إسراء سيد | نشر في ١٤ سبتمبر ٢٠٢٣,

كارثة من صنع البشر.. لماذا نواجه الكثير من الزلازل اليوم؟

خلال الساعات الأولى من صباح يوم 6 أغسطس/ آب 2007، كان طاقم مكون من 6 من عمال المناجم يستخرجون الفحم من منجم كراندال كانيون الواقع في هضبة واساتش بوسط ولاية يوتا الأمريكية، وفجأة هوت الجدران التي تحمل سقف المنجم، ما أدى إلى انهيار مساحة كبيرة غطت 50 فدانًا (أكبر بـ 4 مرات ممّا كان يعتقد في الأصل)، ومحاصرة العمال الذين يعملون على عمق 1500 قدم (457 مترًا) تحت سطح الأرض.

بدأت شركة موراي للطاقة عملية إنقاذ سريعة تحت رعاية الإدارة الفيدرالية لسلامة وصحة المناجم، ولمدة 3 أيام كان فريق الإنقاذ يحفر نفقًا عبر الصخور على ارتفاع 1767 قدمًا في المتوسط من قمة الجبل، لتحديد ما إذا كان أي من أفراد الطاقم قد نجوا، لكن هذه الحفرة و6 حفر أخرى فشلت في تحديد مكانهم، وانتهى الأمر برجال الإنقاذ إلى أنفاق مسدودة بالركام.

بعد 4 أسابيع من العمل على مدار الساعة، كانت أطقم العمل تتقدم خلالها بشكل عام بضع مئات من الأقدام فقط يوميًّا، انتهت الجهود المخيبة للآمال تحت الأرض بمقتل 3 من رجال الإنقاذ وإصابة 6 آخرين كانوا يحفرون باتجاه الموقع المفترض لعمال المنجم، في انهيار ثانٍ في 16 أغسطس/ آب، واضطر المسؤولون إلغاء عمليات البحث وإغلاق المنجم، وتُرك العمال في عداد المفقودين تحت الأنقاض التي ملأت ما يقرب من نصف ميل من الأنفاق العميقة.

في البداية، ادّعى المالك المشارك للمنجم، روبرت موراي، أن زلزالًا طبيعيًّا تسبّب في وقوع الكارثة، ومع ذلك فإن التحليلات التي أجراها علماء الزلازل بجامعة يوتا الأمريكية خلصت لاحقًا إلى أن زلزال بقوة 3.9 درجات سجلته شبكة الزلازل المحلية كان سبب انهيار المنجم وليس العكس، وأكد العلماء أن وقوع

مركز النشاط الزلزالي في منطقة التعدين هو الدليل القاطع على أن هذا النشاط تسبّب بالفعل في الانهيار.

في يوليو/ تموز 2008، فرضت إدارة سلامة وصحة المناجم التابعة لوزارة العمل الأمريكية غرامة قدرها 1 مليون و639 ألف دولار على شركة موراي للطاقة، والتي تمتلك وتدير المنجم، بسبب الانتهاكات الصارخة وممارسات التعدين الأكثر خطورة التي ساهمت بشكل مباشر في كارثة المنجم، وفي عام 2012 تم التوصل إلى تسوية مع عائلات الضحايا التسعة تخفض الشركة بموجبها الغرامة إلى ما يقرب من مليون دولار، ويمثل هذا انخفاضًا بأكثر من 40%، لكنها لا تزال ثالث أكبر غرامة يتم فرضها على الإطلاق ضد شركة فحم، وفقًا لإدارة سلامة وصحة المناجم.

وفقًا للمركز الوطني لمعلومات الزلازل، يتعرض كوكب الأرض لحوالي 20 ألف زلزال كل عام، ويحدث كل يوم حوالي 55 زلزالًا حول العالم.

العام التالي، حددت دراسة جرى تقديمها في الاجتماع السنوي لجمعية رصد الزلازل الأمريكية في مدينة سولت لايت، عاصمة ولاية يوتا، مئات الزلازل التي لم يتم التعرّف إليه سابقًا قبل وأثناء وبعد انهيار منجم كراندال كانيون، في الفترة من 26 يوليو/ تموز إلى 30 أغسطس/ آب 2007، ما يشير بأصابع الاتهام إلى الأنشطة البشرية في وقوع مثل هذه الكوارث التي كانت محصورة سابقًا في أسباب طبيعة.

