بحوث قسم الجغرافيا والخرائط

أخطار الزلازل والبراكين بالمنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية – بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية

الباحث/ محمود محمد على السيد الوجيه

الملخص باللغة العربية:

حدثت الزلازل بالمنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية، وتعرف بالأحزمة الزلزالية أو النطاقات الزلزالية، وهى أماكن لها صفات جيولوجية خاصة، وتتميز بضعف قشرتها الأرضية وقلة سمكها وكثرة الصدوع والفوالق بها، وتنشأ هذه الزلازل نتيجة للحركات النسبية للصفائح المشكلة لسطح الأرض، حيث تتراكم الاجهادات الداخلية في الصخور الواقعة على حدود الصفائح المتحركة، وتُساهم التشوهات الناتجة عن الانثناء والشد والضغط وكذلك قوى الاحتكاك عبر السطوح الفاصلة بين الصفائح الحركية (التكتونية) وتغطي الشبكة الوطنية للزلازل و البراكين جميع أنحاء المملكة وتتركز المحطات في غرب المملكة العربية السعودية، مكان وقوع معظم الأنشطة الزلزالية، ووجود المخاطر، وقد تم تركيب محطات بشكل كثيف في شمال مدينة ينبع في منطقة حرة الشاقة شمال إقليم الدراسة، وتُعد الحقول البركانية واحدة من أبرز معالم التاريخ الجيولوجي بإقليم الحجاز، و تمتد هذه الحقول والمعروفة بإسم الحرات ، من اليمن جنوباً إلى الشام شمالاً عبر المناطق الغربية ، وهي تنتمي لحقب الحياة الحديثة و تضم مواد بركانية مختلفة تتابع تدفقها إلى سطح الأرض منذ عصر الأوليجوسين، أي قبل ما يقرب من ٣٠ مليون سنة، و حتى الهولوسين.

وتبين أن وجود معظم الينابيع الحارة بمنطقة الدراسة مرتبط بتواجد الحرات البركانية، حيث تقع معظمها في المناطق المتاخمة للحرات البركانية في اتجاه البحر الأحمر، حيث تتسرب مياه الأمطار من خلال الشقوق إلى باطن الأرض وتتجمّع بالقرب من غرفة الصهارة البركانية، ونتيجة لذلك تسخن هذه المياه، وتندفع إلى أعلى بفعل الضغط عبر الشقوق، ويوجد نشاط حراري على طول الخط البركاني مكة – المدينة – النفود على هيئة ينابيع حارة وداخنات ومياه حارة قريبة من سطح الأرض.

تمهيد:

تحدث الزلازل في أماكن معروفة على سطح الأرض وتعرف بالأحزمة الزلزالية أو النطاقات الزلزالية، وهى أماكن لها صفات جيولوجية خاصة ، وتتميز بضعف قشرتها الأرضية وقلة سمكها وكثرة الصدوع والفوالق بها، وتنشأ هذه الزلازل نتيجة للحركات النسبية للصفائح المشكلة لسطح الأرض، حيث تتراكم الاجهادات الداخلية في الصخور الواقعة على حدود الصفائح المتحركة، وتعد الحقول البركانية واحدة من أبرز معالم التاريخ الجيولوجي بإقليم الحجاز، و تمتد هذه الحقول والمعروفة بإسم الحرات، من اليمن جنوباً إلى الشام شمالاً عبر المناطق الغربية، وهي تنتمي لحقب الحياة الحديثة و تضم مواد بركانية مختلفة تتابع تدفقها إلى سطح الأرض منذ عصر الأوليجوسين، أي قبل ما يقرب من ٣٠ مليون سنة، و حتى الهولوسين،-(Moore and Al-Rehaili, ١٩٨٩, P ٦٦

وترتبط نشأة هذه الحقول البركانية بتكوين منظومة أخاديد البحر الأحمر، وخليج عدن، و ما أعقب ذلك من تكوين صُهارة في أعماق الأرض و إنفصال الجزيرة العربية عن أفريقيا ، وتضم الحرات بإقليم الدراسة حرة السراة ، و حرة البرك ، و حرة البقوم ، و حرة نواصف ، و حرة حضن ، و حرة كشب ، و حرة رهاط ، و حرة خيبر، و حرة أثنين ، و حرة الشاقة (لونيير) ، و حرة عويرض، (عبدالله العمرى، ٢٠١٨، ص ٨٦).

أولاً: موقع وحدود إقليم الدراسة :

يقع إقليم الدراسة على الساحل الشرقى، للبحر الأحمر غرب المملكة العربية السعودية، ويمتد فليكياً بين دائرتى عرض ٦١ ′ ٢٢° شرقاً،و ٤٩ ′ ٢٧° شمالاً، وخطى طول ١٦ ′ ٣٧° شمالاً، و ٠٤ ′ ٤٢° شرقاً. ويحده من جهة الشرق خط تقسيم المياة الذى يفصل بينها وبين مرتفعات نجد فى الشرق ، ويتماشى الحد الغربى لإقليم الدراسة مع خط الساحل الشرقى للبحر الأحمر ، ويمتد بين الرأس الأصفر جنوباً، ورأس أبومد فى الشمال، بمساحة تبلغ ٣٣٧,٠٠٠ ألف كيلو متر مربع.

أهداف الدراســـة :

تهدف الدراسة لدراسة عدة موضوعات أهمها :

١- تحديد ودراسة وتقييم مجموعة أخطار الزلازل والبراكين التى تتعرض لها المنطقة الغربية، والظروف الطبيعية التى أدت الى وجودها، والعوامل المؤثرة عليها ، حيث أن أجزاء كبيرة من المنطقة وتتعرض للعديد من الأخطار، .

٢- عمل خريطة لأخطارالزلازل والبراكين وتوضيح درجة خطورتها بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

٣- تقديم بعض الحلول والمقترحات العلمية التى يمكن أن تفيد تجنب وتحجيم تلك الأخطار.

رابعاً: تساؤلات الدراســـة :

تهدف دراسة الأخطار الجيومورفولوجية الى محاولة إثارة عدة تساؤلات أهمها:

١- ما هى الآثار الجيومورفولوجية الناجمة عن الزلازل والبراكين ؟

٢- ما هى الحلول المناسبة لمواجهة أخطار الزلازل والبراكين وكيفية تجنبها مستقبلاً ؟

٣- كيف يمكن الإستفادة من المخرجات في ضوء إدارة بيانات الزلازل بنظم المعلومات الجغرافية؟

خامساً: إشكالية الدراســـة :

إشكالية هذا البحث تنبع من وجود أخطار محتملة للزلازل والبراكين، مع قلة الدراسات والأبحاث التى تناولت هذا الموضوع، مما يترتب عليه وجود عوامل عديدة تحتاج لدراسة عملية ونظرية بخصوص موضوع الأخطار الجيومورفولوجية للزلازل والبراكين.

