

زلزالية وحركية شبه الجزيرة العربية

أ.د. عبدالله بن محمد العمري
رئيس قسم الجيولوجيا والمشرف على مركز الدراسات الزلزالية
جامعة الملك سعود

تعد الزلازل أكثر الكوارث الطبيعية تدميراً لحدوثها المفاجئ ولما ينجم عنها من خسائر بشرية وعمرانية . وهي عبارة عن اهتزازات في القشرة الأرضية تحدث بمشيئة الله ثم بسبب انطلاقه وتحرر الطاقة الناتجة عن احتكاك الصخور وتحرك الكتل الأرضية حول الصدوع النشطة. كما تحدث نتيجة لعدة أسباب أخرى كالثوران البركاني والتفجيرات النووية تحت السطحية وسقوط النيازك وإنشاء السدود والبحيرات وضخ المياه .

ويمكن تقسيم الآثار الزلزالية الى آثار أولية وتتمثل في حدوث حركة ارضية عنيفة يصاحبها سقوط المياه والجسور وآثار ثانوية تتمثل في الحرائق والانهيارات الأرضية والفيضانات وهبوط مستويات المياه .

ويعزى أسباب حدوثها إلى ان الأرض في مجملها عبارة عن جسم صخري مغطاة بمجموعة من الصفائح التكتونية يصل سمكها إلى 100 كم وهذه الصفائح تحمل القارات والمحيطات . تتحرك هذه الصفائح نتيجة لتيارات الحمل الدورانية في باطن الأرض مولدة اجهادات وتزايد مع مرور الزمن أما قوى الاحتكاك بين الصخور فإنها تحاول مقاوم الحركة . ويستمر الوضع حتى تزداد القوى المحركة عن قوى الاحتكاك وعندها تحدث الازاحة على جانبي الصدع مسببة انطلاق الطاقة المحبوسة إما على هيئة حرارة أو موجات ارتدادية .

لقد أثبتت الدراسات العلمية ان هناك ارتباطاً وثيقاً بين حدود الصفائح ومناطق النشاط الزلزالي وعلى هذا أمكن تحديد مايعرف بالأحزمة الزلزالية ومن أهمها :

1- حزام حلقة النار حول المحيط الهادي : ويشمل الشواطئ الغربية من الأمريكتين - اليابان - الفلبين حتى يصل استراليا ونيوزيلندا . ويشكل هذا الحزام 68% تقريباً من زلازل العالم ويعتبر من أقواها لضحالة بؤرتها.

2- الحزام الآسيوي - الأوروبي : يمتد من الصين شرقاً ماراً بجبال الهملايا ثم ينحرف إلى الشمال الغربي ماراً بجبال زاغروس والقوقاز إلى تركيا ثم شمال إيطاليا . ويشكل تقريباً 21% من زلازل العالم.

3- أزمة وسط المحيط الأطلسي والهندي : والأخير يتجه شمالاً حتى يصل منتصف البحر الأحمر ماراً بخليج عدن .

علاوة على ذلك فقد تتواجد الزلازل في مناطق ليس لها علاقة بالأزمة الزلزالية وانما داخل الصفيحة Intraplate ويمكن ان يكون مدمراً بسبب عدم توقعه كما في زلزال القاهرة اكتوبر 1992م.

الوضع الحركي لشبه الجزيرة العربية

تعتبر شبه الجزيرة العربية جزء من الصفيحة العربية التي تتحرك نحو الشمال الشرقي وهذه الصفيحة يحدها ثلاث حدود حركية نشطة هي :

1- حد زاغروس : وهو حد تقاربي نشط زلزالياً نشأ نتيجة الاصطدام القاري بين الصفيحة العربية وصفيحة إيران القارية ، ونتيجة لهذا التصادم نشأ حزام طي على امتداد الجزء الغربي من إيران وشمال شرق العراق.

