هل الأرض مسطحة أم كروية؟ بالطبع كروية وتدور



كاتب المقال: دونالد إي. سيمانك Donald E. Simanek

يصلني بين الحين والآخر رسالة إلكترونية من المؤمنين بفكرة الأرض المسطحة. نعم، ما زالوا موجودين. أحيانًا أحاول أن أكتشف كيف يؤمنون بذلك، وما الدليل الذي يدعم هذه الفكرة؟ إليكم بعض الأسئلة التي تصلني.

1. إن كانت الأرض مسطحة، ما هو شكلها؟ يفترض معظم المؤمنون بالأرض المسطحة أنها قرص دائري. لكن هل يمكن أن تكون مربعة، بأربع زوايا؟ أو لها شكلٌ آخر؟ ما هي التجربة التي يمكن أن نجريها لنتحقق من ذلك؟

2. كيف تعرف أن مركز الأرض التي على شكل قرص مسطح هو القطب الشمالي؟ لماذا ليس القطب الجنوبي؟ لماذا ليس مكانًا آخر؟ ما هو الدليل الذي يدعم ذلك؟ وكيف يمكن أن نجري تجربةً لنتحقق من ذلك؟

الأرض المسطحة بالقطب الجنوبي في مركزها. هل يمكن أن يكون موقع القارات هو نتيجةً لانجراف قاري شعاعي بسبب الآثار المترتبة على الطرد المركزي؟

3. هل القرص المسطح ثابت أو يدور حول مركزه مثل قرص الفونوغراف القديم؟ إن كان يدور هكذا فعلًا، فبأي اتجاه يدور؟ وكيف يمكننا أن نتحقق من ذلك؟

4. هل يمكن أن تتحرك الأرض المسطحة مثل عملة معدنية دوارة بزاوية صغيرة على طاولة، وتكون كل السماء بنجومها كرةً سماويةً حولنا؟ هل يزحف كلٌ من الشمس والقمر حول تلك الكرة بسرعاتٍ مختلفة؟ ما هو السطح المسطح الذي تدور عليه الأرض؟ ربما طاولة موضوعة على أرض مسطحة أكبر بكثير من الأولى والتي هي نفسها أيضًا تدور على طاولة أكبر، وهكذا إلى ما لانهاية؟ كيف يمكن أن نختبر صدق هذه الفكرة؟

5. ماذا يوجد على الجانب الآخر من قرص الأرض؟ حضارة أخرى، ربما؟ كم ثخانة ذلك القرص؟ هل يمكننا الحفر لنصل للجهة الأخرى؟ نحن نعلم أنه كلما حفرنا أعمق تزداد الحرارة، وهذا أمر مجرب في مناجم الألماس العميقة. لم ذلك؟ (أسمع البعض يقولون: "هذه هي الطريق للجحيم).

6. يقول المؤمنون بالأرض المسطحة أن الضوء ينحني بكمياتٍ كبيرةٍ وتتغير سرعته بكمياتٍ كبيرةٍ أيضًا، فيعطي وهم الشكل المدور للأرض. ما الذي يسبب الأثر ذاك للضوء؟ مؤيدو الأرض المسطحة يقولون أنّ ذلك يحصل، لكن لم ينتجوا أي نموذج رياضي يصفه أو يقدموا أي سبب له. لم يسبق لهم حتى أن اقترحوا مسببًا فيزيائيًا له، ويتهربون من فكرة الجاذبية أيضًا. وليعللوا نظريتهم عن انحناء موجات الضوء، عليهم أن يقترحوا قوةً أو تأثيرًا خرافيًا مماثلًا كمسبب ذلك الانحناء.

7. ما الذي يسبب المد والجزر في المحيطات؟ لماذا هي متزامنة مع موقع الشمس والقمر في السماء بشكلٍ كبير؟

8. ما الدور الذي تلعبه الجاذبية في هذه الصورة؟ معظم المؤمنون بالأرض المسطحة ينكرون وجود الجاذبية. يقولون: "الأشياء تقع لأنها ثقيلة، ولا حاجة للمزيد من التفسير". هل هذا سلوك علمي سليم؟ يريد العلماء معرفة كيفية عمل الأشياء، ولا يكتفون بعبارة: "هذا ما هي عليه".

9. يقول البعض أن القمر مسطحٌ أيضًا، ولذلك دائمًا نرى جانبًا واحدًا منه. لكن في الحقيقة هذا خاطئ، فنحن نرى أكثر من 50% من القمر باختلاف الوقت. هذا لن يحصل لو كان القمر مسطحًا. ظل الأرض على القمر أثناء الخسوف واضح أنه شكل جسم مدور ملقىً على جسمٍ مدورٍ آخرَ، وليس ظل جسم مسطح ملقى على جسم مسطح آخر. هذا الأمر يمكن أن يثبته أي شخص باستعمال مصباح وأجسام بيضاوية ومسطحة. إذًا، لو كان كل من الأرض والقمر مسطحين، كيف لهما أن ينتجا هذا الوهم؟

10. كل الأدلة القادمة من برامج الفضاء التابعة للعديد من البلدان، متفقة بدرجة كبيرة على نموذج كروية ودوران الأرض والنظرة المألوفة للنظام الشمسي. في الحقيقة، يمكننا استعمال الفيزياء التقليدية لتحديد مسارات المسابر الفضائية، وتكون النتائج مطابقة

للواقع ولا يلزمها إلا بعض تصحيحات المسار الثانوية، وذلك يعد دليلًا على صحة علم الرياضيات والفيزياء الخاص بنا.

استخدم هواة الفضاء والمتحمسون له الكثير من هذه البيانات، ويستطيعون بشكلٍ مستقلٍ عن أي مؤسسةٍ رسميةٍ تتبُّع مسارات الأقمار الصناعية باستخدام معداتهم الخاصة. هل هذا كله عبارة عن خدعة كبيرة؟ هل يمكنك تخيل العلماء السوفيتيين والصينيين والأوروبيين والأمريكيين يتآمرون للاتفاق على خدعة كبيرة؟ لماذا الدول التي لا تتفق مع بعضها في أي شيء آخر أن توافق على هذا؟ ماذا سيجني أي منهم؟

11. يقول المؤمنون بفكرة الأرض المجوفة **Hollow Earthers** (وهم أولئك الذين يقبلون فكرة الكون حسب المعتقد الكورشني **Koreshan Cosmology**) أن الأرض مجوفة وكل الكون موجود في قشرة الكرة الأرضية، أن مسارات الضوء تنحني بطريقةٍ توهمنا بكبر الكون المحيط بالأرض.

يجب أن يفترض أصحاب الأرض المسطحة أن انحناء الضوء هذا هو الذي سبب ظهورها بهذا الشكل. لكن النظامين غير متوافقين ويختلف كل منهما تمامًا عن الآخر، فكلاهما يتطلب ألا تكون سرعة الضوء ثابتة، بل تتغير بشكلٍ كبيرٍ حسب بُعد الضوء عن الأرض. أو ربما يعتمد كلٌ من الضوء والمسافات على مدى المسافة التي سافرها الضوء ومن أي اتجاه أتانا هنا. أو ربما كل هذا مجرد وهم. ربما نحن مجرد وهم ونحن نتخيل وجودنا فقط. كيف يمكننا التحقق من هذا الأمر؟ (المعتقد الكورشني هو معتقد ظهر في القرن الماضي يزعم أن الأرض مجوفة)

12. كيف لسفينةٍ أو طائرةٍ أن تسافر عبر القارة القطبية الجنوبية في وقتٍ أقل مما تحتاجه لتسافر من نيويورك لإنكلترا؟ إن المسافة، في خريطة الأرض المسطحة التي يتوسطها القطب الشمالي، أكبر بكثير عند القارة القطبية الجنوبية، حيث تدور حول قرص الأرض المسطحة.