وفى ضوء ذلك تتبلور إشكالية الدراسة الراهنة بصورة محددة فى كونها محاولة لدراسة المركب الجيولوجى والجيومورفولوجى والمناخى الذى يؤثر بدوره على نوعية الأخطار ودرجة خطورتها والحد منها.

سادساً: فرضيات الدراسة :

١- توجدعلاقة وثيقة بين أنواع الصخور ة بالدرع العربى، وحركة الزلازل والبراكين بالمنطقة.

٣- توجد علاقة إرتباط بين الهزات الأرضية وتساقط الصخور بصورة فجائية داخل إقليم الدراسة .

٤- توجد علاقة إرتباط بين عمليات التعدين والتحجير وإستخدام المتفجرات والهزات الأرضية بالمنطقة الغربية

مصادر الدراسة : تتمثل مصادر الدراسة فيما يلى :

سابعاً: الدراسات السابقة :وأهم هذه الدراسات كالآتى :

١-دراسة بهاء حمزة صدقه (Sadagah, B.H.,)

(The applied geology of Jabal Katf area) عام ١٩٧٩م :عن الجيولوجيا التطبيقية لمنطقة جبل كنف الطائف ، وقد تناولت تلك الدراسة الوضع الجيولوجى لجنوب شرق منطقة الدراسة، والآثار التى أحدثتها عملية الصدوع والإنكسارات المرتبطة بالتغيرات التكتونية لأنواع الصخور جنوب الإقليم ، وسيستفاد من تلك الدراسة فى الوقوف على الأوضاع والنظم الجيولوجية بمنطقة الطائف داخل إقليم الدراسة، وإتضح من هذه الدراسة أنها إقتصرت دراستها على منطقة صغيرة المساحة .

٢- دراسة هيئة المساحة الجيولوجية السعودية: Saudi Geological Survey Authority

Analysis of rockfall hazards along NH-١٥: a case study (of Al-Hada road) عام (٢٠٠٤) : عن تحليل ثباتية المنحدرات الصخرية وتساقط الصخور عقبة الهدا بمنطقة الطائف – بالمملكة العربية السعودية، وفى هذه الدراسة تم إستخدام طرق جيوتقنية وبرامج مطورة للحاسب الآلى، ووضع تأثيرالماء فى الإعتبار ، للتنبؤ بأسوء الظروف الإحتمالية لحدوث الإنهيارات

وتبين أن أجزاء كثيرة من القطاع الأوسط من الطريق غير آمنة وتحتاج الى معالجة، وتم تحديد إحداثيات المواقع التى تشكل خطراً كبيراً على الطريق ومستخدميه .

٣- **دراسة عبدالعزيز البسام وآخرون (٢٠١٤ ,Abdulaziz,M. Albassam, others)**: **Natural hazards in Saudi Arabia** ، عن الأخطار الطبيعية بالمملكة العربية السعودية، وفى هذه الدراسة تم التطرق لمعظم الأخطار الطبيعية كأخطار السيول وأخطار الزلازل والبراكين وتم عرض الحرات البركانية بالمنطقة الغربية، ودراسة أخطار الكثبان الرملية المتحركة والعواصف الرملية والترابية، وتم عرض بعض التوصيات والحلول لتلاشى تلك الأخطار وخاصة في ظل التغيرات المناخية الحالية.

٤-دراسة عفاف رافع العمرى (٢٠٢٢): عن التمثيل الزمانى والمكانى لبيانات الزلازل بالمملكة العربية السعودية، قدم الباحث تحليلاً لبيانات الزلازل بالمملكة العربية السعودية للفترة بين ١٩٨٠-٢٠١٨م، يتضمن التمثيل الجغرافي للكشف عن أبعاد وخصائص البيانات، كما ركزت نتائج البحث حول علاقة تكرار حدوث الزلازل بالقرب والبعد من المناطق الحضرية. وتم التركيز على المنطقة التي كانت فيها بيانات الزلازل هي الأكثر شدة في قياس قوة الزلازل على مقياس ريختر خلال الفترة الزمنية قيد الدراسة.

مصادر الدراسة :

١-الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠، والخرائط مقياس ١: ١٠٠٠٠٠، والخرائط مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠ والصور الجوية علاوة على الخريطة الجيولوجية لمربع مكة المكرمة، ومربع المدينة المنورة ومنطقة تبوك مقياس **١:٢٥٠٠٠٠** الصادرة عن هيئة المساحة الجيولوجية

٣-البيانات الخاصة بالهزات الأرضية الصادرة عن هيئة المساحة الجيولوجية السعودية.