2- حد البحر الأحمر وخليج عدن التباعدي : الذي تكون نتيجة انفصال الصفيحة العربية عن الصفيحة الأفريقية ، ويزداد هذا الإتساع كلما إتجهنا جنوباً ويصل الى 12 ملم / السنة ، ونتيجة لهذا الانفصال نتج ما يسمى بمثلث عفار النشط Triple Junction .

3- حد خليج العقبة - البحر الميت : وهو حد تحولي نشط زلزالياً . ويقع خليج العقبة في الطرف الجنوبي من هذا الحد الذي يبلغ طوله حوالي 1000 كم ، وترتبط حركته بحركة الإتساع في البحر الأحمر وحركة تصادم الصفائح في جنوب تركيا وإيران ، ولذا أطلق على خليج العقبة بنظام التحول النافذ Leaky Transform ، ولقد أوضحت التراكييب البنائية لهذا الأخدود أنه تعرض لعدة مراحل من التشوه خلال حقبة الحياة الحديثة المتزامنة مع مراحل إنفتاح البحر الأحمر .

الزلزالية التاريخية والحديثة لشبه الجزيرة العربية

لقد كان الاعتقاد سائداً بأن شبه الجزيرة العربية خالية من أي نشاط زلزالي على مر العصور ، ولكن الواقع هو العكس ، حيث دلت الدراسات التاريخية والحديثة على أن المنطقة سبق وان تعرضت لبعض الهزات الأرضية والبراكين إن هذا الاعتقاد السائد كان مصدره أولاً عدم وجود أجهزة رصد زلزالية في المنطقة علاوة على أن مراكز الهزات في مواقع ذات كثافة سكانية قليلة - والله الحمد = وفي مناطق متباعدة ، وهذا بدوره أدى إلى عدم الإحساس بأثرها. وعموماً يتركز النشاط الزلزالي في شبه الجزيرة العربية على إمتداد حدود الصفيحة العربية في منطقتين رئيسيتين إستناداً على حركة الصفائح وهما :

أولاً : منطقة جنوب البحر الأحمر واليمن

دلت السجلات الزلزالية التاريخية أن منطقة جنوب البحر الأحمر واليمن تعرضت إلى زلازل مدمرة نتج عنها أضرار جسيمة في الأعوام : 1955 ، 1924 ، 1909 ، 1655 ، 1647 ، 1259 ، 1154 ، 1105 ، 1072 ، 827 ، 742 ، 645. وأما زلزال 1941م ومقداره 5.8 في شمال اليمن والجزء الجنوبي من المملكة ، فقد نجم عنه خسائر مادية وبشرية كبيرة .

وحدثاً خلال الفترة ما بين 1955م -1975م تم تسجيل أكثر من 70 هزة في منطقة اليمن وجنوب البحر الأحمر تراوحت أقدارها ما بين 4.5-6.4 على مقياس ريختر . وتسبب زلزال ذمار الذي وقع في ديسمبر 1982م ومقداره 6 درجات في وفاة 1200 شخص وتدمير 1500 قرية ، وتشريد أكثر من 265 ألف شخص . وأخيراً زلزال العدين في اليمن 1993م ومقداره 4.7نتج عنه أضرار مادية و 6 حالات وفيات .

ان معظم الاضرار والخسائر الناتجة عن الزلازل في جنوب غرب المملكة وبالاحص شمال اليمن نجمت عن الانهيارات والانزلاقات الصخرية بعد حدوث الزلازل وسقوطها على المباني السكنية . بالاضافة إلى ان المباني السكنية المبنية من الحجر هي الاكثر تضرراً كما حدث عام 1982 في اليمن . اما بعض المباني المقامة حالياً في جيزان فتصنف على انها خطرة زلزالياً . ومن المعروف ان جيزان تقع على طبقة ملحية سمكية وهذا هو السبب في ان الهزات حتى لو كانت صغيرة فأن الاحساس بها في جيزان اكثر من غيرها وخاصة اذا كانت الهزة من جهة الياض . اما اذا كانت الهزة من البحر فإن الاحساس يكون اقل معدوماً وذلك يعود الى ان الموجات الزلزالية تنتشر لسرعة عالية في الطبقات الملحية.