13. حتى قبل نظام تحديد المواقع **GPS**، جرى مسح كل الكرة الأرضية على نطاق واسع باستخدام مشاهدات العبور الفلكي التلسكوبية وأكد ذلك حقيقة أن الأرض مدورة. لاحقًا، بدأ استخدام العبور الليزري، والآن لدينا نظام تحديد المواقع العالمي. كل هذه الأمور أكدت بشكلٍ مستمرٍ انحناء الأرض بهندسة إقليدية بسيطة. كيف يمكن أن تكون كلها خاطئة؟ أووو، فكرة انحناء مسار الضوء المزعجة تلك مجددًا؟

14. يؤكد المؤمنون البارزون بفكرة الأرض المسطحة، وهم صموئيل بيرلي روبوثام (1816–1885) وجون هامبدن (1819–1891) وجون ألكسندردوي (1847–1907) وويلبور جلين فوليفا (1870–1942) وصامويل شنتون (1903–1971) وتشارلز كينيث جوهانسون (1924–2001)، بأن الشمس تبعد عن الأرض 4800 كم فقط (3000 ميل فقط)، وقطرها 51 كم (32 ميلًا فقط).

كيف حُسبت هذه الأرقام؟ ما هي البيانات التجريبية التي استُخدمت وأي طرق رياضية (وافتراضات)؟ كيف تفسر التناقضات؟ هل هم يكذبون؟ أو يختلقون الأشياء من العدم ويكررونها دون أي تفكير؟ العقول الفضولية تريد أن تعرف.

15. بإيجاز، ما هي التجارب التي قام بها المؤمنون بالأرض المسطحة في القرن الماضي للتأكد والتحقق من فرضيتهم؟ تجربة القرن التاسع عشر في قناة بيدفورد القديمة فُسرت بشكل خاطئ، ووصلت تجربة كورشنية (أجراها بعض المؤمنين بالمعتقد الكورشني) مشابهة على قناة شيكاغو لتصريف المياه لاستنتاج مختلف، وهو أن سطح الأرض مقعر، وليس مسطحًا، وأيضًا أسيء تفسير تجربتهم. ببساطة، ليس هناك أي دليل قوي يدعم فكرة الأرض المسطحة أو فكرة الأرض المجوفة.

لكن في نفس الوقت، هناك فائضٌ من الأدلة المتوافقة مع بعضها من العديد من المصادر الأخرى، المقَدمة من علماء مستقلين لا تربطهم علاقةٌ ببعضهم، تؤكد كلها نموذج الأرض المدورة الدوارة.

يمكن لعب ألعاب رياضية للوي نموذج الأرض المدورة التقليدي لصالح نموذج الأرض المسطحة أو الأرض المجوفة، أو أي شكل هندسي بشع آخر. في الماضي، كان هناك اقتراح بأن الأرض شكلها كالعملة المعدنية. الأفكار بسيطة ـهي فقط تغيير في الإحداثيات ـ لكن الرياضيات معقدة بشكل شرس.

تتجاهل هذه النماذج الغريبة ومثيلاتها قوانين الفيزياء التي تطورت على مر عدة قرون لتصبح أداةً قويةً وموحدةً لفهم الطبيعة. أي من الأشكال الهندسية المشوهة هذه ستتطلب إعادة كتابة كل كتاب فيزياء وإعادة صياغة كل قانون في الفيزياء الكلاسيكية وهي قوانين عملت في العلم والهندسة بشكل مثالي لقرون من الزمن.

لن يجرب أي شخص عاقل تنفيذ مهمة مرعبة مثل هذه، ولا يوجد أي مؤمن بالأرض المسطحة لديه العلم الكافي بالرياضيات والفيزياء ليحاول أصلًا. ستتطلب المحاولة "فيزياء جديدة" لتعطينا نسخة مطابقة لنتائج الفيزياء القديمة، والقوانين المحولة الجديدة ستكون أكثر تعقيدًا للفهم والاستخدام. إذًا، ما هي ثمرة تمرين كبير مثل هذه؟

لن نتعلم شيئًا جديدًا، وستكون النتائج خرقاء بشكل أكبر لتُستخدم في الفيزياء والهندسة وكل المجالات التي تعتمد عليها. لم يعرف أي من المؤمنين بالأرض المسطحة الذين تقابلت معهم أي شيء حول هذه النماذج الرياضية، أو ملَك القدرة على فهمها. هذا عدا عن مستوى فهمهم للفيزياء.

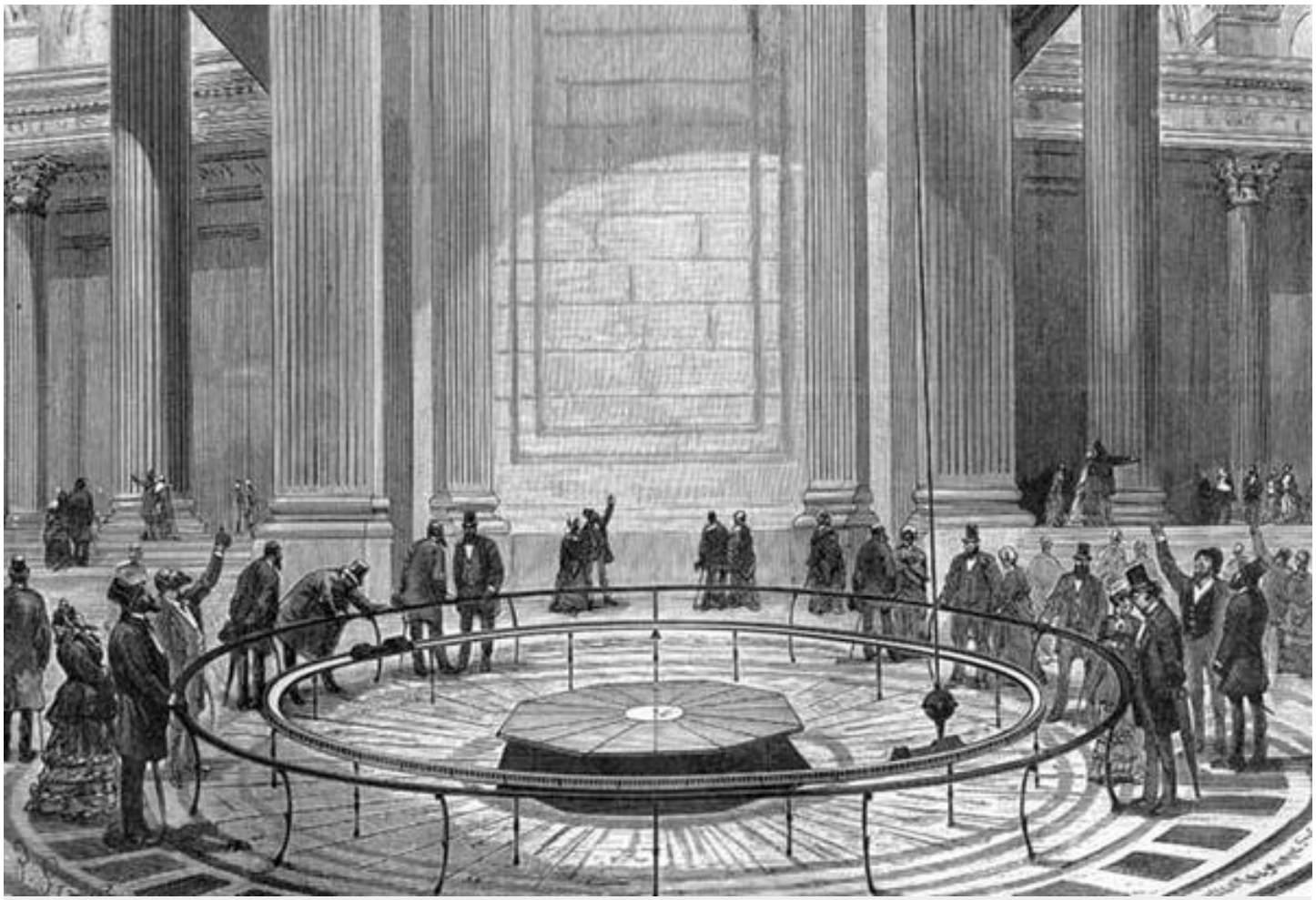
عادة، لم يسمع عامة المؤمنين بالأرض المسطحةِ أفضلَ الحجج التي تدعم الأرض المدورة والدوارة، لأن المروجين للأرض المسطحة يتجاهلونها دائمًا. أشرت في الأسفل بنجمةٍ للتجارب التي لا تعتمد بتاتًا على الافتراضات حول سرعة أو مسار أشعة الضوء.