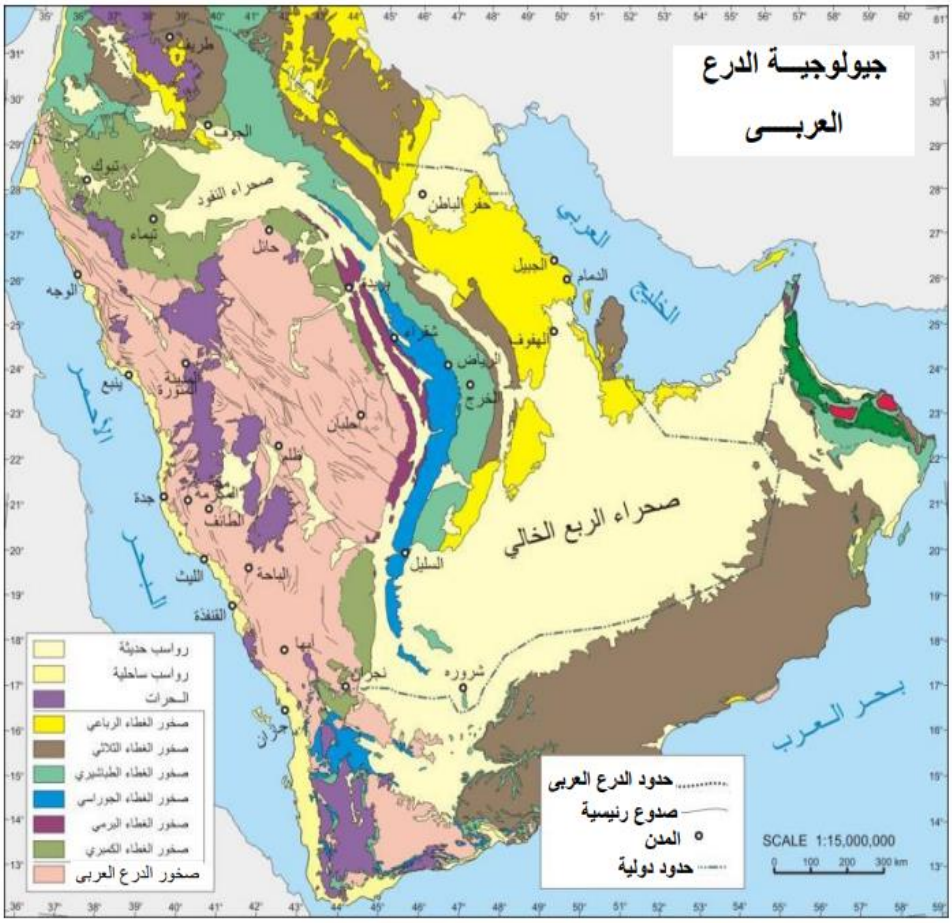
جيولوجية منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن مربع مكة المكرمة والمدينة المنورة بالإضافة لمنطقتى الباحة وتبوك، والذى يغطى الجزء الغربى الأوسط من الدرع العربى بمحازاة البحر الأحمر، شكل رقم (١)، ويتضح من دراسة الخريطة الجيولوجية التى أصدرتها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية عام ١٩٨٨م، والدراسات الجيولوجية السابقة عن الإقليم، يتضح لنا أن منطق الدراسة معقدة جيولوجياً ، فعلى الرغم أنها تتكون أساساً من الصخور النارية والمتحولة وبعض الصخور الرسوبية، إلا أن هناك بعض التكوينات الأحدث التي ترجع لعصرى البليستوسين والهولوسين، وتمتد صخور ما قبل الكمبرى بإمتداد إقليم الدراسة من الشمال الى الجنوب حيث تمثل جزء من قارة جندوانا لاند القديمة، (الشنطى، ١٩٩٣، ص٥٦)، وتتكون صخورها من صخور نارية ومتحولة مثل الجرانيت والشست والنايس ، ، وتعتبرمعظم الصخور التي يتكون منها الدرع العربي تعود إلى دهر طلائع الحياة الحديثة ، وهي مجموعات من الصخور البركانية والجوفية التي نشأت في أقواس بركانية محيطية، وتنتشر التكوينات البركانية للزمن الثالث على هيئة حرات، الحرات عبارة عن حمم بركانية تغطي جزءاً كبيراً من الصفيحة

العربية بالمملكة العربية السعودية حوالي (١٨٠،٠٠٠كم٢) ، وتتكون من حقول بازلتية تابعة للعصر الثلاثي والرباعي وتمتد على هيئة حزام واسع متقطع ذو إتجاه شمالي من اليمن جنوباً حتى سوريا شمالاً، ويعود هذا النمط من الإنتشار إلى حركات التكسر (التشقق و الصدوع) المصاحبة لتكون البحر الأحمر، وتُغطي صخور القاعدة في المملكة العربية السعودية أو ما يسمى بالدرع العربي ما يقارب ثلث مساحة المملكة، بينما تغطي الصخور الرسوبية أو ما يسمى بالرصيف العربي بقية مناطق المملكة، وتغطي الطفوح البركانية مناطق واسعة من غرب المملكة تضم المدن المقدسة، مكة المكرمة والمدينة المنورة، وتنتشر التراكيب الجيولوجية مثل الصدوع والطيات القديمة والحديثة السطحية وتحت السطحية في مختلف مناطق المملكة وخاصة في الأجزاء الغربية منها نظراً لتعرضها لعمليات جيولوجية بنائية متعددة، وتشير بعض الدراسات إلى أنه ربما تكون بعض الصدوع الإقليمية الداخلية امتداداً لبعض الصدوع التحولية في البحر الأحمر.

الزلازل التاريخية بمنطقة الدراسة :

ذكرت المصادر التاريخية أنه على أقل تقدير عبر الألف سنة الماضية وقعت زلازل شعر بها الأهالي داخل حدود المملكة العربية السعودية، وقد عُرفت أماكن وقوعها بشكل تقريبي جداً، ونظراً لإنخفاض عدد السكان وقلة السجلات في الماضي، تشير الإحصاءات الحالية بإقليم الدراسة أن السّجلات التاريخية حول الأنشطة الزلزالية غير مكتملة إلى حدٍ كبير، حتى بالنسبة للزلازل التي بلغت قوتها ٦ درجات أو أكبر من ذلك، (عبدالله العمرى،٢٠١٨، ص ص ٣٤-٥٦)، وتم توثيق أحداث زلزالية بالإقليم، منها وقوع أحد الانفجارات البركانية، أو تدفق الحمم البركانية في حرة رهاط قرب المدينة المنورة في عام ٦٥٤ هـ (١٢٥٦م) ، الذي صاحبه نشاط زلزالي ملحوظ ولا تزال هذه المنطقة تشهد نشاطاً زلزالياً منخفضاً حتى الآن، ومن المعروف أن آخر حدث زلزالي هام هو زلزال "حقل" الذي وقع عام ١٩٩٥م في خليج العقبة (بقوة ٧,٣) نجم عنه أضرار كبيرة أثرت على المدن الواقعة على جانبي خليج العقبة، وشعر به الناس على بعد مئات الكيلومترات، كما أن الزلازل التي تبلغ قوتها ٦ درجات وتحدث على طول محور البحر الأحمر، لا يشعر بها أهالي المدن الواقعة على جانبي البحر الأحمر، إلا أنها قد تشكل خطراً محسوساً على البنية التحتية، (خوجلى، ١٩٨٦، ص ٤٩).



المصدر: عمل الطالب إعتماداً على الخرائط الجيولوجية لهيئة المساحة الجيولوجية ، مربع مكة المكرمة والمدينة المنورة مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠

شكل رقم (١) جيولوجية الدرع العربى بالمنطقة الغربية، عن الشنطى ١٩٩٣

الهزات الأرضية فى حرة الشاقة

منذ أواخر عام ٢٠٠٧ حدثت هزات أرضية عديدة بلغت أكثر من ثلاثين ألف هزة في حرة الشاقة ، وهي حقل من الطفوح البركانية البازلتية تابعة لعصر الهولوسين ، وتقع غرب المملكة شمال شرق مدينة ينبع.

