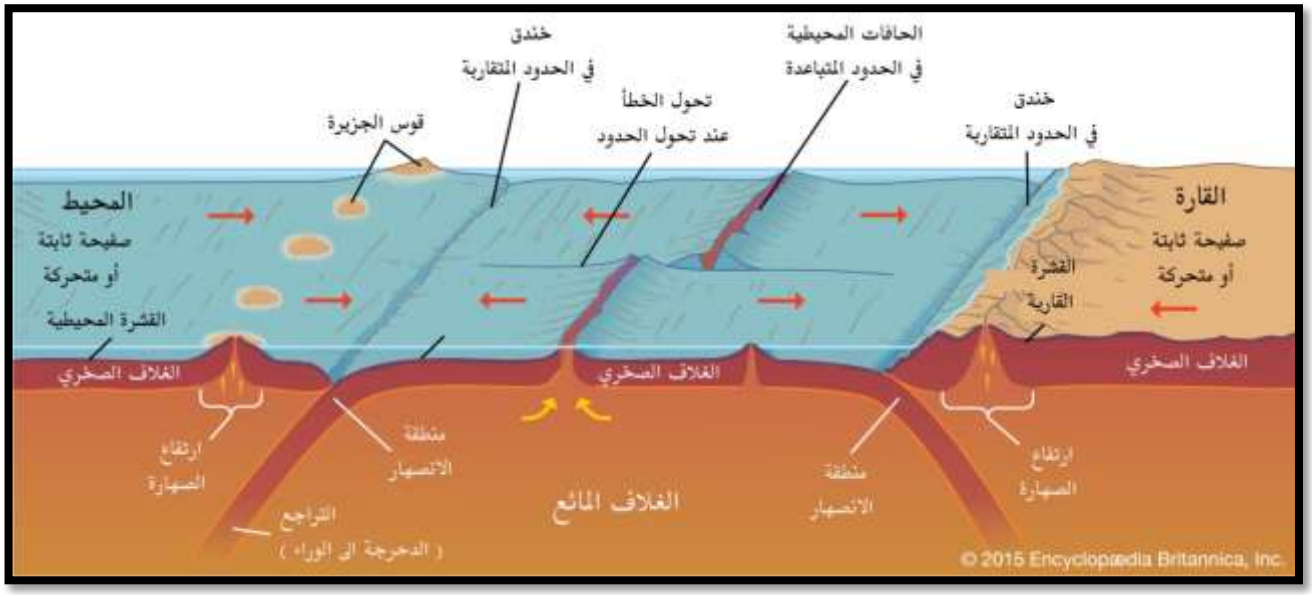
المصدر؛ مخرجات برنامج **Arc GIS١٠,٥**، بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS.

وما يمثل حدود الصفيحة بشكل رئيسي في المحيطات هي التلال والخنادق. وهذه الصفائح هي في حركة، تتمثل في الابتعاد عن التلال للاقتراب من الخنادق، فالصفائح تنحدر إلى الوشاح أسفل الخنادق الى مناطق الانصهار.

حيث يتم سحب قاع المحيط ودفعه إلى الوشاح ثم تسخينه لتشكيل الصهارة التي ولدت بدورها البراكين. تسبب تدمير الغلاف الصخري المحيطي الزلازل وصولاً إلى أعماق ٧٠٠-٨٠٠ كم، موضحاً وجود أعمق الزلازل المجاورة الخنادق المحيطية. وقد صاغ مصطلح "منطقة الانصهار" حيث فيها يستهلك الغلاف الصخري المحيطي بالقرب من الخندق.

ويتم إنشاء الغلاف الصخري للمحيطات بشكل مستمر، إلا إنه لا يمكن تدمير الغلاف الصخري القاري ولكن القارات يمكن تقسيمها وتجميعها في شبه القارة. لاحظ شكل (٣)

شكل (٣) ؛ مخطط ثلاثي الأبعاد يظهر توليد القشرة وتدميرها.



المصدر؛ شكل مترجم عن الشكل الأصلي ذو المصدر؛

www.britannica.com/science/plate-tectonics

وهذه التفاعلات على حدود الصفيحة هي التي تسبب النشاط البركاني والزلازل، وقد اعترف العلماء منذ فترة طويلة أن البراكين والزلازل كانت موجودة في أكبر تركيزات حول حافة من المحيط الهادئ (حلقة النار) [٣٠].

وحلقة النار هي منطقة رئيسية في حوض المحيط الهادئ حيث يحدث عدد كبير من الزلازل والثورات البركانية. في شكل حدوة حصان يبلغ طولها (٤٠,٠٠٠كم)، ترتبط مع سلسلة مستمرة تقريباً من الخنادق المحيطية، والأقواس البركانية، والأحزمة البركانية و حركات الصفائح، وهي تحتوي على ٤٥٢ البراكين (أكثر من ٧٥٪ من البراكين النشطة والخاملة في العالم)،و تسمى حلقة النار أحياناً بـ(حزام المحيط)[٣١] .

المبحث الثالث
الآثار الجيومورفولوجية الناتجة عن الزلازل والبراكين

على الرغم من ان الزلازل والبراكين تتباين في آثارها، إلا انها تجتمع في تسبب آثار مدمرة يتفق عليها الجميع، ويمكن أن نستقرأ هذه الآثار من خلال بعض أهم الزلازل والبراكين المُدَمِرة التي حدثت في العالم، وبالرغم من ان هذه الزلازل والبراكين تتشابه مع بعضها البعض الى حد كبير من حيث الآثار التدميرية ،إلا انه سنذكرها كلٌ على وفق ما امتاز به من أثر ، ومن هذه الآثار المدمرة هي ما يلي[٣٢]؛

أولا - قتل وتشريد السكان : من أبرز الزلازل والبراكين التي قتلت وشردت السكان هي:

