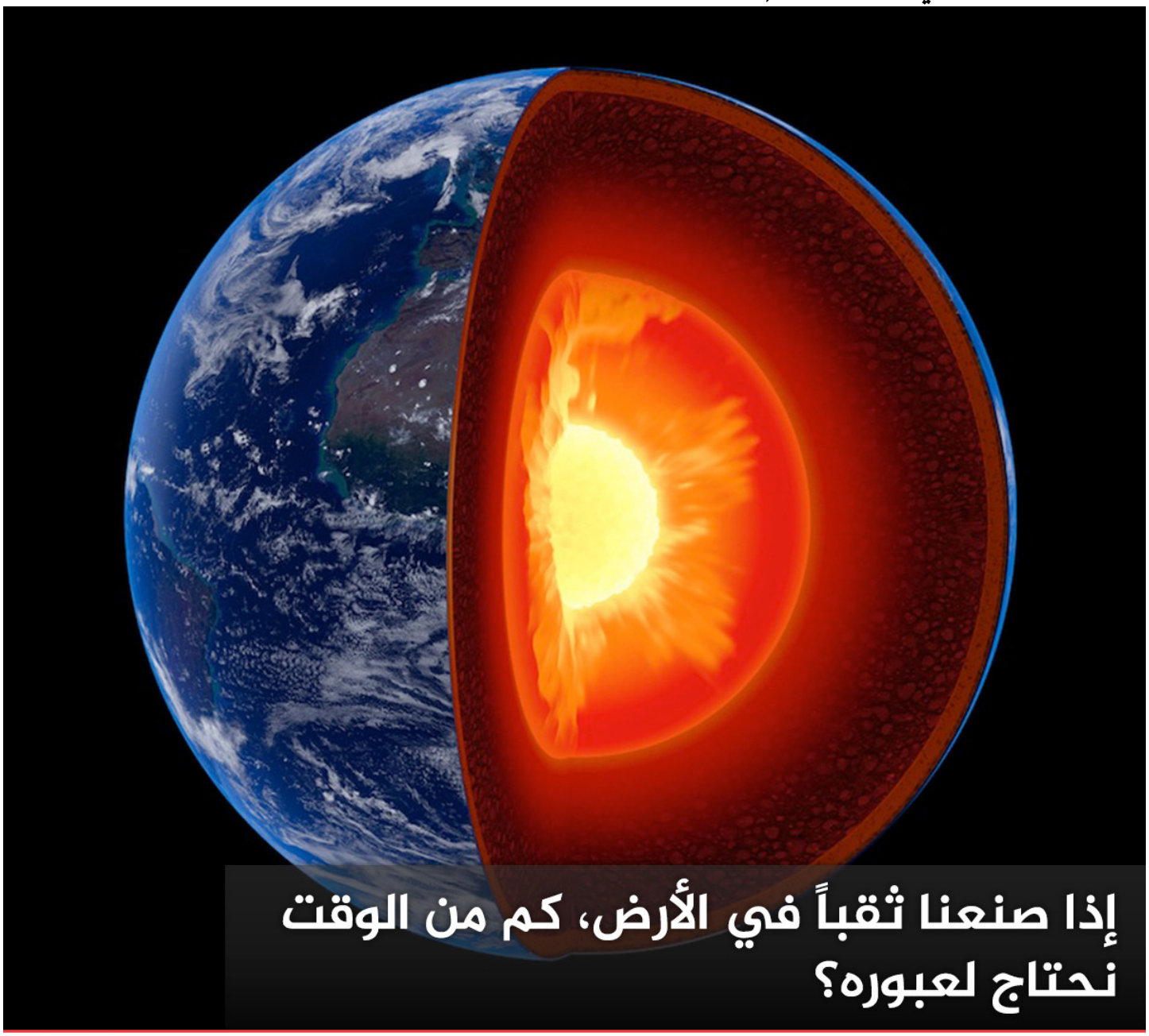
إذا صنعنا ثقباً في الأرض، كم من الوقت نحتاج لعبوره؟



كم هو الوقت اللازم للسقوط عبر ثقب في الأرض والوصول إلى الجانب الآخر من الكوكب؟
وفقاً لعلماء، فإنَّ ذلك الوقت أقصر مما اعتقدنا سابقاً.

غالباً ما يُقدم سيناريو النفق الثقالي (**gravity tunnel**) في الصفوف التقديمية لعلم الفيزياء، وهو عبارة عن نفق محفور بين جانبي الأرض ويمر عبر مركزها. الجواب الذي تعلّمه الجميع بالنسبة للزمن اللازم لعبور هذا النفق هو 42 دقيقة و12 ثانية.

يعتمد حل هذه المسألة على قوة السحب الثقالي للأرض، الذي يعتمد بدوره على كتلتها؛ فمع سقوط الشخص داخل الكوكب، سيكون

هناك مع مرور الوقت كتلة، أقل أسفل من يسقط، ولذلك تُعاني قوة الجاذبية من تناقص مع وصول المرء نحو مركز الأرض.