وتاريخياً فقد وقعت عدة زلازل عنيفة عام 1269،1191،1121،859 ، 1710،1630،1481 ومن أشد الزلازل وأعنفها التي وقعت في هذا القرن وسببت خسائر بشرية ومادية كان عام 1941، 1982، 1955م في شمال اليمن .

إن هذا يقودنا الى ان مواقع الانزلاقات والانهيارات الارضية في المنطقة لابد من دراستها وايضاً وضع التصاميم الخاصة بمباني المنطقة للتقليل من آثار الهزات الزلزالية مستقبلاً.

ثانياً : منطقة خليج العقبة

لقد دلت الدراسات والسجلات التاريخية على أن منطقة خليج العقبة وشمالها سبق أن تعرضت لعدد من الهزات الأرضية العنيفة وبعض النشاطات البركانية ، ونظراً لأن أجهزة الرصد لم تكن متوفرة خلال تلك الفترة من الزمن فأن معظم الزلازل وتقدير شدتها مبنى على مقدار الإحساس بالهزة وتقدير الخسائر وحجم الدمار في المنطقة .

وبالرجوع إلى السجلات التاريخية أمكن تدوين أكثر من 31 زلزالاً في المنطقة تراوح قدرها ما بين 4-6.5 خلال الفترة ما بين 747-1964م ، أي بمعدل زلزال قوي كل 25 سنة تقريباً ، 70% من تلك النشاطات تركزت في منطقة البحر الميت و 30% في منطقة خليج العقبة . تعرضت المنطقة في الأعوام 1588،1293،1212،1068،641م إلى هزات عنيفة نتج عنها أضرار جسيمة . فزلزال 1068 دمر مدينة أيلة تماماً والتي تقع شمال خليج العقبة مباشرة ونشأت ينابيع مياه في تبوك وهي المعروفة بـ الكور ، وسبب أضرار بسيطة في تيماء وخيبر والمدينة المنورة . أما زلزال المدينة المنورة عام 1256م الذي يعتقد أنه من أصل بركاني ، فقد غطت حممه المدينة المنورة لمساحات شاسعة أمكن رؤيتها من مكة المكرمة وينبع وتيماء ، ولقد غطت الحمم البركانية منطقة طولها 19 كم وعرضها 6 كم وعمق يصل إلى 2.5 م واستمرت تلك التتابعات لمدة ثلاث أشهر . وفي عام 1927 حصل زلزال مدمر في وادي الأردن بلغ قدره 6.2 درجة ، وحصلت أضرار مادية وبشرية ونتاج عنها وفاة 342 شخص.

وحديثاً ، وبعد إنشاء محطات الرصد الدولية عام 1965م بدأ هناك تحسين ملحوظ في الرصد الزلزالي ، وخلال الفترة من 1965م إلى الآن أمكن رصد ما يزيد عن 1200 زلزال يتراوح قدرها ما بين 3.5 و 6 درجات على امتداد أخطود البحر الميت وخليج العقبة ، ومعظم تلك النشاطات تم رصدها في الثمانينات والتسعينات . وقد أمكن حديثاً خلال الفترة 1983-1994م رصد 136 زلزال بقدر يتراوح ما بين 4-6 في خليج العقبة فقط ، ومن أهم التتابعات الزلزالية تلك التي حدثت في يناير 1983م واستمرت لمدة أربعة أشهر ، وبلغ قدر أعلاها 5.2 درجة ، ودلت هذه التتابعات على تركيز النشاط في الجزء الشمالي من الخليج.