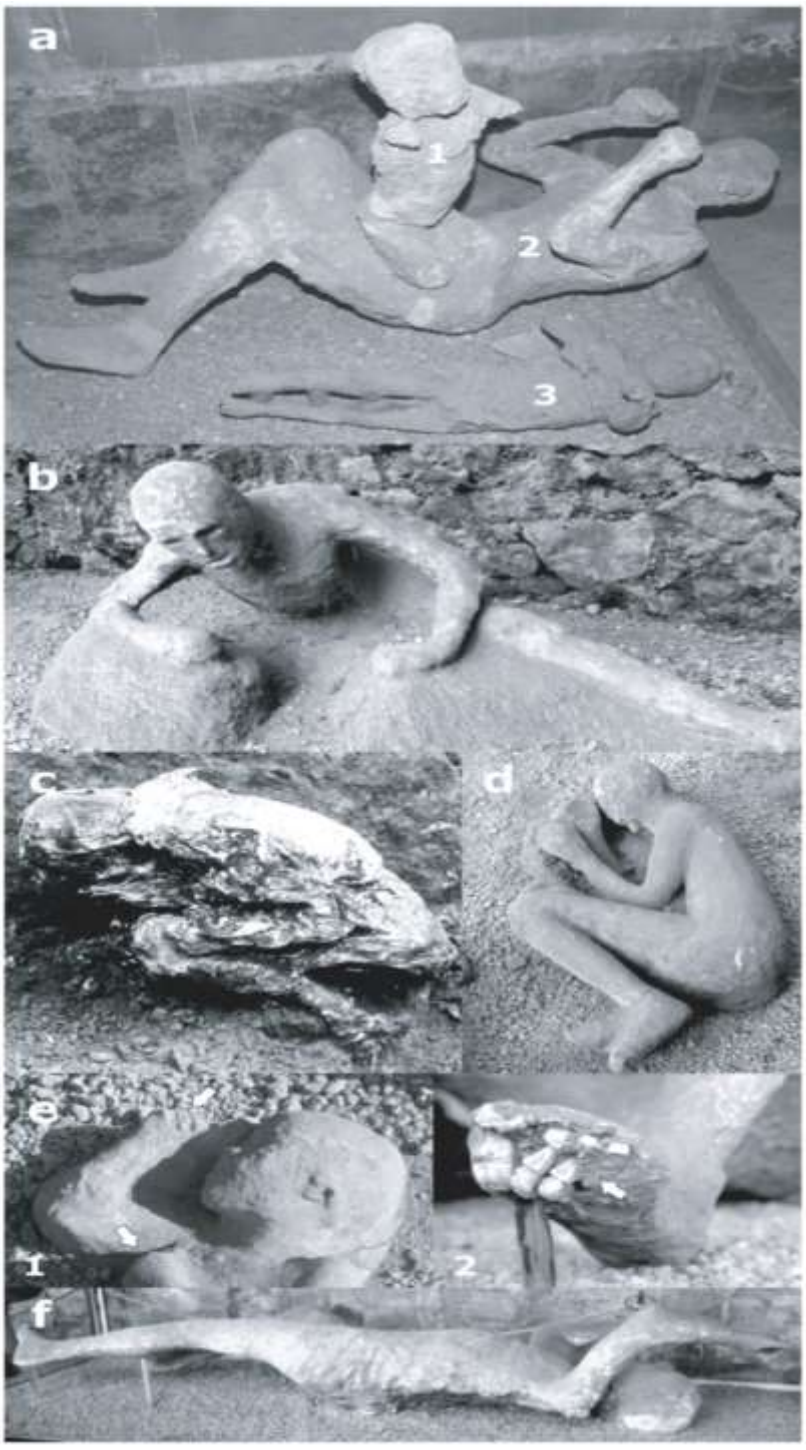
١- زلزال شينسي ، الصين ؛ هذا الزلزال في بعض الأحيان كان يسمى (الزلزال الأكثر دموية في التاريخ)، وقع الحادث في ٢٣ يناير ١٥٥٦ في مقاطعة (شينسي سابقاً) ودمر مساحة ٥٢٠ ميل. شعرت به ٩٧ دولة. وأسفر عن أكثر من ٢٠ متراً الشقوق والانهيارات الأرضية العميقة ، و انهارت العديد من المساكن. وكان عدد القتلى من هذا الزلزال المدمر ٨٣٠,٠٠٠ ، وهو ما يزيد على ٦٠ ٪ من سكان المنطقة. كان درجته ٨ درجات على مقياس ريختر[٣٣].

٢- زلزال كانتو ، اليابان ؛ عام ١٩٢٣ ، تسببت الأضرار الناجمة عن الزلزال الذي بلغت قوته ٧,٩ درجات، في قتل ١٤٢,٨٠٠شخص . تسبب هذا الزلزال في تدمير شديد في منطقة طوكيو - يوكوهاما سواءً من الزلزال او العواصف النارية اللاحقة ، التي أحرقت حوالي ٣٨١٠٠٠ منزل من بين أكثر من ٦٩٤٠٠٠ منزل تم حرقها جزئيًا أو دمرت كُلياً. على الرغم من أنه غالبًا ما يعرف باسم "زلزال طوكيو الكبير" (أو حريق طوكيو الكبير) [٣٤].

٣- بركان فيزوف ؛ حدث الانفجار الكبير الذي جعل جبل فيزوف معروفًا بشكل عام في ٢٤ أغسطس عام ٧٩ م. ودفن المدن الرومانية بومبي و هيركولانيوم، كانت هنالك دلائل على أن ثوران البركان سيحدث فقبل الانفجار فقد تعرضت المنطقة لسلسلة من الزلازل. ثورة البركان هذه قيل أنها استمرت أكثر من ٢٤ ساعة. عندما حدث الثوران قام جبل فيزوف بإخراج ١,٥ مليون ونصف المليون طن من الحمم في الثانية الواحدة .أطلق الثوران طاقة حرارية أقوى بـ ١٠٠,٠٠٠ مرة من الطاقة الحرارية الصادرة عن تفجير هيروشيما. وتم العثور على رفات ١٥٠٠ شخص ، لكن العدد الدقيق للخسائر غير معروف. وفي هذا الثوران انبعث الرماد والطين والصخور ودُفن الضحايا تحت طبقات سميكة من الرماد، توفي معظم الضحايا على الفور بسبب الحرارة الشديدة [٣٥].

فقد اجتاحت الانهيارات البركانية والرماد مدن بومبي وهيركولانيوم وتسبب بخنق سكانهم مع الحفاظ على أجسادهم بعد ذلك لعدة قرون ، داخل مقبرة لا تنسى. على الأقل ، هذا ما افترضناه دائمًا، لكن لقد اتضح أن الكثير من الناس قد ماتوا بطرق مروعة أكثر مما تصورنا[٣٦]. فقد اكتشف علماء الآثار الرومان ان انفجار جبل فيزوف قد فَجَر الجماجم وبَخَر السوائل في الأجسام، وتشير دراسة جديدة أجراها فريق من الباحثين الإيطاليين بقيادة (بترون) ، نشروا بحثهم في مجلة PLOS One في سنة ٢٠١٠، إلى أن السبب المباشر للوفاة بالنسبة للعديد من الأشخاص قد يكون التبخير الفوري لسوائل الجسم مما ينتج عنه انفجارات في الجمجمة ناتجة عن الحرارة الشديدة للبركان، كشف الفريق أن العديد من الهياكل العظمية التي تم انتشالها من غرف الواجهة البحرية في هيركولانيوم كانت مغطاة باللونين الأحمر والأسود الغامض اتضح بعد التحليل أنها بقايا الحديد من دم الإنسان الذي تعرض للحرارة الشديدة. كما اقترح بترون وزملاؤه أن أوضاع الجسم للضحايا في مدينة هيركولانيوم تشير إلى حدوث صدمة حرارية وليست خنقاً بسبب الغازات الضارة أو الرماد ، التي ظلَ يُعتقد لفترة طويلة أنها السبب الرئيسي للوفاة بالنسبة للكثيرين في بومبي[٣٧]. لاحظ شكل(٤)

شكل (٤) نماذج وضعيات الجسم المفترضة للضحايا في بومبي



وضعية (تشبه الحياة)؛A١ : رضيع و a٢ : أنثى بالغة في البيت.b : ذكر بالغ في حديقة محاولاً الهرب من البركان في حديقة الفارين.