ليست كل الزلازل طبيعية

يمكن أن تكون الزلازل، وهي من بين أكثر الكوارث الطبيعية خطورة، مدمّرة للغاية لدرجة أنه من الصعب تخيل حدوث الآلاف منها كل يوم في جميع أنحاء العالم، ولحسن الحظ عادةً ما تكون على شكل هزات ضعيفة لدرجة أن تأثيراتها تكون غير ملحوظة على السطح، ولا يشعر الإنسان بها في كثير من الأحيان.

وفقًا للمركز الوطني لمعلومات الزلازل، يتعرض كوكب الأرض لحوالي 20 ألف زلزال كل عام، ويحدث كل يوم حوالي 55 زلزالًا حول العالم، لكن بين الحين والآخر تحدث زلازل قوية اعتمادًا على الموقع وعوامل أخرى، مخلفةً الكثير من الأضرار الجسيمة في الأرواح والممتلكات.

من الصعب تخيل حدوث الآلاف منها كل يوم في جميع أنحاء العالم

ومن المتوقع أن يحدث حوالي 16 زلزالًا كبيرًا كل عام، من بينها 15 زلزالًا بقوة 7 درجات وزلزال واحد بقوة 8 درجات أو أكثر، بناءً على السجلات التاريخية (منذ عام 1900 تقريبًا) التي تُظهر في السنوات الـ 40 إلى الـ 50 الماضية أننا تجاوزنا متوسط عدد الزلازل الكبرى على المدى الطويل بنحو 12 مرة.

في العام الحالي، كان آخر هذه الزلازل من نصيب المغرب، وبلغت قوته 7 درجات على مقياس ريختر، ويقول العلماء إنه من المرجح أن يكون الأعنف في المغرب منذ قرن تقريبًا، وسبقه زلزال بقوة 7.8 درجات ضرب جنوب تركيا وسوريا في 6 فبراير/ شباط الماضي، موقعًا آلاف الضحايا بين قتلى ومصابين، وتسبّب في انهيار آلاف الأبنية وضرر كبير في الطرقات.

غالبًا ما يُنظر إلى الزلازل على أنها قوى طبيعية لا يمكن التنبؤ بها إلى حد كبير، ويحدث معظمها على طول حافة المحيط الهادئ، والتي تسمّى "حزام النار" بسبب كثرة النشاط البركاني هناك أيضًا، وتحدث معظمها على طول خطوط الصدع، حيث تتحرك الصفائح التكتونية -وهي ألواح صخرية عملاقة- في طبقات الأرض بأعماق مختلفة أو تنزلق ضد بعضها، ما يتسبّب في إطلاق مفاجئ للطاقة على شكل موجات زلزالية تنتشر في جميع الاتجاهات.

ولكن هذا قد يتغير، فليست كل الزلازل تحدث نتيجة العوامل الطبيعية والتفاعلات الجيولوجية داخل القشرة الأرضية، يمكن أن يصبح تدخل الإنسان في الطبيعة أيضًا سببًا للكوارث الطبيعية، لا سيما الزلازل، وذلك من خلال الأنشطة الصناعية والتجارية التي تزيد زعزعة استقرار الصفائح التكتونية، وتضغط على باطن الأرض، وهذا يجعلها أكثر عرضة للزلازل والحركات الأرضية المفاجئة.

باتت الزلازل في الواقع أمرًا شائعًا، حيث يتنافس البشر على استخراج محتويات الأرض، ويحاولون التحكم في التدفق الطبيعي للمياه على القشرة الأرضية، ويحفرون بشكل أعمق أكثر من أي وقت مضى، ويحدثون انفجارات خطيرة تخلّ بالتوازن الطبيعي للأرض، وهذه مجرد أمثلة للطرق العديدة التي يتسبّب بها البشر في نشاط زلزالي شديد، كما يوضح محرر مجلة American Scientific ديفيد بيلو.

أي دور للإنسان في حدوث الزلازل؟

بحسب دراسة نشرت في مجلة Seismological Research Letters، فإن قاعدة بيانات الزلازل الناجمة عن النشاط البشري آخذة في النمو، وحددت الدراسة 730 موقعًا تسبّب فيها النشاط البشري في حدوث زلازل على مدار الـ 150 عامًا الماضية، حيث تقع معظم الزلازل ذات القوة القصوى المرصودة بين 3 و4 درجات.