مسألة الدوران

عادةً، يقول الناس الذين يتقبلون فكرة الأرض غير المتحركة: "لا يمكنني تصديق أنني على كرة أرضية دوّارة عبر الفضاء. يقول الفلكيون إنني أمضي بسرعة هائلة تبلغ ألف ميل في الساعة حول محور الأرض، في الوقت الذي تنطلق فيه بسرعة 70.000 متر في الساعة في مدارٍ حول الشمس والشمس تتحرك حول المجرة بسرعة 450.000 متر في الساعة، ويُزعم أن المجرة تذهب إلى مكانٍ ما أسرع مما قد يتخيل أي شخص. لا أشعر بأي حركة كهذه ولهذا لا يمكنني التصديق بها". ذلك ما يقولونه.

إذا كنت على عبّارة أو سفينة سياحية وتبحر في يوم جميل جدًا، قد تكون تحت سطح السفينة والنوافذ مغطاة وقد لا تشعر بأي حركة للسفينة. ما من تجربةٍ تستطيع إجراءها بالأدوات المتاحة يمكنها كشف أنك كنت تتحرك. ربما قد تشعر باهتزاز المحركات، ولكنك لن تكون قادرًا على معرفة الاتجاه الذي كانت تتحرك به السفينة، أو مدى سرعتها، أو إذا كانت تتحرك أساسًا.

ولكن يعترض أحدهم. ربما لا يمكنك كشف حركة الخط المستقيم، ولكن ماذا عن الحركة الدورانية؟ بالتأكيد يمكنك أن تعرف أنك تدور حتى لو كنت معصوب العينين. أجل، قطعًا يمكنك، ومن الممكن ـبتعبير آخرـ كشفُ دوران الأرض حتى لو كنت في غرفةٍ مغلقةٍ ولا يمكنك رصد حركة النجوم الظاهرية. إذا كنت على سطح تلك السفينة وكانت تبحر على مسار دائري، يمكنك أن تشعر بدورانها حتى لو كنت تحت سطح السفينة في غرفة بلا نوافذ.



بندول فوكو Foucault pendulum في بانثيون في باريس، 1851. الطول 220 قدمًا، الوزن 62 باوندًا.

بندول فوكو The Foucault Pendulum

هناك الكثير من الإثباتات على دوران الأرض، أكثرها شيوعًا هو بندول فوكو نسبةً إلى ليون فوكو 1819–1868 **Léon Foucault**. وهو بندول يتأرجح ببطء على سلك طويل جدًا معلق على دعامة ثابتة. عندما تدور الأرض أسفل البندول، فإن مستوي التأرجح بالنسبة للغرفة الموجود داخلها يتحرك بحركة بدارية (تدور حول محور متغاير) بمعدل ثابت، ويلاحَظ هذا بسهولة.

لدى متاحف العلوم في أنحاء العالم بندول كهذه، وأيضًا بعض مباني الفيزياء الجامعية. ولكل بندولٍ معدلُ مبادرة (حركة بدارية) مختلف **different precession rate**، ولا تؤكد البيانات فقط على دوران الأرض، بل على كونها كروية أيضاً. (الحركة البدارية **precession movement**: هي حركة دورانية حول محور متغاير، وهي ذات الحركة التي تدور بها الأرض حول محور متغاير)

الجيروسكوب Gyroscope

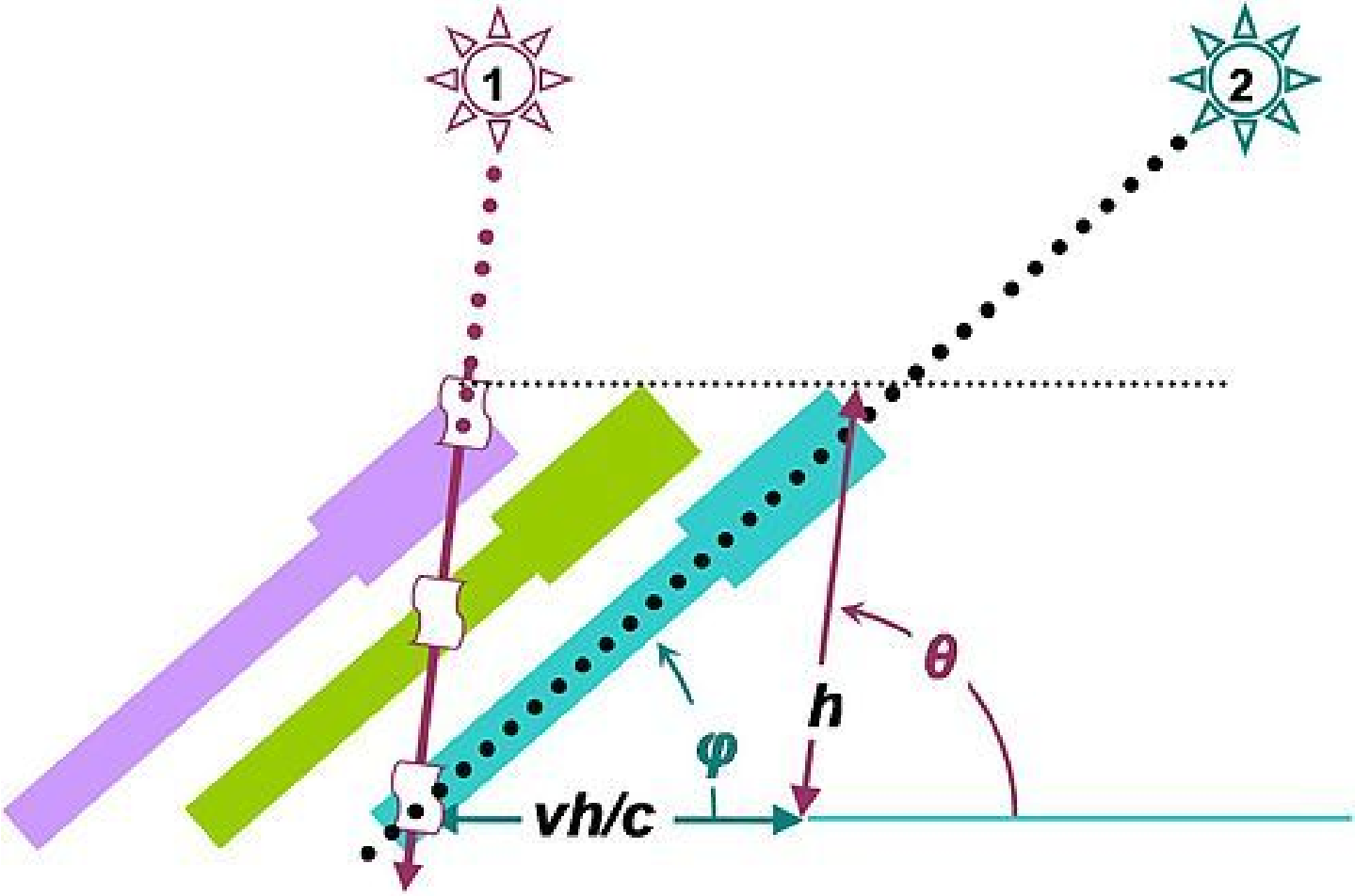
إن عجلة دوارة مركّبة بطريقة تسمح لها بالانعطاف بحرية إلى أي اتجاه بالنسبة للأرض، ستحافظ على دورانها حول محور ثابت طالما تدور الأرض أسفلها. إن تصرفه كتابع للعرض الجغرافي هو دليل واضح أن الأرض كروية وتدور. يمكنه أيضًا إخبارنا بمدّة دوران الأرض حتى لو كان في غرفة مغلقة.

الانحراف النجمي Stellar aberration

إن حركة الأرض النسبية مع النجوم قابلةٌ للقياس، برهن هذا جيمس برادلي (**James Bradley**1693–1762) حيث أعلن نتائجه في 1728. تدور الأرض حول محورها وحول الشمس، ويملك الضوء القادم من النجوم إلى تلسكوب ما سرعةً محدودة. لذا، من الوقت الذي يدخل فيه العدسة الجسمية للتلسكوب إلى الوقت الذي يصل فيه إلى العدسة العينية، يكون التلسكوب قد انتقل بسبب حركة الأرض.

لذا يجب أن يُوجَّه التلسكوب إلى الأمام قليلًا (باتجاه حركته) ليعاوض عن ذلك. إن قياس زاوية الميل هذه يثبت ما كان معلومًا مسبقًا عن حركة الأرض ويعتمد هذا التأثير على خطوط العرض الجغرافي، ولذلك يقدم أيضًا دليلًا على كروية الأرض.