وضعية (تشبه النوم)؛ c : ذكر بالغ ، d : ذكر بالغ في حديقة الفارين.
وضعية (تقلص الأطراف)؛ e١ : طفل في حديقة الفارين. e٢ : قدم يسرى لذكر بالغ.
وضعية(الهلاك)؛ a٣ : وضعية الهلاك طفل في البيت. F: ذكر بالغ، الضحية في الهواء الطلق.

يشير فحص وضعية الجثث إلى الغياب التام لأي تأثير ميكانيكي، والموت الفوري الذي يتبعه تقلص العضلات المفاجئ بسبب الصدمة الحرارية التي حدثت، كما يشهد أيضًا على فرط الثني لأصابع اليدين والقدمين (الثني اللاإرادي) (e١، e٢)[٣٨].

واستدلت الدراسة بانثناء أجزاء الجسم وكذلك العظام المتفحمة كدليل على الوفاة الفورية من صدمة مدمرة ، حيث يتوقف النشاط الحيوي خلال فترة زمنية أقصر من وقت رد الفعل الواعي. كانت معظم العظام مكسورة ، تدل أيضًا على ارتفاع الحرارة مما يؤدي إلى انفجار وتكسير مصفوفة العظام. ويبدو أن هذه التأثيرات هي نتيجة مجتمعة للتعرض المباشر للحرارة وزيادة في ضغط البخار داخل الجمجمة الناجم عن انبعاث المخ ، مع انفجار الجمجمة باعتباره النتيجة المحتملة ". مما أدى إلى الوفاة المفاجئة لعشرات الأشخاص[٣٩].

ويقدر المؤلفون ان درجات الحرارة بين ٤٠٠ إلى ٥٠٠ درجة مئوية. وهؤلاء الضحايا ماتوا على الفور، من ناحية أخرى كان الضحايا في وضعيات تشبه (الحياة) ، مما يشير إلى الموت الفوري، ويرى الباحثون بأن هذه الوضعيات(الشبيهة بالحياة)لا يمكن تفسيرها إلا عن طريق الاستبدال السريع للغاية للحم بالرماد"[٤٠].

وقد حدثت العديد من الانفجارات بعد هذا الانفجار المعروف، فقد اندلع فيزوف عدة مرات منذ ذلك الحين. ولكن جبل فيزوف لا يزال أحد أكثر البراكين خطورة في العالم. وحالياً يتم بذل جهود متواصلة لتقليل عدد الأشخاص الذين يعيشون داخل المنطقة الحمراء. والسلطات لديها خطة لإجلائهم في حالات الطوارئ. قد يؤثر ثوران البركان على سكان المدن الكبيرة مثل نابولي ، أفيلينو و ساليرنو[٤١].

ثانياً - التلوث المناخي :

١- بركان تامبورا؛ في عام١٨١٥ ثار بركان يُسمى تامبورا على جزيرة سومباوا الإندونيسية، ثورة عارمة فيما قد يُعد الثوران الأكبر منذ نهاية العصر الجليدي قبل ١٠ آلاف سنة. فحدثت سلسلة من الانفجارات الهائلة دوَى صداها في سومطرة على بعد ١٦٠٠ كم، وعندما انتهت تلك الثورة البركانية بعد ٤٣ يوماً، خلفت وراءها ١٢ ألف قتيل، وفي الأشهر التالية وقع ٨٠ ألف إندونيسي فريسة للمجاعات والأمراض بينما كانوا يصارعون من أجل العثور على الغذاء والمياه الصالحة للشرب في الأماكن التي فتك بها الرماد البركاني، أما عن آثاره غير المباشرة فقد عانى منها كثير من دول العالم. فإلى جانب ٥٠ كيلومتراً مكعباً من الرماد، أطلق بركان تامبورا نحو ٢٠٠مليون طن من الغازات المشبعة بالكبريت إلى طبقة الستراتوسفير، لتحملها رياح الارتفاعات العالية سريعاً إلى جميع أنحاء الكوكب سرعان ما امتزجت الغازات بالماء في الغلاف الجوي لتشكل ١٥٠مليون طن من إيروسولات حامض الكبريتيك؛ وهي جزيئات دقيقة من السائل قادرة على حجب الإشعاع الشمسي عن الأرض. وفي غضون أشهر بدأ مناخ نصف الكرة الشمالي في التدهور، وانخفضت درجات الحرارة إلى حد عُرف معه عام ١٨١٦ بأنه (عام بلا صيف) تشير التقديرات إلى أن درجات الحرارة العالمية انخفضت إلى ٠,٧ درجة مئوية – أي ما يساوي سبع الانخفاض المطلوب لدخول الكوكب في عصر جليدي كامل ليتسبب ذلك في موجة صقيع صيفي، وثلوج، وامطار غزيرة[٤٢] .

٢- بركان بيناتوبو؛ في أشهر (نيسان / آيار / حزيران) من عام ١٩٩١ ،بدأ البركان الذي كان في سبات عمره ٥٠٠ عام ، بالانبعاثات الصغيرة وبدأت سلسلة من الانفجارات الكبرى في ١٢ حزيران وصلت الانفجارات ذروتها في ١٤ -١٦ حزيران، حيث بدأ البركان بقذف (الصهارة)، وقد أثار البركان الآلاف من الزلازل الصغيرة وقعت خلال الأشهر المذكورة ، هذه الزلازل تسببت في انفجارات بخار قوية أصدرت آلاف الأطنان من غاز ثاني أكسيد الكبريت الضارة.

من ٧ إلى ١٢ يونيو ، وصلت الصهارة الأولى إلى سطح جبل بيناتوبو. ولأنها فقدت معظم الغاز الموجود في طريقها إلى السطح ، فإن الصهارة خرجت لتشكل قبة الحمم لكنها لم تسبب انفجاراً بركاني. ومع ذلك ، في ١٢ يونيو (

عيد استقلال الفلبين) ، وصلت ملايين الياردات المكعبة من الصهارة المشحونة بالغاز إلى السطح وانفجرت في ثوران البركان الأول.