تتضمن قاعدة البيانات 108 مواقع تعرضت لزلازل من صنع الإنسان على مدار العقد الماضي فقط، وتراوحت قوتها من أحداث صغيرة نسبيًا إلى قوة تصل إلى 5.8 درجات، كانت غالبية تلك الزلازل في الولايات المتحدة وكندا، وكانت ناجمة عن أنشطة بشرية، أهمها التخلص من نفايات التكسير الهيدروليكي في الأرض.

ورغم معرفة أن البشر يمكنهم التأثير على الأنشطة الزلزالية، إلا أن الباحثين فوجئوا عندما وجدوا أن النشاط البشري قد تسبّب في حدوث زلازل وصلت قوتها إلى 7.9 درجات، وأن عدد الزلازل يتزايد كل عام بشكل واضح في مختلف أنحاء العالم.

تمامًا مثل الزلازل التي تسبّبها الطبيعة، فإن الزلازل التي يسبّبها الإنسان لديها القدرة على أن تكون خطيرة، وحتى مدمرة، ويعتمد كل زلزال على نوع النشاط البشري، لكن غالبًا ما تُرى هذه الزلازل في المناطق التي ليس فيها نشاط زلزالي سابق أو قليل، ويمكن أن تحدث بعيدًا عن حواف الصفائح التكتونية، وقد بدأ الجيولوجيون للتو في فهم التداعيات التي يمكن أن تحدثها هذه الزلازل على الناس

والبيئة.

أنشطة بشرية تزيد من فرص حدوث الزلازل

التعدين

حفر المناجم بحثًا عن المعادن الثمينة نشاط قديم، لكن الشركات التي تتولى هذه المهمة باتت تحفر بشكل أعمق في القشرة الأرضية من أي وقت مضى، وخلال هذه العملية تتم إزالة الكثير من الصخور والمواد الأخرى من الأرض، ما يؤدي إلى انهيارات مفاجئة تؤدي إلى حدوث الزلازل.

وفقًا للدراسات، كان التعدين السبب الرئيسي في وقوع الزلازل المستحثة (التي يتدخل في صنعها الإنسان) في جميع أنحاء العالم، ومن أمثلة ذلك الزلزال الناجم عن انهيار منجم كراندال كانيون الذي سبق الإشارة إليه، كان هذا الانهيار حدثًا عاديًا، حيث تحدث الزلازل الناجمة عن التعدين بشكل متكرر في حقول الفحم في وسط شرق الولاية.

واكتشفت محطات قياس الزلازل بجامعة يوتا أكثر من 17 ألف حدث زلزالي (أضعف من 3 درجات) في 3 عقود تقريبًا (بين عامَي 1978 و2007)، الغالبية العظمى من هذه الزلازل، والتي لم تسفر عن وفيات، كانت ناجمة عن أشكال مختلفة من الانهيار المرتبط بإعادة توزيع الضغط تحت السطح المتعلق بأنشطة التعدين.

باتت الشركات تحفر بشكل أعمق في القشرة الأرضية من أي وقت مضى

في ولاية يوتا، يتسبب النشاط البشري في حدوث غالبية الزلازل، في حين أن أقل من 2% فقط من النشاط الزلزالي في المنطقة ينشأ من الزلازل الطبيعية، لدرجة أن عمال المناجم لم يعودوا يفرقون بين الهزات التكتونية والمصطنعة، ويطلقون عليها جميعًا أسماء مثل "الارتدادات" أو "المطبات"، في إشارة إلى الموجات الزلزالية السطحية.

معظم هذه الارتدادات الضعيفة نادرًا ما تسبّب أي ضرر هيكلي، ومع ذلك، في وسط ولاية يوتا، تم الإبلاغ عن عدة زلازل أكبر، بما في ذلك زلزال في مايو/ أيار 1981 وآخر في فبراير/ شباط 1998 بقوة 3.8 درجات، وزلزال بقوة 4.2 درجات في مارس/ آذار 2000.

ومن المتوقع أن يزداد حجم التعدين، فقد أصبحت مناجم اليوم أكبر من أي وقت مضى، وتصل إلى أميال تحت الأرض، كل هذا النشاط يمكن أن يؤدي إلى مزيد من عدم الاستقرار في الأرض، وحدوث زلازل أكثر أو أكبر.