يحاول بعض دعاة الأرض المسطحة تفسير هذا بكونه تأثير الانكسار الجوي، ويتجاوزون بسلاسة حقيقة أن انكسارًا كهذا يجب أن ينحرف تبعًا للاتجاه من الشرق إلى الغرب، وليس لديهم أي تفسير لماذا هو كذلك.



عندما ينتشر الضوء ضمن التلسكوب، يتحرك التلسكوب مما يستوجب إمالته. إن الزاوية الظاهرية للنجم (رمززز) تختلف عن زاويته الحقيقية (رمززز). مصدر الصورة Wikipedia

تأثير سانياك The Sagnac effect

يرسل مقياس تداخل سانياك شعاعين ضوئيين حول ممر مغلق باتجاهين متعاكسين. ثم يعبر الشعاعان عبر مرآة مطلية جزئيًا بالفضة ويندمجان من جديد، ليشكلّا نمط تداخل. يُكشَف دوران الجهاز بأكمله بتحول (أو تغير) نمط التداخل للشعاعين. هذا الأثر هو أساس الجيروسكوبات الليزرية المستعملة الآن عادة لتحل مكان الجيروسكوبات الميكانيكية، وهي تكشف أيضًا شكل الأرض والدوران. يعمل كل من مقياس تداخل سانياك والجيروسكوب الميكانيكي بمبادئ مختلفة كليًا، لكن كليهما يكشفان دوران الأرض ويعطيان النتائج نفسها بخصوص سرعة دورانها.

مخطط لمقياس تداخل سانياك. حقوق الصورة: wikipedia مرآة نصف مطلية بالفضة، مصدر ضوء، كاشف

الشاقول Plumb bobs

إن أي كتلة معلقة على سلك طويل تميل عن العمود الحقيقي بزاوية طفيفة، دائمًا نحو خط الاستواء. وتكون زاوية الميلان هي الأقل (صفر) عند خط الاستواء وفي القطبين، وتكون الأعظم عند خط عرض 45°، ويبرهن اختلافُها تبعًا للعرض الجغرافي شيئين، الأول هو كرويةُ الأرض والثاني هو حقيقةُ أنّ الأرضَ تدور حول محورها القطبي.

هذا تأثيرٌ نابذ **centrifugal effect** (ناتج عن القوة النابذة نتيجة الدوران) وهو تأثير مفهومٌ جيدًا ويمكن إثباته بسهولة في المختبرات على أنظمة دوران من أنماط أخرى. يُجري طلاب الفيزياء الجامعيون تجارب مع أنظمة كهذه في مختبرات السنة الأولى، حيث يقيسون ويثبتون قوانين الفيزياء وراء هذا الجزء الصغير من علم الفيزياء.* (تشير النجمة إلى التجارب التي لا تعتمد بتاتًا على الافتراضات حول سرعة أو مسار أشعة الضوء.)

الأعاصير الجوية cyclones والأعاصير العكسية anticyclones

تثبت الأعاصير والأعاصير العكسيةُ دورانَ الأرض وجهةَ ذلك الدوران، وهذه أمثلة عن تأثيرات كوريوليس **Coriolis effects**، فحقيقة أن لها اتجاهَي دوران متعاكسين في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي هي دليل على عدم التناظر بالنسبة لخط الاستواء. لن تكون الحالة هكذا حتى على أرضٍ بشكل قرص مسطح دوّار. ولتياراتِ المحيطِ النوعُ نفسه من التناظر، وإن كانت تعتمد على عدة مؤثرات، بما فيها الرياح وكثافة الماء وتأثير كوريوليس، كما تؤيد أيضًا حقيقة دوران الأرض، ولكن تفسير الإثبات معقد.*

أنبوب كومبتون The Compton tube

جهاز أنبوب كومبتون.

ابتكر الفيزيائي أرثر هولي كومبتون (1892–1962) **Arthur Holly Compton** طريقة منظمة لإظهار دوران الأرض عام 1913، ويطلق عليها "أنبوب كومبتون". نادرًا ما يُذكر أنبوب كومبتون في المراجع، وهو عبارة عن حيد دائري زجاجي كبير بقطر متر واحد ومملوء بسائل يحوي أجزاء صغيرة معلّقة ضمنه. ويوضع بمحاذاة مستوي شرق–غرب ويُترَك ليستقر يوماً أو أكثر ثم يُدَوّر بمقدار 180 درجة

حول قطره.

تُراقب الأجزاء المعلّقة بواسطة مجهر، حيث تدور لثوانٍ قليلة نسبةً للأنبوب، وتخمد الحركة خلال 20 ثانيةً تقريبًا. تحدث هذه الحركة لأن السائل والأجزاء تدور بدايةً مع الأنبوب حول محور الأرض. وبعد قلب الأنبوب، أصبح السائل والأجزاء يدورون الآن في الاتجاه المعاكس داخله، ويمكن ملاحظة سرعتهم بالمجهر. لا يحدّد الجهاز اتجاه الشمال فقط، ولكن يُظهر أيضًا في أي اتجاه تدور الأرض. يمكنكم مشاهدة فيديو عن أنبوب كومبتون. اقترح كومبتون استخدام هذا الأنبوب كوسيلة عملية وغير مكلفة للبرهنة على دوران الأرض في المختبرات المدرسية.*

القذائف طويلة المدى والصواريخ غير الموجهة

يجب أن تُطلق القذائف طويلة المدى والصواريخ غير الموجهة بزاوية واتجاه محسوبَين إذا أُريد لها ضرب أهدافها. يتطلب ذلك أخذَ دورانِ الأرض بعين الاعتبار في الحسابات، إضافة إلى حقيقة انحناء سطح الأرض.

خلال اشتباك بحري في الحرب العالمية الأولى قرب جزر فوكلاند **Falkland**، ارتبك المدفعيّون البريطانيون لأن مدافعهم المصوبة بدقةٍ كانت تسقط يسار السفن الألمانية، ررغم أن مدافعهم صُحح مسارها لأجل تأثير كوريوليس ولكن لنصف الكرة الشمالي، لكن جزر فوكلاند تقع في نصف الكرة الجنوبي. لذا فشلت المدافع في التقدير الصحيح لدوران الأرض. من يقول إنها ليست بقضية إذا كنت تقبل دوران الأرض؟

إطلاق الأقمار الصناعية الأرضية

إن إطلاق الأقمار الصناعية ضمن مدارها يستفيد من مزيّة دوران الأرض. فباستثناء الأقمار الصناعية المراد إطلاقها إلى مدارات قطبية، فإنها تُطلق متجهةً شرقًا مما يؤدي لاستهلاك أقل كمية من الوقود. إذا أُطلِقت غربًا فستحتاج إلى كسب سرعةٍ كسرعة الأرض (بالاتجاه الخاطئ) مع سرعة إضافية للوصول إلى السرعة المدارية، يجب أن تصل الأقمار الصناعية في مدارٍ منخفض إلى سرعات تقارب 17.500 متر في الساعة. لصاروخ الإطلاق على المنصة سرعةٌ باتجاه الشرق مسبقًا بحكم دوران الأرض. إذ تكسب الإطلاقات قرب خط الاستواء 1.000 متر في الساعة من دوران الأرض.

تأثير دوبلر The Doppler effect

هو تبدلٌ في تواتر الضوء (أو أي إشعاع كهرومغناطيسي) نظرًا لسرعة المصدر والمستقبِل النسبية، فإذا كانا يتحركان باتجاه بعضهما يزداد التواتر، وإذا كانا يتحركان مبتعدَين عن بعضهما ينقص التواتر. لدينا حاليًا أقمار صناعية تدور حول الأرض يمكنها تصوير الأرض بواسطة رادار دوبلر، بهدف أساسي هو جمع البيانات الجوية، وتؤكد هذه البيانات: (أ) شكل الأرض المدوّر (ب) ودورانها.

حتى أننا نضع عاكس ضوء مكعب الزاوية على القمر، يسمح لنا بإرسال شعاعٍ من ضوء الليزر إلى القمر فينعكس مباشرةً عائدًا إلى محطة الأرض التي انبعث منها، يمكن لهذه العملية قياس المسافة إلى القمر بدقة كونها تتغير تبعاً لمداره اللامركزي، ويمكنها حتى قياس التغير في المسافة المسبب بدوران الأرض النسبي مع القمر، مثبتًا شكل الأرض الدائري. وبشكل مشابه، يمكن تأكيد شكل الأرض الكروي ودورانها بواسطة أجهزة تحديد المواقع العالمية (**GPS**).