اجتاحت الانهيارات الكبيرة من (تدفقات الحمم البركانية) و الرماد الساخن والغازات على جانبي جبل بيناتوبو ، وملأت الوديان العميقة مرة واحدة مع رواسب بركانية طرية تصل سماكتها إلى (٢٠٠ متر). أزال الثوران الكثير من الصهارة والصخور من أسفل البركان التي انهارت من القمة لتشكيل منخفض بركاني كبير (كالديرا) على ارتفاع (٢,٥ كيلومتر).

وحين ثار البركان قذف أكثر من(٥ كيلومتر مكعب) من المواد، وارتفعت سحابة الرماد من هذا الانفجار البركاني (٣٥ كيلومترا) في الهواء. على ارتفاعات منخفضة ، كان الرماد في مهب الريح في جميع الاتجاهات بسبب الرياح الإعصارية الشديدة التي حدثت صدفة، والرياح على ارتفاعات أعلى نثرت الرماد جنوب غرب البلاد. غطاء الرماد البركاني المتمثل بـ(حبيبات الرمل والطمي من المعادن البركانية والزجاج) و (الحصى الخفيف) غطى الريف . الرماد الناعم سقط بعيداً في المحيط الهندي ، وتتبعت الأقمار الصناعية سحابة الرماد عدة مرات في جميع أنحاء العالم.

لحسن الحظ ، توقع علماء من معهد الفلبين لعلم البراكين والزلازل ، والمسح الجيولوجي الأمريكي ، ثورة بركان بيناتوبو عام ١٩٩١ ، مما أدى إلى إنقاذ ما لا يقل عن ٥٠٠٠ شخص و ٢٥٠ مليون دولار على الأقل في الممتلكات. تم تحذير الطائرات التجارية من خطر سحابة الرماد من انفجار ١٥ يونيو ، ومعظمهم تجنب ذلك ، ولكن عددا من الطائرات التي تحلق بعيدا إلى الغرب من الفلبين واجهت الرماد وتكبدت حوالي ١٠٠ مليون دولار في الأضرار.

إنه ثاني أكبر ثوران بركاني في القرن العشرين ، وهو أكبر ثوران يؤثر على منطقة مكتظة بالسكان ، حدث في جبل بيناتوبو في الفلبين في ١٥ حزيران ١٩٩١، لاحظ صورة رقم (١). أنتج الثوران التدفقات الطينية العملاقة ، وانبعاثات عالية السرعة كونت سحابة من الرماد البركاني الساخن والغازات التي قطعت مئات الأميال. ولا تزال آثار الثوران تستمر حتى يومنا هذا. حيث تم حقن ما يقرب من ٢٠ مليون طن من ثاني أكسيد الكبريت في الستراتوسفير، وتسبب تشتت سحابة الغاز حول العالم في انخفاض درجات الحرارة العالمية مؤقتًا (من عام ١٩٩١ حتى عام ١٩٩٣) بنحو ١ فهرنهايت (٠,٥ درجة مئوية). وقد شرد هذا البركان حوالي ٢٠,٠٠٠ من سكان المرتفعات بشكل كامل، و٢٠٠,٠٠٠ شخص بشكل مؤقت حيث عادوا إلى قراهم لكنهم يواجهون خطر الانهيارات التي دفنت العديد من القرى والحقول الزراعية.

صورة رقم (١) بركان بيناتوبو

سحابة ضخمة من الرماد البركاني والغاز ترتفع فوق جبل بيناتوبو ، الفلبين ، في ١٢ يونيو ١٩٩١. وبعد ثلاثة أيام ، انفجر البركان في ثاني أكبر ثورة بركانية على الأرض في القرن العشرين. إن التنبؤات الحالية بهذا الاندلاع من قبل العلماء من معهد الفلبين لعلم البراكين والزلازل ، والمسح الجيولوجي الأمريكي ، قد أتاح للأشخاص الذين يعيشون بالقرب من البركان الإخلاء إلى مسافات أكثر أمانًا ، مما أدى إلى إنقاذ ٥٠٠٠ شخص على الأقل.[٤٣].

ثالثاً - أمواج تسونامي :

١- بركان كراكاتوا ؛ عام ١٨٨٣، كان واحداً من الانفجارات البركانية الأكثر فتكاً في التاريخ الحديث. قتلت (شظايا الصخور البركانية) والغازات البركانية الساخنة العديد من الضحايا في غرب جاوا وسومطرة ، لكن الآلاف منهم لقوا حتفهم بسبب التسونامي المُدمر. حيث تم إنشاء جدار من الماء يبلغ طوله حوالي ١٢٠ قدمًا ، بسبب انهيار البركان في البحر. غطت تماماً الجزر الصغيرة القريبة. سكان المدن الساحلية في جاوة وسومطرة فروا نحو الأراضي المرتفعة ، حيث قاتلوا جيرانهم بحثًا عن موطئ قدم على المنحدرات. تم تدمير مائة وخمسة وستين قرية ساحلية، كما حُملت الباخرة (Berouw)على بعد ميل واحد في داخل سومطرة، مما أدى الى قتل جميع افراد طاقمها البالغ عددهم ٢٨، وكانت سفينة أخرى راسية في مكان قريب[٤٤].

٢- زلزال تشيلي ؛ عام١٩٦٠ أقوى زلزال في العالم بلغت قوته ٩,٥درجات، خَلَفَ ٤,٤٨٥ قتيلاً وجريحًا وشرد مليونان بعد أن ضرب جنوب شيلي . ودُمر ميناء بويرتو سافيدرا في كارثة تسونامي التي أعقبت ذلك ، وتسببت في أضرار بلغت قيمتها ٥٥٠ مليون دولار في تشيلي ، وقُتل١٧٠ شخصًا آخرين عندما ضربت أمواج بطول خمسة أمتار سواحل اليابان والفلبين. بعد يوم قام بركان بويويه في منطقة بحيرة تشيلي بإطلاق الرماد على ارتفاع ٦٠٠٠ متر في الهواء في ثوران استمر لعدة أسابيع [٤٥].

رابعاً - تدمير البنى التحتية :

زلزال عشق آباد ، تركمانستان ؛ عام ١٩٤٨ ، قوته ٧,٣ درجات ، خَلَفَ ١١٠،٠٠٠ قتيل. و تسبب في أضرار بالغة في عشق آباد والقرى المجاورة ، حيث انهارت جميع المباني المبنية من الطوب تقريبًا ، وأصيبت هياكل خرسانية بأضرار جسيمة وتعطلت قطارات الشحن. كما وقعت أضرار وخسائر في منطقة داره غاز في إيران المجاورة. وقد لوحظ تمزق سطحي في كل من شمال غرب وجنوب شرق عشق آباد. تشير العديد من المصادر إلى أن عدد الضحايا يبلغ ١٠٠٠٠ ، لكن بيانًا صادرًا عن الحكومة المستقلة حديثًا في ٩ ديسمبر ١٩٨٨ ، صَرَح بأن عدد القتلى الصحيح هو ١١٠،٠٠٠. (كانت تركمانستان جزءًا من الاتحاد السوفيتي ، والذي كان يميل إلى التقليل من عدد القتلى من جراء الكوارث الطبيعية أو من صنع الإنسان)[٤٦].