وفي ديسمبر 1985م سجلت عاصفة زلزالية في وسط الخليج بلغ قدر أكبرها 4.9 ، ودلت موجة الهزات اللاحقة التي بلغ عددها أكثر من 500 هزة على أن زلزالية صدع البحر الميت تتميز بأنها من نوعية نشاط الهزة الرئيسية والموجة اللاحقة (Mainshock – Aftershock) أما في أبريل 1990 ومايو 1991م ، فقد

تم تسجيل أعلى زلزال بلغ 4.3 درجات إلى الجنوب تقريباً من موقع العاصفة الزلزالية Earthquake Swarm التي حدثت في عام 1983م .
ويدل هذا على أن زلازل 1983 ، 1990 ، 1991م تمثل حدث تكتوني ذو أصل واحد ، والزلزالين الأخيرين أخرجتا الطاقة الكامنة المتبقية في زلزال عام 1983م ، وتم رصد أكثر من 650 من التوابع لزلزال 1990م .

وفي يوليو 1993م بدأت سوابق بسيطة Foreshocks قبل الهزة ، تبعها زلزال عنيف . وفي بداية أغسطس تكرر نفس الشيء وحدث زلزال بلغ قدره 5.9 وتبعها أكثر من 400 من التوابع Aftershocks بلغ قدرها أعلى من 3 درجات خلال الشهرين الأولين من الحدث. وتركزت معظم تلك النشاطات في منتصف الخليج تقريباً (منخفض أرجون) عند خط عرض 28.7 شمالاً وخط طول 34.55 شرقاً ، وتم الإحساس بها على نطاق واسع في المنطقة مع حدوث بعض التشققات في بعض المباني القريبة من الساحل ، وحدث في 4 نوفمبر 1995م عاصفة زلزالية بلغ قدر أكبرها 4.3 شمالاً غرب البدع.

وفي 1416/6/29 هـ بدأ نشاط زلزالي محسوس بزلزال قدره 5.8 درجة بدون سوابق لهذا الحدث عند الساعة 7 والدقيقة 15 والثانية 6 ، وقد حدد موقعه عند خط عرض 28.8 شمالاً وخط طول 34.6 شرقاً ، وقد إمتد الإحساس بهذا الزلزال ليشمل منطقة خليج العقبة وتبوك والوجه وضباء وحتى المدينة المنورة ، بالإضافة إلى الأردن وسوريا وفلسطين ومصر ، وقد أمكن تسجيل ما ينوف على 5000 هزة لاحقة منها أكثر من 75 هزة محسوسة تتراوح في قدرها ما بين 3.8 – 5.3 إستمرت لمدة ثلاثة أشهر ، وتركز معظم هذا النشاط حول بؤرة الزلزال الرئيسية داخل الخليج بين منخفضي إيلات وأرجون ، وقد بلغت الهزات التابعة والمحسوسة التي تم رصدها خلال الأيام الخمسة الأولى بعد الزلزال الرئيسي 46 هزة محسوسة تراوح قدرها ما بين 3.8 – 4.7 ، وكذلك 6 هزات محسوسة تراوح قدرها ما بين 4.8 – 5.3.

يتضح مما سبق ذكره أن النشاطات الزلزالية في خليج العقبة تتواجد معظمها على شكل تتابعات وتستمر من شهرين إلى 4 أشهر تقريباً، وكل منخفض حركي (إيلات – أرجون – داكار) يمر عبر دورة زلزالية وتنتهي هذه الدورة بتتابع زلزالي آخر بدلاً من زلزال مستقل بذاته وهذا التتابع يوحي بحدوث زلزال محسوس كل فترة زمنية قصيرة ويجب الإستعداد لذلك.