بناء السدود

تعدّ المياه المحتجزة خلف السدود من أكثر الأسباب شيوعًا للزلازل المستحثة، وهي الأكثر فتكًا على الإطلاق، وتشير الدراسات إلى أن بناء السدود وتخزين كميات كبيرة من المياه تتسبب في حدوث 24% من أكبر وأخطر الزلازل التي يسبّبها الإنسان على صعيد الخسائر البشرية.

ويتسبّب وزن المياه المخزنة خلف السدود الجديدة في أماكن مثل غرب الصين في حدوث سلسلة من الزلازل، حيث تضغط كميات المياه الضخمة المحتجزة على الأرض، ما يؤدي إلى ضغط إضافي على أي صدوع نشطة.

على سبيل المثال، كان زلزال عام 2008 في مقاطعة سيتشوان الصينية، والذي بلغت قوته 7.9 درجات على مقياس ريختر، حدثًا مدمرًا أودى بحياة حوالي 80 ألف شخص أو أصبحوا في عداد المفقودين، ويعتقد العلماء أنه نتج عن احتجاز 320 مليون طن من المياه خلف سد زيبينجبو، على مقربة 500 متر من خط صدع أرضي معروف تحت خزان زيبينجبو، على بُعد بضعة كيلومترات فقط من مركز الزلزال الرئيسي.

تعدّ المياه المحتجزة خلف السدود من أكثر الأسباب شيوعًا للزلازل المستحثة

ولسوء الحظ، يتم بناء العديد من السدود في العالم في المناطق المعرضة للزلازل، لكن الزلازل الناجمة عن السدود لا تحدث في كل مرة يتم فيها بناء السد، لكن كانت هناك الكثير من الحالات، وأشهرها زلزال بقوة 6.5 درجات بالقرب من سد كوينا في الهند عام 1967، وزلزال بقوة 6 درجات بالقرب من سد شين فنج جانج في الصين عام 1962، حيث تضررت السدود نتيجة لهذه الزلازل، كذلك سُجّلت هذه الظاهرة في أستراليا بعد بناء خزائي تالبينغو وتومسون.

يعدّ ملء الخزانات المائية أيضًا إحدى الطرق التي يمكن للبشر من خلالها إحداث الزلازل، حيث إن زيادة ضغط المياه الجوفية يجعل الصخور الموجودة أسفل الخزان أضعف، وعادةً ما تحدث الزلازل التي تسبّبها الخزانات فقط في الأماكن التي تتراكم فيها بالفعل الطاقة الكامنة في الأرض، ويؤدي الضغط الإضافي للمياه إلى إطلاق هذه الطاقة المخزنة في وقت مبكر.

التكسير الهيدروليكي

أصبحت مشاريع استخراج النفط والغاز غير التقليدية باستخدام التكسير الهيدروليكي إضافة متكررة إلى قاعدة بيانات الزلازل التي يتسبّبها الإنسان، وتتضمن هذه العملية ضخّ كميات هائلة من السوائل تحت ضغوط عالية في الصخور الجوفية، على أمل تكبير الشقوق في الصخور لاستخراج النفط والغاز.

تؤدي عمليات الحفر والتكسير الهيدروليكي إلى حدوث العديد من الزلازل

وفي الولايات المتحدة، يتركز الحديث حول الزلازل -التي يسبّبها الإنسان إلى حد كبير- على التكسير الهيدروليكي للنفط والغاز الطبيعي، نظرًا إلى الانتشار السريع للتكنولوجيا في العديد من الولايات، وفي كندا تم ربط معظم الزلازل الكبيرة في مناطق النفط والغاز في مقاطعتي ألبرتا وبريتش كولومبيا بالتكسير الهيدروليكي والتخلص من مياه الصرف الصحي تحت الأرض، حيث يمكن أن يؤدي الضغط العالي الذي تسبّبه هذه العملية إلى تشقق الصخور، ما يؤدي بدوره إلى حدوث الزلازل.

ووفقًا لهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية، يمكن أن يؤدي التكسير الهيدروليكي إلى نشاط زلزالي بشكل مباشر، لكن الزيادة الأخيرة في الزلازل في وسط الولايات المتحدة ترجع إلى التخلص من سوائل النفايات التي تعدّ نتيجة ثانوية لإنتاج النفط.