خامساً - تغيير ملامح الأرض :

بركان كراكاتوا ؛ تقع جزيرة كراكاتو في مضيق سوندا وهي جزء من قوس الجُزُر الاندونيسية. اندلع بركان كراكاتوا، في أغسطس عام ١٨٨٣ كان واحدا من الانفجارات البركانية الأكثر فتكاً في التاريخ الحديث. فعند الساعة ١٢:٥٣ مساءً في يوم الأحد الموافق ٢٦ أغسطس ، أرسل الانفجار الأولي للثوران سحابة من الغاز والحطام قُدِر ارتفاعها بنحو(٢٤ كم) في الهواء. في صباح يوم ٢٧ ، حدثت أربعة انفجارات هائلة ، سمعت في أماكن بعيدة مثل بيرث ، أستراليا ، على بعد حوالي (٤٥٠٠ كم) .

حدث الانفجار الأولي بغرفة الصهارة ويقدران الانفجار كان لديه قوة متفجرة تبلغ ٢٠٠ ميغا طن من مادة تي إن تي، (لأغراض المقارنة ، كان للقنبلة التي دمرت هيروشيما قوة قدرها ٢٠ كيلو طن ، وهي أقل بعشرة آلاف مرة من انفجار كراكاتوا)

كما ان الانفجار أدى الى اختفاء معظم الجزيرة، حيث فجر الانفجار الجزيرة، فتبقى ثلث الجزيرة فقط. كما تسبب أيضاً بتغير لون الغروب ،حيث تسبب الحطام البركاني الناجم عن الثوران في غروب الشمس الأحمر الناري حول العالم بعد ثلاث سنوات. وكذلك أثر البركان على درجة حرارة الأرض خلال السنوات الماضية، فقد كان الحطام البركاني في الجو كبيرًا لدرجة أنه قام بتصفية كمية أشعة الشمس التي تصل إلى سطح الأرض ، مما تسبب في انخفاض درجات الحرارة العالمية بمقدار ١,٢ درجة مئوية في الأعوام التي تلت الانفجار، وعادت درجات الحرارة طبيعية في النهاية مرة أخرى في عام ١٨٨٨[٤٧].

الاستنتاجات؛

١- ورد ذكر الزلزال في القرآن الكريم اكثر من مرة وجاءت سورةً كاملة تحت إسم سورة الزلزلة قال عز وجل: {إِذَا زُلْزِلَتِ الأرض زِلْزَالَهَا} (الزلزلة: ١) ، زلزلت: أيْ تحرَّكتْ تحرُّكاً شديداً، واضطربتْ، وزُلزِلتْ زلزالَها العظيمَ، والكبيرَ، والأخيرَ، الذي ليس بعدَهُ زلزالٌ، وذلك عند قيامِ الساعةِ، وما هذه الزلازلُ إلا نماذجُ مصغرةٌ ومحدودةٌ.

٢- إن القشرة الأرضية التي نعيش عليها هي عبارة عن صفائح رقيقة يبلغ متوسط سمكها ٣٥كم ويبلغ عددها ١٢صفيحة غير مستقرة و تطفو على صهير بركاني يقدر سُمكه بمئات الكيلومترات.

٣- إن الزلازل والبراكين على حد سواء هي نتاج لحركة الصفائح التكتونية.

٤- معظم الزلازل ناجمة عن التفاعل بين اللوحات لا عن حركة الصهارة ، وكذلك أيضاً ان بعض الزلازل تحدث بسبب البركان مباشرة بسبب حركة الصهارة.

٥- أكثر من ٧٥٪ من البراكين النشطة والخاملة في العالم توجد في منطقة تسمى بـ(حلقة النار أو حزام المحيط) هي منطقة رئيسية في حوض المحيط الهادئ حيث يحدث عدد كبير من الزلازل والثورات البركانية.

٦- إن الزلازل والبراكين تتباين في آثارها المدمرة، لكنها تجتمع في تسبب آثار مدمرة يتفق عليها الجميع، ومن هذه التأثيرات المدمرة هي ما يلي؛ قتل وتشريد السكان، التلوث المناخي، أمواج تسونامي، تدمير البنى التحتية، تغيير ملامح الأرض.

٧- إن الزلازل والبراكين ظاهرة جيومورفولوجية تحدث بإرادة الله عز وجل ، ولا قدرة للإنسان على ردها، لكن هنالك بعض الإجراءات التي من شأنها تقليل الخسائر الناجمة من حدوثها بإذن الله سبحانه.

المقترحات ؛

أولاً- تأسيس منظمة دولية يقع على عاتقها ما يلي؛

١- التطوير لتقنيات رصد الزلازل من اجل التحذير المسبق لسكان المناطق المهددة بحدوثها ، وعدم الاكتفاء بقراءة درجة الزلزال بعد حدوثه.

٢- نشر الوعي بمخاطر الزلازل والبراكين من خلال برامج مرئية.

٣- الاستفادة من خبرات السلامة من الدول التي لها نصيب كبير من الزلازل وتعميمها للدول الأخرى.

٤- نشر التوجيهات الواجب إتباعها خلال حدوث الزلازل والبراكين.

٥- المساهمة بجمع التبرعات لإغاثة الدول المتضررة جراء حدوث الزلازل والبراكين.

٦- لابد من نشر طرق السلامة الوقائية المتفق عليها من خلال المناهج التعليمية أو الوسائل الإعلامية المتنوعة كالصحف والمجلات وقنوات الراديو وقنوات التلفاز، وهذه الطرق يمكن تطبيقها من قبل كافة الفئات العمرية وباختلاف مستواهم العلمي وذلك لبساطتها وسهولة تنفيذها، وهي مثل؛

- في المناطق المُعرَضَة للزلازل يُمكن تثبيت بعض الأشياء الثقيلة بالجدران في المنزل أو الأبنية كالرفوف المكتبية وما شابهها من الأثاث وغيرها من الأشياء، لتجنب سقوطها أثناء الهزات الأرضية ومن ثم التقليل قدر الإمكان من الخسائر.

أما الإجراءات السريعة في حال حدوث الزلزال فهي؛

أ- إطفاء ما يمكن من الأجهزة الكهربائية لتقليل احتمال حدوث الحريق بسبب الطاقة الكهرباء.

ب- مغادرة الأبنية والبيوت والابتعاد عنها لأنها السبب في حصول الأضرار، والتوجه الى الأماكن المفتوحة كالساحات أو الحدائق العامة أو الشوارع الواسعة والابتعاد عن اعمدة الكهرباء.