المصدر :هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، دليل المخاطر الجيولوجية

شكل رقم (٢) الشقوق الظاهرة بحرة رهاط شمال غرب المدينة المنورة

وقد حدثت معظم الأنشطة الزلزالية الأخيرة بالقرب من تقاطع القواطع الممتدة على طول ساحل البحر الأحمر (غير نشطة إلى حد كبير) مع أحد الصدوع التحويلية للبحر الأحمر الممتدة داخل ساحل البحر الأحمر، وظهرت العديد من الشقوق الكبيرة بحرة رهاط شمال غرب المينة المنورة شكل (٢)، كما إمتدت بعض هذه الصدوع التحولية إلى داخل الدرع العربي وتتقاطع مع شبكة من صدوع تابعة لعصر ما قبل الكمبري (الشنطى،١٩٩٣، ص ٤٩)، على الرغم من أن الكثافة السكانية متناثرة في المنطقة، وأقرب مدينة هي العيص التي تبعد أكثر من ٤٠ كيلومتراً من المركز الرئيسي للنشاط الزلزالي، فقد أنشئت شبكة محلية صغيرة فيها أثنى عشر جهاز لمحطات رصد زلزالي واسعة المدى لقياس الزلازل في المنطقة لرصد النشاط الزلزالي، حدث نشاطاً زلزالياً ملحوظاً يوم ١٩ مايو ٢٠٠٩م في حرة الشاقة شمال شرق مدينة ينبع، حيث تم سُجل تسع عشرة هزة أرضية بلغت قوتها أكبر من ٤ درجات على مقياس ريختر، بما في ذلك الزلزال البالغ قوته ٥,٤ درجة على مقياس ريختر، وتسبب في خسائر طفيفة في الإنشاءات والمباني بمدينة العيص الواقعة على مسافة ٤٠ كم جنوب شرق منطقة النشاط الزلزالي، (معراج نواف،٢٠٠٨، ص ٩٨)، وتعد منطقة خليج العقبة من مناطق النشاط الزلزالي الذي من المتوقع أن يضربها زلزال تتراوح قوته ما بين ٥,٥ و٧ درجات كل ٥ أو ١٠ سنوات، خصوصا أنها تعرضت إلى زلزال بلغت قوته أكثر من ٤,٥ درجة منذ نحو ٣ سنوات، إلا أنه كان داخل البحر، مشددا على ضرورة أخذ الحذر في ظل توقعات تعرضها لزلزال جديد بعد عام ٢٠١٠، وقد حدث شق عميق بسبب زلزال العيص بحرة ليونيربمنطقة المدينة المنورة عام، ٢٠٠٩ شكل (٤).

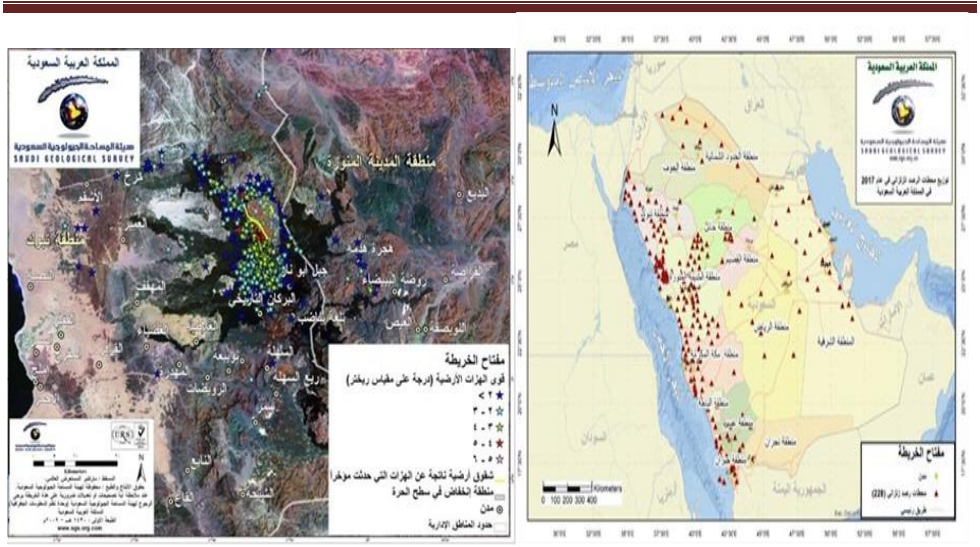
المصدر : معراج نواف،٢٠٠٨، ص، ٩٨عن دليل الأخطار بهيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ٢٠٠٨

شكل (٣) الأضرار التي لحقت بالمنشآت الناجمة عن زلزال مدينة حقل بمنطقة تبوك في عام ١٩٩٥م

المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، مركز الرصد الزلزالى، تقرير المخاطر الجيولوجية، ٢٠١٠

شكل (٤) شق عميق بسبب زلزال العيص بحرة ليونيربمنطقة المدينة المنورة عام ٢٠٠٩

وتعد مدينة العيص أكبر مراكز محافظة ينبع التابعة لمنطقة المدينة المنورة مساحة، وأكثرها تأثراً بالنشاط الزلزالى على هيئة شقوق عميقة، وتبلغ مساحتها ٢٨٦٣ كيلومترا، وتقع شمال شرقي المحافظة على بعد ١٥٠ كيلومترا، ومدينة العيص الواقعة على مسافة ٤٠ كم جنوب شرق منطقة النشاط الزلزالي، وقد أسقطت البؤر الزلزالية لتسلسل الهزات الأرضية الرئيسة التي وقعت من تاريخ ١٣ مايو إلى ٧ يونيو ٢٠٠٩ (حوالي ٩٥٠ هزة) ، شكل (٥)، على هيئة نقاط على صورة عرضها حوالي ٣٦ كم في موقعGoogle Earth ، (معراج نواف،٢٠٠٨، ص ص٣٩-٥٦)



المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، مركز الرصد الزلزالي

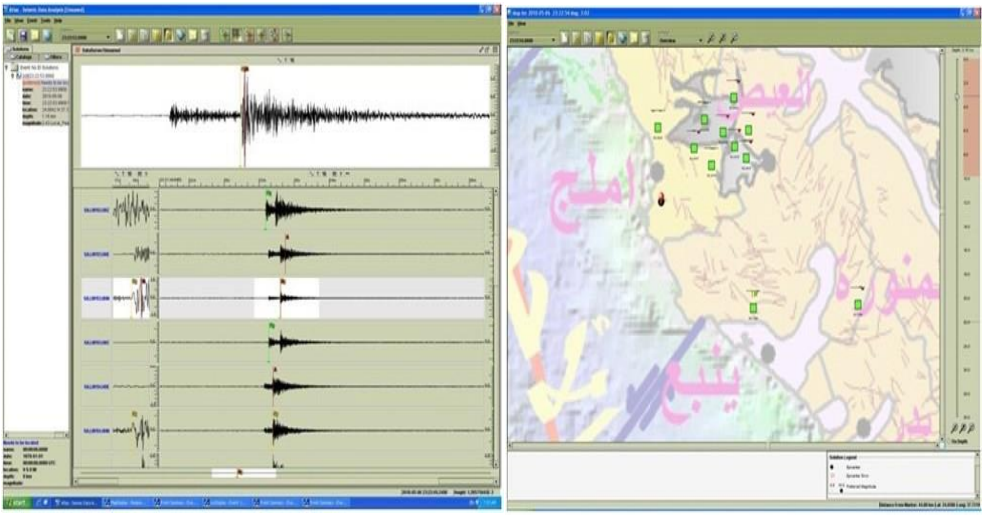
شكل رقم (٥) يميناً محطات الرصد الزلزالي، ويساراً الزلازل في منطقة حرة الشاقة في ١٣مايو إلى ٧يونيو ٢٠٠٩م