الأجسام الساقطة

ينحرف حجرٌ متكورٌ يسقط في قناة منجم عمودية عميقة نحو الشرق قليلاً. هذا لأن سرعته عند سطح الأرض أكبر من سرعة الأرض عند أسفل القناة التي تكون أقرب إلى مركز الأرض. هذا صحيح في كل من نصفي الكرة الأرضية، ولكن مقدار الانحراف يتعلق بالعرض الجغرافي، فهو الأكبر عند خط الاستواء ويصل إلى الصفر عند القطبين. كما يحدث الانحراف أيضًا لحجر متروك من أعلى برج، وهذا التأثير هو أيضًا دليل واضح على كروية الأرض.

في الحقيقة، لهذه التجربة قصةٌ طويلة، فقد أنكر بعض الفلاسفة القدماء دوران الأرض، وجادلوا بأنها لو كانت تدور، فالحجر الذي يسقط من سارية سفينة لن يسقط إلى نقطةٍ من سطح السفينة تمامًا أسفلها، ولكنه يجب أن يسقط وراء السارية. من جهة أخرى أثبتت التجربة، كما ناقش غاليليو **Galileo**، أن الحجر في قمة السارية كان يتحرك بدايةً تمامًا بسرعة سطح السفينة أسفله وحافظ على تلك السرعة أثناء سقوطه. لذا استخلص أنه حتى على اليابسة، إذا كانت الأرض تتحرك، فالحجر الذي يُترك من برج عال يسقط إلى نقطةٍ أسفله مباشرة. لذا قال أن دوران الأرض لا يؤثر على حركة الأجسام على الأرض.

ولكن هناك المزيد في هذه القصة، فغاليليو لم يأخذ بعين الاعتبار حقيقة أنه على أرض مدورة تدور، تتحرك قمة برجٍ عالٍ فعليًا أسرع من الأرض عند أساس البرج، لكونها أبعد عن مركز الأرض. إذًا الحجر في القمة يتحرك أسرع من الأرض تحته، ويصون سرعته كل الطريق إلى الأسفل، لذا يتقدم في الأرض ويسقط شرق النقطة التي تقع أسفله تمامًا، على عكس توقع دعاة الأرض المسطحة.

لكن التأثير صغيرٌ جدًا لأن الفرق في السرعة بين القمة والأساس صغير جدًا، ولكنه قابل للقياس بأدوات دقيقة. توقع دعاة الأرض المسطحة أن الكرة ستسقط خلف السارية إذا كانت الأرض تدور ولكنها في الواقع تسقط أمام السارية، فتجربة دعاة الأرض المسطحة هي في الحقيقة إثبات آخر على أرض مدورة وتدور.

الساعات الذرية Atomic clocks

تعتمد معايير الطول والزمن الآن على الإشعاعات الميكروية من انتقالات مستويات الطاقة الذرية، وقد استُخدم عنصر السيزيوم-133 لهذا الغرض لعدة عقود. والآن، تقدم ذرات السترونتيوم زيادة ثلاثية في الدقة في قياسات كهذه. تتنبأ نظرية أينشتاين في النسبية الخاصة **Special relativity theory** أن الساعات تواجه تأخيرًا في الوقت أثناء تحركها، وقد أُكِّد هذا قطعيًا بالتجربة. ويمكننا الآن حتى مقارنة الفرق في السرعة بين ساعات موصولة بشبكة متوضعة في أماكن مختلفة على الأرض.

في 2017، قام باكوم ديفا **Pacóme deva** من مرصد باريس وزملاؤه بذلك مستخدمين روابط من الألياف البصرية بين لندن وباريس، وأخرى بين باريس وبرونشويغ في ألمانيا. في حين نُقل في الإعلام أن هذا اختبارٌ للنسبية الخاصة، إلا أنه يفيد أيضًا كقياس لدوران الأرض المحوري وكرويتها، بما أن المدن التي تمت مقارنتها تقع عند مسافات مختلفة من محور الأرض نتيجة اختلاف ارتفاعها، وبالتالي لها سرعات مختلفة تبعًا لتلك الحقيقة. (مجلة **New Scientist**، 25 آذار/مارس 2017، ص 11).

الأرض الكروية

علم الفلاسفة اليونانيون القدامى أن الأرض كانت كروية، واستندوا في هذا الاستنتاج على أدلة دامغة، يمكن ملاحظتها من قبل أي شخص حتى بدون الحاجة للتلسكوبات. ظل الأرض على سطح القمر خلال خسوف القمر يُظهر من خلال تدرج تغير شكل الحواف أن كلًا من الأرض والقمر كرويان. هذا التدرج في الشكل هو نفسه في أي وقت من اليوم أو أي يوم من السنة يحدث فيه الخسوف. وهذا التدرج لن يحدث بالنسبة لظل قرص مسطح.

سماء الليل

موقع الشمس في الإسكندرية وسيين (أسوان). في الوقت ذاته من النهار

كانت الحضارات القديمة مدركة تماماً لسماء الليل المليئة بالنجوم، ذات الأنماط والأشكال الثابتة للنجوم، مما أدى لإعطاء هذه الأنماط أسماء معينة وهي أسماء الكوكبات **constellations**. كانت هذه الأنماط ثابتة إلى حد موثوق وذات شكل غير متغير، وقد عرف ملاحو البحر هذه الاشكال النجمية جيداً واستخدموها لتحديد خطوط العرض في البحر. فعندما يسافرون جنوباً، يتناقص مطلع نجوم الشمال. وكوكبات السماء الجنوبية التي كانت غير مرئية سابقاً، أصبحت فوق الأفق، فإما أن تكون قبة السماء قد انتقلت بكاملها باتجاه الشمال أثناء إبحارهم جنوباً، أو أنهم كانوا يبحرون فوق أرض مدورة.

عرف اليونانيون القدماء أيضًا حجم الأرض الكروية. حسب إيراتوستينيس **Eratosthenes** من مدينة سيين المصرية ـالمعروفة الآن باسم أسوانـ (194–276 قبل الميلاد) حجم الأرض من خلال علم المثلثات الهندسي، وذلك باستخدام خط أساس للقياس من الإسكندرية إلى سيين. لم تكن بيانات خط الأساس دقيقة جدًا، ولكن أسلوبه كان سليمًا وكانت نتائجه في حدود 1٪ من القيمة الحديثة. وفي بعض الأحيان، يكرر طلبة الفيزياء في المدارس الثانوية هذه التجربة، وذلك باستخدام خطوط الأساس التي تغطي العديد من الولايات الأمريكية.

جعل الإنترنت الاتصال الفوري القريب ممكنًا في أي مكان على وجه الأرض. ويمكن لمجموعة من الناس في مختلف البلدان أن تقوم بهذه التجربة. وسوف يلاحظون، في وقت متفق عليه مسبقًا، طول ظل عمود متعامد تمامًا مع سطح الأرض. وستسمح البيانات ـ بالإضافة الى الإحداثيات الجيوفيزيائيةـ بتكرار تجربة إيراتوستينيس لقياس حجم الأرض الكروية.

علم الزلازل seismology

إن توقيت وقوة الموجات الزلزالية يعطياننا تصوراً للمكونات الداخلية للأرض.

أيضا يعطي علم الزلازل المزيد من الأدلة، حيث تنتشر موجات الزلازل عبر جسم الأرض. ويسمح لنا اتجاه ووقت وصول هذه الاضطرابات في محطات المراقبة السطحية بتحديد موقع مركز الزلزال (بؤرة الزلزال)، ومعرفة تكوين الأرض الداخلية نفسها، وكيف تكسر القشرة الداخلية موجات الزلازل. كل هذا يدعم باستمرار كروية الأرض وقشرتها الداخلية. لم يقم أحد ممن يؤمنون بالأرض المسطحة في أي وقت مضى بجمع مثل هذه المجموعة الضخمة من البيانات لنموذج أرض مسطحة.