ت- والأهم من ذلك التوجه الى الله عز وجل بالاستغفار والدعاء، قال عَزَ وجَل ؛

(وما كان الله ليُعذبهم وانت فيهم و ما كان الله مُعذبهم وهم يستغفرون) (الأنفال: ٣٤).

---

(١) محمد راتب النابلسي ، موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن والسنة ، ط٢ ،ج٢، دار المكتبي ، سورية ، دمشق، الحلبوني ، جادة ابن سينا، ١٤٢٦ هـ - ٢٠٠٥ م،ص٧٥ [الكتاب مرقم آليا غير موافق للمطبوع].

(٢) سليمان بن أحمد بن أيوب الطبراني ، التفسير الكبير تفسير القرآن العظيم ،الطبعة الأولى ،جزء٨-٥-٩ ، دار الكتاب الثقافي ، الأردن ، ١٤٢٩ هـ - ٢٠٠٨ م، ص١٧٢-٢٥٢-٣٥٦-٤٣٣-٤٣٤.

(٣) عبدالمنعم مصطفى مصطفى ، رضا عبد الفتاح محمد ، الزلازل ماذا تعرف عنها، معهد الكويت للأبحاث العلمية ، ٢٠٠٤، ص ٢٧.

(٤) Eugene C .Robert ,the interior of the earth. usgs. (٢٠١٧/٧/٢٦)https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/inside.html
(٥) What on Earth is Plate Tectonics? Usgs. (٢٠١٧/٧/٢٦)/https://geomaps.wr.usgs.gov/parks/pltec
(٦) عبدالعزيز طريح شرف، الجغرافية الطبيعية اشكال سطح الأرض، الاسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية، ص٨٠.
(٧) What on Earth is Plate Tectonics?،Previous source(٢٠١٧/٧/٢٦)

(٨) محمد صبري محسوب، الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثه ، دار الفكر العربي ،١٤١٦هـ-١٩٩٦م ،ص٢٨.
(٩) Eugene C .Robert ,the interior of the earth،Previous source (٢٠١٧/٧/٢٦)
(١٠) عبدالعزيز طريح شرف، مصدر سابق ،ص٨١.
(١١) المصدر: Mantle،www.nationalgeographic.org. https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/mantle (٢٠١٧/٨/٥)
(١٢) محمد صبري محسوب ، مصدر سابق، ص٢٨.
(١٣) عبدالعزيز طريح شرف، مصدر سابق ،ص٨١.
(١٤) Eugene C .Robert ,the interior of the earth،Previous source (٢٠١٧/٧/٢٦)
(١٥) What on Earth is Plate Tectonics?،Previous source(٢٠١٧/٧/٢٦)
(١٦) محمد صبري محسوب ، مصدر سابق، ص٢٨- ٢٩.
(١٧) Eugene C .Robert ,the interior of the earth،Previous source (٢٠١٧/٧/٢٦)
(١٨) عبدالمنعم مصطفى مصطفى ، رضا عبد الفتاح محمد ، الزلازل ماذا تعرف عنها، مصدر سابق، ص ٥٠.
(١٩) المصدر نفسه ، ص ٥٠-٥١-٥٢.
(٢٠) المصدر : ويكيبيديا الموسوعة الحرة / مقياس ريختر(٢٠١٧/٧/١٣) https://ar.wikipedia.org/wiki/%D٩٪٨٥٪D٩٪٨٢٪D٩٪٨A%D٨٪A٧٪D٨٪B٣_%D٨٪B١٪D٩٪٨A%D٨٪AE%D٨٪AA%D٨٪B١
(٢١) المصدر: What is a volcano? Nasa space place. /https://spaceplace.nasa.gov/volcanoes٢/en (٢٠١٧/٧/١٢)
(٢٢) المصدر : ١٧ EXPLOSIVE VOLCANO FACTS! www.nationalgeographic.org. https://www.natgeokids.com/nz/discover/geography/physical-geography/volcano-/facts (٢٠١٧/٧/١٢)

(٢٣) المصدر : Matt Williams, What is the difference between active and dormant volcanoes? Universe Today, September ١٩, ٢٠١٦, phys.org. https://phys.org/news/٢٠١٦-٠٩-difference-dormant-volcanoes.html (٢٠١٧/٧/١٥)

(٢٤) محمد راتب النابلسي ، مصدر سابق،ج٢،ص٧٦.
(٢٥) المصدر : Tectonic Plates, Earthquakes, and Volcanoes , pbslearningmedia.org . https://www.pbslearningmedia.org/resource/ess٠٥.sci.ess.earthsys.tectonic/tectonic-plates- earthquakes-and-volcanoes/#.WWosD٤TyvIU (٢٠١٧/٧/١٥)
(٢٦) المصدر : Volcano World, How are volcanoes and earthquakes related? Oregon State University. http://volcano.oregonstate.edu/how-are-volcanoes-and-earthquakes-related (٢٠١٧/٧/١٢)

(٢٧) المصدر: plate tectonics: Movement of the Continents, Columbia Encyclopedia. https://www.infoplease.com/encyclopedia/earth/geology-oceanography/info/continental-drift (٢٠١٧/٨/٩)

(٢٨) محمد راتب النابلسي، مصدر سابق، ج٢، ص١.

(٢٩)المصدر: Henry David Thoreau ,Plate Tectonics, p١٣,١٤,١٥ www.kean.edu/~csmart/Observing/٠٥.٪٢٠Plate٪٢٠tectonics.pdf

(٣٠) المصدر السابق.

(٣١) المصدر: Ring of Fire, From Wikipedia, the free encyclopedia https://en.wikipedia.org/wiki/Ring_of_Fire (٢٠١٧/٨/١٠)

(٣٢) استقراء الباحث.

(٣٣) المصدر: ٢٥ Worst Earthquakes In History, Amanda Balkhi, April ٢٧, ٢٠١٥, list٢٥.com. https://list٢٥.com/٢٥-worst-earthquakes-in-history/ ، (٢٠١٩/٤/٢٥)

(٣٤) The top ١٠ deadliest earthquakes in history , www.nbcnews.com. http://www.nbcnews.com/id/٤٢٠٢٩٩٧٤/ns/world_news-asia_pacific/t/top-deadliest-earthquakes-history/#.XMIvHOhvY٢y (٢٠١٩/٤/٢٥)

(٣٥) المصدر: Facts about Mount Vesuvius ،https://italiannotes.com/٥-facts-about-mount-vesuvius/ ،(٢٠١٩/٣/٢٦).

(٣٦) المصدر: Mount Vesuvius murdered its victims in more brutal ways than we thought, , By Neel V. Patel October ١٠, ٢٠١٨,POPULAR Science. https://www.popsci.com/vesuvius-blood-boil، (٢٠١٩/٣/٢٧).