وفقًا لمجلة "ناشيونال جيوغرافيك"، في أماكن مثل أوكلاهوما، التي شهدت نشاطًا كبيرًا في مجال التكسير الهيدروليكي، تحدث مئات الزلازل الصغيرة كل عام في مواقع لم يكن بها الكثير من النشاط الزلزالي في الماضي.

وفي أبريل/ نيسان 2022، رصد تقرير أصدرته وكالة "بلومبيرغ" تأثير هذه الأنشطة البشرية في ولاية تكساس الأمريكية، وهي واحدة من الولايات التي تمتعت باستقرار أرضي عامّ في الماضي، ولا تقع بالقرب من أي صفائح تكتونية زلزالية.

يتوقع العلماء رؤية المزيد من الزلازل في جميع أنحاء العالم مع زيادة عدد وحجم الأنشطة البشرية التي تؤثر على الأرض والمناخ.

لكن التقرير أكد أن هناك العديد من المؤشرات التي تربط تحول الولاية إلى موطن العديد من الزلازل في الولايات المتحدة، مع زيادة وتيرة أنشطة التنقيب والتكسير الهيدروليكي عبر أراضيها.

نتيجة لذلك، رفع العديد من الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من مواقع التكسير الهيدروليكي دعاوى قضائية، بسبب الإصابات التي لحقت بهم في الزلازل الناجمة عن التكسير الهيدروليكي، فضلًا عن الأضرار التي لحقت بمنازلهم.

التفجيرات النووية

تحدث الزلازل أيضًا في بعض الأحيان بسبب التجارب والتفجيرات النووية التي تجري في أعماق الأرض، وتؤدي إلى حدوث تموج عنيف في القشرة الأرضية، ويشير العلماء إلى أن الحركة الأرضية الناجمة عن زلزال طبيعي وتلك الناجمة عن انفجار نووي يمكن أن تكونا متشابهتين إلى حد كبير.

على سبيل المثال، أدّى اختبار القنبلة النووية الذي أجرته كوريا الشمالية في خريف عام 2017، إلى حدوث هزات ارتدادية استمرت على مدى 8 أشهر تقريبًا بعد الانفجار، وفقًا للعلماء في مرصد لامونت دوهرتي للأرض بجامعة كولومبيا.

كان هذا الاختبار السادس الذي تجريه كوريا الشمالية، والأكبر حتى الآن، حيث نتج عنه نحو 250 كيلوطنًا، أو حوالي 17 ضعف حجم القنبلة التي دمّرت هيروشيما، وتم خلاله تفجير القنبلة بالقرب من خط صدع لم يتم تحديده سابقًا، وأدّى الزلزال الأول إلى زلزال آخر بقوة 6.3 درجات، أعقبه زلزال بقوة 4 درجات بعد دقائق فقط.

وسجّلت أجهزة قياس الزلازل الموجودة حول العالم الزلزالين، والتقطت محطات رصد الزلازل التي تديرها الصين وكوريا الجنوبية والولايات المتحدة 10 هزات ارتدادية أصغر، جميعها متباعدة على ما يبدو في نطاق 5 أو 10 كيلومترات حول موقع الاختبار.

وتشير الأبحاث إلى أن تغير المناخ الذي يتسبّب فيه النشاط الإنساني -خاصة ارتفاع معدلات هطول الأمطار وذوبان الأنهار الجليدية-، يؤدي إلى تفاقم المخاطر تحت سطح الأرض، مثل الزلازل والانفجارات البركانية، ما يشير إلى دمار شديد وخسائر في الأرواح، ومكمن القلق هنا هو أن استمرار ذوبان الجليد الجليدي اليوم يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات مماثلة في أماكن أخرى.

ويتوقع عالم الجيوفيزياء بجامعة دورهام، مايلز ويلسون، رؤية المزيد من الزلازل في جميع أنحاء العالم مع زيادة عدد وحجم الأنشطة البشرية التي تؤثر على الأرض والمناخ، ومن غير المرجح أن يتوقف الإنسان عن الأنشطة المدمرة في أي وقت قريب، لكن ربما نكون مستعدين بشكل أفضل لتجنّب أسوأ الكوارث، بحسب قوله.

رابط المقال: https://www.noonpost.com/167227/