الانتفاخ أو التفلطح الاستوائي The equatorial bulge

إن التفلطح أو الانتفاخ الاستوائي هو نتيجة لدوران الأرض الذي يحول شكل الأرض إلى إهليلجي طفيف مفلطح نتيجة الدوران. وأعطى إسحاق نيوتن (1642–1726) دليلًا رياضيًا على تأثير الدوران هذا في كتابه: الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية (1687) **principia**، ووضح أن الجسم المرن ذاتي الجاذبية ذو الشكل الكروي والذي يدور، سيزيد نصف قطره عند خط الاستواء وينقص نصف قطره عند القطبين. وهذا التأثير صغير جدًا، ولكن يمكن قياسه من خلال تقنيات المسح الدقيقة جنبًا إلى جنب مع قياسات مواقع النجوم في

خطوط العرض المختلفة. وتحدد هذه القياسات، إلى جانب الهندسة الإقليدية، التباين في طول درجة واحدة من خط العرض كتابع لخط العرض.

وخلال القرنين السابع عشر والثامن عشر، أُرسلت البعثات العلمية إلى بلدان الشمال لقياس التسطح القطبي **polar flattening**، وقد جرى تأكيد هذا التأثير. وفي وقتنا الحالي، تؤكد أنظمة جي بي إس (**GPS**) ذلك في كل من نصفي الكرة الأرضية، كما تؤكد على حقيقة أنها متناظرة حول خط الاستواء، وهذا لا يؤكد فقط حقيقة أن الأرض كروية وأنها تدور حول محورها المار بالقطبين، ولكن أيضًا يؤكد صحة قانون الجاذبية نيوتن.*

الجاذبية Gravity

حجة أخرى سُمعت ممن يؤمنون بالأرض المسطحة وهي: "إذا كانت الأرض حقًا تدور بسرعة 1000 ميل في الساعة، فمؤكد أن كل شيء عليها سوف يطير إلى الفضاء كما يطير الطين من عجلة عربة تدور."

ولكن هذا الاستنتاج يتجاهل القوة الناتجة عن جاذبية الأرض، التي لا تبقينا فقط على سطح الأرض، ولكن أيضًا تجعل الأرض متماسكة. وإلا فإن الأرض لم تكن لتتشكل في المقام الأول.

حتى في عصر نيوتن، فإن النقّاد نفوا مفهوم الجاذبية معتبرين أنها "قوة غامضة"، لأنهم لم يتمكنوا من فهم فكرة أن الأجسام يمكن أن تمارس قوةً على الأجسام الأخرى دون لمسها، وبدون وجود أي شيء مادي بينها. وعادةً ما يرفض المؤمنون بالأرض المسطحة قوة الجاذبية وينفون وجودها، إذ يقولون: "تسقط الأجسام لأنها ثقيلة، هل نحتاج لمعرفة المزيد؟"، لكن العلماء يريدون معرفة المزيد.

- أظهر إسحاق نيوتن (1642–1726) أن معكوس قانونه التربيعي لقوة الجاذبية يوضح سبب بقاء القمر في مداره وكيفية دوران الكواكب حول الشمس.

- إنّ عمليات رصد حركة الكواكب تتفق تمامًا بدقةٍ كبيرةٍ جدًا مع القوى الثقالية **gravitational forces** المشتركة لهما (صيغة نيوتن)، ومع الثبات في سرعة الضوء، ومع الهندسة الإقليدية.

- أثبت هنري كافنديش (1731–1810) **Henry Cavendish** أن وجود الجاذبية يمكن ملاحظته حتى بين الأجسام الموجودة في المختبر. حيث قام بقياس ذلك باستخدام اثنين من كرات الرصاص معلقتين ببندولين معقوفين شديدي الحساسية، مما يؤكد معكوس القانون التربيعي للجاذبية داخل حدود غرفة المختبر. واليوم، يقوم طلاب المدارس الثانوية بتكرار هذه التجربة، لقياس قوة الجاذبية بين دلوين من الرمال، أو كتلتين من الإسمنت، معلقتين بواسطة شريط لاصق قوي.

- تُظهر الأقمار الاصطناعية التي تدور حول الأرض صحة قانون الجاذبية لنيوتن. وعلى ارتفاع 200 ميل، فإن قوة الجاذبية تكون أقل بحوالي 10٪ منها على سطح الأرض. كما تتفق فترات دوران الأقمار الصناعية في مداراتها مع قوانين نيوتن في الجاذبية.

انحناء مسار الضوء

يرفض المؤمنون بالأرض المسطحة فكرة الجاذبية. ولكن من أجل تحديد المسؤول عن الحركة "الظاهرية" للشمس والقمر والنجوم، يجب عليهم أن يستدعوا فرضية جدلية، وهي أن الضوء يحني مساره ويغير سرعته بطريقة معقدة جدًا، حتى أنهم لم يستطيعوا أن يعبروا عنه

بحسابات رياضية وفيزيائية تفصيلية، أي لم يجد المؤمنون بالأرض المسطحة تفسيراً لسبب حدوث هذا التأثير الغامض بالنسبة لهم.

يجب أن يفترضوا بعض الأسباب الغامضة المسببة للتشوه الشديد للمسافات من القطب الشمالي إلى الجنوبي. أما تبريرهم لهذه التشوهات هو "لأنها هكذا ببساطة".

كما أن منكري الجاذبية أطلقوا على جاذبية نيوتن اسم "القوة الغامضة"، ومن الواضح أن ذلك معيار مزدوج، لأن أي شيء سيسبب انحراف مسار الضوء هو أيضًا "قوة غامضة" بالنسبة لهم.

يوجد تأثير لانعكاس مسار الضوء يؤيد كروية الأرض أمام فكرة الأرض المسطحة. الغلاف الجوي للكرة الأرضية منحني، وبالتالي يسبب انكسار الضوء بشكل مفهوم تمامًا بفضل التجارب المخبرية. وهو ما يساعدنا نوعًا ما على رؤية انحناء الأرض. ينشأ ذلك التأثير عن تناقص كثافة الغلاف الجوي بالارتفاع، حيث يشوه شكل شروق وغروب الشمس والقمر (يسبب ظهورهما مسطحين)، ويمكن رؤية هذا التأثير بسهولة من قبل أي شخص.

أضف إلى أنه أيضًا سيسبب شروقًا أبكر للشمس، وغروبها بعد المتوقع لو لم يكن هناك غلاف جوي، ويسمح لنا برؤية النجوم وغيرها من الأجرام السماوية التي ستكون فوق الأفق في الحالة الأخرى. لهذا السبب، يستطيع الإنسان في القطبين الشمالي والجنوبي رؤية الشمس وهي تتحرك بشكل كامل حول السماء قرب الانقلاب الصيفي، مع بقائها فوق الأفق طوال حركتها. وهذا هو السبب الذي يجعلنا في حالة خسوف القمر الكامل نستطيع رؤية الشمس والقمر سويةً فوق الأفق.

يجب على علماء الفلك حتى المبتدئين منهم، أن ينتبهوا لهذا التأثير عند مراقبة النجوم قرب الأفق. هذا ليس تأثيرًا غامضًا بل يسببه الانكسار عبر الغلاف الجوي، وقوانينه الفيزيائية مفهومة جيدًا، وهو مختلف تمامًا عن النوع من انعكاس الضوء الشديد الذي يجب على المؤمنين بفكرة الأرض المسطحة أن يفترضوه لدعم شكل الأرض الذي يدعونه. هذا الانكسار الجوي دائمٌ وسيبقى كذلك، وهو ليس بالظاهرة المحلية والمؤقتة التي تسبب السراب بسبب انقلاب درجات الحرارة قرب الأرض.

مسألة الأفق

تمثل تأثيرات الحرارة على الهواء قرب الأرض مسألة أخرى، لكنها مهمة لأن المؤمنين بالأرض المسطحة غالباً ما يتحدون علم الجيوديسيا أو علم المساحة التطبيقية (علم شكل الأرض مساحتها) التقليدية **geodesy** عبر ذكرهم لحقيقة أنه أحياناً وفي ظل ظروف معينة، يمكن للمرء أن يرى فوق سطح المحيط لمسافة أبعد مما تتنبأ به هندسة فيثاغورس، حيث يهملون أن يذكروا الحالات التي لا يستطيع فيها الشخص ـ حتى في يوم صحو ـ أن يرى أبعد مما تتنبأ به الهندسة البسيطة، وتدعى هذه الحالة بانتقاء المعلومات وهي قبول المعلومات التي توافق فرضياتك وتجاهل الأخرى التي لا توافقها.