تقييم المخاطر الزلزالية على المنشآت في المملكة

يعتمد مقدار الخطر الزلزالي الذي يتمثل بصفة أساسية في الدمار والهلاك المصاحبين للهزة الأرضية على عاملين هما:

أولاً : الشدة الزلزالية **Seismic Intensity**

وتستخدم نظرية الإحصاء والإحتمالات لتحديد مستوى الشدة الزلزالية في منطقة ما خلال فترات زمنية مستقبلية مع توقع زيادة في هذا المستوى بإحتمال قدره 10% وبعد رسم الخريطة الكنتورية للقيمة القصوى لعجلة (تسارع) الحركة الأرضية المتوقع حدوثها أفضل أسلوب لتوضيح قيم الشدة الزلزالية بهذه المناطق. تمثل قيمة هذه العجلة كنسبة عشرية أو مئوية من قيمة عجلة الجاذبية الأرضية (g). وتصنف المناطق من حيث خطورتها الزلزالية طبقاً لقيمة عجلة الحركة الأرضية إلى أربعة مناطق هي:

- 1- خالية من الخطر (أقل من 0.05 g).
 - 2- منخفضة الخطر (تتراوح من 0.05 g إلى 0.1 g).
 - 3- متوسطة الخطر (تتراوح من 0.1 g إلى 0.2 g).
 - 4- عالية الخطر (أكبر من 0.2 g).
- ويمثل شكل (2) خريطة كنتورية لقيم عجلة الحركة الأرضية المتوقع حدوثها خلال 50 عام وبإحتمال زيادة قدره 10% بمناطق المملكة العربية السعودية. ويتضح من هذه الخارطة أن المملكة عموماً تعد من المناطق منخفضة الخطر في وسطها وشرقها. ويصل الخطر إلى 0.2 g في شمال غرب المملكة (منطقة خليج العقبة) وجنوب غرب المملكة (منطقتي عسير ونجران) وتقع المناطق متوسطة الخطر على امتداد ساحل البحر الأحمر حيث تتراوح قيمة عجلة الحركة الأرضية ما بين 0.1 إلى 0.2 g.

ثانياً : كفاءة المباني

تستخدم خريطة العجلة الأرضية في الشكل السابق (الحداد وآخرون 1989م) في تقويم كفاءة المباني المقاومة ومعرفة مدى مقاومتها لمستوى الشدة الزلزالية المتوقعة. كما تستخدم في أغراض التصميم الزلزالي للمباني إما مباشرة أو من خلال تحديد المعامل الزلزالي للمنطقة (Z).

وطبقاً لنتائج الشدة الزلزالية فإنه على ضوءها يمكن تقدير مدى التلف المتوقع مستقبلاً للمنشآت. حيث تصل نسبة التلف في المباني الخرسانية المسلحة التي لم يراعي في تصميمها مقاومة الزلازل (حوالي 33%) عند زلزال شدته VIII على مقياس ميركالي المعدل، بينما تبلغ نسبة التلف في المباني الخرسانية المسلحة التي تم تصميمها بطريقة مقاومة للزلازل (13%) تقريباً عند نفس الشدة الزلزالية.

إن إضافة تكلفة أحمال الزلازل إلى تصميم المباني السكنية غير مكلف مادياً. أثبتت دراسة الجمعية التقنية التطبيقية الأمريكية أن الزيادة في تكلفة المباني في حدود 0.7% من التكلفة الكلية للمباني السكنية التي تبلغ عدد طوابقها تقريباً خمسة أدوار. وتتمثل هذه الزيادة في وضع وتفريد وتشبيك حديد التسليح بطريقة خاصة تضمن تلاحم أجزاء المبنى بصورة جيدة وزيادة بسيطة في أبعاد ومقاطع بعض العناصر الإنشائية والتلاحم الجيد بين العناصر الغير إنشائية (الحوائط) والعناصر الإنشائية للمبنى.

المراجع :

الحداد ، محمد ، راجح الزيد ، عبدالرحيم عرفه ، ألتان نيجلو ، نيازي توركلي (1989م). دراسة بهدف إعداد قواعد أولية لتصميم المباني المقاومة للزلازل في المملكة. مشروع أت-9-31 مدعم من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

العمرى ، عبدالله. زلزالية وحركية خليج العقبة. رسالة دكتوراه. 1990م جامعة منيسوتا الأمريكية.