(٣٧) المصدر: Mt. Vesuvius Eruption Exploded Skulls And Vaporized Bodies, Roman Archaeologists Find, by Archaeologist Kristina Killgrove, Oct ٨, ٢٠١٨, www.forbes.com. https://www.forbes.com/sites/kristinakillgrove/٢٠١٨/١٠/٠٨/mt-vesuvius-eruption-exploded-skulls-and-vaporized-bodies-roman-archaeologists-find/#٣١d٢bb٤٢١٣٧٦ (٢٠١٩/٣/٢١)

(٣٨) المصدر: Lethal Thermal Impact at Periphery of Pyroclastic Surges: Evidences at Pompeii, Giuseppe Mastrolorenzo , Pierpaolo Petrone, And others, Published: June ١٥، ٢٠١٠,plos one org. https://journals.plos.org/plosone/article?id=١٠,١٣٧١/journal.pone.٠٠١١١٢٧ .(٢٠١٩/٣/٢٧)

(٣٩) مصدر سابق : Mt. Vesuvius Eruption Exploded Skulls And Vaporized Bodies, Roman Archaeologists Find

(٤٠) المصدر: Intense Heat From Ancient Vesuvius Eruption Caused Victims' Skulls to Explode, George Dvorsky, ١٠/٠٩/١٨ ٥:٣٨pm, gizmodo.com. https://gizmodo.com/intense-heat-from-ancient-vesuvius-eruption-caused-vict-١٨٢٩٦٣٤١٥٦ (٢٠١٩/٣/٢١)

(٤١) مصدر سابق : Facts about Mount Vesuvius

(٤٢) بيل ماجواير، ترجمة اشرف عامر، الكوارث العالمية مقدمة قصيرة جداً، ط١، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، مصر، القاهرة، ٢٠١٤، ص٨٠-٨١.

(٤٣) المصدر: The Cataclysmic ١٩٩١ Eruption of Mount Pinatubo, usgs.gov. /https://pubs.usgs.gov/fs/١٩٩٧/fs١١٣-٩٧ .(٢٠١٩/٢/٢٠)

(٤٤) المصدر: Krakatoa Volcano: Facts About ١٨٨٣ Eruption, By Mary Bagley, September ١٤, ٢٠١٧, LiveScience، https://www.livescience.com/٢٨١٨٦-krakatoa.html .(٢٠١٩/٤/٢٢).

(٤٥) المصدر : The ١٠ most powerful recorded earthquakes , Previous source.

(٤٦) المصدر: The top ١٠ deadliest earthquakes in history, Previous source.

(٤٧) المصدر: Facts About Krakatoa's ١٨٨٣ Eruption. BY ERIN MCCARTHY. AUGUST ٢٧, ٢٠١٥ mentalfloss.com http://mentalfloss.com/article/٦٧٨٥٢/١٠-facts-about-krakatoas-١٨٨٣-eruption .(٢٠١٩/٤/٢٢)

قائمة المصادر والمراجع ؛

١- استقراء الباحث.
-Extrapolation of the researcher.

٢- بيل ماجواير، ترجمة اشرف عامر، الكوارث العالمية مقدمة قصيرة جداً، ط١، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، مصر، القاهرة، ٢٠١٤.
- Bill Maguire, translation by Ashraf Amer, Global Disasters A very short introduction, Edition ١, Hendawi Foundation for Education and Culture, Egypt, Cairo, ٢٠١٤.

٣- سليمان بن أحمد بن أيوب الطبراني ، التفسير الكبير تفسير القرآن العظيم ،الطبعة الأولى ،جزء٨-٥-٩ ، دار الكتاب الثقافي ، الأردن ، ١٤٢٩ هـ - ٢٠٠٨ م.
- Sulayman bin Ahmad bin Ayyub al-Tabarani, The Great Interpretation of the Interpretation of the Great Qura'an, First Edition, Part ٥-٩-٩, The Cultural Book House, Jordan, ١٤٢٩ AH – ٢٠٠٨ AD.

٤- عبدالعزيز طريح شرف، الجغرافية الطبيعية اشكال سطح الأرض، الاسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية.
- Abdul Aziz Tarih Sharaf, Natural Geography Forms of the Earth's Surface, Alexandria: University Culture Foundation.

٥- محمد راتب النابلسي ، موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن والسنة ، ط٢ ،ج٢، دار المكتبي ، سورية ، دمشق، الحلبوني ، جادة ابن سينا، ١٤٢٦ هـ - ٢٠٠٥ م، [الكتاب مرقم آليا غير موافق للمطبوع].
- Mohammed Rateb Nabulsi, Encyclopedia of Scientific Miracles in the Qur'an and Sunnah, edition ٢, part ٢, Office House
Syria, Damascus, Halbouni, Ibn Sina Avenue, ١٤٢٦ AH – ٢٠٠٥ AD, [the ، .[book automatically numbered not suitable for publication.

٦- محمد صبري محسوب، الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثه ، دار الفكر العربي ،١٤١٦هـ - ١٩٩٦م.

-Mohammed Sabri Mahsub, natural geography and the foundations of the concepts of his speech, Arab Thought House.١٤١٦ AH -١٩٩٦ AD.

٧- عبدالمنعم مصطفى مصطفى ، رضا عبد الفتاح محمد ، الزلازل ماذا تعرف عنها، معهد الكويت للأبحاث العلمية ، ٢٠٠٤.

-Abdel Moneim Mostafa Mostafa, Reza Abdel Fattah Mohamed, Earthquake What Do You Know About it , Kuwait Institute for Scientific Research, ٢٠٠٤.

٨- المصدر : ويكيبيديا الموسوعة الحرة / مقياس ريختر.

-Source: Wikipedia Free Encyclopedia / Richter scale.

٩. Eugene C .Robert ,the interior of the earth. Usgs.

- يوجين سي. روبرت ، باطن الأرض. هيئة المسح الجيولوجي الامريكية.
https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/inside.html

١٠. Facts About Krakatoa's ١٨٨٣ Eruption. BY ERIN MCCARTHY. AUGUST ٢٧, ٢٠١٥ mentalfloss.com

- حقائق عن ثوران كراكاتوا ١٨٨٣. بواسطة ايرين مكارثي. ٢٧ أغسطس٢٠١٥ ، موقع مينتالفلوس.
http://mentalfloss.com/article/٦٧٨٥٢/١٠-facts-about-krakatoas-١٨٨٣-eruption

١١. Henry David Thoreau ,Plate Tectonics.

-هنري ديفيد ثورو ، الصفائح التكتونية.
www.kean.edu/~csmart/Observing/٠٥.٪٢٠Plate٪٢٠tectonics.pdf

١٢. Intense Heat From Ancient Vesuvius Eruption Caused Victims' Skulls to Explode George Dvorsky, ١٠/٠٩/١٨ ٥:٣٨pm, gizmodo.com.