وتمتد منطقة النشاط الزلزالي بإتجاه الشمال إلى الشمال الغربي تقريباً بالتوافق مع إمتدادات لقواطع وصدوع واضحة تتجه إلى الشمال الغربي، شكل (٤)، يرجع عمر هذه القواطع الإقليمية لحقب الحياة الحديثة التي نشأت خلال مرحلة التصدع الأولية التي حدثت في بداية إنفتاح البحر الأحمر، يبدو أيضا في الخرائط المغناطيسية أن هناك بعض الاتجاهات نحو الشمال الشرقي تقطع الحرات، وهذه قد تُمثل استمرار نظام الصدع التحويلي الساحلي لنظام الصدع التحويلي البري، وبالتالي فإن النشاط الزلزالي الحديث قد يكون بسبب عودة النشاط لمناطق الضعف الواقعة في شبكة الصدوع المتقاطعة ، على الرغم من أنه في مناطق أخرى يبدو أن نظام القواطع الساحلية غير نشط إلى حد كبير، (معراج نواف، ٢٠٠٨، ص٤٨).

مواقع الهزات الأرضية وحجمها بمنطقة الدرسة:

يُوضح الشكل (٦) الشاشة النموذجية التي تُبين المراحل التي من خلالها تُختزل بيانات زلزال محلي من البيانات الزلزالية المسجلة حتى الوصول إلى التقدير النهائي لمعاملات الزلزال، النسخ المطبوعة من الشاشة أدناه هي عن زلزال صغير قوته ٢,٤٣ درجة على مقياس ريختر وحدث في ٦ مايو ٢٠١٠ عند الإحداثيات: ٢٤,٨٩ درجة شمالا و ٣٧,٣٣ درجة شرقاً ، على عمق ١,٣ كم. حدث هذا الزلزال بالقرب من ساحل البحر الأحمر، على بعد حوالي ١١٠ كم شمال غرب مدينة ينبع وجنوب غرب منطقة حرة الشاقة، وضهر جزء من التشققات المصاحبة للزلزال الذي حدث في يوم ١٩ مايو ٢٠٠٩م-١٤٣٠/٥/٢٥هـ في حرة الشاقة وعرض تلك

التشققات يتراوح بين عدة سنتيمترات إلى عدة أمتار حسب نوعية الصخور التي قطعتها الشقوق، حيث أن أقصى اتساع في جبال صخور القاعدة كان نحو ٩٠سم.



المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية ، مركز رصد ومعالجة البيانات الزلزالية

شكل رقم (٦) الموجات الزلزالية بمحطات الرصد الزلزالي ويظهر أحد التسجيلات على جدول زمني موسع في الجزء العلوي من الشاشة.

وهي في العادة تكون تفجيرات نتيجة لأنشطة بشرية مثل التحجير، أو البناء، ومن الممكن تحديد نوعية هذه الأحداث من عمقها وموقعها أو من خلال دراسة التحليل الموجي والطيفي للبيانات المسجلة، ومن الممكن أيضاً تحديد الأحداث التي لا تحدث طبيعياً، حيث إن هناك اختلافات في محتوى التردد بين المصادر الطبيعية التي لا تحدث بسبب الإنسان والأحداث الغير طبيعية التي تحدث بسبب النشاط البشري، يوضح الشكل (١٠٨)، نموذج للشكل الطيفي (الطاقة مقابل التردد) التي سُجّلت في أربعة أجهزة للرصد الزلزالي.

آثار الزلازل بمنطقة الدراسة:

١- هبوط أو إرتفاع بعض المناطق من سطح الأرض بالمنطقة الشمالية من مرتفعات الحجاز كظهور أو غمر بعض الجزر والسواحل.

٢- الإنهيارات والإنزلاقات الأرضية خاصة عند سفوح المرتفعات وفي المناطق التي توجد بها كهوف وفجوات تحت سطح الأرض مما يؤدي إلى تدمير المباني والطرق وغيرها.

٣- التشققات الأرضية وما ينجم عنها من أضرار جراء حدوث الهزات الأرضية، كالشق العميق فى حرة رهاط شكل (١٠٤)، مما يؤثر على المباني في تلك المناطق، مما يتطلب إستخدام نظام بناء مقاوم للزلازل.

٤- موجات المد البحري العالي (تسونامي)، تؤدي إلى غمر مناطق واسعة متاخمة للسواحل بالمياة، وخاصة سواحل منطقة تبوك شمال إقليم الدراسة.

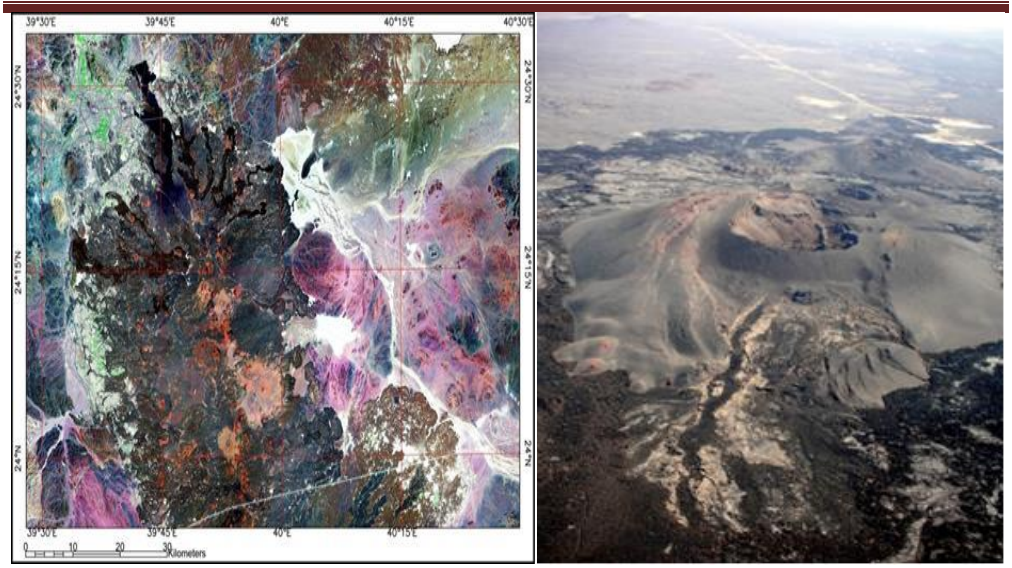
المخاطر البركانية بمنطقة الدراسة :