أما بالنسبة لهذه الظاهرة في الحالتين، فتفسيرها هو بمنسوب (مدى أو فروقات) درجة حرارة الهواء قرب سطح المحيط، أي فيما إذا كانت درجة الحرارة تزداد بالارتفاع أو تتناقص بالارتفاع، وتفسير ذلك صعب، فكي تتنبأ بما ستراه تحتاج لمعرفة تغيرات درجة الحرارة على امتداد خط الرؤية كاملاً، وحسب معرفتي، لم يتم الحصول يوماً على تلك المعلومات المفصلة.

وعلى مر التاريخ، استُخدِمت عمليات الرصد تلك من قبل كلا الطرفين (أصحاب فكرة الأرض المسطحة والأرض الكروية)، فمن يتقبل الأرض الكروية اقتبسوا فكرة أن السفن التي تبحر نحو الأفق تُشاهَد وهي تختفي تدريجياً بدءاً من بدن السفينة وانتهاء بقمة الصارية. وتلك هي الحالة المعتادة عندما لا يكون هنالك فروقات في درجة الحرارة على طول خط الرؤية.

لكن عندما تكون الظروف مناسبة، فإن السفينة التي يفترض أن تكون قد اختفت خلف الأفق، تبدو في الحقيقة وكأنها ترتفع فوق الماء أو حتى قد ترتفع للأعلى وتبدو مقلوبة، وتدعى هاتان الظاهرتان غالباً بالسراب **mirage** ويمكن أن نرى السراب أيضاً على اليابسة. إلا أن المؤمنين بفكرة الأرض المسطحة يتجاهلون هاتين الحالتين، بل يناقشون الحالتين اللتين تتوافق فيهما الظروف مع فرضياتهم والنتائج التي يريدونها.

ثم هنالك ظاهرة أخرى مثيرة للاهتمام وليست معروفة جيداً بالنسبة لكثير من الناس، وهي أن سطح المحيط ذو انحناء متغاير، وفي بعض الأحيان وعلى بعد مسافة معينة، يبدو السطح مستوياً، وذلك لان مستوى السطح يتأثر بصفات قعر المحيط تحته وهو تأثير ثقالي. حيث يرتفع مستوى الماء إذا كان فوق جبل موجود تحت سطح البحر، والعكس صحيح، إذ ينخفض مستوى الماء مشكلاً منخفضاً صغيراً إذا كان فوق منطقة مجوفة أو وادس أو خندق، وقد أكدت عمليات الرصد من رادار الأقمار الصناعية هذا الأمر.

لذلك، فإن السفينة التي تنظر إليها بالمنظار ربما تكون أعلى مما تظن وهي تبحر أعلى تلك الارتفاعات في مستوى الماء والمسماة هضبة أو حدبة **hump**، وقد يكون خط نظرك ممتداً فوق سطح المحيط المستوي نسبياً. إن المشهد المكبر الذي تحصل عليه للسفينة في يوم هادئ، قد يكون ثابتاً بدون وميض أو تشوه كما تتوقع أن يحدث فيما لو كان سراباً.

وللحصول على أدلة على شكل الأرض ودورانها، نبحث عن تجارب واضحة (كالمذكورة أعلاه) لا تتأثر بعوامل من الصعب قياسها والتحكم بها، كما نعمل لتأكيد النتائج عبر إجراء العديد من التجارب والقياسات المستقلة والمختلفة جذرياً لنرى فيما إذا كانت تتوافق مع بعضها أم لا. يجب أن نبحث عن أدلة متنوعة ووافرة (كالمذكورة أعلاه)، وعن حقيقة أنها تعطي النتيجة ذاتها وهي كروية شكل الأرض، كما أن نتائجها جميعاً تتوافق مع دوران الأرض، واتجاه الدوران كما تتفق في حجم الأرض ومعدل الدوران بشكل دقيق جداً.

كم هي استدارة الأرض

يجادل المؤمنون بالأرض المسطحة في بعض الأحيان كالتالي: "يقول العلماء أن دوران الأرض يسبب الانتفاخ الاستوائي، بل إن البعض يدعي أن هناك أيضًا انتفاخات أخرى، واحدة في نصف الكرة الجنوبي لذلك فشكل الأرض يشبه الإجاصة، ولكن صورهم للأرض من الفضاء تظهر الأرض مستديرة تمامًا، وهذه تناقضات، لذلك لابد من أنهم يزورون الأدلة دون مبالاة".

إن الانحرافات عن كروية الأرض صغيرة نسبيًا. على سبيل المثال، الانتفاخ الاستوائي يرفع خط الاستواء حوالي 22 كم، وهو فقط 0.4٪ من نصف قطر الأرض. وكل الانتفاخات الأخرى والسمات السطحية أصغر بكثير، وهذا يعطي فكرة عن مدى حساسية أدوات القياس لدينا حتى أننا تمكنا من قياس ذلك. لنفترض أننا صنعنا نموذجًا قياسيًا للأرض بحجم كرة البولينج، مع الأخذ بعين الاعتبار أعلى الجبال وأعمق خنادق الموجودة في المحيطات بمقياس مناسب.

هذا النموذج سيكون أكثر سلاسة من كرة البولينج، وسيبدو للعين المجردة أنه كروي تمامًا. ولن يكون الغلاف الجوي، على هذا المقياس، إلا طبقة من الطلاء الصافي. إذا كنت تشك في ذلك، قم بالحسابات بنفسك. المؤمنون بالأرض المسطحة بالكاد يظهرون أي حسابات رياضية لدعم ادعاءاتهم. يتساءل المرء لماذا؟

التناظر

وهناك سمة مشتركة للعديد من الحجج المذكورة أعلاه تنبع من تناظر الظواهر الفيزيائية على الأرض، معظمها توفر أدلة تجريبية دامغة

للتناظر حول محور شمال-جنوب من الأرض، والتناظر حول خط الاستواء، وهذا ما يتوافق مع أرض كروية تدور، وظواهرها التي تعتمد على الجاذبية. لكنها ليست ذات معنى مع أرض مسطحة، والمدافعون عن الأرض مسطحة ليس لديهم تفسير جيد لذلك.

الخلاصة

إن الأدلة على كروية الأرض ودورانها كثيرة ومتناسقة ولا يمكن إنكارها، والكثير منها يمكن ملاحظتها وتأكيدها من قبل أي شخص على استعداد للبحث عنها. ولا تحتاج إلى منحة بحثية، ولا أن تكون عضوًا في مؤسسة علمية. فالأدلة تأتي من العديد من الظواهر الطبيعية المستقلة، وتفسير تلك الأدلة واضح بما يكفي للفهم، حتى من دون أن تملك شهادة في الفيزياء أو علم الفلك.

إن أولئك الذين ينكرون كروية ودوران الأرض والجاذبية، لا يعرفون أو يقدرون مدى وفرة الأدلة المؤكدة من العديد من المصادر المستقلة، على الرغم من أن الأدلة تأتي من تجارب متنوعة، لكنها تتناسب جميعها مع قوانين الفيزياء وفهمنا لهندسة الكون بشكل دقيق ومساوية لدقة أدوات القياس الأكثر حساسيةً التي نملكها. ويعامل المنكرون عمومًا جميع قوانين الفيزياء على أنها منفصلة ومستقلة، فهم لا يدركون حقيقة أن القوانين كلها جزء من شبكة منطقية رياضية دقيقة متكاملة وموحدة.

وهذا هو جمال وقوة الفيزياء. لم ينشئ المنكرون للأرض الكروية أي نظام يقوم على نموذج الأرض المسطحة والذي يمكن له أن يساوي الفيزياء التقليدية في شموليتها وقوتها، بحيث يمكننا استخدامه لحساب كل الأدلة. وهم يشكون من أن الفيزياء التقليدية "معقدة جدًا" لفهمهم. ولكن أين نموذجهم البسيط الذي يمكن أن يساوي الفيزياء التقليدية في نتائجها الدقيقة المثبتة بالتجارب؟

فيما سبق لم أكن مضطرًا لذكر أدلة مبتذلة نوعًا ما عن كروية ودوران الأرض، والتي غالبًا ما تُذكر في مصادر العلوم الشعبية وفي الكتب وعلى شبكة الإنترنت. أنا فقط سأورد بعضًا منها في قائمة.