وبافتراض عدم وجود مقاومة للهواء، قد ترمي كمية حركة السقوط بالمرء على طول الطريق نحو سطح الجانب الآخر. وعلى أي شخص يود القيام بهذه التجربة، التأكد من الابتعاد عن الثقب في الطرف الآخر مباشرةً عند خروجه منه، وإلا يُمكن أن يسقط من جديد، ليتحرك إلى الأمام والخلف داخل هذا النفق الثقالي، بشكلٍ مشابه تماماً للوزن المتأرجح في نهاية رقّاص.

يقول عالم الفيزياء الكسندر كلوتز (**Alexander Klotz**)، من جامعة ماكجيل في مونتريال: "أعتقد أنه باستطاعتك تخيل الأمر بشكلٍ مشابه للمنزلقات المائية، التي تحتاج إلى 40 دقيقة لتصل إلى سرعة 8 كيلومتر في الثانية (17895 ميل في الساعة). وفي منتصف الطريق، تُغير الجاذبية من اتجاهها، وستتغير حركتك بشكل معاكس تماماً. ولذلك، عليك الهروب مباشرةً من النهاية الأخرى، أو أنك ستسقط من جديد على طول الطريق الذي جئت منه. وإذا كان المنزلق المائي مصنوعاً من الزجاج، سيكون الأمر مشابهاً لبحرٍ من الحمم البركانية السائلة".

مع ذلك، يُوجد على الأقل افتراض غير واقعي في هذا الحساب، الذي تمَّ إجراؤه عام 1966. فبصرف النظر، وحتى الآن، عن طريقة حفر الثقب الذي يصل طوله إلى 7918 ميل (12742 كيلومتراً) ـ الأمر المستحيل طبعاً ـ فإن مشكلة تمثّلت مع حل الدقائق الـ42 في أنه يفترض أن الكوكب متجانس الكثافة في كافة أرجائه كما الرخامة.

الآن، وباستخدام نموذج أكثر واقعية للأرض، وجد كلوتز أن تلك السقطة ستحتاج إلى 38 دقيقة و11 ثانية، أي أسرع بحوالي 4 دقائق من القيمة القديمة.

كلوتز بنى حساباته على البنية الداخلية للكوكب، القادمة من البيانات الزلزالية. ففي الوقت الذي تمتلك فيه قشرة الأرض كثافة تصل إلى حوالى 187 ليبرا في القدم المكعب (3 غرامات في السنتمتر المكعب)، لدى مركز الأرض كثافة تصل إلى 811 ليبرا في القدم المكعب (13 غراماً في السنتمتر المكعب).

كثافة الكوكب لا تؤدي إلى وجود طريقٍ مباشر مع سقوط الشخص وابتعاده عن نقطة الانطلاق ـ هناك زيادة حادة بنسبة 50 في المئة في كثافة حدود عباءة الكوكب، ويُوجد القلب الخارجي له على بعد 1800 ميلٍ (2900 كيلومتراً) أسفل السطح.

افترض الفيزيائي عدم وجود مقاومة للهواء في النفق الثقالي. ويقول: "برأيي، إذا كان لديك التكنولوجيا اللازمة لحفر مثل هذا النفق، سيكون بحوزتك التكنولوجيا اللازمة لإزالة الهواء". وبشكلٍ مفاجئ، وجد كلوتز أنه يحصل على جواب مطابق تقريباً، فيما لو افترض أن قوة السحب الثقالي للأرض متجانسة في كافة أرجاء الكوكب، ومساوية لقيمتها السطحية. وهذا الافتراض يعمل بشكلٍ صحيح، لأن جاذبية الأرض "تتغير بعامل يصل إلى 10 في المئة فقط مع ذهابك إلى أعماق أكبر ـ تبدأ في البداية أقوى، ومن ثمَّ تصير أضعف ـ وتصل إلى 3000 كيلومتر (1865 ميل)" وفقاً لكلوتز. ويتابع: "لذلك، إذا ما بدأت بالسقوط وزيادة سرعتك، فإنك ستصل بمرور الوقت إلى منطقة تكون فيها الجاذبية مختلفة بشكلٍ كبير عمّا هي عليه عند السطح، وستتحرك بسرعة كبيرة، إلى درجة أنك ستصرف وقتاً أقل في تلك المنطقة".

لا تتوقع قيام أي شخص باختبار هذه النتائج في نفق حقيقي داخل الأرض، في أي وقت قريب. يقول كلوتز: "حاول السوفييت حفر ثقب عميق بقدر ما يستطيعون؛ واستمروا بذلك منذ العام 1970 وحتى العام 1989"، ويضيف: "كل ما وصلوا إليه كان 12 كليومتراً (أي 7.5 ميلاً) وهي قيمة تصل إلى 0.1 في المئة من طول النفق الثقالي".

- التاريخ: 2015-04-23

- التصنيف: اسأل فلكي أو عالم فيزياء

#الجاذبية #جيولوجيا الأرض #نفق ثقالي

المصطلحات

- **الجاذبية (gravity)**: قوة جذب فيزيائي متبادلة بين جسمين.

المصادر

- موقع Live Science

المساهمون

- ترجمة
  - همام بيطار
- تحرير
  - فادي الداهوك
- تصميم
  - عمار الكنعان
- نشر
  - مازن قنجراوي