تُعد الحقول البركانية واحدة من أبرز معالم التاريخ الجيولوجي بإقليم الحجاز، و تمتد هذه الحقول والمعروفة بإسم الحرات ، من اليمن جنوباً إلى الشام شمالاً عبر المناطق الغربية ، وهي تنتمي لحقب الحياة الحديثة و تضم مواد بركانية مختلفة تتابع تدفقها إلى سطح الأرض منذ عصر الأوليجوسين، أي قبل ما يقرب من ٣٠ مليون سنة، و حتى الهولوسين (Moore and Al-Rehaili, ١٩٨٩, P ٦٦)، وترتبط نشأة هذه الحقول البركانية بتكوين منظومة أخاديد البحر الأحمر، وخليج عدن، و ما أعقب ذلك من تكوين صُهارة في أعماق الأرض و إنفصال الجزيرة العربية عن أفريقيا ، وتضم الحرات بإقليم الدراسة حرة السراة ، و حرة البرك ، و حرة البقوم ، و حرة نواصف ، و حرة حضن ، و حرة كشب ، و حرة رهاط ، و حرة خيبر، و حرة أثنين ، و حرة الشاقة (لونيير) ، و حرة عويرض، (عبدالله العمرى، ٢٠١٨، ص ٨٦).

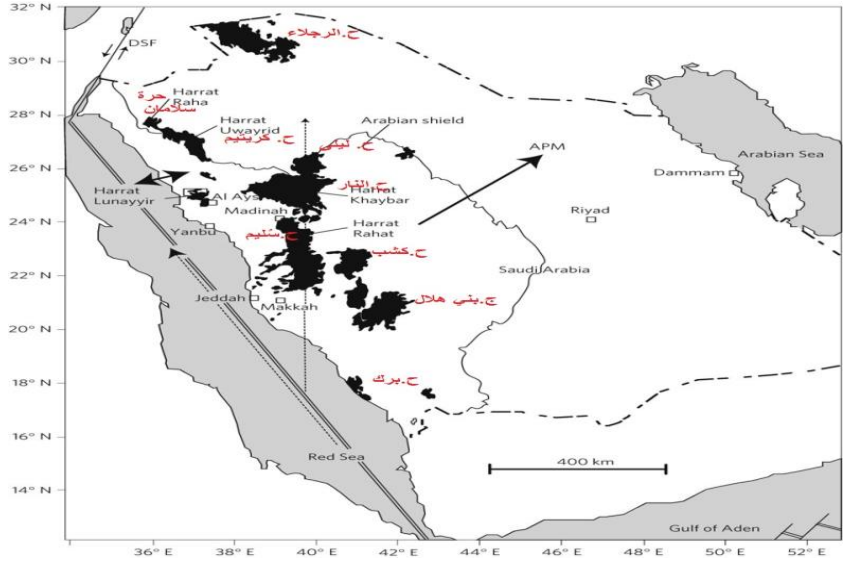
و تُعتبر حرة رهاط واحدة من أكبر الحقول البركانية بإقليم الدراسة، حيث تبلغ مساحتها حوالي عشرون ألف كيلومتر مربع و تضم ما لا يقل عن ٩٦٠ فوهة بركانية ، و تتميز حرة رهاط بتنوع التضاريس البركانية بها و التي تتضمن طفوح اللابة ، و مخاريط الرماد (السندر) ، و القباب ، و الحلقات الطُفِّية، و فوهات المار، و تدفقات الفتات البركاني، ومعظم براكين حرة رهاط بازلتية، أحادية الأصل، تتباين من حيث نمط الثوران البركاني بين نمطي سترومبولي و هاواي، وتنتمي إلى العصر الرباعي، (الشنطى، ١٩٩٣، ص١٢٦)

وتبين أن الجزء الشمالى لحرة رهاط شكل (٧)، كان مسرحاً لأحدث نشاط بركاني موثق تاريخياً بالجزيرة العربية و المعروف بإسم البركان التاريخي، ففي الخامس من جمادى الآخرة لعام ٦٥٤هـ (٣٠ يونيو من عام ١٢٥٦م) وعقب وقوع سلسلة من الهزات الأرضية إستمرت لعدة أيام، إندلع ثوران بركاني إستمر لمدة ٥٢ يوماً ظهر شق يبلغ طوله حوالي ٢,٢ كيلومتراً طفوح اللابة و نافورات النار،(الشنطى، ١٩٩٣، ص١٣٣)

وتمثل حرة هُتيمة، ومثيلاتها مثل حرات كشب، و البرك، و تهامة عسير، أهمية خاصة في شكلها لتنوع أنماط الثوران البركاني في إقليم الدراسة، حيث أظهرت دراسة بعض مراكز النشاط البركاني بها، مثل فوهة الوعبة (مقلع طمية) بحرة كشب شكل، حدوث ثورانات إنفجارية عنيفة ناتجة عن تفاعل الصهارة الصاعدة نحو السطح مع تجمعات سطحية أو تحت سطحية من المياه مثل البحيرات و مكامن المياه الجوفية، و بالتالي لايمكن إستبعاد هذا النمط من الثوران المائي العنيف من الحدوث و لو لفترة وجيزة خلال المراحل الأولى من أي ثوران بركاني محتمل، وبخاصة في بعض المناطق الساحلية حيث تتواجد السهول الطمية السميكة أو في أماكن تتميز بوجود مكامن سميكة نسبياً من المياه الجوفية، (جامعة الملك عبدالعزيز، مركز أبحاث المخاطر الجيولوجية،٢٠٠٣)



المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعوديةشكل (٧) صورة فضائية للجزء الشمالى من حرة رهاط والبركان التاريخى الذى حدث عام ١٢٥٦م



المصدر : الخرائط الجيولوجية لهيئة المساحة الجيولوجة مربع مكة المكرمة والمدينة المنورة، والخرائط الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠

شكل رقم (٨) الحرات الرئيسة بإقليم الدرع العربى على طول الخط البركاني الموازى

وتبين ان وجود النشاط البركاني الحديث في الدرع العربي بالمنطقة الغربية، يجعله مختلفًا عن مناطق الدرع الأخرى في العالم، (Rodgers et al., ١٩٩٩)، ومن المرجح أن يكون إنفتاح البحر الأحمر وتصاعد الغلاف المرن المقابل له غرب المملكة العربية السعودية هو السبب الأكثر احتمالاً للنشاط البركاني، حيث تمثل السلسلة

البركانية طبقات سميكة من الحمم البازلتية بما في ذلك المخاريط البركانية، وبراكين الدع العربي والحفر البركانية المائية، (Camp and Roobol, ١٩٩٢).