- الحركة اليومية للشمس عبر السماء.
- حركة الكويكبات النجمية في السماء.
- اختفاء السفن لأنها تتحرك بعيدًا في الأفق.
- حقيقة أنه يمكن للمرء أن يرى لمسافات أبعد من خلال الأفق من على جرف مرتفع أو جبل، أو من طائرة.
- حقيقة أن السفن والطائرات يمكن أن تسافر على طول الطريق حول الأرض والعودة إلى نقطة البداية.
- صور الأرض مأخوذة من الفضاء ومن القمر.

يرفض المؤمنون بالأرض المسطحة كل الأدلة على كروية الأرض ودورانها مستخدمين براهينَ وحججاً مبتدعة، وغالبًا ما تكون سخيفة وغير متناسقة، أو يستبعدون بعضًا من الحجج على أنها خدع، أما حججهم فهي المماطلة والكلمات الرنانة غير المثبتة، ومحاولة التسويغ المنطقي لحججهم اللامنطقية، والتأكيدات الفارغة غير المدعومة والفرضيات المبتدعة. لا يستحق دحض تأكيداتهم وحججهم إضاعة وقت أحد باستخدام الرياضيات

والفيزياء، لأن أولئك الذين يقبلون هذه الحجج حول الأرض المسطحة ليس لديهم فهم كافٍ للرياضيات والفيزياء. ومع ذلك، حتى الطلاب المستجدون في السنة الثانية لتخصصات الفيزياء يعرفون ما يكفي من الفيزياء الكلاسيكية ليجدون أن حجج الأرض المسطحة مضحكة جدًا، ولا يمكن تصور كيف أنه يمكن لأي شخص أن يصدقها.

يبتكر بعض المؤمنين بالأرض المسطحة ـ في بعض الأحيان ـ تفسيرات بارعة وروائية للأجزاء الصعبة من نظرية الأرض المسطحة، فقد

اقترح أحدهم مؤخرًا أن الجاذبية ليست سوى وهم ناجم عن استمرار سقوط قرص الأرض، واقترح آخر أن قرص الأرض يشبه مقلاةً مسطحة، والمد والجزر هي المياه التي تتحرك في المقلاة نتيجة تمايلها.

من الصعب جدًا أن نعتقد أن المؤمنين بالأرض المسطحة جادون مقالنا هل المؤمنون بالأرض المسطحة جادون، ويفترض البعض أنهم فقط يلهون بتحدي الآخرين، وذلك سهل بالنسبة لهم، بالطبع، لأنهم يشعرون بأنهم غير ملزمين بتقديم أي فرضيات قابلة للاختبار، أو بجمع بيانات دقيقة، أو القيام بالحسابات اللازمة لخلق تفسيرات صحيحة واستدلالات من تلك البيانات.

وهناك تفسير آخر محتمل وهو أن بعض الناس حقًا لا يهتمون بالأدلة العلمية والحجج القوية. فهم يفضلون أن يعيشوا في عالم خيالي من صنعهم، دون أي ضروريات لتبرير ذلك عن طريق البحث العلمي. إنهم يحبون تكرار "حقائق" غير مؤكدة أو مبتدعة ومفاهيم "سحرية". ولدحض كل واحد من "الأدلة" الوهمية لديهم، قد تشغل باحثًا مجتهدًا مدى الحياة، وسيكون ذلك غير مجدٍ على أي حال، لأن المؤمنين بتلك الأفكار غير المنطقية سوف يخترعون بعض الحجج الأخرى.

لم يشعر أحد منهم في أي وقت من الأوقات بأنهم ملزمون بإحاطة تخيلاتهم بالفيزياء والحسابات الرياضية، ولم يحاول أحد منهم أبدًا أن يطور فيزياء بديلة شاملة والتي من شأنها أن تدعم ادعاءاتهم وجميع الأدلة التجريبية في جميع مجالات العلوم الفيزيائية. وهم ملزمون بذلك، لأن ادعاءاتهم بالتأكيد لا تدعمها الفيزياء التقليدية، وليست علماً، بل هي خيال علمي وتخيلات.

يجب أيضًا أن أعترف بأن هناك العديد من الناس الذين يقبلون كروية ودوران الأرض، ولكن لا يمكنهم الدفاع عن موقفهم، لا يعرفون الأدلة، وليس لديهم فهم كاف للفيزياء والرياضيات للدفاع عن حججهم. لقد اختبرت هذا مع طلبة الجامعات عن طريق مطالبتهم بكتابة مقال قصير يدافع عن مفهومهم لشكل الأرض، ودعم موقفهم مع أدلة قوية وحجة سليمة، لكن النتيجة كانت أن معظمهم فشل فشلًا ذريعًا في المحاولة الأولى. (هؤلاء لم يكونوا من دارسي تخصص علمي). لكنني شجعتهم على الرجوع إلى مراجع موثوقة في المكتبة.

بعد عدة محاولات اشتكى أحد الطلاب: "أنا محبط، ولا أعرف لماذا الأرض كروية، جميع أساتذتي قالوا ذلك، وأنا صدقت ذلك، أليس هذا كافٍ؟." أجبت: "لا، هذا لا يكفي". إن التعليم هو فشل للكثيرين، لأنهم "يتعلمون" فقط حفظ معلومات وشعارات فارغة دون فهم الأدلة والحجج الكامنة خلفها.

على كل حال، الأرض ليست مقلاة وليست قرصاً مسطحاً وليست مجوفة. الأرض طبعاً وبكل تأكيد وبدون أدنى شك كروية وتدور حول نفسها وحول الشمس، وهذا ما أثبته العلم والفيزياء والمركبات الفضائية وإليكم بعضاً من الصور المميزة لكوكبنا الكروي من عدة رحلات فضائية تؤكد أيضاً كرويتها.

لمتابعة مقالاتنا عن الموضوع ذاته إليكم

- هل المؤمنون بالأرض المسطحة جادون؟
- أسهل عشر طرق يمكنك أن تتأكد من خلالها أن الأرض كروية وليست مسطح
- بالنسبة لناسا، كل يوم هو يوم الأرض
- صور الأرض من عوالم أخرى

لمزيد من المعلومات يمكنكم قراءة

- The flat earth, by Donald Simanek. A history of flat earth theories.
- Spherical Earth from the Wikipedia. An historical summary of how we came to understand that the earth is round.
- Top 10 ways to know the earth is not flat. There are websites "debunking" these, revealing for all to see the shallowness of understanding displayed by defenders of the flat earth idea.

- التاريخ: 2017-06-27
- التصنيف: أسئلة كُبرى

#الارض #دوران الارض #الارض المسطحة #كروية الارض #جماعة الارض المسطحة

المصطلحات

- **الكوكبة (Constellation)**: أو البرج (احياناً)، وفي علم الفلك الحديث، تُشير هذه الكلمة إلى منطقة محددة من السماء داخل الكرة السماوية التي عرّفها وحددها الاتحاد العالمي لعلم الفلك (IAU).
- **الجيوديسيا (Geodesy)**: فرع من الرياضيات يختص بدراسات شكل ومساحة الأرض، أو مناطق كبيرة منها.
- **الجاذبية (gravity)**: قوة جذب فيزيائي متبادلة بين جسمين.
- **الأيونات أو الشوارد (Ions)**: الأيون أو الشاردة هو عبارة عن ذرة تم تجريدها من الكترون أو أكثر، مما يُعطيها شحنة موجبة.وتسمى أيوناً موجباً، وقد تكون ذرة اكتسبت الكتروناً أو أكثر فتصبح ذات شحنة سالبة وتسمى أيوناً سالباً
- **معهد أبحاث الفضاء في روسيا، و هو تابع لأكاديمية العلوم الروسية. (IKI)**: معهد أبحاث الفضاء في روسيا، و هو تابع لأكاديمية العلوم الروسية.

المصادر

- lhup.edu
- الصورة

المساهمون

- ترجمة
  - شريف دويكات
  - ليلاس قزيز
  - فراس الشيخ علي
- مُراجعة
  - Azmi Salem
  - مريانا حيدر
- تحرير
  - روان زيدان

- تصميم
  - علي ناصر عمير
- صوت
  - فنتينا شولي
- مكساج
  - فنتينا شولي
- نشر
  - مي الشاهد