- الحرارة الشديدة الناتجة عن انفجار فيزوف القديم تسببت في تفجير جماجم الضحايا، جورج دفورسكي ، gizmodo.com. ١٨/٠٩/١٠ ٥:٣٨ مساءً ،

https://gizmodo.com/intense-heat-from-ancient-vesuvius-eruption-caused-vict-١٨٢٩٦٣٤١٥٦

١٣ .Krakatoa Volcano: Facts About ١٨٨٣ Eruption. By Mary Bagley, September ١٤, ٢٠١٧, LiveScience.

- بركان كركواتا: حقائق عن ثوران ١٨٨٣، بقلم ماري باجلي ، ١٤ سبتمبر ، ٢٠١٧ ،بث العلوم.
https://www.livescience.com/٢٨١٨٦-krakatoa.html

١٤. Lethal Thermal Impact at Periphery of Pyroclastic Surges: Evidences at Pompeii. Giuseppe Mastrolorenzo , Pierpaolo ،Petrone, And others, Published: June ١٥, ٢٠١٠,plos one org.

التأثير الحراري المميت في محيط الاندفاعات البركانية: الأدلة في بومبي . ، جوزيبي ماسترولورينزو ، بييربولو بيتروني ، وآخرون، نُشر في: ١٥ يونيو ٢٠١٠ ،مؤسسة plos one.
https://journals.plos.org/plosone/article?id=١٠،١٣٧١/journal.pone.٠٠١١١٢٧

١٥. Mantle, www.nationalgeographic.org.
-الوشاح، موقع مؤسسة الجغرافي الوطني.
https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/mantle

١٦. Matt Williams, What is the difference between active and dormant volcanoes? Universe Today, September ١٩, ٢٠١٦. phys.org.
-مات ويليامز ، ما هو الفرق بين البراكين النشطة والخاملة؟ الكون اليوم ، ١٩ سبتمبر ٢٠١٦,مؤسسة الفيزياء.
https://phys.org/news/٢٠١٦-٠٩-difference-dormant-volcanoes.html

١٧. Mount Vesuvius murdered its victims in more brutal ways than we thought, By Neel V. Patel October ١٠, ٢٠١٨,POPULAR Science.
-قتل جبل فيزوف ضحاياه بطرق أكثر وحشية مما ظننا، ، بقلم نيل في. باتل، ١٠ أكتوبر ٢٠١٨ ، العلوم العامة.
https://www.popsci.com/vesuvius-blood-boil

١٨. Mt. Vesuvius Eruption Exploded Skulls And Vaporized Bodies, Roman Archaeologists Find, by Archaeologist Kristina Killgrove, Oct ٨, ٢٠١٨, www.forbes.com.
- ثوران جبل فيزوف فجر الجماجم والأجسام المبخرة ، حسب علماء الآثار الرومانيين، بقلم عالمة الآثار كريستينا كيلجروف.٨ اكتوبر٢٠١٨.موقع فوربزدوت كوم.

https://www.forbes.com/sites/kristinakillgrove/٢٠١٨/١٠/٠٨/mt-vesuvius-eruption-exploded-skulls-and-vaporized-bodies-roman-archaeologists-find/#٣١d٢bb٤٢١٣٧٦

١٩. plate tectonics: Movement of the Continents, Columbia Encyclopedia
-الصفائح التكتونية: حركة القارات، موسوعة كولومبيا.
https://www.infoplease.com/encyclopedia/earth/geology-oceanography/info/continental-drift
٢٠. Ring of Fire , From Wikipedia, the free encyclopedia.
-حلقة النار. ويكيبيديا الموسوعة الحرة.
https://en.wikipedia.org/wiki/Ring_of_Fire

٢١. Tectonic Plates, Earthquakes, and Volcanoes, pbslearningmedia.org .
-الصفائح التكتونية والزلازل والبراكين، اعلام مؤسسة بي بي اس للتعليم.
https://www.pbslearningmedia.org/resource/ess٠٥.sci.ess.earthsys.tectonic/tectonic-plates- earthquakes-and-volcanoes/#.WWosD٤TyvIU

٢٢. The Cataclysmic ١٩٩١ Eruption of Mount Pinatubo, Philippines. usgs.gov.
- كارثة ١٩٩١ اندلاع جبل بيناتوبو ، الفلبين، هيئة المسح الجيولوجي الامريكية.
https://pubs.usgs.gov/fs/١٩٩٧/fs١١٣-٩٧

٢٣. The top ١٠ deadliest earthquakes in history, www.nbcnews.com.
أكبر ١٠ الزلازل دموية في التاريخ، موقع اخبار إن بي سي.
http://www.nbcnews.com/id/٤٢٠٢٩٩٧٤/ns/world_news-asia_pacific/t/top-deadliest-earthquakes-history/#.XMIvHOhvY٢y

٢٤. Earthquakes The ١٠ most powerful recorded, Support The Guardian.
أقوى ١٠ زلازل مسجلة، موقع دعم الغارديان.
https://www.theguardian.com/world/٢٠١١/mar/١١/١٠-most-powerful-earthquakes-history

٢٥. Volcano World, How are volcanoes and earthquakes related? Oregon State University.
عالم البركان ، كيف ترتبط البراكين والزلازل؟جامعة ولاية أوريغون.
http://volcano.oregonstate.edu/how-are-volcanoes-and-earthquakes-related

٢٦. What is a volcano? Nasa space place.
- ما هو البركان؟ فضاء ناسا.
https://spaceplace.nasa.gov/volcanoes٢/en

٢٧. What on Earth is Plate Tectonics? Usgs.
- ماذا على الارض هل هي الصفائح التكتونية؟هيئة المسح الجيولوجي الامريكية.
https://geomaps.wr.usgs.gov/parks/pltec/

٢٨. ١٧ EXPLOSIVE VOLCANO FACTS! www.nationalgeographic.org.
-١٧ حقيقة عن البركان المتفجر، موقع مؤسسة الجغرافي الوطني.
https://www.natgeokids.com/nz/discover/geography/physical-/geography/volcano-facts

٢٩. ٢٥ Worst Earthquakes In History, Amanda Balkhi April ٢٧, ٢٠١٥, list٢٥.com.
٢٥ أسوأ الزلازل في التاريخ ،أماندا بالخي، موقع قائمة ٢٥.
https://list٢٥.com/٢٥-worst-earthquakes-in-history/

Abstract

The study aims to identify the nature of earthquakes and volcanoes, and the reasons for their occurrence and to reveal the geomorphological effects that occur during earthquakes and volcanoes and their effects on humans and its environment, as well as to reach a number of conclusions and proposals that limit those effects. The study shows that the geomorphological effects that occur during earthquakes and volcanoes are not limited in the region of occurrence only, but extend beyond the limits of those areas, to pose a threat to human life, and study the negative effects by identifying some of the most destructive earthquakes and volcanoes that have occurred in the world.