شكل (٩) فوهة الوعبة (مقلع طمية) بحرة كشب بإتجاه الجنوب الغربي، ويساراً جبل قدر والجبال البيضاء بحرة خيبر

من المعروف في الوقت الحالي أن الصفيحة العربية تتحرك بعيداً عن الصفيحة الإفريقية بمعدل ٢ سم سنوياً، ونتيجة للتمدد القشري الحاصل في الجزء الشمالي الغربي والغربي الأوسط من المملكة حدثت أنشطة بركانية تعود لحُقب الحياة الحديثة، وتوجد أنواع شائعة من الأنشطة البركانية تمثل ٨٠٪ من عمليات تكون البراكين وهي البراكين الدرعية ومخاريط السكوريا حيث تتراص على إمتداد شقوق يغلب عليها الاتجاه الشمالي– الجنوبي أو الشمال الغربي – الجنوب الشرقي، (Moore and Al-Rehaili,١٩٨٩,PP ٢٩)

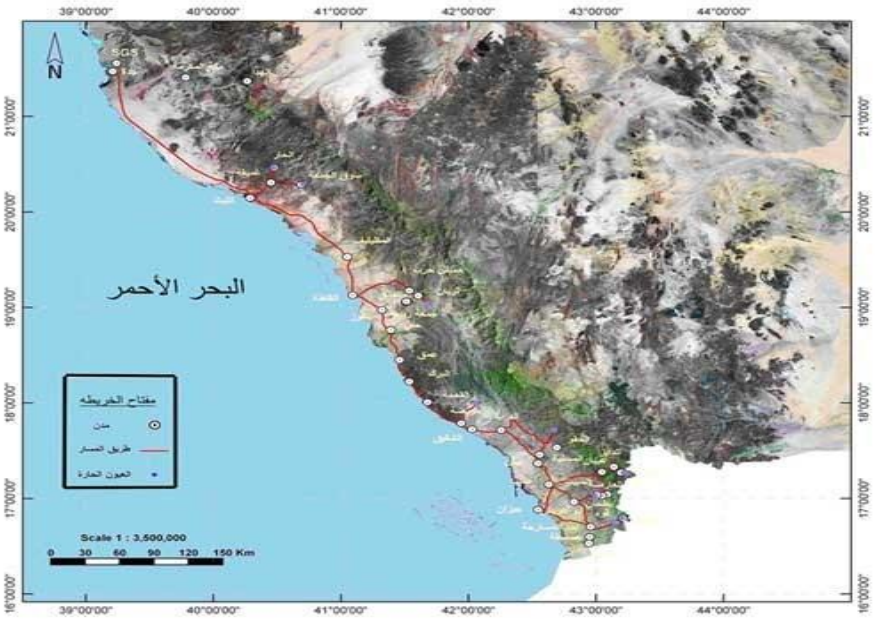
تكونت هذه الحرات البركانية على مرحلتين من النّشاط البركاني' شكل رقم (٨)، بدأت المرحلة الأولى من النشاط البركاني منذ نحو ٣٠ مليون سنة متزامنة مع إنفتاح البحر الأحمر وتدفق للحمم البازلتية، والمرحلة الثانية من النشاط البركاني بدأت منذ عشرة مليون سنة وحتى حدوث آخر بركان تاريخي جنوب المدينة عام ١٢٥٦م، وقد تكونت على طول نطاق بركاني نشط يسمى مكة – مدينة – نفود ، بإتجاه جنوب – شمال، وبطول ٩٠٠ كم يمتد من القنفذة جنوباً ويمر على مكة والمدينة حتى صحراء النفوذ شمالاً ويشمل حرة رهاط وخيبر، الخط البركاني مكة – مدينة – نفود ، هو عبارة عن نطاق أخدودي يتسع بمعدل سنوي ٠,٠٥٤ مم، وهو عبارة عن رفع وتقبب وتمدد قشري نتيجة لصعود الصهارة واحتجازها داخل غرف صهارية على أعماق كبيرة، حيث لوحظ وجود نشاط حراري وزلزالي على طول هذا النطاق البركاني يوضح انه لا يزال في حالة

نشطة،ويضهر به إنسياب اللابا للبركان القديم شكل. (Moore and Al-Rehaili,١٩٨٩,PP ٢٩).

الينابيع الحارة والمداخن بإقليم الدراسة:

يرتبط وجود معظم الينابيع الحارة بإقليم الدراسة بتواجد الحرات البركانية حيث تقع معظمها في المناطق المتاخمة للحرات البركانية في اتجاه البحر الأحمر، حيث تتسرب مياه الأمطار من خلال الشقوق إلى باطن الأرض وتتجمّع بالقرب من غرفة الصهارة البركانية، ونتيجة لذلك تسخن هذه المياه، وتندفع إلى أعلى بفعل الضغط عبر الشقوق، ويوجد نشاط حراري على طول الخط البركاني مكة – المدينة – النفود على هيئة ينابيع حارة وداخنات ومياه حارة قريبة من سطح الأرض، (Al-Amri, ٢٠١٢,P.٢٨٠٥)، وقد لوحظ سابقاً وجود أبخرة تتصاعد عبر الفتحات والتشققات الموجودة في بعض الحرات البركانية الواقعة على الخط البركاني مثل حرة (خيبر والإثنين)، شكل (١٠)، حيث يمكن فقط رؤية هذه الأبخرة في أوقات الفجر من فصل الشتاء، لأن درجة حرارة هذه الأبخرة اقل من ٥٠ د رجة مئوية، كما لوحظ وجود نشاط حراري على هيئة ينابيع حارة في بعض المواقع الواقعة على ساحل البحر الأحمر مثل الليث (جنوب جده ١٥٠ كم) وجيزان، ومن الضروري إجراء دراسات تفصيلية للاستفادة من كل هذه المصادر الحرارية لإنتاج طاقة كهربائية على طول الخط البركاني، Abdelfattah, ٢٠١٩,PP٨٠١-٨١٨).

المصدر:هيئة المساحة الجيولوجية ، أخذت الصورة فى فبراير ١٩٩٢م، وكانت درجة حرارة الجو ٦°م، ودرجة البخار ٢٥°م شكل (١٠) مدخنة بخار في لابا تعرضت للإنجراف في حرة خيبر ويساراً إنسياب اللابا للبركان القديم في حرة الشاقة.



المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية السعودية ، مركز رصد ومعالجة البيانات الزلزالية والبركانية

شكل رقم (١١) المناطق ذات النشاط الحراري العالي في المنطقة الغربية بإقليم الحجاز

خامدة أم ميتة أم نشطة؟

وتعد البراكين في المملكة في حالة خامدة وليست ميتة ، وقد ثار آخر بركان في تاريخ جزيرة العرب جنوب شرق المدينة المنورة شمال حرة رهاط عام ٦٥٤ هـ الموافق ١٢٦٥م، وشهد عام ٢٠٠٩م إهتزاز حرة الشاقة هزة أرضية، والتي كادت تؤدي إلى انفجار بركان جديد، ويعد بركان القدر الأسود أحدث بركان في حرة النار (حرة خيبر) ، ويبلغ ارتفاعه ٢٠٢٥ وهو يشبه جبل فوجي باليابان، وتبلغ مساحة فوهة بركان البيضاء ١,٥ كم، ويشار إلى أن البراكين البيضاء في حرة خيبر لا يوجد مثلها في العالم إلا في مواقع نادرة وتتكون من نوع نادر من الحمم تسمى "كمونديايت."،(الشنطى، ١٩٩٣، ص١٠٦).

المراجع العربية والأجنبية:

أولاً: المراجع العربية:

١–أحمد محمود سليمان الشنطى (١٩٩٣):جيولوجية الدرع العربى ، مركز النشر العلمى ، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة ، المملكة العربية السعودية.

٢–إبراهيم سليمان الإحيدب (١٩٩٢): البراكين والزلازل بالمملكة العربية السعودية، دراسة جغرافية، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، المملكة العربية السعودية.

٣–إبراهيم علم الدين (١٩٨٨): الفوهات البركانية في حرة الهيتة، بحث ميدانى تطبيقى، البحوث المقدمة للندوة الثانية، جامعة الملك سعود، الرياض.

٤–أبوبكر خوجلى (١٩٨٦): المخاطر الزلزالية في الوطن العربى، الحلقة الدراسية العربية الثالثة للعلوم الزلزالية، مرصد الزلازل الجيوفيزيائى، جامعة الملك سعود، الرياض.

٥–بدر الدين طه عثمان (٢٠٠٦): إعداد قواعد المعلومات الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مشروع تطبيقى ، الندوة التاسعة لأقسام الجغرافيا ، جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية.

٦–عبدالله ناصر الوليعى (١٩٩٥): جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيا جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.

٧– **عبدالحفيظ محمد سعيد سقا (١٩٩٨)** : الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية، دار كنوز العلم، جدة، الطبعة الثانية.

٨–عبدالعزيز البسام، وآخرون (٢٠١٤): المخاطر الطبيعية بالمملكة العربية السعودية، قسم الجيولوجيا والجيوفيزياء، كلية العلوم، جامعة الملك سعود، الرياض.

٩–عفاف رافع عبدالله العمرى (٢٠٢٢): التمثيل المكانى والزمانى للبيانات الزلزالية بالمملكة العربية السعودية للفترة من ٢٠٠٨–٢٠١٨، مجلة العلوم الاجتماعية والتطبيقية، كلية العلوم الإجتماعية – جامعة الملك سعود، الرياض.

١٠– **معراج بن نواف مرزا (٢٠٠٨م)**: "السمات البنيوية والمورفولوجية للحرات فى غرب المملكة العربية السعودية مع التركيز على حرات الكتلة المركزية (حرة كُشيب دراسة حالة)"، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية ولإجتماعية والإنسانية ، المجلد العشرون – العدد الأول، مكة المكرمة.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

١–Abdelfattah, **A**.**K**., **de Lorenzo**, **S**., **Almadani**, **S**., **Fnais**, **M**., **Alfaifi**, **H**., **and Al–Arifi**, **N**., **٢٠١٩**, Another look at the ٢٠٠٩ seismic activity, Harrat Lunayyir, Saudi Arabia: Journal of Seismology, v. ٢٣, pp ٨٠١–٨١٨.

٢–Abdelfattah, **A**.**K**., **Mogren**, **S**., **and Mukhopadhyay**, **M**., **٢٠١٧**, Mapping b-value for ٢٠٠٩ Harrat Lunayyir earthquake swarm, western Saudi Arabia and Coulomb stress for its mainshock: Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. ٣٣٠, pp ١٤–٢٣.

٣–Abdelwahed, **M**.**F**., **El–Masry**, **N**., **Moufti**, **M**.**R**., **Kenedi**, **C**.**L**., **Zhao**, **D**., **Zahran**, **H**., **and Shawali**, **J**., **٢٠١٦**, Imaging of magma intrusions beneath Harrat Al-Madinah in Saudi Arabia: Journal of Asian Earth Sciences, v. ١٢٠, pp ١٧–٢٨,

٤– Akkar, **S**., **Sandikkaya**, **M**.**A**., **and Bommer**, **J**.**J**., **٢٠١٤**, Empirical ground-motion models for point- and extended-source crustal earthquake scenarios in Europe and the Middle East: Bulletin of Earthquake Engineering, v. ١٢, pp ٣٥٩–٣٨٧.

٥–Al–Amri, **A**.**M**., **Fnais**, **M**.**S**., **Abdel–Rahman**, **K**., **Mogren**, **S**., **and Al–Dabbagh**, **M**., **٢٠١٢**, Geochronological dating and stratigraphic sequences of Harrat Lunayyir, NW Saudi Arabia: International Journal of Physical Sciences, v. ٧, no. ٢٠, pp ٢٧٩١–٢٨٠٥.

٦–Al–Arifi, **N**.**S**., **Fat–Helbary**, **R**.**E**., **Khalil**, **A**.**R**., **and Lashin**, **A**.**A**., **٢٠١٣**, A new evaluation of seismic hazard for the northwestern part of Saudi Arabia: Natural Hazards, v. ٦٩, pp ١٤٣٥–١٤٥٧.

٧–Al Amri, **A**. (**١٩٩٤**). Seismicity of the south-western region of the Arabian shield and southern Red Sea. Journal of African Earth Sciences, ١٩(١),PP ١٧–٢٥.

٨- **Al Amri**, **A**. (١٩٩٥). Recent seismic activity in the northern Red Sea. Journal of Geodynamics, ٢٠(٣),PP ٢٤٣–٢٥٣.

٩- **Al Amri**, **A**. **M**. **and Rodgers**, **A**. **J**. (٢٠١٣). Improvement of seismicity parameters in the Arabian Shield and Platform using earthquake location and magnitude calibration. In Lithosphere Dynamics and Sedimentary Basins: The Arabian Plate and Analogues, PP ٢٨١-٢٩٣.

١٠-**Al Amri**, **A**. **M**., **Rodgers**, **A**. **J**. **and Al-Khalifah**, **T**. **A**. (٢٠٠٨). Improving the level of seismic hazard parameters in Saudi Arabia using earthquake location. Arabian Journal of Geosciences, PP ١-١٥.

١١- **Pollino**, **M**., **Della Rocca**, **B**. **A**., **Porta**, (٢٠١٢). Open source GIS Tools to Map Earthquake Damage Scenarios and to Support Emergency. The Fourth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services, IARIA.